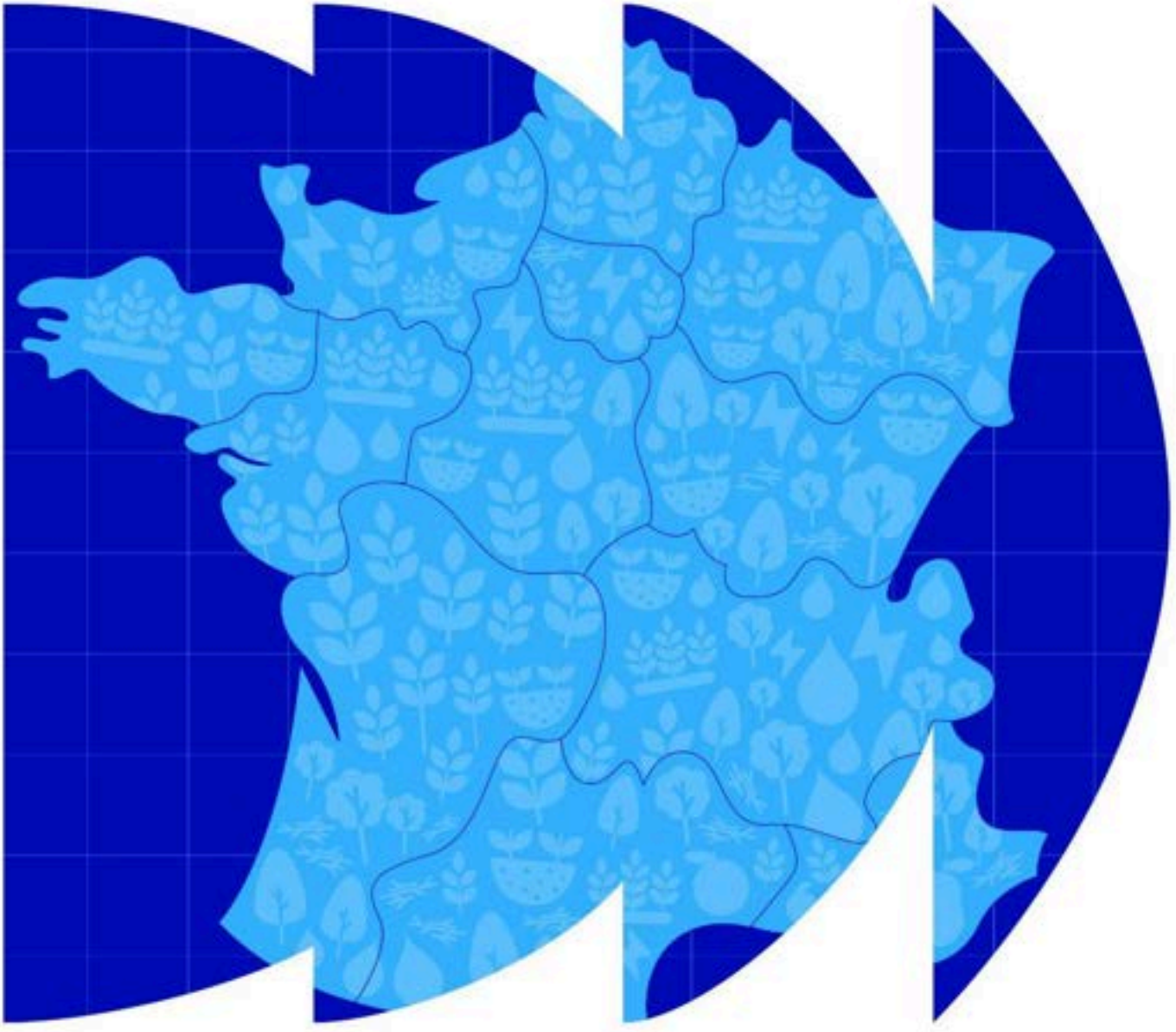
PLANIFIER PAR LES RESSOURCES LOCALES

EAU, SOL, BIOMASSE, ÉNERGIES : CONJUGUER DÉCARBONATION ET SPÉCIFICITÉS TERRITORIALES

Rapport final - Décembre 2025

DANS LE CADRE DE NOTRE
PROGRAMME D'ACTION POUR 2027



LE THINK TANK DE LA
TRANSITION BAS CARBONE

THE SHIFT PROJECT

Avant-propos

Depuis bientôt 15 ans, The Shift Project éclaire les chemins de la décarbonation de nombreux secteurs économiques (transport, bâtiment, industrie, santé ou encore numérique). En 2021, nous avons décidé de nous adresser directement aux décideurs locaux autour de leur responsabilité et de leur capacité à agir afin de rendre leur territoire plus résilient.

À l'approche de 2027, et dans le prolongement du Plan de transformation de l'économie française (PTEF) de 2022, The Shift Project s'est lancé dans un ambitieux travail pour construire des propositions et peser sur l'élection présidentielle. Le but : mettre la décarbonation au cœur des choix pour l'avenir du pays.

Le volet Territoires de ces travaux, dont ce projet fait partie, instruit la question de la mise en cohérence territoriale d'une stratégie de transition robuste. L'enjeu est immense, pour le climat, et pour notre souveraineté. Nos territoires sont aujourd'hui dépendants, pour leur prospérité, du pétrole et du gaz acheté aux grandes puissances fossiles voisines (Russie, États-Unis) et aux pays du Moyen-Orient. Et en même temps, chaque échelon territorial est à la manœuvre pour décarboner effectivement notre économie, tout en l'adaptant pour la rendre plus résiliente face au changement climatique.

Pour décarboner notre pays au rythme attendu tout en renforçant notre souveraineté, nous devrons collectivement compter sur des ressources locales clés, qui constituent à la fois des pans de l'identité et des atouts de développement des territoires : eau, sol, biomasse agricole et forestière. Ces ressources jouent en effet un rôle central dans l'application de leviers de décarbonation, notamment la substitution des énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon) par des sources d'énergie décarbonées (nucléaire, éolien, solaire, renouvelables thermiques, etc.) et la relocalisation d'activités économiques.

La disponibilité de ces ressources va déterminer la capacité des territoires à assurer le remplacement des énergies fossiles importées par des énergies localement produites. Or ces ressources sont localement limitées, inégalement réparties, souvent déjà allouées à des usages non énergétiques, et leur disponibilité sera elle-même impactée par le changement climatique.

La planification de la décarbonation et de l'adaptation ne peut donc faire l'économie d'une réflexion approfondie sur la capacité réelle des territoires à produire, mobiliser et réguler ces ressources, dans un contexte de changement climatique et de contraintes énergétiques croissantes. Il en va du succès de notre transformation de notre économie et de nos modes de vie, et de la résilience des territoires.

Par le prisme des ressources locales et des spécificités territoriales (topographie, démographie, spécialisation économiques, infrastructures, etc.), ce rapport vise à éclairer cette problématique centrale à travers plusieurs questions structurantes :

- **Dans quelle mesure la décarbonation sollicitera-t-elle les ressources locales ?** Quelles ressources pour quels usages ? Quels territoires disposent de ces ressources ? Ou se situent les activités qui comptent sur ces ressources pour se décarboner ?

- **Quels sont les risques de création de nouvelles tensions sur les équilibres existants ?** Quels sont les risques d'aggravation de tensions ou de conflits d'usage déjà existants ? Où ces tensions risquent-elles d'advenir ? À l'inverse, certains territoires peuvent-ils apparaître comme des espaces d'opportunité ?

- **Dans quelle mesure le changement climatique pourrait accentuer d'éventuels déséquilibres**, en réduisant les disponibilités en eau, en fragilisant les sols, ou en affectant la productivité de la biomasse ?

- **Comment réduire les risques de tensions ou de conflits d'usages ?** Quels leviers peuvent y remédier ? Dans quelles conditions ? Où ? Quels acteurs sont concernés ?

Avant cela, il nous a été nécessaire d'établir un état des lieux des disparités territoriales en termes de dépendances énergétiques et de vulnérabilité territoriale qu'elles impliquent, d'émissions de gaz à effet de serre et d'exposition face au changement climatique. Cela permet de caractériser des capacités de contribution territoriales à l'action climatique à l'aune des spécificités territoriales, étape préalable indispensable pour pouvoir fixer un cap national clair et adapté.

Le Shift Project n'est pas le premier acteur à instruire la question des enjeux pour la planification écologique dans les territoires[1]. En complément des nécessaires mobilisations des collectivités, dialogues entre tous les échelons, concertation entre les parties prenantes, contractualisation entre l'État et les territoires pour accélérer la transition, nos travaux, avant tout techniques et avec une approche physique et systémique, visent à maintenir si ce n'est à renforcer l'exigence de « bouclage des plans », à creuser la complexité que cela revêt, dès lors que sont prises en compte les spécificités territoriales. Ce bouclage, aussi complexe que nécessaire, doit permettre de s'assurer que chacun des besoins définis par chaque secteur et chaque territoire peut être compatible avec les ressources locales et territoriales effectivement disponibles, et qu'il ne risque pas d'y avoir de conflits d'usages entre ces différents besoins. En un mot, cet impératif de bouclage permet de s'assurer que le plan national tient debout.

Nos travaux s'appuient notamment sur une modélisation territoriale pour repérer les invariants et les contrastes entre territoires en matière de dépendance aux ressources, d'interdépendances, afin d'explorer différents scénarios d'évolution. Cette approche systémique articule les dimensions énergétiques, matérielles et climatiques dans un cadre de simulation reproductible. Elle ne prétend pas prédire l'avenir, mais vise à rendre visibles les ordres de grandeur, les arbitrages et les interdépendances qui sous-tendent la transition.

En cela, nos travaux visent à être un outil de réflexion pour les acteurs publics nationaux et territoriaux pour enrichir les exercices de planification de la décarbonation et de l'adaptation, ancrés dans les réalités physiques et spatiales du pays. Nous souhaitons en effet apporter notre voix et nos analyses à la discussion urgente qui doit être menée afin d'anticiper les contraintes physiques à 2050 pour renforcer la capacité des décideurs publics à porter des politiques nationales et territoriales pour une transformation robuste et cohérente dans la durée.

[1] En témoigne la cinquième rencontre de la délégation aux collectivités territoriales et à la décentralisation de l'assemblée nationale organisée le 27/11 sur le thème : "quelles perspectives pour la planification écologique dans les territoires ?"

À propos du Shift Project et des Shifters

The Shift Project est un groupe de réflexion qui vise à éclairer et influencer le débat sur les défis climat-énergie. Nous sommes une association d'intérêt général. Nos membres sont pour la plupart des entreprises. Guidé par l'exigence de rigueur scientifique et technique, notre regard sur l'économie est avant tout physique et systémique.

Nous réalisons des études sur les enjeux clés de la décarbonation. Nous constituons des groupes de travail qui produisent des analyses robustes, quantitatives et qualitatives, ainsi que des propositions pragmatiques. Notre démarche de recherche est ouverte, itérative et collaborative. Nos publications sont librement accessibles à toute personne intéressée. Nous les diffusons auprès des professionnels, dirigeants et corps intermédiaires des secteurs et enjeux concernés. Ce réseau d'experts est mobilisé constamment, pour consolider nos travaux, et nous aider à les faire connaître. Nous favorisons les discussions entre parties prenantes, de manière apartisane.

Le Shift Project a été fondé en 2010 par plusieurs personnalités du monde de l'entreprise ayant une expérience de l'associatif et du public. Il est soutenu par plusieurs grandes entreprises françaises et européennes ainsi que par des organismes publics, des associations d'entreprises et, depuis 2020, par des dizaines de PME, d'ETI et de fondations. Plus rarement il fait appel, comme en 2025 avec la campagne de financement « Décarbonons la France ! » dans lequel ce travail s'inscrit, à des particuliers.

The Shifters est une association loi 1901, d'intérêt général, créée en 2014 pour apporter un soutien bénévole au Shift Project. Initialement conçu comme une structure permettant d'accueillir toute personne souhaitant supporter le Shift dans son travail de recherche, de relais ou de soutien, nous sommes aujourd'hui un mouvement citoyen d'ampleur rassemblant 20 000 Shifters, dont l'ambition est de « faire shifter » la France.

Notre Programme d'action pour 2027 : Décarbonons la France !

Décarboner l'économie, c'est indispensable et c'est possible. La tempête climatique et géopolitique est sur nous. L'Europe est en danger. Nos grands compétiteurs ont les armes de la puissance : le pétrole et le gaz. Que nous le voulions ou non, nous en sommes dépendants. Pour reconquérir notre liberté, et enrayer la catastrophe climatique, nous devons sortir des énergies fossiles.

Les chaînes logistiques mondiales, qu'elles soient énergétiques ou matérielles, entrent dans une ère nouvelle caractérisée par l'instabilité et les chocs. La France doit maintenant mettre toutes les chances de son côté pour réussir la décarbonation de son économie qui la mettrait à l'abri : comment réaliser cette transformation en moins de trois décennies, à l'échelle, et surtout, à coup sûr ?

Si la France réussit, elle prouvera au monde que la catastrophe climatique peut être enrayée. Et elle montrera à l'Europe que nous pouvons refonder notre souveraineté grâce à une économie débarrassée de sa plus grande faiblesse : sa dépendance totale aux importations de pétrole et de gaz fossile. Elle pourra, avec l'Europe, tracer librement sa voie singulière, sans rendre de comptes aux grandes puissances fossiles qui la menacent.

Pour 2022, le Shift avait initié un Plan de transformation de l'économie française (PTEF), qui proposait une vision cohérente et pragmatique, secteur par secteur, destinées à rendre l'économie

neutre en carbone à l'horizon 2050 et effectivement compatible avec la limite de + 2 °C communément prise pour objectif à l'horizon 2100.

Pour 2027, le Shift construit les outils qui permettront aux Français de réussir la décarbonation, de garantir les conditions énergétiques de la souveraineté et de se prémunir contre les chocs. L'élection présidentielle est l'occasion pour notre pays de se retrouver face à son destin. Nous voulons mettre en débat les choix décisifs pour réussir la transformation à temps.

Dans la lignée du PTEF, notre nouveau programme « Décarbonons la France » repose sur cinq piliers :

1. **adopter une approche globale et cohérente** du point de vue physique, technique et économique
2. **s'intéresser aux ressources rares** que sont les ressources physiques et les compétences
3. **faire des propositions pragmatiques**, robustes opérables dès à présent et sans regret, menant à une décarbonation à l'échelle, dans les temps et à coup sûr
4. **se préparer aux chocs et aux crises** pour notre économie
5. **ne pas reposer sur les paris** de la croissance du PIB, du progrès technologique irréaliste, ou de la transformation radicale de nos modes de vie.

…et explore quatre grands aspects des transformations nécessaires :

1. **les conditions de réussite de chantiers incontournables de la transition** : massification de la petite voiture électrique, installation des pompes à chaleur, report des passagers et des marchandises vers le ferroviaire, transports en commun et cycles pour nos déplacements du quotidien, déploiement des renouvelables, prolongement du nucléaire historique et nouveau nucléaire
2. **des transformations de secteurs :** santé, agriculture et alimentation, formation continue, sport, numérique, défense, industrie textile et du cuir… ;
3. **des « mises en cohérence » chiffrées** (flux d'énergie, émissions de gaz à effet de serre, usage du cuivre, emploi et formation) entre les secteurs, et des descriptions concrètes (compétences des professionnels, modes de vie) ;
4. **les conséquences qu'auraient notre inaction :** les conséquences pour l'économie française de chocs mal anticipés ou de désorganisation au cours de la transition.

Ce programme mobilise des centaines d'ingénieurs, de scientifiques et de professionnels d'un grand nombre d'activités économiques différentes, toutes concernées par les enjeux de décarbonation. De nombreux rapports sectoriels, un rapport proposant une vision d'ensemble, et un livre seront publiés et largement diffusés. Plus vaste, plus profonde, cette nouvelle démarche est mieux adaptée à un monde en crise. Elle vise à embarquer encore davantage de monde, notamment via de grandes consultations auprès des professionnels concernés.

Fort du soutien de ses 90 entreprises membres et financeurs, de ses 36 000 donateurs au financement participatif record en 2025 et des 20 000 Shifters rassemblés dans The Shifters, **The**

Shift Project a accéléré les travaux en 2025 et se tient plus déterminé que jamais à peser sur les élections présidentielles de 2027.

Équipe projet

Jean-Elie Barjonet (Ingénieur de projet)
Laurent Delcayrou (Chef de projet)
Erwan Gardies (Chargé de projet)
Corentin Grange (Chargé de communication)
Frédéric Haas (Ingénieur de projet)
Corentin Riet (Ingénieur de projet)
Jason Saniez (Coordinateur de projet)
Elisa Soyer-Chaudun (Chargée de projet)
Emma Stokking (Cheffe de projet affaires publiques)
Lila Wolgust (Chargée de communication)

Remerciements

L'équipe projet souhaite tout d'abord remercier les relecteurs du rapport final : Jean Pierre AUBERT, Laurent AUGUSTO, Christine LE BAS, Philippe BILLET, Vincent BOSIGER, Aurore CAMBIEN, Lionel CHARPENTIÉ, Christine DELEUZE, Pierre-Alain DUPUIS, Véronique HARTMANN, Margot HOLVOET, Karine HUREL, Emilien LANDAIS, Christophe LEIKINE, Jean-Christophe MARECHAL, Nicolas MICHON, Philippe PAULHIAC, Zoé RAIMBAULT, Sophie RAOUS, Henri DE REVEL, Jonathan SCHUITE, Alice SILVIN, Jean-Pierre TABUCHI, Régis TAISNE, François THIBAULT, Milena TILL, Martin VANIER, Julien WEYER.

Nous souhaitons également remercier les très nombreux contributeurs et contributrices ayant pris part au travail réalisé, pour la qualité de nos échanges ou les relectures attentives : Bilel AFRIT (Cerema), Virginie ALONZI (Bouygues Construction), Philippe ANGOTTI (France Urbaine), Kristell ASTIER-COHU (Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse), Pierre-Marie AUBERT (Iddri), Christophe AUDOUIN (Aqua-Valley - Suez), Xavier BADE (EPAGE Aulne), Brigitte BARIOL-MATHAIS (Fédération Nationale des Agences d'Urbanisme), Odile BARNOLA (Ville de Grenoble), Rita Jacob BAUER (PNR Vosges du Nord), Alexia BEAUJEUX (La Traverse), Nicolas BEAUREZ (Cerema), Marie-Anne BECHEREAU (SGPE), Robert BELLINI (ADEME), Nabil BENBOUHA (SGPE), Anne Elisabeth BEUZIT (Département de Loire Atlantique), Jean BIGALION (AXA), Jacques BIRILIT (Val de Garonne IHEDATE 22), Antonio BISPO (RMT / INRAE), Marion BLONDEAU (Fédération des SCoT), Rémi BOCHARD (CA Pays Basque), Sylvine BOIS CHOUSSY (La 27° région), Fabrice BOISSIER (métropole rouen normandie), Florence BORDERE (Cerema), Jean-François BOULIOU (EPAGE Aulne), Annabelle BOUTET (ANCT), Marion BRET (PETR Centre Ouest Bretagne), Arnaud BRICE (ADEME), Cyrielle BRIAND (Association nationale des Elus de Bassin), Matthieu BRIENT (Les Interconnectés), Rémi BROCHIER (CA Bourges Plus), Eric BRUA (Fédération des PNR), Jacques BRULARD (Département du Finistère), Benjamin BRUNETEAU (Département de Loire atlantique), Jean-Louis BUANNIC (CC Pays Bigouden Sud), Jacques-Olivier BUDIN (ADEME), Eleonore CALAS (Intercommunalités de France), Jean-benoit CARIOU (ANRU), Erwan CARO (The Shift Project), Oriane CEBILE (Intercommunalités de France), Boris CHABANEL (Utopies), Audrey CHARLUET (Banque des territoires), Mathilde CHARON-BURNEL (Département des Landes), Fabien CHATELIER (Agence Régionale de la Biodiversité Nouvelle-Aquitaine), Maxime CHAUMET (Interprofession France Bois Forêt), Pénélope CHOUSSAT (ex The Shift Project), Anne

CLERC (SGPE), Anne COLSON (Région Grand Est), Emmanuel COMBET (ADEME), Laetitia COMITO-BERTRAND (PUCA), Bernard COMMERE (IPEF), Louise CONTAT (SGPE), Xavier COLOMER-REGIS (OFB), Emilie COURAGEUX (Axa), Florence COUSIN (SNCF), Christian COUTURIER (Solagro), Nicolas CRINQUANT (Espelia), Stéphane DARRIUS (CC du Haut Béarn) Anne-Blandine DASSENCOURT (SNCF Réseaux), Florence DAUMAS (Cercle Français de l'Eau), Olivia DE MALEVILLE (Régions de France), Xavier DE PLINVAL (Axione), Michel-François DELANNOY (Banque des Territoires), Letizia DELORME (SM SCOT du Pays Basque et Seignanx), Vivian DEPOUES (I4CE), Eloi DESVIGNES (BL Evolution), Lucas DEUTSCH (SinonVirgule), Jean DEYSSON (France Urbaine), Romain DORMOY (Ville de Ris-Orangis), Clotilde DU FRETAY (Axa), Hélène DUFOSSE (Pays du Perche Sarthois), Marion DUPONT (Banque des Territoires), Thibaut FAUCON (ADEME), Maëva FLEYTOUX (France Urbaine), Arnaud FLORENTIN (Utopies), Marc FONTECAVE (Académie des Sciences), Claire FORITE (AMORCE), Julien FOSSE (INRAE Hauts de France), Vincent FRISTOT (Ville de Grenoble), Baptiste GAPENNE (Territoires Audacieux), Nicolas GARNIER (AMORCE), Gaëlle GASC (PNR Brière), Stella GASS (Fédération des SCOT), Thomas GAUDIN (ADEME), Henri GENOUVILLE (Brioche Pasquier), Stéphanie GIRAUD (ANCT), Béranger GODDYN (Efficacity), François GOETZMANN (PNR des Vosges du Nord), Emmanuelle GRAS (PETR Val de Saône Vingeanne), Catherine GREMILLET (Association Nationale des Elus de Bassin), Thibaud GRENEZ (AXA France), Sylvain GRISOT (Dixit), Emmanuelle GUILMAULT (Parc naturel régional du Gâtinais français), Aurélie HANNA (Métropole de Toulouse), Anne HEBERT (CC Côte Ouest Centre Manche), Emmanuel HEYRAUD, Antoine HOAREAU (Métropole de Dijon), Anne-Marie ILTIS (Banque des Territoires), Anne-Marie ITLIS (Banque des territoires), Adrien JACOB (Négawatt), Rita JACOB-BAUER (PNR des Vosges du Nord), Élodie JACQUIER-LAFORGE (Intercommunalités de France), Pierre-Emmanuel JASNOT (SM SCOT du Pays Basque et Seignanx), Come JOLY (SGPE), Joseph HAJJAR (SGPE), Guillaume JUAN (OFB), Baptiste JULIEN (AMORCE), Frantz JUMAIN (Banque des territoires), Daphné KHALIFA-DOREMUS (PETR du Grand Briançonnais), Sylvain LACOMBE (PNR Ballons des Vosges), Fanny LACROIX (AMRF), Gérald LALEVEE (ADEME), Félix LALLEMAND (Les Greniers d'Abondance), Karine LANCEMENT (Régions Auvergne Rhône Alpes et Bourgogne franche Comté), Olivier LANDEL (AFL Banque), Caroline LANNOU (Syndicat Départemental des Eaux de l'Aube), Philippe LASSERRE (Banque des Territoires), Virginie LASSERRE (Cerema), David LE BRAS (ADGCF (DGS intercommunaux)), Françoise LE FAILLER (ONF), Hervé LE GALL (PETR Centre Ouest Bretagne), Sylviane LE GUYADER (ANCT), Zoe LE MONNYER (SinonVirgule), Olivier LEMONNIER (Parc naturel regional du Vercors), Nathalie LENOUVEAU (CA Bourges Plus), Christian LEPROVOST (CA Seine Normandie), Manon LEROY (27e Région), Pierre LEROY (PETR Briançonnais), Cécile L'HOPITAL (Axione), Thibault LIMON (Région Sud - PACA), Manon LOISEL (Partie prenante), Jean-François LOUINEAU (Région Nouvelle-Aquitaine), Sébastien MAIRE (France Villes Territoires Durables), Inès MAIRE-AMIOT (PNR du Doubs Horloger), Nicolas MAISETTI (POPSU), Florin MALAFOSSE (Solagro), Jeanne MARECHAL (Sol & Paysage), Xavier MARIE, Cyril MASCART (ADEME), Jean-Patrick MASSON (Métropole de Dijon), Julien MEGDOUD (ANCT), Jean-Yves MEUNIER (Métropole de Bordeaux), William MEUNIER (Métropole de Grenoble), Hélène MILET (POPSU), Sandra MOATI (IHEDATE), Kathleen MONOD (OFB), Sebastien MORELLE (PNR des Vosges du Nord), Thierry MOUGEY (Fédération des PNR), Joël MOULIN, Ilyas MOURJANE (France Stratégie / Deloitte), Nicolas MOURLON (Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse), Jerome MOUSSET (ADEME), Mathieu MUNSCH (PETR Déodatie), Rachel NEUENSWANDER (La banque Postale), Louise NIER (OFB), Cassandra NOSSEIN (Pole territorial Sud Gironde), Sarah NUNES (Banque des Territoires), Christine ORIOL (Grenoble Alpes Métropole), Julien ORSONI (Département Loire atlantique), Yohann PAMELLE (Région Sud - PACA), Claire PARDA (Nantes métropole et ville de Nantes), Frédéric PARIZEAU (Val de Garonne Agglo), Antoine PELLION (SGPE), Agathe PELTIER (AXA), Alexandre PENNANEAC'H (SMBT Bassin de Thau), Julian PERDRIGEAT (Fabrique des Transitions), Isabelle PEREZ-SAUVAGNAT (CD Loire Atlantique), Laurent PERRON (The Shift Project), Hélène PESKINE (Cerema), Marie PETTENATI

(BRGM), Anna PINEAU (ADEME), Hélène POIMBEUF (Métropole de Grenoble), Servane POISSON (The Shifters), Géraldine POLLET (Région Sud - PACA), Olivier PORTIER (StratObs), Mathilde POULAT (Parc naturel régional du Pilat), Lydia PROUVÉ (Agence de l'eau Seine-Normandie), Jean-Marie QUEMENER (SGPE), Céline RAZEMOREL (Saumur Val de Loire Aggo), Magali REGHEZZA-ZITT, Michael RESTIER (Association Nationale des Pays et PETR), Jean REVEREAULT (CA Grand Angoulême), Louise RHODDE (Cerema), Bernadette RICHARD (PETR du Segréen), Nicolas RIO (Partie Prenante), Alexia RIVALLIN (EPAGE Aulne), Isabelle ROBINOT BERTRAND (Cerema), Morgane ROLAND (I-Care by Bearing Point), Mégane RONCIER (Associaton Française pour l'Etude des Sols), Carole ROPARS (Intercommunalités de France), Julie ROUSSEL (Ville de Paris), Mathilde ROUSSEL (PATI La Rochelle - Aunis Sud - Aunis Atlantique - Ile de Ré), Laurence ROUX (Banque des territoires), Olivia ROUZIERE-BEAULIEU (Métropole Rouen Normandie), Magaly SANTINI (CA Bourges Plus), Joelle SAUTER (RMT / Chambre d'Agriculture), Martin SELTZ (Région Grand Est), Victoria SIEBERT (SGPE), Perrine SIMIAN (ANCT), Quentin SOIGNON (CGDD), Nicolas SOUDON (ADEME), Didier SOULAGE (Cerema), Gwenola STEPHAN (Association des Maires Ruraux de France), Mac STOQUERT (CA Bourges Plus), Cédric SZABO ((Association des Maires Ruraux de France), Frédérique TABARY (SNCF Réseaux), Magali TALANDIER (Université Grenoble Alpes, IUGA, UMR PACTE, Grenoble - France), Anne TAVERNIER (La 27° région), Benoit THÉVARD (Fabrique des Transitions), Gael THEVENOT (OFB), François THOMAZEAU (I4CE), Nicolas TONNET (ADEME), Rokaya TOUBALE (Métropole de Montpellier), Tristan TREBOUTA (PETR Gatinais-Montargois), François TRESSE (Métropole de Rennes), Mélanie VASSIEUX (OFB), Annelyse VAVASSEUR (Métropole de Nantes), Raphaël VERA (CA Provence Alpes Agglomération), Claire VÉRET (Ville de Tours), Laeticia VERHAEGUE (Banque des territoires), Mathieu VERME (Région Grand Est), Pierre VIARD (Utopies), Laetitia VIALLE (BNP Paribas), Anne VIGNE (PUCA), Stéphane VINCENT (La 27e Région), Christophe VIRET (OFB), Stéphanie WARIN (Pôle Métropolitain Loire-Bretagne), Frédéric WEIL (Futuribles), Philippe WEISZ (Nantes Métropole), Matthew WENDELN (Efficacity), Antoine WEROCHOWSKI (Région Bourgogne-Franche-Comté).

Merci enfin aux membres de l'équipe du Shift qui ont également participé : Matthieu AUZANNEAU, Rémi BABUT, Alexandre BARRE, Eric BERGER, Corentin BIARDEAU, Clément CAUDRON, Cécile DE CALAN, Maxime EFOUI, Mathis EGNELL, Adrien FAUSTE-GAY, Reuben FISHER, Laura FOGLIA, Jean-Noël GEIST, Béatrice JARRIGE, Vinciane MARTIN, Laurent PERRON, Nicolas RAILLARD, Thomas ROBERT, Clémence VORREUX, Théo WITTERSHEIM.

Nos excuses pour tout oubli potentiel.

Nota bene : *les interprétations, positions et recommandations figurant dans ce rapport ne peuvent être attribuées ni aux contributeurs, ni aux relecteurs cités ci-dessus. Le contenu de ce rapport n'engage que le Shift Project.*

Nos partenaires

Nous remercions les partenaires du projet pour leur soutien technique et financier.

Guide de lecture

Voici quelques indications pour lire ce rapport, constitué des parties suivantes :

- L'avant propos expose les raisons qui nous ont amenés à réaliser ce travail, la problématique centrale du rapport, et la façon dont nous pensons qu'il peut utilement alimenter le débat public sur ses enjeux;
- L'introduction précise le périmètre couvert par notre étude, ainsi que les grandes lignes de notre méthodologie de travail, en particulier le volet modélisation : liste des ressources, des activités, et des périmètres géographiques considérés; données collectées et produites, méthode de simulation des évolutions de production et de consommations de ressources ;
- La première partie fait un état des lieux de la dépendance commune aux ressources fossiles, en soulignant les fortes disparités territoriales et leurs principaux déterminants. Nous présentons également le lien entre décarbonation et sollicitation de ressources disponibles sur notre territoire ;
- La deuxième partie présente les principaux résultats de notre travail. Nous décrivons l'augmentation par territoire des besoins en ressources liés à l'application de leviers de décarbonation, et les risques de conflits d'usage associés. Nous présentons également les principaux leviers permettant de réduire ces risques ainsi que les enjeux que soulève leur application. Enfin, nous attirons l'attention sur les incertitudes qui pèsent sur la disponibilité future des ressources dans un contexte de changement climatique.
- La troisième partie constitue la conclusion et les recommandations que nous formulons à l'issue de nos travaux, visant à développer une véritable culture de la planification de la décarbonation, à toutes les échelles, par les ressources locales.
- Une dernière partie présente le détail des analyses menées dans ce rapport. Elle reprend chaque ressource locale considérée et décrit l'état des lieux des consommations et des productions, avant d'en étudier les principaux enjeux liés à la décarbonation et au changement climatique.

Documents complémentaires

Ce rapport est accompagné de deux documents :

- La synthèse du présent rapport (13 p.)
- Le guide méthodologique présentant la démarche de modélisation territoriale développée dans le cadre de ces travaux (107 p.)





Table des matières

Avant-propos **2**
À propos du Shift Project et des Shifters 4
Notre Programme d'action pour 2027 : Décarbonons la France ! 4
Équipe projet 6
Remerciements 6
Guide de lecture 9
Table des matières 10
Table des figures 12
Liste des abréviations 13
Introduction **15**
1. Périmètre du projet 15
A. Les ressources considérées : eau, sols, biomasse agricole et forestière, électricité 15
B. Les échelons de la planification : du national au local 16
C. Le périmètre géographique : la France hexagonale 16
D. Les échelles territoriales cartographiées : départements, EPCI 17
E. Les périodes et dates considérées : 2020, 2021, 2022… 2035, 2050 17
2. Méthodologie 18
A. Origine et traitement des données 19
B. Les ressources locales dans le modèle 20
C. Activités territoriales 21
D. Simulation d'évolutions 21
E. Usage du modèle et ses limites 22
I. Les territoires sous une double contrainte carbone **25**
Qu'est-ce que la double contrainte carbone ? 25
1. De forts contrastes territoriaux 26
A. Derrière une dépendance commune aux ressources fossiles, de fortes disparités territoriales 26
B. Les émissions territoriales de GES, reflet des structures socio-économiques locales 33
C. Changement climatique : la tendance s'intensifie, les territoires sont inégalement touchés 36
2. Territorialisation de l'action climatique : articuler les échelles pour rendre la transition concrète 37
A. Produire des énergies bas carbone à hauteur de nos besoins : un impératif pour le climat et la souveraineté 38
B. Réduire les émissions à la source : transformer les usages locaux 39
C. Anticiper pour s'adapter au changement climatique 40
D. Planifier et territorialiser l'action climatique : un exercice à consolider 41
3. Les ressources locales, atouts et défis pour l'adaptation et la décarbonation 43
A. Les ressources locales, un levier essentiel de la décarbonation 43
B. Des ressources ancrées dans les territoires, qui en constituent le profil et des potentiels de développement 45
C. Composer avec une quantité limitée de ressources locales mobilisables 45
D. Des ressources sous contrainte, aujourd'hui plus qu'hier et moins que demain 48

II. Planifier par les ressources locales pour anticiper et maîtriser les risques de tensions ou de conflits d'usage.....50
1. Opérer une sortie rapide des énergies fossiles, pour se prémunir des risques de tension à venir.....50
A. Une dépendance aux énergies fossiles : un sevrage qui se fait attendre.....50
B. L'approvisionnement en ressources fossiles est menacé.....52
C. Des secteurs économiques et des modes de vie qui pourraient être mis à mal.....53
D. Au-delà des dépendances directes : énergie grise, énergie transformée et énergie exportée..... 56
2. La décarbonation entraînera une hausse différenciée des besoins, pouvant générer localement des tensions sur les ressources.....57
A. Pour atteindre les objectifs de décarbonation, la croissance de la consommation d'électricité pourrait se concentrer dans les territoires industriels et peuplés..... 57
B. Toutes ces augmentations pourraient se cumuler dans certains territoires.....61
C. Levier essentiel pour réussir l'électrification des usages carbonés, le déploiement local des énergies renouvelables au rythme nécessaire est incertain.....64
D. L'accroissement des besoins en biomasse destinée à la chaleur, aux biocarburants ou à la fertilisation devrait accentuer des compétitions d'usage territoriales..... 67
3. Réussir la décarbonation et préserver notre souveraineté suppose une maîtrise des conflits d'usage.....76
A. Le recours aux importations pour la biomasse agricole et forestière ne saurait être une réponse aux risques de tensions ou de conflit d'usage sur ces ressources locales..... 76
B. L'efficacité et la sobriété sont indispensables pour maîtriser les pressions sur les ressources locales, et ainsi renforcer notre capacité à y répondre par nos propres moyens.. 79
C. La maîtrise des dynamiques socio-économiques de développement territorial pourrait contribuer à atténuer le déficit en ressources locales..... 86
4. Avec le changement climatique, planifier en intégrant des marges de sécurité devient nécessaire.....91
A. Ressources hydriques et foncières fragilisées : vers un nouveau régime territorial..... 91
B. La majorité des territoires potentiellement concernés par de nouveaux usages de la biomasse agricole sont directement concernés par le changement climatique..... 96
C. De la prévention des incendies dans le sud à la gestion des dépérissement dans le nord-est : une sylviculture et une contribution à l'objectif de puit de carbone menacées...101
III. Conclusion et recommandations..... 107
Conclusion.....107
Recommandations..... 109
Fixer un cadre propice à une planification par les ressources locales..... 109
Mettre en place une planification par les ressources locales, à toutes les échelles.....113
Mesurer pour anticiper, en s'appuyant sur plus de données territoriales..... 115
Ancrer la culture de la planification par les ressources locales..... 117
Tableau synthétique des recommandations..... 119
IV. Détail des analyses par ressource..... 122
Électricité.....125
1. Une dépendance forte à l'électricité..... 125
2. Les enjeux de la ressource électricité..... 136
Bois..... 158

1. Le bois, une ressource convoitée....158
2. Les enjeux de la ressource bois....168
Biomasse agricole....184
1. La biomasse agricole : consommations et productions....184
2. Les enjeux de la ressource en biomasse agricole....192
Eau....211
1. L'eau, une ressource vitale....211
2. Les enjeux de la ressource en eau....224
Sols....238
1. Les consommations de sols....238
2. Les enjeux de la ressource en sols....246

Table des figures

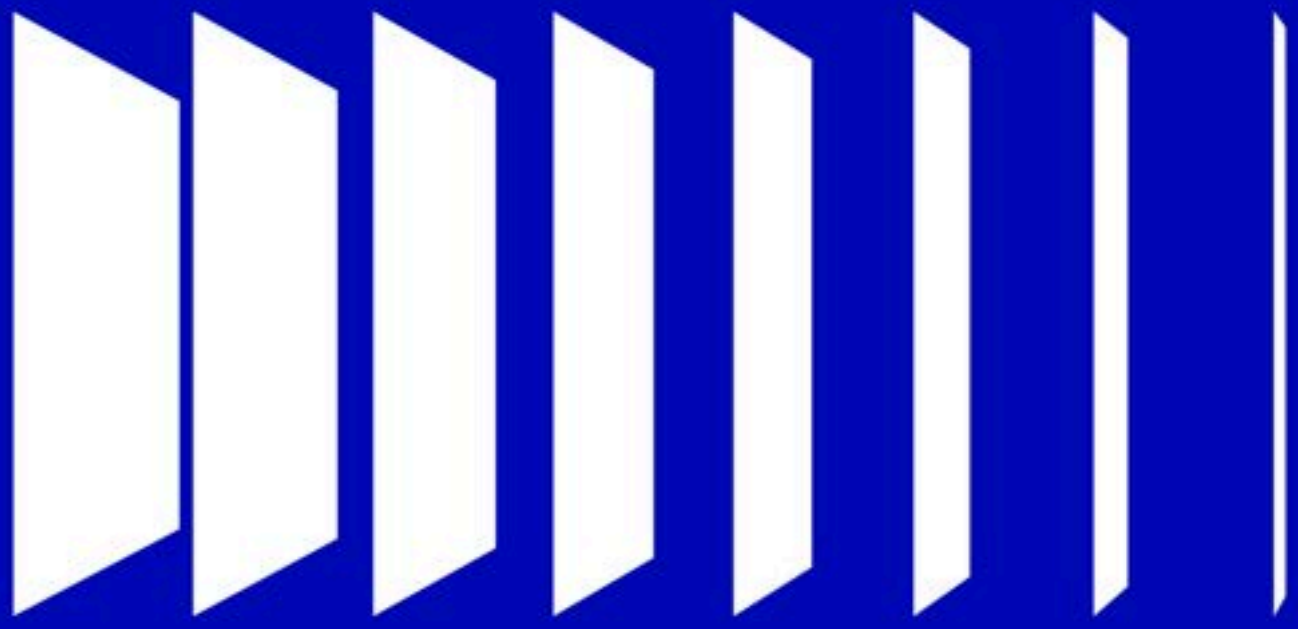
Figure 1 : Consommation énergétique locale par département en 2022
Figure 2 : Consommation de pétrole par usage par département en 2023
Figure 3 : Consommation de gaz par usage par département en 2022
Figure 4 : Inventaire GES territorialisé par département en 2021
Figure 5 : Émissions de CO_2 et CH_4 des 10 départements les plus émetteurs en 2021
Figure 6 : Évolution des événements naturels très graves survenus entre 1950 et 2023
Figure 7 : Usage des sols en 2022
Figure 8 : Consommation de produits raffinés par secteur en 2024
Figure 9 : Consommation totale (hors pertes) de gaz naturel par secteur en 2024
Figure 10 : Part des ménages en précarité énergétique pour le logement par EPCI en 2021
Figure 11 : Part du gaz dans le chauffage résidentiel par commune en 2021
Figure 12 : Evolution de la consommation d'électricité de l'industrie par département par rapport à 2022
Figure 13 : Evolution de la consommation d'électricité pour passer aux voitures électriques par département
Figure 14 : Consommation potentielle d'électricité par département en 2050 (avec augmentation par usage entre 2022 et 2050)
Figure 15 : Production d'électricité par source d'énergie renouvelable par département en 2024
Figure 16 : Consommation de bois énergie en 2030 par rapport aux surfaces boisées par département
Figure 17 : Part des surfaces agricoles nécessaire pour développer des biocarburants par département en 2050
Figure 18 : Surface des grandes cultures et production d'azote récupérable par département en 2020
Figure 19 : Capacité de report des trajets du quotidien en voiture vers d'autres modes de transport par EPCI en 2020
Figure 20 : Évolution de la consommation d'électricité pour le chauffage des logements par département
Figure 21 : Secteur majoritaire prélevant de l'eau par EPCI
Figure 22 : Artificialisation des sols chaque année par région
Figure 23 : Part du territoire artificialisée par commune entre 2013 et 2023

Figure 24 : Évolution des prélèvements d'eau pour les datacenters par département
Figure 25 : Écart de jours annuel avec un sol sec par EPCI (entre 2020 et 2050)
Figure 26 : Écart relatif du débit moyen des cours d'eau par EPCI entre 2000 et 2050
Figure 27 : EPCI soumis à un risque naturel en 2025
Figure 28 : Exposition à la sécheresse des cultures les plus vulnérables par département en 2020
Figure 29 : Écart relatif du volume de précipitations quotidiennes remarquables par EPCI entre 2000 et 2050
Figure 30 : Prélèvements d'eau pour l'irrigation en 2020
Figure 31 : Surface forestière incendiée par région entre 2014 et 2024
Figure 32 : Carte de sensibilité effective de la végétation aux feux d'été pour les projections du RCP 4.5 à l'horizon 2055
Figure 33 : Prélèvements de bois par département en 2022 et surface incendiée entre 2014 et 2024
Figure 34 : Part des essences sensibles aux maladies dans la récolte de bois par département en 2022

Liste des abréviations

COP	Conférence des parties
CRÉ	Comité régional de l'énergie
EnR	Energies renouvelables
EPCI	Etablissement public de coopération intercommunale
GES	Gaz à effet de serre
PCAET	Plan climat-air-énergie territorial
PLU / PLUi	Plan local d'urbanisme communal / intercommunal
PNACC	Plan national d'adaptation au changement climatique
PPE	Programmation pluriannuelle de l'énergie
RTE	Réseau de transport d'électricité (entreprise)
SAF / eSAF	Sustainable aviation fuel / Carburants aériens synthétiques
SCoT	Schéma de cohérence territoriale
SFEC	Stratégie française pour l'énergie et le climat
SGPE	Secrétariat général à la planification écologique
SNBC	Stratégie nationale bas-carbone
SRADDET	Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires
TRACC	Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique
ZAN	Zéro artificialisation nette
ZAEnR	Zone d'accélération des énergies renouvelables

Introduction



Introduction

1. Périmètre du projet

La question des risques de tensions ou de conflits d'usage de ressources dans le cadre de la transition climatique et énergétique peut être traitée d'une multitude de façon et avec une grande diversité d'angles possibles. Son instruction peut couvrir un périmètre extrêmement large, selon le niveau de détails et d'approfondissement de chaque sous-ensemble de problématiques. **La bonne réalisation de ce projet nous a donc conduits à réaliser une série d'arbitrages. Ceux-ci sont fondamentaux pour comprendre le périmètre de ce rapport, c'est-à-dire son contenu, mais également ce qui n'a pas pu être couvert.**

A. Les ressources considérées : eau, sols, biomasse agricole et forestière, électricité

Dans cette publication, la notion de « ressources » désigne un capital matériel ou énergétique, disponible dans l'environnement ou issu d'une production, susceptible d'être mobilisé par les populations pour des raisons économiques, sociales ou environnementales.

Ce travail ne prétend pas à l'exhaustivité de l'étude des éléments pouvant répondre à cette définition. Dans ce rapport, nous avons décidé de prioriser **l'étude de cinq ressources clés : l'eau, les sols, la biomasse agricole, le bois et l'électricité**. Ces ressources sont contraintes, mais maîtrisables. Et parce qu'elles sont critiques pour la transition climatique et énergétique, en organiser la gestion et l'accès permet de préserver notre capacité à agir ainsi que notre liberté de décider et de mettre en œuvre des politiques publiques de décarbonation à la hauteur des objectifs fixés.

L'adjectif « local » désigne le caractère « extractible ou productible au sein d'un périmètre géographique délimité », situé sur un territoire national, par opposition aux importations, qu'il s'agisse d'une commune, d'un bassin, d'un ensemble intercommunal, d'un département ou d'une région. **Les ressources locales ne sont donc pas nécessairement communales** : si les sols sont strictement localisés, les autres ressources considérées dans ce rapport s'inscrivent dans des espaces territoriaux plus larges et peuvent être appréhendées comme des ressources territoriales.

Une ressource qualifiée de « locale » ne signifie pas qu'elle est consommée localement. La biomasse est intégrée à des marchés nationaux et internationaux, l'électricité circule largement via les réseaux, et l'eau est souvent consommée à proximité de son captage, sans pour autant l'être exactement au lieu de prélèvement[2]. La coïncidence entre la localisation des ressources et celle des usages n'a rien d'évident et n'est même pas toujours souhaitable. Ainsi l'ajustement entre les deux nécessite des infrastructures et de l'énergie. Certaines ressources peuvent être aisément transportées sur de longues distances moyennant des infrastructures adaptées, comme l'électricité, tandis que d'autres restent dépendantes de ressources extérieures pour être mobilisées, à l'image de la biomasse qui nécessite de l'énergie fossile pour son exploitation ou sa transformation. Elles sont parfois faiblement ou pas du tout déplaçables, à l'image des sols,

[2] Paris est par exemple un contre-exemple en prélevant 50 % de son eau à plus de 80 km de la ville.

intrinsèquement liés au territoire où ils se trouvent. Dans un contexte de transition rapide, anticiper ces enjeux d'interdépendance spatiale devient essentiel pour éclairer le débat public, guider l'action territoriale et réussir la décarbonation et l'adaptation de nos sociétés.

Dans le cadre de ce travail, les enjeux liés aux ressources locales sont avant tout considérées d'un point de vue quantitatif. Nous parlerons ainsi principalement de biomasse agricole et de bois en tonne ou en mètre cube, d'eau en mètre cube ou mètre cube par seconde, de sols dans leur dimension foncière, en hectare, et d'énergie en gigawattheure ou gigawatt. Le cas échéant, les enjeux qualitatifs liés aux ressources sont abordés du point de vue quantitatif seulement. S'agissant de la dégradation de la qualité de l'eau par exemple, nous soulignons les impacts quantitatifs liés à une concentration de polluant entraînant une interdiction de consommation, sans étudier en détail toutes les causes et les implications éventuelles. Nous considérons ainsi que la disponibilité quantitative est une condition nécessaire à la réussite de la décarbonation, mais reconnaissons qu'elle est non suffisante pour éclairer l'ensemble du sujet. Nous souhaitons ainsi pouvoir apporter une contribution solide au débat, sans prétendre épuiser les enjeux qualitatifs. Pour aborder ces derniers, nous invitons nos lecteurs à approfondir la littérature abondante qui y est dédiée, notamment sur la **qualité de l'eau**[3] ou encore la **qualité des sols**[4].

B. Les échelons de la planification : du national au local

Lorsque nous parlons de planification, il est essentiel de rappeler que celle-ci s'inscrit dans un « système de systèmes territoriaux » multi-échelons (Etat, régions, départements, pays géographiques, intercommunalités, communes, etc.), chacun ayant ses propres compétences, finalités et dynamiques. Dans cette configuration, la planification correspond à un ensemble cohérent et articulé de démarches de projection, d'organisation et de programmation conduites à chacun de ces échelons, basé sur un principe de subsidiarité et dans le respect de leurs compétences, de leurs finalités propres et de leurs autonomies relatives. Même si la planification nationale définit un cadre commun, des objectifs partagés et des indicateurs de résultats à l'échelon national, il ne s'agit pas dans ce rapport d'aborder les enjeux de tensions ou de conflits d'usage sur des ressources « par le haut », dans une approche purement descendante. En évaluant les disparités territoriales pour activer des leviers de décarbonation et la mobiliser ces ressources, ce travail considère la planification à tous les échelons territoriaux, et instruit la question de leur articulation et leur mise en cohérence.

C. Le périmètre géographique : la France hexagonale

Dans le cadre de notre cycle de travaux sur les territoires, nous nous sommes focalisés sur la France par souci de prise en compte des spécificités de l'organisation territoriale française, qui ne peut être appréhendé suffisamment finement à une échelle supérieure. L'échelle européenne recouvre en effet des modes d'organisations territoriaux extrêmement variés d'un territoire à un autre. Par ailleurs, le rapport étant largement fondé sur de l'analyse cartographique (cf. Méthodologie), il est tributaire de la bonne disponibilité des données et de leur homogénéité sur le périmètre couvert. Hors les données ne sont que rarement homogènes sur l'Hexagone et les outre-mers, et ne couvrent parfois pas du tout ces derniers. Ceci nous a conduit à resserrer

[3] Qualité de l'eau et assainissement en France, Sénat, 2003
[4] Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs, INRAE, 2024

l'analyse sur la France hexagonale. Les outre-mers ont néanmoins fait l'objet d'un travail antérieur du Shift Project[5].

D. Les échelles territoriales cartographiées : départements, EPCI

Dans de nombreuses cartographies, l'analyse a été pensée à la maille départementale, et ce pour plusieurs raisons. D'une part, il s'agit parfois de l'échelon auquel la donnée actuelle est disponible. D'autre part, il s'agit d'un échelon plus adapté aux projections en permettant de montrer des tendances d'évolution dans chaque partie de la France sans avoir à avancer de chiffres précis à la maille locale, dont la fiabilité serait d'autant moins grande étant donné la grande variabilité d'un territoire à un autre (dues aux spécificités très locales et dues aux choix locaux qui seront réalisés dans les décennies à venir). Enfin, cela permet également parfois de simplifier la lecture des cartes, en limitant le nombre d'informations à déchiffrer à une centaine plutôt qu'à un millier (nombre d'intercommunalités : 1254) ou qu'à plusieurs dizaines de milliers (nombre de communes : 34 935), ce qui était souvent suffisant pour avoir une notion des variations existants d'une partie à l'autre de la France.

Les données ainsi produites[6] peuvent cacher des enjeux devant être analysés à une échelle plus fine, notamment en ce qui concerne les modes de déplacements et de chauffage qui varient selon les caractéristiques très locales du territoire. Ainsi, lorsque cela était pertinent, nous avons aussi réalisé quelques modélisations à une maille intercommunale, en se restreignant alors à représenter des données actuelles. Par exemple pour traiter de la question du potentiel de report modal, qui dépend d'une division urbain-périurbain-rural qui n'est pas restituée par la maille départementale.

L'échelon choisi pour chaque modélisation ne présuppose en rien de la bonne échelle de gouvernance adaptée à chacun des sujets ressources évoqués dans ce travail. Les enjeux ainsi présentés peuvent devoir être instruits à une échelle plus fine, en particulier lorsqu'ils supposent des mesures opérationnelles et ciblées localement, ou plus larges, en particulier lorsqu'elles supposent des considérations stratégiques et posent des enjeux de collaboration.

E. Les périodes et dates considérées : 2020, 2021, 2022… 2035, 2050

Dans le cadre de nos analyses de données, nous nous sommes appuyés sur les données accessibles en tentant de prendre systématiquement les plus récentes disponibles. En revanche, nous avons constaté des inhomogénéités dans ce qui était accessibles en fonction des sources et des données en question. Cela s'est traduit par une inhomogénéité dans les dates employées d'une modélisation à une autre, et notamment par une différence dans les dates utilisées comme référence à chaque fois : 2021 (ex : inventaire des émissions de GES), 2022 (ex : consommation d'électricité), 2023 (ex : consommation de pétrole par usage), 2024 (ex : productions de biogaz), et ainsi de suite.

De même, dans les considérations sur les horizons de projection, nous nous sommes parfois adaptés aux échéances sur lesquelles nous avions des hypothèses consolidées. Pour les modélisations fondées sur des hypothèses construites en interne (par ex : objectifs de

[5] Voir le cahier Outre-mer du corpus "Comment transformer nos territoires", The Shift Project, 2022
[6] L'analyse mobilise la maille la plus fine disponible (coordonnées, IRIS, communes), puis agrège selon les besoins (Établissement public de coopération intercommunale - EPCI - en cas particulier, départements, régions, national).

rénovation thermique), et systématiquement dans la mesure du possible, nous avons modélisé des évolutions à l'échéance 2050, ce qui correspond à de nombreux plans de transition (ex : Futurs énergétiques 2050 de RTE, Transitions 2050 de l'ADEME, Plan de transformation de l'économie française du Shift Project). Plus occasionnellement, nous avons modélisé à l'échéance 2035, lorsque les hypothèses étaient seulement fixées à ce niveau, comme par exemple pour la modélisation des consommations futures de bois énergie où nous nous sommes basés sur les hypothèses du SGPE.

2. Méthodologie

Un important travail d'exploration et de cadrage a été conduit entre mars 2024 et février 2025 afin de documenter la diversité des situations locales et d'alimenter nos réflexions. Cette démarche s'est appuyée sur des entretiens, des ateliers et une enquête nationale auprès des réseaux de collectivités, avec pour objectif de mieux cerner les besoins des acteurs et les tensions existantes autour des ressources.

Une première série d'échanges a réuni une quarantaine d'acteurs issus de collectivités, d'organisations et d'expertises institutionnelles ou privées, complétée par plusieurs ateliers thématiques et transverses[7]. Une seconde phase, de cinquante entretiens semi-directifs, a permis d'analyser les enjeux de terrain : conflits d'usage, initiatives de gouvernance partagée, interdépendances entre activités et territoires, effets du changement climatique. Enfin, une enquête ouverte diffusée auprès de grands réseaux[8] a recueilli 65 contributions, révélant les ressources les plus sous tension (eau, sol, biomasse[9]) et les formes de coopération déjà à l'œuvre. Ces matériaux de terrain, représentant près de 90 cas territoriaux étudiés, ont largement nourri les analyses préliminaires associées à ce travail.

En parallèle de ces investigations qualitatives, **nous avons développé un modèle informatique visant à décrire le fonctionnement physique et économique des territoires sur des bases cohérentes et comparables.** Ce modèle n'a pas vocation à prédire l'avenir ni à décrire chaque territoire dans le détail, mais à structurer l'information autour d'activités concrètes, de consommations et de productions mesurables. Il permet de répondre à des questions opérationnelles : que consomme un territoire, que produit-il, quelle place occupe-t-il dans l'ensemble national, et quelles conséquences auraient différents choix ou trajectoires locales ? Les réponses à ces questions nous ont permis de produire les graphiques et cartographies dans cette publication.

Nous partageons au sein d'un Guide méthodologique la théorie et la pratique architecturant ce modèle informatique. **Conçu pour l'exploration de futurs possibles, ce guide sert de cadre de réflexion au service des ingénieurs, collectivités, agences et chercheurs**, afin d'éclairer les décisions locales, de tester des « et si ? » et d'observer les effets en cascade sur les ressources, les activités et les territoires, tout en assurant une cohérence d'ensemble, étant donné que chaque impact local se transmet à toutes les échelles supérieures.

---

[7] Trois ateliers de travail portant respectivement sur les ressources biomasse, eau et sol, ainsi que deux ateliers de réflexion transverses, d'une part avec quelques collectivités membres d'Intercommunalités de France, d'autre part avec des professionnels du CEREMA.

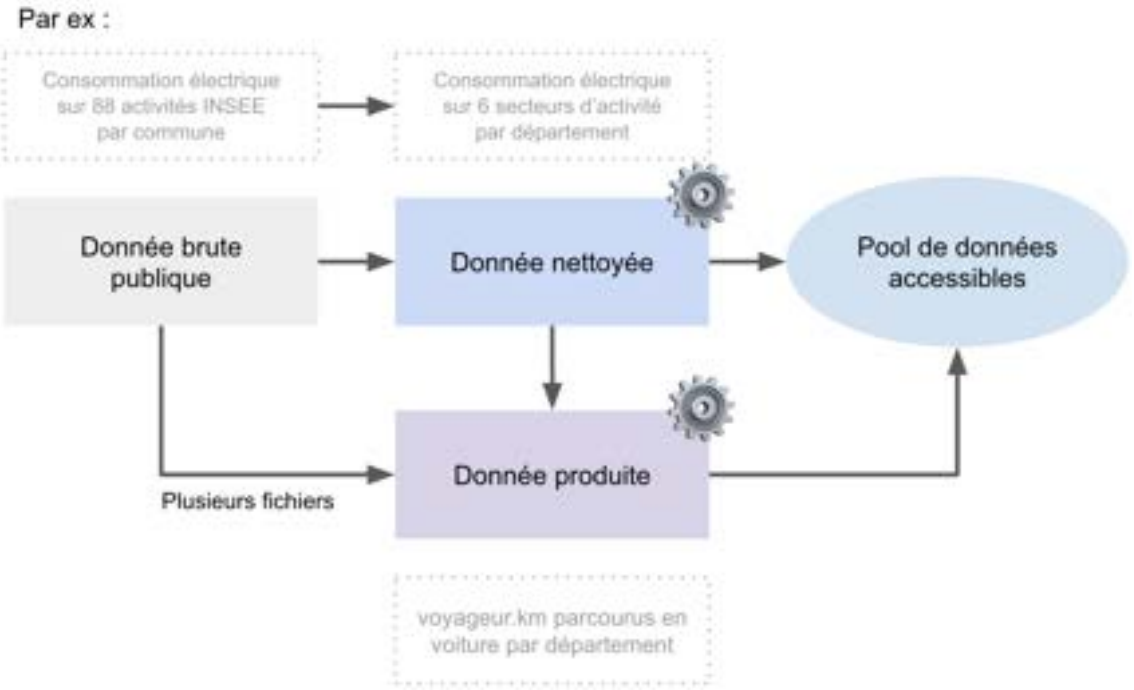
[8] Intercommunalités de France, France Urbaine, France Villes et Territoires Durables, ANPP, Fédération des PNR, Fédération des SCOT et Régions de France.

[9] Les ressources estimées les plus en tension sont l'eau, citée par 68 % des répondants, et le sol, cité par 57 % des répondants. Le bois est cité par 32 %, l'alimentation par 31 % et l'énergie par 23 % des répondants.

A. Origine et traitement des données

Les jeux de données que nous utilisons proviennent exclusivement de sources publiques récentes et de référence[10], puis suivent deux voies complémentaires : le nettoyage, qui simplifie et filtre pour ne garder que ce qui sert à la modélisation en conservant la paternité de l'organisme producteur, et la production, qui génère de nouvelles données par croisements documentés dont nous devenons les auteurs.

Deux familles de croisements coexistent. Les croisements mesurés, sans hypothèse, s'appuient sur des observations locales (ex : rendement local t/ha issu de productions et surfaces observées). Les croisements estimés, avec règle de répartition, servent à distribuer un total national quand la donnée locale manque (ex : distribuer une consommation nationale au prorata d'une variable locale). Ces estimations ne valent pas comme chiffres « exacts » à l'échelle fine mais fournissent des ordres de grandeur comparables, suffisamment robustes pour l'analyse territoriale et la simulation. Elles restituent des ordres de grandeur comparables entre territoires en attendant des observations plus fines.



La cohérence temporelle est recherchée en alignant autant que possible les sources sur une même année de référence, par exemple la Statistique agricole annuelle (SAA) 2020 pour l'agriculture et des sources de période équivalente pour les variables associées. Toutes les données n'existent pas à la maille la plus fine ; certaines sont non collectées, non diffusées, ou agrégées pour des raisons de confidentialité. Plus les données que l'on produit ont une maille fine, plus l'incertitude augmente et le risque d'erreurs d'attribution s'accroît ; à l'inverse, **certaines grandeurs sont plus robustes au niveau départemental ou régional**. L'objectif est donc de sélectionner la maille la plus lisible et la plus fiable pour comparer, plutôt que de viser une précision apparente qui fragiliserait l'analyse.

[10] Telles que le SDES, l'INSEE, l'ODRE, l'Agreste, l'IGN, le Citepa ou encore la BNPE.

Les données climatiques de ce projet s'appuient sur les données issues du modèle régional ALADIN-Climat, développé par Météo-France et disponible via le portail DRIAS, selon la trajectoire TRACC définie par le ministère chargé de la transition écologique. Ce modèle, couramment utilisé pour les projections climatiques en France, présente une résolution adaptée à l'échelle départementale. Le recours à un unique modèle vise à assurer la comparabilité des résultats entre territoires, dans une approche centrée sur les ordres de grandeur des impacts plutôt que sur la précision locale. Cette simplification méthodologique est justifiée par la nature de l'étude, orientée vers les effets du changement climatique sur les usages tels que le chauffage, la climatisation ou l'agriculture. Les limites inhérentes à l'utilisation d'un seul modèle sont reconnues. Les résultats doivent être interprétés comme des tendances indicatives, dans un cadre homogène permettant des comparaisons entre zones géographiques.

B. Les ressources locales dans le modèle

Les ressources sont la brique physique qui rend comparables des usages hétérogènes, par exemple en comparant les TWh de diesel utilisé par une voiture et les TWh équivalents de bitume utilisé pour la construction. **Nous structurons les flux de matière et d'énergie autour d'unités mesurables et homogènes, pour garantir la cohérence des unités, suivre des évolutions dans le temps et comparer des territoires et des secteurs sur des bases communes**. Sans cette formalisation, il serait impossible d'évaluer des effets en cascade ou de relier proprement une activité donnée à ses consommations et productions.

Le périmètre de cette publication retient un ensemble restreint mais structurant de ressources, chacune avec son unité opératoire :

- L'électricité en Wh ;
- Le bois en m^3 ;
- La biomasse agricole en tonnes ;
- L'eau en m^3 ;
- Les sols en hectares ;
- Les gaz à effet de serre en tCO_2e.

Certaines catégories sont volontairement exclues du périmètre retenu dans cette publication. Les minéraux, faute de données territorialisées robustes et du fait de marges d'action locales limitées, ne sont pas intégrés. La biodiversité n'est pas un élément physique spécifique ni uniformément mesurable. L'argent et l'emploi ne sont pas des grandeurs physiques. D'autres données utiles à l'analyse (climat, fertilité des sols, démographie, économie) restent mobilisées mais ne sont pas classées comme des ressources à part entière.

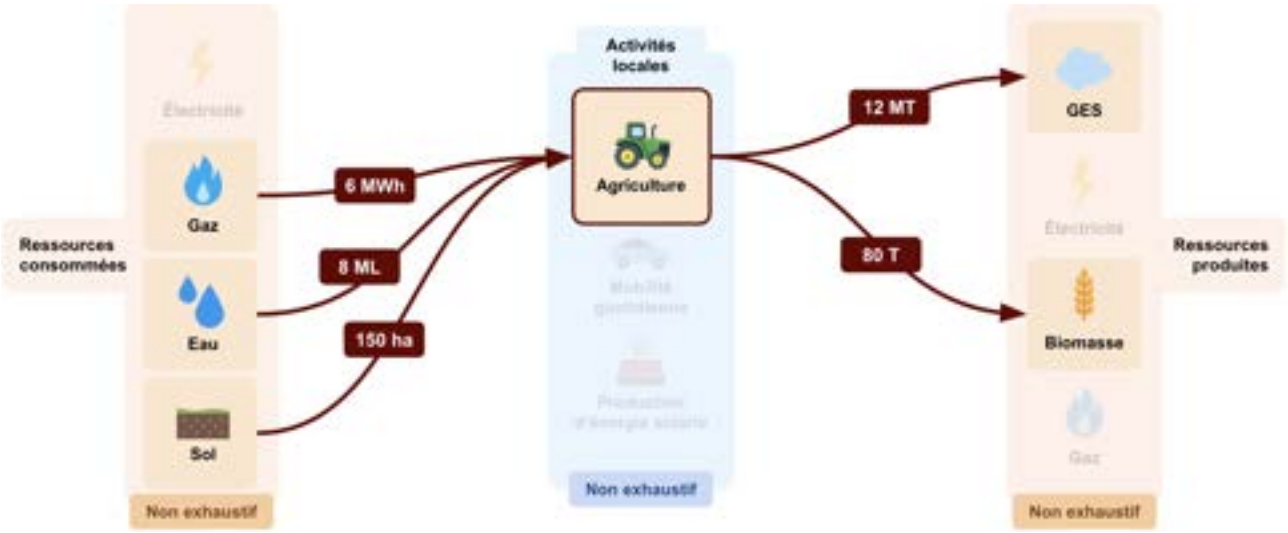
Le modèle observe les usages primaires des ressources sans suivre les étapes de transformation en produits, coproduits ou déchets. Ainsi un bois récolté est une production locale, un bois transformé en planche est une consommation locale, mais utiliser cette planche pour fabriquer une table est en dehors du périmètre. Un territoire peut ainsi « consommer » sans que ses habitants en soient les utilisateurs finaux (exemple : kérosène attribué au territoire ayant un aéroport, le territoire mobilise cette ressource même si sa population ne la consomme pas vraiment).

C. Activités territoriales

Les activités locales constituent notre prisme d'analyse. Un territoire est décrit par ce que l'on y fait : produire, transformer, se loger, travailler, se déplacer, préserver. Les secteurs couverts par la publication incluent :

- L'agriculture (élevage et sylviculture) ;
- L'industrie (lourde, énergie, construction), ;
- Le logement ;
- Le tertiaire ;
- La mobilité des personnes (routière, ferroviaire, aérienne) ;
- Le fret routier.

Chaque activité est une fonction reliant des entrées et des sorties via des coefficients et des facteurs dépendant des caractéristiques territoriales. Les dépendances sont explicites, par exemple augmenter une production accroît mécaniquement les ressources conditionnantes, toutes choses égales par ailleurs.



Des paramètres non ressources, mais utiles (parc de véhicules, kilométrage, surfaces irriguées), renseignent les fonctions. Exemple pour les céréales : l'eau est déduite des hectares irrigués et de volumes moyens (BNPE), le sol de la surface agricole utilisée par culture (Agreste), le pétrole des usages de GNR (SDES), la biomasse des productions observées (Agreste) et le CO_2 des facteurs d'émission associés (Citepa), ce qui permet de simuler des variations de pratiques et d'en mesurer les effets sur l'ensemble des flux.

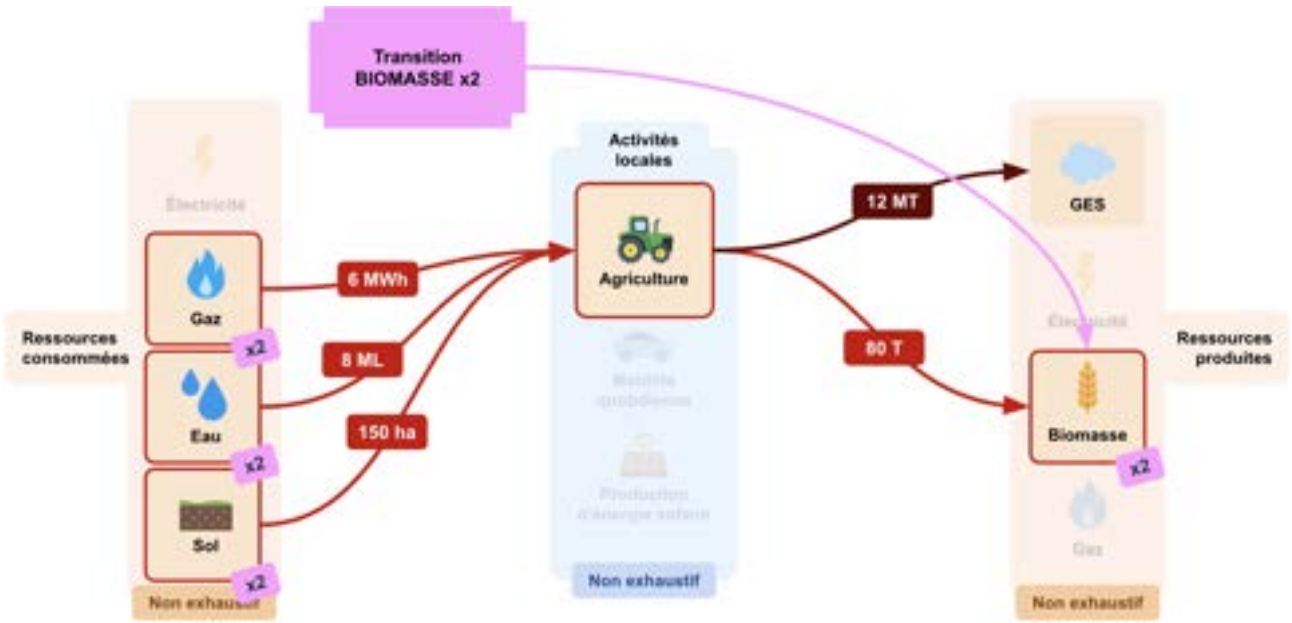
D. Simulation d'évolutions

La simulation part d'un état de référence récent (entre 2020 et 2025) et applique des évolutions à des activités locales ou à des ressources, puis compare l'état obtenu à la référence. Ce cadre sert à tester des hypothèses, structurer une analyse prospective et mesurer des sensibilités territoriales. Les résultats se lisent toutes choses égales par ailleurs.

Une évolution peut porter sur une entrée (ex: disponibilité d'eau, prix ou rendement) ou sur une sortie (ex: objectif de production). Les relations du modèle propagent alors les effets en chaîne. Par exemple, modéliser des sécheresses combine une baisse d'eau disponible et une baisse de rendement, ce qui réduit surfaces irriguées et biomasse produite. À l'inverse, imposer un doublement de biomasse agricole entraîne mécaniquement des besoins accrus en sol, eau et énergie associés.

Deux voies de territorialisation sont utilisées. Pour des évolutions dites certaines, ou très probables, les territoires n'ont que peu de prise sur leur déclenchement ou leur ampleur (ex: changement climatique, évolution de la population, etc.). Dans ce cas, des repères nationaux servent de prescriptions automatiques.

Pour des évolutions choisies, les territoires peuvent les initier, les accompagner ou les freiner. Ces évolutions peuvent être modélisées à partir d'hypothèses documentées sous deux modalités. Elles peuvent être soit une dynamique locale propre à chaque territoire (ex: accueillir un centre de données), soit une cible nationale répartie entre territoires selon une règle explicite de distribution (ex: atteindre 21 % d'agriculture bio à l'échelle nationale).



E. Usage du modèle et ses limites

Ce modèle n'est pas un outil de prédiction fine. Chaque hypothèse porte une incertitude ; les combiner multiplie les marges d'erreur, d'où la préférence pour des exercices à hypothèses limitées et clairement documentées, interprétés « toutes choses égales par ailleurs ».

Notre objectif ici n'est pas de produire un scénario global, mais d'identifier des ordres de grandeur, des contrastes spatiaux, des dépendances et des arbitrages, en rendant visibles les contradictions éventuelles entre trajectoires sectorielles (par exemple croissance du trafic aérien) et objectifs collectifs de sobriété et de réduction de la dépendance aux énergies fossiles.

Une fois toutes ces ressources chiffrées, activités décrites et évolutions simulées, le modèle permet de cerner les potentiels de chaque territoire. **Ces résultats nourrissent nos réflexions et cartographies, et servent de base à nos analyses**.

Partie 1 -

Les territoires sous une double contrainte carbone

I. Les territoires sous une double contrainte carbone

Qu'est-ce que la double contrainte carbone ?

L'économie repose fondamentalement sur des flux d'énergie et des convertisseurs énergétiques. Aujourd'hui, l'économie française repose à presque 60 % sur des énergies fossiles pour son énergie finale. Cela nous place de fait dans ce que **The Shift Project a nommé « la double contrainte carbone »** :

- **En amont, la raréfaction des énergies fossiles (pétrole, charbon, gaz)** nous expose à un risque sur leur approvisionnement, particulièrement pour le pétrole en Europe. La production pétrolière totale des principaux fournisseurs actuels de l'Union européenne risque de s'établir dans le courant de la décennie 2030 à un niveau inférieur de 10 à 20 % à celui atteint en 2019, faute de réserves suffisantes pour compenser le déclin de la production existante[11]. Dans un contexte de forte dépendance aux hydrocarbures, une baisse de leur disponibilité menace le fonctionnement actuel de la plupart des sociétés humaines. **Un risque sur l'approvisionnement existe également** pour certains métaux et pour d'autres matières premières.

  À court terme, **cette moindre disponibilité induit un risque géopolitique et de souveraineté pour la France**, l'Europe et ses territoires. En effet, il est plus difficile de choisir librement ses fournisseurs principaux lorsque le vivier de fournisseurs se réduit et que leur capacité à augmenter leur production est contrainte. 7 des 10 principaux fournisseurs de pétrole de la France risquent de voir leur production fortement décliner d'ici à 2050; le volume de production de 6 d'entre eux (Algérie, Angola, Libye, Nigéria, Norvège, Russie) pourrait passer en dessous de leur propre volume de consommation, menaçant leurs capacités d'exportation et donc l'approvisionnement de la France[12]. Ainsi, notre liberté de choix se réduit, laissant à nos plus gros fournisseurs la possibilité d'exercer des pressions sur nous. **Cela se traduit notamment par des prix instables et en hausse**, et des relations commerciales déséquilibrées.

- **En aval, le changement climatique, causé par des émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine,** fait peser sur la société et plus généralement sur le vivant des risques d'une ampleur inédite. Ces risques sont décrits et évalués depuis plus de trois décennies par le GIEC (groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). **Nos activités et nos territoires font face à des risques physiques directs (fortes chaleurs, sécheresses, inondations),** et des effets de contagion entre les secteurs du fait de leurs interdépendances. Cela implique de réduire les émissions de gaz à effet de serre, et de s'adapter à ses impacts.

Autrement dit, nous faisons face à une double limite. L'ensemble de la société est déjà soumis, et le sera de plus en plus, à ces contraintes fortes avec lesquelles elle ne pourra prospérer qu'au prix

[11] Approvisionnement pétrolier futur de l'union européenne : état des réserves et perspectives de production des principaux pays fournisseurs, The Shift Project, 2021
[12] La Souveraineté par la décarbonation : voie nécessaire pour la France et l'Europe, The Shift Project, 2025

de transformations profondes : ces deux dynamiques imposent une décarbonation profonde de l'économie et des modes de vie.

1. De forts contrastes territoriaux

A. Derrière une dépendance commune aux ressources fossiles, de fortes disparités territoriales

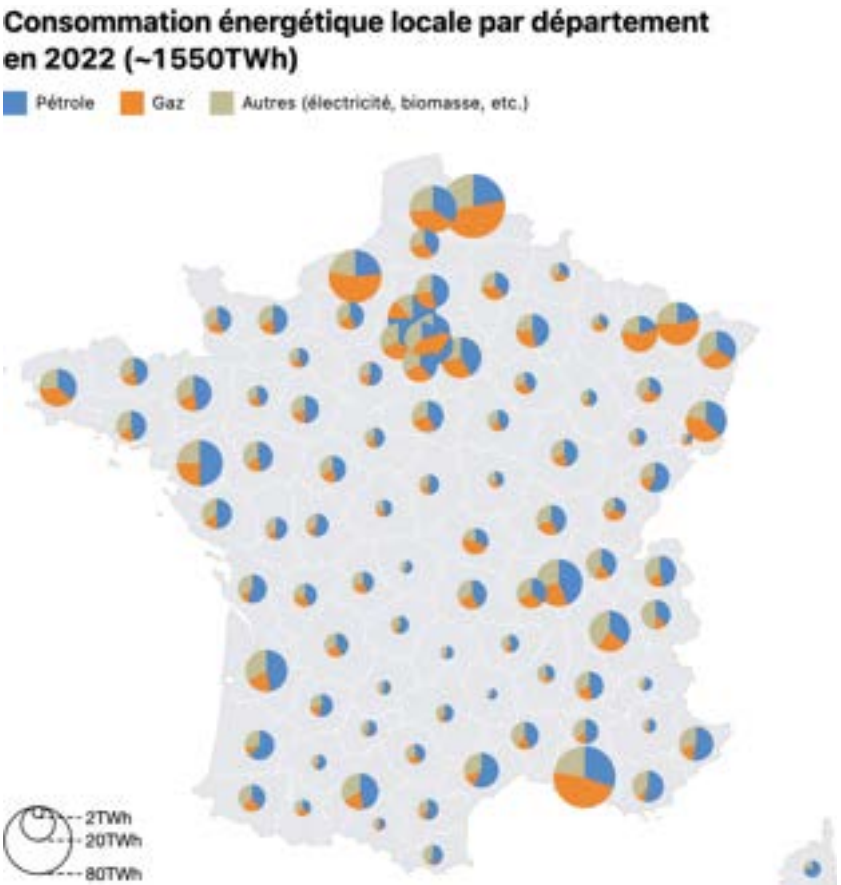
Une dépendance forte aux produits pétroliers et au gaz naturel

Les usages du pétrole et du gaz naturel relèvent à la fois de fonctions énergétiques — fourniture de carburants pour le transport, production de chaleur ou d'électricité — et non énergétiques, notamment comme matières premières dans les industries chimiques et plasturgiques. Par exemple, produire 1 kg de plastique nécessite environ 2 kg de pétrole brut[13] ; en France, cela représente près de 9,6 millions de tonnes consommées chaque année, soit environ 140 kg de plastique par habitant[14], illustrant la place structurante de ces ressources dans l'économie au-delà de leur rôle strictement énergétique.

À l'échelle nationale, les énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon) représentent environ 58 % des consommations finales d'énergie[15]. En 2022, le pétrole est principalement utilisé dans les transports (540 TWh y compris aviation et marine internationales) et le gaz dans le chauffage des bâtiments (résidentiels et tertiaires, 240 TWh y compris réseaux de chaleur urbains). Le gaz sert également à la production d'électricité (94 TWh), par combustion dans des centrales thermiques.

Il existe de fortes disparités territoriales dans la dépendance à ces hydrocarbures : les volumes de fossiles consommés et agrégés à la maille départementale peuvent varier du simple (Lozère, 1,4 TWh) au quarantuple (Bouches-du-Rhône, 55 TWh)[16]. La part des énergies fossiles dans les mix énergétiques varie également fortement d'un département à l'autre : là où l'énergie fossile représente 45 % de l'énergie totale consommée à Paris (zone peu industrialisée et avec une forte densité de logement et bureaux), elle représente 88 % dans le Val-d'Oise (notamment en raison de la présence d'un aéroport international).

[13] C'est quoi le problème avec le plastique ?, Écoconso, n.d.
[14] Calcul basé sur les consommations de plastique indiqué par l'ADEME. Source : Le paradoxe du plastique EN 10 QUESTIONS, ADEME, 2023
[15] Chiffres clés de l'énergie, SDES, 2025. NB : le charbon représente moins de 1 % des consommations d'énergie finales.
[16] À la maille régionale, ils varient du simple (Corse, 6 TWh) au x25 (Île-de-France, 154 TWh).



Les départements les plus consommateurs de pétrole et de gaz sont les Bouches-du-Rhône et le Nord, qui représentent chacun 3,5 % de la consommation nationale d'énergie fossile. Ils sont suivis du Val-d'Oise, où se situe l'aéroport Roissy-Charles-de-Gaulle, et de la Seine-Maritime, avec chacun 2,5 %. À l'inverse, la Lozère, le Territoire de Belfort et l'Ariège ont la consommation la plus faible et représentent chacun moins de 0,1 % de la consommation nationale d'énergies fossiles.

La répartition inégale de la dépendance aux hydrocarbures posent des enjeux majeurs pour la transition énergétique et climatique. Tout d'abord, elle crée un risque de vulnérabilité différenciée des territoires : les territoires fortement consommateurs sont en effet plus exposés aux chocs de prix ou aux tensions d'approvisionnement. **Elle engendre également des enjeux socio-économiques différenciés liés à la transition :** les territoires fortement dépendants auront mécaniquement davantage de coûts liés à la transition, rencontreront plus d'obstacles pour réduire leurs émissions, ou auront besoin d'investissements plus importants. Dans les zones où l'économie locale repose sur les hydrocarbures (industrie, transport, logistique, pétrochimie, etc.), la transition énergétique peut provoquer des mutations économiques plus brutales, des risques d'emploi plus concentrés, des besoins de reconversion plus importants. **Une planification énergétique et climatique finement territorialisée s'impose dès lors afin de garantir une transition adaptée aux spécificités territoriales et cohérente à l'échelle nationale.**

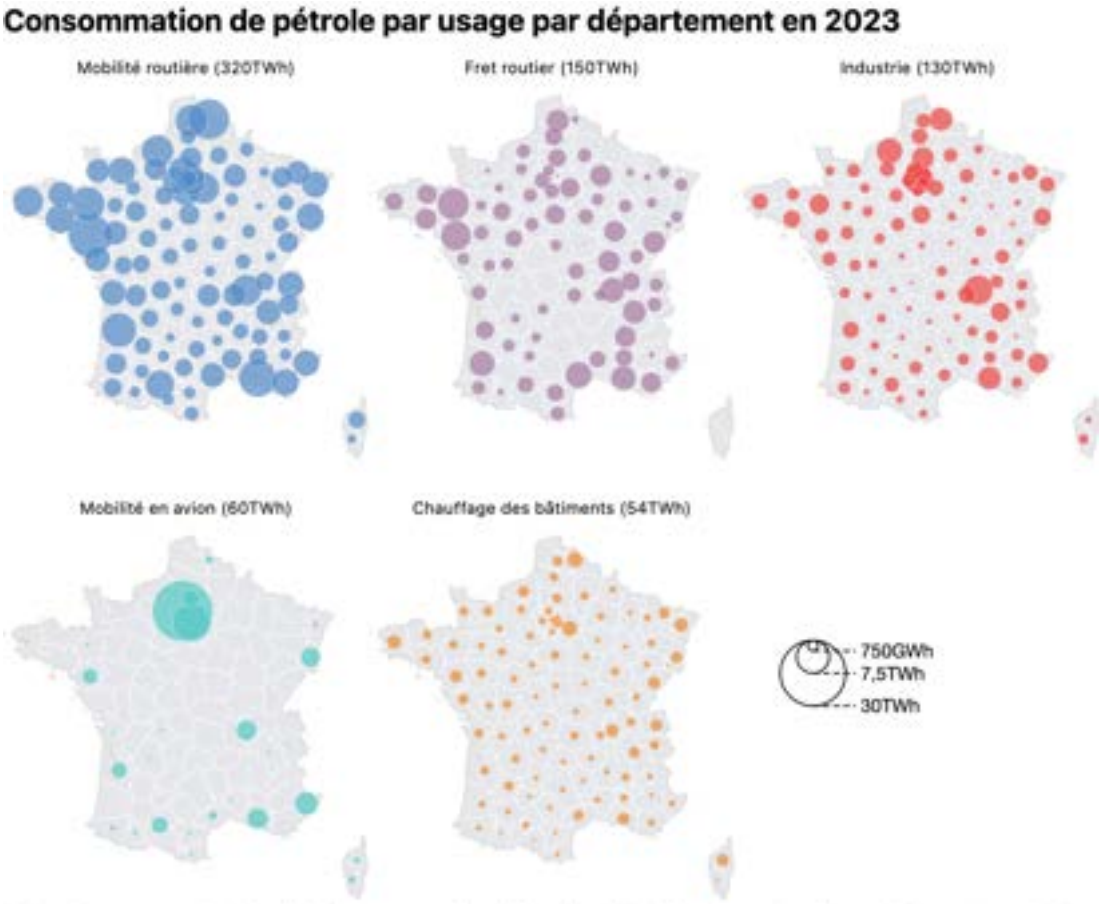
Transport, industrie, chauffage, les principaux déterminants des disparités territoriales

Quelques facteurs territoriaux clés expliquent les écarts territoriaux de consommation de pétrole et de gaz. En premier lieu, les quantités totales de pétrole et de gaz consommées dépendent de la population, c'est-à-dire du nombre d'habitants et de leur densité sur le territoire. En second lieu, elles dépendent du type d'activités économiques présentes sur le territoire, par exemple celles liées au transport routier de fret, aux industries manufacturières, aux plateformes aéroportuaires de grande envergure ou encore à la production d'électricité thermique.

Par ailleurs, d'autres facteurs spécifiques peuvent émerger. Par exemple, le recours au gaz plutôt qu'à l'électricité dans le chauffage au nord et à l'est est lié au besoin de chauffage qui y est plus important l'hiver étant donné la performance thermique plus grande du chauffage central au gaz[17]. Inversement, dans les régions du sud de la France où l'hiver est moins rigoureux, le chauffage électrique est privilégié pour sa facilité d'installation et d'entretien[18].

Les consommations de pétrole sont principalement portées par la mobilité routière des personnes (45 %), le fret routier (20 %), et l'industrie (18 %). Elles sont également portées par l'aviation (9 %) et le chauffage au fioul (8 %).

[17] Les énergies de chauffage des ménages en France métropolitaine, SDES, 2024
[18] Les énergies de chauffage des ménages en France métropolitaine, SDES, 2024



Lecture : La consommation de pétrole à usage non énergétique dans l'industrie et la construction est incluse et convertie en TWh équivalents. En revanche, la consommation liée à l'aviation militaire, au fret aérien ou privé, ainsi qu'au transport maritime et fluvial est exclue. Le secteur industriel comprend l'industrie lourde, la construction (par exemple le bitume) et la production d'énergie. Le secteur du bâtiment regroupe les usages résidentiels et tertiaires. La consommation de pétrole liée à la mobilité routière et aérienne est attribuée au lieu d'achat du carburant et non au lieu de combustion effective. Pour le fret routier, la consommation est au contraire répartie sur les principaux axes de transport en fonction du trafic de poids lourds.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données de consommation de produits pétroliers (SDES, 2024).

- **La mobilité routière des personnes** consomme 320 TWh[19] de pétrole, soit 46 % du total national. Les principaux déterminants des consommations sont le nombre d'habitants (effet de volume), la densité de population (plus le territoire est densément peuplé, plus les alternatives à la voiture individuelle (transports en commun, vélo) sont accessibles et développées.)[20]. Les habitants des territoires peu denses et avec peu d'alternatives à la voiture sont davantage dépendants du pétrole dans leurs déplacements quotidiens, comme l'Eure, l'Eure-et-Loire ou l'Oise avec en moyenne 11 000 kilomètres parcourus en voiture par habitant chaque année pour les trajets du quotidien (de moins de 80 km). Les territoires les plus urbains comme Paris ou les Hauts-de-Seine dépendent proportionnellement moins de la voiture pour les déplacements quotidiens, avec moins de 2 000 kilomètres parcourus en voiture par habitant chaque année pour les trajets du quotidien.

- **Le fret routier** consomme 140 TWh de pétrole, soit 20 % du total national. Les consommations du secteur sont liées aux principaux flux de poids lourds concentrés sur quelques grands corridors : l'axe Paris-Lyon-Marseille, le long de la vallée du Rhône par

[19] 1 TWh correspond à peu près à 630 000 barils de pétrole (1 L de pétrole à peu près égal à 10 kWh et 1 baril = 159 L de pétrole).
[20] Pour illustrer, voir indicateur : "Part des déplacements domicile-travail en transports en commun", Observatoire des territoires (ANCT).

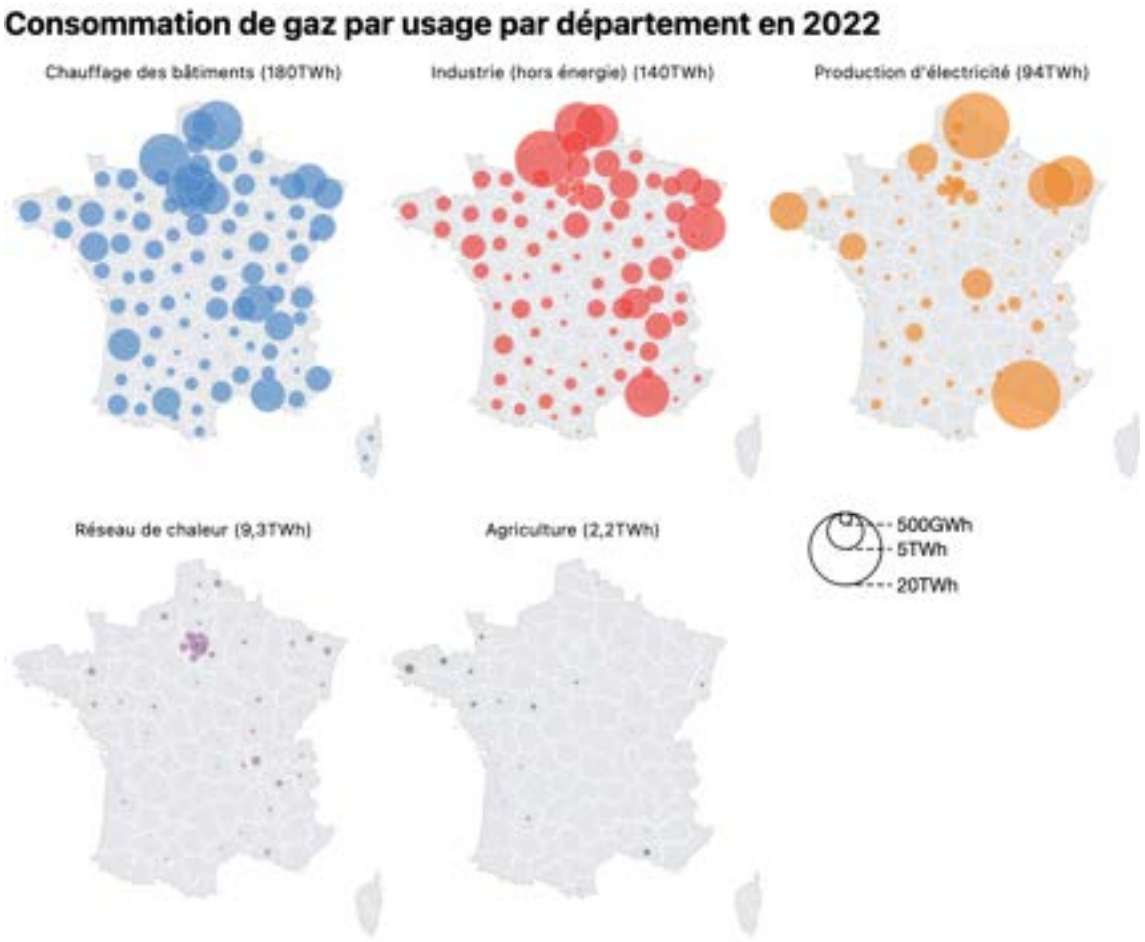
l'A7, joue un rôle central pour les échanges avec le bassin méditerranéen en y concentrant 30 % du trafic de poids lourds de métropole. Un second axe joue également un rôle crucial dans le fret routier français : la liaison Paris–Orléans–Bordeaux vers l'Espagne et l'Atlantique qui passe via l'A10 puis l'A63. Au nord, la liaison Paris-Lille-Bruxelles-Rotterdam via l'A1 constitue la charnière avec l'Europe du nord. Le couloir Lyon-Montpellier-Perpignan, par l'A9, relie, quant à lui, la France à l'Espagne.

- **L'industrie** consomme 130 TWh de pétrole[21], soit 18 % du total national. Les usages non-énergétiques de l'industrie pétrochimique représentent la part principale de ces consommation[22] (72 TWh, soit 55 %) : les produits pétroliers sont utilisés comme matière première pour produire des composés chimiques (solvants, huiles minérales, résines, cosmétiques, médicaments, etc.) ou des matériaux plastiques. Les usines dédiées sont situées principalement près des ports (Fos-sur-Mer et Le Havre) ou dans des bassins industriels bénéficiant de connexions logistiques fortes (pipeline, ferroviaire, etc.).

Les consommations de gaz, quant à elles**,** sont principalement portées par le chauffage des bâtiments (42 %), l'industrie (33 %) et la production d'électricité (22 %).

[21] Produits pétroliers et biocarburants : recul de la consommation et de la dépense | Bilan énergétique de la France pour 2023, SDES, 2025

[22] On ne considère ici que la pétrochimie de second niveau réalisée dans les usines dédiées, qui se distingue de la pétrochimie dite de premier niveau réalisée dans les raffineries qui transforment les produits pétroliers en composants chimiques de base.



- **Le chauffage des bâtiments** consomme 180 TWh de gaz, soit 42 % du total national. Ces consommations sont les plus fortes dans les métropoles et villes moyennes, car la présence de réseaux de distribution du gaz de ville est corrélée à la densité des villes, comme en région parisienne, et en particulier dans la moitié nord du pays qui concentre 66 % des logements chauffés au gaz pour 60 % de la population.

- **L'industrie** consomme 140 TWh de gaz, soit 33 % du total national. Localement, les territoires spécialisés dans la chimie et la parachimie (32 % de la consommation de gaz de l'industrie), l'agroalimentaire (21 % de la consommation de gaz de l'industrie), la sidérurgie (14 % de la consommation de gaz de l'industrie), ou encore les industries matériaux & verre (13 % de la consommation de gaz de l'industrie) ont un tissu économique relativement plus dépendant au gaz que les autres[23]. Cela concerne, par exemple, la Seine-Maritime qui consacre plus de 70 % de sa consommation de gaz à l'industrie chimique, ainsi que le Pas-de-Calais, dont l'industrie agroalimentaire et des matériaux de construction représente également 70 % de la consommation de gaz.

- **La production d'électricité** consomme 94 TWh de gaz, soit 22 % du total national. On compte 22 centrales thermiques à gaz réparties dans 11 départements[24], produisant 44 TWh d'électricité/an en 2022[25].

[23] Chiffres clés des gaz, Association française du gaz, 2022 (p. 14)
[24] Gaz naturel | Chiffres clés de l'énergie, SDES, 2025
[25] BE 2024 - Production | Analyses et données, RTE, 2024

Une vulnérabilité face aux crises d'approvisionnement en énergies fossiles

La dépendance des territoires aux énergies fossiles importées les expose à des risques de tensions ou de ruptures d'approvisionnement, ainsi qu'à des risques économiques liés à la volatilité des prix sur les marchés mondiaux. **Les effets varient selon le degré de dépendance de chaque territoire, pouvant se traduire par des impacts économiques, sociaux ou sur l'accès aux services publics**.

La crise énergétique mondiale de 2021-2023 s'est par exemple traduite en France par une fluctuation dans les prix du gaz et de l'électricité, conduisant à l'interruption voire la cessation d'activité économiques. Le prix moyen du gaz en France a atteint 210 €/MWh le 10 mars 2022, contre 14,6 €/MWh en 2019, soit une multiplication par 14[26]. Cela a accru de « 22 Md€ nets par an la facture française d'importation (+ 50 % par rapport à la moyenne annuelle 2000-2024) »[27].

Dans les tissus économiques locaux, les prix de l'énergie ayant explosé, de nombreuses usines ont restreint leur production, lorsqu'elles ne sont pas tout simplement arrêtées[28] : production stoppée pour cinq mois dans le Loiret chez Duralex ou même divisée par deux chez Arc France dans le Nord. À Custines (Meurthe-et-Moselle), près de Nancy, une usine spécialisée dans les alliages, qui emploie trente-deux salariés, a annoncé sa fermeture 6 mois après le début du conflit en Ukraine.

Au-delà de la sidérurgie, de la verrerie ou de la métallurgie, particulièrement énergivores, **des dizaines de milliers de sociétés de toutes tailles ont été menacées**. En novembre 2022, 75 % des entreprises industrielles s'estimaient particulièrement exposées à la hausse du prix du gaz et 56 % s'estimaient particulièrement exposées à la hausse des prix de l'électricité[29]. A cela s'ajoute une exposition aux risques de délestage dans le but de conserver l'intégrité du système électrique et d'éviter un problème de plus grande envergure[30].

La dépendance des collectivités aux énergies fossiles fragilise la continuité des services publics pour tous et partout[31]. Sécurité publique, enseignement, gestion de l'eau et assainissement, prise en charge de patients : autant de missions qui dépendent elles-mêmes des énergies fossiles pour le chauffage de leurs bâtiments, le transport de leurs agents et usagers, ou encore leur approvisionnement alimentaire[32]. En 2022, les dépenses d'énergie représentaient 6 % des charges de gestion des communes contrôlées (contre 4 % en 2018) et 6,7 % pour les intercommunalités (contre 4,8 % en 2018)[33]. Des missions dont on ne peut pas se passer très longtemps et qui sont encore plus indispensables en période de crise. À la différence d'autres activités, par exemple lucratives, le service public doit s'adapter aux besoins et aux circonstances en procédant aux réorganisations et aux mutations qui s'imposent pour assurer un service

---

[26] War in Ukraine: What short-term effects on the French economy?, Observatoire français des conjonctures économiques (OFCE), 2024
[27] La transition écologique, Cours des comptes, 2025
[28] Les prix de l'énergie explosent, les usines s'arrêtent, Le Monde, consulté le 21/10/2025
[29] Les entreprises face à la hausse des prix de l'énergie, INSEE, 2022
[30] Coupure, délestage... Quelles mesures en cas de pénurie d'électricité, Vie publique, 2022
[31] Le principe de continuité a valeur constitutionnelle depuis la décision du Conseil constitutionnel 79-105 DC du 25 juillet 1979. Au-delà de la question de principe, c'est aussi un enjeu pratique.
[32] Pour plus d'information, lire par exemple nos rapports Santé, Culture, Administration publique, qui mettent bien en avant ces liens.
[33] Enquête thématique régionale sur les conséquences de la crise énergétique sur les collectivités territoriales, Cour des Comptes, 2025

« normal » et continuer à servir l'intérêt général. Par exemple, voyant sa facture énergétique quadrupler en un an (passant de 40 000 euros à 165 000 euros), la commune d'Oissel-sur-Seine (Seine-Maritime) a dû se résoudre à fermer temporairement la piscine municipale pour économiser 50 000 euros[34].

Les perturbations de l'approvisionnement en énergies fossiles touchent également les ménages qui dépendent de ces énergies dans leur quotidien, que ce soit le gaz fossile et le fioul pour se chauffer, ou encore le pétrole sous forme de carburant pour se déplacer, pouvant contribuer à l'augmentation de la précarité énergétique.

Selon le baromètre 2023 (au pic de la crise énergétique 2021-2023) du médiateur national de l'énergie[35], **9 consommateurs sur 10 déclaraient que la consommation d'énergie est un sujet de préoccupation pour eux**, plus de 7 sur 10 avaient constaté une augmentation de leurs factures d'énergie, et 1 consommateur sur 10 annoncait une hausse de sa facture de plus de 50 %, indique le médiateur.

Près de 84 % des Français interrogés lors de l'enquête ont déclaré que leurs factures d'énergie représentaient « une part importante » de leur budget, alors qu'ils étaient 71 % dans ce cas en 2020 et seulement 56 % en 2016**.** Cette situation s'est traduite pour une partie des ménages par une sobriété contrainte, notamment par la réduction du chauffage afin de contenir des factures énergétiques devenues très élevées, une pratique déclarée par 79 % des foyers interrogés (ils étaient 69 % en 2022 et 53 % en 2020).

Ces exemples ne sont que le prélude des tensions futures. En effet, les approvisionnements en pétrole et en gaz risquent d'être de plus en plus contraints (voir section II.1.). Depuis 2010, les nouvelles découvertes de gisements de pétrole et de gaz conventionnels sont plus limitées et moins nombreuses : en moyenne, 9 milliards de barils par an sont découverts dans les années 2020, contre dix fois plus dans les années 1960[36]. L'épuisement progressif des réserves conventionnelles pourrait ainsi mener à des crises à répétition. Comme nous le rappelions en 2021, « la production pétrolière totale des principaux fournisseurs actuels de l'Union européenne risque de s'établir dans le courant de la décennie 2030 à un niveau inférieur de 10 à 20 % à celui atteint en 2019, faute de réserves suffisantes pour compenser le déclin de la production existante »[37].

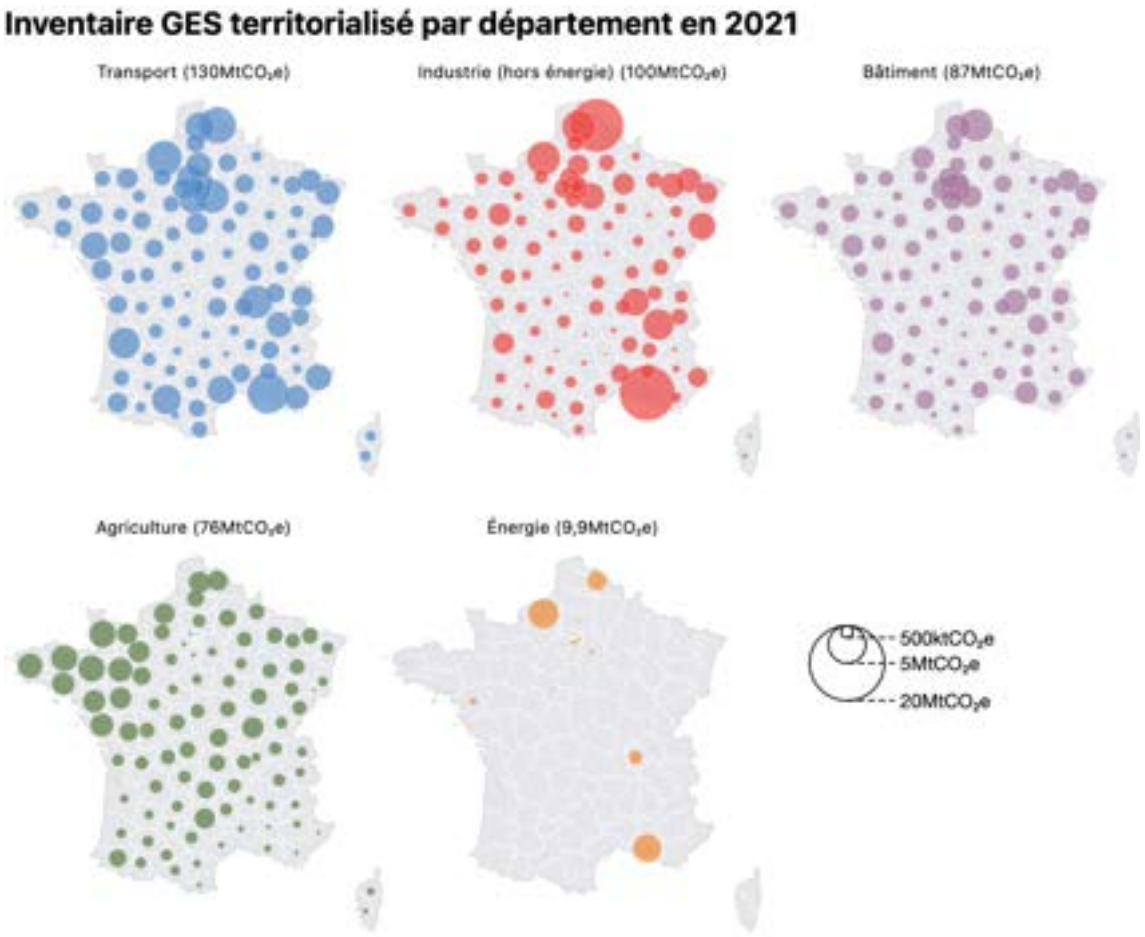
B. Les émissions territoriales de GES, reflet des structures socio-économiques locales

La France a émis environ 376 $MtCO_2e$ de gaz à effet de serre (GES) en 2024[38], portées par quelques secteurs bien identifiés. Selon l'inventaire spatialisé du CITEPA en 2021[39], les transports dominent (130 $MtCO_2e$, 32 %), suivis de l'industrie manufacturière, la construction et les déchets

[34] Les collectivités territoriales face à la hausse du coût des énergies, Sénat, 2022
[35] 2023 : 17ème édition du baromètre énergie-info, Le médiateur national de l'énergie, consulté le 24/10/2025.
[36] The Implications of Oil and Gas Field Decline Rates, AIE, 2025
[37] Approvisionnement pétrolier futur de l'Union Européenne, The Shift Project, 2021
[38] Secten, CITEPA, 2025
[39] Alors que le rapport Secten national est publié chaque année par le Citepa, sa déclinaison sous forme d'inventaire spatialisé sur les territoires est publiée moins régulièrement. La dernière version, Inventaires spatialisés, Citepa, 2023, utilisée tout au long de cette publication, territorialise les émissions pour l'année 2021. D'où des écarts entre chiffres nationaux et résultats locaux.

(100 $MtCO_2e$, 25 %), des bâtiments résidentiels et tertiaires (87 $MtCO_2e$, 22 %), de l'agriculture (76 $MtCO_2e$, 19 %) et de l'industrie de l'énergie (10 $MtCO_2e$, 2 %).

Ces émissions de GES sont principalement liées aux usages énergétiques (72 à 74 % du total des émissions[40]), c'est-à-dire qu'elles sont liées au CO_2 émis lors de la combustion d'énergies fossiles. Les émissions non énergétiques représentent, quant à elles, 26 % à 28 % du total des émissions de GES de la France. Elles sont liées à certains procédés industriels qui émettent du CO_2 (métallurgie, ciment, industries chimiques), et aux activités agricoles (élevage, cultures, engins, moteurs et chaudières en agriculture et sylviculture) sources de méthane (CH_4), de protoxyde d'azote (N_2O) et, dans une moindre mesure, de dioxyde de carbone (CO_2).



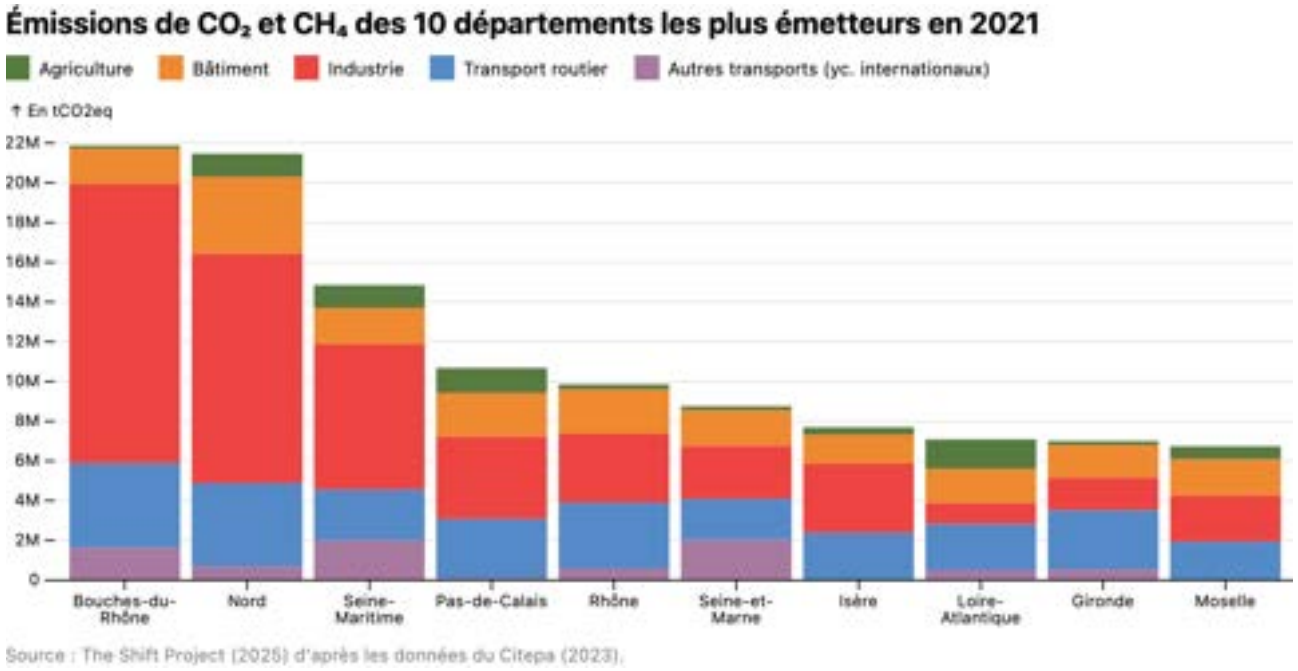
Lecture : Le transport regroupe les émissions routières, maritimes, fluviales et aériennes nationales. Le bâtiment regroupe les secteurs résidentiel et tertiaire. L'industrie regroupe l'industrie manufacturière, la construction et les déchets. Sont comptées les émissions de CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC, SF_6 et NF_3 exprimées en CO_2e. L'inventaire pour les PCAET du Citepa utilisé ici répartit les émissions différemment de son étude nationale, d'où des écarts entre chiffres nationaux et résultats locaux.
Source : The Shift Project (2025) d'après l'inventaire GES territorialisé (Citepa, 2023).

Les émissions territoriales de gaz à effet de serre, miroir des consommations d'énergie fossiles, traduisent les morphologies économiques et démographiques territoriales. Elles reflètent en particulier certaines spécialisations sectorielles nationales héritées de l'histoire industrielle, agricole ou urbaine, façonnant un profil économique et démographique propre, plus ou moins marqué par la concentration d'activités dominantes. Ces spécialisations se sont, pour partie, renforcées depuis le milieu du XXe siècle via les plans d'urbanisme qui ont tenté de favoriser des

[40] Secten, Citepa, 2024 (p. 111)

politiques d'économies d'agglomération[41] : la mise à proximité d'entreprises d'un même secteur pour favoriser le partage d'infrastructures, la disponibilité d'une main-d'œuvre qualifiée, tout en réduisant certains coûts.

Tous les territoires n'ont donc pas la même contribution directe au changement climatique, sans que cela présuppose une responsabilité différenciée. Nicolas Portier dans son rapport La planification écologique au défi de la territorialisation[42], l'explique très bien: *« les émissions émises par l'acier de Dunkerque et de Fos-sur-Mer, celles imputables aux élevages de viande d'Aubrac ou celles générées par le trafic de l'autoroute A6 en Bourgogne,* ***sont au service de l'ensemble de la collectivité nationale****. Les acteurs locaux peuvent agir sur les émissions issues de leur territoire mais ils ne peuvent, bien évidemment, en être tenus pour seuls responsables* ». **La compréhension de ces contrastes territoriaux observables et de leurs déterminants est en revanche essentielle pour concevoir et mettre en œuvre des stratégies de décarbonation, tant à l'échelle nationale que locale**.



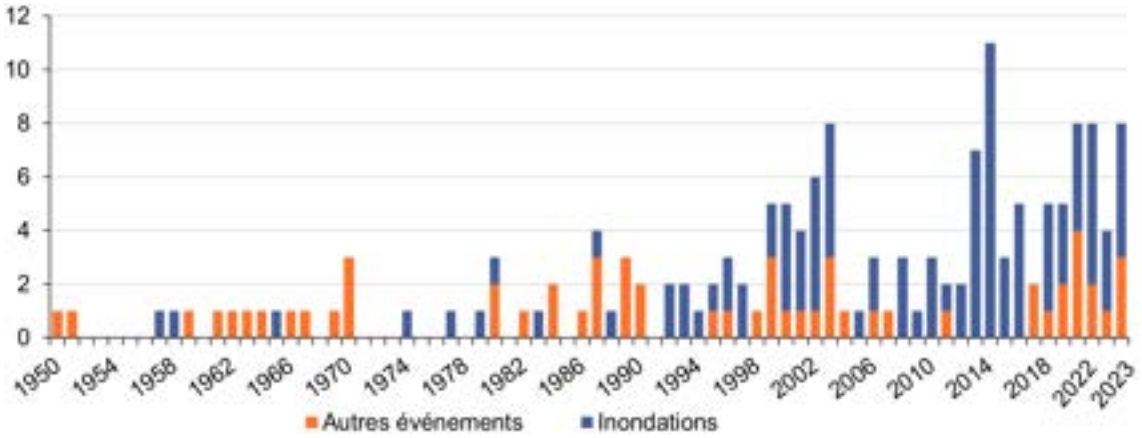
Source : The Shift Project (2025) d'après les données du Citepa (2023).

À l'échelle départementale, les émissions de GES moyennes sont de 4 $MtCO_2e$ par an. La concentration de sites industriels émetteurs comme l'usine sidérurgique d'ArcelorMittal à Dunkerque (12 $MtCO_2e$/an) génèrent d'importantes émissions dans les territoires sur lesquelles elles sont implantées, comme par exemple les Bouches-du-Rhône (département qui observe les plus importantes émissions départementales avec 22 $MtCO_2e$ dont 64 % liées à l'industrie), le Nord (21,5 $MtCO_2e$, dont 54 % liées à l'industrie) ou encore la Seine-Maritime (15 $MtCO_2e$, dont 50 % liées à l'industrie). À l'inverse, les territoires qui émettent le moins sont le Territoire de Belfort (0,64 $MtCO_2e$), la Lozère (0,73 $MtCO_2e$) et les Hautes-Alpes (0,76 $MtCO_2e$) qui se caractérisent par une faible population et une très petite industrie.

[41] Économies et déséconomies d'agglomération, Géoconfluences, 2023
[42] La planification écologique au défi de la territorialisation, Nicolas Portier, 2024

C. Changement climatique : la tendance s'intensifie, les territoires sont inégalement touchés

Selon les chiffres mentionnés dans le Plan national d'adaptation au changement climatique, publié en 2024, la température moyenne de la France a d'ores et déjà augmenté de +1,7°C depuis 1900[43], les glaciers ont perdu 70 % de volume depuis les années 1850 et les sécheresses sont deux fois plus fréquentes. Nous sommes passés de 17 vagues de chaleur (avant 2000) sur une période de 50 ans (1947-2000) à 32 (après 2000) sur une période de 25 ans (2000-2025)[44]. De manière générale, **le nombre d'événements naturels très graves[45] a fortement augmenté entre 1950 et 2023** :



Évolution des événements naturels très graves survenus entre 1950 et 2023[46]

Les côtes françaises subissent déjà la montée des eaux et l'érosion. 20 % des 5 000 km de littoraux français seraient déjà concernés par l'érosion du trait de côte[47]. Le Haut Conseil Breton pour le Climat témoigne ainsi d'une hausse du niveau de l'eau de 13 cm entre 1970 et 2024[48].

De nombreux territoires constatent une plus forte exposition aux fortes chaleurs. La Bourgogne-Franche-Comté a ainsi vu le nombre de jours caniculaires multiplié par 4 sur la période 1991-2019 par rapport à la période de référence 1961-1990, soit 17 jours caniculaires supplémentaires à l'année[49]. **À titre d'exemple, l'année 2022 est la plus chaude année jamais enregistrée en Europe (+ 2,9°C par rapport à 1900-1930) et la plus déficitaire en précipitations (- 25 %)**[50].

Les sécheresses et pénuries d'eau sont également plus fortes. Selon la mission interministérielle en charge de dresser un retour d'expérience de la gestion de la sécheresse de 2022[51], cette dernière est probablement la plus sévère depuis au moins un demi-siècle. Selon cette étude, **l'approvisionnement en eau potable a connu durant l'épisode 2022 de fortes**

[43] Selon les données du PNACC 3 publié en 2024.
[44] Canicule : à quoi s'attendre et comment s'adapter, Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique, 2025
[45] Un événement naturel est considéré comme très grave quand il occasionne plus de 10 morts, ou plus de 30 millions d'euros de dommages matériels.
[46] Les risques naturels en France, SDES, 2024
[47] Selon les données du PNACC 3 publié en 2024.
[48] Le changement climatique en Bretagne, Haut Conseil Breton pour le climat, 2024
[49] Les temps changent en Bourgogne-Franche-Comté, Alterre Bourgogne-Franche-Comté, 2021
[50] Rapport annuel 2023 du Haut conseil pour le climat (p.31)
[51] Rapport interministériel sur la gestion de l'eau lors de la sécheresse 2022, IGEDD / CGAAER / IGA, 2023

tensions, voire des ruptures de service, majoritairement en zones rurales et de montagne mais aussi dans certaines agglomérations.

Les impacts économiques et écologiques de la sécheresse ont été importants : baisse de 10 à 30 % des rendements agricoles (jusqu'à -30 % pour le fourrage par rapport à la moyenne quinquennale), chute de 20 % de la production hydroélectrique par rapport à la moyenne de 2015-2019[52]. La production d'électricité issue de la chaîne Durance-Verdon a par exemple souffert d'un déficit de 60 %, le turbinage ayant été réduit aux débits nécessaires pour le remplissage des cours d'eau souffrant d'étiage. Le déficit d'eau a également eu des conséquences sur le tourisme. La baisse du niveau d'eau du barrage de Serre-Ponçon (de -17 m)[53] a, par exemple, impacté les usages nautiques de la réserve d'eau, impactant les activités économiques liées au tourisme local. Les sécheresses ont également accru les mouvements de terrain dits de « retrait-gonflement des argiles » générant des dommages estimées à plus de 3 milliards d'euros sur l'année 2022 selon la Caisse Centrale de Réassurance (CCR)[54].

Le changement climatique génère ainsi des aléas météorologiques de plus en plus fréquents et intenses, dont l'impact se fait d'autant plus ressentir dans les territoires exposés qu'ils présentent des vulnérabilités spécifiques, révélant la nécessité d'une adaptation différenciée.

2. Territorialisation de l'action climatique : articuler les échelles pour rendre la transition concrète

Cette double contrainte carbone appelle une action résolument multiscalaire, articulant de manière cohérente les interventions des différents niveaux de décision, du local au national, voire à l'échelle européenne. Cette articulation se traduit non seulement en matière de définition d'objectifs, mais également pour porter les transformations structurelles, assurer les coordinations, garantir la cohérence d'ensemble des trajectoires, et arbitrages lorsque nécessaire.

Dans ce cadre, territorialiser l'action climatique ne signifie pas seulement « agir localement », mais bien spécifier, différencier et moduler les politiques en fonction des contextes territoriaux, de leurs contraintes comme de leurs potentiels. Si au niveau le plus local, les actions des communes constituent un levier indispensable de mise en œuvre, en particulier en matière d'adaptation, et contribuent directement à l'efficacité globale des politiques climatiques, elles ne peuvent, à elles seules, répondre à l'ensemble des objectifs nationaux en matière de transition climatique et énergétique.

L'ensemble des collectivités territoriales constitue ainsi l'espace de réalisation concrète des idées et objectifs de transformation. Elles jouent un rôle déterminant dans la mise en œuvre des trois principaux leviers de réponse : le développement des énergies décarbonées, la diminution des émissions de gaz à effet de serre et l'adaptation au changement climatique.

[52] Rapport annuel, Haut conseil pour le climat, 2023 (p.31)
[53] Rapport interministériel sur la gestion de l'eau lors de la sécheresse 2022, IGEDD / CGAAER / IGA, 2023
[54] Rapport scientifique, CCR, 2024 (p. 10)

A. Produire des énergies bas carbone à hauteur de nos besoins : un impératif pour le climat et la souveraineté

Pour reconquérir sa souveraineté énergétique et économique et tenir ses objectifs climatiques, la France ne doit plus dépendre d'énergies fossiles largement épuisées sur le continent européen (et en cours d'épuisement ailleurs). Elle doit miser sur les sources d'énergie qu'elle peut produire et contrôler sur le territoire national : renouvelables et nucléaire.

Les ressources renouvelables et nucléaires : des ressources plus souveraines ?[55]

Les énergies renouvelables et nucléaire ne nous prémunissent certes pas de toute dépendance : il faut importer l'uranium que l'on consomme, ainsi que les panneaux photovoltaïques et les éoliennes que l'on installe (ou a minima les matériaux nécessaires à leur production). De même, il faut être en capacité d'assurer la maintenance, donc l'accès à des pièces de rechange.

Toutefois, cette vulnérabilité est bien moins critique que celle qui est aujourd'hui induite par nos importations de pétrole et de gaz. Les hydrocarbures sont des flux de ressources nécessaires à court terme en de très grandes quantités au bon fonctionnement de nos équipements (véhicules, chauffages, machines). Aussi, en cas de rupture sur les approvisionnements et une fois épuisés la quinzaine de semaines de stocks stratégiques de pétrole, l'essentiel de notre économie serait dans l'incapacité de fonctionner. À l'inverse, si nous avions par exemple une rupture d'approvisionnement sur nos importations de panneaux photovoltaïques, alors **le stock de panneaux installés sur le territoire resterait en fonctionnement, seuls son expansion et son renouvellement poseraient problème à terme** – la durée de vie typique d'un panneau étant de 30 ans.

Il s'agit pour les territoires d'appuyer notre indépendance énergétique sur un mix bas carbone dimensionné sur nos besoins futurs estimés : les énergies renouvelables (photovoltaïque, éolien, hydroélectricité, biomasse, géothermie) comme le nucléaire (EPR[56] et EPR2, SMR[57], RNR[58], et nucléaire historique) en substitution à des énergies plus carbonées, ce qui nécessite par ailleurs d'adapter le réseau électrique correspondant (flexibilité, stockage, interconnexion, renforcement). Les filières de chaleur et de froid renouvelables constituent un complément utile pour adapter l'offre énergétique aux usages et secteurs non électrifiables. Sans oublier, dans une moindre mesure et avec une hiérarchisation de ses usages, le développement des carburants bas carbone (biogaz, biocarburants et carburants de synthèse).

Les collectivités ont un rôle majeur à jouer dans la déclinaison des politiques énergétiques et climatiques[59]. 3 communes sur 4 accueillent au moins une installation de production

[55] Extrait d'un encadré issu de la note Souveraineté énergétique, The Shift Project, 2025 (p33 - 34)
[56] Réacteur pressurisé européen
[57] Petit réacteur modulaire (PRM) ou small modular reactor (SMR) en anglais.
[58] Réacteur à neutrons rapides (RNR, en anglais fast-neutron reactor ou fast breeder reactor, FBR).
[59] Comme l'a rappelé le Ministère de la Transition Énergétique suite à la promulgation de la loi d'accélération des ENR, 2023

d'électricité renouvelable[60]. Ce chiffre atteint 95 % dans les communes urbaines, où les panneaux photovoltaïques sont majoritaires[61], et s'établit à 71 % dans les communes rurales[62]. Même si elles ne sont pas à l'initiative de tous les projets de développement des énergies renouvelables, les communes sont compétentes[63] pour délivrer les autorisations d'urbanisme nécessaires aux projets d'installations photovoltaïques au sol ou en toiture, ombrières photovoltaïques, éoliennes, etc. Le cas échéant, elle valident également les permis de construire, au même titre que toute construction[64]. Dans une approche plus proactive, elles sont autorisées à aménager, exploiter ou faire exploiter des installations de production d'énergie, notamment à partir de sources renouvelables (éolien, solaire, hydraulique, biomasse, etc.)[65].

Par ailleurs, la loi d'accélération du développement des énergies renouvelables[66] implique encore plus directement les communes dans l'exercice de planification de la transition énergétique, afin d'identifier des potentiels fonciers adaptés, par la définition de « Zones d'Accélération du développement des Énergies Renouvelables », ou permettant de faciliter le partage des bénéfices générés par ces projets pour les riverains. Les régions ont déjà ce mandat à travers la définition d'objectifs de développement des énergies renouvelables dans le cadre du SRADDET[67], comme le fait par exemple l'Occitanie avec l'objectif de multiplier par 2,6 la production d'énergies renouvelables entre 2022 et 2040[68].

Les collectivités jouent par ailleurs un rôle sur le développement des réseaux de chaleur et d'électricité. Elles peuvent créer, exploiter ou déléguer un service public local de distribution de chaleur, en l'intégrant à leurs politiques d'aménagement, d'énergie, de climat et de gestion des déchets, afin de développer des réseaux de chaleur alimentés par des énergies renouvelables et de récupération[69]. Les collectivités jouent également un rôle d'Autorité Organisatrice de la Distribution de l'Électricité[70] que la plupart concèdent à ENEDIS.

B. Réduire les émissions à la source : transformer les usages locaux

Les collectivités territoriales jouent un rôle central dans la contribution à l'effort national de réduction des émissions de GES, en tant **qu'entités compétentes agissant directement sur des champs essentiels liés à l'action climatique**. **Elles agissent concrètement, en fonction de leurs compétences, sur les principaux leviers d'émission** : elles organisent les transports publics, soutiennent la rénovation énergétique des bâtiments, peuvent initier ou co-développer des projets d'énergies renouvelables, et gèrent les bâtiments et équipements publics.

---

[60] Communes accueillant au moins une installation éolienne terrestre ou photovoltaïque. Source: Registre national des installations de production et de stockage d'électricité, Open Data Réseaux Énergies, données en date du 31/07/2025
[61] Seul 1 % des communes urbaines et périurbaines accueillent une installation éolienne.
[62] Des catégories de l'INSEE suivantes : bourgs ruraux, rural à habitat dispersé, rural à habitat très dispersé, dont 70 % de la population est en réalité périurbaine plutôt que rurale (la notion de périurbanisation ayant été retirée des nomenclatures).
[63] En revanche les collectivités ne sont pas compétentes sur le déploiement de l'agrivoltaïque qui est du ressort du préfet, cf : loi APER.
[64] Article L421-1 du Code de l'urbanisme, Légifrance, 2025
[65] L'article L.2224-32 du Code général des collectivités territoriales autorise les communes, leurs groupements et leurs syndicats
[66] Loi n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables - Dossiers législatifs, Légifrance, 2023
[67] Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires.
[68] Fascicule des règles générales du SRADDET, région Occitanie, 2022 (p. 56)
[69] Cadre d'intervention des collectivités en matière de réseaux de chaleur, Cerema, 2022
[70] L'énergie et les communications électroniques, collectivites-locales.gouv.fr, 2025

Comme le rappelle la Cour des comptes dans son dernier rapport sur la transition écologique[71], « Les politiques de transition écologique sont portées depuis plusieurs années par les différents niveaux de collectivités ». **Leur action contribue ainsi à la territorialisation de la transition énergétique, en adaptant les politiques climatiques aux spécificités locales et en mobilisant les acteurs économiques et les citoyens**. Ce rôle de coordination et d'expérimentation fait des collectivités territoriales un maillon indispensable pour atteindre les objectifs climatiques de la France, tout en assurant la cohérence entre action locale et stratégie nationale de neutralité carbone.

C. Anticiper pour s'adapter au changement climatique

Le changement climatique touche l'ensemble de la France mais les enjeux sont très différents en fonction des territoires. Les projections issues de la Trajectoire de Référence sur l'Adaptation au Changement Climatique (TRACC)[72], définie par le Gouvernement afin de proposer un référentiel commun, montrent l'ampleur des changements à venir dès l'échéance de 2050 et mettent en évidence des disparités régionales.

Dans le scénario d'une France à + 4°C en 2100[73], toute la France est touchée par une augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur, mais les territoires méditerranéens le sont encore plus à l'échéance 2050 : une multiplication par 6,9 en PACA et par 7,5 en Corse, contre une multiplication par 4 dans le Nord-Pas-de-Calais. Toutefois, si les vagues de chaleur y sont moins fréquentes, les territoires du nord restent particulièrement vulnérables en raison d'une moindre préparation et d'infrastructures moins adaptées à ces épisodes extrêmes. **De même, toute la France est touchée par l'augmentation du nombre de jours de sols secs en 2050, mais les territoires de la moitié sud et de l'est le sont davantage**. La quasi-totalité de la France est touchée par l'augmentation du nombre annuel de jours de risque élevé de feux de forêt, mais la Méditerranée l'est bien davantage. Par ailleurs, les territoires de montagne seront touchés par un recul de l'enneigement (passage à moins de deux mois en moyenne nationale). Les territoires littoraux seront touchés par un risque accru d'érosion, de submersion, d'exposition à des tempêtes plus puissantes, ou encore un risque de salinisation de nappe pouvant impacter les milieux aquatiques en général, et les ressources en eau potable ou servant à l'irrigation en particulier.

À l'instar de l'atténuation, **les collectivités disposent de leviers pour adapter leurs territoires en fonction des aléas climatiques auxquels elles risquent de faire face**. Par l'exercice de leurs compétences, qu'il s'agisse de choix d'aménagement d'espaces publics, de bâtiments ou d'infrastructures locales, elles peuvent déployer des actions structurantes sur leur territoire : cartographie des risques, gestion intégrée de l'eau, désimperméabilisation des sols, aménagement d'îlots de fraîcheur ou recours aux solutions fondées sur la nature, comme la reconstitution du massif dunaire dans les espaces littoraux, le maintien et le développement de la nature en ville via les projets d'aménagement, ou encore la préservation et la restauration des zones humides et l'agroécologie en zone rurale.

---

[71] Rapport public thématique La transition écologique, Cour des comptes, 2025
[72] Site du Drias
[73] Le scénario médian des projections en 2050, dans lequel le réchauffement aura atteint +2,7°C en moyenne en France à cette échéance, en comparaison avec la référence 1976-2005. Source : À quel climat s'adapter en France selon la TRACC? partie 2, Jean-Michel Soubeyroux, Sébastien Bernus, Brigitte Dubuisson, Agathe Drouin, Thumette Madec, et al., 2025

En s'appuyant sur des outils nationaux tels que le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) et la TRACC, **les collectivités vont progressivement devoir intégrer des trajectoires d'adaptation dans les documents de planification à toutes les échelles**[74] : régionales (SRADDET), intercommunales (PCAET, SCoT, PLUi) et communales (PLU). Dans ce rôle d'autorités planificatrices, elles doivent identifier leurs vulnérabilités locales, les coopérations possibles avec les territoires avoisinants et prioriser leurs actions en fonction de leurs enjeux d'adaptation.

Étant en première ligne face aux catastrophes naturelles aggravées par le changement climatique et à leurs conséquences socio-économiques, elles sont au centre de la gestion et de la prévention des crises, en coordination avec l'ensemble des acteurs territoriaux. Les intercommunalités disposent précisément de la compétence GEMAPI[75] (Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations), consistant notamment à protéger la population contre les inondations et les submersions. Elles jouent ainsi leur rôle de protection de la population, ainsi qu'un rôle d'information sur les catastrophes et les manières de réagir.

Leur rôle d'animation locale, de sensibilisation des acteurs économiques et des citoyens, ainsi que de pilotage et d'évaluation des politiques d'adaptation, finit d'en faire a priori les pivots de la coordination entre échelles locales et nationales dans la mise en œuvre des politiques d'adaptation.

D. Planifier et territorialiser l'action climatique : un exercice à consolider

Au niveau national, l'Etat fixe les objectifs déclinés des exigences européennes (Pacte Vert et objectif "Fit for 55"), et les retranscrits dans plusieurs documents stratégiques tels que la Stratégie nationale bas carbone (SNBC), la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), ou encore le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC), eux-mêmes rassemblés dans la Stratégie française pour l'énergie et le climat (SFEC). Le Secrétariat général à la planification écologique (SGPE) décline ces objectifs et grandes orientations rassemblées dans un Plan à visée nationale : le plan « France Nation Verte » structuré autour de six thématiques (« Mieux se loger », « Mieux se déplacer », etc.).

En tant qu'autorités de planification territoriale et cheffes de file de la transition écologique, les régions définissent des Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité (SRADDET) fixant des objectifs et trajectoires compatibles avec la SNBC. À l'échelle infrarégionale, les groupements de collectivités (EPCI et Syndicats mixtes) sont désignés comme les pilotes de la transition, chargés de la planification fine par les Plans climat air énergie territoriaux (PCAET), ces derniers devant être compatibles avec les règles du SRADDET[76].

Dans ce contexte, **l'exercice de territorialisation de la planification écologique, mené par le SGPE, et mise en dialogue à travers les COP territoriales, se veut une tentative de traduction cohérente, vis-à-vis des conditions du réel, des objectifs et modalités de la transition écologique aux différentes échelles territoriales** (région, département, bloc communal).

---

[74] Le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC 3), Ministère de la Transition Écologique, 2025

[75] Questions-réponses sur la compétence GEMAPI, Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, 2024

[76] Ou, le cas échéant, avec le SDRIF ou le SAR. Source : PCAET et démarche Territoire Engagé Transition Écologique (CLIMAT – AIR – ÉNERGIE), un duo gagnant, ADEME, 2024

Les premières COP territoriales ont impliqué les régions (avec les préfectures, conseils régionaux) pour décliner les objectifs nationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de décarbonation, de préservation des ressources et de biodiversité à l'échelle régionale. À l'issue de cette première phase, des feuilles de route régionales ont été adoptées, s'appuyant sur un ensemble de leviers sectoriels (industrie, énergie, mobilité, bâtiments, agriculture, etc.) pour contribuer aux cibles nationales à l'horizon 2030 uniquement. La saison 2, engagée depuis 2025, élargit l'ambition initiale et met désormais l'accent sur l'adaptation des territoires au changement climatique — via l'identification des vulnérabilités, l'élaboration conjointe de priorités territoriales d'adaptation, et l'intégration d'une dimension « résilience et santé-environnement » aux actions de transition écologique.

Il apparaît qu'à ce stade, la planification intégrée, correspondant à un ensemble cohérent et articulé de démarches de projection, d'organisation et de programmation, conduites à l'échelle de chacun des échelons, n'est pas complètement aboutie. De l'aveu du Ministre délégué chargé de la Transition écologique devant les représentants des collectivités territoriales[77], « les COP sont très régionales et départementales et la granularité n'est pas encore suffisamment à l'échelle des communes et des intercommunalités ».

D'autre part, l'horizon de temps à 2030 semble trop rapproché pour évaluer la capacité des territoires à contribuer à l'objectif des neutralité carbone à 2050 ou 2070, ou bien pour instruire l'enjeu des risques de tensions ou de conflit d'usage sur les ressources.

[77] Table-ronde consacrée à "la gouvernance et l'architecture des dispositifs de planification territoriale", assemblée nationale, Jeudi 27 novembre 2025

3. Les ressources locales, atouts et défis pour l'adaptation et la décarbonation

A. Les ressources locales, un levier essentiel de la décarbonation

Tous les secteurs dépendent de la production d'énergies décarbonées, et plus généralement de l'accès aux ressources locales, pour se décarboner. C'est particulièrement le cas des transports, du bâtiment et de l'industrie, qui vont devoir s'appuyer sur la l'agriculture, la sylviculture et la production d'électricité.

Décarboner les transports repose sur **l'électricité** pour les mobilités individuelles et le fret routier, de même que dans le fonctionnement du système ferroviaire et dans les transports publics. Les transports fonctionnant aux carburants ont recours aux biocarburants, qui sont eux-mêmes produits à partir de **biomasse**[78]. L'aérien projette de reposer de manière croissante sur les SAF (*Sustainable Aviation Fuel*), qui peuvent consommer de la **biomasse agricole ou forestière**, ainsi que de **l'électricité, de l'eau** et du carbone pour les carburants de synthèse (eSAF).

Décarboner les bâtiments repose également sur l'**électricité**, en remplaçant les chaudières au fioul et au gaz par des pompes à chaleur. Le recours résiduel au biométhane en substitution du gaz fossile repose sur la **biomasse agricole**. Le développement du bois-énergie, notamment dans les chauffages collectifs, accroît la consommation de **bois**. S'agissant de la construction ou de la rénovation, le recours croissant aux matériaux biosourcés – au premier rang desquels le bois – participe également à une augmentation de la demande en **ressources forestières**.

Décarboner l'industrie repose sur le recours à **l'électricité** pour substituer les énergies fossiles et au **biométhane** pour substituer le gaz fossile dans les procédés à haute température, ainsi que sur la **biomasse** en substitution aux usages non énergétiques des ressources fossiles. La décarbonation de l'industrie dépend également de l'hydrogène décarboné pour réduire les émissions de ses procédés, qui est lui-même produit à partir **d'eau** et **d'électricité**.

La production agricole permettant de produire les biocarburants et biométhane évoqués précédemment dépend elle-même de la disponibilité **foncière** pour l'agriculture, ou *a minima* de sa non-dégradation, et pose des enjeux d'allocation des surfaces agricoles utiles aux différentes productions. Elle dépend également des enjeux d'allocation de la **biomasse** aux différents usages (conflits d'usages). Toutes les productions dépendent de pétrole (machines) et de gaz (engrais), ainsi que d'un apport en **eau** (notamment par irrigation pour une partie des productions)[79].

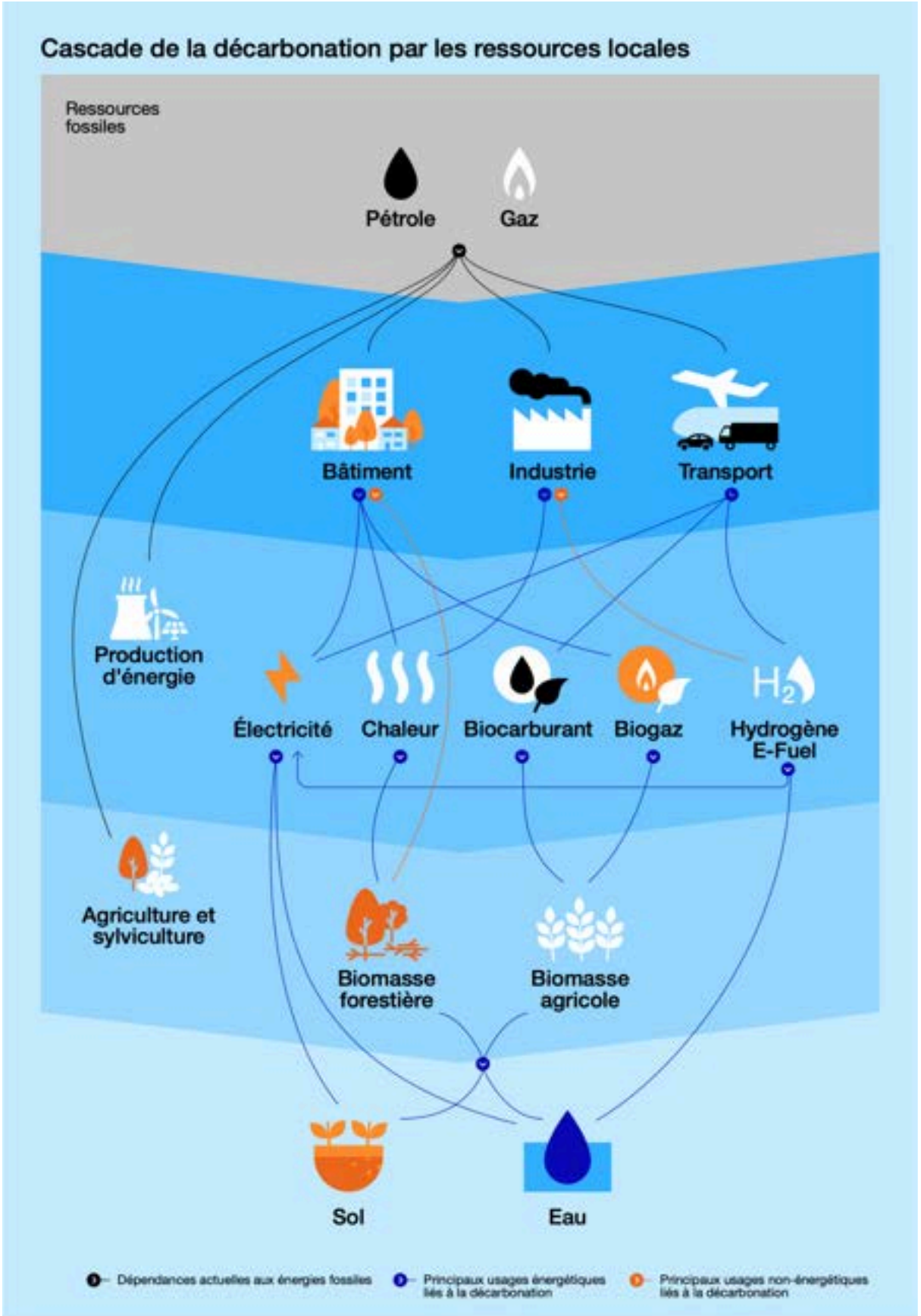
La production d'électricité dépend également de la disponibilité **foncière** pour le déploiement des énergies renouvelables, de la disponibilité de **l'eau** pour le fonctionnement des installations hydroélectriques[80] ou le refroidissement des centrales[81].

Décarboner notre économie fera donc porter une partie du poids physique des sources d'énergies décarbonées sur des ressources locales telles que la biomasse agricole ou le bois,

---

[78] Biocarburant de 1ère génération dans le transport routier : mieux comprendre les dynamiques à l'œuvre et les enjeux à venir, Institut mobilités en transition, 2023
[79] 6,8 % de la surface agricole utile en 2020.
[80] Pour produire ou stocker de l'électricité.
[81] Limite règlementaire sur le droit à réchauffer l'eau en aval avec l'eau rejetée plus chaude, dans une volonté de protéger la biodiversité aquatique.

et nécessiter *in fine* de l'eau et des sols, qui sont les ressources locales traitées dans ce rapport. Le schéma suivant représente ces reports en chaîne.



B. Des ressources ancrées dans les territoires, qui en constituent le profil et des potentiels de développement

Les ressources locales — eau, sol, biomasse agricole ou forestière — ne constituent pas uniquement un socle biophysique ou énergétique pour les activités humaines, elles participent directement à la construction de l'identité des territoires. En témoigne le Morvan, les Landes, le Perche ou les Vosges, qui portent l'empreinte des espaces forestiers dans leur nom et leur histoire ; les nombreux territoires de la Loire, de la Garonne, du Rhône ou de la Seine dont la toponymie nous en apprend sur la ressource en eau qui les sillonne ; la Beauce qui évoque les grandes cultures céréalières. Ces ressources ont contribué à modeler les paysages, les savoir-faire et les trajectoires économiques locales, nourrissant un imaginaire collectif et un sentiment d'appartenance. Elles relèvent ainsi de leur dimension identitaire, en participant à la manière dont un territoire se définit, est perçu et se projette.

Au-delà de cette contribution à l'identité, ces ressources constituent des éléments déterminant des potentialités de développement du territoire. La disponibilité en eau peut soutenir certaines activités industrielles ou touristiques. La qualité et la diversité des sols structurent les systèmes alimentaires, l'implantation humaine et les activités économiques qui en découlent. La biomasse agricole et forestière et le bois peuvent nourrir des filières multiples — alimentaires, constructives, artisanales ou industrielles. Ces ressources ne peuvent donc être simplement considérées comme des « intrants » pour la transition climatique et énergétique ; elles constituent des supports de projets économiques, sociaux, culturels et paysagers, contribuant à la vitalité et à l'attractivité des territoires.

C. Composer avec une quantité limitée de ressources locales mobilisables

S'agissant de la biomasse agricole et forestière, la contrainte pour la production est avant tout foncière, mais également technique. La France dispose de 55 millions d'hectares de surface, dont 28 millions (51 %) de surfaces agricoles (avec une moitié de cultures et une moitié de prairies) et 17,5 millions (32 %) de surfaces forestières.

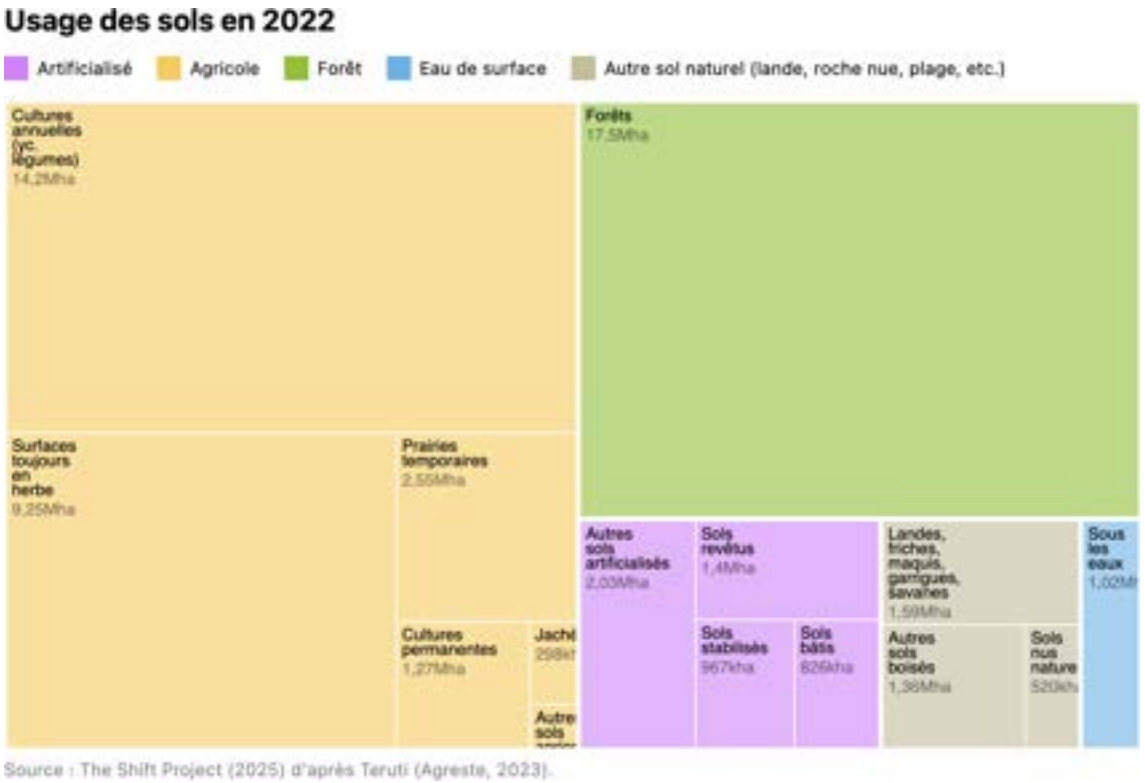
Sur le territoire, 43 % de la biomasse disponible est dédiée à l'alimentation animale, 22% pour l'alimentation humaine, 24 % de la biomasse disponible est dédiée à l'export. **Seuls 8 % de la biomasse disponible est dédiée à l'industrie, dont une partie seulement concerne des usages énergétiques**[82]. S'agissant de la biomasse forestière, sur les 57 Mm³ de bois qui ont été récoltés en Métropole en 2023, 39 Mm³ (68 %) ont servi in fine à produire de l'énergie[83].

Cette répartition actuelle des usages des surfaces agricoles et forestières résulte de nombreuses évolutions dans le temps, fondées pour partie sur une logique utilitariste cherchant à valoriser au maximum les sols selon leurs caractéristiques propres. Une large partie de la forêt située en territoire de montagne est par exemple peu exploitable du fait des complexités d'exploitation générées par le relief. De la même manière, les différentes terres agricoles ne sont pas adaptées à toutes les productions (les caractéristiques des sols les rendent en effet plus ou

[82] Graph'Agri 2024, Agreste, 2024
[83] Seul 9 Mm³ (16 %) ont été commercialisés en tant que bois énergie, auquel s'ajoute les 17 Mm³ de bois autoconsommés, les 13 Mm³ restants correspondants à des coproduits issus des transformations des volumes de bois d'oeuvre et bois d'industrie commercialisés. Source : Vers une planification de la filière forêt-bois, France Stratégie, 2023

moins propices à la production et à l'exploitation de ces ressources), et n'ont pas le même niveau de productivité agricole ni la même sensibilité au changement climatique.

Espérer pouvoir augmenter significativement la quantité de biomasse agricole ou forestière pour de nouveaux usages, via des cultures dédiées, est un pari risqué, tant les usages actuels sont liés aux règles biophysiques, aux conditions pédoclimatiques[84], ou encore aux contraintes d'exploitation historiques. Il faut également intégrer les enjeux liés au développement des filières associées. Ainsi, compter sur l'extension des zones forestières afin de produire davantage de bois énergie pour décarboner la chaleur[85], de bois d'œuvre pour décarboner la construction, ou pour massifier les puits de carbone nationaux, nécessite d'attendre le temps que l'arbre arrive à maturité pour être exploité. C'est notamment le cas pour les usages en tant que bois d'oeuvre, soit au moins 40 ans pour les pins maritimes qui sont les arbres avec la révolution la plus rapide, et jusqu'à 170 ans pour le chêne[86]. Sans compter que ces mêmes surfaces sont d'ores et déjà soumises à une diminution due à l'artificialisation des terres, qui a consommé environ 20 000 hectares d'espaces Naturels Agricoles et Forestiers par an entre 2015 et 2022 selon le CEREMA[87], et à des pressions diverses comme les feux de forêt, les maladies et les pathogènes. Sans compter également le dépérissement accéléré et la diminution du puits de carbone des forêts déjà sur pied.



Source : The Shift Project (2025) d'après Teruti (Agreste, 2023).

S'agissant de l'eau prélevée pour les activités humaines, celle-ci est contrainte par la disponibilité des eaux de surface et des eaux souterraines, elles-mêmes dépendantes des précipitations, avec une réactivité plus ou moins importante pour les eaux souterraines (de

[84] Le pédoclimat correspond au climat du sol, et désigne l'ensemble des conditions de température, d'humidité et d'aération régnant dans les horizons d'un sol.
[85] En substituant les systèmes de chauffage fioul ou gaz par des systèmes installations individuelles type poêles, inserts et chaudières bois, ou par le raccordement à des réseaux de chaleur avec chaudière bois.
[86] Vers une planification de la filière forêt-bois, France Stratégie, 2023
[87] COENAF, CEREMA, 2024

quelques jours à plusieurs années). **Elle est également contrainte par les limites dans ce qui peut être extrait sans endommager le milieu naturel** (traduites dans la réglementation, avec notamment la définition de débits « réservés »[88] pour les cours d'eau et d'états quantitatifs pour les nappes[89]) ou sur des critères de qualité des eaux.

Ainsi, le territoire métropolitain reçoit chaque année 510 milliards de m^3 de précipitations[90], dont 60 % s'évapore ou « transpire » via les plantes, le reste contribuant au remplissage des nappes et des cours d'eau. Les nappes contiendraient 100 milliards de m^3 d'eau[91], les débits des cours d'eau représentent 170 milliards de m^3 d'eau par an[92]. **Seuls 30 milliards de m^3 d'eau sont effectivement prélevés dans le milieu, dont une partie est restituée (25 milliards) et une autre consommée ou évaporée (5 milliards de m^3).**

À chaque instant, la production d'électricité est au premier ordre contrainte par le potentiel de production présent sur le territoire national, c'est-à-dire la puissance installée sur le territoire, en panneaux solaires, éoliennes, centrales thermiques à flamme, centrales nucléaires et infrastructures hydroélectriques. Elle est par ailleurs contrainte par les conditions de fonctionnement de ces différents modes de production (ensoleillement, vent, combustibles, disponibilité technique[93]), et par la capacité à gérer les fluctuations dans les productions et consommations. *À titre d'exemple, selon les données de "electricity map"[94], le 23 octobre 2025 à 12h, la France mobilise 34,5 GW de puissance avec le nucléaire, 19 GW avec l'éolien, 7,5 GW avec le solaire et 5,7 GW avec l'hydroélectricité, 1 GW avec de la biomasse et 0,4 GW avec du gaz fossile. La capacité activée, de 68 GW, permet de répondre à un besoin national de 55 GW, de stocker de l'électricité grâce au stockage hydroélectrique (2 GW de puissance mobilisée), et d'exporter vers ses voisins (11 GW de puissance mobilisée).*

Contrairement à l'eau, aux sols, à la biomasse agricole et forestière, qui sont plus contraintes dans leur capacité à accroître leur production, il existe une marge de développement des modes de production électriques, dont l'emprise foncière reste globalement faible, d'autant qu'elle est parfois compatible avec d'autres usages des sols. Par exemple, les éoliennes ont une faible emprise et peuvent s'intégrer sur des surfaces agricoles, notamment pour les grandes cultures non irriguées exposées à des vents suffisamment réguliers. **L'augmentation de la production d'électricité reste néanmoins limitée par les délais nécessaires à la construction des infrastructures des nouveaux moyens de production[95].**

Tout cela nécessite de porter une attention suffisante à la cohérence entre les trajectoires de transition et les capacités nationales et locales à assurer l'approvisionnement en ressources locales. Les collectivités jouent un rôle majeur dans la gouvernance de cette allocation des potentiels limités dont ils disposent. Elles jouent également un rôle majeur pour développer les

---

[88] Sous-section 2 : Obligations relatives au débit réservé (Articles R214-111 à R214-111-3), Légifrance, 2019
[89] Enjeux de la surveillance quantité, SIGES, n.d.
[90] Rapport d'information fait au nom de la délégation sénatoriale à la prospective sur l'avenir de l'eau, Sénat, 2022
[91] La qualité de l'eau et de l'assainissement en France, Sénat, 2003
[92] La qualité de l'eau et de l'assainissement en France, Sénat, 2003
[93] Cf problème de corrosion sous contrainte pour le parc nucléaire, ou moments de changement du combustible.
[94] France | Electricity Maps données basées sur RTE et ENTSOE
[95] Ces délais varient fortement d'un productible à l'autre, et peuvent inclure des phases d'étude exploratoire, d'étude technico-économique, de concertation, de travaux, de tests et de mise en service. De prochains travaux du Shift Project, qui seront publiés en avril 2026, visent à éclairer les différentes inerties dans la mise en place de nouveaux moyens de production électriques.

potentiels de production (électricité), ou encore pour préserver les surfaces agricoles et les surfaces forestières.

D. Des ressources sous contrainte, aujourd'hui plus qu'hier et moins que demain

Des ressources parfois déjà sous contrainte

Les réserves en eau ont été sévèrement fragilisées quantitativement et qualitativement ces dernières décennies, avec une crise particulière en 2022 qui a touché tous les territoires français, générant de multiples conflits d'usage et des pertes financières importantes. Malgré des mesures de restriction de consommation, 1 052 communes ont dû mettre en place des mesures exceptionnelles pour approvisionner leurs habitants en eau potable, dont 343 ont eu recours à des transports par camion et 196 à la distribution de bouteilles d'eau[96].

La ressource foncière est également fortement mise sous pression en raison de différents facteurs : développement urbain d'après-guerre, révolution verte et intensification de l'agriculture, industrialisation, développement des infrastructures de transport, de tourisme et de logement. L'introduction progressive de réglementations limitant l'étalement urbain, et plus récemment la loi Climat et Résilience visant à limiter et réguler cette artificialisation des sols (objectif ZAN), peut contribuer à renforcer les tensions. Alors que l'accès à cette ressource est stratégique pour les territoires, cette loi fait l'objet, depuis son vote en 2021, de fortes critiques d'une partie des élus locaux et nationaux y voyant une menace pour le développement économique de leurs territoires[97].

Les ressources en biomasse agricole et forestière sont également soumises à diverses tensions. La ressource en bois, déjà régulièrement en conflit d'usage du fait de la concurrence internationale[98], est fortement perturbée par les feux de forêt et le dépérissement accéléré de certains peuplements lié au changement climatique, qui induisent des afflux momentanés de bois puis une sous-disponibilité de moyen terme. La ressource agricole a connu des perturbations liées aux sécheresses, gel tardif ou inondations à répétition, qui ont lourdement impacté les rendements de certaines productions agricoles, ce qui a pu dégrader définitivement certaines plantations pérennes, comme des vignes et des arbres fruitiers.

Le changement climatique, un facteur majeur d'instabilité des ressources

Les quatre ressources que sont le sol, l'eau, la biomasse agricole et la forêt sont soumises à d'importantes contraintes liées au changement climatique.

- **Les sols** sont soumis à des pressions quantitatives (érosion des côtes, montée du niveau de l'eau, mouvements de terrain) ou qualitatives (inondations plus fréquentes et plus intenses, sécheresses, risque d'érosion accru). Les sécheresses peuvent impacter indirectement la ressource foncière, comme lorsqu'une obligation de justifier de la disponibilité en eau est intégrée dans les PLU(i) est conditionne la validation de permis de

[96] Gestion de l'eau : quelles leçons tirer de la sécheresse 2022 ?, Banque des territoires, 2023
[97] Il existe une contradiction entre cette loi et le modèle de développement économique et fiscal de financement des collectivités qui repose globalement sur l'artificialisation, la fiscalité actuelle incitant souvent les communes à ouvrir de nouvelles zones à l'urbanisation, car les taxes foncières sur les bâtiments rapportent bien plus que celles sur les terrains non bâtis.
[98] Comment expliquer la pénurie de bois en France ?, France Culture, 2021

construire[99]. En cinquante ans (1960-2010), la France métropolitaine a déjà perdu environ 30 km² de terres sur son littoral à cause de l'érosion, soit l'équivalent d'un terrain de football tous les 4 à 5 jours[100].

- **L'eau** est soumise à une pression qualitative (réchauffement des eaux de surface, développement des algues, augmentation de la concentration de polluants) et quantitatives (baisse des précipitations estivales, évolution des débits des cours d'eau[101]), sans compter les aléas liés au « trop d'eau » (inondations, crues, submersion).

- **La production de biomasse agricole** est touchée par les sécheresses, par des gels tardifs ou des floraisons précoces, par les vagues de chaleur, par des besoins de certaines cultures plus difficiles à satisfaire (besoin en froid l'hiver par exemple) et par les événements extrêmes (inondations, tempêtes). Tous ces aléas génèrent au global des baisses de rendement, voire rendent même certaines cultures impossibles (même si de nouvelles deviennent praticables). Elles accroissent également la pression sur la ressource en eau, en suscitant l'installation de nouveaux systèmes d'irrigation. Par exemple, les pertes agricoles du Tarn-et-Garonne lié aux tensions de l'été 2022 ont été évaluées à 95 millions d'euros[102] (soit environ 16 % du chiffre d'affaires annuel du secteur dans ce département).

- **La production de bois** peut être percutée par les incendies, notamment lorsqu'ils surviennent dans des zones fortement productrices en bois (comme dans les forêts de pin des Landes), ou par les sécheresses qui stimulent le développement des bioagresseurs (comme dans les forêts d'épicéas du nord-est) générant des dépérissements. Le changement climatique induit également une extension des aires de certains bioagresseurs (remontée depuis le sud de la France de la processionnaire du pin par exemple) et une modification des aires naturelles de certaines essences d'arbres. La mortalité est ainsi en hausse de 80 % et les puits de carbone ont été divisés par 2 en 10 ans[103].

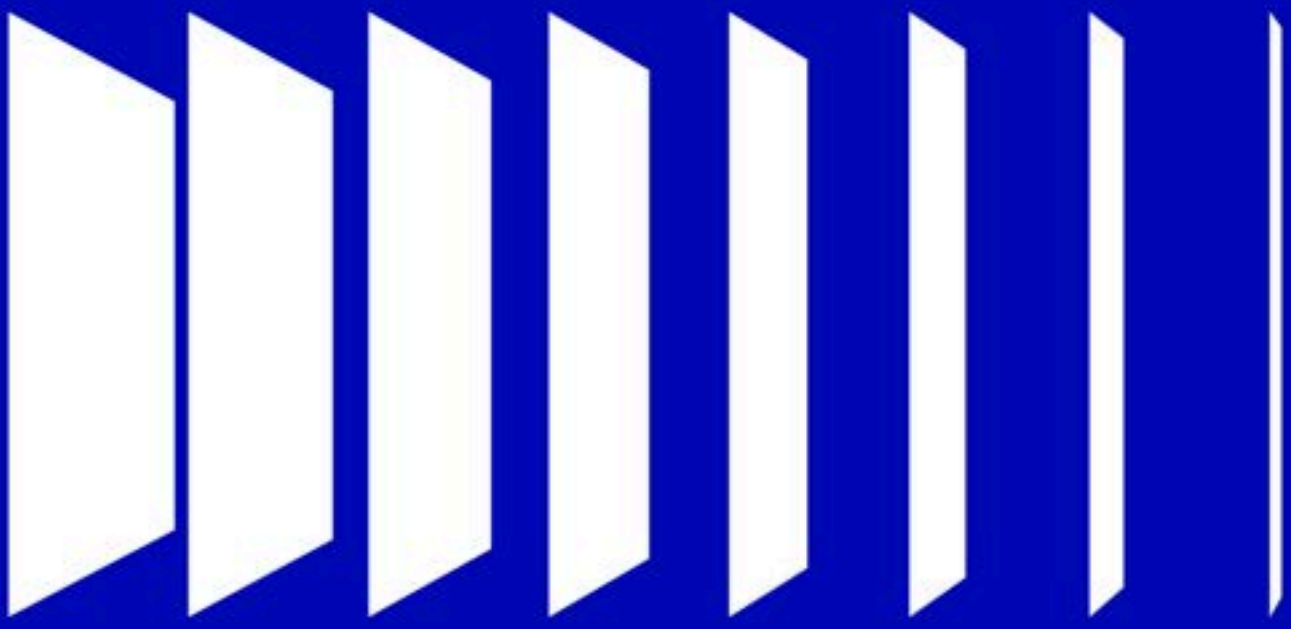
La production d'électricité est également soumise à des tensions indirectes[104], du fait des effets du changement climatique sur les eaux de surface : l'eau risque d'être moins disponible pour l'hydroélectricité en été, et plus contraintes en termes de prélèvement pour la production nucléaire du fait des enjeux réglementaires liés au réchauffement de l'eau. **Le changement climatique accentue donc les incertitudes quant à la disponibilité — et, dans une moindre mesure, aux besoins — des ressources locales.**

---

[99] Une meilleure prise en compte de l'état de la ressource en eau disponible, Préfet des Alpes-Maritimes, 2024
[100] Érosion du littoral : à quoi s'attendre et comment s'adapter, Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique, 2023
[101] Enjeu de fonte des glaciers, avec des débits printemps/été plus forts à court terme (à pluviométrie égale par ailleurs), mais de plus en plus faibles à mesure que les glaciers perdent leur volume de stockage d'eau
[102] Sécheresse, énergie : 95 millions de pertes pour l'agriculture du Tarn-et-Garonne, La Dépêche, 12/10/2022
[103] Les forêts françaises face au changement climatique, Académie des sciences, 2023
[104] Se référer aux analyses de RTE : Documents et données, Futurs énergétiques 2050, RTE, 2021

Partie 2 -

Planifier par les ressources locales pour anticiper et maîtriser les risques de tensions ou de conflits d'usage



II. Planifier par les ressources locales pour anticiper et maîtriser les risques de tensions ou de conflits d'usage

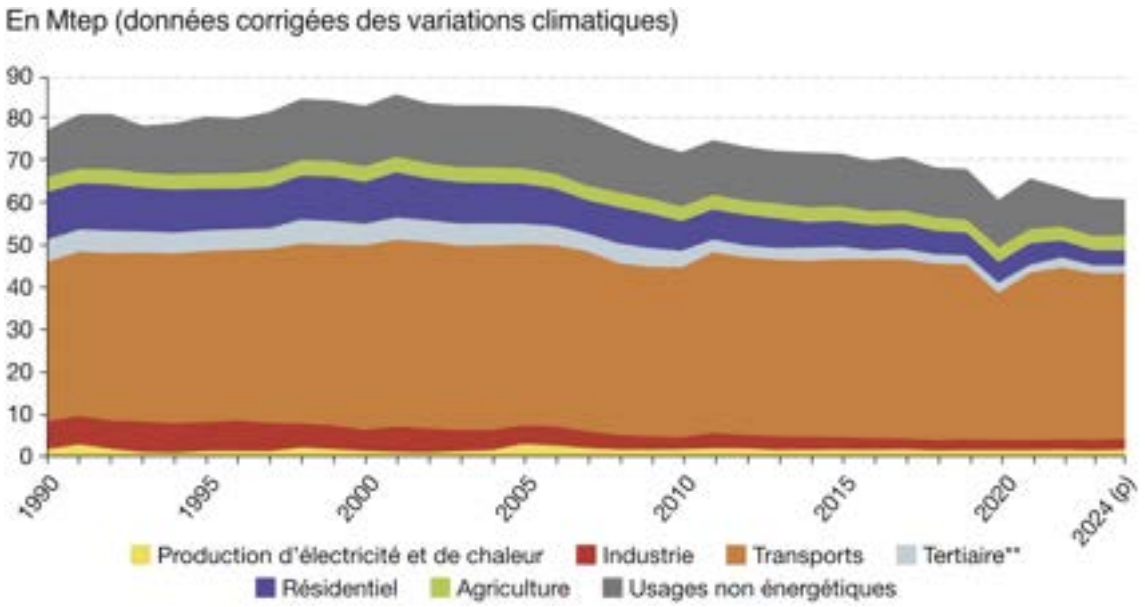
Les éléments quantitatifs présents dans cette partie s'appuient pour la majeure partie d'entre eux sur les analyses par ressource, dont les hypothèses et calculs sont présents dans la partie « Détail des analyses par ressource » du présent rapport. Pour les cas y faisant exception, qui proviennent d'une source externe non mentionnée dans les livrets ressources, la source est indiquée en note de bas de page.

1. Opérer une sortie rapide des énergies fossiles, pour se prémunir des risques de tension à venir

A. Une dépendance aux énergies fossiles : un sevrage qui se fait attendre

Nos modes de vie et notre économie restent profondément dépendants des énergies fossiles et notamment du pétrole et du gaz fossile. L'analyse de l'évolution des consommations laisse entrevoir une légère baisse des consommations, mais qui reste faible.

Tout d'abord, la consommation de pétrole est passée en trente ans de 80 millions de tonnes équivalents pétrole (Mtep) à 60 Mtep. En particulier, on constate une baisse progressive à partir de 2005 environ, de 1,6 % par an en moyenne entre 2005 et 2023, principalement portée par la baisse des usages non énergétiques (dans l'industrie, liée à des gains d'efficacité, à la délocalisation d'une partie de la production et au recul de l'activité industrielle) et résidentiels (abandon progressif du fioul). Inversement, les consommations liées aux transports sont restées globalement stables, et représentent aujourd'hui les deux tiers des consommations de pétrole, contre la moitié au début des années 2000.



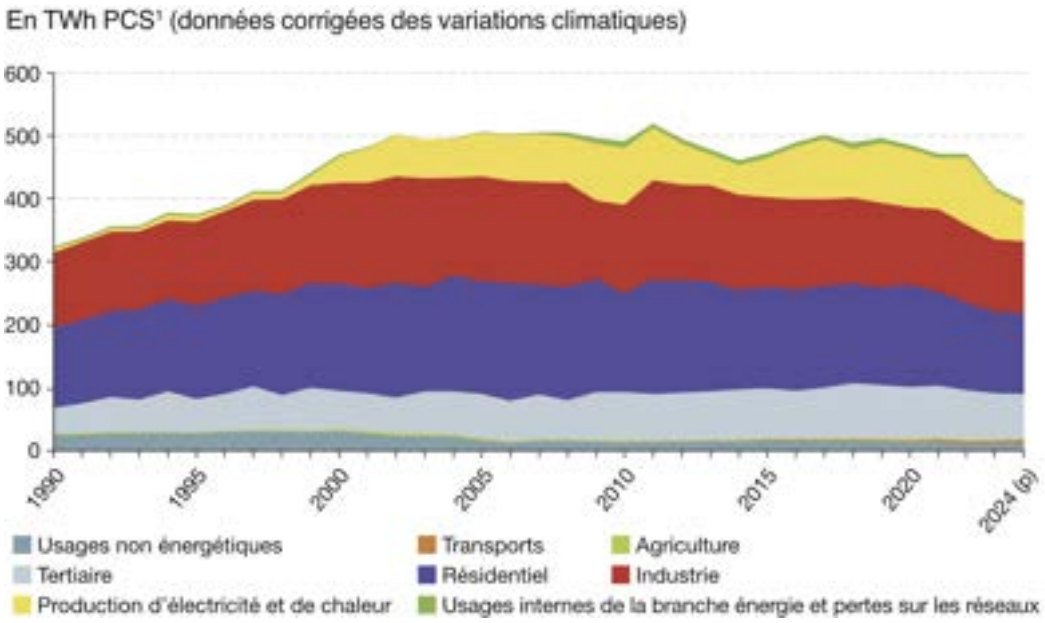
Consommation de produits raffinés par secteur en 2024 (SDES)[105]

Sur la mobilité, les ventes de véhicules neufs électriques continuent de progresser sensiblement (20% de parts de marché sur les 11 premiers mois 2025[106]), mais ils ne représentent que moins de 4% du parc roulant. Par ailleurs, les alternatives bas carbone à la voiture individuelle peinent à passer à l'échelle dans les zones rurales et péri-urbaines. De la même manière, malgré des « niveaux historiques de fréquentation » du train en France et Europe[107], plus de 70 % des voyages à motif personnel continuent d'être effectués par la route, en voiture ou en camping-car[108], contribuant ainsi à une forte dépendance aux carburants d'origine fossile.

Du côté du transport de marchandises, les chaînes logistiques mondiales reposent encore massivement sur le fret routier et maritime fonctionnant au gasoil ou au fioul lourd. Enfin, la pétrochimie, indispensable à la fabrication du plastique, des textiles synthétiques, des produits phytosanitaires et de nombreux produits industriels, reste difficile à décarboner.

S'agissant du gaz, on identifie une importante hausse des consommations entre 1990 et 2002, puis une stabilisation entre 2002 et 2019 et enfin une décrue à partir de 2019, passant d'environ 500 TWh en 2019 à 400 TWh en 2024 (soit une baisse de 20 %). Elle est portée conjointement par la baisse dans le chauffage résidentiel et dans l'industrie, dont une partie s'explique par la tension sur la ressource due à la guerre en Ukraine, et dans la production d'électricité, qui s'explique par la moindre mobilisation des centrales thermiques du fait d'une plus forte disponibilité des centrales nucléaires et de l'hydraulique.

[105] Pétrole | Chiffres clés de l'énergie, SDES, 2025
[106] Marché automobile français, PFA, consulté le 10/12/2025
[107] Plus de 81,2 millions de passagers transportés dans les TGV Inouï et les Ouigo, tous déplacements confondus, source : site capital.fr, consulté le 03/11/2025
[108] Voyages selon le mode de transport et le motif du déplacement, Insee



Consommation totale (hors pertes) de gaz naturel par secteur en 2024 (SDES)[109]

Tout cela montre une forme de maintien des consommations de pétrole et de gaz, malgré une décrue incontestable dans les dernières années pour le gaz et dans les dernières décennies pour le pétrole. En particulier, une partie de la baisse s'expliquant par la fermeture d'industries et par des éléments conjoncturels (guerre en Ukraine), on peut s'interroger sur la poursuite de la dynamique de baisse ainsi constatée. **Ces consommations sont inégalement réparties sur le territoire français, comme analysé dans l'introduction.**

B. L'approvisionnement en ressources fossiles est menacé

Du côté du pétrole, 7 des 10 principaux fournisseurs de la France risquent de voir leur production fortement décliner d'ici à 2050[110]. Les producteurs les moins à risque sont localisés au Moyen-Orient et en Asie centrale. Le volume de production de 6 d'entre eux (Algérie, Angola, Libye, Nigéria, Norvège, Russie) pourrait passer en dessous de leur propre volume de consommation, menaçant leurs capacités d'exportation et donc l'approvisionnement de la France. Par ailleurs, la consommation du Moyen-Orient, de l'Afrique et de l'Asie pourrait continuer d'augmenter d'ici à 2050, posant des risques d'éviction au détriment de la France. Dans ces scénarios, l'écart croissant entre la production et la consommation de pétrole pourrait exacerber les tensions autour des approvisionnements à l'échelle mondiale. **Les approvisionnements en pétrole pourraient donc être fortement mis en tension dans les décennies à venir**.

Du côté du gaz naturel, en 2024, plus de la moitié de la production mondiale était concentrée aux États-Unis, en Russie et au Moyen-Orient. D'ici à 2050, ce monopole pourrait s'accentuer davantage, la production de la Norvège, de l'Afrique et de l'Amérique du Sud apparaissant en déclin à cet horizon. Même la Norvège, dernier grand producteur européen et principal fournisseur de la France, pourrait voir ses capacités d'exportation fortement décliner. **Dans une tendance de hausse mondiale de la demande en gaz, tout particulièrement des pays du Sud, des risques géopolitiques et des risques d'éviction en défaveur de la France existent d'ici à 2050**.

---

[109] Gaz naturel | Chiffres clés de l'énergie, SDES, 2025
[110] La Souveraineté par la décarbonation : voie nécessaire pour la France et l'Europe, The Shift Project, 2025

C. Des secteurs économiques et des modes de vie qui pourraient être mis à mal

De nombreuses activités industrielles dépendent directement de l'approvisionnement en gaz naturel et en pétrole, que ce soit pour des usages énergétiques ou des usages non énergétiques. Ces activités sont ainsi exposées en cas de tension sur ces ressources.

L'industrie consomme environ 113 TWh de gaz par an, pour des usages principalement énergétiques. Les usages énergétiques représentent 102 TWh, surtout pour la chaleur de procédé dans l'agroalimentaire, le papier-carton et la chimie. **Les usages non énergétiques totalisent 11 TWh et incluent son rôle de matière première pour les engrais de synthèse**, et pour certains procédés pétrochimiques.

L'industrie dépend du pétrole en priorité pour les usages non énergétiques, au titre de 119 TWh, pour la production de composés pétrochimiques comme des plastiques, ou pour la production de produits pétroliers, comme les bitumes, goudrons, paraffine et lubrifiants industriels. Toutes ces industries seraient potentiellement fortement impactées par des perturbations dans l'approvisionnement ou dans les prix des énergies fossiles, les conséquences pouvant aller de la baisse du chiffre d'affaires jusqu'à la fermeture de sites industriels. **De la même manière que pour le gaz, certaines industries utilisent le pétrole comme vecteur énergétique, à hauteur de 28 TWh**, notamment dans la métallurgie et la sidérurgie.

Les territoires les plus concernés par la dépendance de l'industrie au pétrole sont les Bouches-du-Rhône, accueillant de nombreuses activités pétrolières[111] (raffinage, stockage), **la Seine-Maritime** qui accueille 42 % de la capacité nationale de raffinage et traite 40 % des importations de pétrole brut, **le Rhône** qui accueille 9 % des activités de raffinage **et la Seine-et-Marne** qui en accueille 5 %.

Des infrastructures logistiques menacées

Le pétrole est aujourd'hui la ressource principale utilisée dans le transport logistique, que ce soit le transport maritime avec des porte-conteneurs, le transport aérien pour quelques produits spécifiques, ainsi que le transport routier. L'intégralité de nos consommations passe par ce système logistique et dépend donc du pétrole pour son transport. Ainsi, la biomasse agricole et les produits alimentaires, le bois et les produits fabriqués à partir de bois, ainsi que tous types de ressources ou de produits manufacturés dépendent du système logistique et donc du pétrole.

Tous les territoires sont tributaires de ces échanges logistiques, et chaque territoire en dépend d'autant plus qu'il est peuplé, ou qu'il accueille des activités consommatrices de ces ressources. Certains départements sont ainsi particulièrement consommateurs : Paris, le Nord, les Bouches-du-Rhône et le Rhône.

Des perturbations sur les axes logistiques, liées à des contraintes énergétiques ou même à des évènements climatiques majeurs en France (routes, réseaux électrique aérien, etc.) pourraient ainsi toucher les habitants et les acteurs économiques, en se répercutant sur les prix ou sur l'approvisionnement de certains produits ou ressources. Cela peut impacter des chaînes de valeurs entières et avoir des conséquences significatives sur des industries dépendantes de produits intermédiaires, et donc sur l'économie locale autant que sur les

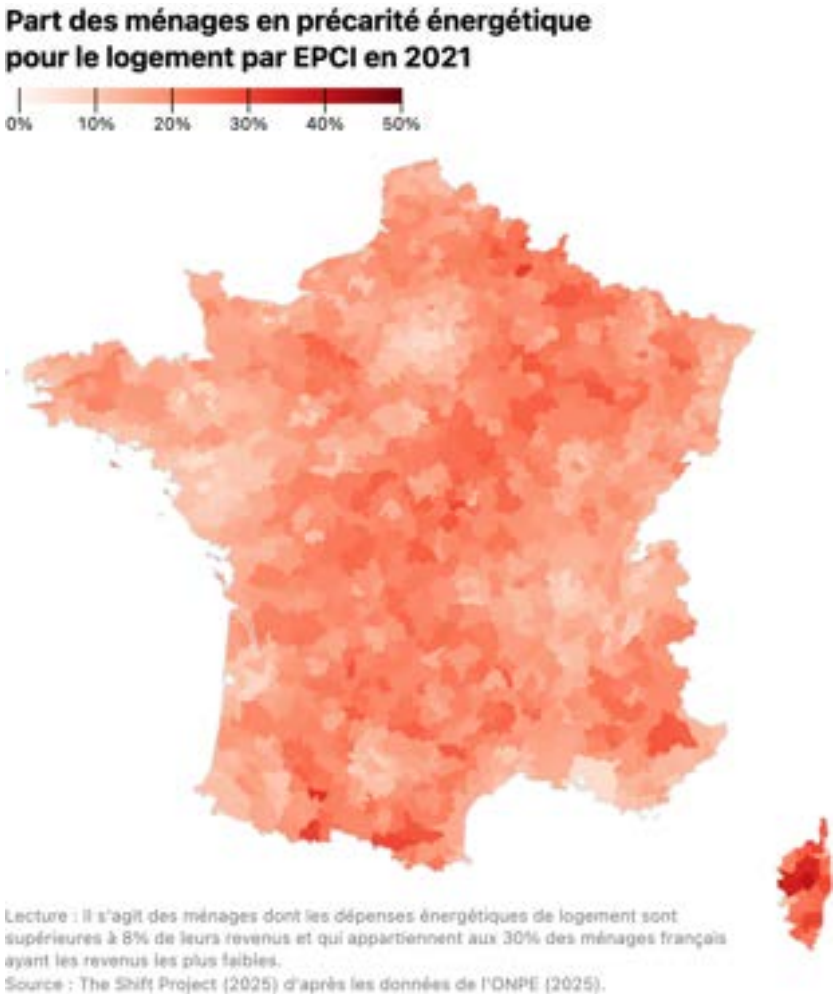
[111] Sites industriels du secteur Pétrole dans le département Bouches-du-Rhône, Usine nouvelle, n.d.

consommateurs. **Il faut considérer ces risques afin d'anticiper de potentiels problèmes d'approvisionnement en ressources et produits à l'avenir.**

Des habitants soumis à la précarité sur la mobilité et le chauffage, et des risques qu'elle augmente très vite

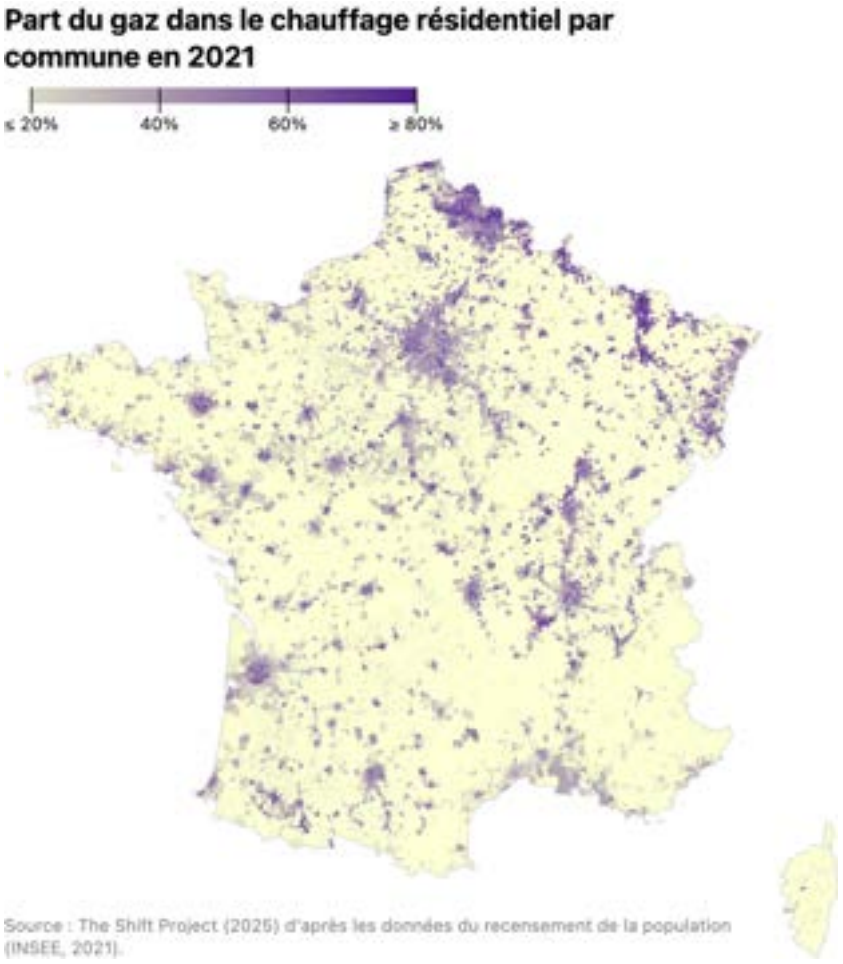
Selon le baromètre 2023 (au pic de la crise énergétique 2021-2023) du médiateur national de l'énergie[112], **9 consommateurs sur 10 déclaraient que la consommation d'énergie est un sujet de préoccupation pour eux**, plus de 7 sur 10 avaient constaté une augmentation de leurs factures d'énergie, et 1 consommateur sur 10 annoncait une hausse de sa facture de plus de 50 %, indique le médiateur.

Près de 84 % des Français interrogés lors de l'enquête annuelle du médiateur ont déclaré que leurs factures d'énergie représentaient « une part importante » de leur budget, alors qu'ils étaient 71 % dans ce cas en 2020 et seulement 56 % en 2016**.** Cette situation s'est traduite pour une partie des ménages par une sobriété contrainte, notamment par la réduction du chauffage afin de contenir des factures énergétiques devenues très élevées, une pratique déclarée par 79 % des foyers interrogés (ils étaient 69 % en 2022 et 53 % en 2020).



[112] 2023 : 17ème édition du baromètre énergie-info, le médiateur national de l'énergie, consulté le 24/10/2025

De la même manière, le recours au gaz dans le chauffage résidentiel et tertiaire est le premier vecteur de consommation de gaz fossile, en représentant une consommation de 176 TWh en 2023[113] soit environ 45 % des consommations de gaz fossile sur le territoire métropolitain. Tous les territoires ne dépendent pas du gaz naturel dans le chauffage au même niveau. Les territoires avec la plus grande part de chauffage au gaz sont les territoires urbains et périurbains où plus de 46 % des chauffages fonctionnent au gaz naturel[114], contre 36 % de moyenne nationale. Ces territoires et leurs habitants sont donc plus exposés à un renchérissement du prix du gaz naturel, les conséquences pouvant aller d'une augmentation de la facture, à une baisse de l'usage du chauffage dans les logements, pouvant avoir des conséquences graves pour la santé.



Source : The Shift Project (2025) d'après les données du recensement de la population (INSEE, 2021).

[113] Bilan énergétique de la France pour 2023, SDES, 2025
[114] Modes de chauffage des résidences principales en 2021, Insee, 2024. Fichier *PRINC30M*

D. Au-delà des dépendances directes : énergie grise, énergie transformée et énergie exportée

Une compréhension approfondie des risques énergétiques auxquels les territoires sont exposés suppose de prendre **en considération, au-delà des consommations directes respectives, l'ensemble de leurs dépendances indirectes. Ceci caractérise, pour chaque territoire, ce que nous appelons "l'exposition énergétique"[115].**

Cette notion d'*exposition énergétique* permet de saisir l'ensemble de l'énergie directement et indirectement nécessaire au fonctionnement d'un territoire, pour les modes de vie sa population et pour ses activités économiques. Cela recouvre en effet :

- Les consommations d'énergie ayant lieu sur ces territoires, chez les particuliers (bâtiments, véhicules particuliers…), ou dans des secteurs économiques (industries, logistique, agriculture, tertiaire…), **y compris pour la production de biens et services exportés**
- La quantité d'énergie produite par ces territoires (centrales thermiques, hydrauliques, capacité éolienne ou solaire, biomasse énergie, production de chaleur…), **y compris celle exportée**
- La quantité d'énergie transformée sur ces territoires (production d'électricité, raffineries, méthaniseurs, terminaux méthaniers…), **y compris celle exportée**
- Les consommations indirectes d'énergie de ces territoires ou **énergie « grise » incorporée dans leurs importations** (ayant servi à la production de matières premières, de matériaux, de produits semi-finis, de biens et ou de services).

Une telle cartographie sur des chaînes de valeur complètes permet de quantifier et qualifier, au-delà des dépendances énergétiques directes, les risques associés aux dépendances énergétiques indirectes des territoires : Quel pays produit quels biens et services importés, avec quelle énergie ? (dépendance industrielle, risque géopolitique…) Quelles dépendances énergétiques (production ou transformation d'énergie, de biens ou de services) sont spécifiquement attribuables aux exportations des territoires ? …

L'analyse de ces dépendances permet non seulement de mettre en évidence les gains en résilience et en souveraineté associés à la décarbonation et à la réindustrialisation, mais aussi de faire émerger des spécificités et des leviers d'action propres à chaque territoire.

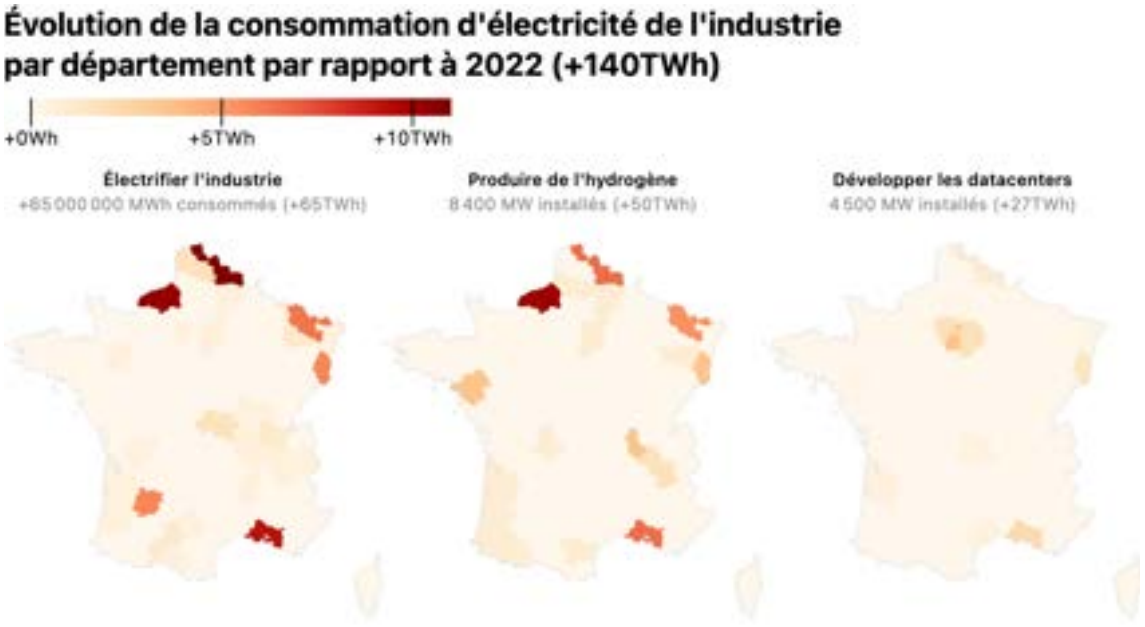
[115] La souveraineté par la décarbonation : voie nécessaire pour la France et l'Europe, The Shift Project, 2025

2. La décarbonation entraînera une hausse différenciée des besoins, pouvant générer localement des tensions sur les ressources

A. Pour atteindre les objectifs de décarbonation, la croissance de la consommation d'électricité pourrait se concentrer dans les territoires industriels et peuplés

L'industrie est le secteur qui devrait le plus tirer la consommation d'électricité à la hausse dans les années à venir, concentré dans nombre restreint de territoire

Les projections disponibles conduisent à anticiper une hausse d'environ +140 TWh par an de la consommation électrique d'ici 2050, sous l'effet cumulé des évolutions structurelles du secteur industriel et d'usages émergents tels que l'hydrogène ou les centres de données. Cela reviendrait à augmenter la consommation d'électricité nationale de 35 % par rapport à 2022.



Lecture : Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.
Source : The Shift Project (2025).

Tout d'abord, RTE estime dans sa trajectoire de référence que l'ensemble de la consommation électrique de l'industrie atteindra 180 TWh par an en 2050, contre 113 TWh en 2019. **Cette augmentation de 65 TWh, c'est-à-dire de +60 % de la consommation du secteur en 30 ans, sera principalement liée à l'électrification de certaines industries énergivores d'une part, et à la relocalisation de certaines industries stratégiques d'autre part**. Ces deux dynamiques pourraient se concentrer notamment dans le Nord (entraînant une augmentation de + 50 % de sa consommation d'électricité totale par rapport à 2022), les Bouches-du-Rhône (+ 60 %) et la Seine-Maritime (+ 100 %, c'est a dire x2 par rapport à 2022). Ce sont en effet des territoires fortement industriels avec des activités ayant de forts potentiels d'électrification de leurs procédés,

ainsi que des lieux de relocalisation envisagés par RTE[116] d'une partie des activités industrielles. Si ces dynamiques se concrétisent, une adaptation ciblée des infrastructures réseau et des capacités de production sera essentielle, renforçant au passage les disparités territoriales en matière de consommations d'énergie. Voir section IV. 1. pour plus de détails.

Par ailleurs, la **production d'hydrogène** qui sert à décarboner certains procédés industriels comme la production d'engrais ou d'acier est considérée par RTE comme un chantier à part entière[117] **menant à une consommation électrique supplémentaire de 50 TWh**. Sur la base des hypothèses de développement du réseau de RTE, nous estimons que ces activités pourraient se concentrer principalement dans le Nord (entraînant une augmentation de + 30 % de sa consommation d'électricité totale par rapport à 2022), les Bouches-du-Rhône (+ 40 %) et la Seine-Maritime (+ 100 %, c'est a dire x2 par rapport à 2022), afin d'implanter la production d'hydrogène décarboné à proximité des sites sidérurgiques où il remplacerait l'hydrogène fossile actuellement utilisé dans les procédés industriels.

Enfin, il est estimé que la France suit une trajectoire de forte croissance du recours aux **centres de données**, encore peu intégrée dans les plans nationaux, et qui **entraînerait une consommation électrique supplémentaire de 27 TWh** d'ici 2050 (**voir section II.3.C.**).

La transition du transport aérien et maritime vers des carburants de synthèse pourrait entraîner une hausse majeure de la consommation d'électricité concentrée dans quelques territoires

En plus de ces trois facteurs, la décarbonation du transport aérien et maritime pourrait nécessiter le développement de carburants de synthèse (eSAF) produits à partir d'hydrogène décarboné et de CO_2. Le règlement européen ReFuelEU Aviation fixe en effet à 35 % la part minimale de carburants de synthèse dans les carburants d'avion européens en 2050. Dans une étude publiée en 2024[118], le SGPE estime à **+90 TWh d'électricité** l'augmentation des besoins par an pour produire uniquement les **carburants d'aviation** correspondants. L'association Aéro Décarbo indique dans une étude publiée en 2025[119] qu'**il en faudrait probablement autant pour décarboner le maritime**.

La production des eSAF nécessaires à l'atteinte de ces objectifs nécessiterait donc environ +180 TWh/an d'électricité. Une telle évolution, correspondant à une augmentation de plus de 50 % de la consommation électrique nationale de 2024, revêt un caractère particulièrement significatif. En supposant une répartition dans les territoires déjà chargés de la production d'hydrogène, tel qu'envisagé par RTE[120], **le développement des eSAF pourrait conduire à des hausses locales très significatives, pouvant atteindre jusqu'à +380 % de la consommation totale actuelle dans certains départements comme la Seine-Maritime, susceptibles de générer des tensions majeures en matière d'allocation et de gestion des ressources énergétiques locales.** Voir section IV.1.1. pour plus de détails.

Il faut par ailleurs noter, que ces différentes évolutions de l'industrie peuvent porter les prélèvements et consommations d'eau à la hausse. Par exemple, la production de 50 TWh

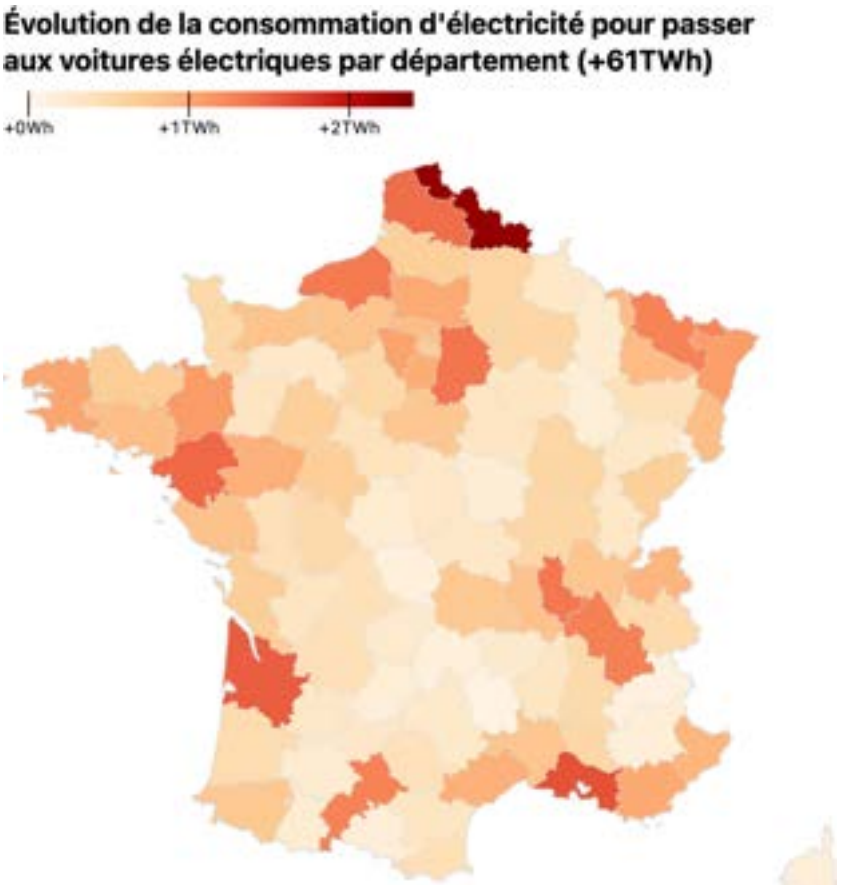
[116] Schéma décennal de développement du réseau, RTE, 2025
[117] Et donc distinct de l'augmentation de 65 TWh mentionnée juste au-dessus.
[118] Décarbonation de l'aérien, France Nation Verte, 2024 (p. 11)
[119] Approvisionnement énergétique de l'aérien, Aéro Décarbo, 2025 (p. 98)
[120] Schéma décennal de développement du réseau, RTE, 2025

d'hydrogène générerait un prélèvement supplémentaire de 18 millions de m3 d'eau[121], soit une consommation de 9 millions de m3 d'eau (soit l'équivalent de 2 % des consommations annuelles d'eau pour l'industrie en 2020). Cela est également vrai pour le déploiement des centres de données, qui générerait une hausse de 49 millions de m3 d'eau prélevées, ou encore pour le déploiement de diverses industries qui prélèvent et consomment des quantités importantes d'eau, comme la chimie, l'agro-alimentaire, ou encore la production de semi-conducteurs. Voir section IV.4. 2.C. pour plus de détails.

L'augmentation des consommations d'électricité liée à l'électrification des voitures particulières pourrait se concentrer dans les couronnes urbaines, et être plus diffuse dans les zones peu denses

Malgré un report maximal potentiel de près de 40 % des kilomètres actuellement parcourus en voiture[122] pour les trajets du quotidien vers la marche, le vélo, les transports en commun ou le covoiturage, la part résiduelle de déplacements motorisés nécessitera une électrification complète du parc automobile. **L'électrification du parc de voitures pour la mobilité quotidienne[123] entraînerait une hausse de la consommation électrique d'un peu plus de 61 TWh/an à l'horizon 2050.** Cela reviendrait à augmenter la consommation d'électricité nationale de 15 % par rapport à 2022. Les territoires les plus touchés par cette hausse seront les centres urbains intermédiaires[124] et les zones périurbaines, où la dépendance à la voiture restera forte malgré le potentiel de report.

[121] En considérant un rendement typique d'électrolyseur de 50 kWh/kg d'hydrogène produit, 50 TWh produirait environ 1 million de tonnes d'hydrogène.
[122] En 2020, on considère que parmi les kilomètres parcourus en voiture pour les trajets du quotidien (moins de 80 km), 28 % en zone urbaine dense pourraient se faire à vélo et 20 % en transports en commun. En zone périurbaine, 24 % pourraient se faire à vélo, 10 % en transports en commun et 20 % en covoiturage. En zone rurale, 19 % pourraient se faire à vélo, 2 % en transports en commun et 10 % en covoiturage. Ce sujet est approfondi plus loin dans cette publication.
[123] Nous ne faisons pas ici d'hypothèses sur la longue distance.
[124] Villes de taille moyenne souvent proches des grandes agglomérations comme Saint-Nazaire ou Rodez.



Lecture : En 2020, parmi les kilomètres parcourus en voiture pour les trajets du quotidien (moins de 80 km), 28% en zone urbaine dense pourraient se faire à vélo et 20% en transports en commun. En zone périurbaine, 24% pourraient se faire à vélo, 10% en transports en commun et 20% en covoiturage. En zone rurale, 19% pourraient se faire à vélo, 2% en transports en commun et 10% en covoiturage. On considère que tous les trajets restants sont effectués en voiture électrique. Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.
Source : The Shift Project (2025).

Cela concernerait les départements relativement peuplés, comme les Hauts-de-France, l'Île-de-France jusqu'aux côtes atlantiques et sur le pourtour méditerranéen, en incluant les rives de la Loire et du Rhin. Dans ces départements, l'augmentation moyenne de la consommation d'électricité due à l'électrification des véhicules particuliers serait de + 15 % par rapport à leur consommation d'électricité totale en 2022, avec un maximum à +20 % dans l'Oise ou le Maine-et-Loire par exemple.

Pour les trajets du quotidien en voiture (+ 35 TWh), les EPCIs urbains[125], qui regroupent 35 % de la population nationale, ne concentrent que 17 % de la hausse de consommation électrique liée à l'électrification de ces trajets (+6 TWh). Leur potentiel élevé de report modal et la plus courte distance moyenne des déplacements limitent en effet la demande supplémentaire. À l'inverse, les EPCIs ruraux, qui rassemblent 65 % de la population, représentent 83 % de cette hausse (+29 TWh), en raison de trajets plus longs et d'un report modal plus restreint. **Le complément de l'augmentation (+26 TWh) provient des trajets longue distance en voiture, répartis de manière plus uniforme sur l'ensemble du territoire.** Voir section IV.1.2.B. pour plus de détails**.**

[125] On entend par EPCI urbain les Métropoles et Communautés Urbaines, et comme rural les Communautés de Communes et les Communautés d'Agglomération.

L’électrification du fret routier augmentera les consommations d’électricité sur les axes de passage logistique

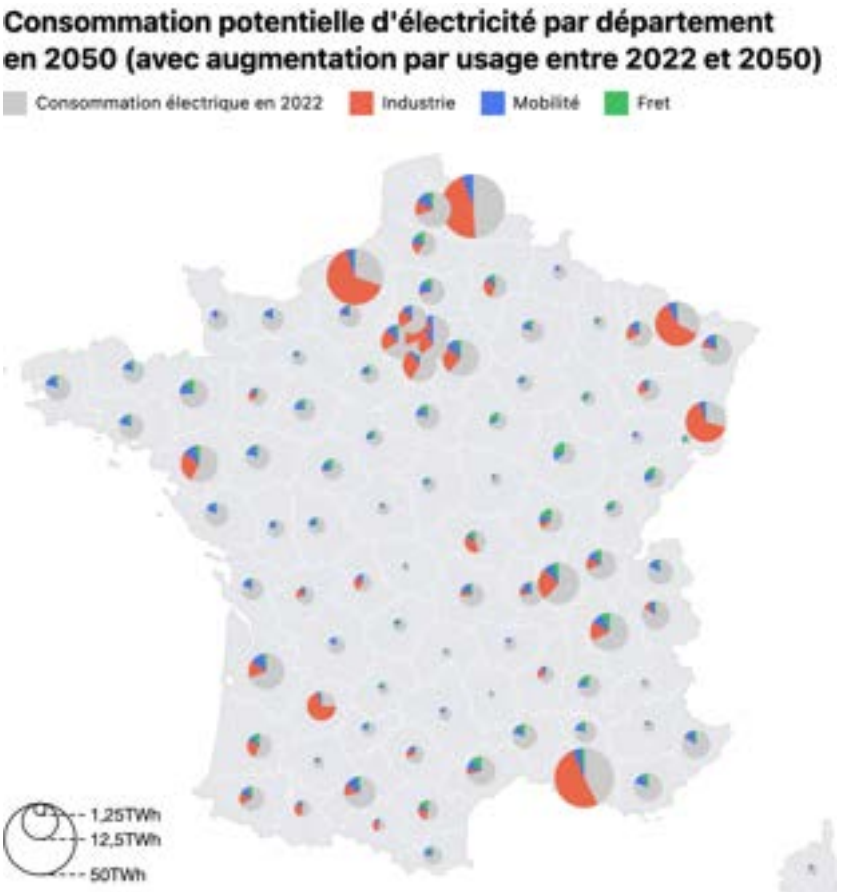
La décarbonation du fret repose à la fois sur le report modal du fret routier vers le fret ferroviaire ou fluvial, et sur l’électrification du parc résiduel de poids lourds**. Pour ce second levier,** en appliquant tous les leviers proposés dans le PTEF[126], **la consommation augmenterait d’environ +30 TWh/an en 2050 par rapport à aujourd’hui.** Cela reviendrait à augmenter la consommation d’électricité nationale de 8 % par rapport à 2022.

Ces consommations supplémentaires devraient se concentrer le long des principaux corridors logistiques français (Paris–Lyon–Marseille, Paris–Lille–Bruxelles, Lyon–Perpignan, Paris–Bordeaux). Des Hauts-de-France jusqu’aux rivages atlantiques et méditerranéens, en passant notamment par le Bassin parisien et le sillon rhodanien, les départements concernés verraient leurs besoins en électricité augmenter de **+ 12 %** en moyenne par rapport à leur consommation totale en 2022**,** avec un maximum à + 40 % en Côte-d'Or (voir section IV.1.2.C. pour plus de détails). Ainsi la décarbonation du secteur sollicitera de façon concentrée les infrastructures électriques de certains territoires, d’où pourraient émerger des tensions localisées.

B. Toutes ces augmentations pourraient se cumuler dans certains territoires

En combinant les effets de l’électrification (mobilité, fret, industrie) et ceux de la réindustrialisation, on observe un cumul dans certains territoires avec des hausses parfois très significatives de besoins en électricité.

[126] En faisant l'hypothèse d'une baisse de la demande de transport nationale de 25 %, d'un report modal vers le ferroviaire et le fluvial ambitieux (en tonnes par kilomètre (t.km) la part du fer passe à 25 % et celle du fleuve à 9 %) et en électrifiant tout le parc de VUL et camions restants. Voir Assurer le fret dans un monde fini, The Shift Project, 2025.



Lecture : En gris, la consommation de 2022. En couleur, la hausse prévue d'ici 2050 selon les usages. L'industrie inclut l'électrification des procédés, l'hydrogène et les datacenters. La mobilité et le fret sont uniquement routiers. L'évolution des consommations des bâtiments n'est pas incluse, l'augmentation des consommations liée à l'électrification des chauffages étant supposée compensée par les efforts de rénovation thermique. Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.
Source : The Shift Project (2025).

Certains départements pourraient cumuler électrification et développement de l'industrie, électrification des véhicules particuliers et du fret[127]. C'est le cas des départements industriels de Seine-Maritime, du Nord, de la Moselle, du Haut-Rhin, des Bouches-du-Rhône, du Rhône et de l'Isère. Ces territoires verraient leurs consommations plus que doubler, avec en moyenne une augmentation de + 130 % par rapport à leur consommation d'électricité totale en 2022 (sans compter les eSAF[128]), et un maximum à + 240 % dans le Haut-Rhin, dont 85 % est porté par les besoins industriels uniquement. **Une telle estimation souligne la présence de défis locaux majeurs pour le renforcement des infrastructures et la sécurisation de l'équilibre du réseau**.

En dehors de ces territoires très industriels, la consommation électrique augmentera dans certains territoires du fait de l'effet cumulé de l'électrification des mobilités et du fret. C'est le cas du nord et du nord-est jusqu'à l'Alsace, du Bassin parisien et de la vallée de la Loire, des contreforts du Massif central vers le couloir rhodanien, puis du pourtour méditerranéen et de la façade atlantique jusqu'au Pays basque. L'augmentation des besoins dans ces territoires serait en moyenne de + 30 % par rapport à leur consommation d'électricité totale en 2022, avec un maximum à + 60 % dans le Doubs, l'Aude, la Saône-et-Loire, ou l'Yonne, voire + 70 % en Côte-d'Or.

[127] L'augmentation consommations d'électricité liée au déploiement des centres de données est décrite dans le point 6 de ce chapitre.
[128] SAF : "sustainable aviation fuel".

En prenant également en compte le développement des eSAF (carburants aériens synthétiques), l'augmentation moyenne des besoins pourrait grimper à + 300 % dans les départements industriels (Seine-Maritime, du Nord, de la Moselle, du Haut-Rhin, des Bouches-du-Rhône, du Rhône et de l'Isère), un niveau qui pourrait excéder les capacités des réseaux à court et moyen termes sur ces mêmes territoires.

Il existe également un ensemble de territoires qui semblent peu concernés par ces augmentations de consommation. Ces territoires forment un arc allant des Ardennes et du nord de la Franche-Comté jusqu'aux reliefs du Massif central, puis descendant vers les Alpes du sud et s'étendant jusqu'à la Corse. Ces territoires, moins exposés aux hausses de consommation électrique, pourraient constituer des espaces d'opportunité pour l'accueil de nouvelles activités électro-intensives, à condition que les infrastructures électriques actuelles suffisent à les accueillir. Une telle orientation devrait s'inscrire dans une réflexion de long terme sur l'aménagement du territoire et la planification énergétique, pour permettre de répartir les dynamiques de consommation de façon à réduire les risques de conflits d'usage locaux.

Préconisations

Ces estimations soulignent l'enjeu d'acter cette explosion projetée des consommations afin d'assurer d'y répondre dans les temps. Cela passe notamment par:

- Anticiper et identifier précisément les territoires susceptibles de connaître des hausses très fortes des besoins électriques pour l'industrie, la mobilité ou le fret, en évaluant les volumes supplémentaires, leurs temporalités ainsi que leurs zones d'implantation ;
- Renforcer l'évaluation sur l'impact de ces nouveaux besoins, à l'aune de la capacité des opérateurs de réseaux à y répondre sans que cela ne préempte les infrastructures au détriment d'autres besoins futurs ;
- Définir et expliciter les critères d'implantation territoriale effective de nouvelles activités électro-intensives. Ces critères devraient inclure a minima :
    - L'évaluation du risque de tensions ou de conflits d'usage, afin d'éviter que l'implantation ne provoque des contraintes locales avec d'autres usages économiques ou résidentiels ;
    - La priorisation des usages de l'électricité, en veillant d'abord à préserver les usages essentiels aux fonctions vitales de la société, puis ceux qui peuvent difficilement se décarboner autrement qu'en électrifiant, avant de considérer d'autres catégories de consommation (par exemple le déploiement des centres de données - voir section II.3.C. ;
- Associer systématiquement les collectivités territoriales et les autres parties prenantes à la planification de la montée en puissance électrique, afin d'assurer une vision partagée des contraintes locales et des choix d'aménagement et donc de priorisation à long terme.

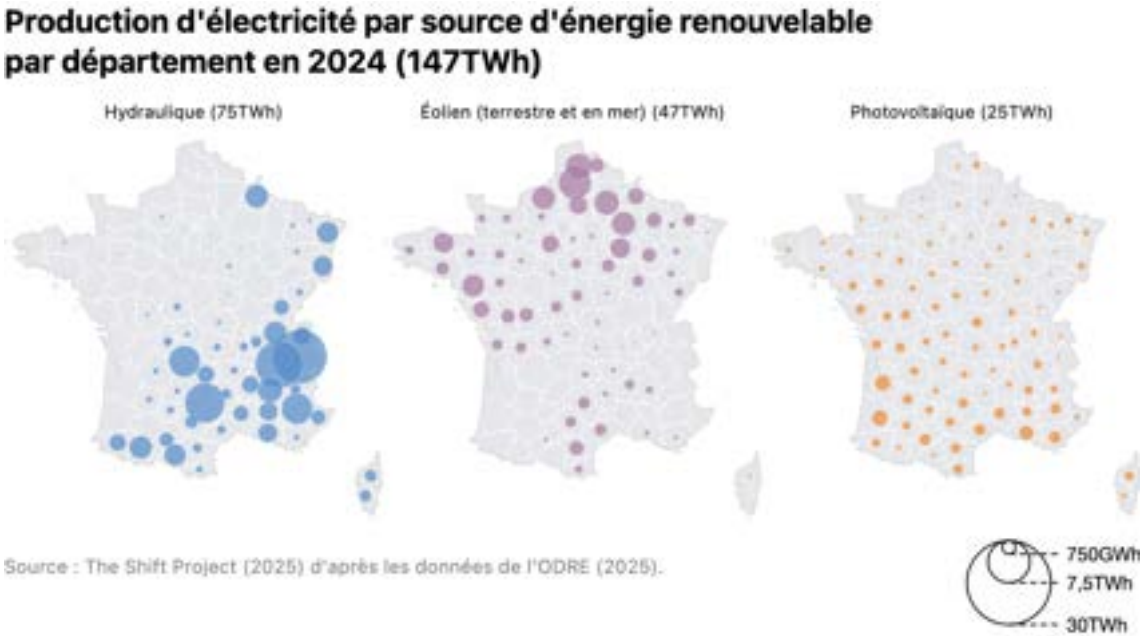
C. Levier essentiel pour réussir l'électrification des usages carbonés, le déploiement local des énergies renouvelables au rythme nécessaire est incertain

Augmenter les productions renouvelables est indispensable pour suivre le rythme de l'électrification des usages

La France s'appuie sur un socle déjà structuré de production électrique renouvelable, reposant sur plusieurs filières implantées réparties sur le territoire. La production hydroélectrique (25,7 GW installés en 2024[129]) est principalement concentrée dans les zones de massifs montagneux (Alpes, Pyrénées, Massif central), ainsi que dans la vallée du Rhin. L'éolien terrestre (22,9 GW installés en 2024) se concentre dans la moitié nord (82 % de l'électricité éolienne française), mais aussi dans l'est de l'Occitanie ; l'éolien en mer (1,5 GW) est aujourd'hui développé sur trois sites : Fécamp, Saint-Brieuc et Saint-Nazaire[130]. La puissance éolienne varie de 97 MW en PACA à 6 332 MW dans les Hauts-de-France[131], soit d'un facteur 63 entre ces deux régions. Le photovoltaïque (24,3 GW installés en 2024) se répartit partout en France, bien que plus développé dans la moitié sud (66 % de l'électricité photovoltaïque nationale). La puissance photovoltaïque varie de 334 MWc[132] en Ile-de-France à 5 601 MWc en Nouvelle Aquitaine[133], soit d'un facteur 13. Voir section IV.1.1.B. pour plus de détails.

Au total, ce sont **3 communes sur 4 qui accueillent aujourd'hui une production d'énergies renouvelables[134]**. Ce chiffre atteint 95 % dans les communes urbaines et périurbaines, où les panneaux photovoltaïques sont majoritaires[135], et s'établit à 71 % dans les communes rurales[136].

[129] Chiffres clés, France Hydro Electricité, 2022
[130] Bilan électrique 2024, RTE, 2025
[131] Panorama de l'électricité renouvelable 2024, RTE, 2025
[132] Le Wc (Watt-crête) correspond à la puissance maximale qu'un panneau photovoltaïque peut produire dans des conditions idéales de test. Il sert de valeur de référence pour comparer facilement les panneaux entre eux.
[133] Panorama de l'électricité renouvelable 2024, RTE, 2025
[134] Communes accueillant au moins une installation éolienne terrestre ou photovoltaïque. Source: Registre national des installations de production et de stockage d'électricité, Open Data Réseaux Énergie, 31/07/2025
[135] Seul 1% des communes urbaines et périurbaines accueillent une installation éolienne.
[136] Des catégories de l'INSEE suivantes : bourgs ruraux, rural à habitat dispersé, rural à habitat très dispersé



Pour répondre à l'électrification et donc la décarbonation des usages telles que planifiées, l'enjeu principal lié au développement des renouvelables est celui de sa massification. **Il s'agit d'ici 2035 de viser au minimum une production d'électricité renouvelable annuelle de 270 TWh (contre environ 120 TWh aujourd'hui) et si possible de 320 TWh**[137]. À 2050, même dans le scénario N03 de RTE[138] qui compte la plus faible augmentation des productions électriques renouvelables (comptant pour moitié sur le nucléaire), la production pourrait tout de même atteindre 87 TWh pour l'éolien terrestre (+ 44 TWh par rapport à 2024), 78 TWh pour l'éolien maritime (+ 74 TWh), 86 TWh pour le photovoltaïque (+ 61 TWh) mais seulement 63 TWh pour l'hydraulique (- 12 TWh), en très légère baisse d'ici 2050 d'après les hypothèses hydrologiques de RTE**.** Voir section IV.1.2.E. pour plus de détails.

Toutefois l'identification des potentiels fonciers se heurte encore à des difficultés

L'emprise au sol du déploiement des EnR ne constitue pas quantitativement une contrainte additionnelle forte sur la ressource. Selon les hypothèses employées ci-dessus, la transition énergétique pourrait entraîner une emprise supplémentaire d'au moins 65 000 ha directement liés aux infrastructures renouvelables[139], soit environ 0,12 % du territoire métropolitain. Plus précisément, le photovoltaïque induirait une emprise surfacique de 62 000 ha (effets au sol et sur l'usage des terres, en particulier dans la moitié sud du pays, plus pertinente pour son déploiement), soit 95 % de l'emprise au sol des EnR dans ce scénario, tandis que l'emprise de l'éolien est avant tout paysagère, marquée du fait de sa visibilité dans l'horizon. Voir section IV.5.2.B. pour plus de détails.

---

[137] Bilan Prévisionnel 2023-2035 : RTE éclaire les défis de la grande bascule vers une société décarbonée, RTE, 2023. Précisons que ceci n'est envisageable qu'à la condition que la consommation augmente au même rythme. Dans le cas contraire, se poseraient d'importants enjeux d'équilibre du réseau (a titre d'exemple, une perte de production du parc nucléaire au-delà de 100-150 TWh conduirait à l'arrêt intermittent sur l'équivalent de 20 réacteurs, rendant tout investissement impossible par EDF).

[138] Futurs énergétiques 2050 (N03 Trajectoire de référence), RTE, 2025

[139] En se basant sur le scénario N03 de RTE publié en 2021 et en appliquant les estimations de surface utile (artificialisée) par source d'énergie de l'ADEME, voir section IV.5.2.B. pour plus de détails

L'enjeu pour le développement des énergies renouvelables dépend plutôt de la capacité à identifier des potentiels adaptés, respectant les différentes contraintes propres à chaque type d'énergie. L'implantation d'éoliennes demeure fortement encadrée et soumise à de multiples contraintes : distances minimales aux habitations, protection des sites naturels et patrimoniaux, servitudes militaires et aéronautiques, contraintes écologiques (zones Natura 2000, couloirs de migration), mais aussi des oppositions citoyennes contre la mise en oeuvre de ces projets. Compte tenu des nombreuses contraintes environnementales, techniques et réglementaires pesant sur l'implantation des EnR, l'identification de potentiels relève d'arbitrages complexes.

Le développement de grandes centrales solaires au sol commence à devenir particulièrement complexe, alors même que ces installations sont les plus intéressantes sur le plan économique de par les économies d'échelle qu'elles permettent. Les contraintes existant sur l'artificialisation des sols (loi ZAN) pousse les acteurs à favoriser le recours à des surfaces déjà artificialisées comme des friches industrielles, d'anciennes carrières ou encore d'anciennes bases militaires. Ces gisements de foncier sont limités et convoités par de nombreux projets immobiliers, commerciaux ou industriels, dans le cadre de la loi ZAN (Zéro Artificialisation Nette). L'agrivoltaïsme, ou encore la fragmentation des grosses centrales PV en plus petites unités connectées, facilitant l'intégration paysagère et permettant de limiter l'impact environnemental, apparaissent par exemple comme des pistes privilégiées par la filière pour les futurs projets photovoltaïques. Cette dernière solution revêt en revanche des inconvénients en nécessitant des déploiements d'infrastructures électriques plus diffuses.

Les zones d'accélération de la production d'énergie renouvelables (ZAEnR) ne permettent pour le moment pas de répondre au besoin de délimitation des zones suffisantes permettant d'atteindre les objectifs. Ce dispositif de planification territoriale introduits par la loi n° 2023-175 du 10 mars 2023[140]; doit permettre de présenter un potentiel de développer la production d'énergies renouvelables et de récupération, en priorisant l'implantation de projets selon les potentiels locaux et les contraintes territoriales. Néanmoins, on constate que ces zones, définies et déclarées par les collectivités elles-mêmes, sont principalement dédiées au photovoltaïque sur toit et ne permettent pas d'assurer le mix diversifié de production renouvelable jugé nécessaire par RTE.

Une capacité de raccordement sous tension

Les projets de développement d'EnR se multiplient et s'ajoutent aux demandes de raccordement que doit absorber Enedis. Dans certaines zones, comme dans le département du Lot-et-Garonne, les professionnels signalent un blocage important: depuis mars 2025, « les centrales photovoltaïques > 36 kVA sont quasi bloquées sur 95 % du territoire » faute de capacité de raccordement[141]. Les réseaux distributions pourraient ainsi apparaître saturés localement, ce qui fait peser un double risque : certains projets risquent de ne jamais être raccordés, et d'autres initiatives (qu'elles soient énergétiques ou non) pourraient à leur tour être bloquées faute de capacité disponible. S'agissant, du développement de l'agrivoltaïsme, les collectivités territoriales ne disposent pas de la compétence pour autoriser ou refuser les projet, cette compétence relevant du préfet, conformément à la Loi relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables

[140] LOI n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables (1), Légifrance, 2023
[141] L'appel des professionnels du solaire du Lot-et-Garonne pour débloquer les projets basse tension, actuenergie.fr, consulté le 01/12/2025

(APER)[142]. Ce point soulève des questions sur la gouvernance idoine permettant d'arbitrer dans ces cas de contraintes.

Préconisations

Dans ce contexte, il pourrait être judicieux de sanctuariser dès aujourd'hui une partie du territoire – limitée mais garantie – pour les parc éoliens et solaires, pour sécuriser l'atteinte de nos objectifs climatiques et de notre souveraineté énergétique. Cela pourrait passer par :

- Accélérer l'identification et la sécurisation des emprises foncières mobilisables pour les projets EnR en intégrant, d'une part, les contraintes environnementales, techniques (capacité d'Enedis à raccorder les nouvelles productions, limites à la concentration des infrastructures, etc), réglementaires, paysagères ou encore d'acceptabilité locale. Et d'autre part, des critères de sélection permettant de hiérarchiser les zones potentiellement déployables, comme par exemple la volonté de la commune ou du territoire, les rendements potentiels, la volonté politique de répartir équitablement les installations sur le territoire national.

- Renforcer la coordination entre État et collectivités dans la planification du développement des EnR, renforçant les moyens des Comités régionaux de l'énergie (CRE), afin de dépasser une approche déclarative centrée sur le volontariat communal.

- Reconnaître que tous les territoires ne pourront pas contribuer de la même manière au développement des renouvelables, et définir les conditions d'une répartition différenciée mais acceptée des efforts. Les territoires disposant de conditions particulièrement favorables (ressource éolienne, ensoleillement, tissu d'infrastructures) pourraient être désignés comme zones prioritaires, avec en contrepartie des mécanismes de valorisation et de compensation pour les territoires supportant des usages intenses ou des contraintes associées.

D. L'accroissement des besoins en biomasse destinée à la chaleur, aux biocarburants ou à la fertilisation devrait accentuer des compétitions d'usage territoriales

Des usages déjà bien priorisés à l'échelle des filières agricoles et forestières

Selon le code forestier[143], la hiérarchie des usages du bois privilégie les emplois avec la plus longue durée de vie : d'abord le bois d'œuvre pour la construction, la charpente et le mobilier, puis le bois d'industrie destiné aux palettes, papiers et emballages, et enfin le bois énergie utilisé sous forme de bûches, granulés ou plaquettes pour la production de chaleur. De la même manière pour l'agriculture, traditionnellement, « les arbitrages sur l'utilisation de la biomasse reposent sur une hiérarchisation des usages, qui, pour les cultures alimentaires, laissent la priorité à l'alimentation humaine, puis animale, avant la fertilité des sols et l'énergie »[144].

---

[142] Solaire : le point complet sur le cadre juridique de l'agrivoltaïsme à la suite de la publication du décret du 8 avril 2024 relatif aux installations agrivoltaïques et aux installations agricompatibles - Cabinet Gossement AVOCATS

[143] Introduction à la réglementation forestière, Services de l'État en Isère, Préfecture de l'Isère, 2025

[144] Pour une agriculture bas carbone, résiliente et prospère, The Shift Project (2024). Dans ce rapport, cette hiérarchisation est présentée comme un principe, non comme une règle reconnue appliquée par tous.

Dans ses récents travaux[145], le SGPE propose de prioriser les différents usages de la biomasse[146] selon une préséance économique à trois niveaux. **Les priorités vont à l'alimentation humaine et animale, au stockage du carbone dans les produits bois et forêts, au maintien de la fertilité des sols, à la chaleur industrielle à haute température, aux réseaux de chaleur performants et aux besoins énergétiques de l'agriculture et de la filière forêt-bois.** Certains usages, comme le transport aérien, maritime, routier ou ferroviaire, la chaleur industrielle basse température, le chauffage performant au bois et la production d'électricité dans les zones non interconnectées, doivent être encadrés. Enfin, la production d'électricité à grande échelle et le chauffage (peu performant) des bâtiments résidentiels et tertiaires sont à modérer.

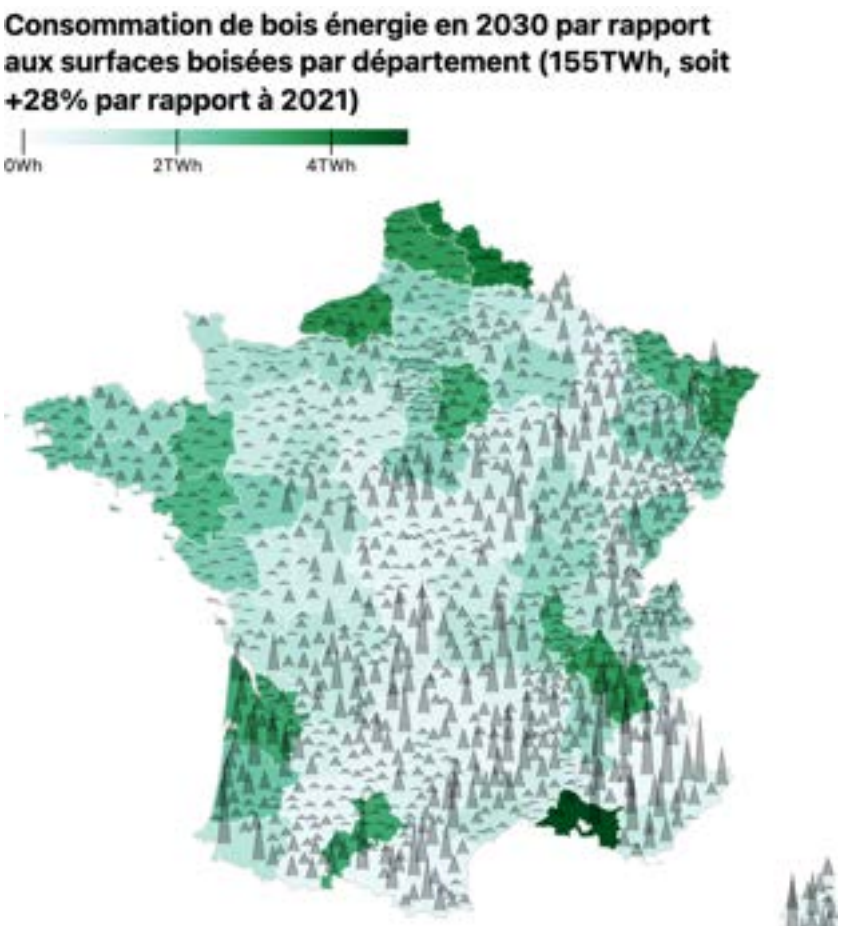
L'augmentation de l'usage du bois comme énergie en substitution des fossiles pourrait entrer en concurrence avec l'usage industriel

Après valorisation de la majeure partie de l'arbre en bois d'œuvre, la ressource restante alimente à la fois l'industrie (papier, carton, panneaux) et le bois-énergie (chauffage, réseaux de chaleur, industrie). Cette ressource, stratégique pour ces deux usages, étant d'ores et déjà disponible en quantité limitée sur notre territoire, **ces secteurs se retrouvent déjà dépendants des importations (58 % du bois d'industrie et 70 % du bois énergie sont importés en France en 2023[147])**.

Ces dernières années ont été marquées par un fort accroissement de la consommation de bois énergie. Par exemple, dans le Grand Est[148], la consommation est passée de 336 000 tonnes par an fin 2006 à 1 940 000 fin 2021.

Sans recours à davantage de bois importé, l'augmentation de l'usage du bois comme énergie en substitution des fossiles devrait en absolu accentuer la concurrence entre les usages bois-énergie et les usages bois-industrie. Selon le SGPE[149], la hausse prévue des usages énergétiques est estimée à + 40 TWh/an entre 2030 et 2021[150], principalement dans l'industrie (**x 2,4** entre 2021 et 2030) et les réseaux de chaleur (**x 4** entre 2021 et 2030).

[145] Bouclage biomasse : enjeux et orientations, SGPE, 2024
[146] Biomasse agricole, forestière, aquatique ou importée
[147] Basé sur les chiffres de Veille Économique Mutualisée, France Bois Forêt, 2025. En prenant en compte l'importation du bois d'œuvre devenu connexe.
[148] Tensions sur le secteur bois d'industrie / bois énergie, CRFB Grand Est, 2023.
[149] Bouclage biomasse : enjeux et orientations, SGPE, 2024
[150] De 115 TWh en 2021 à 155 TWh en 2030.



Lecture : Selon les hypothèses nationales du SGPE : 57,2TWh pour le chauffage résidentiel bois/fioul, 38TWh pour chauffer l'industrie (bois, papier, agroalimentaire, matériaux), 33,9TWh pour les réseaux de chaleur et 20,5TWh pour la production d'électricité des centrales biomasse. Les pics à vocation illustrative représentent la surface boisée.
Source : The Shift Project (2025) d'après le bouclage biomasse du SGPE (2024).

Cela pourrait renforcer la dépendance de certains territoires à une ressources dont ils disposent relativement peu. C'est le cas de départements comme **les Bouches-du-Rhône, le Pas-de-Calais, le Nord, la Seine-Maritime et la Loire-Atlantique, qui consomment en 2022 en moyenne 6 fois plus de bois-énergie qu'ils n'en produisent**, soit 2 fois plus que la moyenne nationale. Tandis que d'autres territoires forestiers comme les Vosges, l'Isère, la Gironde ou les Landes devraient à court terme mieux résister à ces tensions[151]. Voir section IV.2.2.B. pour plus de détails.

Au-delà de l'enjeu de renchérissement du risque de compétition d'usage, l'exploitation du bois à des fins énergétiques peut générer des impacts écologiques importants. En permettant une exploitation plus importante des produits de la coupe, elle peut générer l'appauvrissement des sols forestiers (où se concentre la majorité du carbone stocké par les forêts), la réduction du bois mort, la perte de biodiversité et la dégradation des sols liée à la mécanisation. Ne sollicitant pas les mêmes essences forestières, le bois énergie demandent des

[151] Dans un premier temps, le dépérissement forestier (sécheresse, scolyte et depuis peu nématode du pin) devrait générer des coupes massives et donc une augmentation de la disponibilité de bois-énergie (notamment). Mais cela fragilisera fortement la productivité forestière à moyen et long terme. Sources : En forêt, la crise des scolytes s'accélère partout en France, ONF, n.d. ; Santé des végétaux : un foyer de nématode du pin détecté pour la première fois en France, Ministère de l'agriculture, 2025

arbres à croissance rapide, donc plus de monocultures et de plantations, avec des récoltes plus fréquentes, une plus grande exportation des rémanents au détriment de la fertilité du sol (en bois d'œuvre certains rémanents sont laissés sur place). Enfin, il faut noter que les petites installations (type poêle, inserts et chaudières bois) dégradent la qualité de l'air par leurs particules fines.

Préconisations

Le développement non maîtrisé d'usages du bois comme énergie ne pourrait être assuré par un surplus de production nationale et conduirait soit à la préemption de ressources en bois d'industrie, soit à l'augmentation des importations (voir section II.3.A.). Afin d'éviter ces écueils et d'assurer une trajectoire soutenable et compatible avec les objectifs climatiques il s'agirait de :

- **Poursuivre la planification nationale de l'usage du bois énergie en intégrant les limites territoriales de disponibilité de la ressource**, les impacts écologiques de son exploitation et le risque de compétition croissante avec les usages industriels. Il s'agit de déterminer un optimum de production du bois énergie en France, et fixer en cohérence une limite aux déploiement des systèmes énergétiques nécessitant du bois comme intrants (chauffage collectifs ou individuels, chauffage dans l'industrie, centrale de cogénération bois, etc.)

- **Sur la base de ce « plafond national de bois énergie disponible nationalement » à ne pas dépasser, orienter prioritairement le développement du bois énergie vers les territoires disposant d'une ressource locale suffisante[152],** en s'appuyant sur des critères tels que la proximité des forêts ou encore la cohérence avec les besoins énergétiques locaux. A l'inverse, dans les territoires structurellement déficitaires, prioriser le développement d'autres sources de chaleur décarbonée (réseaux alimentés par chaleur fatale, pompes à chaleur) et flécher les approvisionnements forestiers importés

- **Renforcer la coopération entre territoires pour le partage de la ressource** au sein d'un cadre national de planification, en établissant des ordres de grandeur consolidés de disponibilité de la ressource bois, en explicitant la répartition des usages entre zones excédentaires et déficitaires, et en mettant en place un dispositif de suivi pluriannuel permettant de s'assurer que les consommations locales ne s'écartent pas durablement de la trajectoire de référence définie à l'échelle nationale.

[152] Et ne disposant pas d'autres potentiels de production de chaleur "non délocalisable" (type chaleur latente, géothermie, etc.) cf. EnR'CHOIX - Le bon choix thermique pour votre territoire, ADEME, n.d.

Le développement de la biomasse agricole pour la production de biocarburants pourrait entrer en concurrence avec les productions alimentaires

On estime à 6,3 % la part des biocarburants conventionnels dans les carburants consommés à la pompe, représentant l'équivalent de 31 TWh[153] d'énergie et nécessitant environ 3 millions d'hectares pour cultiver leur matière première, en France et à l'étranger.

Pour répondre à l'objectif européen d'incorporer 7 % maximum de biocarburants conventionnels dans les carburants routiers[154] (soit une augmentation de moins d'un point), il faudrait augmenter leur production de +3,5 TWh pour passer de 31 TWh à 34,5 TWh, **soit l'équivalent de 310 000 hectares de colza ou de maïs. Cela représenterait une augmentation d'environ 11 % des surfaces de production de ces cultures en France[155].**

Par ailleurs, la France importe encore une majorité des matières premières nécessaires à la production de ses biocarburants conventionnels actuels. En 2019[156], elle en importait 73 % pour son biodiesel conventionnel, soit l'équivalent de 17,3 TWh, et 33 % pour son bioéthanol conventionnel, soit 2,4 TWh. **Relocaliser la production de ces matières-là, ajoutées à celles nécessaires pour atteindre les 7 % d'incorporation évoqués plus haut, impliquerait de mobiliser l'équivalent de 2,1 millions d'hectares de terres agricoles, soit plus de 7 % de la SAU nationale actuelle**, ou 80 % de la surface de la Bretagne (27 200 km²). En mélangeant les cultures utilisables pour la production de ces biocarburants, ces surfaces pourraient être composées de plus de 1,9 millions d'hectares de colza ou de tournesol[157], ce qui revient à tripler la surface de colza actuelle, et à augmenter de 250 000 hectares celles de maïs ou de blé.

---

[153] En 2024, la France métropolitaine consomme 40,8 TWh (source : Biocarburants, SDES, 2025 répartit en 30,4 TWh de biodiesel et 10,4 TWh de bioéthanol). On peut donc estimer que les biocarburants représentent 8,3 % de l'ensemble des carburants consommés à la pompe. 76 % de ces biocarburants est d'origine conventionnelle (un biocarburant "conventionnel" est principalement issu de cultures pouvant être en concurrence avec l'alimentation, tandis qu'un biocarburant "avancé" est issu de coproduits ou déchets alimentaires. En France 78 % du biodiesel consommé est conventionnel, soit 23,7 TWh, comme 69 % du bioéthanol, soit 7,2 TWh) c'est-à-dire principalement issu de cultures pouvant être en concurrence avec l'alimentation, représentant alors 6,3 % les carburants consommés à la pompe (40,8 TWh de biocarburant consommé en 2024 sur les 450 TWh de pétrole routier consommé en 2023)

[154] Biocarburants, Ministères Aménagement du territoire Transition écologique, 2025

[155] Les surfaces en colza d'hiver atteignent désormais 1,34 million d'hectares en 2023; 1,48 million d'hectares (Mha) de maïs grain seraient cultivés en France en 2025.

[156] Transition(s) 2050, ADEME, 2022 (p. 477)

[157] On considère ici un mélange de ces cultures, car ce sont les cultures généralement utilisées pour ces biocarburants conventionnels, et que ce mélange évite d'être trop péremptoire sur une culture spécifique alors que plusieurs autres pourraient être utilisées.



En faisant l'hypothèse d'une répartition de ces nouvelles cultures selon les lieux de culture actuels[158], cette extension se concentrerait dans la zone de grandes cultures située au nord d'un axe allant du nord des Vosges à l'embouchure de la Garonne. Dans cette hypothèse, le développement de cultures dédiées aux biocarburants nécessiterait en moyenne 14 % de la SAU de 2020 des 10 départements avec les plus grandes surfaces à mobiliser, comme l'Eure-et-Loir, l'Yonne ou la Marne, avec un maximum de 17 % de la SAU pour le département de l'Yonne.

Préconisations

La réponse au besoin de biomasse pour les biocarburants peut soit préempter directement de la biomasse sur le marché des denrées agricoles, venant en conflit avec d'autres usages de cette même biomasse, soit préempter des surfaces agricoles, venant en conflit avec les usages de la biomasse qui était produite sur ces terres agricoles.

- Traduire tout chiffre de progression des consommations d'une bioénergie en termes de surfaces et de ressources en biomasse à mobiliser, et expliciter les volumes et la localisation de ces nouvelles productions, afin d'envisager concrètement les risques de conflit avec les autres usages de ces ressources (par exemple alimentaire).

[158] Pour profiter de l'effet d'agglomération, où le développement de ces surfaces supplémentaires bénéficierait d'être localisé là où les acteurs, infrastructures, fournisseurs et compétences liés ces cultures sont déjà présents.

- Interroger systématiquement la disponibilité de la ressource à moyen terme, notamment sous l'effet du changement climatique (voir résultat général n°8), et prendre en compte la dépendance des autres secteurs à cette ressource que ce soit pour leurs usages actuels ou pour leur décarbonation.

- Considérer les potentiels besoins d'irrigation générés par le développement de cultures destinées aux biocarburants dans des contextes où l'eau pourrait venir à manquer (voir section IV.4. pour plus de détails).

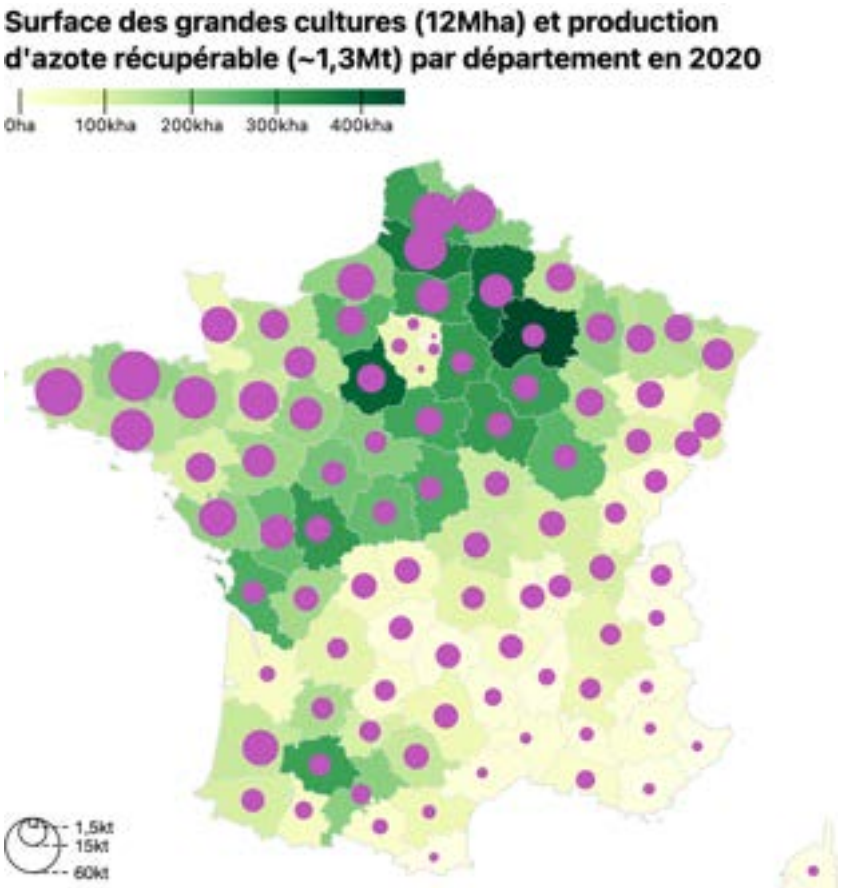
Usage combiné des effluents comme fertilisant et en méthanisation: une opportunité dépendante de la proximité entre production et consommation

Aujourd'hui, nous dépendons largement de l'azote synthétique pour la fertilisation des cultures, en particulier dans les grandes cultures. Ainsi, la production[159] de blé tendre nécessite environ 160 à 200 kg d'azote par hectare, tandis que c'est de 120 à 150 kg pour un hectare d'orge, 150 kg/ha pour le maïs grain, 160 pour le colza, 50 pour le tournesol et 80 kg/ha pour la betterave à sucre. **Ces engrais azotés que nous utilisons sont majoritairement importés.** En 2022, seul 33 % de l'azote utilisé en France provient de la production française, le reste est importé depuis les pays de l'UE (29 %),ou du reste du monde (38 %), principalement Russie, États-Unis, Égypte, Algérie et Trinidad et Tobago. Ces importations représentaient cette année là un volume de 4,8 Mt d'engrais azotés[160].

Pour en réduire l'utilisation, il est possible de recourir aux engrais organiques. Il est par exemple possible d'exploiter le gisement d'effluents produits par l'élevage. Ces derniers sont beaucoup moins émetteurs que l'azote synthétique qui représente à lui seul 7,5 % des émissions nationales (5 % directes, 2,5 % indirectes)[161].

En 2022 le gisement national représente environ 2,7 millions de tonnes d'azote pur, dont la moitié est récupérable[162], l'autre étant émise directement à la pâture, où elle joue un rôle de maintien de la fertilité des sols[163]. Les principaux gisements d'effluents récupérables se situent dans le nord (Nord, Pas-de-Calais, Somme, Seine-Maritime), l'ouest (Bretagne, Pays de la Loire) et les Landes, tandis que les besoins en azote se concentrent dans les grandes cultures, notamment situées dans le Nord, l'Île-de-France, le Grand Est, le Centre-Val de Loire, le nord de la Nouvelle Aquitaine.

[159] Engrais azotés, concertation pour le pacte et la loi d'orientation et d'avenir agricole, Ministère de l'agriculture, 2022
[160] Nous en avons également exportés 0,5 Mt, source : Engrais azotés, concertation pour le pacte et la loi d'orientation et d'avenir agricole, Ministère de l'agriculture, 2022
[161] Pour une agriculture bas carbone, résiliente et prospère, The Shift Project, 2024
[162] À notre connaissance, il n'existe pas de source indiquant exactement la part locale des effluents effectivement récupérée puis utilisée comme fertilisant.
[163] Concertation pour le pacte et la loi d'orientation et d'avenir agricole sur les Engrais Azotés, Ministère de l'Agriculture, 2022



Lecture : Surfaces de céréales, oléoprotéagineux, betteraves sucrières et pommes de terre. Un point indique la production d'azote récupérable des effluents d'élevages du département (en tonnes). La moitié des effluents est émise directement à la pâture et n'est pas récupérable. On ne conserve ici que l'autre moitié, récupérable, émise en batiment.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données du recensement agricole 2020 (Agreste, 2020).

Il existe cependant un vrai différentiel géographique entre les zones de production d'effluents (zones denses en activités d'élevage) et les zones de grandes cultures qui sont très dépendantes de fertilisation (actuellement largement dépendantes d'azote de synthèse). Ainsi, 10 des 25 départements ayant les plus grandes surfaces en grandes cultures[164] figurent aussi parmi les 50 départements qui produisent le moins d'azote récupérable en France : la Marne, la Seine-et-Marne, le Gers, le Cher, la Charente-Maritime, la Côte-d'Or, l'Indre, l'Indre-et-Loire, le Loir-et-Cher et la Haute-Garonne. **Ces 10 départements concentrent 23 % des surfaces en grandes cultures mais ne représentent que 8 % du potentiel national d'azote récupérable** (voir section IV.3.2.D. pour plus de détails).

Cette faible correspondance territoriale limite la capacité à substituer les engrais de synthèse par des apports organiques locaux. Il s'agit, pour y remédier, de mieux répartir les activités d'élevage en France, notamment pour les monogastriques (porcs, volaille), et d'envisager un recours aux cultures de légumineuses, qualifiées d'engrais verts pour leur capacité à fixer l'azote de l'air et ainsi à fertiliser les sols, notamment en tant que cultures intermédiaires[165].

[164] Les grandes cultures sont les céréales, oléoprotéagineux, betteraves sucrières et pommes de terre.
[165] Rapport Pour une agriculture bas carbone, résiliente et prospère, The Shift Project, 2024 (p. 130)

D'autre part, les effluents sont aujourd'hui centraux dans la production de biométhane. Ils représentaient ainsi 55 % de la matière première mobilisée pour les 11,6 TWh de biométhane produits en France en 2024. **Certains territoires possèdent des potentiels en effluents relativement plus élevés**, comme la Bretagne, Normandie et Pays de la Loire, qui concentrent à eux seuls 30 % de ces gisements[166]. L'évolution potentielle de la répartition des élevage, telle qu'indiquée précédemment, invite cependant à anticiper une évolution dans la disponibilité future de matière dans certains bassins historiques. **Il s'agit de veiller à ne pas créer, localement, une dépendance structurelle aux effluents** – au risque de fragiliser les unités existantes si la production venait à diminuer ou se déplacer vers d'autres territoires (voir section IV.3.2.C. pour plus de détails).

Il n'y a pas de conflit à anticiper, *a priori*, entre les usages des effluents en tant que fertilisant et comme matière première dans les méthaniseurs. Les digestats de méthaniseurs peuvent en effet également être mobilisés comme engrais azotés en substitution aux engrais de synthèse. En revanche, dans le cadre de la méthanisation, les risques semblent plutôt se reporter sur le partage de la ressource en biométhane ainsi produite (environ 100 TWh dans la plupart des scénarios de transition, soit ¼ du gaz fossile aujourd'hui consommé). La production de biométhane est contrainte du fait de potentiels qui restent limités. Des conflits pourraient cependant exister dans la mobilisation d'autres potentiels comme les cultures intermédiaires ou les déchets de bois.

[166] Proportion calculée à partir des estimations des potentiels de gaz verts à horizon 2050 de GRDF, GRDF, n.d.

3. Réussir la décarbonation et préserver notre souveraineté suppose une maîtrise des conflits d'usage

A. Le recours aux importations pour la biomasse agricole et forestière ne saurait être une réponse aux risques de tensions ou de conflit d'usage sur ces ressources locales

Le développement du bois énergie pourrait accroître notre dépendance aux importations de bois énergie ou de bois industrie

La France consomme déjà davantage de bois qu'elle en produit : 22,1 millions d'équivalent tonnes de bois sont consommées pour l'énergie, contre l'équivalent de 21 millions de tonnes produites en 2023[167]. 18,3 millions d'équivalents tonnes de bois d'industrie sont consommées, contre l'équivalent de 14,2 millions de tonnes produites[168]. **Nous sommes donc au niveau national déficitaire dans le bois utilisable pour l'industrie ou l'énergie au titre de 5,2 millions de tonnes[169].** D'autant plus que la France exporte 15,2 millions de bois industrie et 3,1 millions de bois-énergie, ce qui accroît encore davantage la dépendance du pays aux importations, et se traduit dans l'importation de 19,4 millions de tonnes de bois d'industrie et 4,3 millions de tonnes de bois-énergie[170], soit **déjà une importation de 23,7 millions de tonnes de bois industrie et énergie**[171].

Substituer la ressource bois au pétrole ou au gaz comme source d'énergie entraîna mécaniquement une augmentation locale des besoins en bois (résultat général n°3), ce qui peut soit conduire à capter une partie des volumes actuellement destinés à l'industrie – dans la mesure où ces deux usages mobilisent des qualités de bois similaires –, soit nécessiter un recourir au marché international du bois énergie. Dans les deux cas, une telle évolution serait susceptible de créer des tensions sur les marchés nationaux du bois - énergie ou industrie - et d'affecter l'ensemble des territoires qui en dépendent. **Le recours aux importations de bois énergie ou bois industrie impliquerait le transfert de dépendances, de pays fournisseurs d'énergie fossile vers des pays fournisseurs de biomasse forestière, avec les incertitudes économiques et les vulnérabilités que cela implique**.

Ainsi, dans le cas où la hausse de la demande estimée à +40 TWh entre 2021 et 2030[172] serait couverte par une hausse des importations, **nous passerions d'une dépendance de 30 % aux importations de bois énergie en 2023[173] à 57 % en 7 ans**. Recourir aux importations de bois énergie pour se passer des fossiles reviendrait à passer d'une dépendance vis-à-vis d'un pays tiers à une autre, parfois auprès du même pays. Par exemple, jusqu'à 2019, 17 % des surfaces

---

[167] Données issues de Veille Économique Mutualisée, France Bois Forêt, 2025
[168] Données issues de Veille Économique Mutualisée, France Bois Forêt, 2025
[169] Il faut cependant noter les limites de ce calcul : à défaut de transparence sur les unités mobilisés dans la Veille Économique Mutualisée, France Bois Forêt, 2025 > nous n'avons pas la garantie qu'une tonne équivalent bois énergie soit égale à une tonne équivalent bois industrie, ce qui limite la portée de la comparaison.
[170] Données issues de Veille Économique Mutualisée, France Bois Forêt, 2025
[171] De la même manière que précédemment, nous n'avons pas la garantie ici qu'une tonne équivalent bois énergie soit égale à une tonne équivalent bois industrie.
[172] Bouclage biomasse : enjeux et orientations, SGPE, 2024
[173] Basé sur les chiffres de Veille Économique Mutualisée, France Bois Forêt, 2025 en prenant en compte l'importation du bois d'œuvre devenu connexe.

nécessaires à nos importations de bois proviennent de pays à risque de déforestation et qui ne sont pas nécessairement nos alliés, comme la Russie et la Chine[174].

Dans le cas où le bois pour l'industrie était préempté pour l'usage énergétique, alors ce serait les importations de bois industriel qui seraient portées à la hausse, **passant d'une dépendance de 78 % aux importations de bois industrie en 2023[175] à une dépendance de 100 % aux importations en 2030**. Comme vu précédemment (résultat général n°3), les territoires les plus exposés pourraient être ceux qui produisent relativement peu de bois par rapport à leur importante consommation, comme le Nord, le Pas-de-Calais, la Loire-Atlantique, le Bas-Rhin et l'Isère.

L'incorporation croissante des biocarburants dans les carburants devrait pouvoir se faire sans accroître les importations de biomasse

En 2019, 66 % de la biomasse utilisée dans la production de nos biocarburants routiers est déjà importée[176], majoritairement en provenance de l'Allemagne, de l'Ukraine et de l'Australie[177]. Ces biocarburants sont incorporés à hauteur de 6,3 % dans nos carburants fossiles en 2024. Atteindre le plafond de 7 % pour les biocarburants de première génération[178] requiert l'équivalent d'1 million de tonnes supplémentaires de colza, maïs grain et blé tendre confondus. **Importer ces volumes augmenterait notre dépendance aux importations de ces cultures de 28 % par rapport à 2020[179]**. Nous exportons environ 25-30 millions de tonnes de céréales par an, ce qui laisse à penser que **notre système agricole serait en mesure d'absorber ces besoins complémentaires, voire de relocaliser une partie de la production de biomasse nécessaires à l'incorporation de biocarburants**.

Cela suppose de définir et qualifier les grandes priorités que nous souhaitons donner au système agricole à l'horizon 2050 : une meilleure autonomie agricole et alimentaire nationale ? Une moindre dépendance énergétique nationale ? Le maintien de capacités exportatrices dans un objectif de contribution potentielle à la sécurité alimentaire internationale ?[180]

Biomasse agricole et forestière : des importations coûteuses pour la souveraineté et la transition écologique

Les importations de biomasse agricole et forestière génèrent un certain nombre de problématiques. **D'une part, elles posent question sur les modes de production de ces ressources à l'étranger**, avec d'importants risques de déforestation[181] ou de recours à des substances chimiques interdites en France. **D'autre part, les productions à l'étranger sont des productions moins maîtrisables, dont l'approvisionnement n'est pas garanti**. En effet, en particulier dans un contexte de changement climatique où les productions pourraient être menacées par des baisses de rendements et des pertes de production, il n'existe aucune garantie que les exportations soient maintenues au niveau actuel. L'évolution récente du commerce

[174] Bois et produits dérivés - Stratégie nationale de lutte contre la déforestation importée, Ministère de la Transition Écologique, n.d.
[175] Basé sur les chiffres de Veille Économique Mutualisée, France Bois Forêt, 2025 en prenant en compte l'importation du bois d'œuvre devenu connexe.
[176] Transition(s) 2050, ADEME, 2022 (p. 477)
[177] Panorama des biocarburants durables incorporés en France, Carbure, 2024
[178] Confirmée dans la révision de la directive EnR (directive 2018/2001 appelée EnR2), source: Biocarburants, Ministères Aménagement du territoire Transition écologique, n.d.
[179] Bilan d'approvisionnement de la France, Agreste, 2020
[180] Pour une agriculture bas carbone, résiliente et prospère, The Shift Project, 2024
[181] C'est le cas des importations de soja ou de biodiesel produit à partir d'huile de palme

mondial montre par exemple que de nombreux pays ont recours à des restrictions à l'exportation en période de crise – comme cela a été observé lors des flambées de prix agricoles de 2007-2008, pendant la pandémie de COVID-19 ou encore depuis le début de la guerre en Ukraine – afin de garantir leur propre sécurité d'approvisionnement, réduisant ainsi les volumes disponibles sur les marchés internationaux[182].

Par ailleurs, les importations de biomasse impliquent d'importants moyens logistiques eux-mêmes fortement dépendants d'un pétrole abondant et peu cher. Toute dépendance accrue aux importations de biomasse peut ainsi se traduire en une dépendance supplémentaire au pétrole. En effet, si la substitution d'énergies fossiles par des énergies issues de la biomasse peut sembler judicieuse dans un objectif de décarbonation, le déploiement de telles mesures ne contribue véritablement à la souveraineté qu'à condition de ne pas accroître notre dépendance aux importations de manière inconsidérée. Il faut aussi être attentif à ne pas déstabiliser des filières qui dépendent aujourd'hui peu des importations. De la même manière, il faut être attentif à ce que nos importations ne génèrent pas de problématique dans les pays producteurs, comme la déforestation précédemment mentionnée, ou comme la valorisation dans ces pays des cultures d'export au détriment de leurs productions vivrières locales.

Préconisations

Afin de garantir que la décarbonation par la biomasse ne renforce la dépendance de la France aux importations, quatre préconisations peuvent être retenues :

- **Affirmer la priorité donnée à la souveraineté**, en actant que le recours aux importations ne peut constituer une réponse structurelle aux tensions ou conflits d'usage locaux, et en explicitant les risques liés aux importations : volatilité des prix, risques de restriction à l'export, impacts environnementaux dans les pays producteurs, dépendance accrue aux transports pétroliers.

- **Planifier de manière transparente les usages prioritaires de la biomasse forestière et agricole** dans un cadre national de répartition des ressources limitées, Cette priorisation devrait permettre aux territoires d'anticiper les arbitrages les plus critiques entre usages énergétiques, industriels, alimentaires et pour la captation de carbone.

- **Renforcer la mobilisation durable des ressources domestiques** : meilleure valorisation des coproduits agricoles et forestiers, réduction des pertes, renforcement de l'économie circulaire biosourcée, amélioration de la gestion sylvicole et agricole, et soutien aux filières locales de transformation. L'objectif est de réduire le déficit matière et d'éviter que le recours accru à la biomasse dans la décarbonation ne se traduise par un transfert massif de dépendance vers des pays tiers.

[182] Export restrictions on staple crops since 2007, OCDE, 2024

B. L'efficacité et la sobriété sont indispensables pour maîtriser les pressions sur les ressources locales, et ainsi renforcer notre capacité à y répondre par nos propres moyens

L'efficacité est une réduction de la consommation énergétique ou matière pour un même usage. Elle se joue à tous les niveaux : dans les procédés industriels ; dans les transports, via la baisse de consommation unitaire des véhicules ; ou encore dans le bâtiment (logement et tertiaire), via la rénovation thermique ou l'installation de modes de chauffage plus efficaces (comme des pompes à chaleur).

La sobriété est une révision volontairement organisée de nos usages à l'aune de nos besoins, conduisant notamment à une réduction du volume de biens et de services consommés. Dans chaque secteur – de l'alimentation au logement en passant par la mobilité – la sobriété joue un rôle important pour garantir la capacité de chacun d'eux à satisfaire leurs besoins.

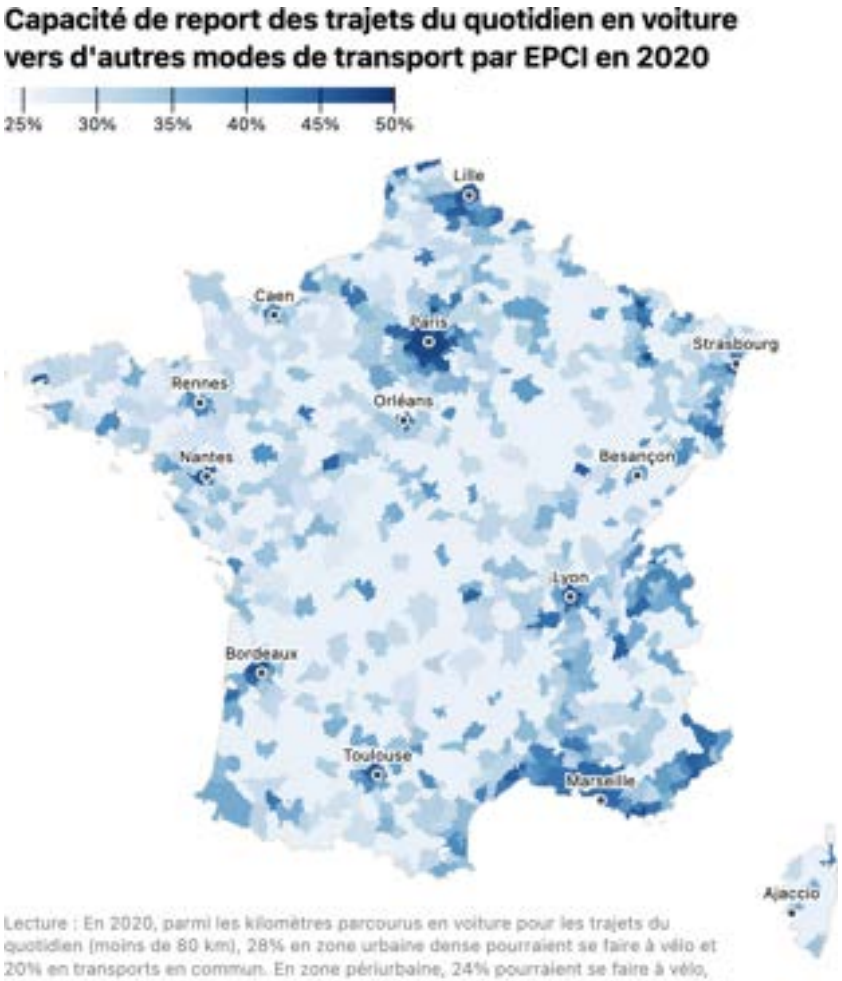
Mobilisées conjointement, l'efficacité et la sobriété peuvent contribuer à réduire localement les déséquilibres entre disponibilité et consommation de la ressource énergétique ou matière, atténuant ainsi les tensions. Elles renforcent la capacité des territoires à répondre à leurs besoins, voire à créer des espaces d'opportunité permettant de mieux tolérer l'apparition de nouvelles activités consommatrices en ressources. **Ces deux leviers ont ainsi tout leur rôle à jouer dans les secteurs les plus difficiles à décarboner, et dans les zones les plus à risque de tensions ou de conflits d'usage**.

Levier d'efficacité énergétique, le report modal peut permettre localement et de façon différenciée de contenir la hausse des besoins en électricité pour la mobilité

Pour considérer le potentiel des leviers d'efficacité et de sobriété dans la réduction des conflits d'usages sur les ressources, il faut commencer par analyser la capacité différenciée des différents territoires à les activer. **L'exemple du levier de report modal, correspondant au remplacement de déplacements en voiture par des déplacements utilisant d'autres modes de transports (transports en commun, vélo ou marche), permet ici d'illustrer les fortes différences existant entre centres urbains, couronnes urbaines et territoires ruraux**.

Selon un scénario maximaliste fondé sur les hypothèses de l'ADEME et du Shift Project, 23 % des kilomètres parcourus en voiture aujourd'hui pourraient être réalisés à pied ou à vélo, 8 % en transports en commun et 10 % en covoiturage[183], **soit une réduction globale d'environ 36 % des kilomètres parcourus en voiture, conduisant à une réduction de la consommation énergétique de la mobilité individuelle.**

[183] C'est-à-dire une diminution de 5 % des km en voiture, puisqu'il y a toujours une voiture qui roule pour au moins deux personnes.



On observe que la capacité de report de la voiture individuelle pour les trajets du quotidien vers d'autres modes de transport est particulièrement importante **dans les métropoles et communautés urbaines, où 45 % des kilomètres parcourus[184] pourraient être reportés en moyenne**. Cela représente environ **43 milliards de voyageurs-kilomètres**, soit une économie d'environ **7,4 TWh** d'électricité par rapport à un scénario d'électrification intégrale des distances parcourues aujourd'hui en voiture thermique. Ces chiffres atteignent respectivement **50 %** des kilomètres qui pourraient être reportés, et **1,3 TWh** d'économie d'électricité **pour la seule Métropole du Grand Paris**. Ces capacités de report diminuent dès que l'on s'éloigne de ces moyennes et grandes villes.

Dans les territoires ruraux[185], la capacité de report modal atteint en moyenne 35 % des kilomètres parcourus, avec le potentiel le plus faible de 26 % dans l'EPCI Armagnac Adour. Pour ces territoires, cela représente tout de même en cumulé environ 120 milliards de voyageurs-km, soit une économie d'environ **21 TWh** d'électricité par rapport à un scénario d'électrification intégrale des kilomètres aujourd'hui parcourus en voiture thermique. Voir section IV.1.2.B. pour plus de détails.

[184] Parcourus en voiture en 2020. Cela signifie que ces chiffres tiennent compte des des parts modales existantes, et déjà différentes d'un EPCI à l'autre.
[185] On entend par territoire rural les Communautés de Communes et les Communautés d'Agglomération.

Les kilomètres reportés depuis la voiture individuelle vers d'autres modes constituent autant de déplacements qu'il n'est pas nécessaire d'électrifier, ce qui permet de limiter une partie de la hausse globale des consommations électriques. **Dans le département du Nord, où le report de la voiture individuelle pour les trajets du quotidien atteint 40 %, cette dynamique représenterait une économie d'environ 0,8 TWh d'électricité.**

Considérer les effets territoriaux des leviers de transition permet ainsi de jouer sur leur complémentarité géographique et permet de cibler des leviers qui allègent les tensions dans des territoires encore fortement vulnérables (voir partie résultat généraux « énergies fossiles ») et où le potentiel est le plus important. Inversement, cela permet d'identifier des territoires dont la consommation n'est que peu amoindrie par un levier de transition donné[186].

L'efficacité comme moyen d'atténuer les nouvelles consommations futures : l'exemple de la rénovation thermique

La combinaison de leviers d'efficacité avec des mesures de décarbonation pouvant accroître localement la consommation – comme l'électrification – permet d'en limiter les effets. Dans un plan de transition, les gains d'efficacité permettent ainsi de réduire les besoins globaux à service constant et compensent une partie des hausses induites. Dans le bâtiment, la rénovation thermique illustre cette logique : en améliorant la performance des logements, elle atténue durablement l'augmentation de consommation liée à des équipements plus électrifiés, tels que les pompes à chaleur[187].

Sans rénovation, l'électrification accrue et la modernisation des systèmes de chauffage se traduirait par une stabilisation de la demande nationale d'électricité[188], ne modifiant pas la consommation d'électricité nationale. En effet, bien qu'un grand nombre de chauffages au gaz ou au fioul soient remplacés par des chauffages électriques, ce qui augmenterait la consommation, le passage massif de radiateurs peu performants vers des pompes à chaleur nettement plus efficientes la contrebalance.

Selon nos projections, **ajouter une rénovation généralisée du parc résidentiel, conduisant à un parc composé à 100 % de logements classes DPE A, B ou C a l'horizon 2050, pourrait réduire la consommation électrique résidentielle nationale d'environ 16 TWh**[189]. Cela correspondrait à une baisse de 4 % de la consommation d'électricité nationale par rapport à 2022.

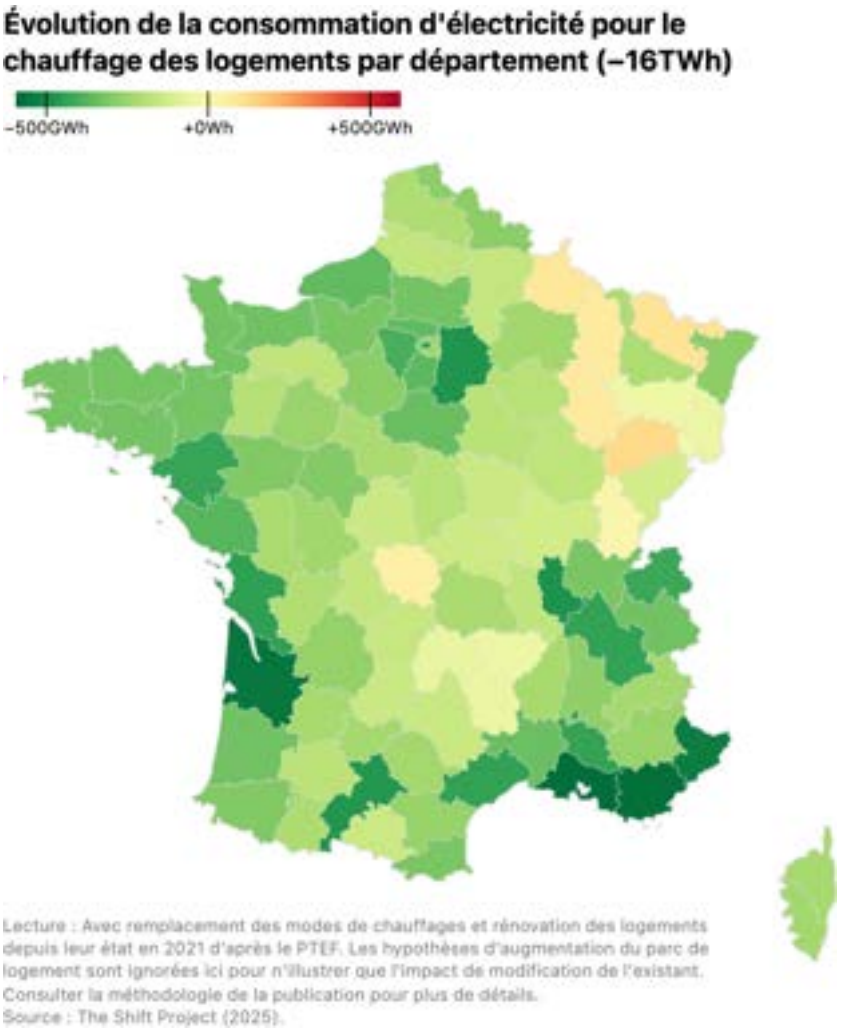
---

[186] Nous n'avons pas instruit ici la question du ferroviaire. Il serait pertinent d'évaluer dans quelle mesure la création de lignes supplémentaires, la rénovation du réseau, ou encore l'augmentation du cadencement pourraient avoir des effets plus importants (dans des zones déjà bien couvertes et fonctionnelles, ou dans des zones qui se prêtent peu au développement du ferroviaire).

[187] Bien que les consommations énergétiques soient globalement plus faibles du fait de la plus grande efficience des machines fonctionnant à l'électricité. Par exemple, les véhicules électriques et les pompes à chaleur consomment moins d'énergie que leurs équivalents fossiles.

[188] En fonction d'une évolution des modes de chauffage du PTEF, consulter notre Guide méthodologique.

[189] En fonction d'une stratégie de passage des DPE et des modes de chauffage du PTEF, consulter notre Guide méthodologique.



Le Var, les Bouches-du-Rhône, les Alpes-Maritimes et la Gironde enregistrent la plus forte diminution de consommation électrique pour le chauffage résidentiel. **Cependant, cette diminution n'a pas la même importance localement quand on la compare avec les augmentations pressenties pour l'industrie, la mobilité en voiture et le fret routier** (voir section II.2.). Dans le cas du Var, peu industrialisé, les - 650 MWh d'électricité pour le chauffage résidentiel représentent près de la moitié des + 1,5 TWh identifiés plus haut, tandis que pour les Bouches-du-Rhône, très industrialisé, les - 600 MWh d'électricité pour le chauffage résidentiel ne représentent que 3 % des + 20 TWh identifiés plus haut.

On peut identifier plusieurs situations dans la dynamique de consommation électrique pour le chauffage résidentiel :

- **Les territoires qui se chauffent déjà majoritairement à l'électricité** (côte atlantique, côte méditerranéenne) vont globalement consommer bien moins d'électricité pour le chauffage, car les baisses de consommations liées aux rénovations vont compenser le remplacement des derniers chauffages fonctionnant au gaz et au fioul. De plus, l'adoucissement des hivers lié au changement climatique va globalement alléger les consommations électriques.

- **Les territoires qui se chauffent majoritairement au gaz** (pourtour des grandes villes, est de la France et nord de la France) **et au fioul** (par exemple dans le massif central, ou

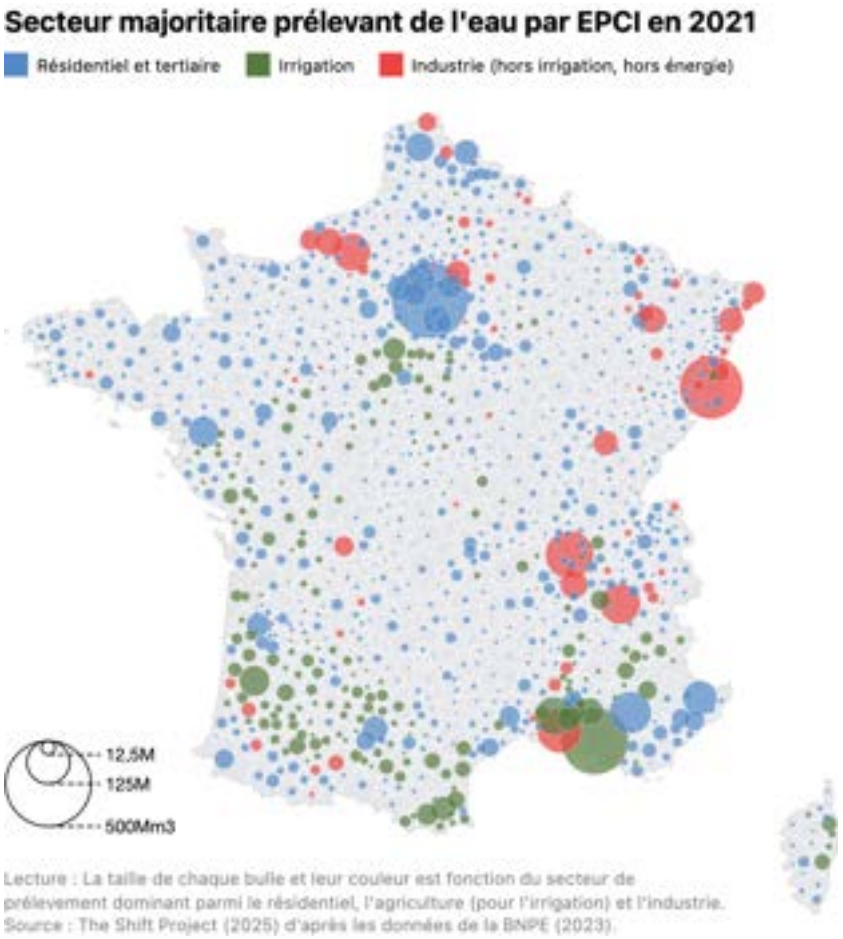
encore en Picardie), vont voir leur consommation électrique faiblement diminuer ou légèrement augmenter, du fait de l'effet croisé du remplacement des chauffages carbonés et de la rénovation des bâtiments.

À l'inverse, un remplacement des systèmes de chauffage sans rénovation thermique conjointe peut entraîner une légère augmentation de la consommation électrique locale. Par exemple, dans les territoires à forte part de chauffages fossiles, **comme le Grand Est, cette hausse atteindrait environ + 2 %, contre une baisse de - 1 % en ajoutant une rénovation thermique complète**. Dans les zones déjà majoritairement électrifiées (ouest, littoral atlantique, Méditerranée), le remplacement des anciens radiateurs électriques peu efficaces par des pompes à chaleur, chauffages au bois et réseaux de chaleur urbains entraînerait une baisse de - 4 % de la consommation électrique locale, puis - 6 % en cas de rénovation thermique complète.

Les leviers de rénovation thermique dans le bâtiment permettent aussi de réduire la dépendance au gaz fossile, donc d'atténuer le besoin en biométhane en substitution. La réduction de la consommation de gaz due à la rénovation et au remplacement des vecteurs serait de l'ordre de 62 TWh à l'échelle nationale, soit une réduction de 67 % de la consommation actuelle de gaz dans le chauffage résidentiel, pour aboutir à une consommation restante de gaz de 30 TWh pour le chauffage en 2050. Cela vient atténuer la pression reposant sur les ressources mobilisées pour la production de biométhane comme les effluents.

Des incitations à la sobriété à cibler en fonction des principaux acteurs localement préleveurs et en fonction des risques de tension : l'exemple de la sobriété sur l'eau

L'exemple de l'eau illustre la manière dont les efforts des différents acteurs territoriaux, notamment habitants, industriels et agriculteurs, peuvent contribuer à atténuer la tension sur la ressource en eau. **Une manière de prioriser le recours aux mesures de sobriété est de s'intéresser aux acteurs qui sont les plus grands préleveurs dans chaque territoire**.



Notons tout d'abord que la carte ci-dessus visualise les prélèvements d'eau, et non la quantité d'eau qui est effectivement consommée (non restituée directement aux sources d'eau) par les activités concernées[190]. **Elle permet néanmoins d'identifier des situations variables en fonction des spécialisations économiques des territoires[191]. On peut identifier un nombre réduit et bien identifié de territoires où les prélèvements pour l'industrie sont déterminants**, comme dans la Seine-Maritime, le long du Rhin, en Moselle, le long du Rhône et de l'Isère, dans les Hauts-de-France et dans le sud-ouest. **On peut identifier un arc de territoires où l'irrigation est déterminante**, partant du sud de l'Ile-de-France, passant dans le sud des Pays de la Loire, en Nouvelle-Aquitaine, en Occitanie et jusqu'en Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

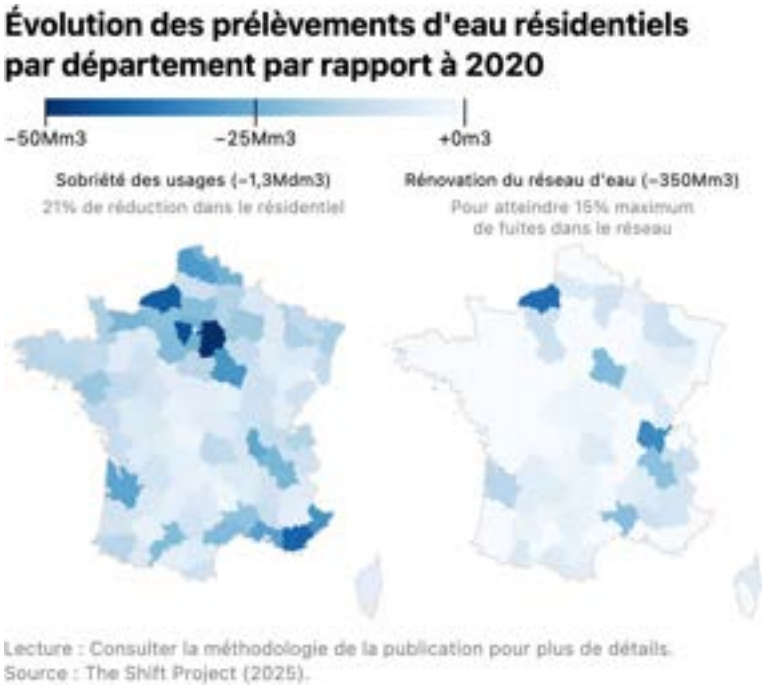
L'enjeu est alors de mobiliser les leviers d'efficacité et de sobriété qui sont les plus efficaces localement, et de concentrer prioritairement les efforts auprès des acteurs qui portent localement les prélèvements ou les consommations. Dans la plupart des cas, les territoires voient leurs prélèvements locaux portés principalement par l'usage résidentiel[192].

---

[190] Une analyse des principaux consommateurs (et pas seulement les principaux préleveurs), à l'initiative des territoires et bassins, permettrait de compléter cette première analyse que nous proposons.

[191] Cette visualisation ne permet de visualiser que le principal préleveur sur l'année et ne suffit donc pas à faire un diagnostic des acteurs à cibler. Une étude plus fine, par territoire, peut permettre d'identifier des situations plus contrastées : certains préleveurs sont d'important consommateurs alors que d'autres restituent une large partie de ce qui est prélevé au milieu naturel ; certains acteurs prélèvent dans des périodes de l'année davantage soumises à des tensions, comme c'est le cas pour l'irrigation dont les prélèvements sont concentrés entre mai et septembre. Enfin, un grand préleveur ici modélisé, peut en cacher un second dont les prélèvements sont équivalents bien que légèrement inférieurs.

[192] Avec néanmoins des prélèvements locaux pour cet usage qui, en moyenne, sont plus faibles que les prélèvements portés par l'irrigation ou l'industrie dans les territoires où ces deux derniers sont majoritaires.



S'agissant des fuites sur le réseau, elles sont estimées à environ 20 % en moyenne à l'échelle nationale[193]. Par ailleurs, le taux de renouvellement des canalisations étant inférieur à leur durée de vie, nous allons vers de plus en plus de problèmes de canalisations, et donc plus de pertes. Toutefois, les besoins de rénovation peuvent varier d'un territoire à un autre. **Les départements des Alpes-de-Haute-Provence, des Hautes-Alpes, de l'Ariège, de la Haute-Corse, du Lot et de la Meuse ont ainsi des niveaux de performance de leur réseau les plus faibles, avec une moyenne de 35 % de fuite.**

Le scénario politiques publiques de France Stratégie[194] mise ainsi sur une rénovation des réseaux d'eau visant à atteindre un maximum de 15 % de fuite sur le réseau en 2050[195][196], permettant d'économiser environ 350 millions de m3 d'eau, soit l'équivalent de la moitié de l'eau consommée par le secteur tertiaire en France en 2020[197]. Dans un département comme la Seine-Maritime, où l'on prévoit une forte production d'hydrogène, activité particulièrement consommatrice d'eau, et où le taux de fuite du réseau atteint environ 25 %, la rénovation des canalisations représenterait un levier majeur d'économie. Une telle intervention permettrait d'économiser près de 40 millions de

[193] Panorama des services et de leur performance en 2022, Sispea, 2022 (p. 57)
[194] La demande en eau. Prospective territorialisée à l'horizon 2050, France Stratégie, 2025 (p. 76)
[195] Nous considérons ici qu'approcher la moyenne nationale est un premier objectif réaliste et pertinent. En effet, même s'il est possible d'atteindre 8-10 % de pertes en zone urbaine, le coût marginal du pourcentage de rendement supplémentaire est très important, d'autant qu'il y aura toujours des consommations non comptabilisés, comme la défense incendie, ou des prélèvements sur les poteaux d'incendie, non déclarés. Par ailleurs, en milieu rural, l'allongement des canalisations pour assurer la desserte conduit à de très grandes longueurs de canalisation ramenées aux volumes consommés, ce qui rend très difficile et très coûteux de tenir plus de 80 ou 85 % de rendement.
[196] Il s'agit également de faire la distinction entre volumes prélevés et volumes consommés (nets de leur restitution au milieu). Selon les caractéristiques des sols et de la végétation, une partie importante de l'eau des fuites est infiltrée ou ruisselle et est donc "restituée" au milieu (le reste est consommé par les plantes et donc évapo-transpirée). A l'échelle du cycle local de l'eau, les fuites ne sont donc pas nécessairement un enjeu (si cela ne conduit pas à des ruptures d'AEP). En revanche, si l'eau a été prélevée loin, pompée et traitée il faudrait prendre en compte l'impact négatif énergie et GES.
[197] La demande en eau. Prospective territorialisée à l'horizon 2050, France Stratégie, 2025 (p. 44)

m3 d'eau, soit un volume largement supérieur aux 4 millions de m3 nécessaires à la production d'hydrogène envisagée. Voir section IV.4.2.B. pour plus de détails.

Si on fait l'hypothèse d'un effort massif de sobriété, en supposant par exemple une réduction de 21 % de tous les prélèvements pour la fonction résidentielle (que l'on pourrait également appliquer à d'autres secteurs comme l'agriculture et l'industrie)**, on peut espérer des économies conséquentes localement**. Par exemple, en Haute-Garonne, 21 % de sobriété sur le résidentiel permettrait d'éviter le prélèvement de 22 millions de m3 d'eau, ce qui équivaut, à titre illustratif uniquement[198], à la totalité de l'eau prélevée pour son industrie (16 millions de m3).

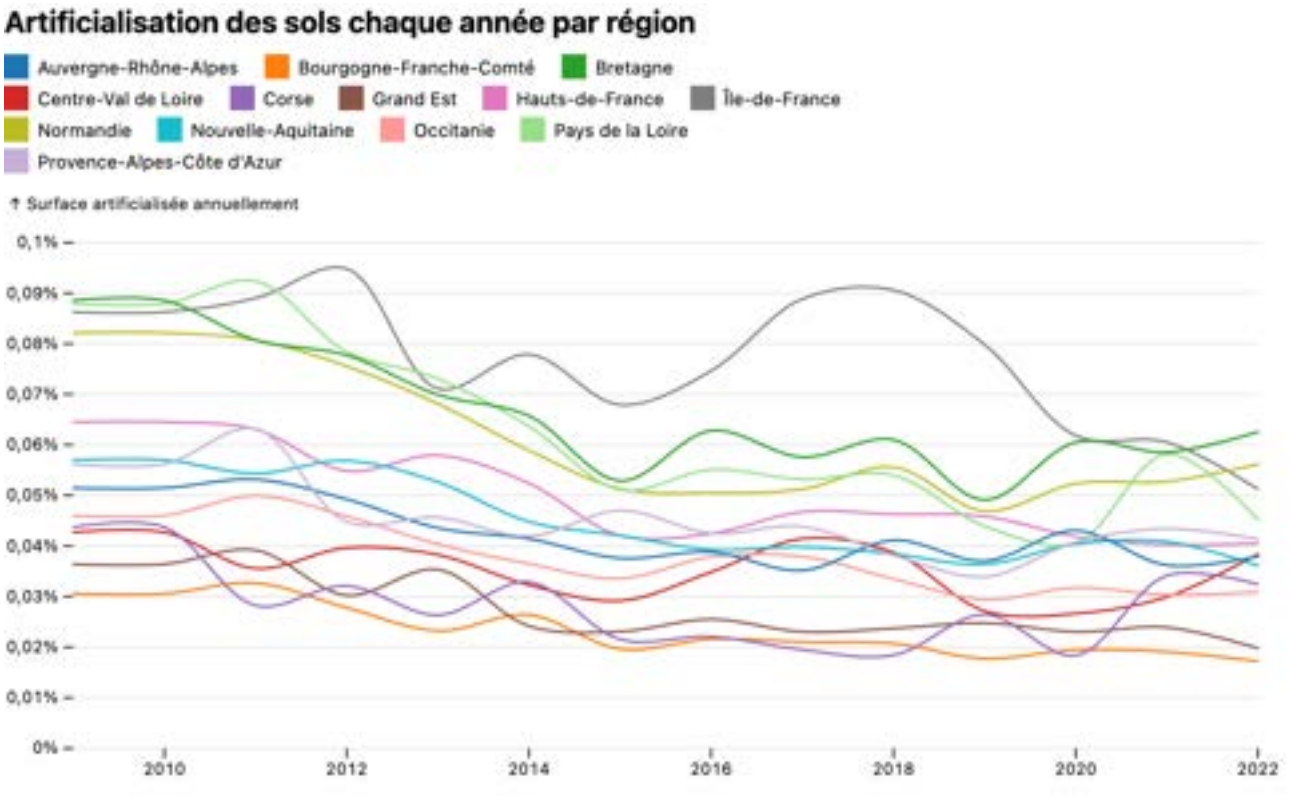
C. La maîtrise des dynamiques socio-économiques de développement territorial pourrait contribuer à atténuer le déficit en ressources locales

Les dynamiques de développement résidentiels pourraient creuser l'écart entre stock disponible et demande, notamment sur les sols et le bois

Les dynamiques de développement des zones résidentielles, tertiaires et économiques ont en premier lieu des conséquences sur les sols en générant l'artificialisation de sols naturels, agricoles et forestiers, que ce soit pour la construction de nouveaux bâtiments ou pour la construction des infrastructures nécessaires à leur desserte. En 10 ans, l'artificialisation des sols est dédiée à 65 % à l'habitat, à 24 % aux activités économiques et à 7 % aux infrastructures de transport (routier et ferroviaire).

La Stratégie nationale bas carbone souligne ainsi que « si le rythme d'artificialisation des sols observé se poursuivait, le taux d'artificialisation des surfaces nationales, **aujourd'hui de 10 %, s'élèverait à 14 % en 2050 et 20 % en 2100 »**[199].

[198] Cette comparaison ne constitue pas une préconisation pour le renforcement des efforts de sobriété dans le résidentiel afin de sécuriser les besoins en eau liés au secteur industriel.
[199] SNBC2, MTES, 2020. Hypothèse qui ne tient pas compte de la loi ZAN.



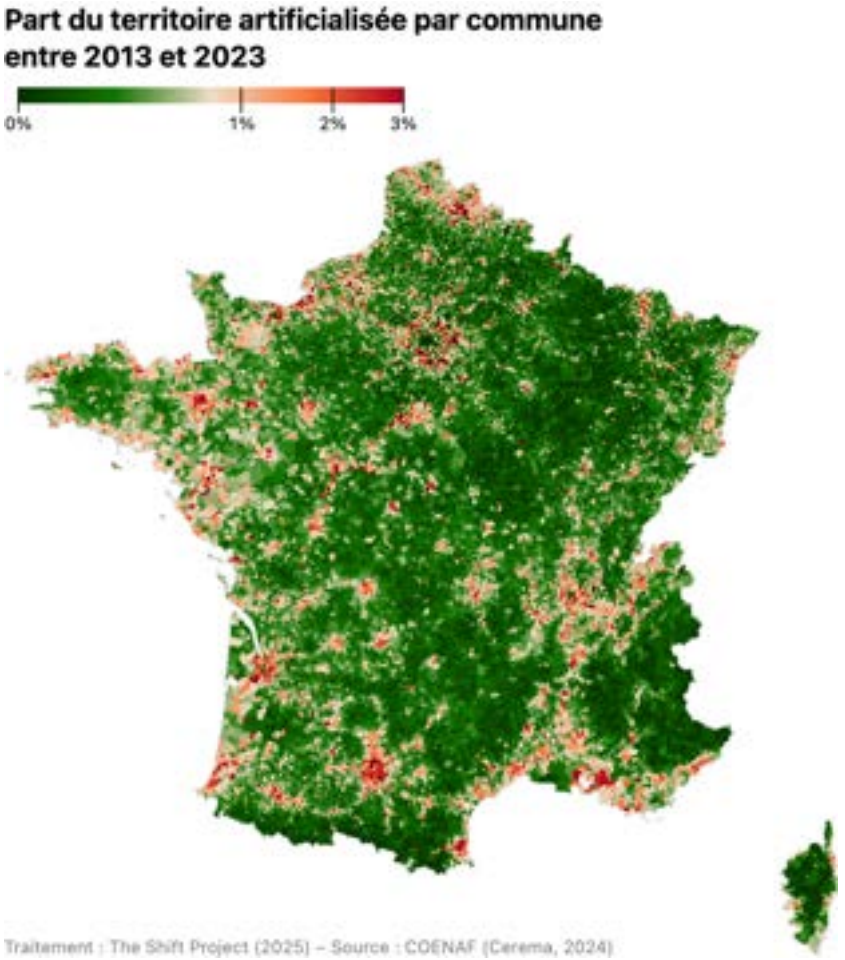
Source : The Shift Project (2025) d'après les données de CEENAF (Cerema, 2024).

En poursuivant l'artificialisation moyenne de ces 10 dernières années (en nous basant sur une artificialisation de 20 000 hectares par an), 500 000 hectares d'espaces naturels, agricoles et forestiers supplémentaires seraient artificialisés d'ici 2050, soit l'équivalent de la superficie d'un département comme les Bouches-du-Rhône ou le Jura.

L'artificialisation est aujourd'hui fortement concentrée sur les côtes Atlantique, celles de la Manche et de la Méditerranée, concentrant 40 % de l'artificialisation entre 2013 et 2023, pour des départements représentant 27 % de la surface de l'Hexagone. 0,5 % des surfaces de ces territoires ont été artificialisées en 10 ans en moyenne, contre 0,3 % en moyenne à l'échelle nationale. Toutes ces surfaces de terres agricoles et forestières artificialisées seraient ainsi des capacités de production, agricole ou forestière, perdues sur le territoire national, et perdues à proximité des bassins de consommation. Voir section IV.5.2.A. pour plus de détails.

Or ces territoires vont potentiellement être sollicitées pour produire davantage de biomasse, notamment pour la production de biocarburants (ex : blé, maïs, colza, tournesol, etc., voir section II.2.D.) **ou de cultures servant à l'alimentation animale** (ex : soja). C'est le cas des départements comme la Vendée et la Charente-Maritime, qui sont des terres agricoles céréalières clés, mais ont artificialisé 7 500 ha de surfaces en 10 ans, et qui pourraient voir un besoin de production de + 63 000 ha de cultures pour les biocarburants et de + 26 500 ha de culture de soja selon nos hypothèses. Voir section IV.3. pour plus de détails.

Ainsi, si les dynamiques d'artificialisation actuelles se prolongent dans les années à venir, l'accès à un foncier agricole ou forestier disponible risque de devenir de plus en plus disputé. Dans ce contexte, les politiques d'aménagement du territoire constituent un levier majeur pour anticiper et arbitrer ces tensions, en orientant les dynamiques d'occupation de l'espace et en conciliant, de manière soutenable, développement économique, aménagement urbain et objectifs de décarbonation.



Par ailleurs, toute nouvelle construction décarbonée risque de générer des consommations de bois d'œuvre accrues[200]. Or, **24 des 25 départements qui construisent le plus (58 % des surfaces de construction autorisées entre 2012 et 2022) ne sont que faiblement producteurs de bois (20 % de la récolte totale nationale en 2022). Ceci renforce le besoin de coopération avec les régions productrices, afin d'éviter de se rendre dépendants d'importations de bois**. Les départements concernés sont notamment la Haute-Garonne, la Loire-Atlantique, le Rhône, le Nord, la Haute-Savoie ou les Bouches-du-Rhône. Voir section IV.2.2.A. pour plus de détails.

Refaire la ville sur la ville pour en finir avec l'étalement urbain

La maîtrise de l'aménagement du territoire passe pour les collectivités par la concentration de leurs efforts sur l'arrêt de la périurbanisation afin, notamment, de limiter les consommations de ressources (ex : consommation de bois et de sols agricoles et naturels). La priorité est de réorienter le flux de nouveaux logements afin de stopper l'étalement. Nous ne referons pas nos villes d'ici 2050 : 80 % des logements que compteront alors les villes sont déjà là. L'enjeu de l'adaptation et de la transformation de la ville existante est donc la priorité. Pour accueillir de nouveaux ménages, la ville doit se refaire sur la ville en privilégiant la réhabilitation et la rénovation des bâtiments, mais aussi en transformant les usages des bâtiments. Construire un immeuble nécessite 70 fois plus de matériaux et 5 fois plus d'émission de gaz à effet de serre qu'une réhabilitation.

[200] Une construction neuve consomme davantage de bois qu'une simple rénovation.

De la même manière que le développement résidentiel, la réindustrialisation génère des enjeux de ressources. Les enjeux ressources liés à la réindustrialisation à l'horizon 2035 ont très bien été documentés dans le rapport de France Stratégie « Réindustrialisation de la France à l'horizon 2035 : besoins, contraintes et effets potentiels »[201]. Une réindustrialisation à 12 % serait quant à elle synonyme d'intensification des besoins en foncier (de 23 000 à 30 000 hectares supplémentaires d'ici 2035) et en eau. Les prélèvements et la consommation d'eau de l'industrie manufacturière pourraient largement augmenter si aucune amélioration dans les procédés n'est réalisée d'ici là (de 53 % à 60 % selon les scénarios). Le type de réindustrialisation mené sera aussi un déterminant important dans l'usage des ressources, certains secteurs ayant des besoins en eau beaucoup plus conséquents que d'autres (comme l'industrie chimique, le travail du bois ou encore l'industrie agroalimentaire).

Risque de tension multi-ressource : l'exemple du déploiement des centres de données

Nous sommes actuellement sur une trajectoire d'augmentation drastique du recours aux centres de données, notamment du fait du déploiement de l'IA[202]. Sur la base des travaux de l'Arcep[203] qui estiment une évolution des consommations électriques pour les centres de données de +27 TWh en 30 ans[204], et des travaux de RTE sur la priorisation des installations[205], nous avons cherché à estimer les risques de tensions locales sur le réseau électrique ou l'eau que cette dynamique de développement pourrait créer.

Ainsi, ceux qui subiront le plus de hausse de consommation électrique liée au déploiement des centres de données sont des territoires comme l'île-de-France, les Bouches-du-Rhône, le Nord, la Gironde et le Haut-Rhin : avec une **augmentation moyenne de + 20 % par rapport à leur consommation d'électricité totale en 2022**, et plus de + 50 % dans l'Essonne et la Seine-Saint-Denis. Voir section IV.1.2.A. pour plus de détails.

Les centres de données devraient par ailleurs entraîner une hausse notable des prélèvements d'eau liés à leurs besoins de refroidissement. En retenant une moyenne de 1,8 L/kWh[206], **leurs prélèvements atteindraient environ 49 millions de m³ par an, qui représentent l'équivalent de 2 % des prélèvements actuels totaux de ces territoires :** Val-de-Marne, Yvelines, Hauts-de-Seine, Paris, Seine-Saint-Denis, Val-d'Oise, Seine-et-Marne, Essonne, Nord, Gironde, Haut-Rhin, Puy-de-Dôme, Hérault, Bouches-du-Rhône. L'eau utilisée est majoritairement restituée au milieu, mais à une température plus élevée, pouvant affecter localement les milieux aquatiques. Voir section IV.4.2.C. pour plus de détails.

---

[201] Réindustrialisation de la France à l'horizon 2035 : besoins, contraintes et effets potentiels, France Stratégie, 2024

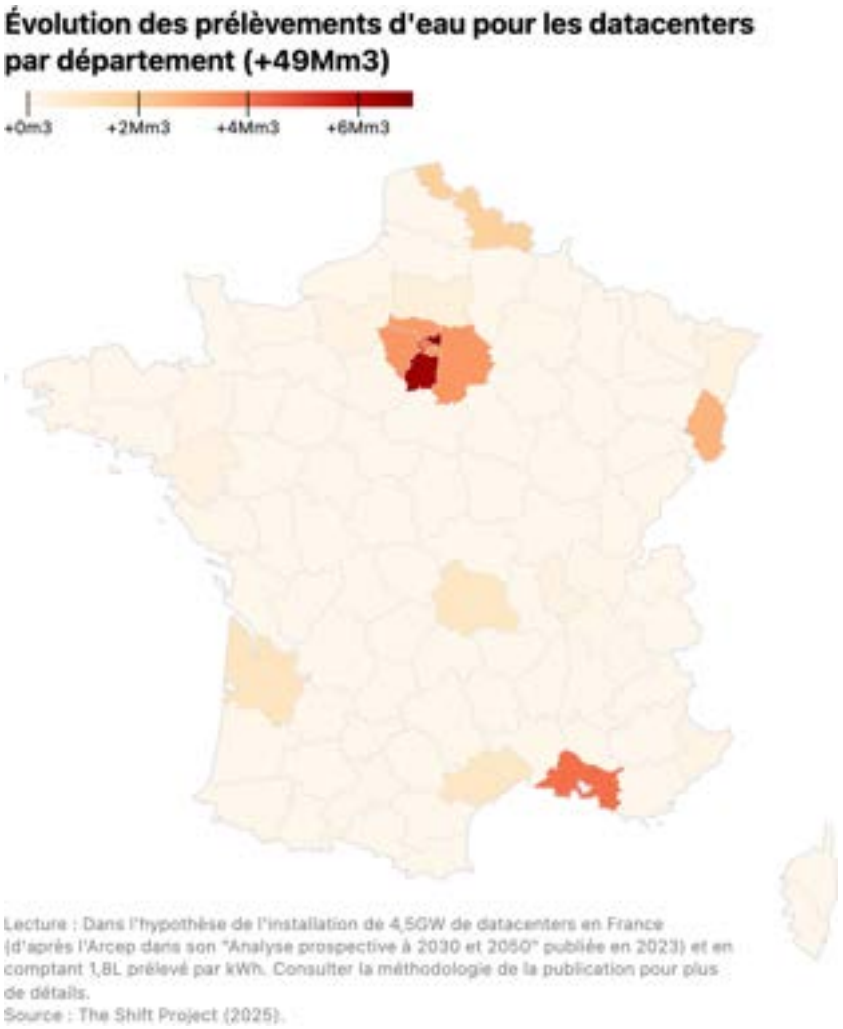
[202] Intelligence artificielle, données, calculs : le rapport final du Shift, The Shift Project, 2025

[203] Évaluation de l'impact environnemental du numérique en france et analyse prospective, ARCEP, 2023 (p. 63)

[204] De 11,6 TWh en 2020 à 39 TWh en 2050,

[205] Schéma décennal de développement du réseau, RTE, 2025

[206] How to manage data center water usage sustainably, TechTarget, 2025. Il existe aujourd'hui une incertitude sur les quantités prélevées ou consommées par les centres de données, les chiffres variant d'une technologie à une autre. Voir p. 66 de notre rapport "Intelligence artificielle, données, calculs : quelles infrastructures dans un monde décarboné ?", The Shift Project, 2025 pour plus de détails.



Par ailleurs, tout comme n'importe quelle démarche de déploiement d'une nouvelle activité sur un territoire, et *a fortiori* dans un territoire urbain et peuplé, le déploiement des centres de données pose des enjeux de consommation foncière**. L'enjeu principal tient au fait que les centres de données ne peuvent être implantés que dans un nombre limité d'espaces répondant à des exigences techniques strictes**. Leur localisation dépend notamment de la capacité du réseau électrique, de la proximité d'infrastructures de télécommunication à haut débit (dont les grands réseaux de fibre optique), de conditions géotechniques compatibles, de l'absence de risques majeurs tels que les inondations, ainsi que de la disponibilité de ressources en eau ou d'alternatives adaptées pour le refroidissement.

Cette concurrence pour des emplacements stratégiques peut conduire à la préemption d'espaces potentiellement nécessaires à d'autres usages. Dans ce contexte, les tensions sur l'accès au foncier, combinées aux contraintes liées aux politiques de limitation de l'artificialisation des sols, ont incité le secteur à négocier des assouplissements[207]. Cela se traduit notamment par l'attribution par l'État du label de Projet d'intérêt national majeur (PINM) à certains grands projets de centres de données jugés « stratégiques », permettant de s'affranchir de certaines règles locales d'urbanisme et d'accélérer les procédures administratives.

Tout cela interroge sur les dynamiques actuelles visant à installer des centres de données dans des zones qui peuvent être sous tension sur les ressources en électricité, en eau ou

[207] Intelligence artificielle, données, calculs : le rapport final du Shift, The Shift Project, 2025

en foncier. Les territoires en tension sur les consommations électriques sont, par exemple, les Bouches-du-Rhône, le Haut-Rhin et le Nord qui pourraient électrifier massivement leurs industries dans les décennies prochaines, ou encore comme l'Ile-de-France qui est très peuplée et risque d'électrifier aussi bien le fret que la mobilité quotidienne. De même, ces territoires risquent d'être des lieux de tension sur les autres ressources : sur les consommations d'eau (présence de beaucoup de population et d'industries consommatrices), sur la disponibilité foncière (du fait des nombreuses dynamiques consommatrices de sols et du fort taux d'artificialisation déjà actuel) ou encore sur les consommations alimentaires.

Un même raisonnement peut être appliqué pour la relocalisation d'activités industrielles consommatrices en ressources locales. Dès lors que se pose la question de la localisation de ces projets, il est essentiel d'étudier les enjeux de consommations et de disponibilité des ressources, à moyen et long terme, avant d'installer une nouvelle entité. Et de d'autant plus dans un contexte de tensions existantes ou potentiellement en devenir, comme par exemple dans un territoire comme Dunkerque où l'augmentation des consommations électriques génère déjà des complexité dans le passage à l'échelle du réseau[208]. Ces études doivent notamment considérer les tensions croissantes liées au changement climatique qui pourraient toucher les territoires hôtes, notamment en générant des contraintes sur l'eau et les sols (voir section II.4.A.).

4. Avec le changement climatique, planifier en intégrant des marges de sécurité devient nécessaire

Si l'activation des leviers de décarbonation ou la gestion des conflits d'usage relèvent de choix maîtrisables, les impacts du changement climatique, eux, ne le sont pas. Dans un monde désormais en dérive climatique, planifier exige d'intégrer des marges de sécurité et d'adapter en continu nos prévisions, nos infrastructures et nos stratégies d'action.

A. Ressources hydriques et foncières fragilisées : vers un nouveau régime territorial

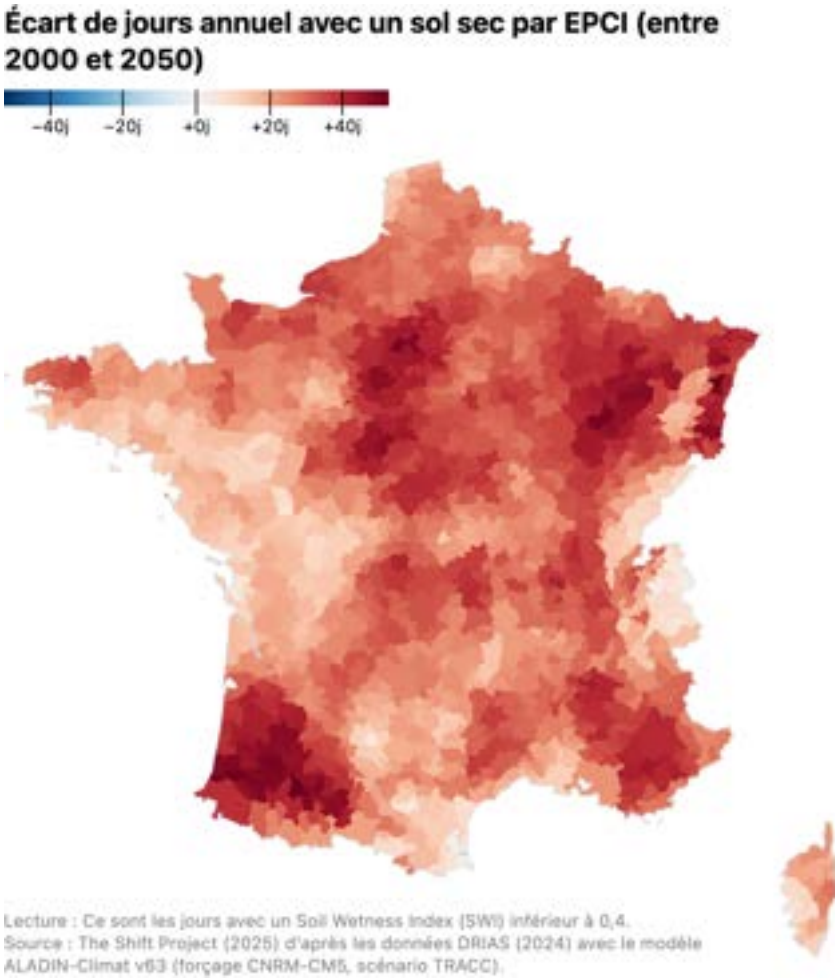
Une ressource en eau doublement contrainte en France : sécheresse des sols et réduction des débits de cours d'eau

Nos activités mobilisent directement et indirectement la ressource en eau. En premier lieu, les cultures et les écosystèmes forestiers mobilisent l'eau directement disponible dans le milieu naturel du fait des précipitations et du stockage de l'eau dans les sols. En second lieu, nos activités mobilisent l'eau en la prélevant dans le milieu, que ce soit dans les eaux de surface (lacs, cours d'eau) ou dans les nappes phréatiques et en en restituant une part plus ou moins importante.

Le changement climatique en cours aura un impact sur ces deux usages de l'eau, impactant à la fois la quantité d'eau disponible (totale et saisonnière) mais aussi la qualité (concentration des polluants, développement micro/macro-biologiques, mais aussi remontée du biseau salé pour les ressources littorales).

[208] Dunkerque : RTE renforce son réseau face à la boulimie d'électricité d'ArcelorMittal, Verkor et les autres, Les Echos, 2024

D'une part, le réchauffement climatique devrait réduire l'eau accessible aux cultures et aux arbres. Les conséquence de l'évolution du climat, telles que la baisse des précipitations estivales, l'assèchement des sols, ou encore la hausse de l'évapotranspiration des plantes, pourraient ainsi générer une hausse de **25 %** du nombre de jours de sols secs[209] en moyenne en France d'ici à 2050, selon les données du DRIAS, avec des territoires plus concernés que d'autres.



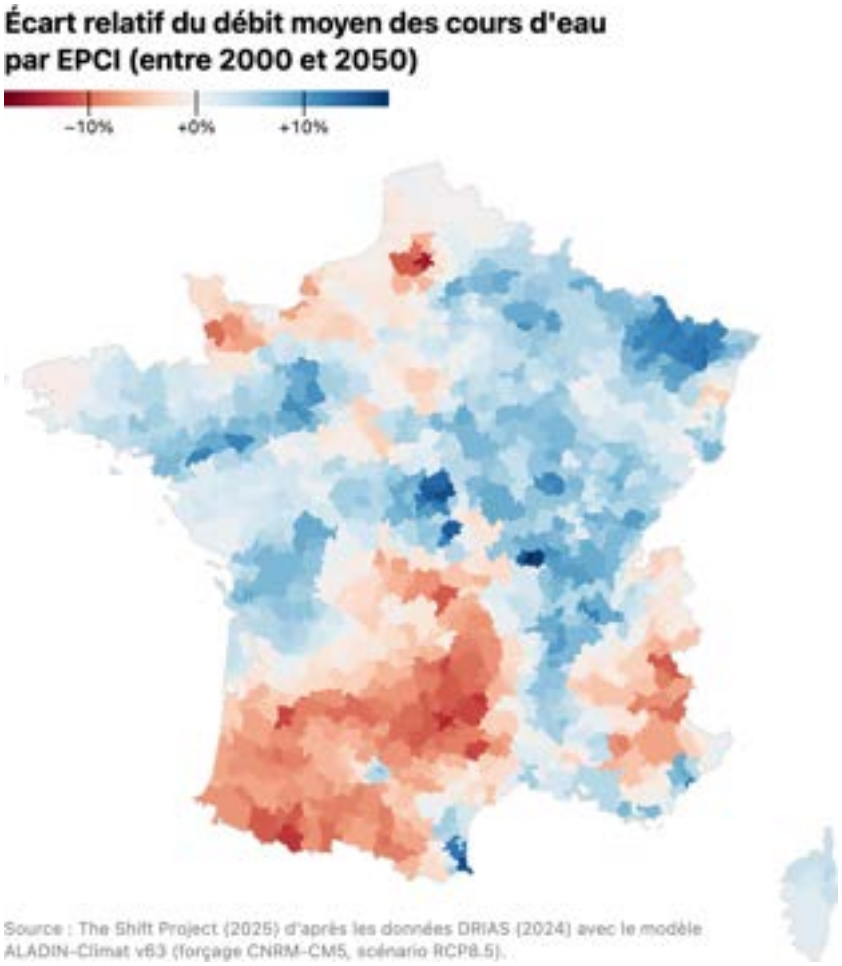
La carte met en évidence une progression particulièrement marquée dans une grande partie du sud-ouest, du Massif central, de la vallée du Rhône et de l'est du pays, où cette augmentation dépasse fréquemment **30 à 40 jours supplémentaires par an**, soit une augmentation de + 30 % par rapport à 2000. Certains territoires cumulent déjà des vulnérabilités liées à la fréquence accrue des épisodes de sécheresse. Par exemple, les Bouches-du-Rhône connaissent en moyenne 190 jours par an avec un sol sec, et ce chiffre atteint 160 jours par an pour le Maine-et-Loire et la Loire-Atlantique. Ces territoires pourraient voir leurs sols rester secs de façon prolongée. On note également :

- À l'échelle du sud-ouest, les hausses sont parmi les plus fortes, couvrant la quasi-totalité de la Nouvelle-Aquitaine et de l'Occitanie. **Dans le Massif central (Cantal, Haute-Loire, Lozère, Puy-de-Dôme, Ardèche), l'intensité du phénomène est également notable avec des augmentations dépassant souvent 40 jours.**

[209] Ce sont les jours avec un Soil Wetness Index (SWI) inférieur à 0,4. Quand le SWI = 1 le sol est très humide, proche de la saturation. Quand le SWI = 0 le sol est très sec, en situation de stress hydrique.

- À l'inverse, les hausses sont plus modérées dans le nord-ouest et une partie du littoral atlantique, où les excédents restent plus contenus, bien que présents. Ces contrastes territoriaux auront des impacts différenciés sur les systèmes agricoles, forestiers et écologiques, appelant des stratégies d'adaptation spécifiques selon les zones.

D'autre part, le changement climatique devrait mener à une réduction du débit des cours d'eau notamment dans le sud ouest, dans le Massif central, dans les Alpes[210], ou encore la Manche et le Calvados. Nous visualisons ci-dessous les données du DRIAS sur les écarts de débits en moyenne annuelle à l'échéance 2050 dans un scénario à + 2,7°C.



Ces réductions des volumes d'eau de surface pourraient engendrer des tensions voire des conflits d'usage, différenciés selon la nature des activités locales. En effet, les activités touchées par les tensions sur la ressource de surface ne sont pas les mêmes d'un territoire à un autre. Voir section IV.4.2.D. pour plus de détails.

- En Occitanie (en particulier en Ariège, Aveyron, Gers, Hautes-Pyrénées, Lot, Lozère, Tarn, Tarn-et-Garonne), avec une baisse des débits de cours d'eau de **8 %** en moyenne[211], les tensions opposeraient principalement **l'irrigation agricole aux usages résidentiels**.

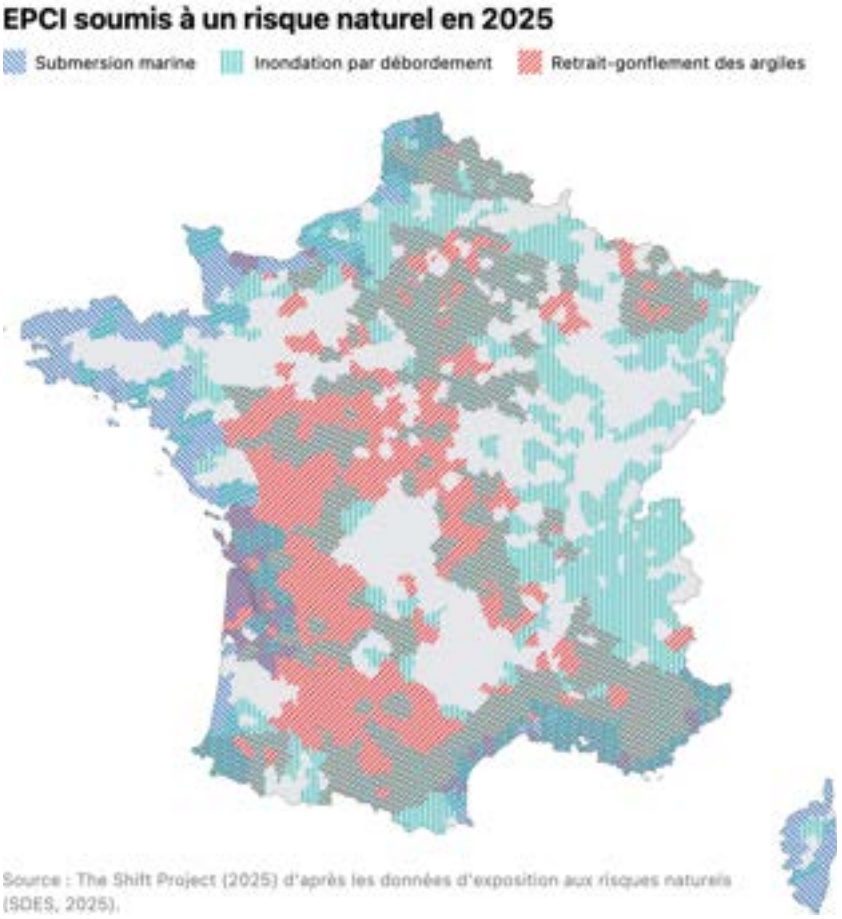
[210] Voir par ex. Une étude sur les débits du Rhône pour anticiper leur évolution, Agence de l'eau RMC, 2023
[211] Ces chiffres sont issus des indicateurs annuels "Débits" du DRIAS dans un scénario RCP8.5 à l'horizon 2041-2070 avec le modèle ALADIN-Climat v63 (forçage CNRM-CM5), elles ne prennent pas en compte la saisonnalité.

- Les usages impactés sont les mêmes en région Provence-Alpes-Côtes-d'Azur avec une réduction moyenne des débits de **6 %** dans les Alpes[212], et des effets en chaîne du fait de la dépendance des territoires en aval des montagnes aux réserves de surface dans les montagnes, par exemple pour l'irrigation dans le bassin méditerranéen.

- En Nouvelle-Aquitaine (Corrèze, Landes, Pyrénées-Atlantiques, Lot-et-Garonne, Dordogne), avec une baisse des débits des cours d'eau de **6 %** en moyenne[213], les tensions se concentreront entre **l'irrigation, l'industrie et les usages résidentiels**.

Des territoires exposés à une combinaison croissante de risques naturels impactant un foncier de plus en plus convoité

Certains territoires seront confrontés à une combinaison de risques naturels dont la fréquence et l'intensité devraient augmenter localement avec le changement climatique, entraînant des impacts directs sur le foncier.



Tous les territoires ne sont pas exposés aux mêmes perturbations. **Ainsi, 40 % des EPCIs sont exposés à des risques d'inondations par débordement, 40 % sont exposés à des risques**

[212] En particulier sur le Rhône, la moyenne annuelle serait en légère augmentation du débit moyen horizon 2055, mais -10 à -40% en été selon les tronçons. Voir Une étude sur les débits du Rhône pour anticiper leur évolution, Agence de l'eau RMC, 2023

[213] Par exemple, sur Adour-Garonne d'ici 2050 : baisse débit annuels de l'ordre de -20 % à -40 % d'ici 2050, baisse moyenne des débits d'étiages pourrait être d'un peu plus de -30 %. Voir Note Hydrologie et changements climatiques : quelles tendances observées et à venir sur le bassin Adour-Garonne, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2023

liés au retrait-gonflement des argiles et 16 % sont exposés à des submersions marines. Les risques se combinent parfois sur les territoires. **Ainsi 2,5 % des EPCIs sont exposés aux trois risques**, c'est le cas par exemple de Bordeaux Métropole et de la CC Convergence Garonne en Gironde, ou de la CA Rochefort Océan et la CC de la Haute Saintonge en Charente-Maritime, les autres se trouvant dans l'Hérault, les Bouches-du-Rhône, le Var, les Alpes-Maritimes, le Nord et le Pas-de-Calais.

Un peu plus d'un EPCI sur 4 est exposé à au moins deux risques parmi les trois ici mentionnés. Les inondations et la submersion marine concernent des EPCIs situés sur les façades Manche, Atlantique et Méditerranée et accueillant un cours d'eau. Le retrait-gonflement des argiles et la submersion marine concernent des EPCIs situés dans les départements de Charente-Maritime et de Gironde. Voir section IV.5.2.D. pour plus de détails.

Les aléas climatiques répétés en France pourraient localement rendre certains terrains trop exposés ou trop instables pour poursuivre leurs usages historiques, qu'il s'agisse d'agriculture, de sylviculture, d'aménagement urbain ou d'infrastructures. Ainsi, les bâtiments peuvent être endommagés par les inondations, les submersions ou les mouvements de sols liés au retrait-gonflement des argiles. Les infrastructures routières et ferroviaires peuvent être détruites ou dégradées par l'occurrence d'inondations, de mouvements de terrain ou de fortes chaleurs. Tout cela peut perturber les déplacements de personnes ou de marchandises, et dégrader des habitations, des lieux accueillant des services, ou encore des lieux industriels.

Cela pourrait conduire à l'abandon progressif de certains espaces occupés, réduisant le foncier réellement mobilisable. Face à cela, les solutions de repli stratégique risquent localement de renforcer la compétition entre usages sur les zones encore adaptées, compliquant les arbitrages d'aménagement et de planification. Par exemple, la région Normandie a fait le choix de réserver une enveloppe régionale d'artificialisation possible pour ces territoires. Cette démarche vise à la fois à préserver la faisabilité des projets d'envergure en Normandie et à permettre aux territoires d'engager la relocalisation d'habitations, activités, équipements et infrastructures lorsqu'ils sont menacés par le recul du trait de côte et le risque de submersion marine[214].

Préconisations

- Prioriser, dans les EPCIs concernés, le renforcement des diagnostics pour affiner la connaissance et la cartographie croisée des risques, à l'échelle des infrastructures si possibles, afin d'anticiper les zones où les aléas se cumulent et d'orienter les décisions d'aménagement.
- Intégrer les enjeux d'interdépendance entre territoires : la dégradation d'une route dans une commune peut impacter les déplacements de personnes qui travaillent ou résident dans la commune voisine.
- Développer des stratégies territoriales de repli, de relocalisation et de sécurisation du foncier, notamment dans les zones littorales ou soumises à un cumul d'aléas.

[214] Le rapport public annuel 2024, La gestion du trait de côte en période de changement climatique, Cour des comptes, 2024

B. La majorité des territoires potentiellement concernés par de nouveaux usages de la biomasse agricole sont directement concernés par le changement climatique

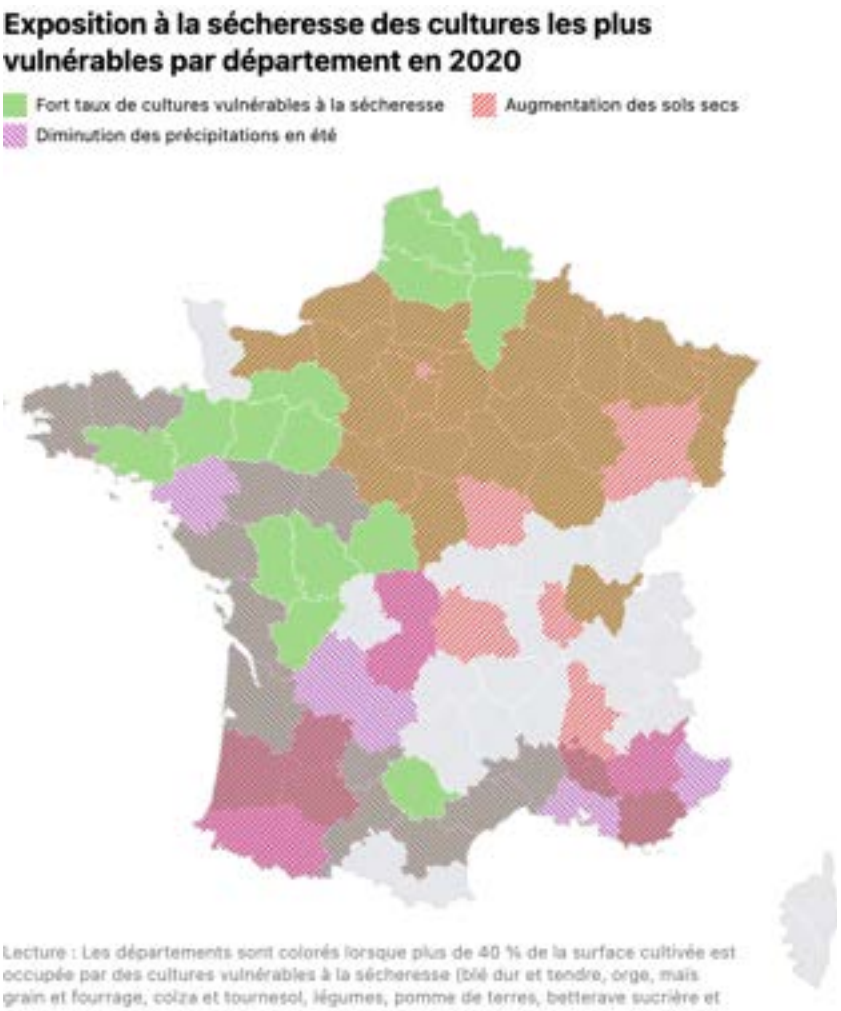
Grandes cultures, élevage, maraîchage et cultures permanentes : des espaces de spécialisations agricoles affectés par le changement climatique

Le changement climatique fragilise la production agricole en France en combinant stress hydrique, sécheresses, canicules et prolifération accrue de ravageurs et de maladies, du fait de la disparition des gels régulateurs. Ces phénomènes provoquent des pertes directes sur les cultures et l'élevage, tandis que les événements extrêmes accentuent les aléas de production. Les productions peuvent par ailleurs être impactées par des aléas naturels, comme les inondations. Les fortes précipitations printanières des années 2016 et 2024 ont respectivement généré une **perte de production du blé de - 20 % et - 24 % respectivement selon l'Agreste par rapport à la moyenne des 30 dernières années**, et la canicule de 2003 aurait mené à une perte d'environ 30 % de toute la production agricole primaire en France[215].

L'étude des effets du changement climatique sur les cultures agricoles est complexe et mérite de nombreuses analyses adaptées aux conditions propres à chaque territoire et à chaque culture.

Ci-dessous nous proposons une analyse simplifiée du risque pour les cultures agricoles en croisant simplement les principales zones accueillant plus de 40 % de cultures « sensibles » parmi les surfaces agricoles, avec les zones les plus soumises à des augmentations du nombre de jours de sols secs et aux diminutions des précipitations :

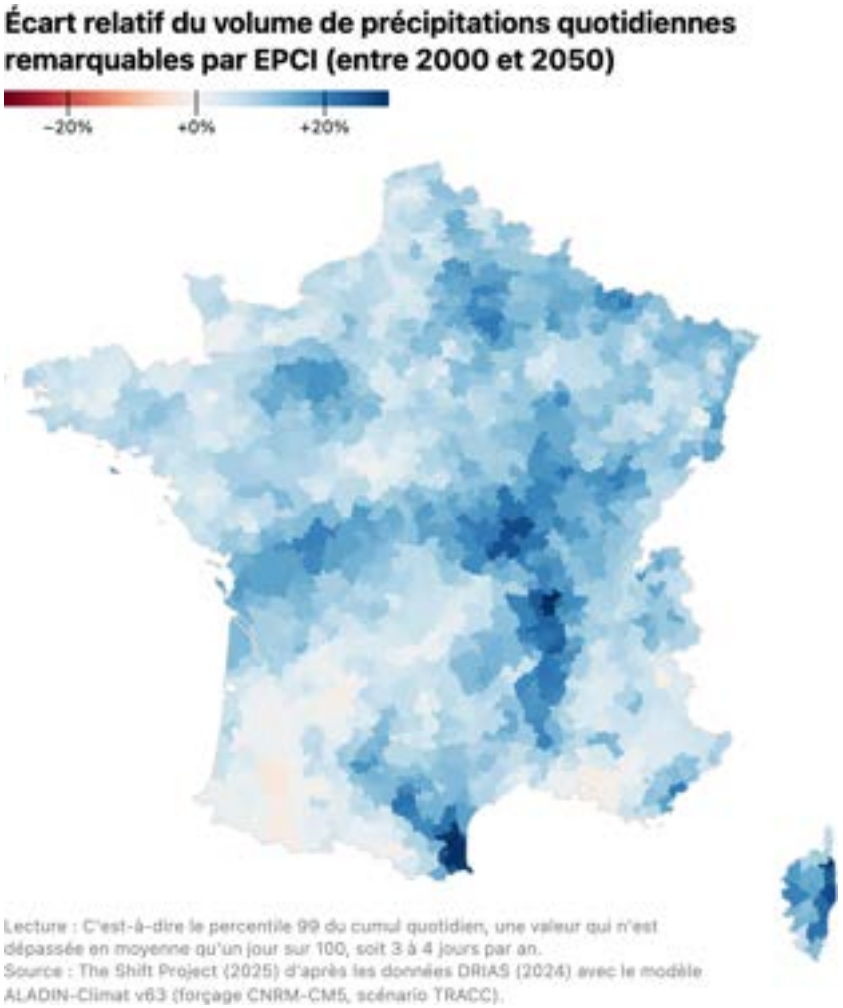
[215] Agriculture et changement climatique - Impacts, adaptation et atténuation - (EAN13 : 9782759240128), Philippe Debaeke, 2025



Les projections du modèle ALADIN-Climat de Météo-France indiquent qu'à l'horizon 2050, la moitié nord et le sud ouest connaîtront une forte hausse du **nombre de jours de sols secs**, tandis que la moitié sud sera particulièrement vulnérable à la **diminution des précipitations** en été, affectant le maïs, la vigne, les fruits et légumes. Ainsi, parmi les départements aux cultures particulièrement sensibles à la sécheresse[216], qui concentrent 85 % de ces cultures sensibles à l'échelle nationale, **plus de la moitié connaîtront une augmentation marquée des jours avec sols secs et près d'un tiers une baisse des précipitations estivales de plus de 10 %**, compromettant la stabilité des productions agricoles. Le Gers, les Landes, le Lot-et-Garonne, le Var et le Vaucluse sont particulièrement concernés puisqu'ils cumulent ces deux phénomènes. Il faudrait également analyser les menaces spécifiques à l'élevage, du fait de la sensibilité des prairies aux sécheresses, du fait des enjeux d'approvisionnement en eau des élevages. Voir section IV.3.2.E. pour plus de détails.

[216] On compte les départements où plus de 40 % des surfaces cultivées concernent des cultures particulièrement sensibles à la sécheresse : le blé dur et tendre, l'orge, le maïs grain et le fourrage, le colza et le tournesol, les légumes, la pomme de terre, la betterave sucrière et la vigne.

Le changement climatique impacte les productions en modifiant les régimes de précipitations, et en accroissant les précipitations remarquables. On observe ainsi d'importantes hausses (une augmentation d'environ + 20 % en volume de précipitations quotidiennes remarquables[217]) dans le sillon rhodanien, les Pyrénées orientales, le centre-ouest et le nord-est. Ces pluies remarquables peuvent accroître les effets d'érosion des sols et générer des pertes de rendements, voire même des pertes de productions, en particulier pour les cultures sensibles aux excès d'eau.



Certaines zones susceptibles d'être mobilisées pour la production de biocarburants devraient connaître des hausses de précipitations remarquables. Par exemple, dans l'Aisne, une augmentation d'environ + 10 % des précipitations entre 2000 et 2050 coïnciderait avec une extension potentielle de +65 000 ha consacrés aux biocarburants selon nos hypothèses (voir section II.2.D.). De même, les Deux-Sèvres présenteraient une hausse équivalente des précipitations, accompagnée d'une augmentation potentielle de +45 000 ha des surfaces sollicitées pour ces productions

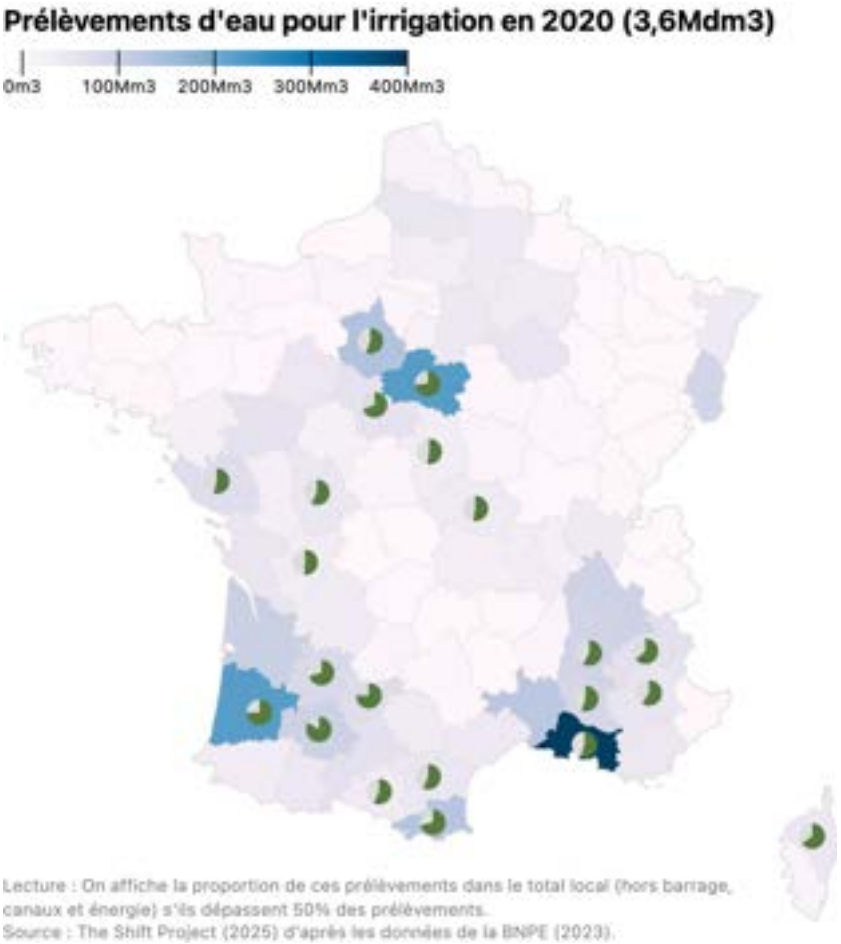
Cela pourrait également générer une incertitude plus grande sur les productions annuelles, avec des années potentiellement marquées par des pertes importantes de productions agricoles. Dans ce contexte, il s'agit d'affiner les diagnostics pour 1. étudier la capacité à produire

[217] "Remarquable" = percentile 99 du cumul quotidien, une valeur qui n'est dépassée en moyenne qu'un jour sur 100, soit 3 à 4 jours par an, d'après le DRIAS.

toujours autant dans le futur, 2. étudier la capacité à développer de nouvelles cultures pour les nouveaux besoins (énergies décarbonées en substitution aux énergies fossiles, relocalisation - voir le résultat général n°3). Une baisse des rendements pour ces cultures pourrait se traduire par une augmentation du nombre de surfaces nécessaires pour une production équivalente, ou des besoins accrus en importations lors des mauvaises années.

Un besoin croissant d'irrigation face à une ressource en eau qui se raréfie

L'irrigation des cultures représente seulement 11 % des prélèvements, mais **61 % des consommations d'eau à l'échelle nationale[218]. Seules 6,8 % des surfaces agricoles utiles sont irriguées en France en 2020, mais avec une progression de 15 % entre 2010 et 2020**. Moins de la moitié des départements ont recours à l'irrigation pour des usages spécifiques : maïs dans le sud-ouest, vignes et fruits dans le pourtour méditerranéen, grandes cultures autour de l'Île-de-France.



D'une part, le changement climatique devrait augmenter les besoins en irrigation. Baisse des précipitations estivales, hausse des températures moyennes et des épisodes de canicule, allongement des périodes de sols secs, ces effets pourraient conduire à étendre le recours à l'irrigation à des cultures qui étaient jusqu'ici peu irriguées. Celà pousserait à court terme les acteurs à s'équiper en système d'irrigation avec de potentielles conséquences sur les

[218] L'eau prélevée désigne le volume d'eau douce extrait de son milieu naturel pour un usage donné, tandis que l'eau consommée correspond à la part de cette eau qui ne retourne pas à la ressource après usage, notamment par évaporation ou incorporation dans les produits.

consommations d'eau de surface et d'eau souterraine (voir partie suivante). Alors même que le plan eau de 2023[219] prévoit de ne pas augmenter les volumes d'irrigation à l'échelle nationale (est autorisée l'augmentation des surfaces irriguées, dans les secteurs où l'état quantitatif de la ressource le permet, avec, en corollaire, une réduction de la consommation moyenne d'eau à l'hectare irrigué).

L'étude de France Stratégie sur les consommations d'eau potentielles à l'échéance 2050[220] **montre qu'un développement simultané des surfaces irriguées, de cultures exigeantes en eau et de techniques peu économes peut entraîner une forte hausse des prélèvements, surtout lors de printemps-été secs**. Les consommations futures évaluées par France Stratégie varient fortement selon les orientations productives. L'irrigation accrue de la pomme de terre et de la betterave concernerait surtout le nord et une partie de la façade atlantique. Le développement des légumes frais toucherait les zones proches des grandes villes. L'essor de l'arboriculture amplifierait la demande dans les régions déjà spécialisées : pourtour méditerranéen, vallée du Rhône, Garonne et nord-ouest.

D'autre part, les mêmes effets du changement climatique devraient dégrader la disponibilité des eaux de nappes et de surface, nécessaires à l'irrigation. Baisse des précipitations estivales, hausse de l'évapotranspiration, allongement des périodes de sols secs, ou encore réduction des débits des cours d'eau, ces eaux risquent d'être soumises à d'importantes contraintes en été. Par exemple, les 20 départements du quart sud-ouest, où l'irrigation représente la majeure partie des prélèvements[221] (50 % en moyenne, jusqu'à 85 % dans le Gers), sont exposés à des tensions croissantes sur les eaux de surface du fait d'une baisse moyenne des débits de - 6 % entre 2000 et 2050. (voir section II.4.A.).

Cette moindre disponibilité en eau localement pourrait venir renforcer la compétition entre différents usages, déjà existants sur cette ressource, en témoignent récemment les mobilisations contre les retenues de substitution agricole, ou celle contre l'agrandissement du site industriel de ST Microelectronics à Crolles. Ils dénoncent un « accaparement » des ressources par l'entreprise, et notamment celle de l'eau[222]. Voir section IV.4.2.A. pour plus de détails.

La tension croissante sur les eaux de surface dans le sud interroge la capacité de ces territoires, déjà dépendants de cette ressource, à soutenir davantage de cultures irriguées comme le maïs — notamment utilisé pour les biocarburants (voir section II.4.B.) — ou encore de nouvelles cultures de fruits et légumes. La disponibilité en eau pourrait en effet être insuffisante pour satisfaire les besoins actuels et ne permettrait pas d'absorber des consommations supplémentaires, en particulier pour des cultures fortement demandeuses en été.

Dans ce contexte, plusieurs orientations d'adaptation doivent être considérées. D'une part, des démarches consistant à privilégier des espèces et des variétés plus sobres en eau (par exemple sorgho, pistachier, niébé) et adaptées à chaque contexte pédoclimatique local, apparaissent comme une voie nécessaire pour réduire la pression sur la ressource. D'autre part, des démarches plus intégrées peuvent également être envisagées, visant la régénération des cycles de l'eau douce par l'aménagement du territoire[223].

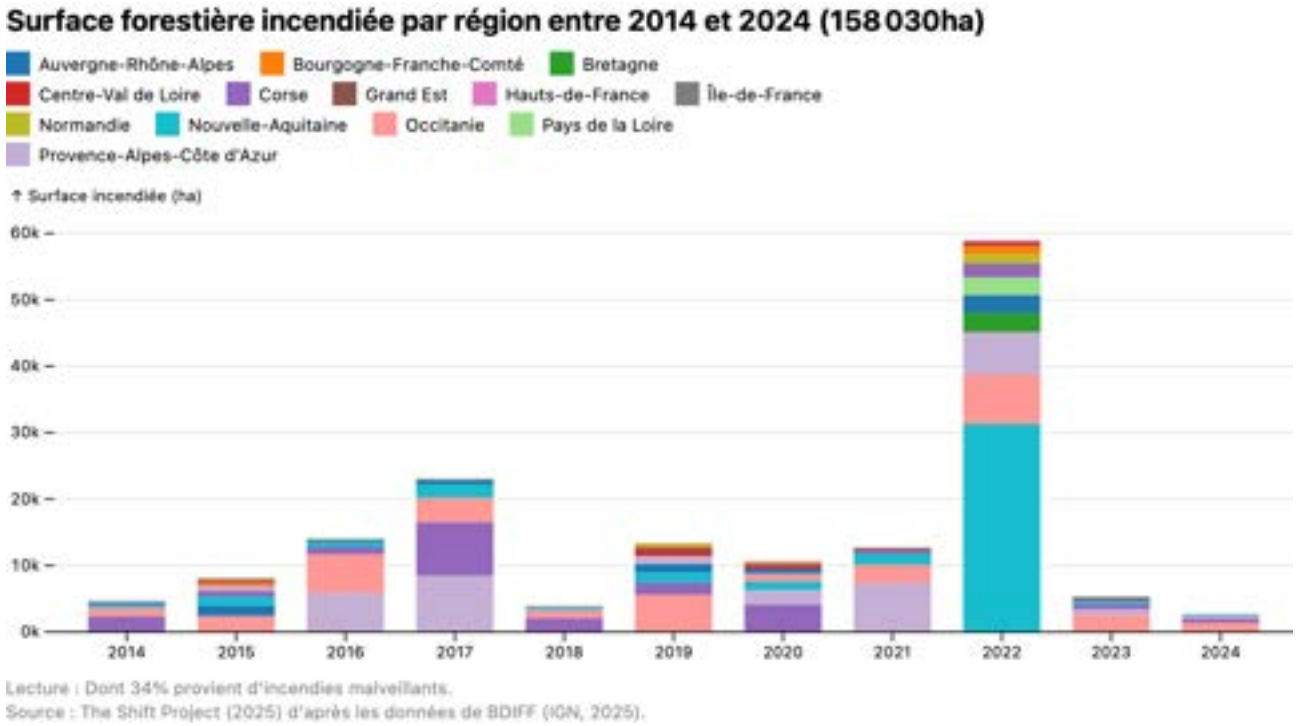
---

[219] Plan eau : 3 enjeux, 53 mesures, Ministères Aménagement du territoire Transition écologique, 2024
[220] Quelle évolution de la demande en eau d'ici 2050 ?, Haut-commissariat à la stratégie et au plan, 2025
[221] Hors barrage, canaux et énergie.
[222] Extension de ST Microelectronics : un millier de personnes ont manifesté à Grenoble contre le projet, Ici Isère, 2024
[223] Comme par exemple "l'hydrologie régénérative". Source : Pour Une Hydrologie Régénérative

C. De la prévention des incendies dans le sud à la gestion des dépérissement dans le nord-est : une sylviculture et une contribution à l'objectif de puit de carbone menacées

Les productions de bois et la captation de CO_2 par les forêts impactées par les feux de forêt dans le sud…

Les incendies de forêt, amplifiés par le changement climatique, menacent la production de bois en France en détruisant des massifs et en ralentissant leur régénération. Les zones les plus touchées à ce jour sont la moitié sud du pays, notamment des départements très producteurs comme les Landes et la Gironde, mais également d'autres territoires forestiers comme l'Ardèche et la Lozère.

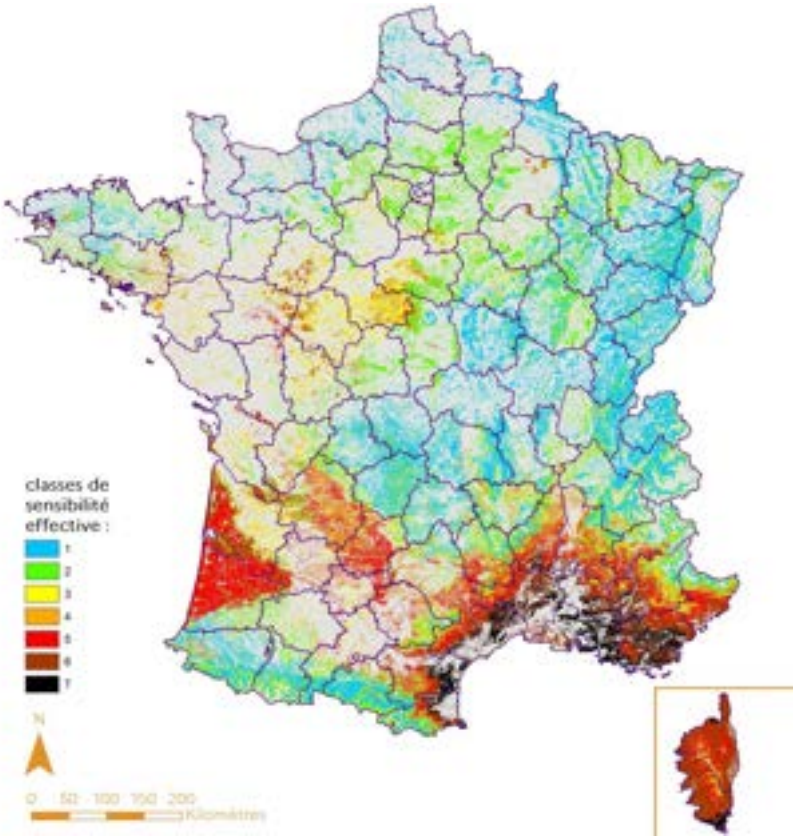


Lecture : Dont 34% provient d'incendies malveillants.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données de BDIFF (IGN, 2025).

Les départements des Landes et de la Gironde, représentant 13 % de la récolte nationale de bois en 2022, ont vu 3 % de leur surface forestière partir en fumée simplement sur la même année. Ces départements produisent aujourd'hui quasiment autant de bois d'œuvre que de bois d'industrie, et leurs productions servent principalement des industries locales comme la scierie Egger à Rion-des-Landes (Landes, 550 collaborateurs) ou la papeterie Smurfit Kappa (Gironde, 450 collaborateurs), très dépendantes de cette ressource.

Comme le montre une étude réalisée par plusieurs organismes de l'Etat, « **en région méditerranéenne française, les surfaces brûlées pourraient ainsi augmenter de 60 % d'ici 2050** pour deux scénarios du GIEC (RCP 4.5 et 8.5). Avec une hausse de la fréquence des feux, les espaces boisés pourraient peu à peu laisser place à des maquis »[224].

[224] Politique de prévention et de lutte contre l'incendie de forêt dans un contexte d'extension et d'intensification du risque dû au changement climatique, CGAAER, 2023 (p. 16)

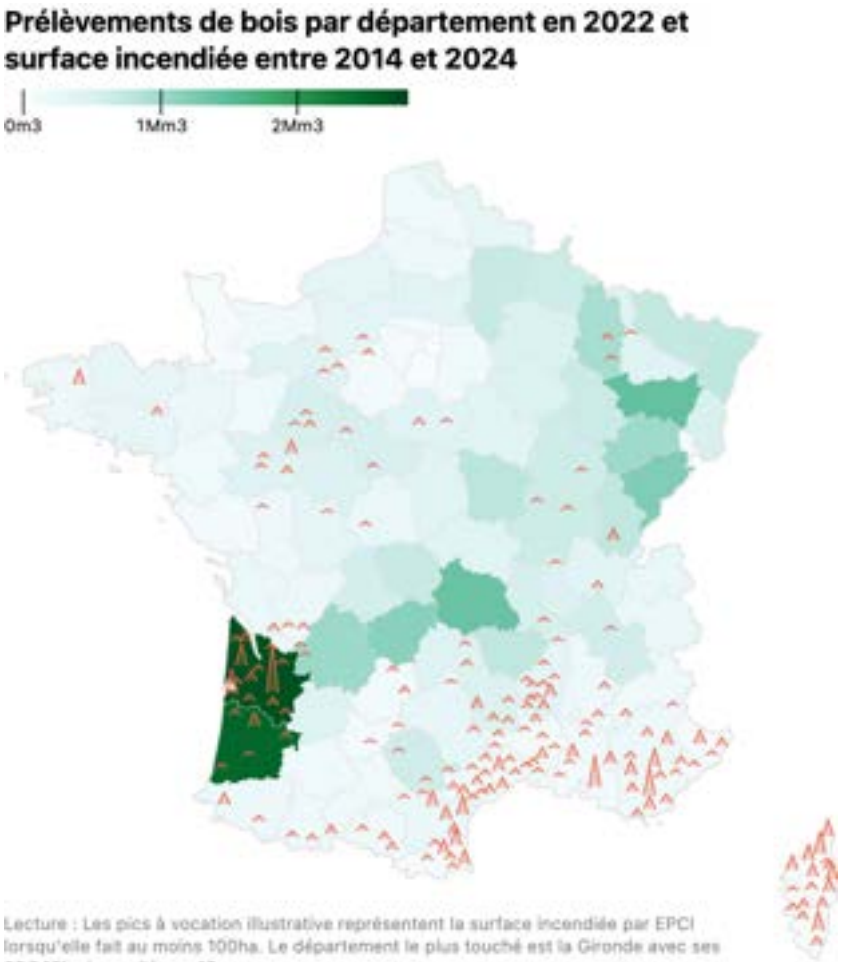


Carte de sensibilité effective de la végétation aux feux d'été
pour les projections du RCP 4.5 à l'horizon 2055 (ONF - Météo-France)[225]

Dans les horizons plus lointains, **avec l'augmentation des températures et l'augmentation du nombre de jours de sécheresse, les feux devraient gagner de plus en plus fréquemment des zones jusqu'ici épargnées**, notamment dans le centre et l'est du pays, et en particulier dans le centre-est très producteur en bois. Ainsi, à l'horizon 2090, dans le scénario RCP 8.5, « les trois grandes zones historiques (sud-est, sud-ouest et centre-ouest) auraient tendance à se rejoindre » et « la période à risque fort serait trois fois plus longue »[226].

Par ailleurs, les forêts du sud-est jouent un rôle de captation de CO_2 à l'échelle nationale, parce qu'une partie d'entre elles est encore relativement jeune. Or ces forêts méditerranéennes sont particulièrement impactées par les feux de forêt, et représentent 52 % des surfaces brûlées nationales sur la période 2014-2024. Il est aussi important de souligner que les massifs forestiers du sud-ouest sont faiblement diversifiés au niveau des essences, avec une forte représentation du pin maritime, ce qui accentue la vulnérabilité au risque d'incendie. D'ici à 2050, le Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique[227] estime que le risque d'incendie sera multiplié par 2 en nombre de jours à risque élevé, et multiplié par 4 en surface brûlée[228].

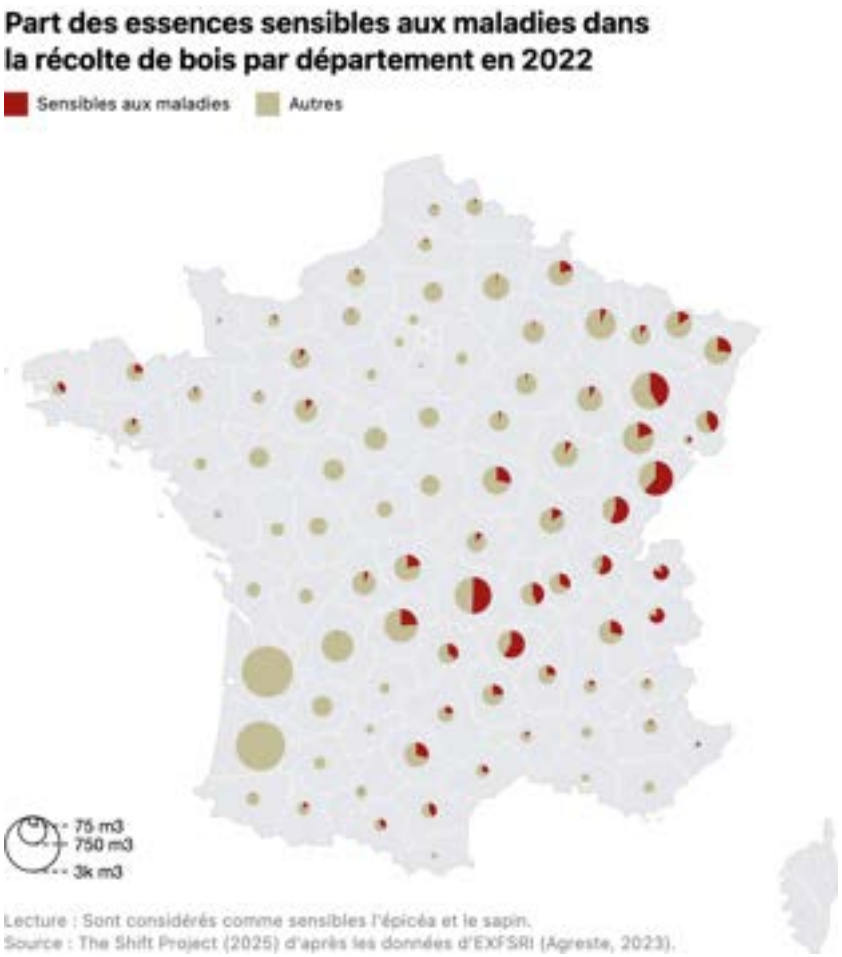
[225] Une extension géographique et temporelle de l'aléa, Observatoire des forêts françaises, 2025
[226] Une extension géographique et temporelle de l'aléa, Observatoire des forêts françaises, 2025
[227] Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique
[228] Feux de forêt : à quoi s'attendre et comment s'adapter, Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique, 2025



Lecture : Les pics à vocation illustrative représentant la surface incendiée par EPCI lorsqu'elle fait au moins 100ha. Le département le plus touché est la Gironde avec ses 32 940ha incendiés en 10 ans.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données d'EXFSRI (Agreste, 2023) et BDIFF (IGN, 2025).

… et par les dépérissements dans le nord-est

Le changement climatique devrait fragiliser les forêts françaises en augmentant la vulnérabilité des arbres aux maladies et aux bioagresseurs, ce qui menace la disponibilité future du bois. **Entre 2021 et 2023, environ 8 % des arbres forestiers (186 millions sur 2,27 milliards) étaient altérés, soit 174 Mm³ de bois affectés**. Les essences les plus touchées sont le frêne (27 %), le châtaignier (20 %), le chêne pédonculé et l'épicéa commun (10 % chacun), avec une concentration des impacts dans le nord-est. L'épicéa, déjà décimé dans les Vosges et le Jura, fait l'objet d'un plan de renouvellement, tandis que le sapin est également menacé. Les chênes nobles, représentant près d'un quart de la ressource nationale, pourraient subir à leur tour une mortalité croissante.



10 des 25 départements les plus producteurs en bois, représentant 22 % de la récolte nationale de bois, ont ainsi une récolte composée de plus de 25 % d'espèces vulnérables aux sécheresses et maladies, vulnérabilité renforcée par les exploitations en mono-cultures, beaucoup moins résistantes aux ravageurs et beaucoup moins intéressantes en terme de stockage de CO2**.**

Ces espaces sont principalement situés entre le centre et le nord-est : il s'agit des Vosges, du Puy-de-Dôme, du Doubs, de la Nièvre, du Bas-Rhin, de la Haute-Loire, du Jura, du Tarn, de l'Isère et de la Loire.

De nombreux usages pourraient être impactés. L'épicéa est, par exemple, très utilisé pour le bois d'œuvre que l'on souhaite mobiliser pour la décarbonation de la construction, le sapin est utilisé en construction et en menuiserie, le frêne en bois noble, et le chêne, dans l'ébénisterie, la tonnellerie ou encore la construction. Nous comptons également sur les coproduits de ces bois d'œuvre pour l'industrie et les consommations du chauffage (via les réseaux de chaleur ou les poêles à bois), une fois que les parties principales de l'arbre ont été mobilisées pour les usages prioritaires. Voir section IV.2.2.C. pour plus de détails.

Par ailleurs, il faut aussi considérer les effets de l'introduction de ravageurs et de pathogènes sur la santé des forêts. Ceux-ci suivent les flux commerciaux et peuvent dévaster des essences locales, comme le frêne. Par exemple, le nématode du pin vient d'être détecté en France et pourrait menacer le massif landais si la propagation n'est pas contenue. Toute analyse des crises sanitaires doit donc intégrer la dynamique des introductions liées au commerce.

Le dépérissement des arbres lié aux sécheresses et ravageurs et les chocs tels que tempêtes et incendies nuisent également à leur capacité de captation de CO_2. Quasiment l'intégralité de la perte de puits forestier depuis 2010 (30 $MtCO_2e$/an) est liée d'une part à des stress thermiques et hydriques, conduisant à une croissance biologique moindre, et d'autre part à des sécheresses ou scolytes qui entraînent une hausse de la mortalité[229]. Il n'est ainsi pas rare qu'une région très affectée par une crise deviennent émettrice net de CO_2 pendant quelques années, comme c'est le cas actuellement d'une partie de la forêt du nord-est qui est passée en[230].

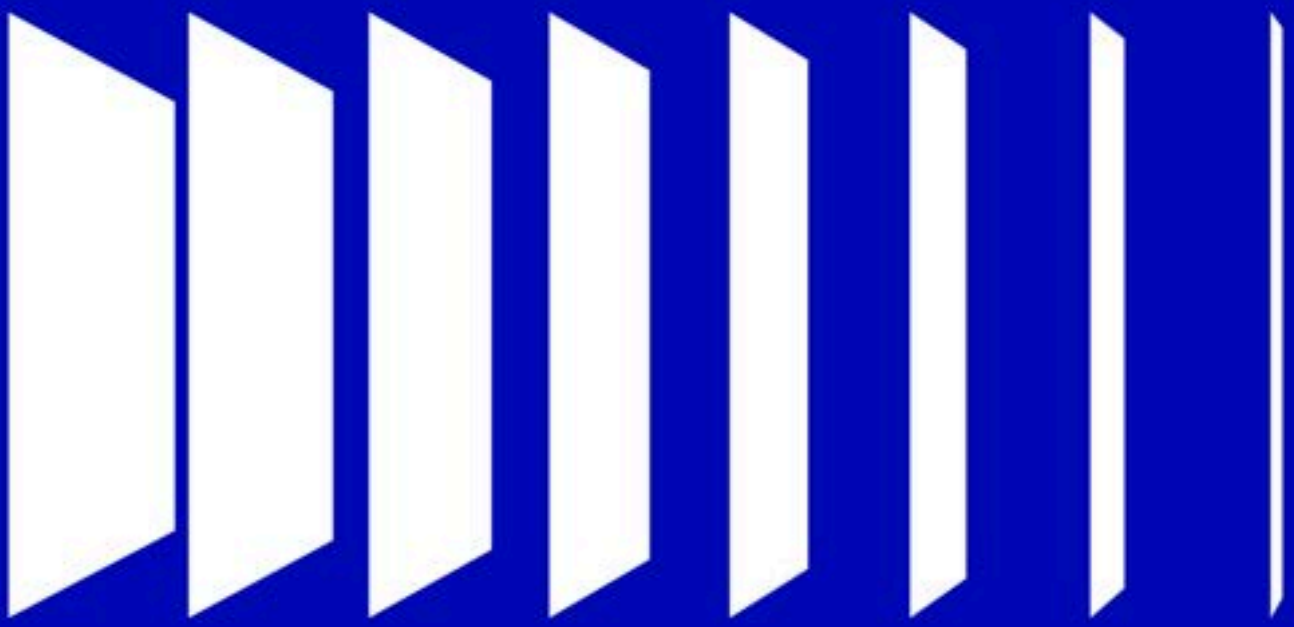
La SNBC compte sur les forêts pour stocker environ 35 $MtCO_2e$/an en 2050[231]. Or, le puits forestier a été divisé par deux depuis 2010, passant de 60 à 30 $MtCO_2e$/an. **Ainsi, plus le changement climatique fragilisera les forêts, plus il sera nécessaire de miser sur d'autres leviers pour accroître l'absorption de carbone des forêts — comme l'effet de surface, la gestion du bois mort ou la réduction des prélèvements — faute de quoi nous risquons de ne pas atteindre nos objectifs.**

Préconisations

- Améliorer la connaissance et la qualité des données sur les impacts potentiels du changement climatique sur nos forêts, pour mieux caractériser l'incertitude — tout en reconnaissant les limites de la modélisation des prévisions.
- Intégrer les spécificités locales dans les stratégies d'adaptation. La diversité des forêts françaises et l'hétérogénéité des risques imposent d'adapter les mesures au plus près des territoires. La planification nationale doit s'appuyer sur cette granularité pour décliner des trajectoires différenciées selon les massifs, les essences et les usages locaux
- Rester une zone de sûreté dans la mobilisation de la ressource en bois pour éviter les conflits d'usage. La baisse du puits de carbone et les tensions croissantes sur la ressource appellent à définir des marges de sécurité dans la gestion des prélèvements et la hiérarchisation des usages.

[229] La planification écologique pour la forêt, SGPE, 2023
[230] Mise en gestion durable de la forêt française privée, IGEDD, 2024. NB : aucune date de passage de forêt captrice à forêt émettrice n'est indiquée dans la littérature.
[231] Stratégie nationale bas carbone, MTE, 2020 (p. 185)

Conclusion et recommandations



III. Conclusion et recommandations

Conclusion

Face à la double contrainte carbone qui s'impose à elle – raréfaction progressive des énergies fossiles d'une part, intensification des effets du changement climatique d'autre part – **la France et ses territoires n'ont pas d'autres alternatives que d'engager une transformation profonde des modèles énergétiques, économiques et d'aménagement du pays**. Notre dépendance persistante aux hydrocarbures importés, combinée à notre vulnérabilité géopolitique et à leur incompatibilité avec les objectifs climatiques, rend inéluctable un basculement vers l'usage d'autres ressources, principalement bas carbone et localement mobilisables.

Dans cette perspective, **l'eau, les sols, la biomasse agricole et forestière, ainsi que l'électricité décarbonée, disponibles sur notre territoire, apparaissent comme des piliers de la transformation que nous avons à opérer**. En effet, sans accès sécurisé à l'eau, aux sols fertiles, à la biomasse et à une électricité suffisante et décarbonée, aucune stratégie de décarbonation ou d'adaptation ne saurait se concrétiser durablement, quels que soient les moyens financiers mobilisés ou les cadres de gouvernance instaurés.

Or, **ces ressources ne sont ni infinies ni aisément mobilisables**. Elles sont limitées dans leur volume, souvent déjà fortement sollicitées par des usages existants – majoritairement non énergétiques – et directement affectées par les effets du changement climatique. **L'augmentation prévisible des besoins** liée à l'électrification des usages, au développement des énergies décarbonées, ou encore à la réorganisation de notre tissu industriel **est susceptible de générer des tensions croissantes et des conflits d'usage**.

Ces tensions seront d'autant plus marquées que ces ressources sont inégalement réparties sur le territoire national. Les contrastes climatiques, topographiques, démographiques et économiques produisent de fortes disparités dans la disponibilité comme dans la demande. Certains territoires concentreront l'essentiel des pressions, en raison de leur densité de population, de leur tissu industriel, de leur profil agricole ou de leur exposition aux aléas climatiques. Dès lors, **les conflits d'usages ne seront pas uniquement sectoriels, mais prendront également une dimension locale, territoriale, et même interterritoriale, faisant émerger de nouveaux enjeux de coopération**.

Les limites biophysiques des territoires vont donc définir un champ des possibles, ainsi que des seuils à ne pas franchir pour garantir à la fois la régénération des ressources et la soutenabilité de notre économie et de nos modes de vie. Il ne s'agit pas ici de viser l'autarcie, mais de maîtriser notre capacité nationale et territoriale à produire, gérer et arbitrer l'accès à ces ressources déterminantes, condition essentielle du maintien de l'autonomie de décision et de la résilience des systèmes locaux face aux chocs à venir.

Reprendre notre destin énergétique et climatique en main revient donc à relocaliser des risques peu maîtrisables d'un système fondé sur les fossiles, vers un système d'emblée plus contraint, mais plus maîtrisable, car fondé sur nos ressources locales. Les territoires seront au premier plan de cette transition, avec d'un côté l'opportunité de contribuer, à leur mesure, à l'objectif commun de décarbonation, et de l'autre la responsabilité d'arbitrer sous contraintes physiques pour limiter les risques de tensions ou de conflit d'usage sur ces ressources.

Dans ce contexte, **l'approche physique de l'action climatique territoriale nous fournit deux enseignements liées aux spécificités des territoires : tous les territoires ne vont pas se décarboner de la même façon, y compris pour des usage identiques comme se chauffer ou se déplacer; tous les territoires ne seront pas en mesure de mobiliser les ressources locales de la même manière pour contribuer à l'objectif commun**. Ainsi posé le cadre, toute stratégie de décarbonation ne peut plus être définie uniquement d'un point de vue sectoriel, mais doit impérativement intégrer sa dimension territoriale, en tenant compte des contraintes, des potentiels et des interdépendances propres à chaque espace. Et en la déclinant, tout exercice de planification ne peut faire abstraction des disparités topographiques, démographiques, économiques ou encore climatiques des territoires, afin d'évaluer les contraintes physiques et les interdépendances, au risque sinon de se trouver inopérable à court ou moyen terme, et inopérant à plus long terme.

Or, mettre ces ressources au service de la transition ne peut se limiter à un simple exercice technique ou quantitatif. Il s'agit d'un véritable choix stratégique qui doit s'inscrire dans un projet de développement désirable et partagé. Les orientations retenues engageront profondément l'avenir du territoire, ses paysages, ses emplois et ses modes de vie. Pour être soutenables dans la durée, ces choix doivent pouvoir faire sens collectivement, nourrir la fierté locale et renforcer le lien entre les populations et leur environnement. En cela, la mobilisation des ressources au service de la transition peut devenir un puissant levier de renforcement de l'identité locale, à condition qu'elle soit pensée comme un projet territorial porteur de sens.

La prise en compte de ces contraintes et interdépendances doit donc nourrir la volonté de partir des projets de territoire pour consolider les planifications. **Il s'agit de repartir de l'échelon local et des différentes dynamiques existantes, puis d'adopter des approches plus ascendantes compatibles avec les propriétés d'auto-organisation des échelons territoriaux**. Ces approches sont en effet plus robustes, plus flexibles, plus adaptatives et plus transformatives pour gérer les fluctuations de court terme et les disruptions de long terme qui ne manqueront pas d'arriver. Cela conduit *in fine* à identifier les capacités des territoires à mobiliser ces ressources, leurs marges de manœuvre, leurs vulnérabilités et les arbitrages à opérer.

L'ensemble de la puissance publique devient ainsi collectivement stratège du projet collectif, alignée autour de référentiels communs co-construits. Pour y parvenir, une coopération entre tous les niveaux d'action et une mobilisation différenciée et coordonnée des territoires seront nécessaires. Cette dynamique collective doit s'inscrire dans la durée autour d'un « contrat de planification » territorial et national, reconnaissant les capacités différenciées des territoires, leurs interdépendances, et instituant des mécanismes de valorisation des contributions, de contrepartie, de coopération et de mutualisation des risques**. Cela permet d'adosser pertinemment les objectifs, des moyens et la gouvernance, aux enjeux physiques incontournables.**

Ainsi conçue, **la planification par les ressources locales offre un cadre structurant pour articuler, coordonner et mettre en cohérence l'ensemble des politiques climatiques, énergétiques, agricoles, industrielles et d'aménagement du territoire**. En prenant appui sur les réalités physiques et les spécificités territoriales, cette planification intégrée permet de transformer l'action climatique publique en un projet systémique et lisible, opérationnalisable grâce à une ingénierie renforcée.

Recommandations

Cette section propose une vingtaine de recommandations pour **développer une véritable culture de la planification de la décarbonation par les ressources locales**. Ces recommandations visent à inscrire toutes les démarches de planification dans une logique territoriale systémique et intégrée, en considérant les potentiels et les contraintes propres à chaque territoire — en matière d'énergie, d'eau, de biomasse, de sols ou de matériaux — comme des leviers structurants de la stratégie nationale de décarbonation.

Elles traduisent le besoin de renforcer la coordination entre les acteurs locaux et nationaux, d'outiller la connaissance des ressources disponibles, et d'orienter les choix d'aménagement en fonction de leur soutenabilité territoriale. **Pour chaque recommandation, nous avons indiqué le ou les principaux porteurs pertinents selon nous**.

Ces recommandations forment un ensemble cohérent et complémentaire, dont la portée repose sur leur mise en œuvre conjointe. Envisagées isolément, elles perdraient potentiellement une partie de leur efficacité et de leur capacité à répondre aux enjeux systémiques identifiés.

Fixer un cadre propice à une planification par les ressources locales

Clarifier la vision et l'approche pour une action climatique territoriale intégrant les enjeux de ressources

1. **Affirmer le caractère à la fois essentiel et limité des ressources territoriales et locales dont nous disposons pour assurer la décarbonation et renforcer notre souveraineté.** Eau, sol, biomasse agricole et forestière, ces ressources jouent en effet un rôle central dans l'application de leviers de décarbonation, notamment la production d'énergie bas carbone et la relocalisation d'activités économiques.

   ⇒ *Ministère de la Transition écologique, Ministère de l'Aménagement du territoire, Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle, énergétique et numérique*

2. **Expliciter le rôle double des territoires dans la transition climatique et énergétique de la France :** mise en œuvre concrète des leviers de décarbonation et mobilisation des ressources locales clés pour y parvenir en renforçant notre souveraineté.

   ⇒ *Ministère de la Transition écologique, Ministère de l'Aménagement du territoire, Associations d'élus*

3. **Reconnaître que chaque territoire contribuera de manière différenciée dans chacun de ces rôles, en fonction de ses caractéristiques propres** (topographie, démographie, tissu économique, climat, etc.)**.**

   - **D'une part, pour un même usage, les territoires ont des capacités locales d'activation des leviers de décarbonation différents en fonction de leurs spécificités territoriales**. Pour la mobilité quotidienne par exemple, certains territoires seront plus disposés à faire du report modal de la voiture individuelle thermique vers les transports en commun ou les mobilités actives, là où d'autres devront recourir davantage à la voiture électrique.

   - **Par ailleurs, chaque territoire aura des capacités différentes à pourvoir aux besoins en ressources locales essentielles à la décarbonation du pays**. Par exemple, les zones bien exposées au vent ou au soleil pourront développer efficacement les énergies renouvelables électriques, tandis que d'autres pourront disposer davantage d'espaces forestiers à valoriser pour le stockage de CO2 ou les usages énergétiques et non énergétiques indispensables à notre décarbonation.

   ⇒ *Ministère de la Transition écologique, Ministère de l'Aménagement du territoire, SGPE*

4. **Articuler la stratégie de décarbonation avec les politiques d'aménagement du territoire à travers un cadre de coopération interterritoriale fondée sur les ressources**

   - **D'un point de vue physique[232], acter qu'aucun territoire ne sera en mesure d'assurer seul sa décarbonation** ni de répondre à l'ensemble de ses besoins : la transition suppose une mobilisation coordonnée des ressources, fondée sur la reconnaissance des interdépendances territoriales. L'autarcie d'un territoire n'est ni réaliste, ni à rechercher.

   - **S'appuyer sur les atouts différenciés des territoires** pour penser la répartition des contributions de chacun au projet collectif de décarbonation. Par exemple, évaluer dans quelles mesure les territoires moins exposés aux tensions sur la consommation électrique pourraient constituer des zones d'accueil prioritaires pour des activités électro-intensives, dans une logique d'aménagement équilibré et de planification énergétique intégrée. Cette approche pourrait permettre de répartir les dynamiques de consommation de manière à réduire les risques de conflits d'usage locaux et à renforcer la résilience du système productif national.

   - **Étudier les conditions de valorisation des contributions différenciées et de mutualisation des risques.** Il s'agit entre autres d'instruire des questions relatives :
     - aux modalités de reconnaissance pour les territoires qui mobilisent une partie de leurs ressources, au-delà de leurs besoins propres, au service de l'atteinte des objectifs climatiques et énergétiques (sols ou forêts pour contribuer aux objectifs de stockage de CO2) ;
     - aux modalités de contreparties pour les territoires qui supportent des usages contraignants ou subissent des arbitrages défavorables au nom de l'intérêt national ;
     - aux cadres de coopération interterritoriale qui permettent de partager les risques (climatiques, économiques, fonciers) liés à la mobilisation différenciée des ressources.

⇒ *Ministère de la Transition écologique, Ministère de l'Aménagement du territoire*

[232] Non de gouvernance ou financier.

Clarifier le cap et les grandes orientations

Parce que les ressources locales sont à la fois essentielles à la décarbonation et contraintes physiquement, il existera des conflits d'usages émanant de concurrences physiques entre secteurs pour l'accès à des ressources limitées. Pour résoudre les conflits d'usage, il convient de procéder à des arbitrages nationaux stratégiques :

5. **Décider des grandes orientations** des systèmes qui régissent la disponibilité des ressources, et garantir qu'elles soient lisibles, stables, compréhensibles. En particulier:

   - **Quelles grandes priorités souhaite-t-on donner au système électrique** à l'horizon 2050 : la décarbonation par l'électrification des usages ? Le renforcement de la souveraineté par la réindustrialisation ou le renforcement de notre compétitivité nationale dans des filières émergentes (comme l'IA) ? Le maintien de capacités exportatrices dans une logique de contribution à la sécurité énergétique européenne ?
     ⇒ *Gouvernement, avec l'appui du Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle, énergétique et numérique, du Ministère de la Transition écologique*

   - **Quelles grandes priorités souhaite-t-on donner au système agricole** à l'horizon 2050 : une meilleure autonomie agricole et alimentaire nationale ? Une moindre dépendance énergétique nationale ? Le maintien de capacités exportatrices dans un objectif de contribution potentielle à la sécurité alimentaire internationale ?
     ⇒ *Gouvernement, avec l'appui du Ministère de l'Agriculture, de l'Agro-alimentaire et de la Souveraineté alimentaire, du Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle, énergétique et numérique, du Ministère de la Transition écologique*

   - **Quelles grandes priorités souhaite-t-on donner au système sylvicole** à l'horizon 2050 : une maximisation des capacités de stockage de CO2 ? Une moindre dépendance énergétique nationale ? Le maintien de capacités exportatrices dans un objectif de leadership sur le marché international ?
     ⇒ *Gouvernement, avec l'appui du Ministère de la Transition écologique, du Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle, énergétique et numérique*

Et pour les ressources dont elles dépendent *in fine* :

   - **Quelles grandes priorités souhaite-t-on donner au système de gestion de l'eau** à l'horizon 2050 : la sécurisation de l'accès à la ressource face au changement climatique ? La garantie d'un partage équitable entre les usages agricoles, industriels, énergétiques et domestiques ? Le maintien des équilibres écologiques des milieux aquatiques dans une logique de résilience territoriale ?
     ⇒ *Gouvernement, avec l'appui du Ministère de la Transition écologique, du Ministère de l'Agriculture, de l'Agro-alimentaire et de la Souveraineté alimentaire, du Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle, énergétique et numérique*

   - **Quelles grandes priorités souhaite-t-on donner au système de gestion et de protection des sols** à l'horizon 2050 : la préservation de leur fertilité et de leur capacité à stocker du carbone ? La lutte contre l'artificialisation et l'érosion des terres agricoles et naturelles ? Ou encore l'optimisation de leur usage dans une perspective de sobriété foncière et de cohérence territoriale ?

⇒ *Ministère de la Transition écologique, Ministère de l'Agriculture, de l'Agro-alimentaire et de la Souveraineté alimentaire, Ministère de l'aménagement du territoire*

6. **Traduire ces grandes priorités en usages prioritaires pour chacune des ressources, c'est-à-dire, les plus indispensables à notre société et les plus difficiles à décarboner**.

   - **Définir, pour toute évolution des usages en régime nominal (hors crise) et pour chaque ressource locale, les usages prioritaires**. Il existe une priorisation des usages en cas de crise. C'est le cas pour les énergies (l'électricité, gaz[233]), et l'eau[234]. Il s'agit ici d'anticiper les contraintes à venir, liées par exemple aux dynamiques socio-économiques ou à la mise en œuvre de leviers de décarbonation, en définissant des règles d'arbitrage. A l'instar de ce qui a été initié par le SGPE pour la biomasse[235], cette priorisation des usages pourrait être déclinée aux autres ressources.

   - **Ces priorisations des usages devraient avoir *a minima* une traduction programmatique incarnée dans les documents de planifications nationaux et locaux, et déclinée dans des feuilles de route sectorielles**. Cela permettrait notamment de faciliter les arbitrages en cas de risque de tension naissante ou croissante. Cela pourrait commencer par exemple par le lancement d'une réflexion globale sur la répartition et la priorisation des usages énergétiques dans le temps à l'échelle nationale et locale[236] (yc les centres de données).

   - **Ces priorités d'usages pourraient également se traduire dans le cadre de décisions territoriales « de fonctionnement »**. Il peut par exemple s'agir d'arbitrer vis-à-vis du développement de nouveaux projets, qu'il s'agisse par exemple de développement économiques ou résidentiels, ou encore de projets d'infrastructure. Elles pourraient aussi se traduire dans les choix d'investissements locaux, comme la mise en œuvre de leviers de transition susceptibles de préempter une ressource (ex : développement de chaufferies à bois).

     ⇒ Ministère de la Transition écologique, Ministère de l'Agriculture, de l'Agro-alimentaire et de la Souveraineté alimentaire, Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle, énergétique et numérique, Ministère de l'aménagement du territoire et de la décentralisation, chargé de la ruralité, acteurs des filières concernées

7. **Dans ce cadre de réflexion sur les usages des ressources nationales : intégrer les enjeux de souveraineté comme une dimension essentielle des arbitrages sous contrainte de ressources à réaliser.**

   - **Clarifier, pour chaque ressource, l'échelon auquel nous envisageons l'impératif de souveraineté** : à l'échelle nationale, ou bien européenne ?

---

[233] Comme par exemple ce qui a été fait de manière plus ou moins organisée lors du plan de sobriété en 2022.
[234] Priorisation des usages de la ressource en eau des territoires en période de crise : 1. fonctions biologiques des milieux ; 2. usages AEP ; 3. besoins agricoles ; 4. besoins hydroélectriques ; 5. besoins industriels ; 6. besoins pour les activités de loisirs. En cas de pénurie, la priorité serait accordée à l'eau potable. A ce titre, l'usage des ressources identifiées dans les zones de ressources stratégiques sera affecté prioritairement aux usages AEP.
[235] Bouclage biomasse : enjeux et orientations, SGPE, 2024 (p. 27)
[236] PPE des TERRITOIRES - 2035, AMORCE / ANPP / France Urbaine / Intercommunalités de France / Villes de France

- **Clarifier les objectifs de dépendance et d'autonomie sur chacune des ressources :** jusqu'à quel point souhaitons-nous garder la maîtrise sur nos consommations et nos usages? Dans quelle mesure est-on prêts à importer ? De qui et pour combien acceptons-nous d'être dépendants sur quelles ressources ?

- **S'appuyer sur cette échelle pour penser des dispositifs de coopération et des stratégies communes de résilience.** En particulier, coordonner les politiques nationales et européennes afférentes à la production, à la consommation, à la gestion, à l'importation et à l'exportation de ces ressources au niveau européen, afin que le besoin croissant en ces ressources puisse trouver des réponses renforçant la souveraineté européenne.

- **Caractériser pour chaque ressource, les enjeux de souveraineté associés**. Dans un premier temps, faire l'état des lieux de la criticité des dépendances actuelles aux importations, en analysant la provenance, la diversité ainsi que les volumes des approvisionnements vis-à-vis d'une ressource, ainsi que la vulnérabilité des usages et activités qui en dépendent.

  ⇒ *Ministère de la Transition écologique, Ministère de l'Agriculture, de l'Agro-alimentaire et de la Souveraineté alimentaire, Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle, énergétique et numérique, Ministère de l'Europe et des affaires étrangères, Secrétariat Général des Affaires Européennes*

Mettre en place une planification par les ressources locales, à toutes les échelles

Au niveau national

8. **Penser le plan de décarbonation de l'économie française de façon matricielle**, non pas seulement avec un découpage sectoriel des leviers identifiés, mais aussi avec **des grandes orientations territoriales de l'application de ce même plan.** Par exemple, donner des grandes orientations territoriales dans la prochaine SNBC, ou la planification écologique[237]. Dans ces grandes orientations territoriales, expliciter les deux enjeux de distincts mais interconnectés de la territorialisation de l'action climatique :

   - Un premier volet qui acte et précise les capacités locales d'activation des différents leviers de décarbonation en fonction des spécificités territoriales, dans le prolongement du travail du SGPE de territorialisation des leviers de décarbonation ;

   - Un second volet qui évalue la capacité des territoires à pourvoir aux besoins en ressources locales essentielles à la décarbonation du pays.
     ⇒ *Ministère de la transition écologique*

9. **Dans la mise à jour des plans de décarbonation, élargir l'exercice de bouclage[238] à la biomasse agricole et forestière**, **mais également d'une certaine manière aux sols ou encore à l'eau**. Ces ressources étant interdépendantes, il s'agira d'effectuer des rebouclages sectoriels et par ressource.

---

[237] Poste du SGPE, slide 3, qui parle de déclinaison sectorielle, SGPE, 2025

[238] Le « bouclage » permet de vérifier que chacun des besoins définis par chaque secteur peut être compatible avec les ressources locales effectivement disponibles, et qu'il ne risque pas d'y avoir de conflits d'usage entre ces différents besoins. En un mot, ce bouclage permet de s'assurer que le plan tient debout.

- **Bouclage biomasse agricole et forestière :** vérifier que la somme des besoins cumulés de biomasse occasionnés par la décarbonation de chaque secteur peut être compatible avec les potentiels estimés de production de ces ressources, et qu'il ne risque pas d'y avoir de conflits d'usage entre ces différents besoins

- **Bouclage sols** : prendre en compte le caractère limité de la ressource foncière en sols Naturels, Agricoles et Forestiers (NAF) et s'assurer que tout plan de décarbonation menant à un changement d'usage des sols (artificialisation, mise en culture de prairies…) ne menace pas les usages qui dépendent de ces sols NAF comme la production de biomasse, la captation de carbone, la biodiversité…

- **Bouclage eau** : comparer les nouveaux prélèvements et consommations en eau suscitées par les plans de décarbonation, et localisés dans les territoires, avec les données sur les tensions passées dans ces territoires avec les projections d'aggravation de ces tensions dues au changement climatique.
  ⇒ *SGPE, Ministère de la transition écologique (DGEC), prospectivistes (ADEME, RTE, Négawatt)*

10. **Dans le cadre de la construction de scénarios prospectifs, définir des critères transparents et diversifiés de répartition des contributions territoriales, afin d'alimenter le débat sur la dimension territoriale des choix à réaliser.** Les déterminants mobilisés peuvent prendre en compte les efforts déjà réalisés (ex : appuyer l'effort d'électrification des véhicules individuels sur les territoires où elle est plus faible), ou répartir équitablement l'effort (ex : viser un même pourcentage d'électrification des véhicules dans tous les territoires), ou encore décliner l'effort à réaliser en fonction des contraintes et potentiels territoriaux (ex : favoriser l'investissement dans les véhicules électriques dans les zones avec peu de transports en commun). Ces scénarios peuvent ensuite être comparés en fonction de leurs avantages et inconvénients.
    ⇒ *SGPE, Ministère de la Transition écologique, prospectivistes (ADEME, RTE, Négawatt)*

11. L'exacerbation des conflits d'usage due au réchauffement climatique et les incertitudes concernant les transformations possibles incitent à **définir une marge de sécurité pour les ressources disponibles, en définissant des limites à leur utilisation, soit à l'échelle nationale, soit à des échelles locales**. Par exemple, les aléas climatiques génèrent des incertitudes sur les productions nationales annuelles de biomasse agricole et forestière et sur la disponibilité de l'eau.
    ⇒ *SGPE, Ministère de la Transition écologique, prospectivistes (ADEME, RTE, Négawatt)*

Au niveau régional et local

12. **Ancrer l'action climatique des collectivités dans une connaissance partagée, prospective et stratégique des enjeux liés aux ressources locales et des interdépendances territoriales associées**

- Consolider un bilan des ressources consommées et disponibles par le territoire,en associant les opérateurs locaux de service public (eau, énergie, déchets) pour agréger les données et

mieux évaluer les flux, et en s'appuyant sur les éléments proposés dans le guide méthodologique adossé au présent rapport

- Établir un bilan des dépendances en ressource dont le territoire ne dispose pas, en indiquant si ces dépendances sont vis-à-vis de territoire voisins, de territoires nationaux, européens ou mondiaux. Renforcer dès à présent les cadres de coopération multiscalaire pour mutualiser les moyens d'action et anticiper les besoins futurs
- Utiliser ce diagnostic pour concerter et mettre en débat avec toutes les parties prenantes du territoire, les grandes orientations et la priorisation des usages des ressources dont il dispose.
- S'appuyer sur une ingénierie renforcée pour projeter le territoire en 2050 sur la base de ces grandes orientations
- S'appuyer sur ce socle de connaissance renforcé pour enrichir les feuilles de route des COP régionales.
- S'appuyer sur ce socle de connaissance renforcé pour mettre à jour les documents de planification régionaux (SRADDET, SARE, PADDUC et SRCAE en Ile-de-France) et locaux (PCAET, SCOT, PLUi)

  ⇒ *Collectivités, SGPE, agences de l'Etat (ADEME, CEREMA, ANCT), opérateurs de services publics*

Entre l'Etat et les collectivités territoriales

13. **Inscrire l'intégration des enjeux de ressources dans un « contrat de planification territorial et national »**

- Inscrire la prise en compte des contraintes et interdépendances dans la durée autour d'un « contrat de planification » territorial et national, reconnaissant les capacités différenciées des territoires, leurs interdépendances, et instituant des mécanismes de valorisation des contributions, de contrepartie, de coopération infra et inter-territoriale, et de mutualisation des risques. Cela permet d'adosser pertinemment les objectifs, les moyens humains (ingénierie) et financiers (dans un contexte de forte contrainte budgétaire) et la gouvernance (priorisation et arbitrages), aux enjeux physiques incontournables, dans un cadre pluriannuel pour plus de prévisibilité
- Baser la prochaine édition des COP régionales 2026 sur la prise en compte des enjeux ressources et des interdépendance

Mesurer pour anticiper, en s'appuyant sur plus de données territoriales

14. **Affiner les évaluations pour préciser le diagnostic, sur les conflits d'usage locaux existants et potentiellement à venir[239].** En renforçant la prospective sur les consommations énergétiques et autres ressources locales au-delà de 2035. En s'appuyant sur les données disponibles localement, et en améliorant l'agrégation de ces connaissances à chaque échelon

[239] C'est déjà pensé pour l'eau (source), pour le bois le SGPE a fait un diagnostic national seulement (source).

territorial[240]. Celà nécessite notamment d'envisager l'élargissement des prérogatives de certains services déconcentrés de l'État ou instance État-Région comme les comités régionaux de l'énergie. Il s'agirait par exemple d'identifier le plus rapidement possible si les trajectoires territoriales de déploiement des ENR sont robustes, ou s'il y a besoin de les renforcer, via plus de planification concertée. Et de répondre aux besoins d'ingénierie des collectivités pour appuyer la formalisation du diagnostic.
⇒ *SGPE, Ministère de la Transition écologique, Régions*

La prise en compte des ressources locales et des dimensions territoriales de la décarbonation peut s'appuyer sur de l'analyse de données et de la modélisation : que ce soit dans la réalisation de diagnostics sur les risques de tension actuels, ou encore pour projeter les consommations et analyser les disponibilités futures des différentes ressources. Tout cela dépend de l'accessibilité et de la qualité des données :

15. **Étendre la couverture des données publiques territorialisées aux secteurs encore sous-documentés.**

    - **Intensifier la production de données publiques territorialisées** en ciblant prioritairement les secteurs stratégiques actuellement peu documentés, tels que la sylviculture, les consommations matérielles résidentielles, l'énergie du secteur tertiaire, le fret, l'extraction et la consommation de matière et d'eau par l'industrie.

    - **Garantir l'exploitabilité des données multisectorielles** en adoptant, dès leur production, des formats et des standards facilitant leur interconnexion et leur croisement. Ceci est indispensable pour analyser les dépendances systémiques et identifier les zones de vulnérabilité, essentiel au pilotage de la transition écologique et industrielle.

16. **Affiner le niveau de détails des données sectorielles pour un pilotage opérationnel des leviers de la transition.**

    - **Accroître la granularité des données sectorielles** en exigeant des instances productrices de fournir des niveaux de détail plus fins afin de permettre une identification plus précise et opérationnelle des capacités des leviers de décarbonation. Par exemple, systématiser la séparation du secteur « industrie » en sous-catégories industrielles telles que « métallurgie », « chimie », ou « gestion des déchets » permet un nouveau niveau d'analyse.

    - **Assurer la traçabilité des flux d'énergie et de matière entre secteurs** en détaillant les sources et destinations lors des transferts entre secteurs, ce qui est nécessaire pour établir des analyses plus pertinentes à l'échelle de l'écosystème économique. Par exemple, la mobilisation de cultures agricoles dans le secteur industriel qui produirait des biocarburants à leur tour utilisés dans le secteur du transport, implique un suivi en cascade d'un secteur à l'autre.

[240] Au niveau national, la perte d'information est souvent trop grande pour interpréter finement les besoins des territoires.

17. **Intégrer la question des flux de ressources et de l'interdépendance physique des territoires pour éclairer les stratégies d'approvisionnement.**

    - **Compléter la dimension spatio-temporelle des données existantes** en documentant de manière systématique les flux de matières, produits, énergie ou services entre les zones de production et de consommation, afin de modéliser avec précision les interdépendances territoriales et les chaînes d'approvisionnement physiques.

    - **Exploiter les données de flux pour enrichir l'analyse des vulnérabilités** en offrant aux décideurs publics une base factuelle permettant de mieux anticiper les risques liés aux stratégies d'approvisionnement nationales et locales, ainsi que d'orienter la réflexion sur la provenance et la résilience des ressources consommées.

18. **Établir des conventions de mesure et de classification communes pour garantir l'interopérabilité des données publiques territoriales.**

    - **Standardiser les méthodes de calcul et les classifications** en initiant un travail interinstitutionnel visant à harmoniser les définitions, les périmètres d'analyse (comme les « scopes » dans le bilan carbone) et les méthodes de classification des données territoriales afin d'assurer l'interopérabilité des résultats entre les différentes instances.

    - **Documenter de manière explicite les écarts méthodologiques** en imposant aux instances productrices de données d'améliorer la transparence de leurs méthodes de mesure et de leurs hypothèses de calcul, ce qui permettra aux utilisateurs de comprendre les différences entre les jeux de données et d'utiliser chaque source en toute confiance.

    - **Établir des conventions claires pour l'attribution des flux et de la consommation mobile** en standardisant la réponse aux questions méthodologiques majeures, telles que l'imputation spatiale des flux de matière et d'énergie ou des émissions liées à l'usage de biens et de services. Par exemple, l'attribution géographique de la consommation de carburant d'un véhicule qui se déplace est abordée par chaque acteur de manière différente.

    ⇒ Institutions de données publiques : (SDES, INSEE, Agreste, IGN, Douanes) et de référence (Open Data Réseaux Énergies (ODRÉ) de RTE, Citepa), La Direction interministérielle du numérique (DINUM) pour les aspects d'interopérabilité, Ministère de la Transition écologique pour les enjeux de coordination des opérateurs.

Ancrer la culture de la planification par les ressources locales

19. **Dans les discours portant sur les plans nationaux comme dans le débat public, caractériser systématiquement la dimension territoriale des leviers de décarbonation.** Ce que nous faisons déjà pour la dimension sectorielle : isoler les bâtiments, électrifier les mobilités, produire des énergies décarbonées, etc.

    - S'agissant de l'application différenciée des leviers de décarbonation, parler par exemple d'électrification accélérée des véhicules dans les territoires où l'on sait qu'il sera difficile, voire impossible, de développer des infrastructures permettant le report modal. De même, concernant le développement des ENR, identifier les territoires où cela ne pourra pas avoir lieu, et recentrer l'effort sur ceux où cela est envisageable, pertinent, voire prioritaire.

Rappeler systématiquement si l'application d'un levier se fera de façon concentrée sur certains territoires, ou bien diffuse. Par exemple, préciser que la décarbonation de l'industrie sera en majorité très concentrée sur quelques dizaines de sites industriels émissifs; une plus faible partie sera diffuse sur le territoire, relative au tissu de TPE, PME, ETI, qui maille le territoire.

- S'agissant de la mise à disposition par les territoires des ressources locales clés pour la décarbonation, toujours parler des leviers de décarbonation abordant les ressources locales concernées.

- La définition des conditions de valorisation des contributions différenciées présentées dans la recommandation #3 constituent un prérequis, afin de s'assurer que cette démarche ne conduit pas à stigmatiser les territoires concernés.

⇒ Institutions publiques (SGPE, MinTE, MinColl., ADEME, CEREMA, ANCT, etc.), experts sectoriels, médias.

20. **Renforcer les compétences et la culture commune des élus, des agents de l'Etat et des agents territoriaux sur la planification de la décarbonation par les ressources locales**. Il s'agit de définir un socle de connaissance commun à ces acteurs, portant sur la compréhension des ressources locales (eau, sols, biomasse, énergie), leurs limites physiques, leurs usages prioritaires et des arbitrages nécessaires pour la transition. Ce socle devrait développer une culture commune de la planification systémique, outiller l'analyse des conflits d'usage, clarifier le rôle différencié des territoires dans la transition nationale, et permettre aux acteurs d'interpréter et de mobiliser les données disponibles. Il devrait sensibiliser aux interdépendances territoriales, aux enjeux de souveraineté des ressources et aux conditions de valorisation des contributions différenciées.

- Pour les agents territoriaux ou les attachés d'administration de l'État, il s'agit d'intégrer, dans les parcours de formation initiale ou continue, de nouvelles offres spécifiques croisant les thématiques sectorielles et les enjeux de planification systémique, d'intégrer également ce point de vue sur les offres transverses relatives à la cohésion sociale compte tenu des possibles conflits d'usage à venir, de compléter l'offre sur les approches relatives à la sobriété en renforçant la vision territorialisée des ressources, et également en miroir de ce sujet, de développer pour les agents territoriaux les approches « non utilitaristes » du vivant, sujet émergent dans les politiques de transition.
  ⇒ Centre national de la fonction publique territoriale (CNFPT), Instituts régionaux d'administration (IRA), Institut national du service public (INSP)

- Pour les élus locaux il s'agit, d'une part, d'enrichir les orientations générales de leur formation avec ce socle et, d'autre part, d'intégrer ce socle dans l'évaluation des demandes d'agrément et de renouvellement d'agrément présentées par les organismes publics ou privés, quelle que soit leur nature juridique, souhaitant dispenser une formation liée à l'exercice du mandat des élus locaux.
  ⇒ Conseil national de la formation des élus locaux (CNFEL)

Tableau synthétique des recommandations

Fixer un cadre propice à une planification par les ressources locales	
1	Affirmer le **caractère à la fois essentiel et limité des ressources territoriales et locales** dont nous disposons pour assurer la décarbonation et renforcer notre souveraineté
2	Expliciter le **rôle double des territoires dans la transition climatique et énergétique** de la France : mise en œuvre concrète des leviers de décarbonation et mobilisation des ressources locales clés pour y parvenir en renforçant notre souveraineté
3	Reconnaître que **chaque territoire contribuera de manière différenciée** dans chacun de ces rôles, en fonction de ses caractéristiques propres (topographie, démographie, tissu économique, climat, etc.)
4	Articuler la stratégie de décarbonation avec les politiques d'aménagement du territoire à travers un **cadre coopération interterritoriale fondée sur les ressources**
5	**Décider des grandes orientations des systèmes qui régissent la disponibilité des ressources**, et garantir qu'elles soient lisibles, stables, compréhensibles
6	Traduire ces grandes priorités **en usages prioritaires pour chacune des ressources**, c'est-à-dire, les plus indispensables à notre société et les plus difficiles à décarboner
7	Intégrer les **enjeux de souveraineté comme une dimension essentielle des arbitrages** sous contrainte de ressources à réaliser

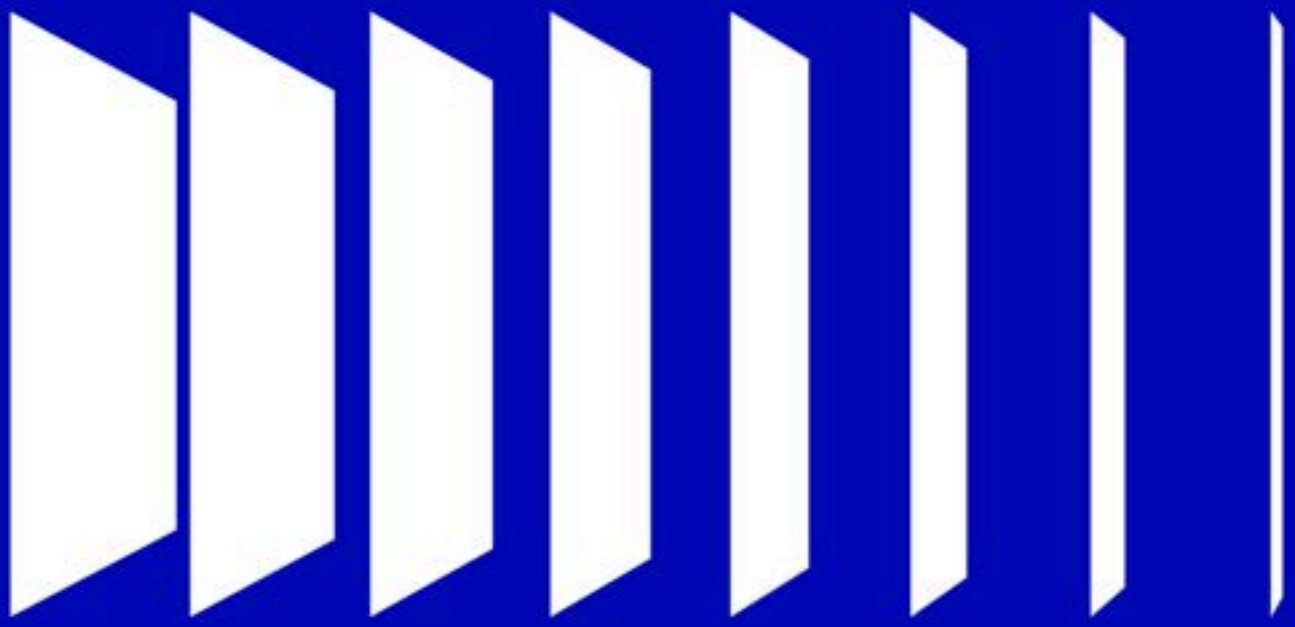
Mettre en place une planification par les ressources locales, à toutes les échelles	
8	Penser le plan de décarbonation de l'économie française **de façon matricielle**, non pas seulement avec un découpage sectoriel des leviers identifiés, mais aussi avec des **grandes orientations territoriales** de l'application de ce même plan
9	Dans la mise à jour des plans de décarbonation, élargir l'exercice de **bouclage à la biomasse agricole et forestière**, mais également d'une certaine manière aux **sols ou encore à l'eau**
10	Dans le cadre de la construction de scénarios prospectifs, définir les **critères transparents et diversifiés de répartition des contributions territoriales**, afin d'alimenter le débat sur la dimension territoriale des choix à réaliser
11	Dans les projections de disponibilités des ressources, définir des **marges de sécurité** pour anticiper les incertitudes liées au **changement climatique**
12	Ancrer l'action climatique des collectivités dans une **connaissance partagée, prospective et stratégique des enjeux liés aux ressources locales et des interdépendances territoriales** associées
13	**Intégrer des enjeux de ressources dans un « contrat de planification » territorial et national**

Mesurer pour anticiper, en s'appuyant sur plus de données territoriales	
14	**Affiner les évaluations pour préciser le diagnostic**, sur les conflits d'usage locaux existants et potentiellement à venir
15	**Étendre la couverture des données publiques territorialisées** aux secteurs encore sous-documentés

16	**Affiner le niveau de détails des données sectorielles** pour un pilotage opérationnel des leviers de la transition
17	**Intégrer la question des flux de ressources et de l'interdépendance physique des territoires** pour éclairer les stratégies d'approvisionnement
18	**Établir des conventions de mesure et de classification communes** pour garantir l'interopérabilité des données publiques territoriales

Ancrer la culture de la planification par les ressources locales	
19	**Caractériser systématiquement la dimension territoriale des leviers de décarbonation,** que ce soit dans les discours portant sur les plans nationaux comme dans le débat public
20	**Renforcer les compétences et la culture commune des élus, des agents de l'Etat et des agents territoriaux** sur la planification de la décarbonation par les ressources locales

Détail des analyses par ressource



IV. Détail des analyses par ressource

Cette partie reprend chaque ressource locale considérée dans ce rapport et décrit l'état des lieux des consommations et des productions, avant d'étudier pour chaque ressource les principaux enjeux liés à la décarbonation et au changement climatique.

Table des figures des analyses par ressource

Figure 35 : Décomposition sectorielle de la consommation électrique française en 2019
Figure 36 : Consommation d'électricité par usage par département en 2022
Figure 37 : Usages de l'électricité des 10 départements les plus consommateurs en 2022
Figure 38 : Production nette d'électricité en 2024
Figure 39 : Production d'électricité par source d'énergie thermique par département en 2024
Figure 40 : Production d'électricité par source d'énergie renouvelable par département en 2024
Figure 41 : Production d'électricité par département en 2024
Figure 42 : Modélisation des risques d'indisponibilité par centrale actuelle et selon différents scénarios en 2050
Figure 43 : Évolution de la disponibilité de l'hydroélectricité par région et par saison en 2050 selon le scénario climatique central de RTE
Figure 44 : Production et consommation d'électricité par département en 2024
Figure 45 : Évolution de la consommation d'électricité de l'industrie par département par rapport à 2020
Figure 46 : Evolution de la consommation d'électricité industrielle des 10 départements les plus consommateurs
Figure 47 : Part des voitures électriques par EPCI en 2025
Figure 48 : Capacité de report des trajets du quotidien en voiture vers d'autres modes de transport par EPCI en 2020
Figure 49 : Évolution de la consommation d'électricité pour passer aux voitures électriques par département
Figure 50 : Trafic de poids lourds par département en 2024
Figure 51 : Évolution de la consommation d'électricité pour passer aux camions électriques par département
Figure 52 : Énergie la plus utilisée pour le chauffage résidentiel par commune en 2021
Figure 53 : Nombre de résidences principales par énergie de chauffage par département en 2021
Figure 54 : Évolution de la consommation d'électricité pour le chauffage des logements par département
Figure 55 : Production d'électricité par source d'énergie éolien et photovoltaïque par département en 2024
Figure 56 : Potentiel de vent en 2025
Figure 57 : Augmentation de la production d'électricité renouvelable par département en 2050
Figure 58 : Consommation finale de bois par usage par région en 2023
Figure 59 : Part du bois dans le chauffage résidentiel par commune en 2021

Figure 60 : Surface boisée par EPCI en 2020 et intensité de la récolte par département en 2022
Figure 61 : Récolte de bois commercialisé par usage par département en 2022
Figure 62 : Evolution des superficies forestières entre 1985 et 2023
Figure 63 : Évolution du volume de bois vivant entre 1985 et 2023
Figure 64 : Importations / exportations de bois énergie entre 2013 et 2023
Figure 65 : Surface de construction autorisée pour le logement et le tertiaire en fonction de la récolte de bois d'oeuvre par département en 2022
Figure 66 : Consommation de bois énergie par département en 2021
Figure 67 : Consommation de bois d'industrie par département en 2020
Figure 68 : Consommation de bois énergie en 2030 par rapport aux surfaces boisées par département
Figure 69 : Consommation de bois d'industrie par département en 2022 et déficit de bois énergie par département en 2030
Figure 70 : Taux d'arbres forestiers altérés en 2023
Figure 71 : Part des essences sensibles aux maladies dans la récolte de bois par département en 2022
Figure 72 : Prélèvements de bois par département en 2022 et surface incendiée entre 2014 et 2024
Figure 73 : Carte de sensibilité effective de la végétation aux feux d'été pour les projections du RCP 4.5 à l'horizon 2055
Figure 74 : Production par culture et usages primaires en 2020
Figure 75 : Consommation de végétaux par les humains et les animaux par département en 2020
Figure 76 : Surfaces agricoles par cultures en 2020
Figure 77 : Surfaces agricoles cultivées par département en 2020
Figure 78 : Surface irriguée par culture en 2020
Figure 79 : Transport routier interrégional de marchandises agricoles, alimentaires et de bois en 2023
Figure 80 : Surface agricole destinée à l'alimentation animale et consommation animale par département en 2020
Figure 81 : Augmentation des productions relocalisées par département
Figure 82 : Répartition de la consommation primaire de biocarburants par filière en 20204
Figure 83 : Part des surfaces agricoles nécessaire pour développer des biocarburants par département en 2050
Figure 84 : Consommation de gaz par usage par département en 2022
Figure 85 : Ouverture de sites d'injection de biométhane et leur capacité entre 2014 et 2024
Figure 86 : Scénarios de gaz produits à partir de biomasse en 2020 et en 2050
Figure 87 : Potentiels de production de biogaz par département d'après GRDF à horizon 2050
Figure 88 : Production d'azote des effluents d'élevages par département en 2020
Figure 89 : Surface des grandes cultures et production d'azote récupérable par département en 2020
Figure 90 : Production de blé en France entre 1950 et 2024
Figure 91 : Exposition à la sécheresse des cultures les plus vulnérables par département en 2020
Figure 92 : Répartition des prélèvements et des consommations nettes en 2020 par secteur d'activité
Figure 93 : Prélèvements et consommations en eau des principales activités industrielles dans l'Hexagone en 2020

Figure 94 : Prélèvements d'eau (hors barrage) par usage par département en 2022
Figure 95 : Secteur majoritaire prélevant de l'eau par EPCI
Figure 96 : Prélèvements mensuels d'eau estimés par secteur d'activité en 2020
Figure 97 : Consommations mensuelles d'eau estimées par le modèle de France Stratégie par secteur d'activité en 2020
Figure 98 : Prélèvements d'eau par source par département en 2022
Figure 99 : Les 24 régions hydrographiques de l'Hexagone
Figure 100 : Cumul annuel de précipitations
Figure 101 : Zones de répartitions des eaux en 2017
Figure 102 : Prélèvements d'eau pour irrigation en 2020
Figure 103 : Écart relatif du volume des précipitations en été par EPCI entre 2000 et 2050
Figure 104 : Écart de jours annuel avec un sol sec par EPCI entre 2000 et 2050
Figure 105 : Prélèvements d'eau résidentielle en 2020
Figure 106 : Évolution des prélèvements d'eau résidentielle par département par rapport à 2020
Figure 107 : Prélèvements d'eau pour l'industrie en 2020
Figure 108 : Évolution des prélèvements d'eau industrielle par département par rapport a 2020
Figure 109 : Prélèvements d'eau de surface par usage par département en 2022
Figure 110 : Écart relatif du débit moyen des cours d'eau par EPCI entre 2000 et 2050
Figure 111 : Usage des sols en 2022
Figure 112 : Usage des sols par département en 2022
Figure 113 : Friches avec potentiel de reconversion en 2024
Figure 114 : Consommation d'espaces NAF par destination entre 2009 et 2022
Figure 115 : Occupation des sols en 2022
Figure 116 : Part du territoire artificialisée par commune entre 2013 et 2023
Figure 117 : Artificialisation des sols chaque année par région entre 2009 et 2022
Figure 118 : Surface artificialisée par département entre 2013 et 2023
Figure 119 : Surface préservée par le ZAN par département d'ici 2050
Figure 120 : Production d'électricité par source d'énergie renouvelable par département en 2025
Figure 121 : Surface d'un parc éolien d'après RTE
Figure 122 : Surface d'un parc photovoltaïque au sol d'après RTE
Figure 123 : Emprise au sol de la nouvelle production d'électricité renouvelable par département d'ici 2050
Figure 124 : Estimation des stocks de carbone dans les sols en 2011
Figure 125 : EPCI soumis à un risque naturel en 2025

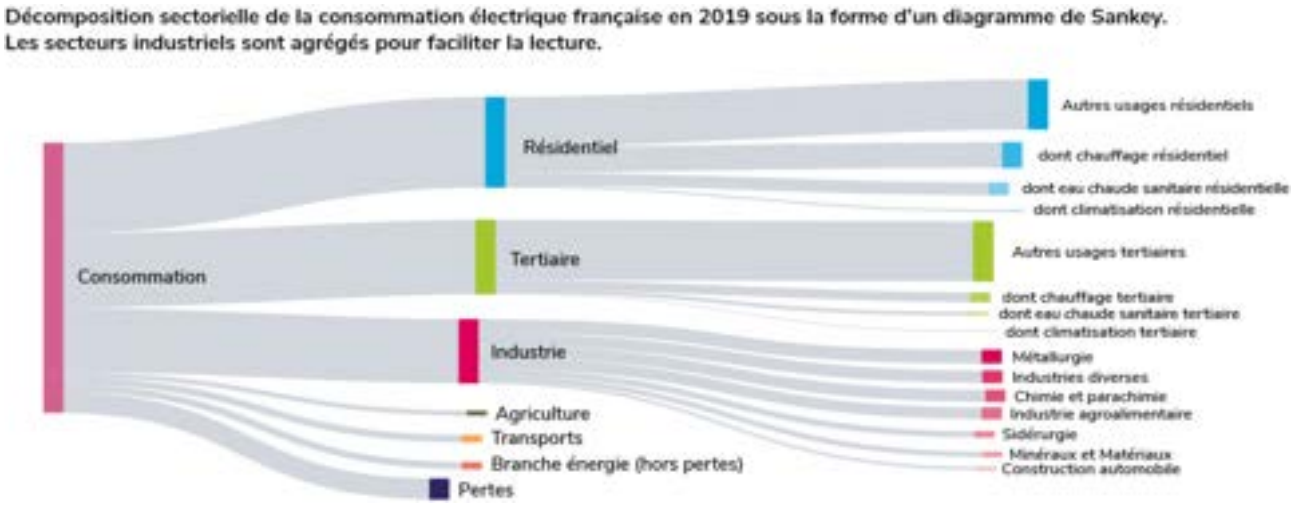
Électricité

1. Une dépendance forte à l'électricité

A. Les consommations électriques

Résidentiel, Tertiaire et Industrie : les principaux consommateurs d'électricité

Les consommations finales d'électricité actuelles sont principalement portées par les bâtiments résidentiels et tertiaires, et par l'industrie.



Bilan électrique en 2019 (RTE)[241]

Le secteur résidentiel représente 33 %[242] de la consommation finale d'électricité en 2022, soit 156 TWh. Ses principaux usages se répartissent entre le chauffage (29 %), l'eau chaude sanitaire (14 %), la cuisson (8 %), la climatisation et la ventilation (4 %) et surtout les usages spécifiques de l'électricité (45 %), qui regroupent électroménager, équipements de froid, l'informatique, éclairage et appareils numériques. Le chauffage, historiquement dominant, reste un poste important mais tend à diminuer sous l'effet de l'efficacité énergétique et de la rénovation.

Le secteur tertiaire représente 28 % de la consommation finale d'électricité en 2022, soit 130 TWh. En 2020, le chauffage représente 13 % de sa consommation, et la ventilation/climatisation 16 %, cette dernière étant en forte hausse (+15 % de consommation en 10 ans). Les autres usages tertiaires regroupant éclairage et équipements de services constituent un autre poste majeur (71 %), avec une dynamique croissante liée au numérique.

Le secteur industriel représente 23 % de la consommation finale d'électricité en 2022, soit 106 TWh. Les usages se concentrent surtout sur les moteurs et équipements (71 %)[243], suivis par la chaleur de procédés et quelques applications spécifiques. Les branches les plus consommatrices sont la métallurgie (32 %), l'agroalimentaire (19 %) et la chimie (18 %), auxquelles s'ajoutent le ciment, le verre, l'automobile, le papier-carton et les industries extractives.

---

[241] Bilan électrique 2022 - Evolution de la consommation d'électricité, RTE, 2022
[242] Futurs énergétiques 2050, RTE, n.d.
[243] Transition(s) 2050 : Choisir maintenant agir pour le climat, ADEME, 2021

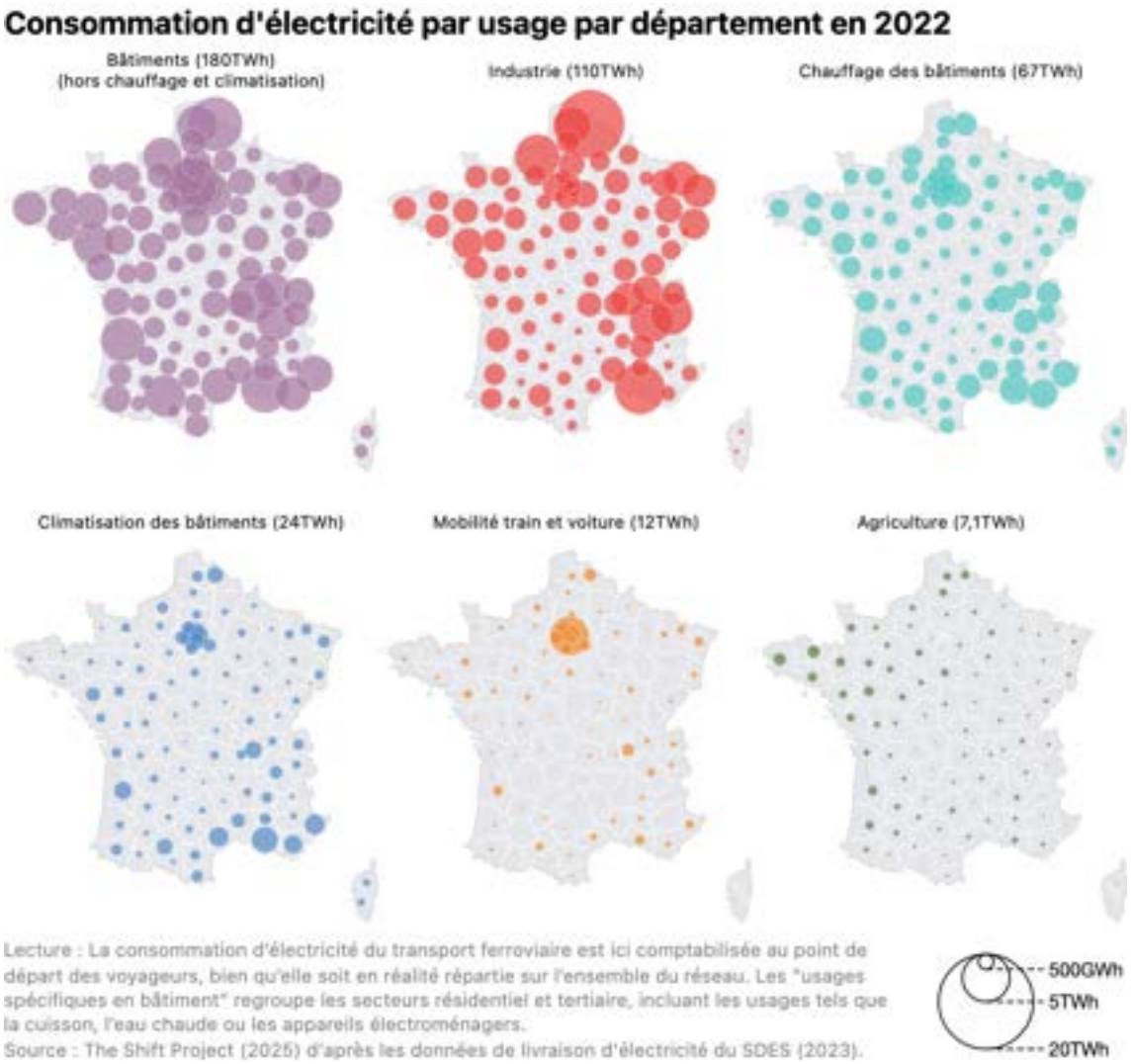
Les consommations pour les transports, l'agriculture ou encore la production d'énergie représentent respectivement 3 %, 2 % et 2 % des consommations finales, chacune inférieure au total des pertes qui représentent 9 %.

Population et économie, clés des différences territoriales de consommation électrique

La démographie et la présence d'industries sont les deux déterminants principaux de la différenciation territoriale de consommation d'électricité.

D'une part, les consommations des secteurs résidentiel et tertiaire sont fortement corrélées au nombre d'habitants et au type d'habitat, notamment pour les usages spécifiques des bâtiments (électroménager, éclairage, froid, informatique). Plus un territoire compte d'habitants, plus le nombre de logements à chauffer et d'emplois tertiaires augmente, entraînant mécaniquement une hausse de la demande. Toutefois, les types d'énergie mobilisés varient selon les conditions locales : climat, rigueur hivernale, proximité de réseaux de gaz ou de ressources en bois, performance thermique du bâti.

D'autre part, les territoires industrialisés se démarquent nettement, en termes de consommation électrique, de ceux dont l'activité économique reposent principalement sur l'agriculture, le tourisme, ou encore les activités tertiaires.



La consommation pour l'industrie se concentre particulièrement dans le nord (Nord, Pas-de-Calais et Seine Maritime), dans le sud-est (Bouches-du-Rhône, Rhône, Isère et Ain), dans l'est (Haut Rhin, Bas Rhin, Moselle).

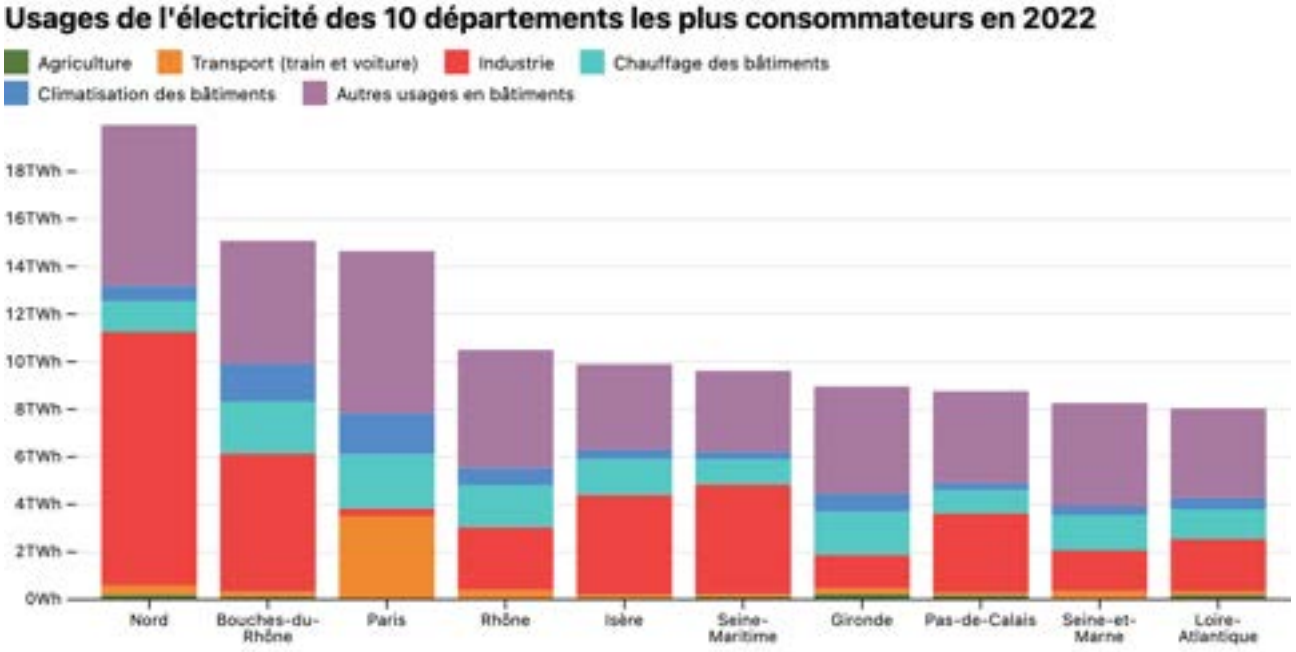
La recours à l'électricité pour le chauffage est plus fréquent pour les départements situés le long de l'Atlantique, de la Manche et de la Méditerranée. On y retrouve en effet une plus forte pénétration des radiateurs et pompes à chaleur. Mais l'électricité reste une énergie fréquemment utilisée dans le chauffage partout en France, et dont la consommation est plutôt corrélée à la population du département considéré. La climatisation est particulièrement représentée dans l'Île-de-France et la Méditerranée, et plus généralement dans les grandes aires urbaines.

Les autres usages du bâtiment se répartissent partout en France en fonction de la population et de l'emploi tertiaire. Les consommations pour les autres usages dans le bâtiment et pour les transports sont présentes partout en France proportionnellement à la population locale, avec de très importantes consommations pour le premier et une consommation en hausse pour le second.

Des écarts de consommation importants d'un département à l'autre

La superposition de toutes ces consommations sectorielles dessine une carte de France avec des consommations contrastées. **En particulier, un petit nombre de territoires concentre une large**

part des consommations électriques. Ces derniers sont souvent des territoires très industriels (ex : Nord, Bouches du Rhône, Rhône, Isère, Seine-Maritime) ou très peuplés (ex : Paris).



Lecture : À Paris, la forte consommation liée aux transports s'explique par la règle d'affectation retenue, qui attribue aux gares de départ la consommation d'électricité des voyageurs ferroviaires. Or, une part importante des trains nationaux part de la capitale.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données de livraison d'électricité du SDES (2023).

Par exemple, le département Nord consomme à lui seul 20 TWh, c'est près de 5 % de toute la consommation d'électricité en 2022. C'est autant que les 19 départements les moins consommateurs. Les départements les moins consommateurs, comme la Lozère, la Creuse, le Territoire de Belfort, la Corse du Sud et le Cantal, consomment chacun moins de 0,1 % de l'électricité nationale.

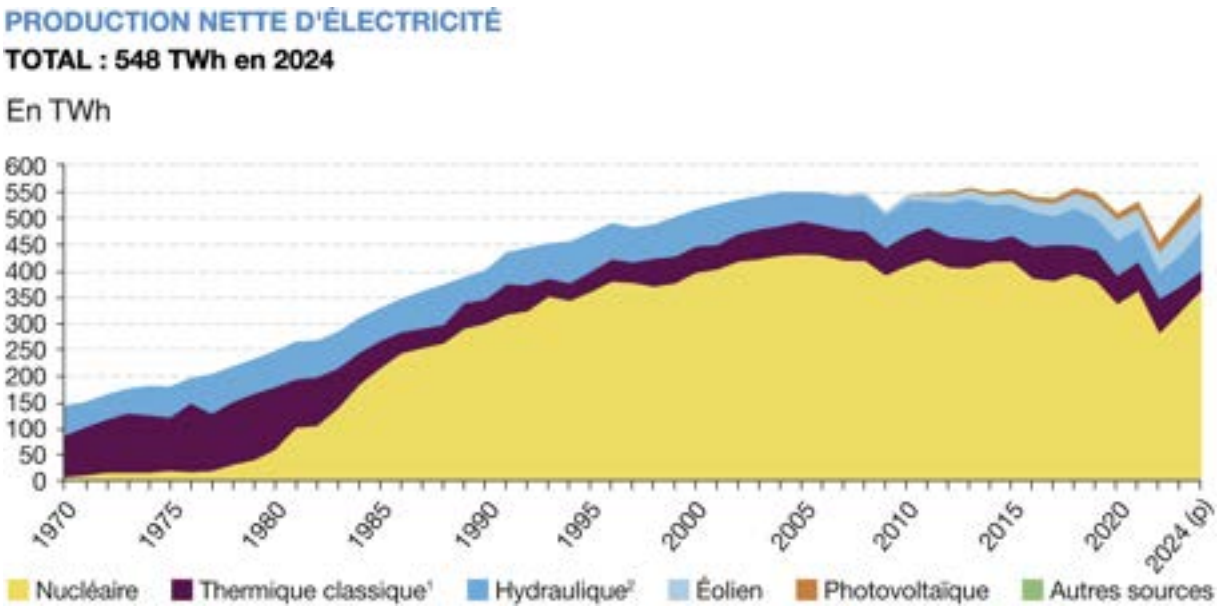
Ce constat de consommations différenciées entre les départements permet d'analyser des pôles avec de forts enjeux de desserte électrique. Il ne serait en revanche pas pertinent d'allouer ces consommations territoriales directement aux citoyens de ces mêmes territoires, sauf à ne considérer que les consommations électriques portées par la population (mobilité, chauffage, autres usages en bâtiment).

B. Les productions électriques

La concentration spatiale de la production électrique, fruit de notre histoire nucléaire

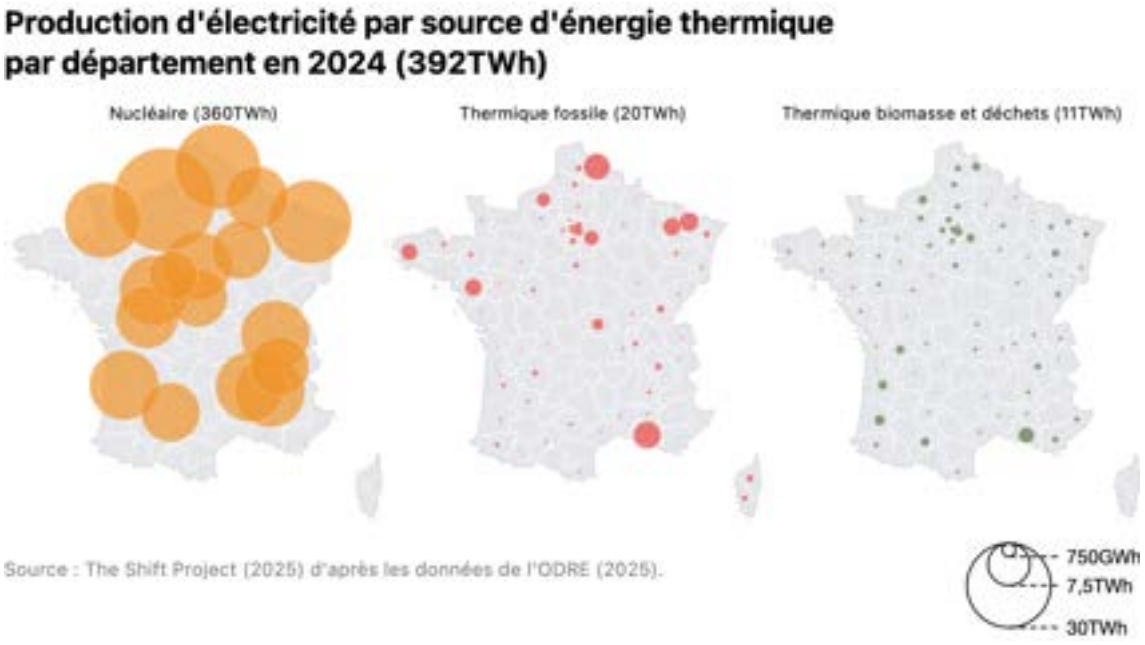
Le programme nucléaire a façonné le paysage électrique de la France depuis un demi-siècle. Il a d'une part quadruplé la quantité d'électricité produite en l'espace de 30 ans (entre 1980 et 2010). Il a conduit d'autre part à une très forte concentration géographique de la production dans les territoires accueillant les 18 centrales nucléaires (56 réacteurs[244]).

[244] 57 avec Flamanville 3 raccordé fin 2024.



Évolution de la production d'électricité depuis 1970 (SDES)[245]

Les sites de production électrique à base d'énergies fossiles sont également concentrés dans un ensemble de territoires bien identifiés. Les 2 centrales charbon (Saint-Avold et Cordemais pour 2,6 GW), les 5 unités fioul (1,6 GW) et les 14 unités gaz (7 GW)[246] jouent un rôle de garantie d'approvisionnement électrique à l'échelle nationale.

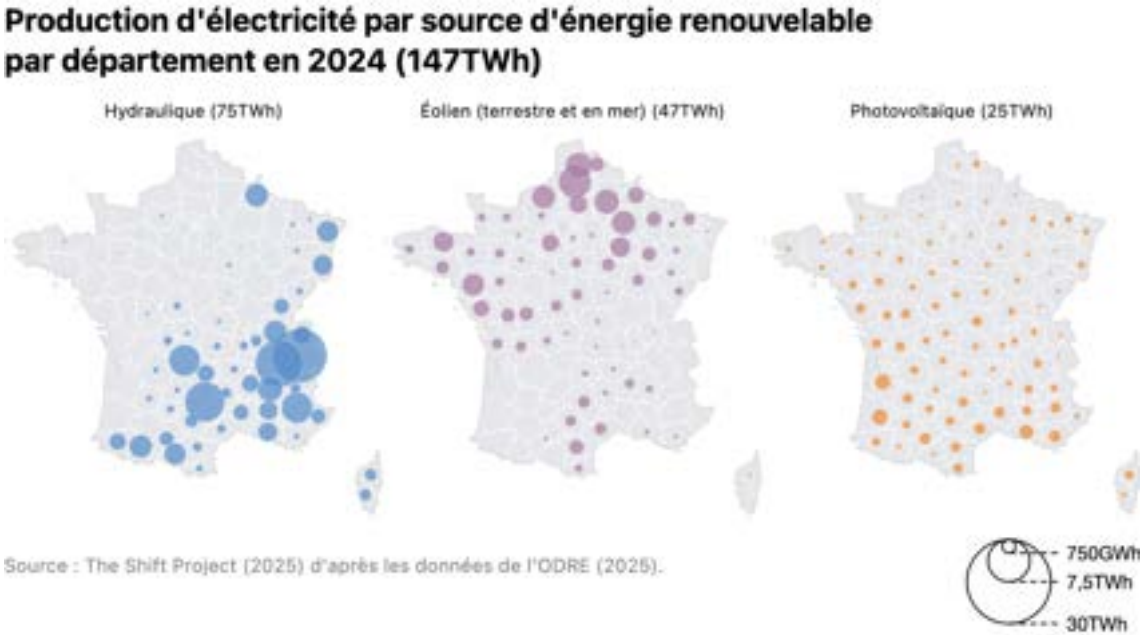


Le développement de l'électricité renouvelable transforme la géographie de la production électrique

Depuis la fin des années 2000, les énergies renouvelables se développent en France, portées par les filières éolienne et photovoltaïque, qui viennent compléter l'hydroélectricité. Elles représentent 27,3 % de la quantité d'électricité effectivement produite en 2024 (147 TWh

[245] Chiffres clés de l'énergie, SDES, 2025
[246] Liste des centrales thermiques à flamme en France, Wikipédia, 2025

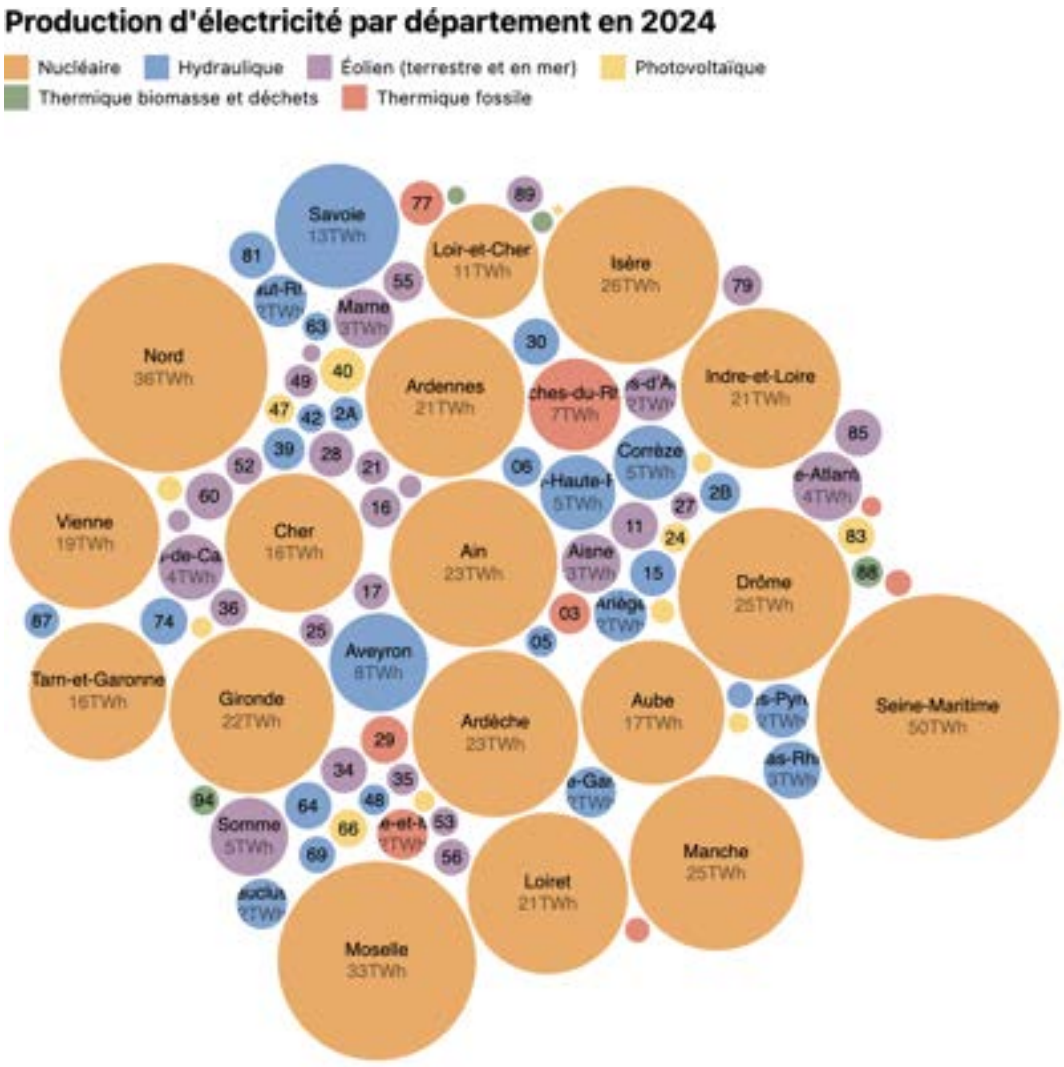
d'électricité renouvelable en 2024, sur 539 TWh produits)[247]. Le développement des énergies renouvelables permet une diffusion de la production sur les territoires, bien que leur progression demeure inégale entre eux.



Les capacités installées se répartissent de cette manière :

- **La production hydroélectrique** (25,7 GW installés en 2024[248]) est principalement concentrée dans les zones de massifs montagneux (Alpes, Pyrénées, Massif Central). Les vallées fluviales du Rhône et du Rhin sont également des axes de production importants.
- **L'éolien terrestre** (22,9 GW installés en 2024) se concentre dans la moitié nord, mais aussi dans l'est de l'Occitanie; **l'éolien en mer** (1,5 GW) se concentre sur les territoires littoraux nord et ouest[249]. La puissance éolienne varie de 97 MW en PACA à 6 332 MW dans les Hauts de France[250], soit d'un facteur 63.
- **Le photovoltaïque** (24,3 GW installés en 2024) se répartit partout en France, bien que plus développé dans la moitié sud. La puissance photovoltaïque varie de 334 MWc[251] en Ile de France à 5 601 MWc en Nouvelle Aquitaine[252], soit d'un facteur 13.

[247] Bilan électrique, RTE, 2024
[248] Chiffres clés, France Hydro Electricité, 2023
[249] Bilan électrique 2024, RTE, 2024
[250] Panorama de l'électricité renouvelable 2024, RTE, 2024
[251] Le Wc (Watt-crête) correspond à la puissance maximale qu'un panneau photovoltaïque peut produire dans des conditions idéales de test. Il sert de valeur de référence pour comparer facilement les panneaux entre eux.
[252] Panorama de l'électricité renouvelable 2024, RTE, 2024



La taille de chaque bulle est liée à sa production d'électricité totale et est colorée en fonction de sa filière dominante.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données de l'ODRE (2025).

La production électrique face à la menace du changement climatique ?

Les capacités de production électrique sont soumises à des tensions croissantes liées au changement climatique, en particulier pour celles qui dépendent directement de la disponibilité en eau : le nucléaire et l'hydroélectricité.

Le changement climatique affecte la production nucléaire par la hausse des températures des cours d'eau et la fréquence accrue des sécheresses, susceptibles de restreindre le refroidissement des réacteurs conformément aux règles encadrant leur impact sur les milieux aquatiques. Ces limitations, fixées par la réglementation, visent à préserver la biodiversité en évitant un réchauffement excessif des cours d'eau en aval des centrales. Toutefois, certaines marges existent : les écarts de température tolérés peuvent être temporairement augmentés sans impact écologique majeur, et des dérogations sont possibles en cas de tension sur le réseau électrique. Selon RTE, les baisses estivales

pourraient tout de même générer un risque d'indisponibilité récurrentes, mais faibles à l'échelle de la production annuelle.

L'enjeu est donc d'évaluer l'impact de ces indisponibilités au moment où elles surviennent. En particulier, ces tensions surviennent principalement l'été, loin des périodes les plus critiques pour le réseau (la consommation hivernale étant aujourd'hui le double de la consommation estivale), d'autant que nous aurons une production estivale croissante liée au déploiement du photovoltaïque.

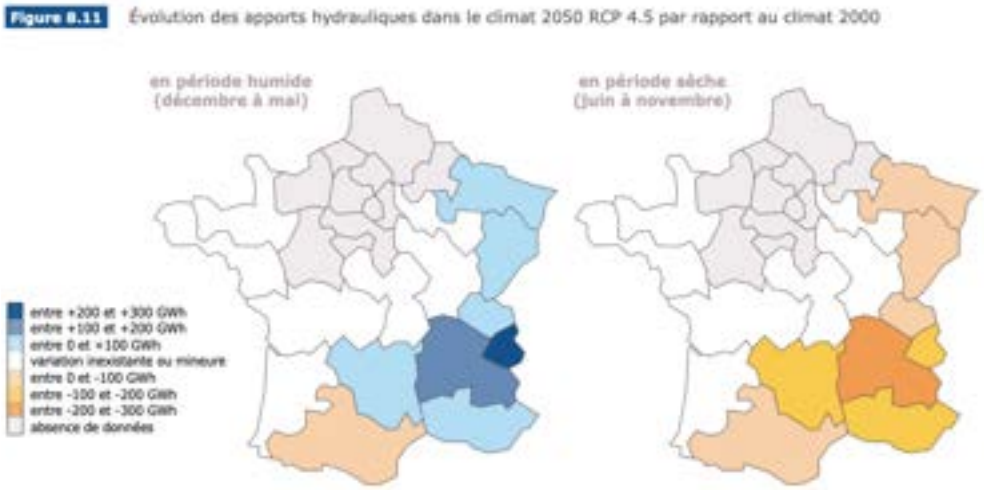
Figure 8.15 Comparaison des pertes de production en énergie (GWh) annuelles simulées en cas de canicule et/ou sécheresse pour les centrales en bord de fleuve



Modélisation des risques d'indisponibilité par centrale actuelle et selon différents scénarios en 2050 (RTE)

L'hydroélectricité sera affectée de façon saisonnière. Les projections de RTE montrent une baisse de la production en été dans les Alpes, le Rhône, le Massif central et la Provence, en lien avec la diminution des débits et de l'enneigement. En revanche, la disponibilité hivernale augmenterait dans ces mêmes zones en raison d'une pluviométrie plus marquée et de fontes plus précoces.

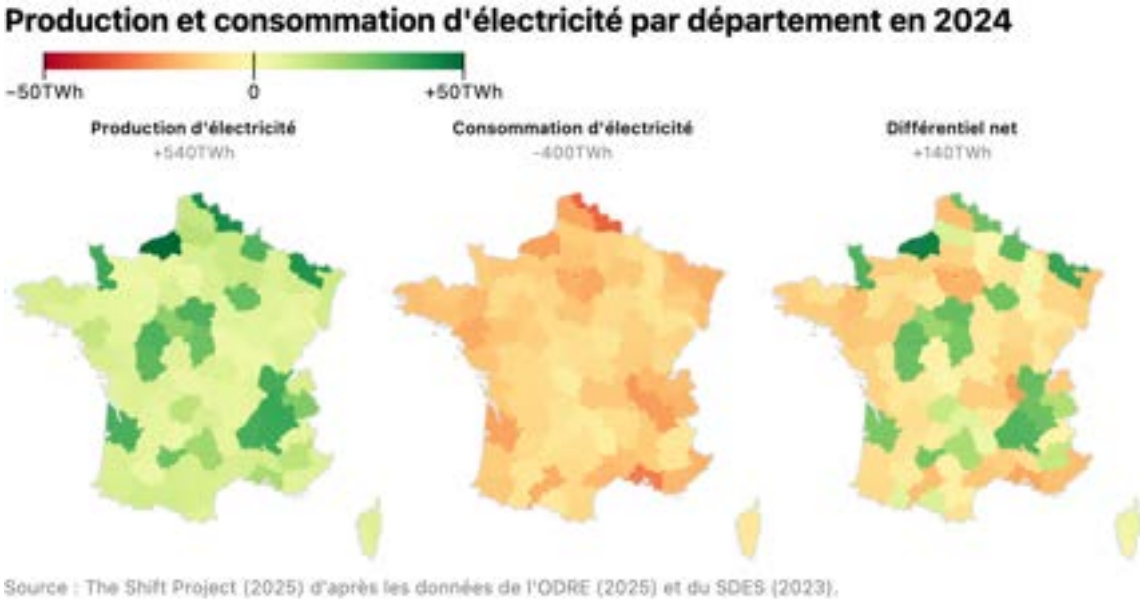
Le changement climatique induira donc un décalage saisonnier de la ressource, avec une tension accrue liée aux usages multiples de l'eau pendant la période estivale. En effet, de multiples usages (non énergétiques) sollicitent alors les réserves des barrages. L'eau ainsi utilisée pendant la période estivale n'est plus disponible pour des productions hydroélectriques futures, notamment pour l'hiver qui suit lorsque l'hydroélectricité est davantage sollicitée.



Évolution de la disponibilité de l'hydroélectricité par région et par saison en 2050 selon le scénario climatique central de RTE (RTE)

C. Les interdépendances territoriales

La comparaison des consommations d'électricité avec les productions d'électricité montre d'importants déséquilibres entre production et consommation. Cela laisse entrevoir des situations-types : territoires producteurs et peu consommateurs (différentiel très positif), ou encore territoires fortement consommateurs et peu producteurs (différentiel très négatif).



Source : The Shift Project (2025) d'après les données de l'ODRE (2025) et du SDES (2023).

Plus précisément, l'analyse de la modélisation fait apparaître quatre grands types de situations **territoriales :**

- **D'une part, les départements à la fois fortement producteurs et fortement consommateurs d'électricité**, où se concentrent les grands sites industriels et les centrales nucléaires, comme le Nord, la Seine-Maritime, la Gironde, l'Isère ou l'Ain. Ces territoires restent des producteurs nationaux nets d'électricité.

- **D'autre part, plusieurs territoires se distinguent par une forte production mais une faible consommation**, qu'il s'agisse de départements nucléaires à faible densité de consommation (Moselle, Ardennes, Cher, Aube, Vienne, Indre-et-Loire, Manche, Loir-et-Cher, Loiret, Drôme, Ardèche), de producteurs hydroélectriques alpins (Savoie, Alpes-de-Haute-Provence) ou encore de certains territoires à forte part d'énergies renouvelables (Somme, Corrèze).

- **À l'inverse, d'autres départements présentent une faible production** mais une consommation élevée, typiques des zones urbaines et économiques denses comme le Rhône, la Haute-Garonne ou les départements franciliens.

- **Enfin, quelques territoires combinent à la fois une faible production et une faible consommation**, correspondant à des espaces plus ruraux ou périphériques, comme les Deux-Sèvres ou l'Indre.

Les déséquilibres territoriaux production / consommation constituent-ils un enjeu pour le système électrique ?

L'ensemble des moyens de production contribue à un système électrique national. Le fonctionnement de celui-ci repose sur une infrastructure de réseau dont la mission est d'assurer en permanence l'équilibre entre production et consommation. Il s'appuie sur le transport haute et très haute tension géré par RTE (environ 100 000 km de lignes)[253] qui permet d'acheminer l'électricité sur des longues distances, et sur le réseau de distribution confié à Enedis (1,4 million de km)[254] qui achemine l'électricité jusqu'au consommateur.

Le fonctionnement repose sur la gestion en temps réel de l'équilibre offre-demande et sur la stabilité du réseau (fréquence, tension). Les flexibilités (pilotage des moyens de production, stockage, effacements) et les centrales thermiques fonctionnant au gaz fossile jouent un rôle clé dans cet équilibre. La France est interconnectée à ses voisins européens, ce qui permet de mutualiser moyens et flexibilités, de renforcer la sécurité d'approvisionnement et d'intégrer la variabilité.

Comme indiqué dans les cartographies ci-dessus, les territoires ne sont pas à l'équilibre entre leurs productions et consommations électriques. **Ces déséquilibres territoriaux ne posent pas de problème technique, tant que l'équilibre est assuré à l'échelle nationale**, RTE garantissant en permanence l'ajustement offre-demande, et tant que le réseau qui dessert les producteurs et les consommateurs est adapté aux flux qui circulent sur celui-ci. **C'est précisément l'adaptation du réseau aux nouvelles consommations et productions qui semble aujourd'hui poser un grand enjeu**.

L'adaptation du réseau à l'apparition de nouveaux gros consommateurs ou gros producteurs peut ainsi être relativement coûteux. Les nouvelles dépenses liées aux enjeux d'adaptation à l'évolution du mix électrique, de raccordement des parcs d'éoliennes en mer, d'adaptation au changement climatique, mais aussi de renouvellement du réseau

[253] Présentation des réseaux d'électricité, CRE, n.d.
[254] Enedis : missions du gestionnaire de réseau, chiffres clés 2024, Connaissance des énergies, 2024

sont estimées par RTE à 250 à 300 milliards d'euros sur la période 2020-2060, soit entre 6 et 8 milliards par an[255]. **Au-delà de ces enjeux d'adaptation du réseau, les déséquilibres territoriaux soulèvent la question de la répartition de l'effort de production entre les territoires à l'échelle française**, mais également celle de la cohérence nationale du développement des moyens de production.

À l'échelle locale, la structure du réseau constitue un enjeu majeur. Le fonctionnement bidirectionnel – de la production nationale vers le consommateur local, mais aussi de la production locale vers le réseau national – suppose une modernisation des équipements. Par ailleurs, le passage de moyens de production traditionnels à alternateurs (d'importantes masses en rotation garantissant une inertie au réseau) vers des dispositifs à forte composante électronique modifie la nature des services rendus au système électrique local par ces moyens de production d'électricité, créant des défis en matière de tenue de tension et de stabilité en fréquence, même sans déséquilibre entre l'offre et la demande.

Enfin, l'évolution des usages électriques, marquée à la fois par l'électrification accrue et l'augmentation des puissances appelées (par exemple pour la recharge rapide des véhicules électriques), constitue un enjeu fort pour les gestionnaires locaux de réseaux. Cependant les recharges des véhicules électriques pourraient être un moyen de gérer la variabilité des EnR grâce à un pilotage intelligent des recharges dans le temps. L'effet des appels de puissance générés par les bornes rapides de recharge pour les poids lourds électriques pourrait être partiellement atténué grâce à des batteries stationnaires faisant tampon entre le réseau et la borne.

[255] Futurs énergétiques 2050, RTE, n.d.

2. Les enjeux de la ressource électricité

A. L'évolution de l'industrie : décarbonation et réindustrialisation

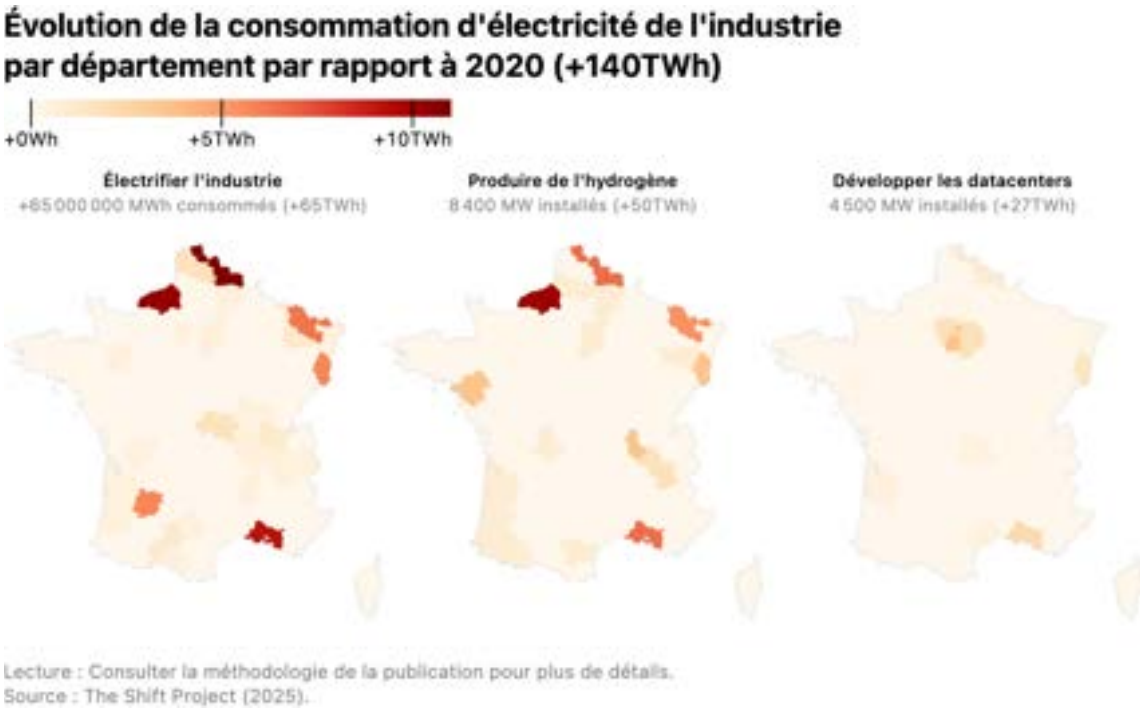
> **En résumé**
>
> L'électrification de l'industrie et la réindustrialisation, le développement de l'hydrogène et des centres de données pourrait augmenter les consommations électriques nationales de + 140 TWh, augmentant de + 120 % les consommations industrielles françaises. Elles seraient principalement concentrées dans le Nord, la Moselle, le Haut Rhin, les Bouches du Rhône, la Loire-Atlantique, le Rhône et le Lot-et-Garonne.

L'industrie est au cœur de nouvelles dynamiques de consommation électrique, portées à la fois par l'essor du numérique et par la transition énergétique. L'électrification des procédés industriels, le développement des centres de données liés à l'intelligence artificielle, et à plus long terme la relocalisation de certaines filières et le développement de l'hydrogène vert par électrolyse, pourrait entraîner une hausse significative et concentrée des besoins en électricité (bien que des incertitudes sur le développement de la filière subsistent aujourd'hui). **L'analyse suivante évalue les impacts territoriaux de l'augmentation des consommations électriques de ces 3 grandes dynamiques.**

Nos projections sur l'évolution des consommations électriques liées à l'évolution de l'industrie

RTE a publié en 2025 son schéma décennal de développement du réseau (SDDR)[256] qui présente la stratégie envisagée pour faire évoluer le réseau public de transport d'électricité. Ce document est structuré en plusieurs chantiers, chacun correspondant à des demandes de raccordement nécessitant, pour une date donnée, une capacité supplémentaire d'alimentation électrique. Ces chantiers, dont RTE précise les localisations et l'ampleur, servent de base pour estimer les zones où les consommations d'électricité liées au développement industriel pourraient progresser à l'avenir.

[256] Schéma décennal de développement du réseau, RTE, 2025



Les territoires qui vont subir le plus de hausse liée à l'évolution de l'industrie (réindustrialisation, électrification des procédés, production d'hydrogène, centres de données, capture du CO_2) **sont les territoires déjà industriels.**

L'électrification des procédés industriels et la réindustrialisation est le chantier qui pèse le plus lourd. Dans sa trajectoire de référence, RTE estime l'ensemble de la consommation électrique de l'industrie à 180 TWh/an[257] en 2050 contre 113 TWh en 2019. Cette augmentation de 65 TWh, c'est-à-dire de + 60 % de la consommation du secteur en 30 ans, sera principalement liée à l'électrification de certaines industries énergivores d'une part, et à la relocalisation de certaines industries stratégiques d'autre part.

Ces deux dynamiques pourraient se concentrer notamment dans le Nord (entraînant une augmentation de + 50 % de sa consommation d'électricité totale par rapport à 2022)**, les Bouches-du-Rhône** (+ 60 %) **et la Seine-Maritime** (+ 100 %, c'est a dire x2 par rapport à 2022). Ce sont en effet des territoires fortement industriels avec des activités ayant de forts potentiels d'électrification de leurs procédés, ainsi que des lieux de relocalisation envisagés par RTE[258] d'une partie des activités industrielles.

La production d'hydrogène, qui sert à décarboner certains procédés industriels comme la production d'engrais ou d'acier, est considérée par RTE comme un chantier à part entière, à hauteur de **50 TWh**[259]. **Cette activité se concentrerait principalement à Dunkerque** (département Nord)**, qui va décarboner ses sites sidérurgiques, dans la zone Fos-Marseille** (Bouches du Rhône) **et la zone Le Havre–Rouen** (Seine-Maritime).

[257] Futurs énergétiques 2050, RTE, n.d.
[258] Schéma décennal de développement du réseau, RTE, 2025
[259] Futurs énergétiques 2050, RTE, n.d.

On estime la consommation supplémentaire due aux centres de données en se basant sur une étude de l'Arcep[260] qui estime une évolution de 11,6 TWh en 2020 à 39 TWh en 2050, soit **+ 27 TWh**. La répartition de cette projection nationale sur les territoires priorisés par RTE pour l'installation de centres de données révèle que ceux qui vont subir le plus de hausse de consommation électrique sont l'Ile de France, les Bouches du Rhône, le Nord, la Gironde, le Haut-Rhin. Ces territoires sont soit des points de passage des câbles de télécommunication (Bouches du Rhône), soit des lieux de décision et de centralisation de l'information (Ile-de-France). Ce sont systématiquement des lieux fortement peuplés (Ile-de-France, Bouches du Rhône, Nord, Haut-Rhin, Gironde).

Le risque posé par les carburants de synthèse

Le règlement européen ReFuelEU Aviation[261] demande aux fournisseurs de carburant d'incorporer au minimum 35 % de carburants de synthèse dans les carburants des avions en 2050. Ces carburants de synthèse, aériens mais aussi maritimes, sont fabriqués avec de l'hydrogène que l'on fait réagir avec du CO_2 ou de l'azote. Pour fabriquer ces carburants synthétiques, il faut donc fabriquer de l'hydrogène et capter du CO_2, ce qui consomme d'importantes quantités d'électricité[262],

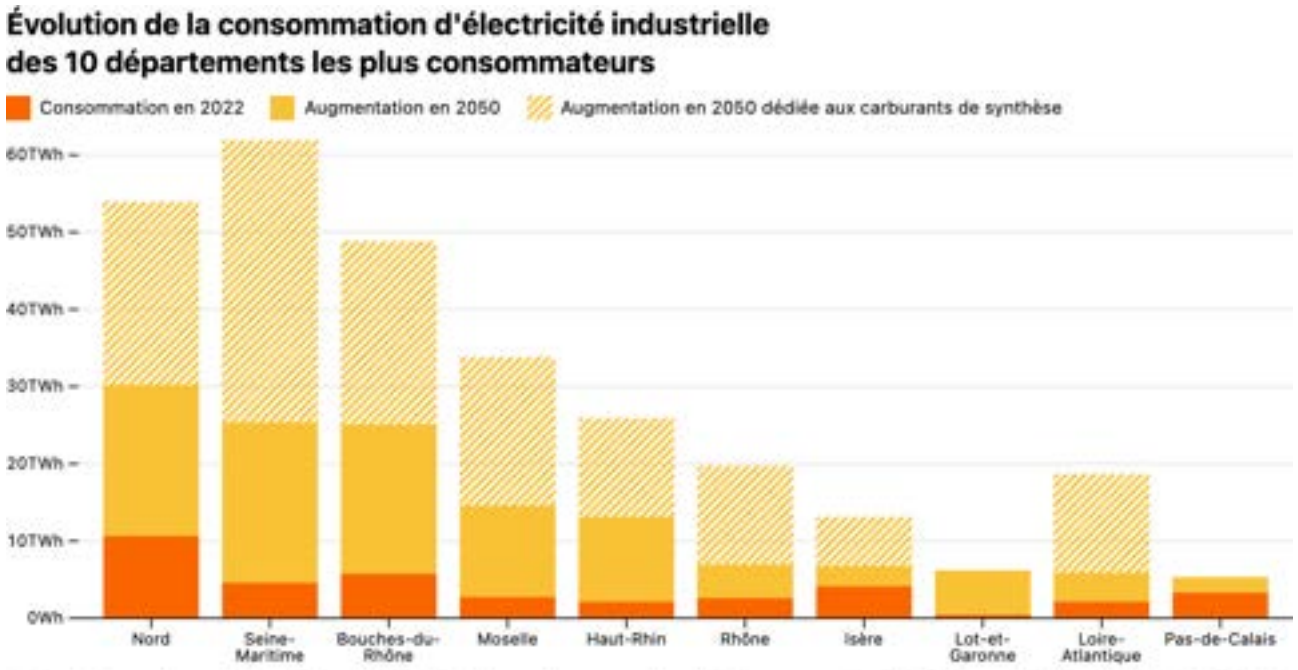
Le SGPE a publié une étude[263] en 2024 pour quantifier le besoin d'électricité de la France pour répondre aux mandats d'incorporation européens. **Il faudrait consommer + 90 TWh d'électricité par an pour produire les carburants d'aviation nécessaires au respect de la réglementation européenne**, soit l'équivalent de 22 % de toute l'électricité consommée actuellement en France chaque année. Par ailleurs, l'association Aéro Décarbo a publié une étude[264] en 2025 qui indique qu'outre la décarbonation du transport aérien, **il faudrait une quantité similaire d'électricité (+90 TWh) pour décarboner le fret maritime**.

Ces + 180 TWh supplémentaires d'électricité pour produire ces carburants de synthèse, ce qui correspond d'ailleurs à l'estimation de l'ADEME (+ 175 TWh)[265], représentent l'équivalent de la consommation électrique résidentielle nationale en 2024.

Dans le graphique ci-dessous, pour identifier les effets territoriaux d'une telle augmentation, on fait le choix d'attribuer ces nouvelles demandes aux territoires auxquels on a précédemment attribué la charge de production d'hydrogène, par logique de filière. On met cette hausse liée au développement des eSAF, au regard de leur consommation d'électricité actuelle et de leur consommation futures pour la décarbonation et la réindustrialisation, précédemment estimées.

---

[260] Évaluation de l'impact environnemental du numérique en france et analyse prospective, ARCEP, 2023 (p. 63)
[261] ReFuelEU Aviation - Mobility and Transport, European Commission, n.d.
[262] Cette demande est souvent mise de côté par les plans nationaux étant donné que le transport international est généralement considéré comme hors-périmètre des consommations et émissions de gaz à effet de serre françaises, comme c'est le cas de la SNBC2 qui raisonne en émissions territoriale
[263] Décarbonation de l'aérien, France Nation Verte, 2024 (p. 11)
[264] Approvisionnement énergétique de l'aérien, Aéro Décarbo, 2025 (p. 98)
[265] CP-e-carburant, ADEME, 2023



Lecture : En accord avec les hypothèses de RTE et de l'Arcep, la consommation électrique augmente d'ici 2050 pour électrifier l'industrie (+65TWh), produire de l'hydrogène (+50TWh), développer les datacenters (+27TWh) et capter le CO2 de l'industrie (CCS) (+4,9TWh). On illustre également l'hypothèse de production de carburants de synthèse aérien (+90TWh) et maritime (+90TWh) à base d'hydrogène en accord avec les estimations du SGPE et d'Aéro Décarbo. Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.
Source : The Shift Project (2025).

Les hausses de consommations pourraient, par construction dans le cadre de cette modélisation, faire exploser les consommations dans des départements très industriels, fortement touchés par ailleurs par les augmentations liées aux autres évolutions de l'industrie. Localiser ces nouvelles productions de SAF dans les territoires industriels pourrait multiplier la consommation électrique de ces territoires par plus de 5 (Nord, Bouches-du-Rhône, Moselle), et même par 10 (en Seine-Maritime). Cela génère de sérieux questionnements sur la capacité du réseau, dans ces territoires consommateurs, à supporter une telle augmentation. Cela pose aussi des questions sur la capacité de la production nationale à répondre à une telle demande.

B. L'électrification de la mobilité routière

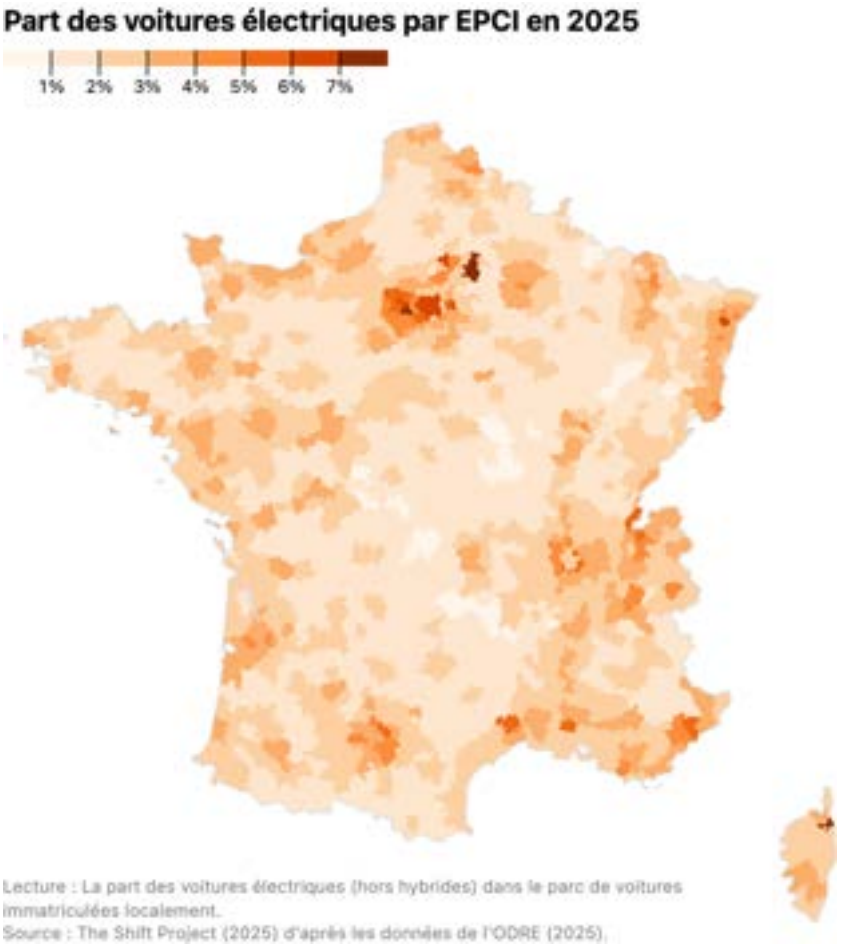
> **En résumé**
>
> Les territoires les plus touchés par la hausse des consommations pour l'électrification des mobilités, après prise en compte des leviers de report modal, sont les départements peuplés comme les Hauts-de-France, l'Île-de-France, la côte atlantique, le pourtour méditerranéen, les rives de la Loire et le Rhin. Dans ces départements, l'augmentation moyenne de la consommation d'électricité due à l'électrification des véhicules particuliers serait de + 15 % par rapport à la consommation d'électricité totale en 2022, avec un maximum à +20 % dans l'Oise ou le Maine-et-Loire par exemple.

La décarbonation de la mobilité nécessite l'activation de tous les leviers techniques et d'usage à notre disposition : électrification des véhicules, maîtrise des km parcourus, report des déplacements vers les modes de transport les moins émissifs (les modes actifs comme la marche et le vélo, et les modes partagés comme les transports en commun et le covoiturage).

Des projets d'amélioration de l'offre, en particulier en transports en commun, sont prévus par la création des « Services Express Régionaux Métropolitains » (SERM[266]). Ceux-ci visent à permettre de se rendre dans les centres urbains à partir des périphéries et des zones moins denses en utilisant des services de transport alternatifs à la voiture : amélioration des services ferroviaires périurbains, création de lignes de car express ou de covoiturage express. Ces services devraient pouvoir irriguer les territoires à travers une intermodalité efficace, notamment avec le vélo. **Ce report ne couvrira pas l'ensemble des besoins de décarbonation, il devra s'accompagner de l'électrification des véhicules et de la réduction des distances quotidiennes à travers l'aménagement.**

L'électrification des voitures est ici considérée comme résiduelle, sur les déplacements qu'il est difficile voire impossible de faire du report modal hors de la voiture individuelle. **L'analyse suivante vise à évaluer l'ampleur et les implications de l'électrification des voitures sur la demande en électricité des territoires à l'horizon 2050.**

Actuellement, les voitures électriques sont encore largement minoritaires dans le parc en fonctionnement en 2025. La dynamique d'électrification n'est par ailleurs pas homogène sur le territoire français.



On observe des niveaux d'électrification des voitures plus importants aux alentours des villes les plus peuplées, comme à Paris, Bordeaux, Toulouse, dans le Nord et le Pas-de-Calais, autour du Rhin, autour du Rhône, sur le pourtour de la Méditerranée, en Loire Atlantique, etc. Cela

[266] Loi du 27 décembre 2023 relative aux services express régionaux métropolitains

peut sans doute s'expliquer par le pouvoir d'achat plus important des populations qui vivent dans ces zones. Par ailleurs, les distances plus courtes réalisées dans les contextes urbains facilitent le recours aux véhicules électriques dont l'autonomie est moindre.

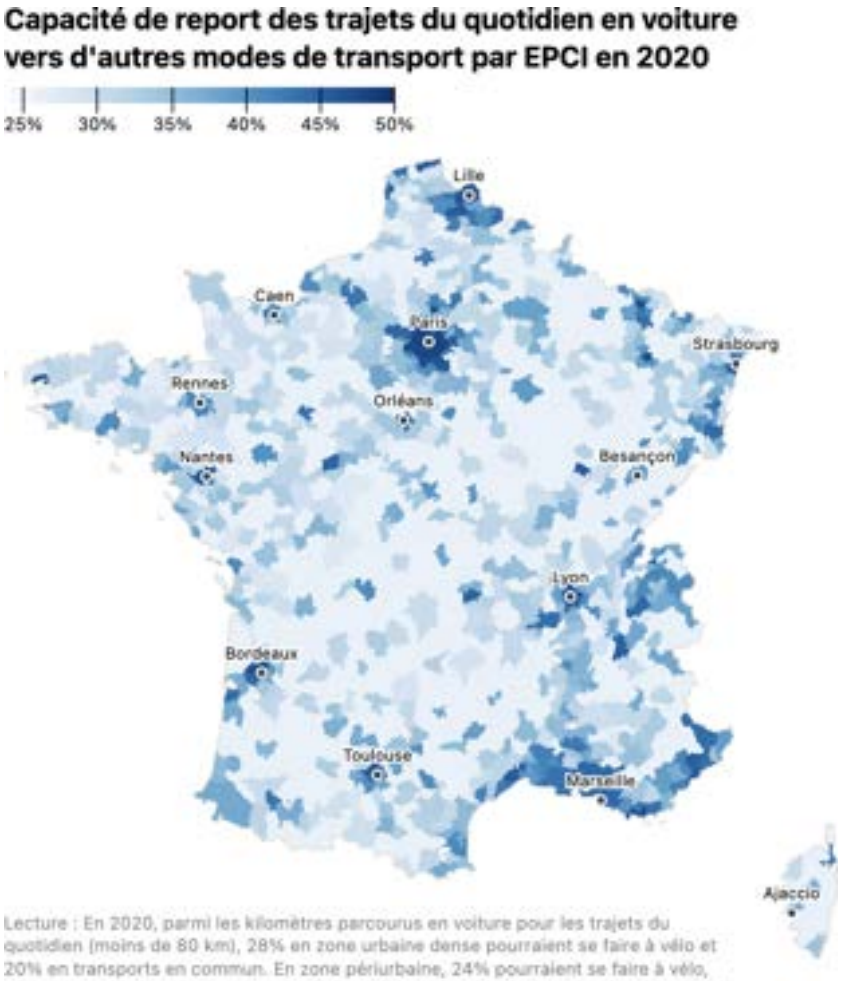
Modélisation du potentiel de report modal des territoires

Dans un premier temps, on peut se demander quelle part des déplacements quotidiens[267] pourraient être évités ou effectués autrement qu'en voiture afin d'alléger la pression sur la demande électrique des transports. Cela permettrait également de limiter l'ensemble des impacts négatifs liés à la voiture individuelle : consommation d'espace public, pollution plastique liée à l'abrasion des pneus et des freins, congestion, artificialisation des sols, et ainsi de suite. Pour estimer le potentiel de report des territoires, nous nous sommes appuyés sur les habitudes de déplacements[268] des habitants et sur les statistiques nationales de mobilité des particuliers[269].

Sur la carte ci-dessous on applique des hypothèses de report de la voiture individuelle pour les trajets du quotidien vers d'autres modes dans le cadre d'un scénario où l'ensemble des politiques favorables à l'utilisation des modes alternatifs à la voiture seraient mises en place. **Il s'agit d'un scénario « potentiel maximal », si l'on donnait les moyens à une population large de de changer ses habitudes.**

Pour cela on considère les résultats obtenus par l'ADEME en 2025[270] sur le report maximal atteignable de la voiture vers le vélo. Les hypothèses sur le report vers les transports en commun et le covoiturage proviennent des rapports de The Shift Project sur la mobilité en zone de moyenne densité en 2017[271] et 2020[272], complétés par nos experts mobilité. **On obtient la répartition suivante du potentiel de report modal.**

[267] Les déplacements quotidiens représentent environ 55 % des distances parcourues dans la mobilité. Source : Les transports face au défi de la transition énergétique, Aurélien Bigo, 2020 (p. 160)
[268] Estimation des émissions individuelles de gaz à effet de serre lors des déplacements domicile-travail, INSEE, 2025
[269] Résultats détaillés de l'enquête mobilité des personnes de 2019, SDES, 2019
[270] Contribution du développement de la marche et du vélo à la décarbonation, ADEME, 2025
[271] Décarboner la mobilité dans les Zones de moyenne densité, The Shift Project, 2017
[272] Décarboner la mobilité en Vallée de la Seine, The Shift Project, 2020



On estime ainsi qu'au total 23 % des km parcourus au quotidien en voiture pourraient être effectués à pied ou à vélo, 8 % en transports en commun, et 10 % en covoiturage (c'est-à-dire une diminution réelle des kilomètres parcourus en voiture de 5 %, soit la moitié, puisqu'il y a toujours un véhicule qui roule pour deux personnes), diminuant ainsi d'environ 36 % le nombre de km parcourus au quotidien en voiture.

On observe que la capacité de report de la voiture individuelle pour les trajets du quotidien vers d'autres modes de transport est particulièrement importante dans les métropoles et communautés urbaines, où 45 % des kilomètres parcourus[273] pourraient être reportés en moyenne. Cela représente environ 43 milliards de voyageurs-kilomètres, soit une économie d'environ 7,4 TWh d'électricité par rapport à un scénario d'électrification intégrale des kilomètres aujourd'hui parcourus en voiture thermique. Ces chiffres atteignent respectivement 50 % des kilomètres qui pourraient être reportés, et 1,3 TWh d'économie d'électricité pour la seule Métropole du Grand Paris. Ces capacités de report diminuent dès que l'on s'éloigne de ces moyennes et grandes villes.

[273] Parcourus en voiture en 2020. Cela signifie que ces chiffres tiennent compte des des parts modales existantes, et déjà différentes d'un EPCI à l'autre.

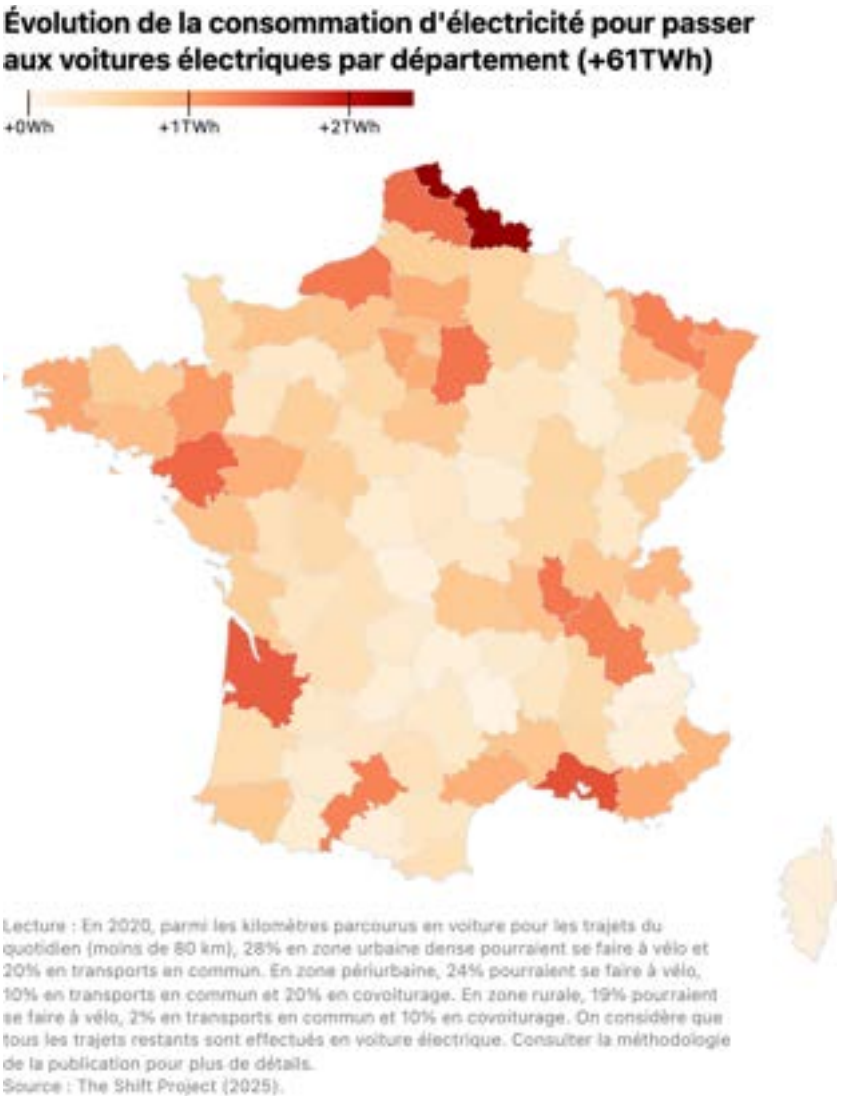
Dans les territoires ruraux[274], la capacité de report modal atteint en moyenne 35 % des kilomètres parcourus, avec le potentiel le plus faible de 26 % dans l'EPCI Armagnac Adour. Pour ces territoires, cela représente tout de même en cumulé environ 120 milliards de voyageurs-km, soit une économie d'environ 21 TWh d'électricité par rapport à un scénario d'électrification intégrale des kilomètres aujourd'hui parcourus en voiture thermique.

Les kilomètres reportés depuis la voiture individuelle vers d'autres modes constituent autant de déplacements qu'il n'est pas nécessaire d'électrifier, ce qui permet de limiter une partie de la hausse globale des consommations électriques. Dans le département du Nord, où le report de la voiture individuelle pour les trajets du quotidien atteint 40 %, cette dynamique représenterait une économie d'environ 0,8 TWh d'électricité. Ce volume correspond à l'équivalent de l'électrification des procédés industriels métallurgiques du département.

Nos projections sur l'évolution des consommations électriques liées à l'évolution des mobilités routières

Dans un deuxième temps, on évalue la consommation électrique qui résulterait de l'électrification de 100 % du parc de voitures – pour les distances parcourues restantes, c'est-à-dire les trajets du quotidiens non reportés vers d'autres modes de transport et les trajets longue distance en voiture. On considère qu'une voiture électrique consomme de 15 kWh/100 km (hors chauffage/climatisation) :

[274] On entend par territoire rural les Communautés de Communes et les Communautés d'Agglomération.



Cela concernerait les départements relativement peuplés, comme les Hauts-de-France, l'Île-de-France jusqu'aux côtes atlantiques et sur le pourtour méditerranéen, en incluant les rives de la Loire et du Rhin. Dans ces départements, l'augmentation moyenne de la consommation d'électricité due à l'électrification des véhicules particuliers serait de + 15 % par rapport à leur consommation d'électricité totale en 2022, avec un maximum à +20 % dans l'Oise ou le Maine-et-Loire par exemple.

Pour les trajets du quotidien en voiture (+ 35 TWh), les EPCIs urbains[275], qui regroupent 35 % de la population nationale, ne concentrent que 17 % de la hausse de consommation électrique liée à l'électrification de ces trajets (+ 6 TWh). Leur potentiel élevé de report modal et la plus courte distance moyenne des déplacements limitent en effet la demande supplémentaire. À l'inverse, les EPCIs ruraux, qui rassemblent 65 % de la population, représentent 83 % de cette hausse (+29 TWh), en raison de trajets plus longs et d'un report modal plus restreint. **Le complément de l'augmentation (+26 TWh) provient des trajets longue distance en voiture, répartis de manière plus uniforme sur l'ensemble du territoire.**

[275] On entend par EPCI urbain les Métropoles et Communautés Urbaines, et comme rural les Communautés de Communes et les Communautés d'Agglomération.

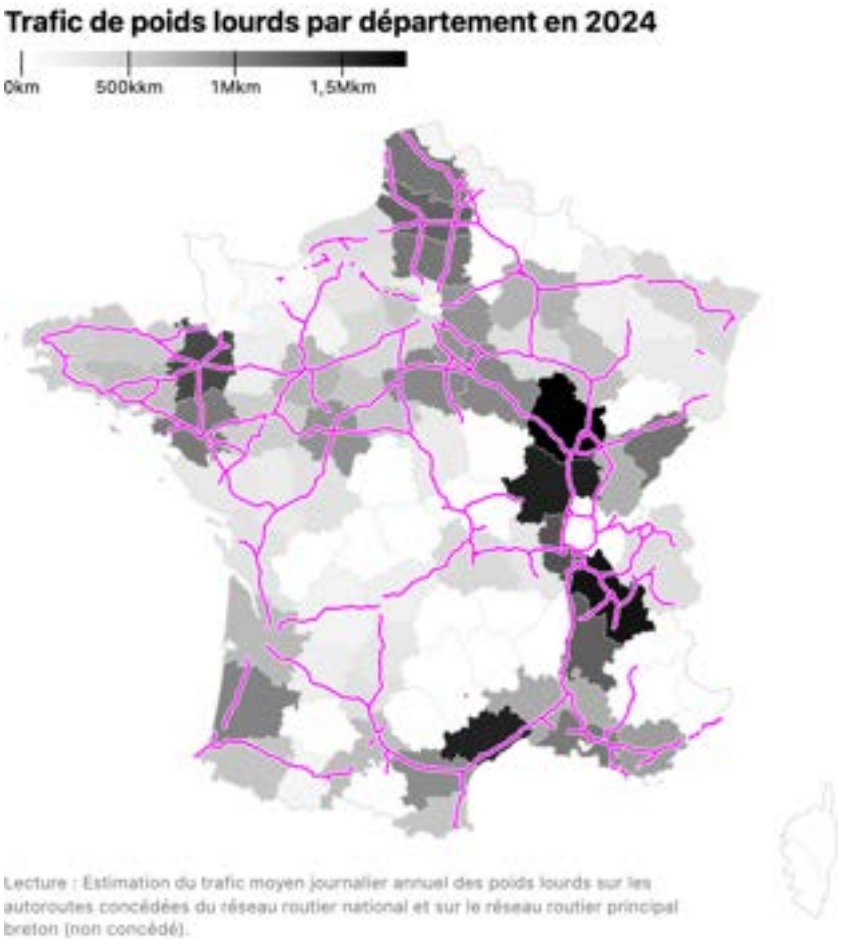
C. L’électrification du fret routier

En résumé

L'électrification du fret routier résultant, en appliquant tous les leviers proposés dans le PTEF (baisse de la demande, report modal vers ferroviaire et fluvial), la consommation augmenterait d’environ +30 TWh/an en 2050 par rapport à aujourd’hui. Ces consommations supplémentaires devraient se concentrer le long des principaux corridors logistiques français (Paris–Lyon–Marseille, Paris–Lille–Bruxelles, Lyon–Perpignan, Paris–Bordeaux). Des Hauts-de-France jusqu’aux rivages atlantiques et méditerranéens, en passant notamment par le Bassin parisien et le sillon rhodanien, les départements concernés verraient leurs besoins en électricité augmenter de + 12 % en moyenne par rapport à leur consommation totale en 2022.

L’électrification du fret routier représente un levier majeur de la décarbonation des transports et un facteur déterminant de la consommation électrique future. Avec une hypothèse de forte baisse du besoin de transport de marchandises et de report vers le ferroviaire et le fluvial, le Shift Project suppose une électrification de tout le parc de VUL et camions restants. Le remplacement progressif des poids lourds thermiques par des véhicules électriques accroît les besoins de recharge, en particulier le long des grands corridors logistiques et aux abords des principaux pôles de consommation et d’échanges. Cette évolution structurelle interroge la capacité du réseau électrique à absorber ces nouveaux usages. **L’analyse suivante vise à mesurer l’impact de l’électrification du fret routier sur la demande d’électricité et sur l’organisation des infrastructures de recharge à l’horizon 2050.**

Avant de s’intéresser aux consommations supplémentaires générées par l’électrification du fret, il est possible d'analyser le poids que représentent aujourd’hui les poids lourds pour chaque département (qui sera un bon indicateur du poids futur lié à l’électrification des poids lourds) :



Lecture : Estimation du trafic moyen journalier annuel des poids lourds sur les autoroutes concédées du réseau routier national et sur le réseau routier principal breton (non concédé).
Source : The Shift Project (2025) d'après les données de TMJA national (SDES, 2025) et TMJA Bretagne (Geobretagne, 2025).

Les principaux corridors de transit poids lourds se structurent ainsi :

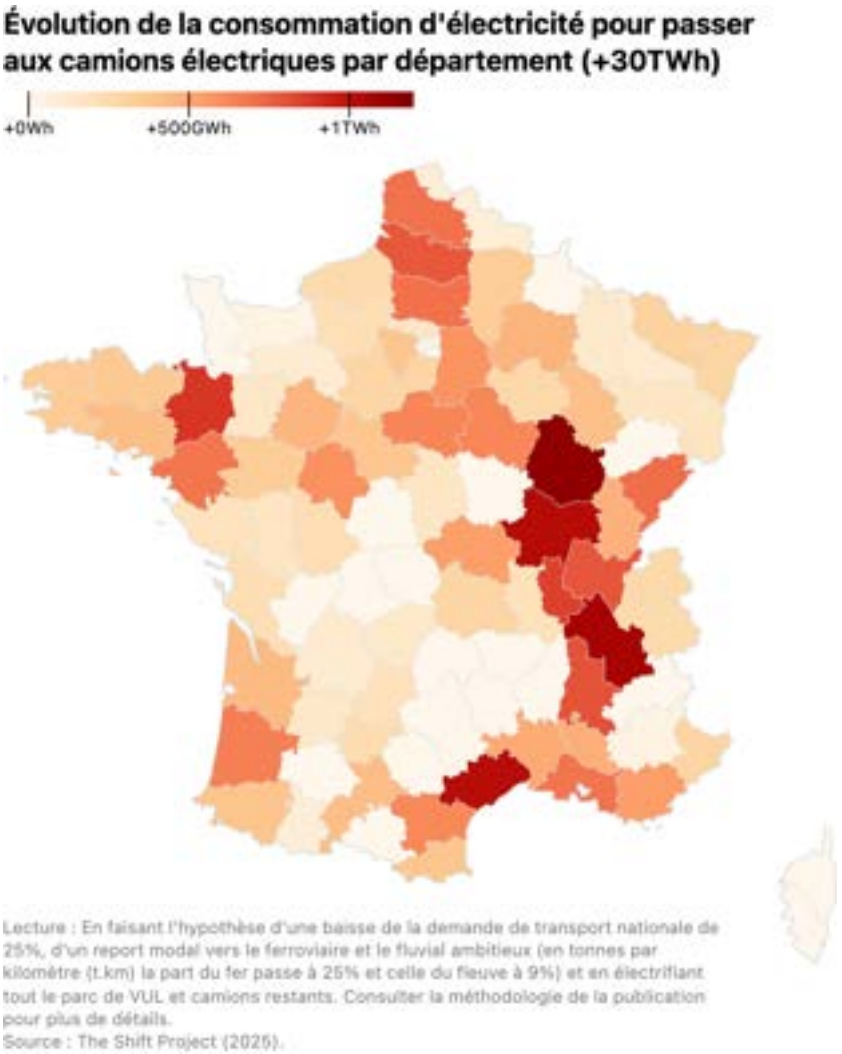
- L'axe Paris–Lyon–Marseille (vallée du Rhône) via l'A7 ;
- Le couloir Lyon–Montpellier–Perpignan vers l'Espagne par l'A9 ;
- La liaison Paris–Orléans–Bordeaux vers l'Espagne et l'Atlantique via l'A10 puis l'A63 ;
- L'axe Paris–Lille–Bruxelles–Rotterdam via l'A1 ;

Ces différents axes seront donc les futurs lieux où se concentreront les besoins d'électricité et d'infrastructures de recharge rapide, du fait de l'électrification progressive des flottes.

Nos projections sur l'évolution des consommations électriques liées à l'électrification du fret routier

Le Shift Project propose[276] de faire l'hypothèse d'une baisse de la demande de transport nationale de 25 %, d'un report modal vers le ferroviaire et le fluvial ambitieux (en tonnes par kilomètre (t.km) la part du fer passe à 25 % et celle du fleuve à 9 %) et en électrifiant tout le parc de VUL et camions restants. On supposera que ces effets sont uniformément répartis sur tout le territoire :

[276] Assurer le fret dans un monde fini, The Shift Project, 2025



Pour ce levier d'électrification du fret routier résultant, en appliquant tous les leviers proposés dans le PTEF[277], **la consommation augmenterait d'environ +30 TWh/an en 2050 par rapport à aujourd'hui**. Cela reviendrait à augmenter la consommation d'électricité nationale de 8 % par rapport à 2022.

Ces consommations supplémentaires devraient se concentrer le long des principaux corridors logistiques français (Paris–Lyon–Marseille, Paris–Lille–Bruxelles, Lyon–Perpignan, Paris–Bordeaux). Des Hauts-de-France jusqu'aux rivages atlantiques et méditerranéens, en passant notamment par le Bassin parisien et le sillon rhodanien, les départements concernés verraient leurs besoins en électricité augmenter de + 12 % en moyenne par rapport à leur consommation totale en 2022, avec un maximum à + 40 % en Côte-d'Or.

[277] En faisant l'hypothèse d'une baisse de la demande de transport nationale de 25 %, d'un report modal vers le ferroviaire et le fluvial ambitieux (en tonnes par kilomètre (t.km) la part du fer passe à 25 % et celle du fleuve à 9 %) et en électrifiant tout le parc de VUL et camions restants. Voir Assurer le fret dans un monde fini, The Shift Project, 2025

D. La rénovation thermique et l'électrification du chauffage

En résumé

L'électrification des chauffages fonctionnant au gaz et au fioul, et le remplacement de chauffage électriques peu performants, combinée à des rénovations thermiques (visant schématiquement à n'avoir quasiment aucun bâtiment dont le DPE est inférieur ou égal à D), pourrait faire décroître de 16 TWh les consommations électriques du résidentiel en France, avec une baisse de 6 % des consommations électriques totales en moyenne sur les départements de la Méditerranée et de l'Atlantique.

Le chauffage des bâtiments résidentiels et tertiaires constitue un levier majeur de la transition énergétique, en raison de son poids dans la consommation d'énergie et des possibilités offertes par la rénovation thermique. La généralisation des rénovations performantes permet de réduire fortement les besoins en chaleur, tandis que l'électrification progressive des systèmes entraîne un basculement des consommations de gaz et de fioul vers l'électricité.

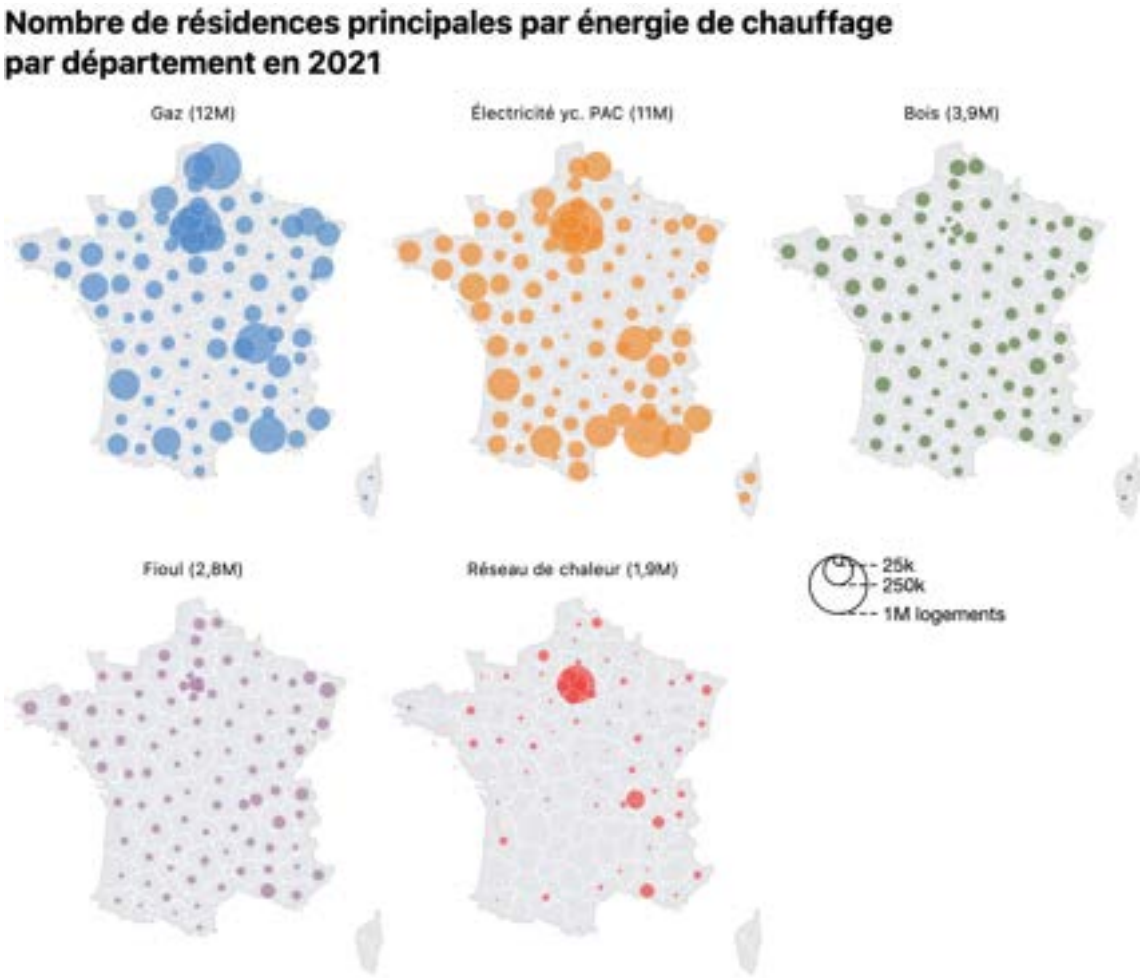
Cette conversion, une fois les rénovations réalisées, ne devrait pas provoquer de hausse de la consommation nationale et pourrait même conduire à une baisse dans les territoires déjà largement électrifiés, où les gains d'efficacité compenseront les derniers remplacements de chauffages carbonés notamment car les pompes à chaleur sont trois fois plus efficaces que les chauffages électriques fonctionnant par effet joule. En revanche, elle induira une augmentation locale dans les zones encore fortement dépendantes du gaz ou du fioul, où ces usages devront être substitués par de l'électricité. **L'analyse suivante vise à mesurer ces évolutions et à en préciser les impacts sur la consommation électrique liée au chauffage.**

Pour analyser les évolutions de consommation électrique liée aux évolutions du secteur bâtiment, notamment du fait de l'électrification des chauffages et de la rénovation thermique, on peut commencer par s'intéresser aux consommations actuelles, et aux modes de chauffage dominants :



On peut distinguer plusieurs zones principales en France en matière de vecteur de chauffage :

- Les villes moyennes et grandes, et leurs zones périurbaines, qui se chauffent majoritairement au gaz fossile. Ainsi qu'un certain nombre de villes plus petites dans le nord et l'est de la France.
- Les villes accueillent aussi des réseaux de chaleur, dont l'usage est croissant.
- L'ouest de la France, le pourtour méditeranéen et la Corse qui se chauffent majoritairement à l'électricité.
- La diagonale qui part des Pyrénées jusqu'au centre du Grand Est (hors centre de l'Occitanie et hors grandes villes) qui se chauffe majoritairement au bois-énergie.



Source : The Shift Project (2025) d'après les données du recensement de la population (INSEE, 2021).

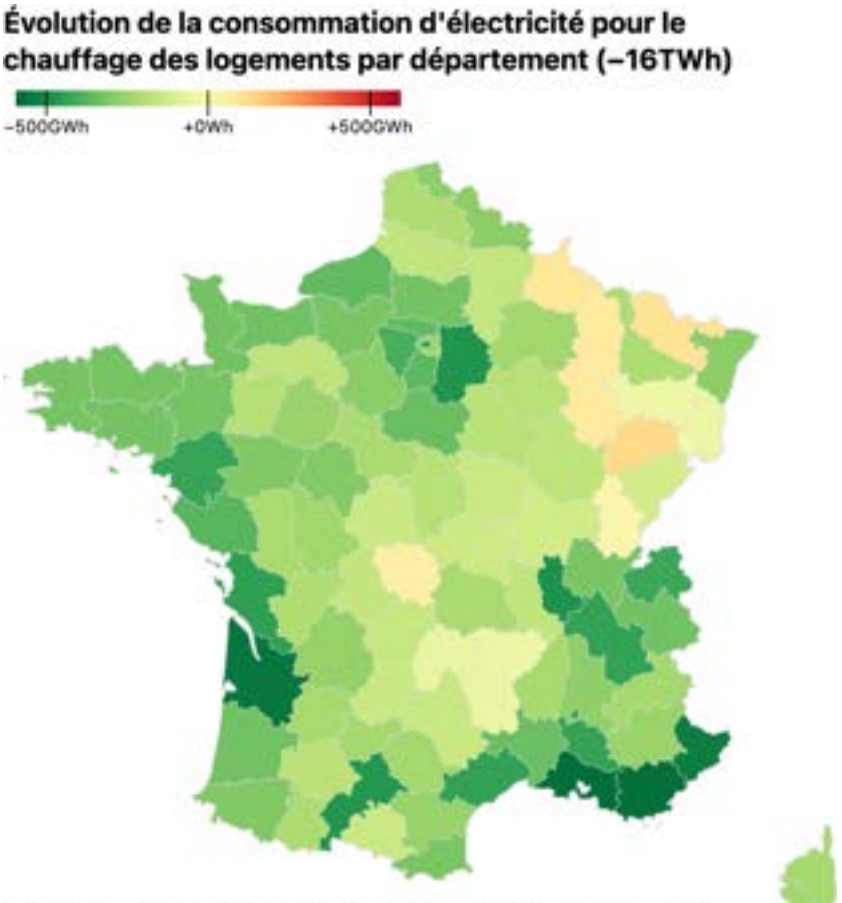
Par ailleurs, il est intéressant de regarder les performances énergétiques des bâtiments. En effet, pour répondre à un même besoin de chauffage, un bâtiment moins performant consomme plus d'énergie. La rénovation réduit donc les consommations à vecteur équivalent, ou atténue l'effet d'augmentation des consommations électriques dû à un remplacement d'un chauffage fossile.

En outre, **on note que les performances des bâtiments sont largement meilleures dans les départements du pourtour méditerranéen et en Corse, et légèrement meilleures dans les départements de la côte Atlantique**, par rapport aux restes des départements où la performance est globalement faible (entre 60 % et 90 % de DPE égal à D ou moins bon).

Nos projections sur l'évolution des consommations électriques liées à l'évolution des bâtiments

En combinant les données locales d'énergies de chauffage et de DPE des logements, **on peut estimer le nombre de logements par chauffage et par DPE, et l'impact qu'auraient le remplacement des modes de chauffage comme le fioul** (plutôt utilisé en maison individuelle) **et le gaz** (plutôt utilisé en logement collectif sur les réseaux de distribution en ville) vers le bois, les pompes à chaleur ou le chauffage urbain en fonction des possibilités. On prend aussi en compte le remplacement de certains chauffages électriques individuels pour les basculer sur des pompes à chaleur (en maison) ou des chaudières collectives à bois (en ville).

On compte aussi sur une forte rénovation des logements pour passer de 33 % des logements en DPE A, B ou C (soit 66 % en classe inférieure ou égale à D), à 100 % des logements d'ici 2050 (soit 0 % de classe inférieure ou égale à D).



Lecture : Avec remplacement des modes de chauffages et rénovation des logements depuis leur état en 2021 d'après le PTEF. Les hypothèses d'augmentation du parc de logement sont ignorées ici pour n'illustrer que l'impact de modification de l'existant. Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.
Source : The Shift Project (2025).

On peut identifier plusieurs situations dans la dynamique de consommation électriques :

- **Les territoires qui se chauffent déjà majoritairement à l'électricité** (côte atlantique, côte méditerranéenne) **vont globalement consommer bien moins d'électricité pour le chauffage**, car les baisses de consommations liées aux rénovations vont compenser le remplacement des derniers chauffages fonctionnant au gaz et au fioul (- 6 % en moyenne sur les départements de la Méditerranée et de l'Atlantique). De plus, l'adoucissement des hivers lié au changement climatique va globalement alléger les consommations électriques.

- **Les territoires qui se chauffent majoritairement au gaz** (pourtour des grandes villes, est de la France et nord de la France) **et au fioul** (par exemple dans le massif central, ou encore en Picardie), **vont voir leur consommation électrique faiblement diminuer ou légèrement augmenter**, grâce à l'effet croisé du remplacement des chauffages carbonés et de la rénovation des bâtiments.

Selon nos projections, une électrification du chauffage associée d'une rénovation généralisée du parc résidentiel (conduisant à un parc composé à 100 % de logements classes DPE A, B ou C a l'horizon 2050), pourrait réduire la consommation électrique

résidentielle nationale d'environ 16 TWh[278]. Cela correspondrait à une baisse de 4 % de la consommation d'électricité nationale par rapport à 2022.

À l'inverse, un remplacement des systèmes de chauffage sans rénovation thermique conjointe peut entraîner une légère augmentation de la consommation électrique locale. Par exemple, dans les territoires à forte part de chauffages fossiles, **comme le Grand Est, cette hausse atteindrait environ + 2 %, contre une baisse de - 1 % en ajoutant une rénovation thermique complète**.

Dans les zones déjà majoritairement électrifiées (ouest, littoral atlantique, Méditerranée), le remplacement des anciens radiateurs électriques peu efficaces par des pompes à chaleur, chauffages au bois et réseaux de chaleur urbains **entraînerait une baisse de - 4 % de la consommation électrique locale, puis - 6 % en cas de rénovation thermique complète**.

Quel enjeu lié à la climatisation ?

Aujourd'hui, la climatisation représente une part encore modeste de la consommation électrique en France, estimée à environ 4 TWh dans le résidentiel et 13 TWh dans le tertiaire en 2020[279]. Son usage reste limité à certains bâtiments tertiaires et logements équipés, avec un taux d'équipement d'environ 22 % des ménages en 2019.

Cependant, cet usage pèse déjà sur les pointes estivales : la demande liée à la climatisation atteint environ 15 GW lors des pics de chaleur, accentuant la thermosensibilité du système électrique[280]. Malgré cela, les contraintes d'approvisionnement restent maîtrisées grâce à la production solaire en milieu de journée et grâce aux moyens de flexibilité pour gérer les pics de consommation entre le milieu et la fin de journée[281].

D'ici 2050, la consommation liée à la climatisation devrait plus que doubler, atteignant environ 14 TWh dans le résidentiel[282], sous l'effet combiné du réchauffement climatique et d'un taux d'équipement en climatisation dépassant 55 % des logements[283]. La puissance appelée en période de canicule pourrait atteindre 30 GW[284].

[278] En fonction d'une stratégie de passage des DPE et des modes de chauffage du PTEF, consulter notre Guide méthodologique.
[279] Prospective - Transitions 2050, ADEME, 2022 (p.115 et p.117)
[280] Futurs énergétiques 2050, RTE, n.d. (p.135)
[281] Futurs énergétiques 2050, RTE, n.d. (p.259)
[282] Futurs énergétiques 2050, RTE, n.d. (p.99)
[283] Futurs énergétiques 2050, RTE, n.d. (p.884)
[284] Futurs énergétiques 2050, RTE, n.d. (p.140)

E. Le développement des énergies renouvelables

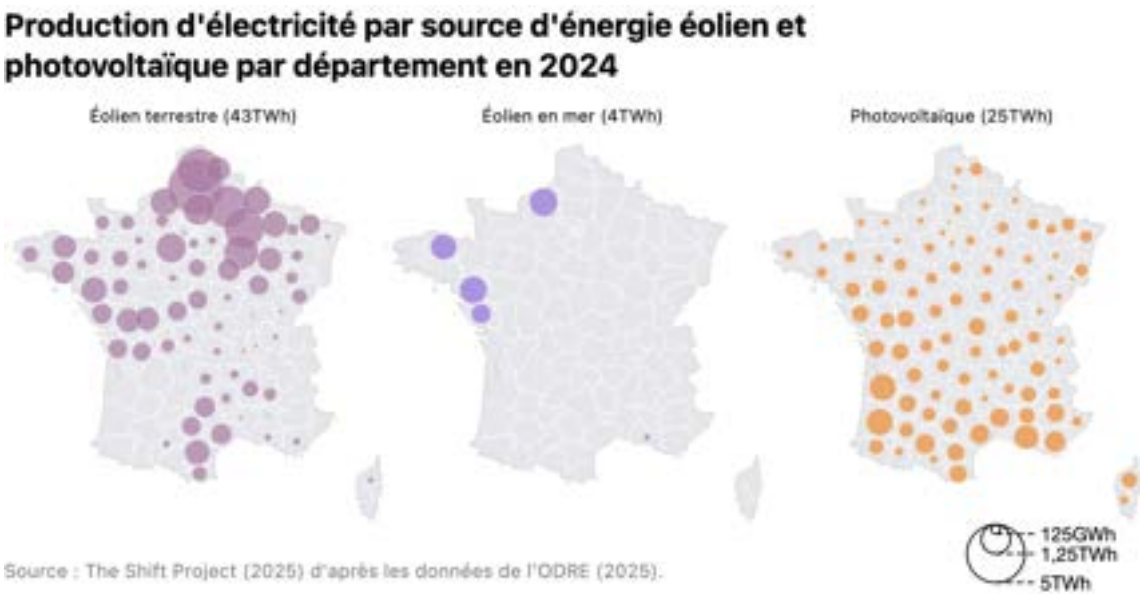
En résumé

Pour répondre à l'électrification et donc la décarbonation des usages, l'enjeu principal lié au développement des renouvelables est celui de sa massification. Il s'agit d'ici 2035 de viser au minimum une production d'électricité renouvelable annuelle de 270 TWh (contre environ 120 TWh aujourd'hui) et si possible de 320 TWh. Si l'on priorise un développement de l'éolien et du photovoltaïque sur les territoires avec les meilleurs rendements, les régions déjà fortement productrices en 2024 – comme la moitié nord de la France qui génère environ 82 % de l'électricité éolienne nationale, et la moitié sud qui produit près de 66 % de l'électricité photovoltaïque nationale – resteraient encore, d'ici 2050, les zones les plus mobilisées pour chacune de ces filières.

Les énergies renouvelables constituent une composante indispensable du mix électrique à l'horizon 2050, quel que soit le scénario envisagé. Leur déploiement doit progresser à un rythme inédit afin de couvrir l'augmentation attendue des consommations, notamment liées à l'électrification des usages permettant la décarbonation de l'économie. Cet objectif suppose non seulement d'accélérer fortement l'installation de capacités solaires et éoliennes - terrestre et en mer, mais aussi de surmonter des contraintes techniques*, foncières et sociales qui freinent encore leur développement. **L'analyse suivante s'attache à interroger les enjeux de développement des énergies renouvelables en posant notamment la question de la concentration des nouvelles installations productions dans certaines parties de France.**

**En particulier, le déploiement des énergies renouvelables pose des questions en matière de déploiement de moyens de flexibilité, que nous n'avons pas pu instruire dans ce travail.*

Le panorama des productions renouvelables en France en 2025 est le suivant :



On observe une claire logique territoriale dans le développement des moyens de production renouvelables :

- **L’éolien terrestre** est majoritairement développé dans la moitié nord de la France (sauf près du Rhin et dans le sud de l’Ile-de-France), ainsi que dans l’est de l’Occitanie.
- **L’éolien maritime** est développé dans trois zones : la façade nord-Atlantique–Manche ouest, la façade Manche est–Mer du nord et la façade Méditerranée.
- **Le photovoltaïque** est fortement développé dans le tiers sud (de la Nouvelle-Aquitaine jusqu’à PACA), plutôt développé dans le tiers central (des Pays de Loire jusqu’au centre de la Bourgogne-Franche-Comté, en passant par le Centre-Val-de-Loire), et peu développé dans le tiers nord (de la Bretagne au Grand Est, en passant par l’île de France et les Hauts-de-France).

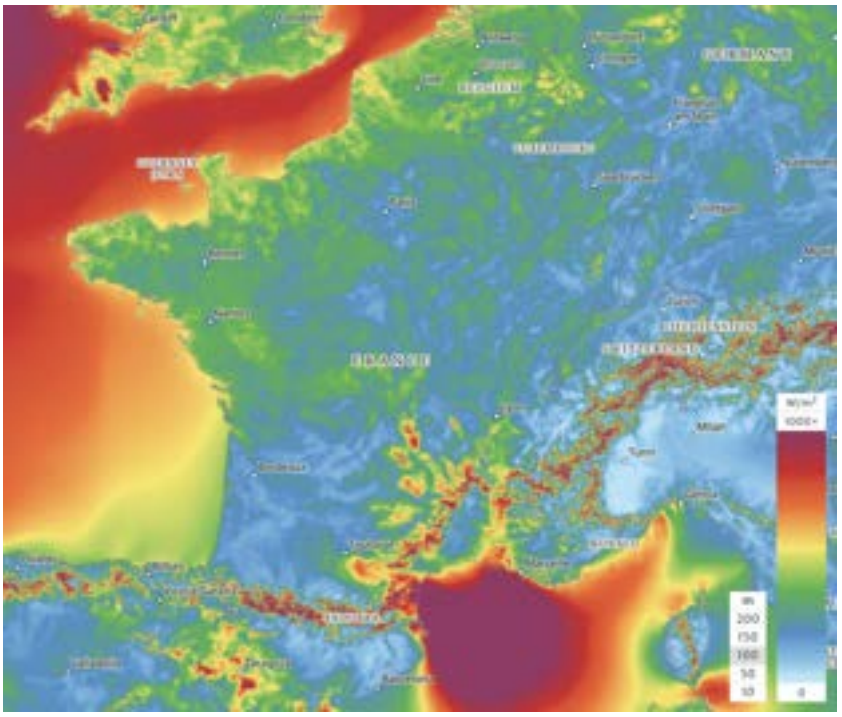
Pour répondre à l'électrification et donc la décarbonation des usages, l’enjeu principal lié au développement des renouvelables est celui de sa massification. **Il s’agit d’ici 2035 de viser au minimum une production d’électricité renouvelable annuelle de 270 TWh (contre environ 120 TWh aujourd’hui) et si possible de 320 TWh**[285].

À 2050, même dans le scénario N03 de RTE[286] qui compte la plus faible augmentation des productions électriques renouvelables, les évolutions nécessaires seraient les suivantes :

- **L’éolien terrestre** atteindrait 87 TWh, contre 43 TWh en 2024, soit +44 TWh.
- **L’éolien maritime** atteindrait 78 TWh, contre 4 TWh en 2024, soit +74 TWh.
- **Le photovoltaïque** atteindrait 86 TWh, contre 25 TWh en 2024, soit +61 TWh.
- **L’hydroélectricité**, considéré comme en très légère baisse d’ici 2050, atteindrait environ 63 TWh, contre 75 TWh en 2024, soit -12 TWh.

Il existe plusieurs façons d’envisager la répartition locale de l’éolien et du photovoltaïque. **On peut notamment privilégier les territoires présentant les meilleurs facteurs de charge, c’est-à-dire le rapport entre la production réelle d’une installation et sa production maximale théorique sur une période donnée**. Concrètement, cela conduit souvent à implanter les panneaux solaires dans le Sud, où l’ensoleillement est plus fort, et les éoliennes dans le nord ou en mer, où les vents sont plus réguliers.

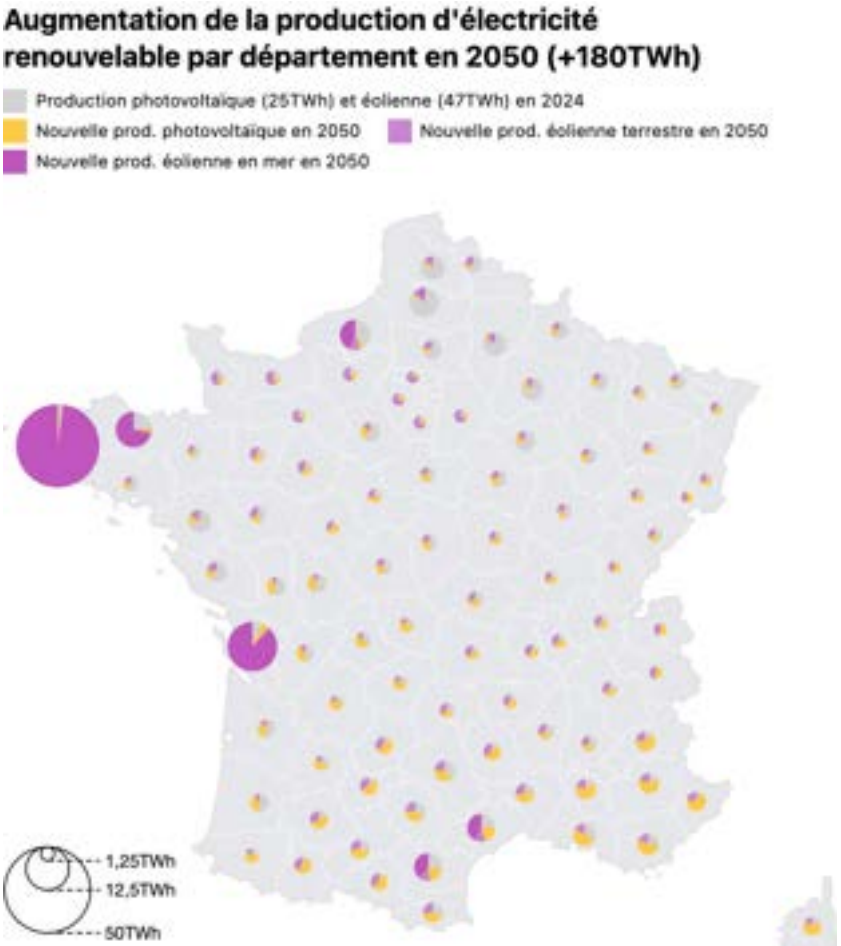
[285] Bilan Prévisionnel 2023-2035, RTE, 2023
[286] Futurs énergétiques 2050 (N03 Trajectoire de référence), RTE, 2025



Potentiel de vent en 2025 : en rouge les vents les plus forts, en bleu les vents les moins forts (Global Wind Atlas)[287]

Pour illustrer une répartition potentielle du développement des EnR on imagine une répartition de l'effort de développement supplémentaire en fonction des territoires ayant les meilleurs facteurs de charge, et en fonction des zones prioritaires retenues par l'État pour le développement de l'éolien en mer[288].

[287] Global Wind Atlas mis à disposition par la Banque mondiale et l'Université Technique du Danemark
[288] GéoLittoral, Ministère chargé de la Mer et de la Pêche, 2024



Lecture : En suivant le scénario national N03 de RTE entre 2024 et 2050, la hausse nationale de production d'électricité est répartie ci-dessous selon les types d'énergie : le photovoltaïque (+61TWh) et l'éolien terrestre (+44TWh) en fonction des facteurs de charge régionaux, et l'éolien en mer (+74TWh) en fonction de la surface des zones prioritaires définies par département en 2023.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données de l'ODRE (2025) et GéoLittoral (2026).

Cette carte ne représente pas la capacité réelle d'équipement des territoires, mais met en évidence d'importants contrastes territoriaux. Si l'on priorise un développement de l'éolien et du photovoltaïque sur les territoires avec les meilleurs rendements, les régions déjà fortement productrices en 2024 – comme la moitié nord de la France qui génère environ 82 % de l'électricité éolienne nationale, et la moitié sud qui produit près de 66 % de l'électricité photovoltaïque nationale – resteraient encore, d'ici 2050, les zones les plus mobilisées pour chacune de ces filières. **Il faut garder à l'esprit ici que le scénario N03 de RTE est celui qui recourt le moins aux EnR. Un développement plus important des EnR entraînerait des tensions territoriales plus fortes.**

Dans la pratique, l'implantation d'énergies renouvelables, en particulier éoliennes, demeure fortement encadrée : distances minimales aux habitations, protection des sites naturels et patrimoniaux, servitudes militaires et aéronautiques, contraintes écologiques (zones Natura 2000, couloirs de migration), ainsi que difficultés de raccordement et de logistique, notamment en mer. Compte tenu des nombreuses contraintes environnementales, techniques et réglementaires pesant sur l'implantation des EnR, leur localisation relève d'arbitrages complexes. **L'acceptabilité sociale constitue également un enjeu important**, notamment en raison des impacts paysagers,

environnementaux et des conflits d'usage des sols. Pour plus d’informations sur les enjeux fonciers liés au développement des ENRs, se référer à l’enjeu dédié dans la partie « sols » de ce rapport.

Bois

1. Le bois, une ressource convoitée

A. Les usages du bois

Trois principaux usages

De nombreuses activités économiques reposent sur la ressource bois, que ce soit comme matière première ou comme source d'énergie. Les usages des produits bois sont variés, et classés en trois familles : le bois d'œuvre (bois utilisé en matériau notamment pour la construction et l'ameublement), le bois d'industrie (bois pour la papeterie, les panneaux, etc.) et le bois-énergie (bois pour le chauffage individuel ou collectif).

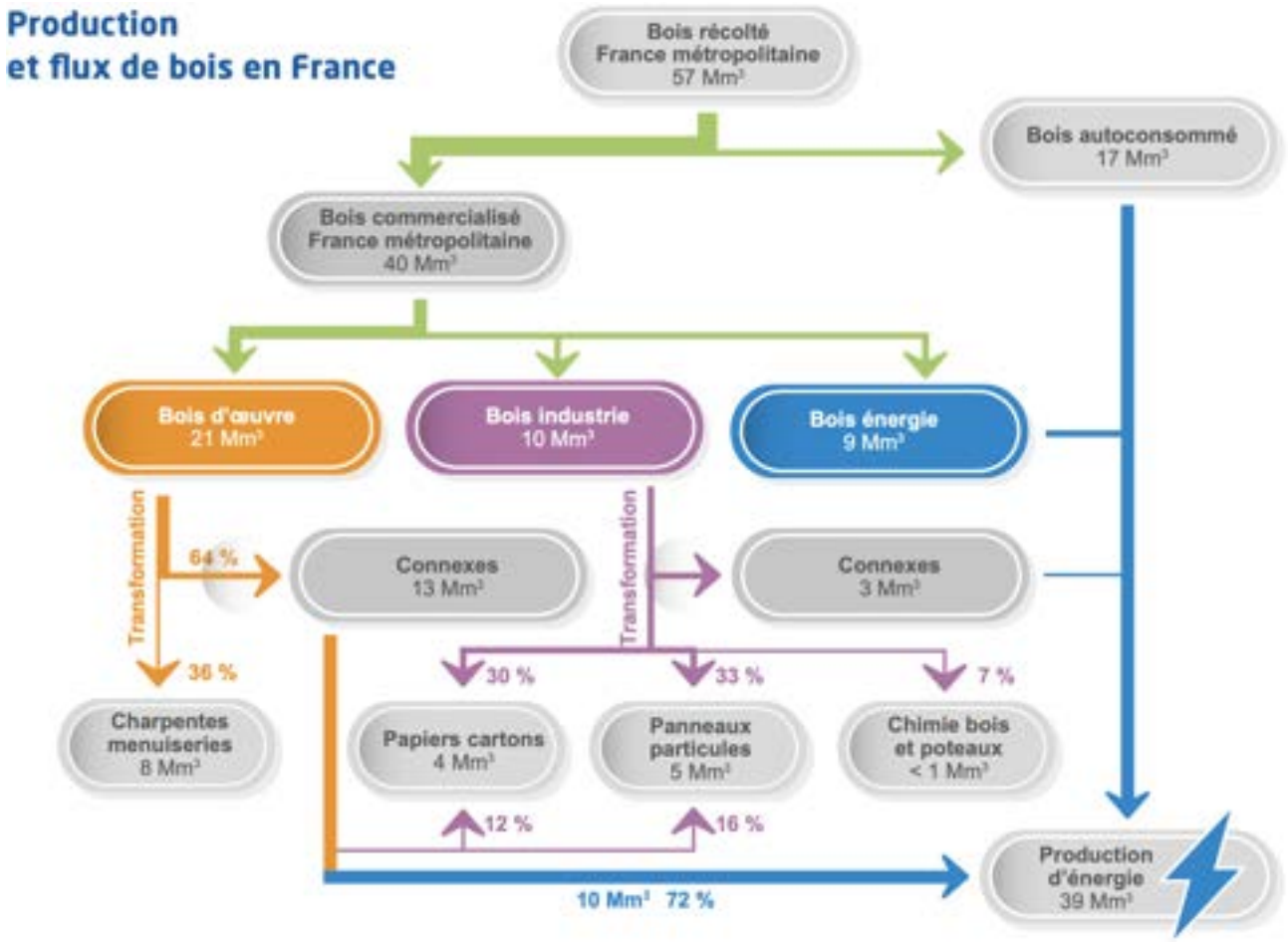
Ces usages font l'objet d'une priorisation en « cascade », inscrite dans une directive européenne[289], priorisant les usages du bois avec une longue durée de vie (charpente, meubles avec longue durée de vie, parquets), c'est-à-dire les usages en bois d'œuvre[290]. Ensuite viennent les usages pour l'industrie, correspondant à des durées de vie moyennes entre 7 ans pour le papier-carton et 25 ans pour les panneaux de particules[291]. Enfin, les usages énergétiques peuvent être envisagés, en veillant à ne pas bloquer totalement le « retour au sol » d'une partie de l'arbre, nécessaire au fonctionnement des écosystèmes.

La France produit d'importantes quantités de bois. En 2023, 57 Mm³ de bois ont été récoltés en Métropole selon France Stratégie (d'après Agreste)[292]. Sur ce volume, 30 % ont été autoconsommés (17 Mm³)[293], c'est-à-dire que ce bois est récolté par des particuliers et utilisé directement dans les chauffages individuels, le reste est commercialisé (40 Mm³). Cette commercialisation se répartit entre 21 Mm³ de bois d'œuvre, 10 Mm³ de bois d'industrie (dont 4 Mm³ destinés au papier-carton et 5 Mm³ aux panneaux) et 9 Mm³ de bois énergie.

La France importe d'importantes quantités de bois et est également exportatrice. Aux ressources récoltées et commercialisées en France s'ajoutent en effet les ressources importées[294] : 12,5 Mm3 de bois d'œuvre, 14,4 Mm3 de bois industrie et 2,8 Mm3 de bois énergie. Enfin, une partie des ressources en bois employées en France est exportée[295] : 6 Mm3 de bois d'œuvre, 14,5 Mm3 du bois d'industrie et 2,4 Mm3 du bois énergie.

---

289 Directive (UE) 2023/2413 du parlement européen et du conseil, Journal officiel de l'UE, 2023
290 Mise en gestion durable de la forêt française privée, IGF, 2024
291 Forêts et usages du bois dans l'atténuation du changement climatique, ADEME, 2021
292 Récolte de bois en 2021, Agreste, 2023 & Récolte de bois et production de sciages, Agreste, 2023
293 Vers une planification de la filière forêt-bois, France Stratégie, 2023
294 Vers une planification de la filière forêt-bois, France Stratégie, 2023
295 Vers une planification de la filière forêt-bois, France Stratégie, 2023



Production et flux de bois en France en 2023 (France Stratégie)[296]

Quand on s'intéresse aux usages finaux des ressources, il faut également considérer qu'une partie des chutes de fabrication dans le bois d'œuvre et dans le bois d'industrie sont mobilisées dans la production de chaleur en tant que bois énergie[297]. Comme on l'observe dans le schéma ci-dessus, l'équivalent de 39 Mm3 sont finalement mobilisés en tant qu'énergie, soit 68 % de la récolte totale.

Le secteur du bois est intimement lié à celui de la forêt, qui ne se limite pas à une fonction productive mais assure également des fonctions sociales, écologiques et climatiques majeures. En plus du bois, la forêt fournit des services écosystémiques essentiels comme la régulation du climat et le maintien de la biodiversité. Ils contribuent aussi à réduire l'érosion des sols, à purifier l'eau.

La forêt joue également un rôle de séquestration du carbone, à travers le stockage de carbone dans la biomasse vivante et dans les sols forestiers. Selon le rapport du Citepa de 2024, la capacité de captation de la forêt a drastiquement diminué passant d'environ -65 $MtCO_2$ dans les années 2000 à seulement -35 $MtCO_2$ en 2022[298]. Le recul du puits de carbone forestier s'explique principalement par le ralentissement de la croissance des arbres et la forte hausse de la mortalité liée aux sécheresses répétées et aux crises sanitaires, ainsi que par l'augmentation des prélèvements, notamment dans les peuplements touchés. En conséquence, l'accumulation de biomasse diminue tandis que les pertes de carbone augmentent, réduisant la capacité nette

[296] Vers une planification de la filière forêt-bois, France Stratégie, 2023
[297] Par ailleurs, une partie des chutes de bois d'œuvre est utilisée en tant que bois d'industrie.
[298] Rapport Secten, Citepa, 2024 (p. 515)

d'absorption. Il existe également un enjeu lié à la vulnérabilité du carbone stocké en forêt, qui peut être rapidement relâché lors d'épisodes extrêmes comme les incendies, les tempêtes ou les dépérissements massifs, tels que ceux provoqués par les scolytes sur les épicéas.

Les consommations de bois sont plus fortes dans les régions productrices

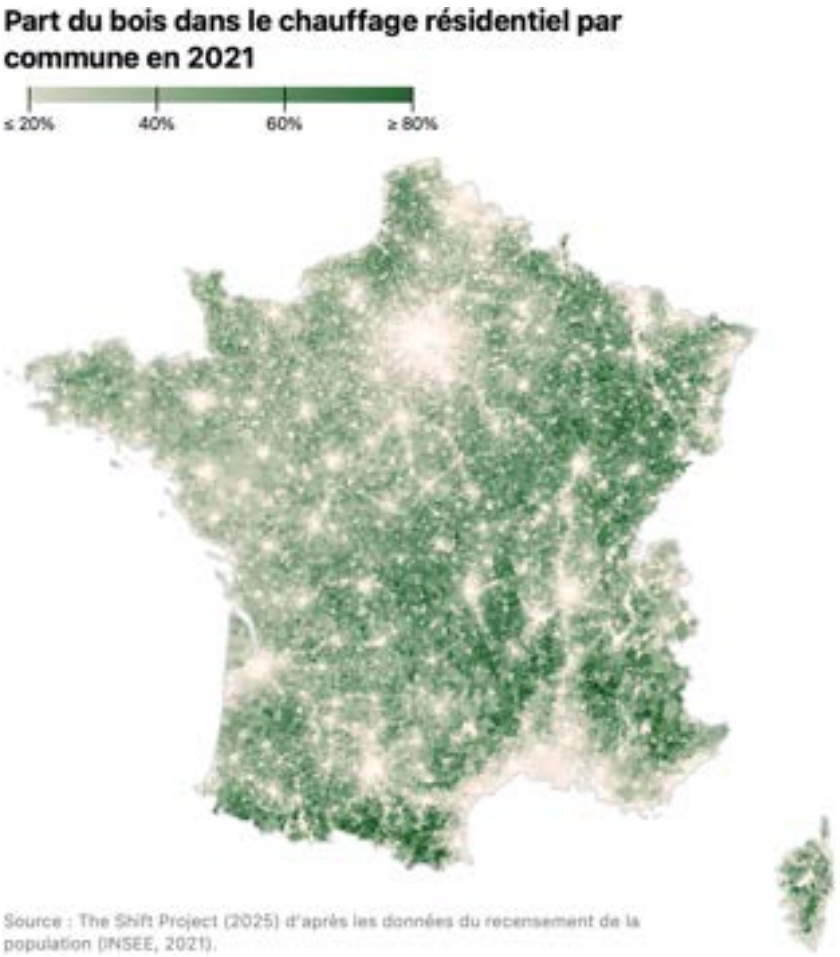


Lecture : On compte ici la consommation de bois commercialisé par secteur (hors autoconsommation), y compris connexes et recyclés.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données nationales de Veille Economique Mutualiste (2025).

Les régions du Grand Est, de Nouvelle-Aquitaine et d'Auvergne-Rhône-Alpes affichent les volumes de bois consommés les plus élevés, traduisant la présence de vastes massifs forestiers et de filières locales bien implantées. L'usage en tant que bois d'œuvre est majoritaire dans la plupart des régions. L'usage du bois en tant que bois d'industrie représente une part d'autant plus notable dans les régions à forte activité papetière ou de production de panneaux (comme la Nouvelle Aquitaine ou le Grand Est), où les essences locales (notamment les résineux) sont adaptées à ces usages.

Le bois représente une part importante des modes de chauffage dans de nombreux territoires ruraux et forestiers

Le bois est très mobilisé dans le chauffage résidentiel. Peu présent dans certaines communes, il peut représenter la totalité des chauffages résidentiels dans d'autres.



L'usage du bois pour le chauffage résidentiel est particulièrement marqué dans les zones rurales et forestières, avec une prédominance nette dans le Massif central, les Alpes, les Pyrénées et les régions de l'est, donc principalement dans les zones forestières, où le bois est fréquemment autoconsommé.

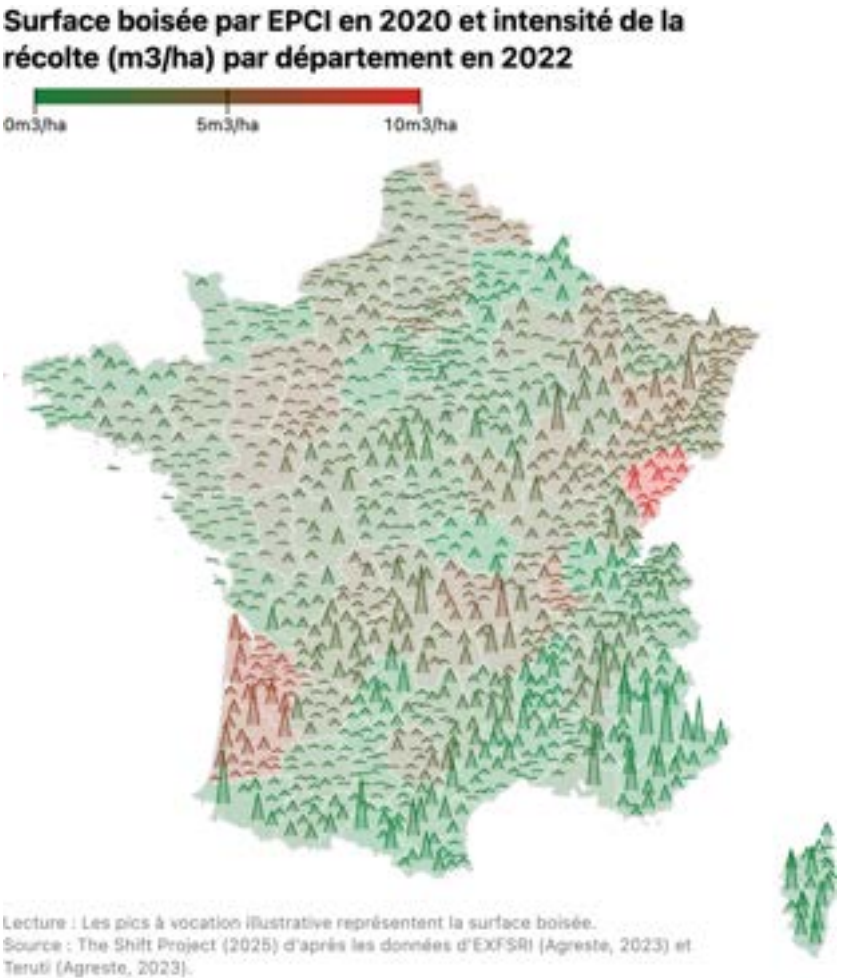
À l'inverse, les grandes agglomérations et les zones densément urbanisées présentent des parts beaucoup plus faibles, souvent inférieures à 20 %, en raison d'un recours dominant au gaz, à l'électricité ou au chauffage collectif. Par ailleurs, le recours au chauffage au bois y est parfois limité afin de réduire les polluants atmosphériques, comme par exemple à Grenoble. La carte révèle donc une forte différenciation territoriale : le bois reste un mode de chauffage central dans les campagnes et les petites communes, et a fortiori lorsqu'elles sont situées dans des zones forestières, tandis qu'il est relativement moins fréquent dans les grands centres urbains.

B. La disponibilité de la ressource forêt-bois

La couverture forestière varie selon les départements

La forêt française est très diversifiée. L'IGN a défini 86 sylvoécorégions (SER)[299] comme autant d'entités écologiques présentant une cohérence au point de vue forestier. Ce découpage s'appuie sur des facteurs biogéographiques (climat, relief, géologie, végétation, etc.) qui déterminent en partie l'habitat forestier, notamment le taux de boisement.

[299] Fiches descriptives des sylvoécorégions, Inventaire Forestier National, 2013



Le taux de boisement (part de la surface du territoire occupée par la forêt) s'élève en 2023 à 32 % de l'Hexagone[300]. Cette moyenne masque de fortes différences départementales. Globalement, une diagonale allant des Ardennes à Bordeaux partage la France en deux. Le tiers nord-ouest est relativement peu boisée (18 % de boisement en moyenne), avec notamment 4 départements ayant un taux de boisement inférieur à 10 % : Manche, Vendée, Mayenne, Deux-Sèvres[301]. Les deux-tiers sud-est sont plus fortement boisés. On y recense 7 départements (dont 6 dans le quart sud-est) avec un taux de boisement supérieur à 60 % : Corse-du-Sud, Alpes-Maritimes, Var, Alpes-de-Haute-Provence, Haute-Corse, Ardèche, Landes.

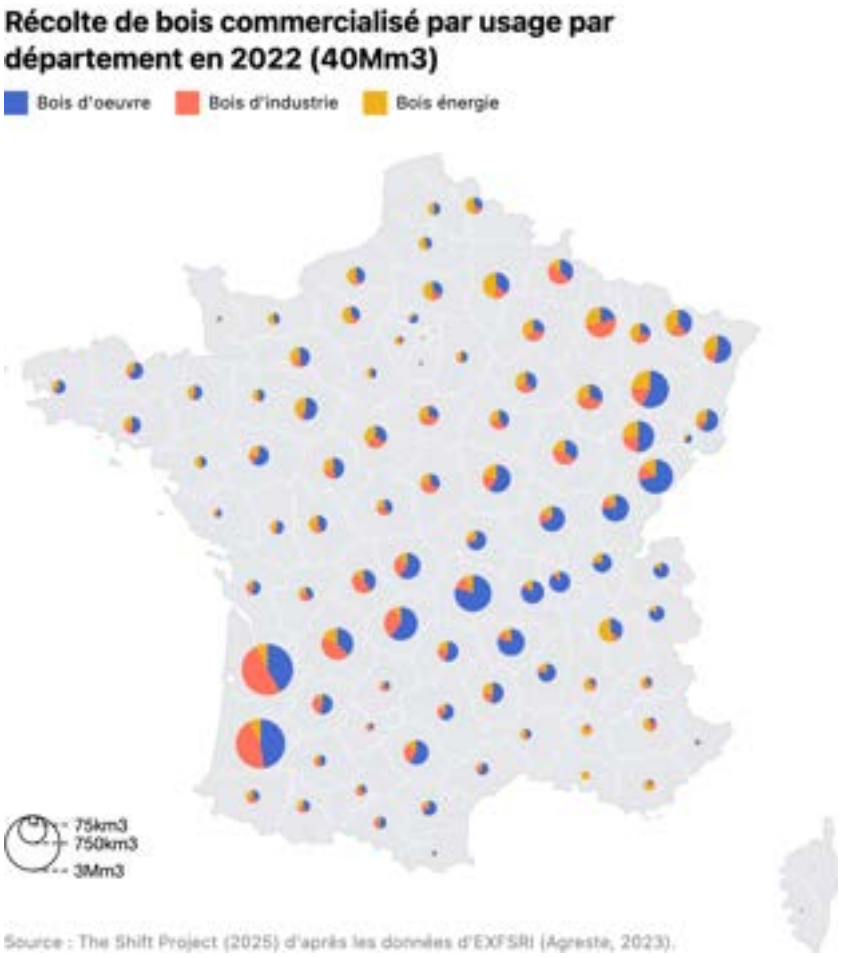
La diversité des peuplements est une caractéristique qui peut jouer un rôle important dans la résilience climatique des forêts. Un peuplement est considéré comme monospécifique lorsqu'une essence d'arbre occupe plus de 75 % du couvert dans l'étage dominant. Les forêts du nord-est de la France et du Massif Central sont les plus diversifiées. À l'opposé, le massif landais est un grand massif de peuplements monospécifiques, dont l'essence principale est le pin maritime[302].

[300] Taux de boisement, Observatoire des forêts françaises, 2024
[301] Enquête statistique, Inventaire forestier national, 2024
[302] Cf. diversité des peuplements des forêts françaises, Inventaire Forestier National, IGN, n.d.

Des récoltes de bois concentrées dans une diagonale forestière

La sylviculture est une activité du temps long : chaque année, seuls 3 à 4 % de la surface de forêt de production fait l'objet d'une coupe qui peut aller d'un seul arbre à la totalité du couvert[303]. L'exploitation forestière se mesure à l'aune de deux indicateurs : le volume récolté, et le taux de prélèvement. Le taux de prélèvement compare le volume de bois prélevé et le volume de bois produit par la forêt, auquel est soustrait le volume de bois mort, sur une période donnée. Si les forêts sont en équilibre entre production biologique et prélèvement, le taux mesuré serait donc de 100. Un taux de prélèvement inférieur à 100 % signifie que la forêt est en croissance volumique.

La carte ci-dessous présente la répartition départementale de la récolte de bois en 2022, distinguée selon ses principaux usages : bois d'œuvre, bois d'industrie et bois énergie.



Il existe une forte hétérogénéité territoriale dans les productions de bois :

- **Du point de vue des volumes récoltés**, les 10 territoires les plus producteurs représentent 35 % de la récolte totale. On trouve dans l'ordre la Gironde, les Landes, les Vosges, le Puy-de-Dôme, le Doubs, la Corrèze, Dordogne, la Haute-Saône, la Meuse et la Nièvre[304]. La Gironde et les Landes représentent à eux seuls 13 % de la récolte nationale de bois.

[303] Moyenne sur la période 2013-2022. 0,5 % de la forêt de production est concernée par des coupes fortes, c'est-à-dire d'au moins 50 % du couvert.
[304] Source : Enquête exploitations forestières et scieries (EXFSRI) : Récolte de bois en millier de m3 en 2022.

- **L'approche par le taux de prélèvement** révèle que les régions historiquement forestières et sylvicoles (Grand Est, côtes de l'Aquitaine), qui comptent aussi plus de grandes forêts publiques, prélèvent une part supérieure à 70 % de l'accroissement biologique de la forêt. Les régions Grand Est et Bourgogne-Franche-Comté affichent les taux de prélèvements les plus élevés[305]. Dans les zones montagneuses et sur le pourtour méditerranénen, les taux sont en revanche faibles. Les forêts privées morcelées induisent globalement un taux de prélèvement plus faible[306]. Aucun territoire n'est aujourd'hui dans une situation de prélèvement total de l'accroissement biologique.

Par ailleurs, les usages du bois récolté diffèrent d'un territoire à un autre. En particulier dans l'arbitrage entre les usages énergétiques (bois énergie, dit BE) et les usages industriels (bois industrie, dit BI). Comme le montre l'analyse des données de l'Agreste par le collectif Pour un réveil écologique[307], les régions Hauts-de-France, Normandie, Pays de la Loire, Île-de-France, Bretagne et Provence-Alpes-Côte d'Azur se distinguent par une prédominance du bois énergie sur le bois d'industrie (BE > 2 BI). Dans les autres régions, les volumes de BE et de BI sont globalement équivalents, à l'exception notable de la Nouvelle-Aquitaine où le bois d'industrie est plus de trois fois supérieur au bois énergie.

La plus forte part d'usage des récoltes en tant que bois énergie dans le nord et l'ouest s'explique en partie par la plus faible taille moyenne des forêts dans ces régions et par la forte part de propriétés privées. En effet, plus les forêts sont petites, plus la part de la récolte utilisée pour le chauffage est importante : s'étalant de 67 % entre 1 et 4 ha à 11 % au-delà de 100 ha[308]. Par ailleurs, les types d'essences sont déterminants : les résineux sont plus rarement mobilisés pour la production d'énergie, et les feuillus rarement mobilisés pour la production de bois d'œuvre.

La plus forte part d'usage en tant que bois d'industrie en Nouvelle Aquitaine (et plus particulièrement dans la forêt des Landes) est liée au fort dynamisme de l'industrie du bois dans cette région depuis le démarrage de la politique de reboisement de la région, et grâce à la création d'une filière industrielle dédiée aux résineux grâce à l'influence du Fonds forestier national (FFN)[309]. Il y a à cet égard une plus forte valorisation en bois d'œuvre et d'industrie des essences résineuses par rapport aux bois feuillus, dont certaines caractéristiques (hétérogénéité, impureté, etc.) rendent la mobilisation plus complexe.

Réunis, les territoires les plus sylvicoles dessinent la « diagonale forestière » du nord-est au sud-ouest de la France. À l'inverse, les régions historiquement déforestées (en particulier PACA, Rhône-Alpes, Sud Massif Central) sont très peu productrices, bien que leur niveau de boisement soit remonté à des niveaux proches voire supérieurs à la moyenne nationale (32 %). Leur forêt jeune est encore peu exploitable, et ne le sera que difficilement pour certaines zones pentues ou protégées. En outre, ils ne disposent pas des mêmes infrastructures de filière que les régions historiquement sylvicoles.

---

[305] Décomposition des prélèvements forestiers par région en 2022. Rapport de Pour un Réveil Écologique
[306] Taux de prélèvement dans les forêts privées de 59 % de l'accroissement biologique, vs. 78 % dans les forêts domaniales, sur la période 2009-2018.
[307] Bois Énergie, Pour un réveil écologique, 2024
[308] Mise en gestion durable de la forêt française privée, IGF, 2024
[309] Mise en gestion durable de la forêt française privée, IGF, 2024

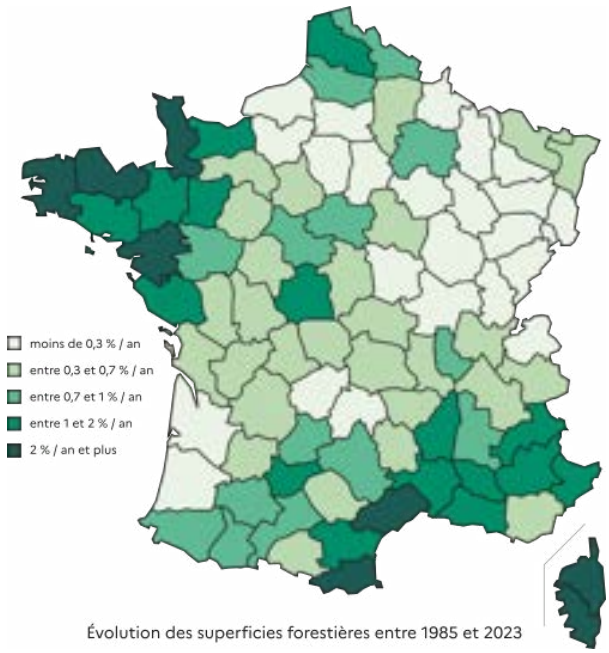
Par ailleurs, il est important de noter que les forêts plantées, couvrant 2,3 millions d'hectares en 2017[310] (soit 13 % de la surface forestière de l'Hexagone), principalement situées[311] dans les Landes de Gascogne, le Haut-Languedoc, le Massif central, le Jura et les Vosges, et fournissent 37 % du volume de bois récolté[312].

Les effets de la déprise agricole sur la superficie forestière

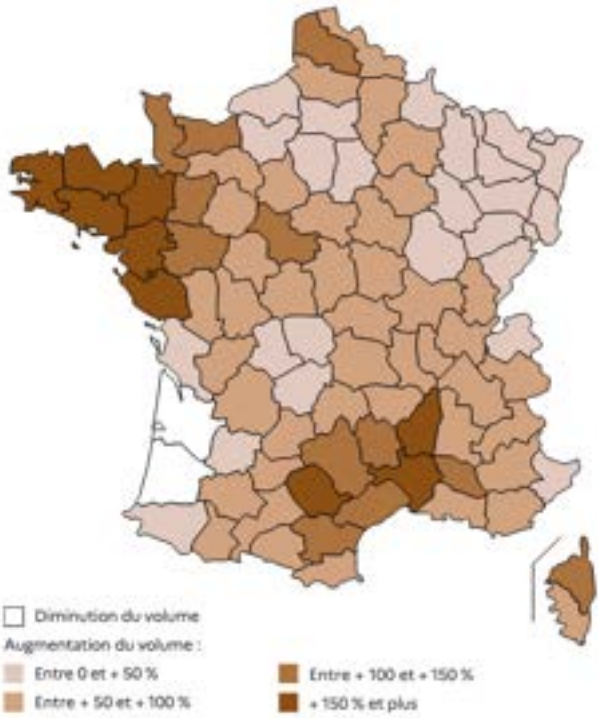
La superficie de la forêt a triplé en 200 ans, passant de 6-7 millions d'hectares au début de la 2e Révolution Industrielle, à 17,5 millions d'hectares aujourd'hui, soit la quatrième surface boisée européenne[313]. Fruit d'une politique volontariste de reconquête jusqu'à la fin du siècle dernier[314], elle se poursuit à un rythme soutenu[315]. L'extension forestière concerne aujourd'hui quasi exclusivement des terres agricoles abandonnées (dans un contexte d'intensification de l'agriculture sur les terres les plus productives) et des zones de montagne protégées (en lien avec les enjeux de préservation de la biodiversité). Cette extension se réalise massivement dans les forêts privées, assez peu dans les forêts publiques.

L'extension surfacique de la couverture forestière s'accompagne d'une très forte croissance en volume total de bois : +55 % en 38 ans, en passant de 1,8 milliard de m3 en 1985 à 2,8 milliards de m3 en 2023[316]. Entre 2014 et 2022, la production biologique annuelle de bois brute était en moyenne d'environ 87,9 millions de m3[317].

[310] Mémento 2025 de l'inventaire forestier de l'IGN, IGN, 2025
[311] La forêt plantée en France : État des lieux, IGN, 2017
[312] Mémento 2025 de l'inventaire forestier de l'IGN, IGN, 2025
[313] Derrière les forêts de Suède, de Finlande et d'Espagne.
[314] Notamment via le Fonds forestier national (FFN) qui plante deux millions d'hectares de forêts entre 1947 et 1999.
[315] Elle a ainsi gagné 3,3 millions d'hectares entre 1985 et 2023, soit plus que la superficie de la Région Pays de la Loire.
[316] A l'échelle de chaque hectare, le volume de stock de bois sur pied est passé de 137 m3/ha à 172 m3/ha en moyenne entre 1985 et 2023.
[317] Enquête statistique, Inventaire forestier national, IGN, 2024



Evolution des superficies forestières entre 1985 et 2023 (IFN)[318]



Évolution du volume de bois vivant entre 1985 et 2023 (IFN)[319]

Deux zones ressortent franchement, avec une forte croissance en surface (+ 1 % /an) et en volume (+ 150 % depuis 1985) : le Grand ouest (particulièrement en Bretagne) et les Cévennes. La Bretagne demeure néanmoins une région faiblement boisée, tandis que les Cévennes comptent parmi les territoires parmi les plus boisés. À l'opposé, les territoires qui présentent une faible croissance en surface (< 0,3 % /an) et en volume (entre 0 % et + 50 % depuis 1985) correspondent aux régions traditionnellement forestières (fortement boisés), comme le nord-est et le massif landais, et les territoires urbanisés (faiblement boisés), notamment l'Ile-de-France.

La « reforestation » de la France donne l'impression d'une forte disponibilité de bois. Or, la disponibilité « réelle » du bois est fonction des prélèvements effectivement réalisés par les exploitants forestiers. De ce point de vue, les territoires boisés ne sont d'ailleurs pas ceux qui font l'objet d'une plus grande exploitation forestière. Parmi les 10 territoires les plus boisés, représentant 19 % de la surface forestière totale, un seul compte dans le top 10 des territoires les plus producteurs : les Vosges.

Les difficultés d'accessibilité aux forêts, du fait du relief, peuvent expliquer la moindre exploitation des 9 autres territoires les plus boisés (dans l'ordre Corse-du-Sud, Var, Haute-Corse, Alpes-Maritimes, Alpes-de-Haute-Provence, Ardèche, Drôme, Ariège et Jura[320]), de même qu'une plus forte part de propriété privée (qui conduit à une exploitation moins systématique et un morcellement des forêts).

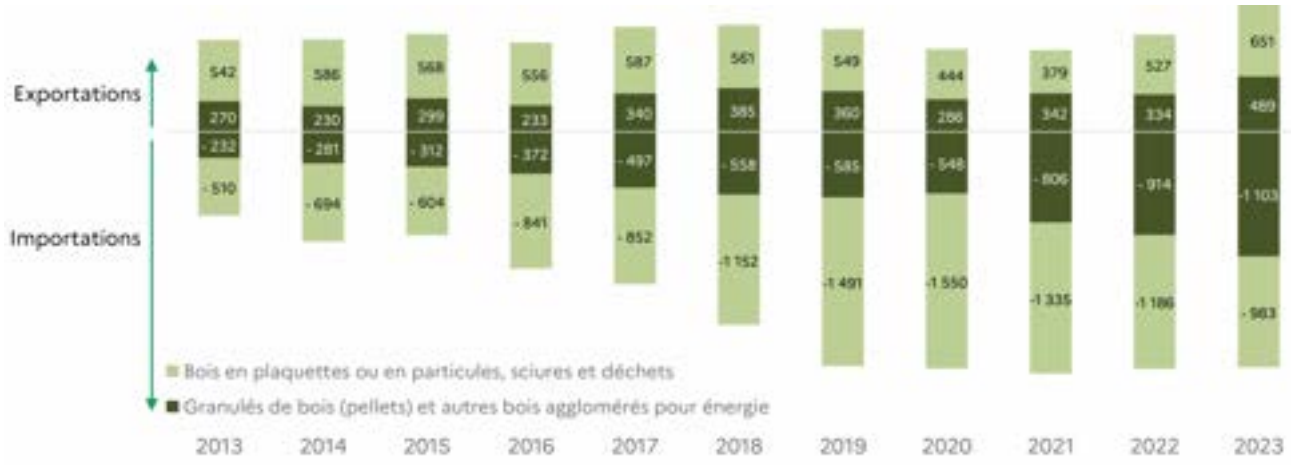
[318] La surface forestière, IFN, IGN, 2024
[319] Enquête statistique, Inventaire forestier national, IGN, 2024
[320] BD FORÊT, IGN, 2023

C. Les interdépendances entre territoires

La dépendance forte et croissante vis-à-vis des importations de bois

A l'échelle de l'Union Européenne, la France est le 4ème plus gros producteur de bois ronds[321], mais présente la particularité de présenter une balance commerciale déficitaire : elle exporte du bois brut et importe des produits intermédiaires ou finis (bois sciés, panneaux, bois-énergie, charpentes, meubles, etc.). La situation de dépendance vis-à-vis de l'étranger est préjudiciable à double titre : il s'agit d'une dépendance de la filière aval et des territoires consommateurs vis-à-vis des importations de produits transformés, mais aussi d'une dépendance de la filière amont et des territoires producteurs vis-à-vis des débouchés pour le bois brut. Il est important de comprendre à ce propos que les feuillus, majoritaires dans les forêts françaises, ne sont pas mobilisables dans de nombreux usages du bois, notamment dans la construction bois, les charpentes, etc.

En 2023, le déficit commercial de la filière bois et dérivés s'établit à 8,5 milliards d'euros, selon une évaluation de l'Agreste[322]. La moitié du déficit provient des échanges avec trois pays : l'Allemagne (-2,1 Md€), l'Italie (-1,2 Md€) et la Chine (-1 Md€). La France exporte bien vers ces pays, mais les importations, souvent plus de deux fois supérieures, creusent fortement le déséquilibre. À l'inverse, la France est en excédent avec quelques partenaires, dont la Suisse, les États-Unis (environ 0,3 Md€ chacun) et l'Algérie (0,2 Md€). Le poste des bois ronds, seul traditionnellement excédentaire, connaît une dégradation, notamment du fait d'une chute des exportations de chêne (-33 %). La Belgique, la Chine et l'Italie figurent parmi les principaux acheteurs, tandis que l'Allemagne reste le premier fournisseur de bois rond en France.



Importations / exportations de bois énergie entre 2013 et 2023 (SGPE)[323]

Les déséquilibres volumétriques et monétaires s'accroissent, notamment en raison d'une transformation du bois-énergie, historiquement autoconsommé sous forme de bois-bûche, et désormais de plus en plus commercialisé sous forme de granulés ou de plaquettes. Les exportations de bois brut conduisent notamment à se priver des connexes issus de la transformation, utiles pour les filières de l'énergie et de l'industrie. La dépendance vis-à-vis des importations s'accroît à mesure que cette demande en bois énergie se développe.

[321] le bois rond est du bois utilisé tel qu'abattu, sans sciage, généralement uniquement écorcé.
[322] Commerce extérieur du bois et dérivés, Agreste, 2024
[323] Bouclage biomasse : enjeux et orientations, SGPE, 2024

2. Les enjeux de la ressource bois

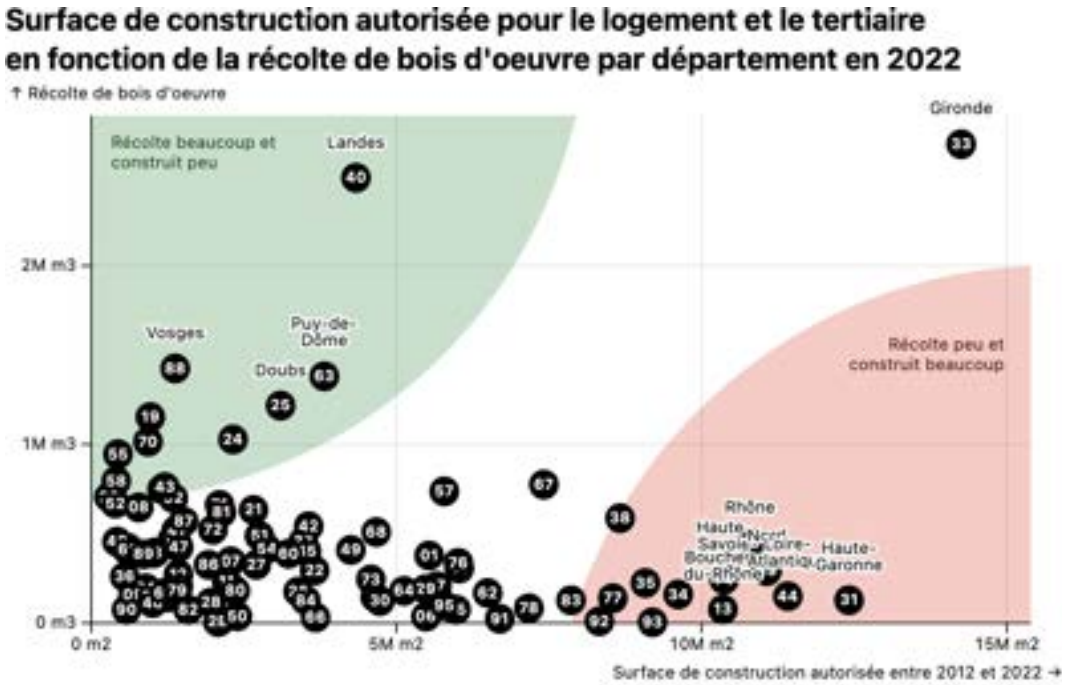
A. Des usages du bois d'oeuvre dans la construction déconnecté des lieux de production

> **En résumé**
>
> 24 des 25 départements qui construisent le plus (58 % des surfaces de construction autorisée entre 2012 et 2022) ne sont que faiblement producteurs de bois (20 % de la récolte nationale en cumulé en 2022), ce qui renforce le besoin de coopération avec les régions productrices, afin d'éviter de se rendre dépendants d'importations de bois.

Le bois est une ressource clé pour la transition du secteur de la construction, dont l'usage est appelé à se maintenir avec les objectifs de décarbonation[324] du secteur et l'augmentation des besoins en logements. Sa valorisation comme matériau présente de nombreux atouts en termes de stockage de carbone et de substitution aux matériaux fortement émetteurs, mais cela suppose de disposer de volumes suffisants de bois d'œuvre de qualité (et d'essences adaptées aux besoins). **L'analyse suivante vise à examiner les lieux où la consommation de bois d'œuvre sera la plus importante, et où pourraient se cristalliser de potentielles tensions.**

Il n'existe pas à l'heure actuelle de données publiques départementales et cohérentes nationalement sur la consommation de bois d'œuvre dans la construction en France. Pour évaluer les enjeux potentiels liés aux consommations de bois d'œuvre et à la capacité d'approvisionnement local, on peut comparer les niveaux de production de bois d'œuvre aux surfaces de constructions locales, tout en notant qu'à surface de construction égale, certains territoires ont davantage recours au bois que d'autre.

[324] Estimation sur la base des hypothèses du Plan de Transformation de l'Économie Française (PTEF)



Lecture : Une construction autorisée est un projet dont le permis de construire ou d'aménager est autorisé et enregistré dans la base Sitadel.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données de Sitadel (SDES, 2025) et EXFSRI (Agreste, 2023).

Il faut noter que l'analyse ici effectuée ne témoigne pas nécessairement d'un usage local de la ressource bois d'œuvre récoltée, d'autant qu'il faudrait également prendre en compte le type d'essence effectivement récolté. Il s'agit là d'une comparaison indicative.

Les Vosges, le Doubs, le Puy-de-Dôme et les Landes récoltent beaucoup de bois d'œuvre et construisent assez peu. Elles vont donc pouvoir jouer un rôle de pourvoyeur de ressources locales indispensables à la transition, **auprès de ceux qui construisent beaucoup mais n'ont que peu de capacité de production de bois d'œuvre. C'est le cas de l'Isère, du Rhône, de la Loire-Atlantique, de la Haute-Savoie, du Nord et de la Haute-Garonne**.

On analyse que 24 des 25 départements qui construisent le plus (cumulant 58 % des surfaces de construction autorisée entre 2012 et 2022) ne sont que faiblement producteurs de bois (20 % de la récolte nationale en cumulé en 2022), ce qui renforce le besoin de coopération avec les régions productrices, afin d'éviter de se rendre dépendants d'importations de bois.

B. Une ressource partagée entre l'industrie et l'énergie

En résumé

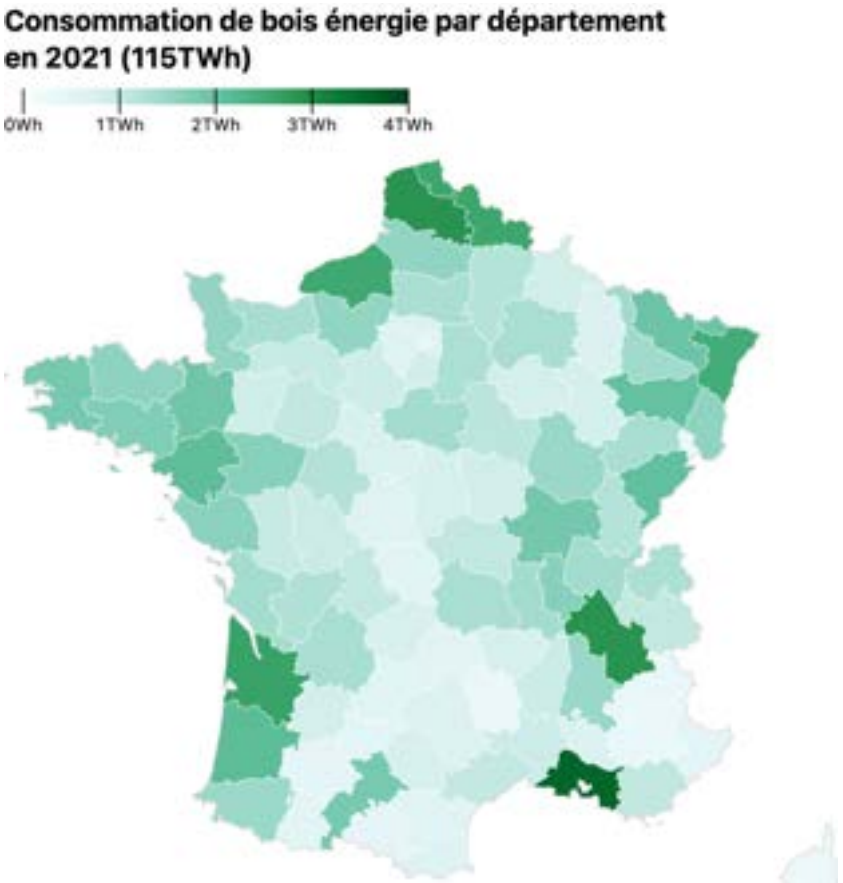
Le Nord, le Pas-de-Calais, la Loire-Atlantique, le Bas-Rhin et l'Isère cumulent une forte consommation industrielle et un déficit projeté en bois-énergie. Ces territoires consomment en 2022 en moyenne 4 fois plus de bois énergie qu'ils n'en produisent. L'augmentation globale de la consommation de bois-énergie prévue par le SGPE, soit x2,4 dans l'industrie et x4 dans les réseaux de chaleur d'ici à 2030, pourrait accroître les risques de conflit entre usages bois-industrie et usages bois-énergie dans ces territoires déjà en tension.

Le bois constitue une ressource stratégique convoitée à la fois par l'industrie et par le secteur énergétique. Comme nous l'avons évoqué précédemment, ces deux usages se partagent la ressource restante, une fois que le bois pouvant être valorisé en bois d'œuvre l'a été[325]. L'équilibre dans les usages, permettant à l'industrie de continuer son activité, pourrait être impacté par la hausse de la demande pour le bois-énergie, que ce soit dans la chaleur résidentielle, dans les réseaux urbains et de plus en plus dans l'industrie.

Dans un contexte de hausse des usages énergétiques d'ici 2030, la question de l'équilibre entre consommation et disponibilité forestière devient centrale, avec un risque croissant de concurrence entre usages industriels et énergétiques.

Pour évaluer les industries vulnérables à de potentiels conflits sur les matières premières, on peut visualiser les consommations actuelles de bois pour l'énergie et pour l'industrie. La carte suivante illustre la consommation de bois énergie par département en 2021, pour un total national de 120 TWh répartis entre le chauffage résidentiel, l'industrie, les réseaux de chaleur et la production électrique des centrales biomasse.

[325] Même s'il est aussi possible de constater des cas où le bois d'œuvre est mobilisé pour le bois énergie dans les forêts ne disposant d'aucun plan de gestion.



Lecture : Avec une répartition de 75,2TWh pour le chauffage résidentiel bois/fioul, 15,8TWh pour chauffer l'industrie (bois, papier, agroalimentaire, matériaux), 15,4TWh pour la production d'électricité des centrales biomasse et 8,5TWh pour les réseaux de chaleur.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données nationales du SDES (Enquête nationale logement, 2020).

On constate que la consommation de bois énergie est importante dans tous les foyers de peuplement en France. En particulier, on observe une importante consommation de nombreux territoires qui ne sont pas de gros producteurs de bois, comme le nord-ouest et le nord, ainsi que les Bouches-du-Rhône (dont la consommation est potentiellement portée par la centrale de Gardanne).

Par ailleurs, quand on s'intéresse aux types de chauffage majoritaires par territoire (cf. carte des modes de chauffage majoritaire dans l'enjeu « chauffage » du livret électricité), **on observe que le bois est le mode de chauffage majoritaire dans la plupart des territoires ruraux, et qu'il est plutôt minoritaire dans les villes et dans le périurbain**. En revanche, une présence minoritaire n'empêche pas des consommations tout de même importantes dans les territoires urbains et périurbains du fait du peuplement important de ces espaces.

Un usage bois énergie qui génère des problématiques

Le développement du bois énergie présente des limites écologiques fortes[326] notamment liées à l'appauvrissement des sols, à la réduction du bois mort et à la perte de

[326] Bois Énergie, Pour un réveil écologique, 2024

biodiversité, ainsi qu'à la dégradation des sols par la mécanisation. La qualité de l'air constitue un autre point critique, surtout pour les petites installations qui émettent des particules fines en quantité significative.

Il existe par ailleurs un risque de sur-installation des capacités de combustion fonctionnant au bois, qui pourrait maintenir une dépendance importante au bois énergie dans un contexte de conflit croissant avec les usages industriels et parfois même aussi avec les usages en bois d'œuvre de faible qualité, et dans un contexte de dépendance croissante au bois énergie importé. En effet, comme le montre le rapport du collectif Pour un réveil écologique sur le bois énergie[327], une telle situation de conflit avec le bois d'œuvre s'est déjà produite durant l'hiver 2022-2023. La forte augmentation du prix des granulés de bois (passant d'environ 270 €/tn à 600 €/tn) a rendu économiquement possible la production de pellets à partir de bois d'œuvre.

La carte suivante représente la consommation de bois d'industrie par département en 2020, en distinguant ses deux principaux débouchés : la fabrication de panneaux de bois et celle de papier-carton.

[327] Bois Énergie, Pour un réveil écologique, 2024



Lecture : Avec une répartition de la consommation nationale de bois de trituration (bois ronds, connexes et bois recyclé) par nombre de salariés de chaque filière.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données de la commission économique pour l'Europe des Nations unies (2024) et Flores (INSEE, 2021).

On observe des consommations importantes pour l'industrie. Ces régions sont relativement productrices et donc potentiellement mieux à même d'assurer un approvisionnement local. D'autres territoires sont également consommateurs dans le nord de la France et dans tout le quart nord-ouest, alors même que ces zones sont peu productrices en bois.

Les deux filières ne sont pas réparties de la même manière. La filière papier-carton domine dans le nord, le nord-est, l'ouest et certaines zones du sud-est. La filière panneaux de bois apparaît plus diffuse, mais reste particulièrement marquée dans plusieurs départements comme les Côtes d'Armor, l'Ille et Vilaine, la Vendée, la Charente Maritime, la Gironde ou encore les Landes.

Les consommations projetées du bois énergie

La consommation de bois pour la production de chaleur est actuellement en hausse, ce qui pourrait accroître la tension sur une ressource déjà sous tension. Le SGPE publie son bouclage biomasse[328] en 2024 qui propose une évolution des usages énergétiques de biomasse solide entre 2021 et 2030, réparti en quatre grands usages :

- **Le chauffage résidentiel au bois de 75 TWh à 57 TWh**, en misant sur une meilleure isolation des logements pour diminuer le besoin de chauffage ;

[328] Bouclage biomasse, SGPE, 2024 (p. 20)

- **L’industrie de 15,8 TWh à 38 TWh**, en particulier dans les industrie du bois (utilisation directe des résidus pour la chaleur), l’industrie du papier et carton (procédés thermiques, cogénération bois), l’industrie agroalimentaire (pour la cuisson et le séchage avec chaudières biomasse) et la fabrication de matériaux de construction (cimenteries, briqueteries : co-combustion biomasse) ;
- **Les réseaux de chaleur urbains de 8,5 TWh à 34 TWh**, en misant sur l’usage de biomasse et de déchets verts ;
- **La production d’électricité de 15 TWh à 20,5 TWh**, en centrales thermiques biomasse.



Lecture : Selon les hypothèses nationales du SGPE : 57,2TWh pour le chauffage résidentiel bois/fioul, 38TWh pour chauffer l'industrie (bois, papier, agroalimentaire, matériaux), 33,9TWh pour les réseaux de chaleur et 20,5TWh pour la production d'électricité des centrales biomasse. Les pics à vocation illustrative représentant la surface boisée.
Source : The Shift Project (2025) d'après le bouclage biomasse du SGPE (2024).

Le bois-énergie pourrait se développer essentiellement dans les territoires urbains et industriels, notamment portés par le développement des réseaux de chaleur et par le recours croissant à cette ressource pour produire de la chaleur dans l’industrie. Une majorité des principaux territoires concernés, que ce soit dans l'ouest (Bretagne, Loire-Atlantique, Vendée), dans le nord (Seine-Maritime, Nord, Ile de France) ou dans le sud (Bouches-du-Rhône, Haute Garonne), est éloignée des territoires sylvicoles.

Ainsi, dans le cas où la hausse de 40 TWh planifiée par le SGPE entre 2021 et 2030 était absorbée par la hausse des importations, nous passerions d’une dépendance de 30 % aux

importations de bois énergie en 2023[329] à 57 % en 2030, alors même que l'on sait aujourd'hui que 17 % de nos importations proviennent de contextes à risque de déforestation[330].

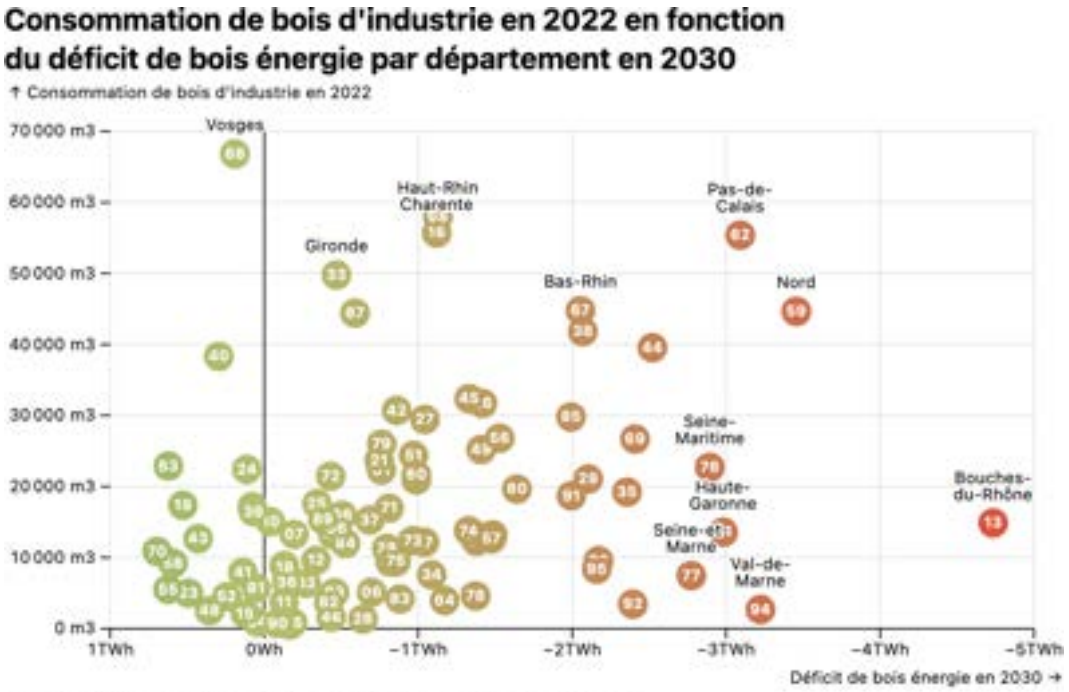
Dans le cas des Bouches-du-Rhône et du pourtour méditeranéen, la ressource bois est conséquente dans les territoires proches, mais faiblement exploitée pour des raisons techniques et historiques. Ces territoires sont les plus à risque en cas de conflits d'usage autour de la ressource en bois, du fait de leur dépendance aux territoires producteurs. La situation est plus favorable pour quelques territoires proches de bassins sylvicoles : Landes, Corrèze, Creuse, Puy-de-Dôme, Nièvre, Haute Saône, Meuse.

Pour approfondir les enjeux liés au bois énergie, référez-vous à l'étude du Collectif Pour un réveil écologique, qui s'appuie notamment sur une enquête réalisée auprès des experts forestiers de France.

Quels enjeux futurs pour le bois d'industrie ?

Pour anticiper d'éventuels conflits d'usage dans l'industrie, il est pertinent de croiser les dépendances actuelles au bois d'industrie avec les risques futurs de déficit en bois-énergie (selon la modélisation précédente). En effet, comme nous l'avons vu, ces deux usages partagent une ressource commune. La moindre disponibilité de cette ressource peut en effet aggraver le déficit de la filière (aujourd'hui 78 % du bois d'industrie en France est importé[331]) et impacter notre souveraineté.

[329] Basé sur les chiffres de Veille Économique Mutualisée, France Bois Forêt, 2025 en prenant en compte l'importation du bois d'œuvre devenu connexe.
[330] Bois et produits dérivés - Stratégie nationale de lutte contre la déforestation importée, Ministère de l'Ecologie, n.d.
[331] Basé sur les chiffres de Veille Économique Mutualisée, France Bois Forêt, 2025 en prenant en compte l'importation du bois d'œuvre devenu connexe.



Lecture : Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.
Source : The Shift Project (2025).

On observe que plusieurs territoires fortement consommateurs en bois d'industrie risquent d'être en déficit sur le bois d'énergie, ce qui peut laisser anticiper de potentiels conflits sur la ressource bois « BIBE » (bois d'industrie et bois énergie), ou alors cela risque d'accroître les importations. C'est particulièrement le cas des Bouches-du-Rhône, du Pas-de-Calais, du Nord, de la Seine-Maritime et de la Loire-Atlantique. Inversement, d'autres territoires fortement consommateurs en bois d'industrie sont plus proche de l'équilibre sur les consommations de bois-énergie projetés à 2030 comme c'est le cas des Vosges, de la Gironde, de la Haute Vienne et des Landes.

Dans le cas où le bois pour l'industrie était préempté pour l'usage énergétique, alors ce serait les importations de bois industriel qui seraient portées à la hausse, passant d'une dépendance de 78 % aux importations de bois d'industrie en 2023 à une dépendance de 100 % aux importations en 2030.

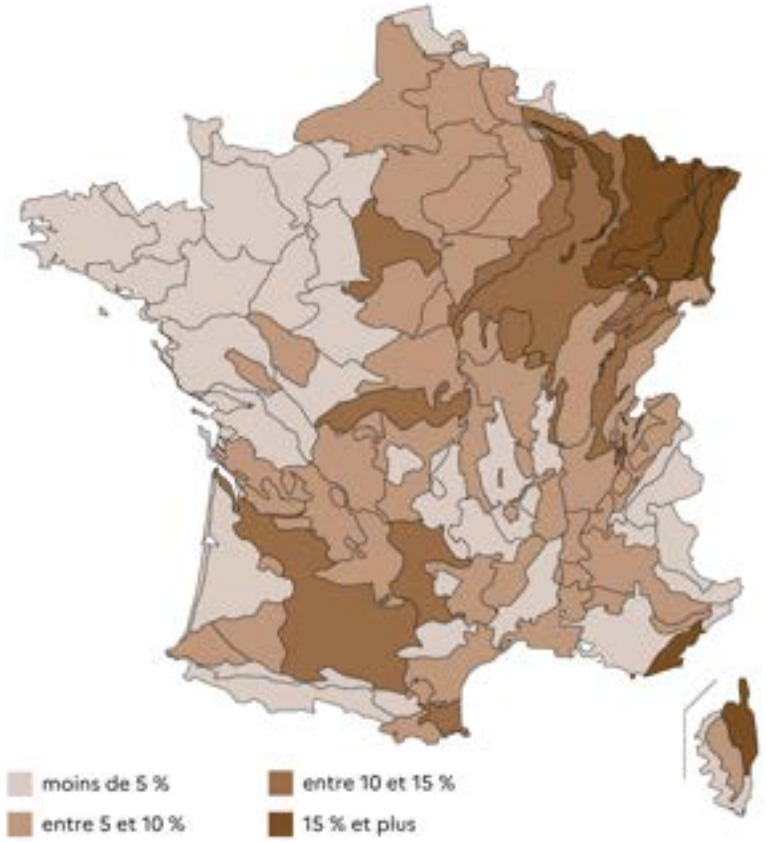
C. Une forêt et des productions de bois menacés par le changement climatique et les maladies

> **En résumé**
>
> 10 des 25 départements les plus producteurs en bois, représentant 22 % de la récolte nationale de bois, ont une récolte composée de plus de 25 % d'espèces vulnérables aux sécheresses et maladies (ici, épicéas et sapins), principalement situés entre le centre et le nord-est. Il s'agit des Vosges, du Puy-de-Dôme, du Doubs, de la Nièvre, du Bas-Rhin, de la Haute-Loire, du Jura, du Tarn, de l'Isère et de la Loire.

La forêt française est directement exposée aux effets du changement climatique, qui fragilisent les arbres et les rendent plus vulnérables aux maladies et aux bioagresseurs. Le réchauffement, les sécheresses et les événements extrêmes altèrent leur état physiologique,

réduisent leur capacité de résistance et accélèrent la mortalité de certaines essences. Cette évolution menace la disponibilité future en bois. **L'analyse suivante vise à évaluer l'ampleur de ces menaces et leurs conséquences sur la ressource forestière**.

Selon le Mémento 2024 de l'IGN[332], entre 2021 et 2023, la France comptait environ 186 millions d'arbres altérés (vivants ou morts sur pied depuis moins de cinq ans) sur un total de 2,27 milliards d'arbres recensés, soit en moyenne 8 % des arbres forestiers. Cette proportion est similaire lorsqu'on considère les volumes, avec 174 millions de mètres cubes de bois altéré.



Taux d'arbres forestiers altérés (IFN)[333]

Selon le Mémento 2024 de l'IGN[334], les arbres altérés sont présents sur l'ensemble du territoire, avec de fortes disparités régionales. Les taux les plus élevés se concentrent dans le nord-est. Les essences les plus touchées sont le frêne (27 % des individus), le châtaignier (20 %), le chêne pédonculé et l'épicéa commun (10 % chacun).

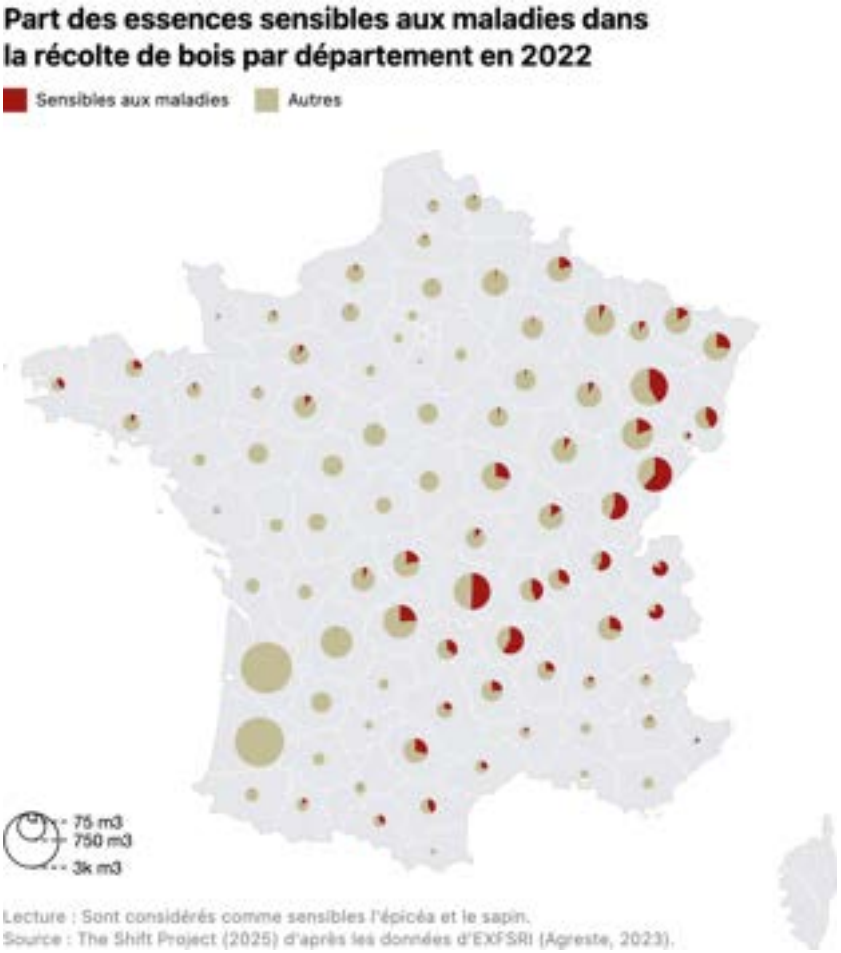
Projection selon l'IGN

Selon l'IGN[335] plusieurs essences majeures sont menacées par les maladies et le climat et nécessitent un renouvellement. L'épicéa commun, très utilisé pour le bois d'œuvre et déjà fortement touché depuis 2015 dans les Vosges et le Jura, est la principale cible du plan de renouvellement. Le sapin, également exploité en construction et menuiserie, ainsi que le frêne, valorisé en bois noble, sont aussi concernés mais dans une moindre mesure.

---

[332] Enquête statistique, Inventaire forestier national, IGN, 2024
[333] Enquête statistique, Inventaire forestier national, IGN, 2024
[334] Enquête statistique, Inventaire forestier national, IGN, 2024
[335] Projections des disponibilités en bois et des stocks et flux de carbone du secteur forestier, IGN, 2024

Le rapport souligne que si la mortalité de l'épicéa pourrait reculer grâce à des peuplements résiduels plus résistants, d'autres essences jusqu'ici épargnées risquent d'être frappées. C'est le cas des chênes nobles, dont la mortalité progresse fortement et qui représentent près d'un quart de la ressource française.



En considérant ici l'épicéa et le sapin comme les principales espèces vulnérables, on observe que ces deux espèces sont particulièrement présentes dans le Massif Central (Puy-de-Dôme, Haute-Loire et Loire) **et dans l'est de la France** (Doubs, Jura, Ain et Vosges). Tous ces territoires vulnérables sont fortement producteurs de bois. D'autres territoires moins producteurs de bois sont également touchés, notamment dans les Alpes (Haute-Savoie et Savoie).

Ainsi, 10 des 25 départements les plus producteurs en bois, représentant 22 % de la récolte nationale de bois, ont une récolte composée de plus de 25 % d'espèces vulnérables aux sécheresses et maladies (ici, épicéa et sapin), principalement situés entre le centre et le nord-est : il s'agit des Vosges, du Puy-de-Dôme, du Doubs, de la Nièvre, du Bas-Rhin, de la Haute-Loire, du Jura, du Tarn, de l'Isère et de la Loire. De nombreux usages pourraient être impactés, l'épicéa est par exemple très utilisé pour le bois d'œuvre, le sapin est utilisé en construction et en menuiserie, le frêne en bois noble, et le chêne, dans l'ébénisterie, la tonnellerie ou encore la construction. Tous les co-produits de ces bois sont par ailleurs utilisés pour l'industrie et le chauffage, une fois que les parties principales de l'arbre ont été mobilisées pour les usages prioritaires.

Toutefois, il est intéressant de noter qu'une partie du bois affecté par une maladie, à l'image des épicéas victimes de scolytes, peut encore être valorisée pour une série d'usages (ex : bois énergie, bois d'emballage, pâte à papier, certains usages bois matériaux comme les charpentes, ossatures bois ou pour des éléments non structurels).

Par ailleurs, il faut aussi considérer les effets de l'introduction de ravageurs et pathogènes sur la santé des forêts. Ceux-ci suivent les flux commerciaux et peuvent dévaster des essences locales, comme le frêne. Par exemple, le nématode du pin vient d'être détecté en France et pourrait menacer le massif landais si la propagation n'est pas contenue. Toute analyse des crises sanitaires doit donc intégrer la dynamique des introductions liées au commerce.

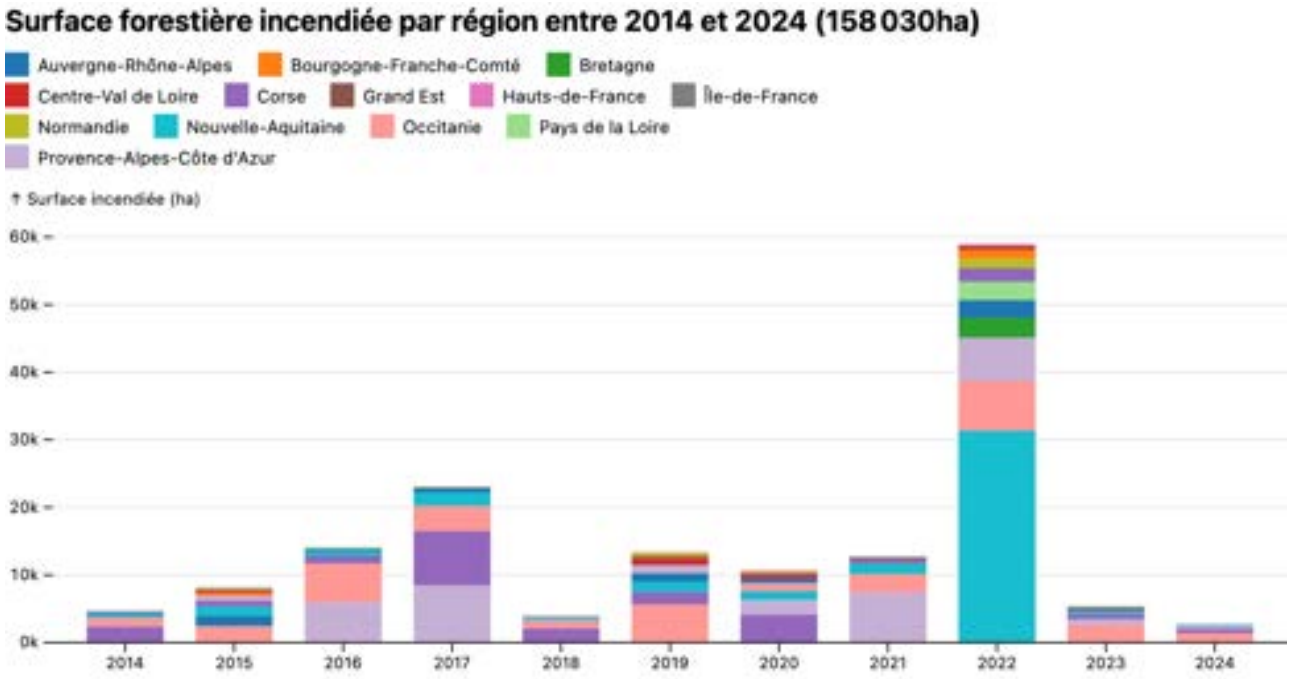
D. Une forêt et des productions de bois menacés par les feux de forêt

En résumé

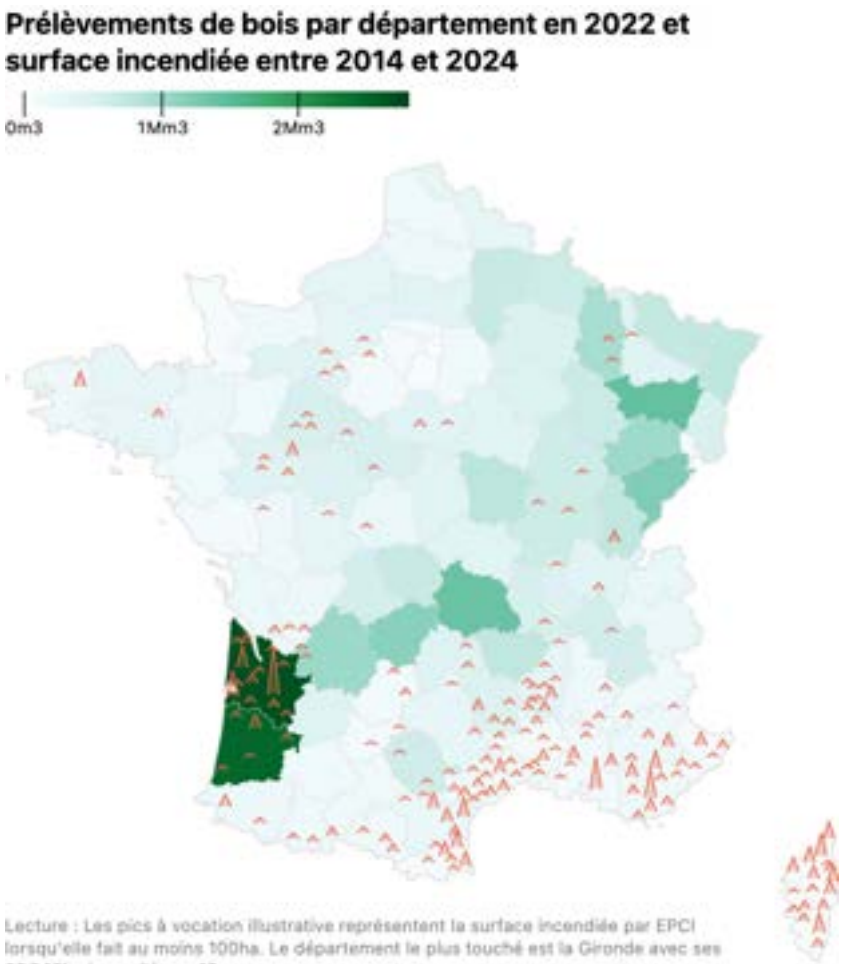
Les forêts méditerranéennes sont particulièrement impactées par les feux de forêt, et représentent 52 % des surfaces brûlées nationales sur la période 2014-2024. Les départements des Landes et de la Gironde, représentant 13 % de la récolte nationale de bois (en 2022) ont vu 3 % de leur surface forestière partir en fumée en 2022.

Les incendies constituent une menace croissante pour les forêts françaises et compromettent la disponibilité de la ressource en bois dans certaines zones productrices, mais aussi dans des zones peu exploitées. Le changement climatique, en accentuant la fréquence et l'intensité des sécheresses et des vagues de chaleur, accroît le risque sur les massifs forestiers et fragilise leur capacité de régénération. Ces dynamiques mettent en péril les productions de bois, qu'il s'agisse du bois d'œuvre, du bois d'industrie ou du bois-énergie. **L'analyse suivante vise à mesurer l'ampleur des risques liés aux incendies et leurs conséquences sur la ressource forestière et ses usages**.

Les surfaces incendiées varient d'une année sur l'autre en fonction des températures et des niveaux de sécheresse :



Les incendies ne se répartissent pas de manière uniforme sur le territoire français. Il est intéressant de comparer les surfaces incendiées avec les volumes de bois exploités, afin d'identifier des conséquences potentielles sur la ressource bois :



Lecture : Les pics à vocation illustrative représentent la surface incendiée par EPCI lorsqu'elle fait au moins 100ha. Le département le plus touché est la Gironde avec ses 32 940ha incendiés en 10 ans.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données d'EXFSRI (Agreste, 2023) et BDIFF (IGN, 2025).

Les territoires les plus touchés par les incendies sont les départements très forestiers du tiers sud de la France. Les principaux producteurs de bois touchés par les incendies, et dont la production de bois peut ainsi être menacée, sont les Landes, la Gironde, l'Ardèche, la Lozère. Mais les incendies tendent à toucher une zone du territoire de plus en plus vaste, allant même toucher des espaces forestiers du nord-est qui étaient jusque-là épargnés.

Les incendies sont une menace importante pour les départements producteurs de bois du sud-ouest comme les Landes et la Gironde, qui représentent à eux deux 13 % des productions nationales de bois.

Quelle perte de production de bois liée à un incendie ? (ordres de grandeur)

Faute de données précises, on peut estimer un ordre de grandeur par calculs approchés, en s'appuyant sur quelques produits en croix et sur l'exemple de l'incendie de 2022 dans la forêt des Landes et de la Gironde.

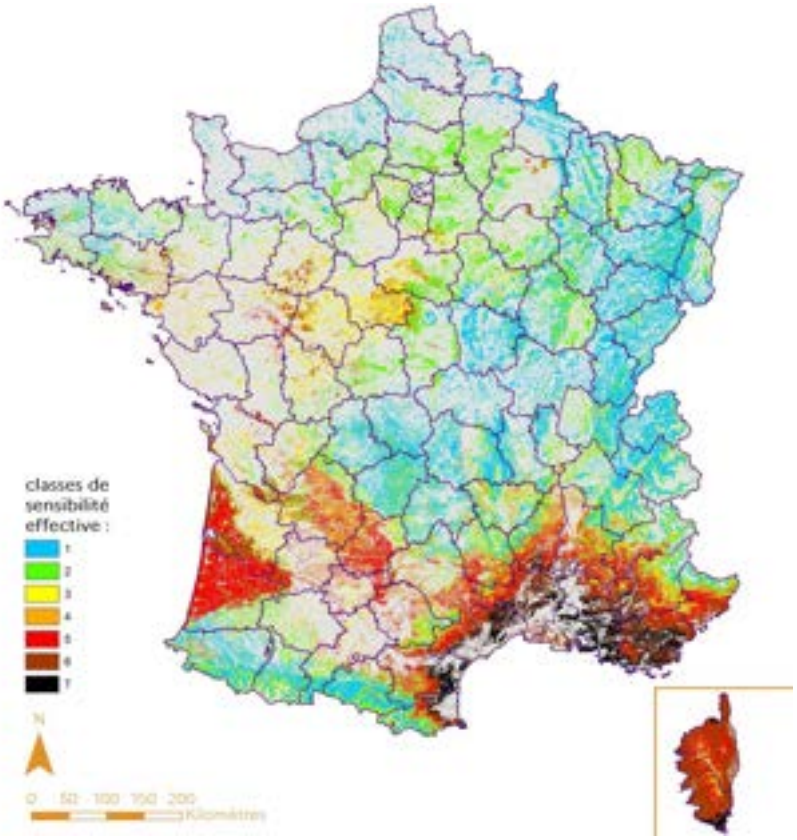
En 2022, 58 900 hectares de surface forestière ont brûlé en France, ce qui représente 0,3 % de la surface forestière française. Ce chiffre est le plus élevé enregistré depuis la canicule de 2003, où 73 278 hectares avaient brûlé[336].

Plus précisément, 30 000 ha ont brûlé dans la forêt des Landes (entre les Landes et la Gironde). En comptant une production moyenne de 4,9 m3/ha/an valable pour les grandes exploitations[337], on peut estimer la perte à 150 000 m3 juste sur l'année 2022, soit 0,4 % de la production nationale commercialisée (40 Mm3).

Or, la forêt brûlée met plusieurs années à se régénérer pour atteindre un niveau de maturité exploitable. Il faut 40 ans à une forêt de pins pour atteindre la maturité[338], contre 50 à 80 ans pour des forêts de feuillus selon les essences. Par ailleurs, la dégradation régulière des forêts pourrait faire décliner les surfaces forestières, les transformant en landes ou garrigues.

Par ailleurs, comme le montre une étude réalisée par plusieurs organismes de l'Etat, « **en région méditerranéenne française, les surfaces brûlées pourraient ainsi augmenter de 60 % d'ici 2050** pour deux scénarios du GIEC (RCP 4.5 et 8.5). Avec une hausse de la fréquence des feux, les espaces boisés pourraient peu à peu laisser place à des maquis »[339].

[336] Mise en gestion durable de la forêt française privée, IGF, 2024
[337] Mise en gestion durable de la forêt française privée, IGF, 2024
[338] Vers une planification de la filière forêt-bois, Haut-commissariat à la stratégie et au plan, France Stratégie, 2023
[339] Politique de prévention et de lutte contre l'incendie de forêt dans un contexte d'extension et d'intensification du risque dû au changement climatique, CGAAER, 2023 (p. 16)



Carte de sensibilité effective de la végétation aux feux d'été
pour les projections du RCP 4.5 à l'horizon 2055 (ONF - Météo-France)[340]

Dans les horizons plus lointains, **avec l'augmentation des températures et l'augmentation du nombre de jours de sécheresse, les feux devraient gagner de plus en plus fréquemment des zones jusqu'ici épargnées**, notamment dans le centre et l'est du pays, et en particulier dans le centre-est très producteur en bois. Ainsi, à l'horizon 2090, dans le scénario RCP 8.5, « les trois grandes zones historiques (sud-est, sud-ouest et centre-ouest) auraient tendance à se rejoindre » et « la période à risque fort serait trois fois plus longue »[341].

[340] Une extension géographique et temporelle de l'aléa, Observatoire des forêts françaises, 2025
[341] Une extension géographique et temporelle de l'aléa, Observatoire des forêts françaises, 2025

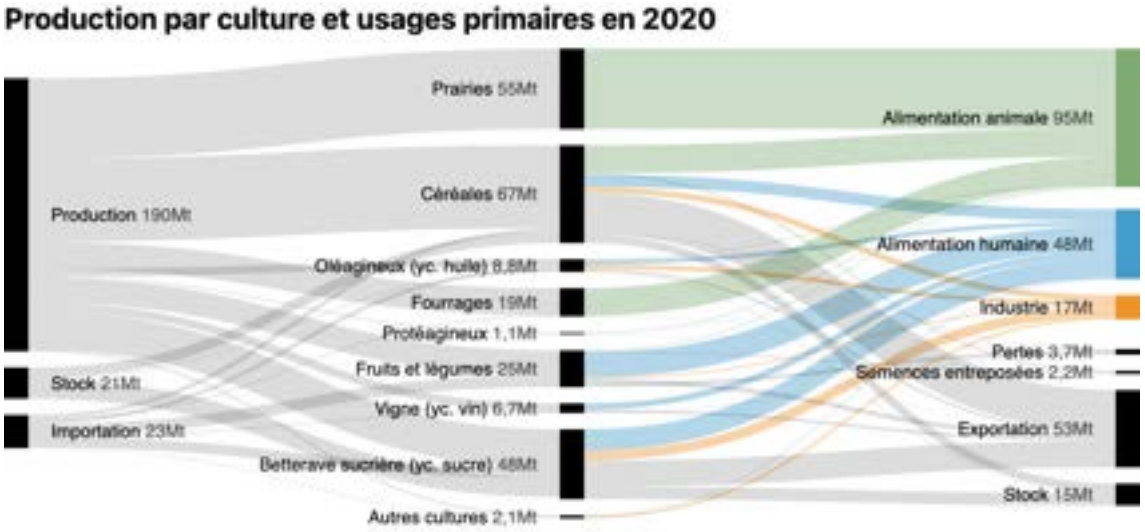
Biomasse agricole

1. La biomasse agricole : consommations et productions

A. Les usages de la biomasse agricole

Quatre usages principaux : alimentation animale et humaine, industrie et exportations

La consommation de biomasse agricole en France est axée prioritairement vers l'alimentation animale, suivie par l'exportation à l'étranger, puis l'alimentation humaine, et enfin l'industrie.



Lecture : Les produits transformés sont exclus, sauf le vin, l'huile et le sucre. Les valeurs, exprimées en tonnes de matière fraîche, représentent la biomasse réellement manipulée.
Source : The Shift Project (2025) d'après le bilan d'approvisionnement (Agreste, 2020), le recensement agricole (Agreste, 2020) et Douanes (2023).

L'usage de biomasse pour l'alimentation animale représente 95 Mt, soit 43 % de la biomasse produite. Cela concerne essentiellement des productions non utilisables pour l'alimentation humaine (herbe et fourrages) mais aussi une partie de céréales comestibles par l'Homme, parmi lesquelles le blé, dont environ 15 % des volumes produits sont utilisés pour l'alimentation animale, l'orge ou l'avoine, à hauteur de 70 % des volumes produits. À cela s'ajoute l'usage de coproduits industriels comme les tourteaux[342], pulpes[343], etc (non visible sur le graphique ci-dessus).

L'usage de biomasse pour l'alimentation humaine représente 48 Mt, soit 22 % de la biomasse produite. Cela recouvre notamment céréales, oléagineux, fruits et légumes, vigne et betterave.

L'usage de biomasse pour l'industrie représente 17 Mt, soit 8 % de la biomasse produite. Cela recouvre certaines céréales comme le maïs et le blé (amidon, bioéthanol, chimie biosourcée, bioplastiques), les betteraves (sucre industriel, bioéthanol), les oléagineux (huile technique, biodiesel) et d'autres plantes.

[342] Les tourteaux sont les résidus solides de l'extraction de l'huile des graines ou des fruits oléagineux comme le soja ou le colza.
[343] La pulpe de betterave est un sous-produit de l'industrie sucrière. Le résidu riche en cellulose digestible prend le nom de pulpe de betterave et peut être utilisé en alimentation animale pour les ruminants.

Par ailleurs, 53 Mt est dédiée à l'export, soit 24 % de la biomasse disponible. Cela concerne essentiellement les céréales (blé, orge, maïs), les vignes pour les alcools, ou encore les betteraves sucrières pour le sucre. Ces ressources exportées peuvent elles-mêmes être utilisées à l'étranger pour les usages en alimentation animale, alimentation humaine ou pour l'industrie.

Ces exportations représentent un enjeu de balance commerciale à l'échelle nationale. Ainsi, la France exporte 82 milliards d'euros de biomasse et est en excédent de 3,9 Mds € en 2024[344]. Au sein de secteurs largement excédentaires, on retrouve les vins et spiritueux (13 Mds € d'excédent), les céréales (6,3 Mds €), le lait et les produits laitiers (3,2 Mds €) et le sucre 1,6 Mds €). Ces exportations représentent un fort enjeu pour certaines filières agro-alimentaires, comme c'est le cas des acteurs du vin dont le CA dépend pour moitié des exportations[345], de même que les céréaliers dont le CA dépend également pour moitié des exportations[346].

Enfin, une partie de la biomasse agricole n'est pas récoltée (résidus de cultures), ou alors est retournée au sol via les effluents d'élevage (lisiers, fumiers). Cela contribue au maintien de la fertilité des sols, voire au stockage de carbone si les apports en matière organique sont supérieurs aux pertes par minéralisation.

Des consommations locales largement portées par le nombre d'habitant ou par la présence d'activités d'élevage

Les consommations alimentaires humaines et animales (près de 90 % de l'usage primaire de la biomasse agricole utilisée en France) se concentrent dans les départements où se situent les principaux bassins de population, notamment les métropoles, et où se situent les principales zones d'élevage, que ce soient les élevages intensifs dans l'ouest mais aussi les élevage extensifs dans le centre. La carte ci-dessous illustre cet effet en répartissant les consommations végétales nationales en fonction du nombre d'habitants et de l'UGBTA[347] des animaux élevés dans chaque département :

[344] La France se positionne au 6e rang mondial d'exportation de produits agricoles et agroalimentaires, Agridemain, 2025
[345] Les exportations de vins et spiritueux en repli en 2024, à 16,5 milliards d'euros, La Revue du vin de France, 2025
[346] Export des céréales françaises, Intercéréales, n.d.
[347] L'unité de gros bétail (UGB) est l'unité de référence permettant de calculer les besoins nutritionnels ou alimentaires de chaque type d'animal d'élevage. L'UGBTA (UGB alimentation totale) compare les animaux. en fonction de leur ration complète, c'est-à-dire en prenant en compte à la fois les fourrages et les "concentrés".



Lecture : Sont comptés tous les végétaux à vocation alimentaire, y compris pour les animaux (prairies, fourrages, céréales, oléoprotéagineux, fruits, légumes, vignes, betteraves sucrières). Les produits transformés sont exclus, sauf le vin, l'huile et le sucre convertis en équivalent matière première. Les valeurs, exprimées en tonnes de matière fraîche, représentent la biomasse réellement manipulée.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données du bilan d'approvisionnement (Agreste, 2020), le recensement agricole (Agreste, 2020) et les douanes (2023).

Cette carte met en évidence deux grands visages de la consommation végétale en France. À l'ouest, la part animale domine nettement : la Bretagne, la Normandie et les Pays de la Loire concentrent les principaux bassins d'élevage, et donc une grande quantité de végétaux destinée à l'alimentation animale. Dans ces trois régions, la biomasse est consommée en moyenne à 85 % par les animaux. À l'inverse, les régions plus urbanisées comme l'Île-de-France (biomasse utilisée en moyenne à 98 % pour l'alimentation humaine), le littoral méditerranéen (88 %) ou le couloir rhodanien se distinguent par une consommation humaine plus importante. Les volumes totaux y sont moindres (9,2 Mt consommée en Île-de-France, contre 23,4 Mt en Bretagne), mais la proportion de végétaux destinés à l'alimentation humaine est plus forte.

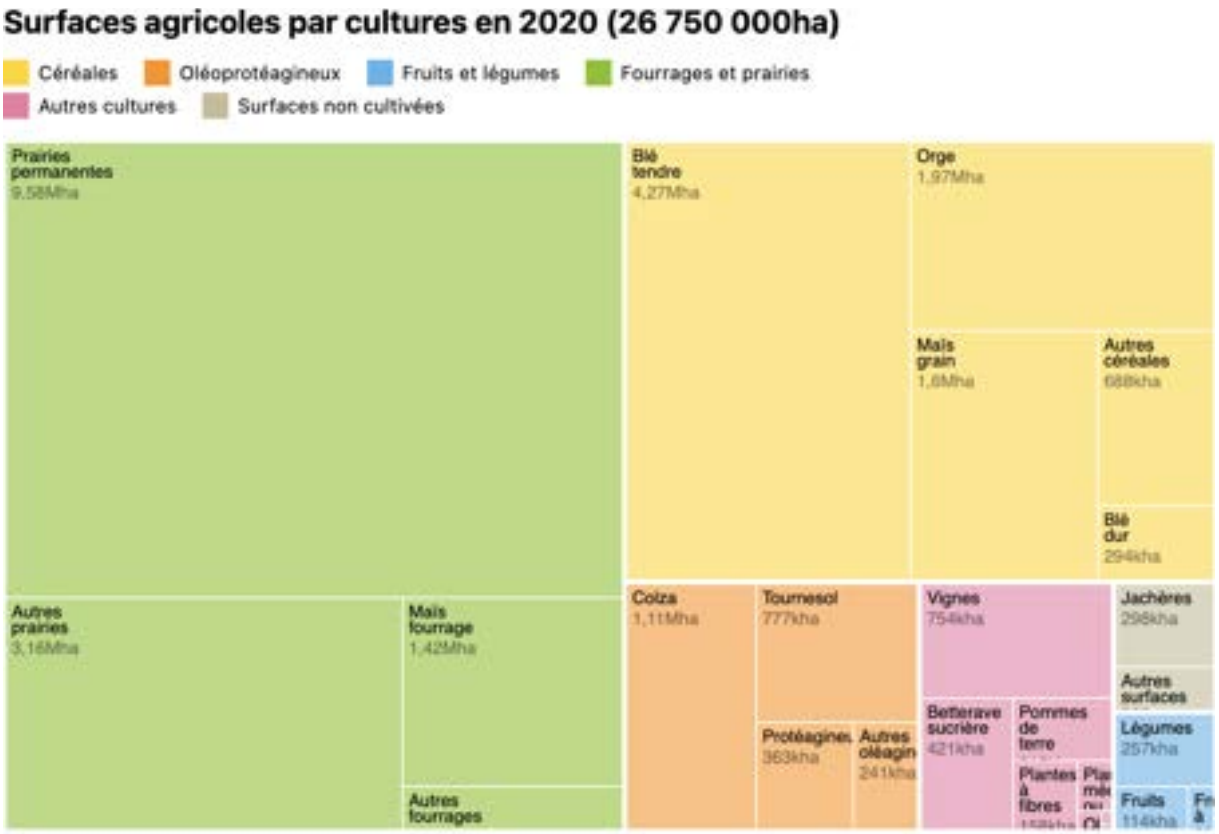
B. Les productions de biomasse agricole

De nombreuses productions dans l'Hexagone

La SAU (Surface Agricole Utile) est la part du territoire réellement exploitée pour l'agriculture. Elle comprend : les terres arables (céréales, cultures industrielles, légumes, jachères), les prairies

permanentes et temporaires, et les cultures permanentes (vignes, vergers, oliveraies). En France, elle représente environ 26,7 Mha[348], soit près de la moitié du territoire métropolitain.

En 2020, l'utilisation de SAU reflète une prédominance des surfaces dédiées à l'élevage, suivies par les grandes cultures céréalières. Les oléoprotéagineux et les cultures spécialisées (vigne, pommes de terre, betteraves) occupent une place plus limitée mais structurante dans certains territoires.



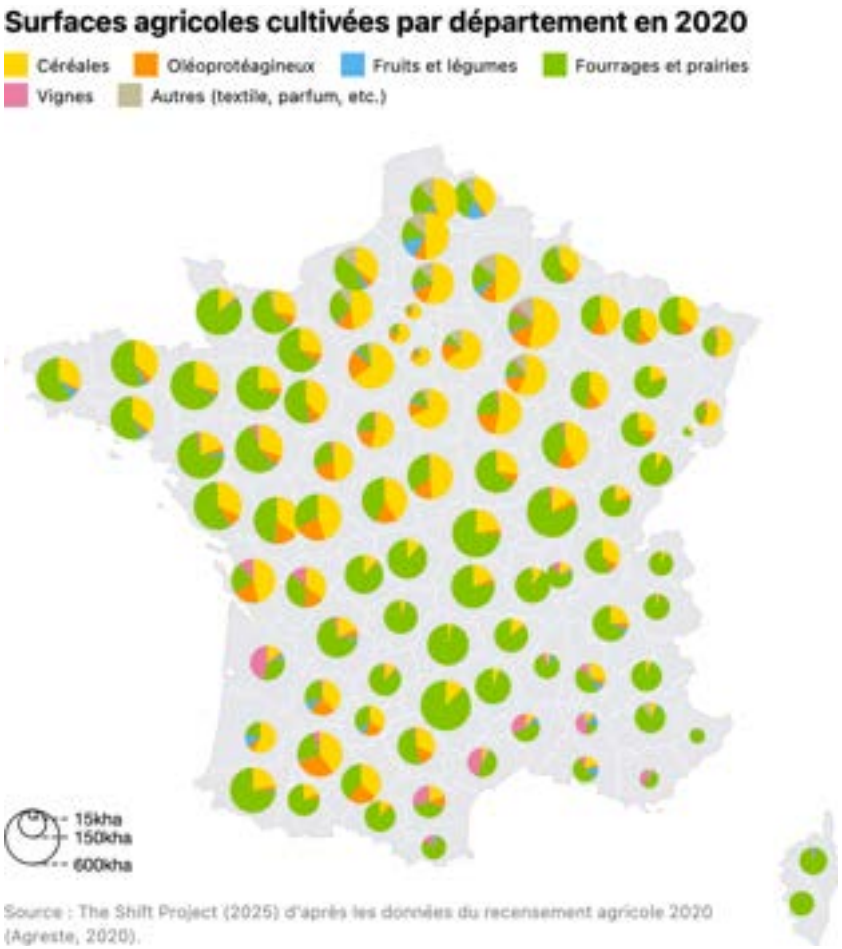
Source : The Shift Project (2025) d'après les données du recensement agricole (Agreste, 2020).

Les surfaces agricoles françaises sont ainsi réparties de cette manière : 51 % pour l'élevage (34,4 % pour les prairies permanentes, 11,4 % pour les autres prairies et 5,1 % pour le maïs fourrage), 31,7 % pour les céréales (15,4 % pour le blé tendre, 7,1 % pour l'orge et 5,7 % pour le maïs grain), 9 % pour les oléoprotéagineux (4 % pour le colza, 2,8 % pour le tournesol et 1,3 % pour les protéagineux), 2,7 % pour les vignes, 1,5 % pour la betterave sucrière et 0,9 % pour la pomme de terre.

C. Une spécialisation agricole des territoires en France

Les productions françaises sont présentes sur l'ensemble du territoire métropolitain (hors espaces urbains et forestiers), mais le type de culture majoritaire varie fortement selon les départements, comme nous le visualisons ci-dessous.

[348] Surface moyenne des exploitations agricoles en 2020, Agreste



On observe une forte spécialisation agricole selon les territoires. Les céréales dominent largement dans le Bassin parisien (Beauce, Champagne Crayeuse, Plaine picarde, 50 % en moyenne), le nord de la France (Artois, Flandre Supérieure, 42 % en moyenne), mais aussi dans le centre et nord de la Nouvelle Aquitaine (Poitou, Charente, 42 % en moyenne), tandis que les fourrages et prairies occupent une place prépondérante dans l'ouest (Bretagne, Pays de la Loire, Normandie, 60 % en moyenne) et dans le Massif central. Les oléoprotéagineux apparaissent plus présents dans le centre, l'est, le centre-ouest (Deux-Sèvres, Vienne, Charente Maritime, 20 % en moyenne) et l'Occitanie (Gers, Haute-Garonne, Tarn et Garonne, 25 % en moyenne). La viticulture se concentre dans les bassins historiques du sud-ouest, de la vallée du Rhône, du Languedoc et de la Champagne, tandis que les cultures spécialisées (fruits et légumes) se retrouvent surtout dans le sud-est.

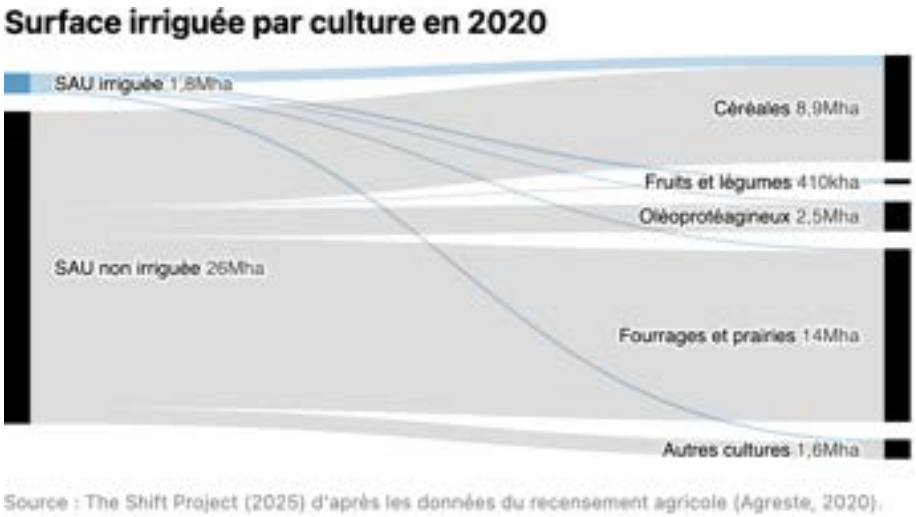
Une production elle même contrainte par la disponibilité de l'eau et la qualité des sols

La production de biomasse agricole dépend fortement des conditions environnementales, en particulier de la disponibilité en eau douce. Toutes les cultures mobilisent en premier l'eau issue des précipitations, qui est stockée dans les sols. Les besoins en eau varient selon les cultures. Par exemple, l'orge de printemps nécessite l'accès à 280 mm durant toute sa croissance, contre 500 mm pour le maïs[349]. Le maïs est donc plus consommateur en eau que l'orge, et sa croissance est concentrée en été, dans une période où il y a moins d'eau dans les sols du fait des températures plus importantes. Il est donc davantage susceptible de nécessiter de l'irrigation (les

[349] Besoins en eau des cultures : quelle consommation ?, Perspectives Agricoles, 2024

surfaces de maïs représentent 38 % des surfaces agricoles utiles irriguées en France[350]), d'autant qu'une part importante du maïs est cultivé dans le sud-ouest où le contexte pédoclimatique est marqué par des sécheresses plus fréquentes et des sols souvent sableux et peu profonds qui retiennent mal l'eau.

L'irrigation répond ainsi à trois besoins clés : stabiliser la production agricole en compensant la variabilité des pluies, augmenter les rendements dans les zones à déficit hydrique, et sécuriser la qualité des cultures sensibles au stress hydrique. **Seules 6,8 % des surfaces agricoles étaient irriguées en 2020[351], mais avec une augmentation de 15 % entre 2010 et 2020**[352]. Cette faible part représente néanmoins des volumes importants : l'agriculture représente 9 % des prélèvements annuels d'eau douce (2,9 milliards de m³ sur 32,8)[353] et 58 % des consommations effectives (2,4 milliards de m³ sur 4,1)[354], selon le CGDD[355].



Source : The Shift Project (2025) d'après les données du recensement agricole (Agreste, 2020).

La qualité des sols est tout aussi déterminante : fertilité (nutriments, matière organique), texture, profondeur et capacité de rétention d'eau conditionnent les rendements. Le climat local influence directement la qualité des sols et donc la croissance des cultures et des prairies, tandis que les aléas extrêmes (sécheresses, inondations, gels) peuvent les affecter sévèrement (cf. partie « Sols » du présent rapport).

Des modèles agricoles plus ou moins dépendants des ressources fossiles

L'agriculture conventionnelle représente actuellement le modèle d'exploitation prédominant, concernant plus de 90 % des surfaces cultivées[356]. Ce modèle repose le plus souvent sur une forte dépendance aux intrants, en particulier les engrais et les pesticides de synthèse, mais aussi des paysages simplifiés (faible diversification des cultures, grandes parcelles, peu d'infrastructures agroécologiques) et un degré élevé de mécanisation au sein des exploitations. Cette forte prédominance des systèmes conventionnels et intensifs se vérifie

[350] Irrigation : quels sont les besoins en eau de notre agriculture ?, notre-environnement.gouv, 2024
[351] Pratiques de culture et d'élevage, Agreste, 2024
[352] Rapport agriculture, The Shift Project, 2024
[353] Volumes d'eau douce extraits définitivement ou temporairement d'une source souterraine ou de surface et transportés sur leur lieu d'usage.
[354] Part du prélèvement qui ne retourne pas directement à la ressource mobilisable, c'est-à-dire aux eaux de surface ou aux nappes souterraines.
[355] Prélevée ou consommée : comment compter (sur) l'eau ?, notre-environnement.gouv, 2023
[356] Scénario Afterres2050, Solagro, 2016

également dans le secteur de l'élevage : forte densité d'animaux, prédominance de l'élevage en bâtiment et forte dépendance aux aliments industriels concentrés (en particulier les tourteaux de soja). D'autres exploitations font le choix de s'appuyer sur les principes de l'agroécologie, tels que l'agriculture biologique, l'agriculture de conservation ou l'agroforesterie. En 2023, l'agriculture biologique représentait 10,4 % de la SAU (soit 2,9 millions d'hectares)[357].

L'agriculture dépend donc de l'approvisionnement en gaz naturel et en engrais de synthèse. En particulier, la France produit ainsi un tiers de ses engrais azotés et en importe le reste. Les flux annuels sont d'environ 4,8 Mt importées pour 0,5 Mt exportées, pour une production d'environ 2,1 Mt[358]. L'offre nationale couvre 33 % des besoins, l'UE 29 %, et 38 % viennent de pays tiers surtout Russie, États-Unis, Égypte, Algérie, Trinidad-et-Tobago. Si l'on prend une consommation moyenne de gaz pour la production d'engrais azotés de 7,78 MWh par tonne[359], on peut ainsi calculer une quantité de 49,8 TWh de gaz naturel[360] consommée chaque année pour produire les engrais consommés en France. Il faut également ajouter les consommations directes de gaz naturel dans les fermes, qui représentent 5 % des consommations énergétiques du secteur en 2020[361], notamment pour le chauffage des serres.

L'agriculture dépend aussi de l'approvisionnement en pétrole, qui représente 71 % de la consommation énergétique du secteur en 2020[362], sous la forme de Gazole Non Routier (GNR). Celui-ci sert principalement au fonctionnement des machines agricoles (tracteurs, moissonneuses-batteuses, pompes d'irrigation)[363]. Il sert également à la lubrification des machines.

D. Une spécialisation territoriale, synonyme d'interdépendances

Il existe en France une forte interdépendance entre territoires, du fait de la spécialisation des zones agricoles, et de la différenciation géographique entre zones de production et zones de consommations. Ce constat s'applique pour toutes les productions alimentaires : viande, céréales, fruits et légumes. Par ailleurs, la France dépend des importations pour de nombreuses consommations alimentaires. Comme nous le rappelons dans le rapport agriculture[364], la production nationale ne couvre que 63 % de la consommation nationale de fruits, 67 % de celle des légumes frais, 74 % de celle des pommes de terre et 27 % de celles en légumineuses.

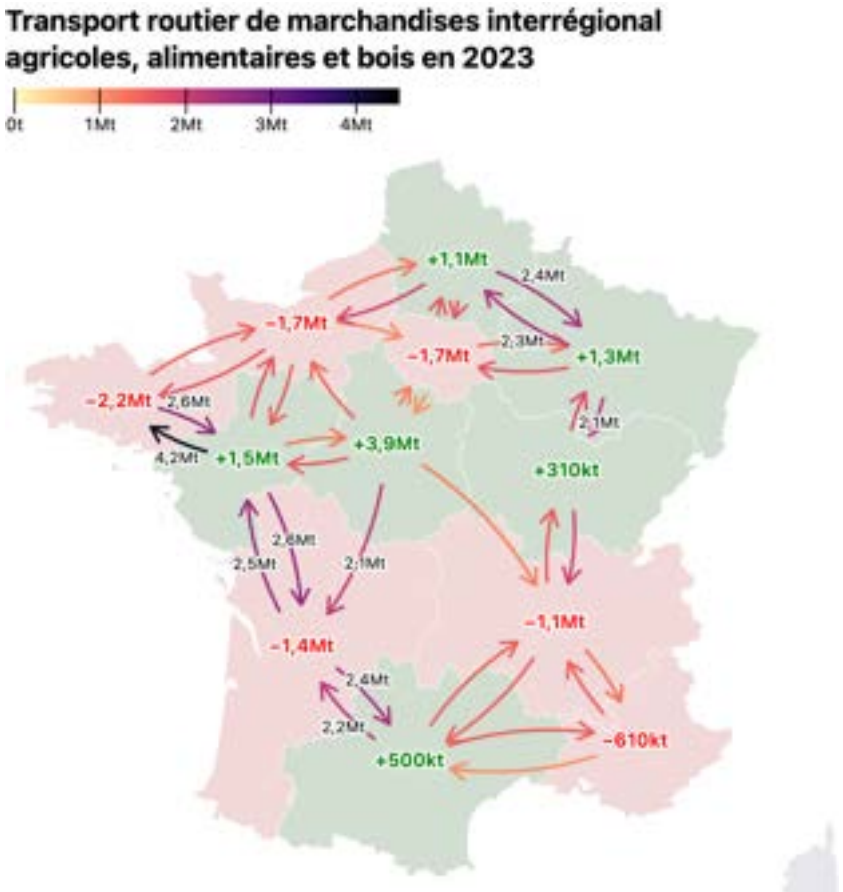
Cette spécialisation et les interdépendances qui en résultent engendrent des flux logistiques importants entre les territoires, comme par exemple pour le transport de l'alimentation animale vers les zones d'élevage. La forte spécialisation régionale et la concentration des outils industriels de l'agroalimentaire nécessitent des réseaux de transport efficaces pour acheminer les intrants vers les zones de production et les produits finis vers les marchés et les consommateurs, souvent situés dans d'autres territoires.

---

[357] Rapport agriculture, The Shift Project, 2024
[358] Concertation en groupe de travail, Engrais azotés, ministère de l'agriculture, 2022
[359] Ammonia technology portfolio: optimize for energy efficiency and carbon efficiency, Ammonia Energy Association, 2018
[360] 6,4 millions de tonnes × 7,78 MWh/tonne.
[361] Concertation en groupe de travail, Énergie (besoins, productions, sources), ministère de l'agriculture, 2022
[362] Concertation en groupe de travail, Engrais azotés, ministère de l'agriculture, 2022
[363] Utilisations du pétrole dans l'agriculture, Oil Store, 2019
[364] Rapport agriculture, The Shift Project, 2024

D'après le SDES, en 2022[365] les produits agricoles et alimentaires sont transportés par trois moyens principaux : à 88 % par la route (49,4 Mds de tonnes-kilomètres), à 8 % par le ferroviaire (4,5 Mds de tonnes-kilomètres) et à 4 % par le fluvial (2 Mds de tonnes-kilomètres). Les transports de produits agricoles et alimentaires par l'aérien sont négligeables. Par la route, les produits de l'agriculture et de la pêche représentent 16 % de la masse de marchandises transportées (26 Mds de tonnes-kilomètres), tandis que les produits agroalimentaires (yc. les boissons) représentent 12 % de la masse de marchandises transportées (21 Mds de tonnes-kilomètres).

La carte ci-dessous présente les flux de marchandises agricoles, alimentaires et de bois[366] par camion entre régions en 2023. Les flux interrégionaux n'y sont pas visibles bien qu'ils représentent 73 % de la masse déplacée, mais soulignent certaines tendances entre régions :



Lecture : Les nombres régionaux indiquent la balance import/export de chaque région. Sont représentés les flux supérieurs à 1Mt et leurs valeurs quand elles sont supérieures à 2Mt.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données du SDES (2024).

Les territoires présentant une balance négative sont généralement ceux où la consommation alimentaire humaine et animale est la plus élevée, en raison à la fois de la forte population humaine et de l'importance de l'élevage. C'est notamment le cas de la Bretagne, où les élevages intensifs de volailles et de porcins, nourris en bâtiment, sont majoritaires. Des régions comme les Hauts-de-France, malgré une forte densité de population, sont fortement tournées vers l'agriculture et ont une balance d'échanges régionaux positive.

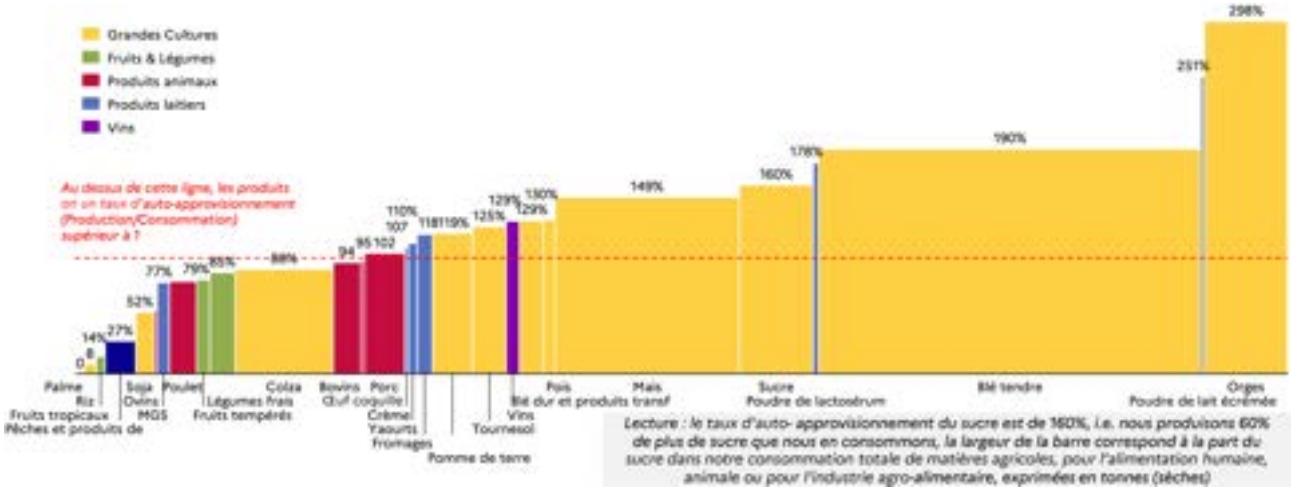
[365] Le transport de marchandises, SDES, 2022
[366] Les données de transport diffusées par le SDES agrègent ces trois catégories de produits et il n'est pas possible de les séparer.

2. Les enjeux de la ressource en biomasse agricole

A. La relocalisation de productions alimentaires humaines et animales

> **En résumé**
>
> Les 25 départements les plus producteurs de céréales, qui représentent 55 % de la production nationale, pourraient être concernés par une relocalisation des cultures de soja. La relocalisation de la moitié des productions de soja aujourd'hui importées représenterait en moyenne à +14 500 hectares supplémentaires pour chacun de ces 25 départements, soit l'équivalent de 3,4 % de leurs surfaces cultivées.

FranceAgriMer estime que la France est autosuffisante sur 76 % de sa consommation alimentaire totale en volume en 2022[367], le reste est majoritairement importé. Nous sommes fortement dépendants du soja (tourteaux et graines), que l'on importe à 67 %[368], pour l'alimentation animale. Nous importons la totalité des denrées largement consommées par la population comme les fruits tropicaux, le riz ou l'huile de palme. À cela s'ajoutent des importations de produits pourtant cultivés sur le territoire, tels que le blé dur, le soja ou certains fruits et légumes tempérés. Nous importons par exemple 37 % de nos fruits, 33 % de nos légumes frais et 26 % de nos pommes de terre.



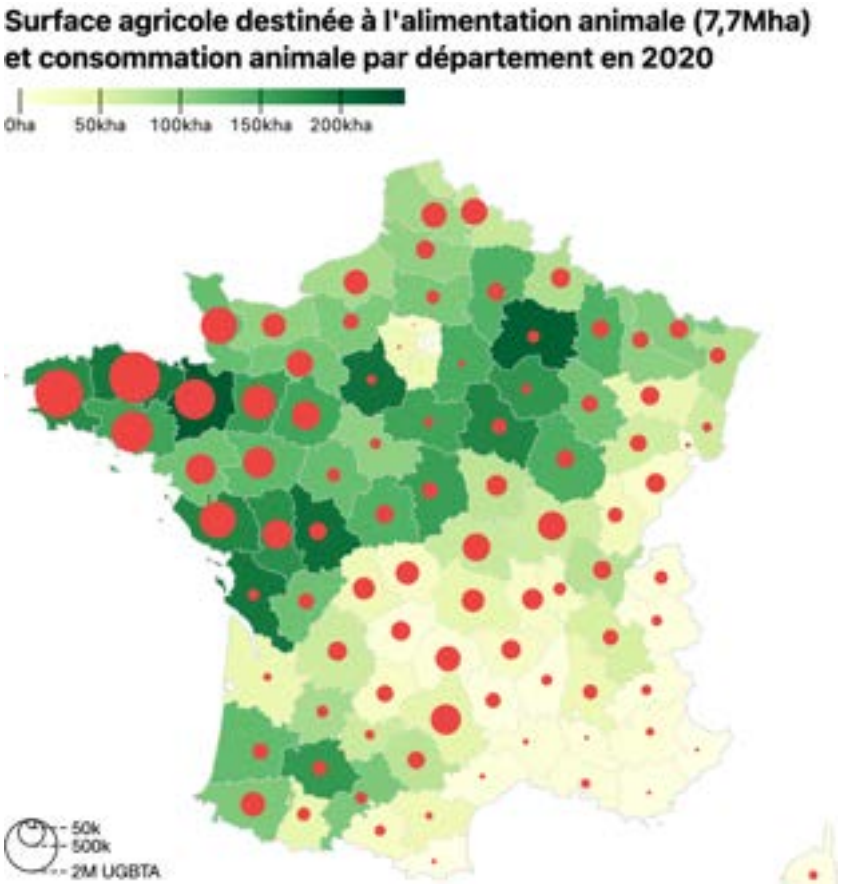
Taux d'auto-approvisionnement et volumes totaux consommés en France en 2020-2022 (FranceAgriMer)[369]

Dans une perspective de souveraineté et d'autonomie alimentaire, une priorité donnée au système agricole national à horizon 2050 pourrait consister en une relocalisation partielle des productions qui sont actuellement fortement importées. **L'analyse suivante vise à en mesurer l'impact de la relocalisation de trois denrées (soja, fruits et légumes et légumineuses) sur la consommation de surfaces agricoles**.

[367] Évaluation de la souveraineté agricole et alimentaire de la France, FranceAgriMer, 2024
[368] Rapport agriculture, The Shift Project, 2024
[369] Évaluation de la souveraineté agricole et alimentaire de la France, FranceAgriMer, 2024

Biomasse pour animaux, productions locales et importations :

Une partie du fourrage consommé est produit en France, comme c'est le cas du maïs, blé tendre et de l'orge, mais pas toujours à proximité des zones de sa consommation (faute de terres agricoles suffisantes à proximité des élevages intensifs).



Les cultures pouvant être utilisées pour l'alimentation du bétail sont principalement produites dans la moitié nord de la France, là où les élevages pour la production de viande sont concentrés dans le quart nord-ouest). Dans le massif central qui est aussi une terre d'élevage (extensif), l'alimentation des animaux passe plutôt par les prairies.

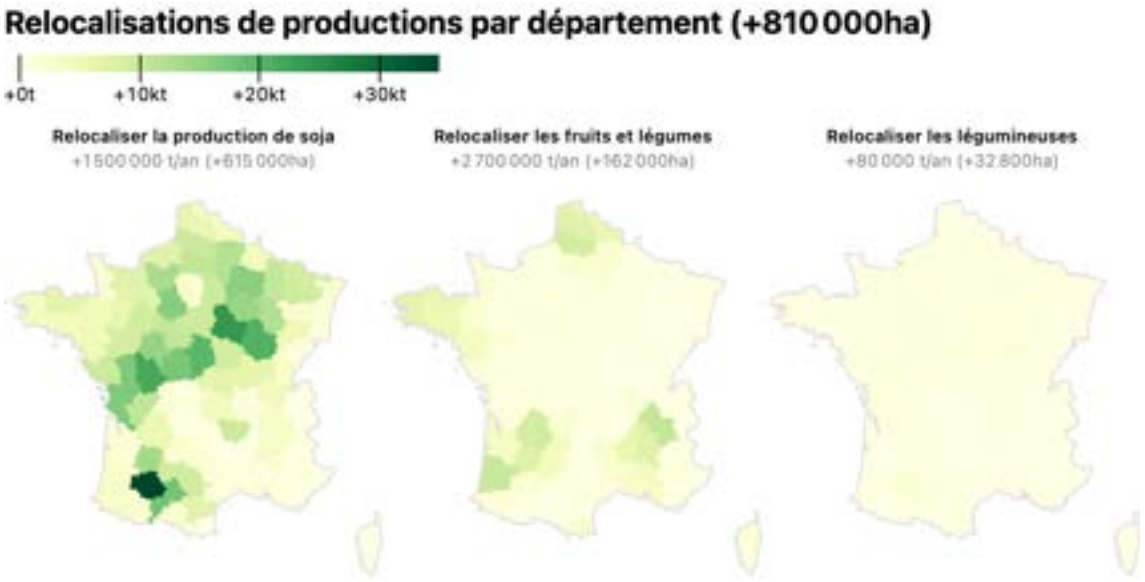
Mais l'élevage français est fortement dépendant d'importations de protéines végétales produites hors de l'Hexagone, notamment en provenance du continent américain. Ainsi, la France a importé environ 2,7 millions de tonnes de tourteaux de soja et près de 400 000 tonnes de graines de soja, dont environ les deux tiers proviennent du Brésil[370]. En 2015, les animaux les plus consommateurs de soja sont les volailles (44 % des tonnages), les bovins laitiers et mixtes (36 %), les bovins viande (8 %) et les porcs (6 %)[371].

[370] Rapport agriculture, The Shift Project, 2024
[371] Rapport agriculture, The Shift Project, 2024

Les besoins de biomasse pour la relocalisation des productions pour l'alimentation humaine et animale :

La souveraineté alimentaire suscite fréquemment des réflexions en termes de relocalisation, que ce soit pour des cultures qui viennent de très loin, comme c'est le cas du soja pour animaux comme vu précédemment, ou encore pour des produits avec des enjeux de logistique contraignants, comme c'est le cas des fruits et légumes qui périssent rapidement et dépendent de la chaîne du froid. D'autres cultures encore sont identifiées comme étant à développer par des plans nationaux, comme les légumineuses dans le Plan protéines végétales[372] qui vise à réduire la dépendance de la France aux importations de protéines végétales des pays tiers et à permettre aux éleveurs d'améliorer leur autonomie pour l'alimentation de leurs animaux.

À titre d'exemple, si l'on envisage de réduire de moitié ces importations en répartissant ces relocalisations selon les lieux de production actuelle, il faudrait mobiliser plus de 800 000 ha pour la relocalisation de ces cultures. Cela équivaut à environ 12 % des surfaces actuelles dédiées aux productions exportées, ou encore 14 % des surfaces actuelles dédiées à l'alimentation animale (hors prairies).



Lecture : On suppose la relocalisation de la moitié des importations annuelles de ces cultures, soit +4,2Mt de biomasse, qui sont réparties aux lieux de production de ces cultures en 2020. Consulter la méthodologie de la publication pour plus de détails.
Source : The Shift Project (2025).

Globalement, les surfaces nécessaires à la relocalisation des légumineuses sont faibles pour recouvrer une autonomie protéique à l'échelle nationale et ne risquent pas de générer de conflits quantitatifs sur les sols. Les relocalisations des productions de soja pourraient se localiser dans les zones où le soja est cultivé aujourd'hui (c'est en tout cas l'hypothèse que nous faisons dans cette modélisation), c'est-à-dire dans le bassin agricole autour de l'île de France, ou dans le centre-ouest (sud des Pays de la Loire et nord de la Nouvelle Aquitaine), ainsi que dans l'ouest de l'Occitanie. Par ailleurs, se pose la question de la disponibilité en eau, notamment pour les cultures comme les fruits et légumes qui sont fortement consommatrices d'eau.

[372] Bâtir notre souveraineté alimentaire en protéines végétales, ministère de l'agriculture, 2021

B. La relocalisation des biocarburants

En résumé

Pour atteindre la limite européenne de 7 % maximum de biocarburants conventionnels[373] dans les carburants routiers (soit une augmentation de 0,7 point), il faudrait augmenter la production de biocarburant de 3,5 TWh soit l'équivalent de 310 000 hectares de colza ou maïs. Pour relocaliser les 73 % de matières premières importées utilisées dans la production des 6,3 % de biocarburants déjà incorporés dans nos carburants, il faudrait mobiliser l'équivalent de 2,1 millions d'hectares de terres agricoles, soit plus de 7 % de la SAU actuelle.

Moyennant différents leviers de transition (sobriété et report modal), l'essentiel des transports routiers devrait pouvoir être électrifié à terme[374]. Mais aujourd'hui, ce sont les carburants liquides fossiles issus du pétrole qui alimentent les moteurs des transports, qu'il s'agisse de mobilité (voitures, avions, bus) ou de logistique (camionnettes, camions, navires). Ils proviennent très majoritairement du pétrole fossile mais également partiellement de biocarburants issus de la biomasse, qui sont intégrés dans les carburants. Si la France en produit une partie, une fraction de la biomasse utilisée dans la production de biocarburants, notamment le colza, reste importée.

D'autre part, la France s'est dotée d'objectifs ambitieux pour répondre aux objectifs des directives ENR, et il est prévu dans la loi[375] que l'État crée les conditions pour que la part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables dans tous les modes de transport soit égale au moins à 10 % de la consommation finale de carburant en 2020, puis 15 % en 2030. Dans une logique de souveraineté énergétique, d'indépendance vis-à-vis de nos fournisseurs de matière première et de réduction du fret associé, une relocalisation partielle de la production de biocarburants est envisageable. **L'analyse suivante évalue les surfaces agricoles que cette relocalisation mobiliserait**.

En 2024, la France métropolitaine consomme 40,8 TWh[376] de biocarburant routier, répartit en 30,4 TWh de biodiesel et 10,4 TWh de bioéthanol. On peut estimer que les biocarburants représentent 8,3 % de l'ensemble des carburants consommés à la pompe[377], et qu'ils sont conventionnels à 76 %, c'est-à-dire qu'ils sont principalement issus de cultures pouvant être en concurrence avec l'alimentation. 78 % du biodiesel consommé est conventionnel, soit 23,7 TWh, comme 69 % du bioéthanol, soit 7,2 TWh. **On peut donc estimer qu'environ 6,3 % des carburants routiers utilisés en France sont des biocarburants d'origine conventionnelle**.

---

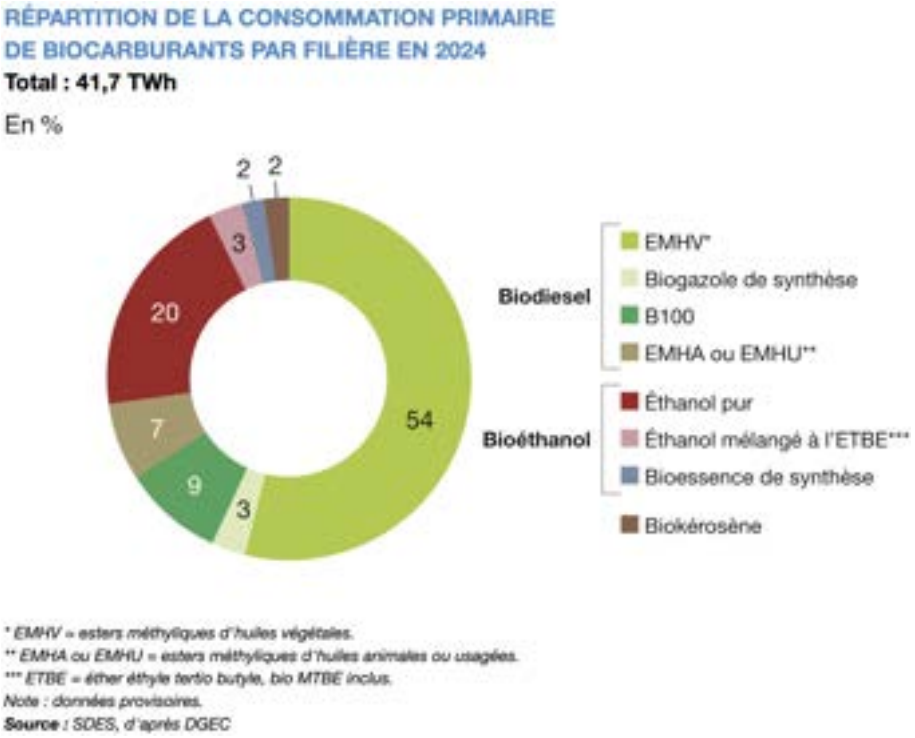
[373] Nécessitant le recours à de la biomasse en concurrence avec les usages alimentaires, voir : Biocarburants

[374] C'est ce que nos plans de transition des transports préconisent.

[375] Article L100-4 - Code de l'énergie, Légifrance, 2023

[376] Biocarburants, SDES, 2025

[377] 40,8 TWh de biocarburant consommé en 2024 sur les 450 TWh de pétrole routier consommé en 2023.



L'ADEME[378] indique qu'en 2019, pour les biocarburants conventionnels, la France a importé 73 % des matières premières nécessaires à la production de son biodiesel (soit 17,3 TWh) et 33 % de celles nécessaires à la production de son bioéthanol (soit 2,4 TWh). En 2024, le Ministère de la transition écologique indique toujours un total de plus de 65 % d'importation de ces matières premières[379].

Les ambitions nationales sont modérées. La PPE[380] impose un plafond d'incorporation de 7 % pour les biocarburants conventionnels dans les carburants routiers. Le règlement européen ReFuelEU Aviation[381] impose des taux d'incorporation progressifs de carburants durables dans le kérosène, mais exclut explicitement les biocarburants produits à partir de cultures alimentaires. L'ADEME[382] envisage quelques dizaines de TWh dans certains de ses scénarios (notamment dans son scénario S1) mais sans croissance majeure à long terme[383].

Dans une logique de souveraineté énergétique, d'indépendance vis-à-vis de nos fournisseurs de matière première et de réduction du fret associé, une relocalisation de la production de ces biocarburants peut être pertinente à exemplifier. Étant donné le niveau d'incertitude, on cherchera à illustrer la consolidation de l'existant avec une **relocalisation totale des cultures importées actuellement nécessaires à la production de ces biocarburants conventionnels**.

S'appuyant sur une logique d'économie d'agglomération, la carte ci-dessous répartit les surfaces nécessaires à une relocalisation complète des cultures utilisées pour la production des

[378] Prospective - Transitions 2050, ADEME, 2022 (p. 477)
[379] Panorama des biocarburants durables incorporés en France, Carbure, 2025
[380] Programmation pluriannuelle de l'énergie, Ministère de l'écologie, n.d.
[381] ReFuelEU Aviation - Mobility and Transport, European Commission, n.d.
[382] Les scénarios, ADEME, n.d.
[383] Avec la baisse programmée du parc thermique et l'objectif de la SNBC d'une énergie quasi-intégralement décarbonée (hors aviation) d'ici 2050, le rôle des biocarburants routiers pourrait devenir résiduel, potentiellement cantonné à des usages spécialisés

biocarburants actuels et tout ce qu'il manquerait pour atteindre les 7 % maximal d'incorporation fixé dans la PPE[384], selon les lieux de production actuelle :



Pour répondre à l'objectif européen d'incorporer 7 % maximum de biocarburants conventionnels dans les carburants routiers[385] (soit une augmentation de moins d'un point), **il faudrait augmenter leur production de +3,5 TWh pour passer de 31 TWh à 34,5 TWh, soit l'équivalent de 310 000 hectares de colza et de maïs**. Cela représenterait une augmentation d'environ 11 % des surfaces de production de ces cultures en France[386]. Si l'on ajoute à cette production, la production nécessaire pour relocaliser la matière première utilisée dans les biocarburants aujourd'hui produits, il faudrait mobiliser au total l'équivalent de 2,1 millions d'hectares de terres agricoles, soit plus de 7 % de la SAU nationale actuelle.

Au total, il faudrait donc mobiliser plus de 1,9 millions d'hectares de colza ou de tournesol, ce qui revient à tripler la surface de colza actuelle, et 250 000 hectares de maïs ou de blé. Ces 2,1 millions d'hectares de terres agricoles, soit plus de 7 % de la SAU actuelle, ou 80 % de la surface totale de la Bretagne (27 200 km²).

---

[384] Programmation pluriannuelle de l'énergie, Ministère de l'écologie, n.d.
[385] Biocarburants, Ministères Aménagement du territoire Transition écologique, 2025
[386] Les surfaces en colza d'hiver atteignent désormais 1,34 million d'hectares en 2023; 1,48 million d'hectares (Mha) de maïs grain seraient cultivés en France en 2025.

Selon notre simulation de répartition, se basant sur les lieux de production actuelle de ces ressources, les nouvelles productions se concentreraient dans une partie s'étendant des Hauts-de-France et de l'ouest du Grand Est jusqu'au nord de la Nouvelle Aquitaine, en passant par la Normandie, le Centre-Val-de-Loire, les Pays-de-la-Loire, ainsi que dans l'est de l'Occitanie. Dans cette hypothèse, le développement de cultures dédiées aux biocarburants nécessiterait en moyenne 14 % de la SAU de 2020 des 10 départements avec les plus grandes surfaces à mobiliser, comme l'Eure-et-Loir, l'Yonne ou la Marne, avec un maximum de 17 % de la SAU pour le département de l'Yonne.

Tout cela risque de venir en conflit avec les autres usages de ces ressources : l'alimentation humaine pour le blé, l'alimentation animale pour le maïs grain et l'huile alimentaire pour le tournesol. Ainsi que les autres usages des terres agricoles mobilisées pour ces nouvelles productions. Par ailleurs, se pose la question de la disponibilité en eau, notamment pour les cultures comme le maïs qui est fortement consommateur en eau.

NB : les biocarburants avancés, produits à partir de matières recyclées (résidus agricoles, huiles usagées, graisses animales), et les biocarburants de 2e génération (2G) à partir de matières lignocellulosiques (bois, déchets bois, miscanthus) offrent un meilleur bilan carbone et limitent la concurrence avec les cultures vivrières, mais ***créent un nouvel espace de conflit d'usage sur ces résidus et déchets entre l'industrie, la production d'énergie, l'alimentation animale ou encore le retour au sol des nutriments*** *nécessaire à l'activité agricole. L'hypothèse du développement de la 2G est envisagée par divers acteurs mais son développement est encore embryonnaire et la difficulté de sa mise en place à l'échelle est souvent discutée. La PPE[387] spécifie que « la filière de production de biocarburants de deuxième génération est encore en émergence ».*

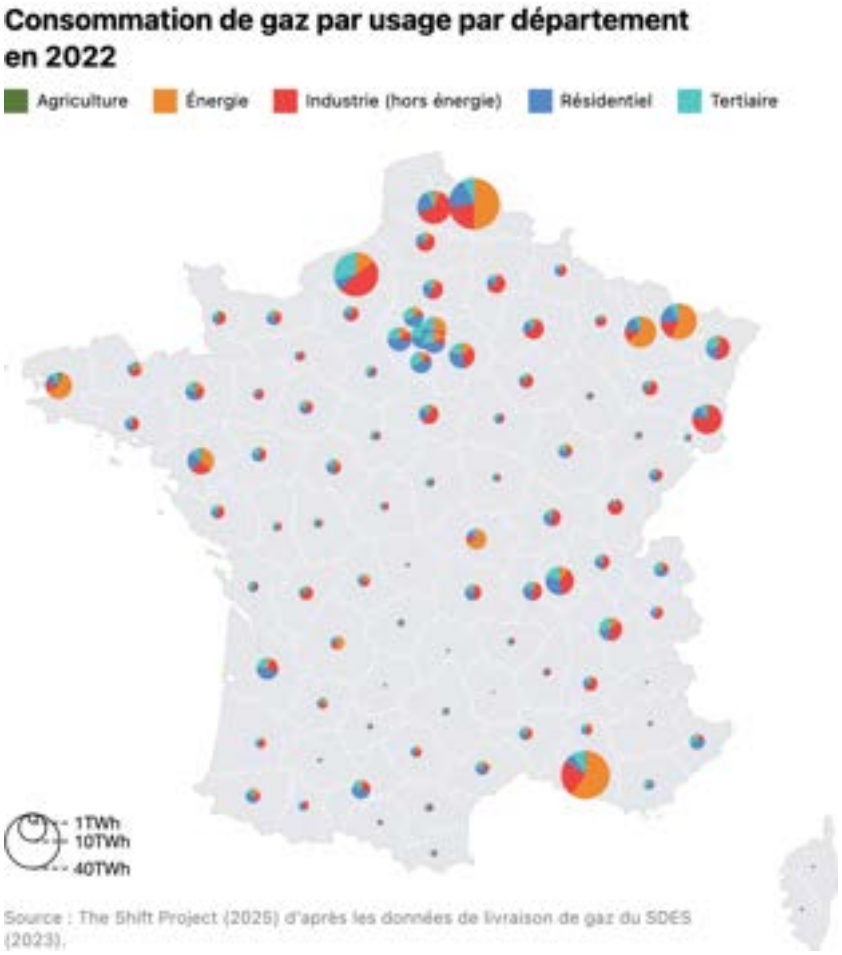
C. Le développement du biométhane

> **En résumé**
>
> Les plus forts potentiels de production de biométhane se situent dans les zones d'élevage intensif, Bretagne, Normandie et Pays de la Loire, ces régions concentrant 26 % des potentiels nationaux, ainsi que dans les zones céréalières, où les 25 départements les plus producteurs de céréales regroupent 43 % des potentiels nationaux. Cette concentration accroît les risques de conflits d'usage de la biomasse agricole dans ces territoires.

Même avec des efforts de transition énergétique, une consommation de méthane pourrait perdurer (plus ou moins importante selon l'effort de transition), que ce soit dans le chauffage des bâtiments, l'industrie et la production d'électricité. Pour réduire la dépendance aux importations (dont la moitié provient aujourd'hui des États-Unis, de Russie ou d'Algérie), une partie du besoin résiduel peut être couvert par du biométhane issu de ressources locales comme les cultures intermédiaires et les effluents. **L'analyse suivante examine les conséquences d'un tel développement sur la consommation de matières premières**.

[387] Observation définitives : La politique de développement des biocarburants, Cour des comptes, 2021 (p. 69)

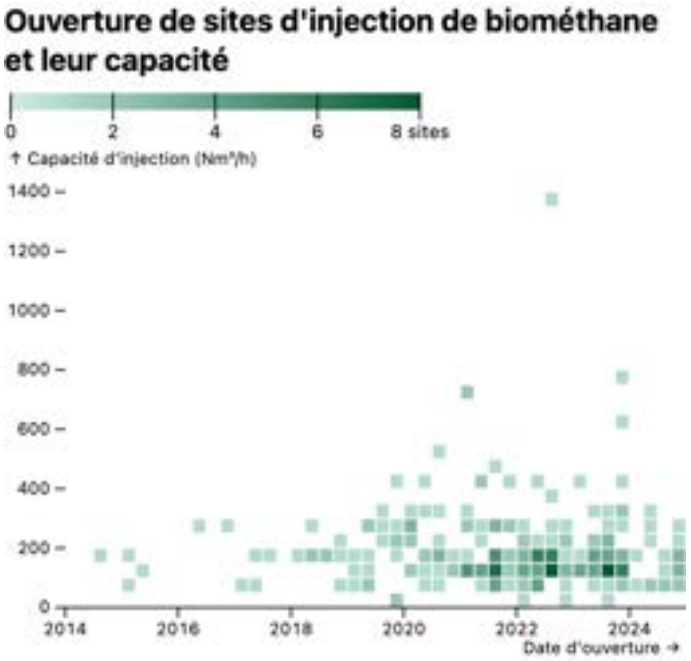
Avant de s'intéresser aux potentiels mobilisables pour la production de biométhane, nous pouvons visualiser les consommations actuelles de gaz, dont une partie pourrait se maintenir à 2050, plus ou moins importante en fonction des efforts de sobriété et de substitution mise en oeuvre d'ici là :



Le gaz est aujourd'hui surtout mobilisés pour trois usages principaux : la production d'électricité dans les territoires dotés de centrales thermiques (Nord, Finistère, Bouches-du-Rhône, Moselle, Meurthe-et-Moselle, Loire-Atlantique, Allier), le chauffage résidentiel et tertiaire, fréquent dans les grandes villes et particulièrement répandu dans le nord et l'est du pays, et l'industrie, présente sur tout le territoire mais surtout concentrée dans le nord, l'est, le long du Rhône et dans le quart nord-ouest.

La quasi-totalité de cette consommation repose encore sur le gaz fossile (environ 350 TWh[388]), contre seulement 11,6 TWh issus de la méthanisation en 2024[389]. Ce procédé produit du méthane à partir de la dégradation de matières organiques (effluents, déchets, cultures) par des micro-organismes. **La production de biométhane progresse rapidement mais reste marginale, portée par l'ouverture de nombreux sites d'injection ces dernières années**.

[388] La CRE publie son rapport de surveillance des marchés de gros de l'électricité et du gaz naturel pour 2024, CRE, 2025
[389] Panorama des gaz renouvelables, SER, 2024



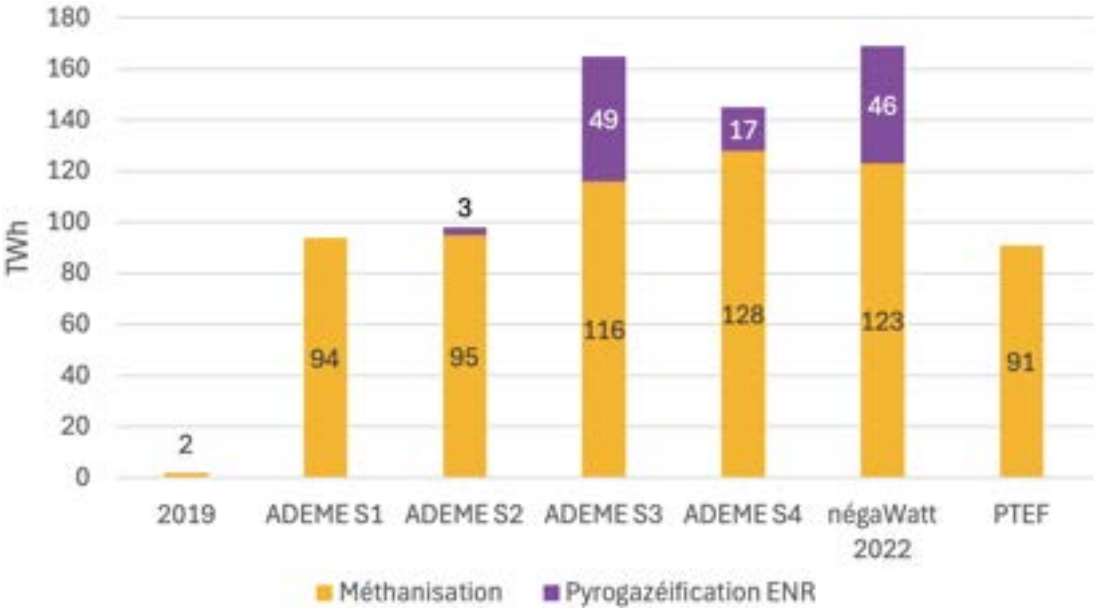
Lecture : Uniquement ceux raccordés au réseau de distribution de GRDF.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données de GRDF (2025).

Les matières premières méthanisées peuvent être des effluents d'élevage ou des productions végétales. Les cultures principales dédiées à la méthanisation ne peuvent pas dépasser 15 % des matières premières selon la législation[390] (leur part étant plutôt de 5,5 % aujourd'hui[391]), pour éviter des conflits d'usages sur les cultures à vocation alimentaire. Ainsi, la majorité (55 %) de la biomasse fournissant les méthaniseurs provient aujourd'hui des élevages[392]. 16 % des gisements mobilisés proviennent des coproduits des industries agro-alimentaires, 13 % proviennent des cultures intermédiaires et 5,5 % des cultures principales.

Les potentiels pour la production de biométhane à l'horizon 2050

Les grands scénarios de transition français estiment des potentiels de production de gaz par la méthanisation entre 90 et 130 TWh[393], avec un maximum à 128 TWh pour le scénario négaWatt 2022 qui suppose un potentiel relativement élevé — en ligne avec les scénario n°3 et n°4 de l'ADEME, mais bien supérieurs aux deux autres scénarios de l'ADEME ainsi qu'à celui du Shift Project — et favorise fortement le biogaz par rapport aux carburants liquides et solides.

[390] La méthanisation selon Énergie Partagée, Energie Partagée, 2023
[391] Ressources en biomasse et méthanisation agricole, Franceagrimer, n.d. (p. 6)
[392] Ressources en biomasse et méthanisation agricole, Franceagrimer, n.d. (p. 6)
[393] Quelle mobilisation de biomasse énergétique dans la transition bas carbone ?, Comprendre 2050, 2025

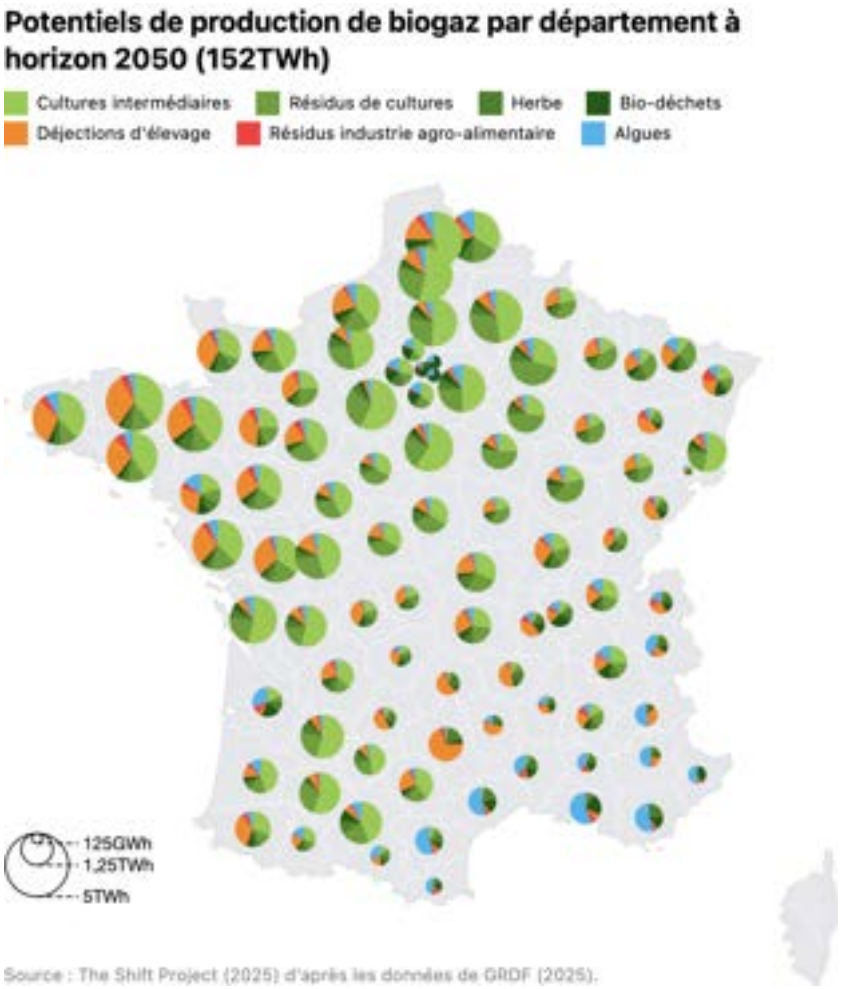


Scénarios de production de gaz à partir de biomasse en 2020 et en 2050 (Comprendre 2050)[394]

Au potentiel de production de 90 à 130 TWh de biométhane mentionné précédemment, certains scénarios ci-dessus ajoutent aussi une production de biométhane par pyrogazéification de biomasses lignocellulosiques (bois, déchets bois, miscanthus, etc.). En particulier, les scénarios ADEME S3 et négaWatt 2022 projettent respectivement 46 TWh et 49 TWh de biométhane produit en s'appuyant sur cette technologie en 2050. Mais, ce procédé paraît ne pas encore offrir toutes les garanties en termes de maturité technologique ou de possibilité de passage à l'échelle industrielle.

La carte ci-dessous représente les estimations territorialisées des potentiels de production de biogaz publiées par GRDF en 2021[395]. Les potentiels identifiés par GRDF, de 152 TWh au total, ne correspondent pas aux estimations des grands scénarios de transition évoqués précédemment (notamment du fait d'hypothèses différentes dans la mobilisation des gisements), ces derniers retenant généralement des hypothèses plus prudentes quant aux gisements mobilisables. Néanmoins l'identification territorialisée de potentiels réalisée par GRDF permet d'identifier, département par département, les principales sources exploitables, qu'il s'agisse par exemple d'effluents d'élevage, de cultures ou de résidus :

[394] Quelle mobilisation de biomasse énergétique dans la transition bas carbone ?, Comprendre 2050, 2025
[395] Répartition des potentiels de gaz verts à horizon 2050 par département, GRDF, 2021



On observe des ensembles de potentiels de biométhane assez divers d'un contexte à un autre. Dans certains territoires qui combinent élevage et cultures agricoles, les potentiels s'appuient sur deux bases principales : les déjections d'élevage d'un côté, et les cultures intermédiaires et résidus de culture de l'autre. C'est le cas de la Bretagne, des Pays de Loire, de la Normandie (ces trois Régions concentrent 30 % des gisements nationaux d'effluents) et également du Pas-de-Calais et du Nord. C'est également le cas du Grand Est (sauf Marne et Aube), de la Bourgogne-Franche-Comté (sauf Yonne), du Rhône-Alpes, mais aussi des Pyrénées Atlantiques et des Hautes-Pyrénées. **D'autres territoires ont pour potentiel principal les déjections d'élevage**. C'est le cas des départements du massif central.

Par ailleurs, les potentiels de biogaz des territoires de la diagonale céréalière dépendent principalement des cultures intermédiaires et des résidus de culture. C'est le cas d'une large partie de la Nouvelle-Aquitaine et de l'Occitanie, d'une partie du Centre-Val-de-Loire, l'île de France, les Hauts-de-France ainsi que la Marne, l'Aube et l'Yonne. Enfin, les territoires du pourtour méditerranéen ainsi que les autres territoires de la région PACA ont également pour potentiel le recours aux algues. Les valeurs absolues de tous ces potentiels doivent être nuancés étant donné les autres usages de ces matières premières, venant en préempter une partie.

NB : il n'y a pas de conflit à anticiper, a priori, entre les usages des effluents en tant que fertilisant (voir enjeu n°4, ci-dessous) et comme matière première dans les méthaniseurs. Les digestats de méthaniseurs peuvent en effet également être mobilisés comme engrais azotés en substitution aux engrais de synthèse. En revanche, dans le cadre de la méthanisation, les risques semblent plutôt

se reporter sur le partage de la ressource en biométhane ainsi produite (environ 100 TWh dans la plupart des scénarios de transition, soit ¼ du gaz fossile aujourd'hui consommé). La production de biométhane est contrainte du fait de potentiels qui restent limités. Des conflits pourraient cependant exister dans la mobilisation d'autres potentiels comme les cultures intermédiaires ou les déchets de bois.

D. Les potentiels de la fertilisation organique

> **En résumé**
>
> 10 départements parmi les 25 ayant les plus grandes surfaces en grandes cultures figurent aussi parmi les 50 départements produisant le moins d'azote récupérable. Ces 10 départements concentrent 23 % des surfaces en grandes cultures mais ne représentent que 8 % du potentiel national d'azote récupérable, ce qui limite la capacité à remplacer les engrais de synthèse par des engrais organiques dans ces territoires.

La production de biomasse agricole dépend de la fertilité et de l'état général des sols. Celle-ci repose en grande partie sur les concentrations en azote et en phosphore des sols, et sur le taux de matière organique, ces derniers étant en recul avec l'abandon progressif des fertilisations organiques au profit des engrais azotés de synthèse issus de ressources fossiles[396]. Ce recours massif à l'azote de synthèse fragilise la structure des sols, accroît leur vulnérabilité à l'érosion, réduit leur capacité de rétention d'eau et appauvrit leur activité biologique[397].

Ainsi, nous dépendons largement de l'azote synthétique pour la fertilisation des cultures, en particulier dans les grandes cultures. Ainsi, la production[398] de blé tendre nécessite environ 160 à 200 kg d'azote par hectare, tandis que c'est de 120 à 150 kg pour un hectare d'orge, 150 kg/ha pour le maïs grain, 160 pour le colza, 50 pour le tournesol et 80 kg/ha pour la betterave à sucre.

Ces engrais azotés synthétiques que nous utilisons sont majoritairement importés, ce qui constitue une raison supplémentaire d'y trouver des alternatives. En 2022, seul 33 % de l'azote utilisé en France provient de la production française, le reste est importé depuis les pays de l'UE (29 %),ou du reste du monde (38 %), principalement Russie, États-Unis, Égypte, Algérie et Trinidad et Tobago. Ces importations représentaient cette année là un volume de 4,8 Mt d'engrais azotés[399].

À l'inverse, l'intégration de légumineuses et l'utilisation d'effluents d'élevage ou de composts permettent de limiter la dépendance aux engrais de synthèse et de maintenir la fertilité organique. L'analyse qui suit s'attache à évaluer le potentiel (géographique) de ces effluents comme

---

[396] Par ailleurs, un travail du sol trop intensif contribue à la fragilisation physique, entraînant une érosion hydrique ou éolienne. Environ un quart des sols français sont sensibles à l'érosion, notamment dans les régions du nord, de Bretagne, du sud-ouest et des Alpes, avec des pertes pouvant atteindre 20 tonnes de terre par hectare et par an - selon le rapport Agriculture, The Shift Project, 2025.

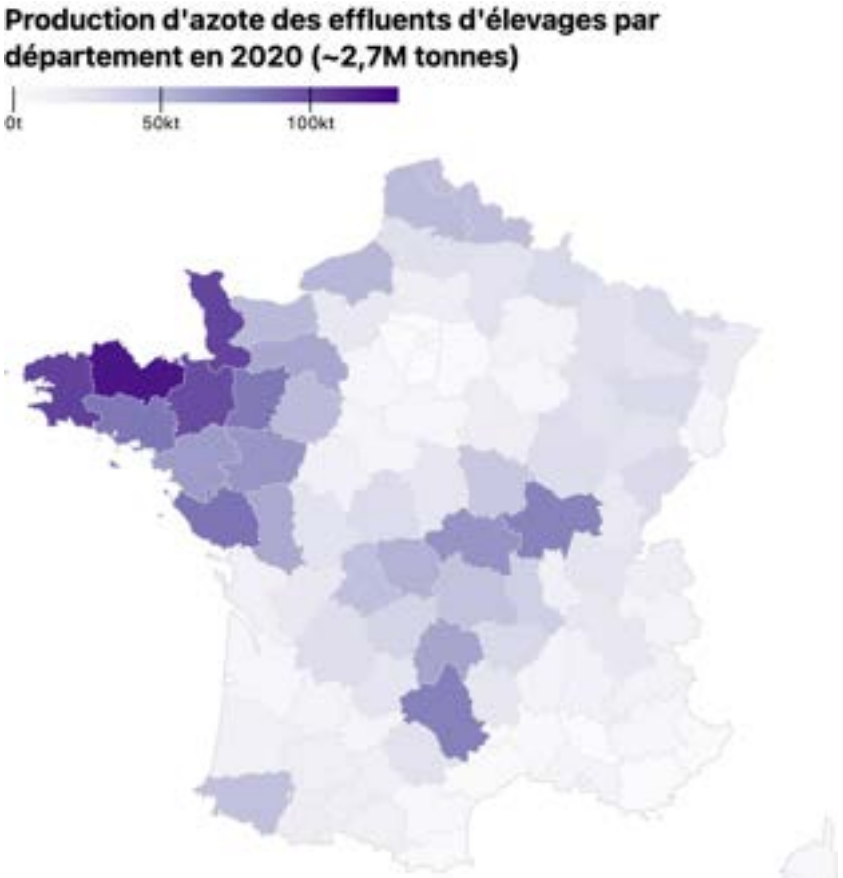
[397] Par ailleurs, l'épandage d'engrais azotés est une source majeure de gaz à effet de serre (GES) principalement de protoxyde d'azote (N2O) au pouvoir réchauffant 298 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone. Sa trop forte concentration a des effets délétères sur les écosystèmes.

[398] Engrais azotés, concertation pour le pacte et la loi d'orientation et d'avenir agricole, Ministère de l'agriculture, 2022

[399] Nous en avons également exportés 0,5 Mt, source : Engrais azotés, concertation pour le pacte et la loi d'orientation et d'avenir agricole, Ministère de l'agriculture, 2022

alternative aux engrais synthétiques, et la correspondance avec les lieux de grandes cultures où les consommations d'engrais sont importantes.

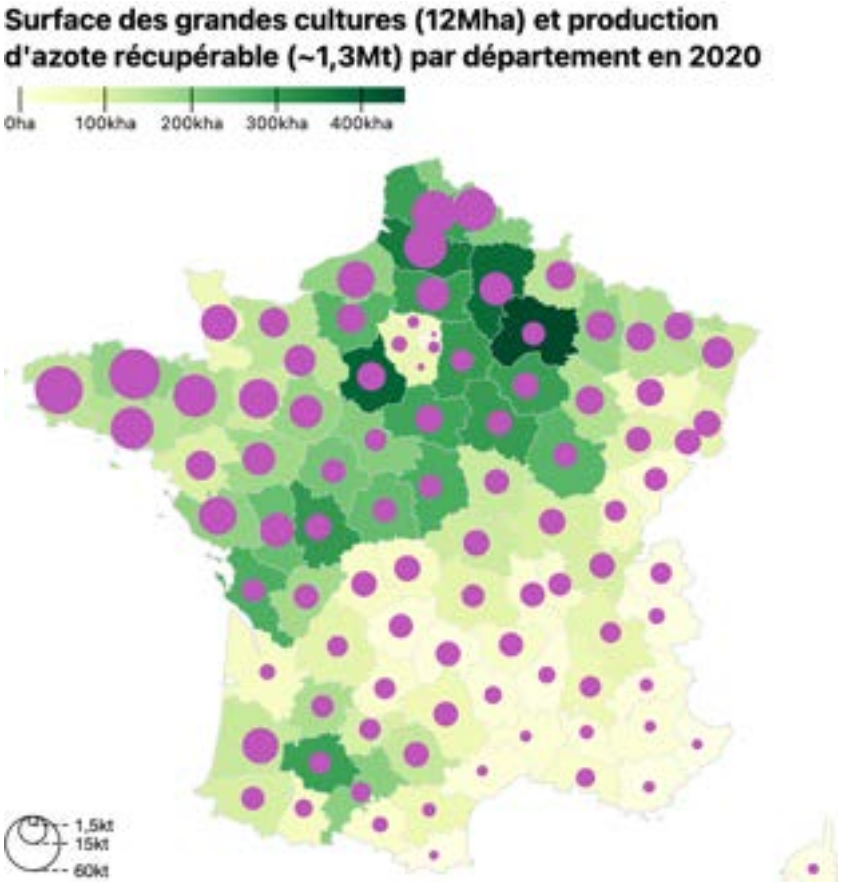
La substitution de l'azote minéral de synthèse par l'azote organique est ainsi un levier important. Cela inclut une meilleure valorisation des apports organiques et l'épandage dans de bonnes conditions de certains digestats issus de la méthanisation des effluents d'élevage ou des productions végétales non valorisées par ailleurs. **Le ministère de l'agriculture estime[400] en 2022 que le gisement national de matières fertilisantes d'origine résiduaire (Mafor) est estimé à 274 Mt brutes pour les effluents d'élevage, soit de l'ordre de 2,7 Mt d'azote pur**. On répartit ci-dessous le gisement national en fonction du nombre d'animaux élevés dans chaque département :



Mais tout l'azote produit par l'élevage n'est pas récupérable. Par exemple l'azote émis par les élevages dans le Massif Central ne peut être exploité, car absorbé par les prairies et difficilement ramassables. Le ministère de l'agriculture estime[401] en 2022 que la moitié des effluents d'élevage est émise directement à la pâture et non récupérable sur les cultures, soit environ 1,3 Mt d'azote pur. On peut estimer ces potentiels récupérables en fonction des lieux où l'élevage est moins

[400] Concertation pour le pacte et la loi d'orientation et d'avenir agricole sur les Engrais Azotés, Ministère de l'Agriculture, 2022
[401] Concertation pour le pacte et la loi d'orientation et d'avenir agricole sur les Engrais Azotés, Ministère de l'Agriculture, 2022

extensif, et les mettre au regard des zones de grandes cultures où les besoins d'azote sont importants :



Lecture : Surfaces de céréales, oléoprotéagineux, betteraves sucrières et pommes de terre. Un point indique la production d'azote récupérable des effluents d'élevages du département (en tonnes). La moitié des effluents est émise directement à la pâture et n'est pas récupérable. On ne conserve ici que l'autre moitié, récupérable, émise en bâtiment.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données du recensement agricole 2020 (Agreste, 2020).

On constate une faible superposition géographique entre les deux filières : les zones de production d'azote et les besoins en fertilisants des grandes cultures ne coïncident pas systématiquement. Ces dernières se concentrent surtout autour de l'Île-de-France, dans le nord, à l'est du Grand Est et au nord de la Nouvelle-Aquitaine. Les gisements d'azote récupérable issus de l'élevage se situent principalement dans le nord (Nord, Pas-de-Calais, Somme, Seine-Maritime), l'ouest (Bretagne, Pays de la Loire) et le sud-ouest (Landes). La comparaison des cartes suggère notamment des risques de déficit dans le sud et l'est de l'Île-de-France ainsi que dans le Centre-Val de Loire.

On constate que 10 départements parmi les 25 ayant les plus grandes surfaces en grandes cultures figurent aussi parmi les 50 départements produisant le moins d'azote récupérable. Ces 10 départements concentrent 23 % des surfaces en grandes cultures mais ne représentent que 8 % du potentiel national d'azote récupérable, ce qui limite la capacité à remplacer les engrais de synthèse par des engrais organiques dans ces territoires.

Cette faible correspondance territoriale limite la capacité à substituer les engrais de synthèse par des apports organiques locaux. Il s'agit, pour y remédier, de mieux répartir les

activités d'élevage en France, notamment pour les monogastriques (porcs, volaille), et d'envisager un recours aux cultures de légumineuses, qualifiées d'engrais verts pour leur capacité à fixer l'azote de l'air et ainsi à fertiliser les sols, notamment en tant que cultures intermédiaires[402].

E. La menace du changement climatique sur les productions agricoles

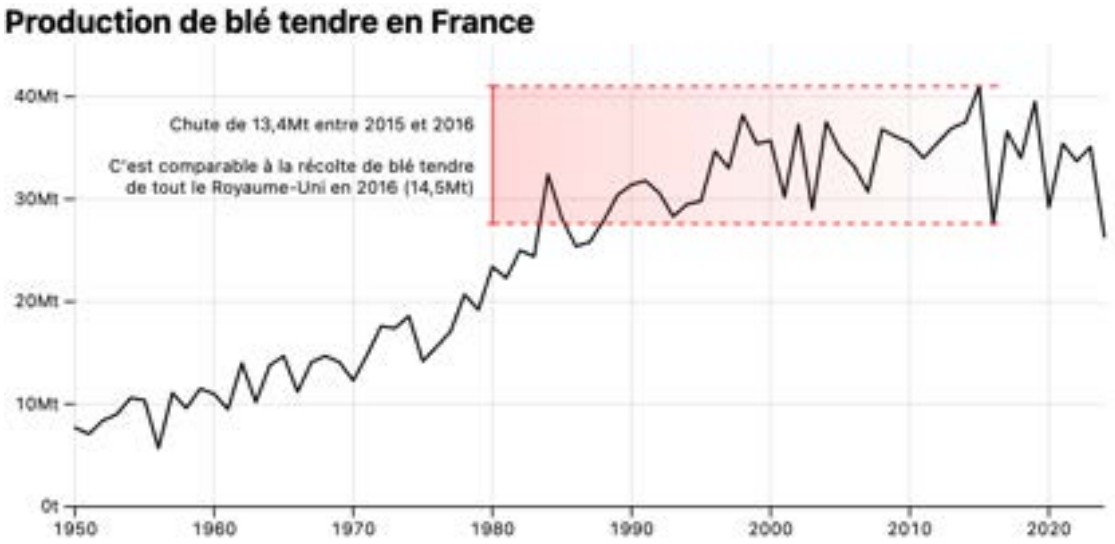
> **En résumé**
>
> Parmi les 57 départements où plus de 40 % des surfaces agricoles accueillent des cultures particulièrement sensibles à la sécheresse, plus de la moitié connaîtront une augmentation marquée des jours secs et près d'un tiers une baisse des précipitations estivales de plus de 10 %, compromettant la stabilité des productions agricoles. Le Gers, les Landes, le Lot-et-Garonne, le Var et le Vaucluse sont particulièrement concernés puisqu'ils cumulent ces deux phénomènes.

La production de biomasse est particulièrement exposée aux effets du changement climatique. La baisse des rendements résulte de facteurs combinés : stress hydrique, sécheresses et canicules réduisent directement la disponibilité de la biomasse, tandis que la hausse des températures accélère la prolifération d'insectes, de bactéries et de pathogènes, aggravée par la disparition du rôle régulateur des gels hivernaux.

Ces dynamiques accroissent la propagation de maladies touchant les plantes, les animaux d'élevage et parfois les humains. Les événements extrêmes, tels que les inondations, pluies intenses ou sécheresses, entraînent par ailleurs des pertes directes sur les cultures et l'élevage. **L'analyse suivante vise à préciser les menaces que le changement climatique fait peser sur les productions agricoles**.

On observe déjà un plafonnement voire une tendance à la baisse des rendements de blé tendre en France que l'on attribue aux effets du changement climatique :

[402] Rapport Pour une agriculture bas carbone, résiliente et prospère, The Shift Project, 2024 (p. 130)



Source : The Shift Project (2025) d'après les données de conjoncture Grandes cultures (Agreste, 2025).

Les cultures vulnérables et les zones qui seront soumis à des tensions hydriques liées à l'évolution du climat

Parmi les modélisations effectuées par Météo France[403], on se base sur le modèle régional ALADIN-Climat, selon la trajectoire TRACC définie par le ministère chargé de la transition écologique. Dans la carte ci-dessous, on colore les départements ayant plus de 40 % de surfaces cultivées particulièrement sensibles à la sécheresse[404]. On vient hachurer par-dessus les territoires dont l'augmentation du nombre de jours annuels avec sol sec (avec SWI < 0.4) dépasse 30 jours et ceux dont la diminution des précipitations en été dépasse 10 % entre 2000 et 2050.

[403] À quel climat s'adapter en France selon la TRACC ?, Météo France, 2025
[404] Il s'agit du blé dur et tendre, orge, maïs grain et fourrage, colza et tournesol, légumes, pomme de terres, betterave sucrière et vignes.



La moitié nord de la France va être touchée par l'augmentation du nombre de jours de sols secs, ce qui expose les grandes cultures qui y sont cultivées. Le sud-ouest est particulièrement vulnérable par la présence importante de cultures sensibles comme le maïs et l'importance de la réduction des précipitations estivales projetées à 2050 dans cette zone, autant que l'augmentation du nombre de jours de sols secs. De la même manière, le sud-est de France est particulièrement en tension du fait de la présence de cultures de fruits et légumes et de vignes. Les départements du Rhin sont touchés du fait de la présence de maïs dans la plaine alsacienne.

Ainsi, parmi les 57 départements où plus de 40 % des surfaces agricoles accueillent des cultures particulièrement sensibles à la sécheresse[405], plus de la moitié connaîtront une augmentation marquée des jours secs et près d'un tiers une baisse des précipitations estivales de plus de 10 %, compromettant la stabilité des productions agricoles. Le Gers, les Landes, le Lot-et-Garonne, le Var et le Vaucluse sont particulièrement concernés puisqu'ils cumulent ces deux phénomènes.

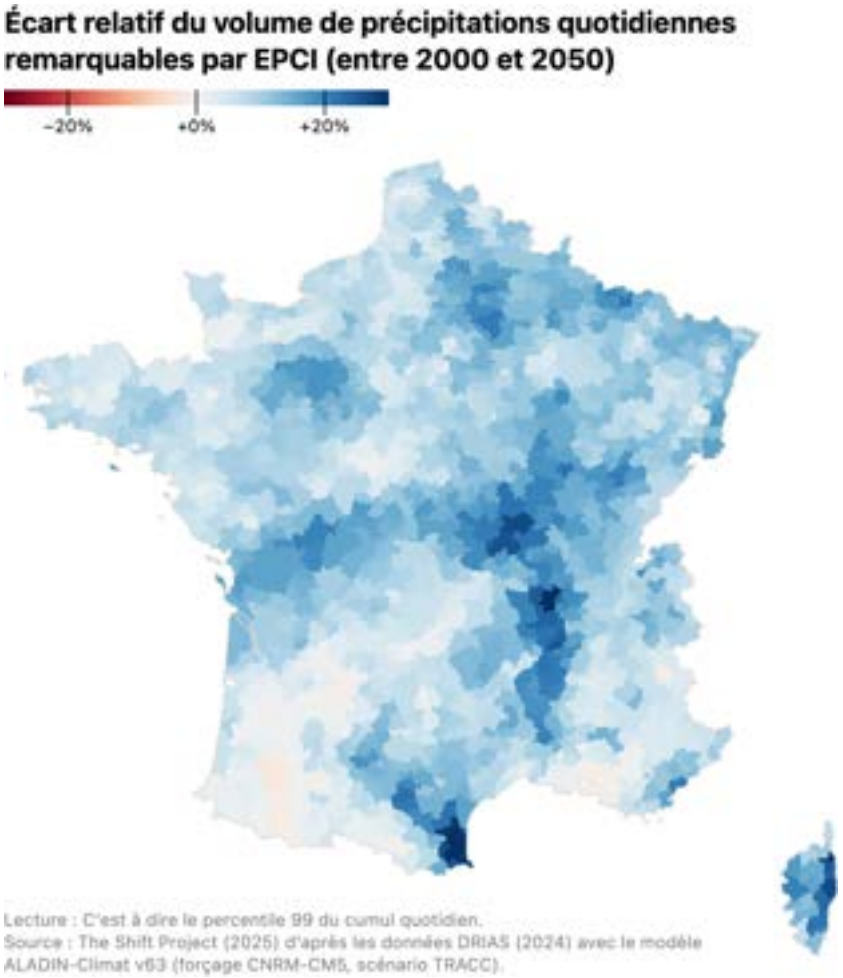
[405] Il s'agit du blé dur et tendre, orge, maïs grain et fourrage, colza et tournesol, légumes, pomme de terres, betterave sucrière et vignes.

Le changement climatique pourrait notamment avoir un effet sur les cultures que l'on souhaite relocaliser, que ce soit les cultures pour les biocarburants conventionnels (blé, maïs, betterave, colza, tournesol) ou encore les cultures pour la relocalisation alimentaire humaine et animale (soja, fruits et légumes, légumineuses). **Une baisse des rendements pour ces cultures pourrait se traduire par une augmentation du nombre de surfaces nécessaires pour une production équivalente, ou des besoins accrus en importations lors des mauvaises années.**

Cela pourrait également générer une incertitude plus grande sur les productions annuelles, avec des années potentiellement marquées par des pertes importantes de productions agricoles. **Par ailleurs, les sécheresses accrues pourraient pousser les acteurs à s'équiper en système d'irrigation avec de potentielles conséquences sur les consommations d'eau de surface et d'eau souterraine.** *Voir chapitre eau pour plus de détails.*

Les cultures sont également sensibles aux événements extrêmes, comme les précipitations intenses

Le changement climatique impacte les productions en modifiant les régimes de précipitations, et en accroissant les précipitations extrêmes.



On observe ainsi d'importantes hausses (une augmentation d'environ + 20 % en volume de précipitations quotidiennes remarquables[406]) dans le sillon rhodanien, les Pyrénées orientales, le

[406] "Remarquable" = percentile 99 du cumul quotidien, d'après le DRIAS.

centre-ouest et le nord-est. Ces pluies extrêmes peuvent accroître les effets d'érosion des sols et générer des pertes de rendements, voire même des pertes de productions, en particulier pour les cultures sensibles aux excès d'eau.

Eau

1. L'eau, une ressource vitale

Définition des termes

L’eau fait partie intégrante du fonctionnement naturel des écosystèmes. Elle circule dans le milieu et sert à abreuver la faune et la flore, à alimenter le sol et le sous-sol. Par ailleurs, une partie de cette eau est utilisée dans le cadre des activités humaines, qu’elles soient vitales (productions alimentaires pour la consommation domestique, eau du robinet) ou économiques (usage pour des cultures d’exportation, usage industriel).

Il est alors important de distinguer deux types d'usage de l'eau : les prélèvements et les consommations.

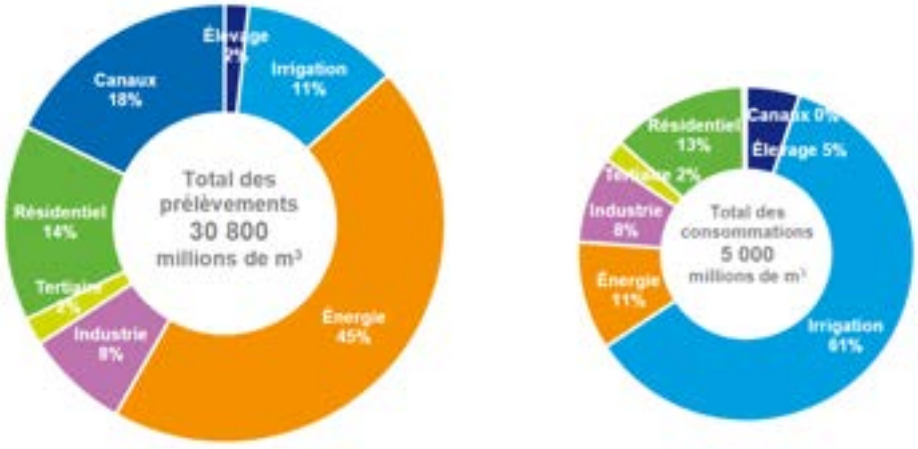
- **L'eau prélevée** correspond, selon la définition de l'OCDE, aux « volumes d'eau douce extraits définitivement ou temporairement d'une ressource souterraine ou de surface et transportés sur leur lieu d'usage ». Les prélèvements peuvent répondre à plusieurs types d’usages : pour l'AEP (Adduction / Alimentation d'Eau Potable), l’industrie, l'irrigation, l'élevage, le refroidissement des centrales, l’alimentation des canaux, etc. Ce peut-être également pour des stockages en période de hautes eaux ou pour réalimenter artificiellement les nappes ou encore plus rarement dériver de l’eau vers d’autres bassins hydrographiques.
- **L'eau consommée** est la part du prélèvement qui ne retourne pas directement à la ressource mobilisable, c'est-à-dire aux eaux de surface ou aux eaux souterraines. Ceci est dû à l'évaporation ou à l'incorporation de l'eau dans les produits. Par exemple, une grande partie de l'eau utilisée pour l'irrigation est consommée / évapo-transpirée par les plantes et ne retourne pas au milieu aquatique d’origine.

Note méthodologique : dans les modélisations de la partie II, nous faisons plus fréquemment allusion à des prélèvements qu’à des consommations, par manque de données sur la part qui est consommée.

A. Les prélèvements et consommations d’eau

Prélèvement et consommation indispensable à une multiplicité d’activités

Les activités territoriales et économiques dépendent fortement d’une ressource en eau facilement disponible, et d’une qualité suffisante relativement à l’usage qui en est fait, que ce soit notamment pour l’agriculture, la production d’énergie, les usages résidentiels ou encore pour l’industrie.



Lecture : en 2020, l'énergie représente 45 % des prélèvements totaux et 11 % des consommations totales.

Répartition des prélèvements (à gauche) et des consommations nettes (à droite) par secteur d'activité en 2020 (France Stratégie)[407]

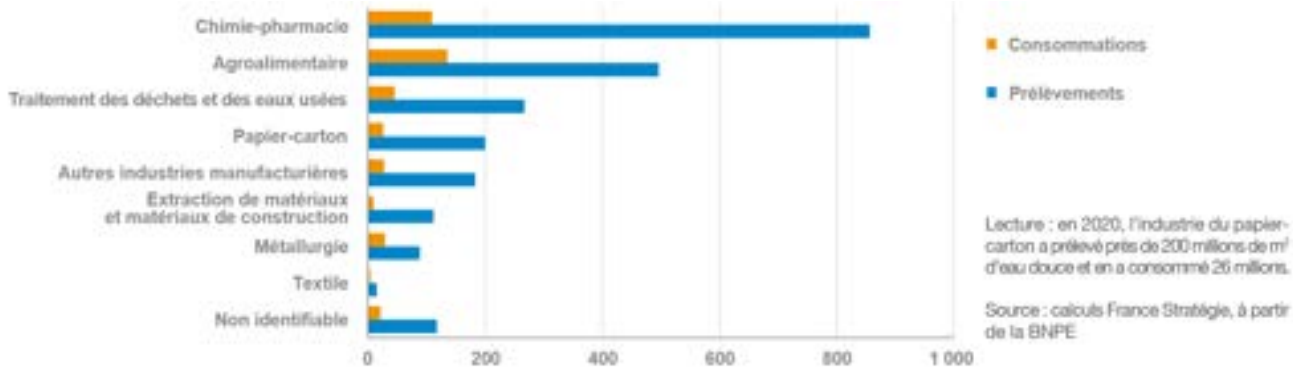
L'irrigation représente une part conséquente de l'eau consommée en France (61 %) alors même que l'irrigation ne concerne que 6,8 % de la surface agricole utile[408] en France en 2020[409]. Il faut noter la dynamique forte de développement du recours à l'irrigation, avec une augmentation de 15 % des surfaces irriguées entre 2010 et 2020[410].

L'usage résidentiel est le deuxième poste de consommation d'eau en France, avec près de 13 % des consommations françaises en 2020.

S'agissant de la production d'énergie, représentant 11 % de l'eau consommée en France en 2020, le niveau de prélèvements et de consommations des différences centrales de production d'énergie dépend fortement des techniques de refroidissement utilisées. Les centrales Bugey 2 et 3 par exemple, qui fonctionnent en circuit ouvert, prélèvent 212 m3/MWh et en consomment 1 m3/MWh[411]. En comparaison, les centrales Bugey 4 et 5, qui fonctionnent en circuit fermé, prélèvent 25 m3/MWh et en consomment 6 m3/MWh, ou encore, la Centrale de Chinon, qui fonctionne aussi en système fermé, prélève 8 m3/MWh et en consomme 2 m3/MWh.

De la même manière, s'agissant des usages industriels, représentant 8 % de l'eau consommée en France en 2020, les différentes branches n'ont pas les mêmes niveaux de prélèvements et de consommations. À prélèvement équivalent, la part d'eau consommée est par exemple plus forte dans l'agroalimentaire que dans la chimie-pharmacie.

[407] La demande en eau, France Stratégie, 2025
[408] La surface agricole utile (SAU) est un indicateur statistique destiné à évaluer la surface effectivement consacrée à la production agricole.
[409] Pratiques de culture et d'élevage, Agreste, 2024
[410] Rapport agriculture, The Shift Project, 2024
[411] Calculs France Stratégie, d'après les données RTE et BNPE



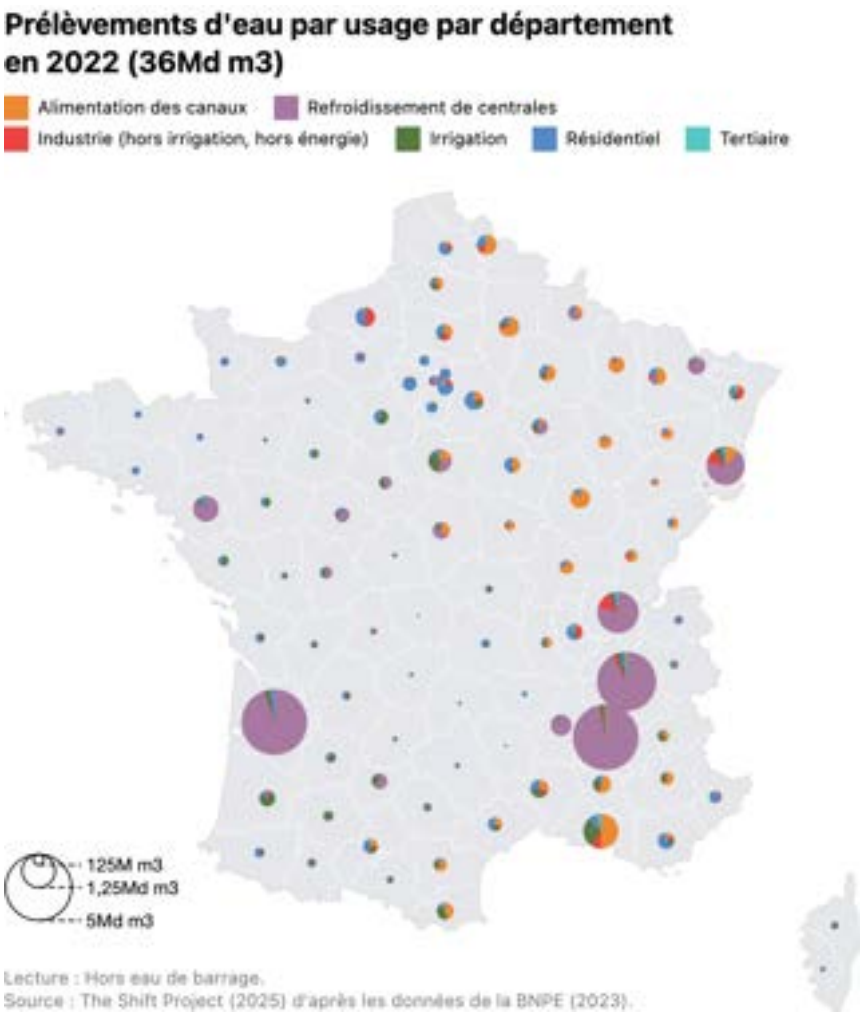
Prélèvements et consommations en eau des principales activités industrielles en France métropolitaine en 2020 (en millions de m³) (France Stratégie)[412]

L'eau est donc mobilisée dans la production de plusieurs autres ressources comme l'électricité, la biomasse agricole, et la biomasse forestière. Ces différents usages peuvent être sources d'impacts qualitatifs sur la ressource en eau, qui peuvent indirectement la rendre moins disponibles pour certains usages. La production agricole peut générer des pollutions en termes de nitrates et de phosphates, ou du fait de l'usage de phytosanitaires. L'usage de l'eau pour le refroidissement de centrales peut venir créer un réchauffement du milieu aquatique impactant pour la biodiversité.

Des niveaux et types de prélèvements différents d'un territoire à un autre

Les différences existant entre territoires, dans les prélèvements et consommations d'eau, sont principalement portées par deux déterminants : la spécialisation économique des territoires (par exemple la présence d'industrie ou de cultures irriguées) ou encore leur peuplement.

[412] Prélèvements et consommations d'eau, France Stratégie, 2024



En analysant les types de prélèvement par territoire et leur poids respectif, il est possible de distinguer des situations différentes d'une partie à une autre de la France. Le sud-est est dominé par les prélèvements dans les barrages (Verdon, Durance) par exemple pour alimenter le canal de provence[413], qui sert lui-même à alimenter les cultures, l'arboriculture et les vignes. Il fournit par ailleurs l'eau potable à près de 2 millions d'habitants[414]. Le centre-est (le long du Rhône) est consommateur d'eau pour le refroidissement des centrales et pour l'industrie. Le nord et l'est sont marqués par les prélèvements pour les canaux, et pour l'industrie. Les prélèvements du sud-ouest se partagent entre les agriculteurs (pour l'irrigation), et les consommations d'eau potable. L'irrigation est également présente dans le centre, le sud-est et l'Alsace. L'eau potable occupe partout des consommations non négligeables.

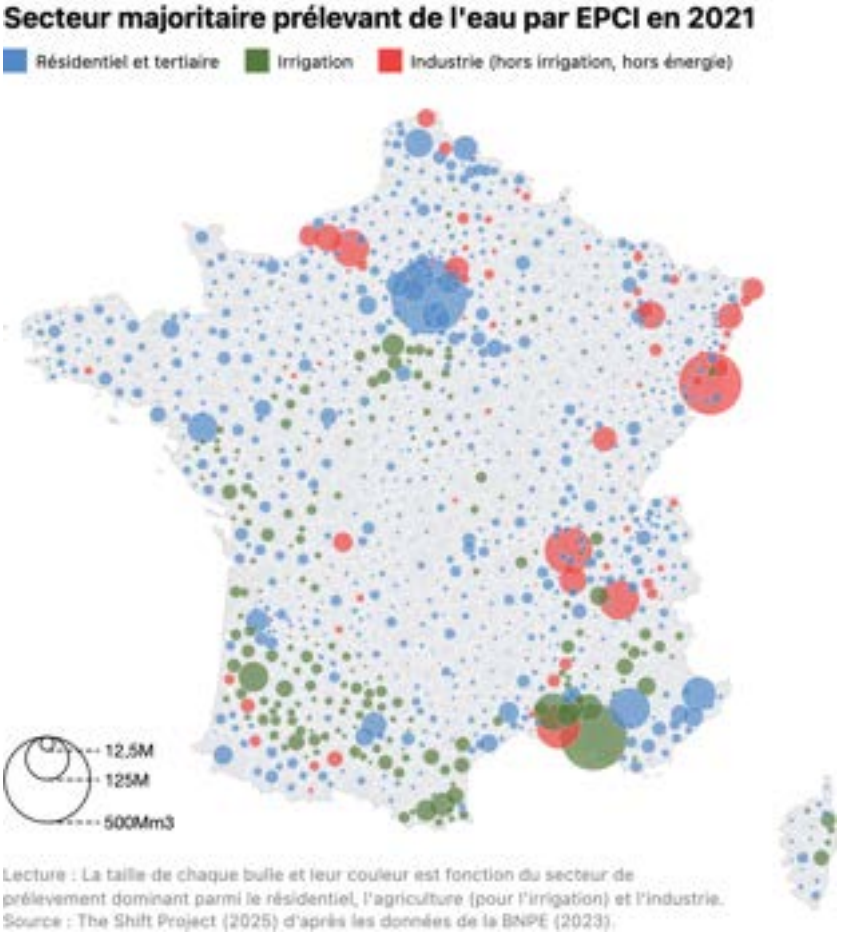
Trois activités diffuses sont particulièrement cruciales dans la gestion des prélèvements : irrigation, résidentiel et industrie

Comme vu précédemment, le résidentiel, l'irrigation et l'industrie représentent respectivement 14 %, 11 % et 8 % des prélèvements en eau (soit un tiers des prélèvements en cumulé), et 13 %, 61 % et 8 % des consommations d'eau (soit 82 % des consommations en cumulé). Par ailleurs, les acteurs associés à ces trois usages de l'eau (habitants, agriculteurs et industrie) sont diffus sur les territoires, ce qui pose un enjeu de gouvernance.

---

[413] La carte des réseaux du Canal de Provence, Société du Canal de Provence, n.d.
[414] Qualité de l'eau du Canal de Provence : Analyse, Filtration adaptée, Diproclean, n.d.

Il est alors intéressant d'isoler ces trois secteurs parmi les prélèvements afin de visualiser lequel de trois usages porte les prélèvements dans chaque territoire, notamment afin de prioriser ces derniers dans les démarches d'efficacité et de sobriété (en particulier dans les territoires en tension sur la ressource, cf. enjeu eau n°4).



NB : il est important de noter que nous visualisons ici les prélèvements et pas la quantité d'eau qui est effectivement consommée (non restituée directement aux sources d'eau) par les activités concernées. Une analyse des principaux consommateurs (et pas seulement les principaux préleveurs), à l'initiative des territoires et bassins, permettrait de compléter cette première analyse que nous proposons.

On peut identifier un nombre réduit et bien identifié de territoires où les prélèvements pour l'industrie sont déterminants, comme dans la Seine-Maritime, le long du Rhin, en Moselle, le long du Rhône et de l'Isère, dans les Hauts-de-France et dans le sud-ouest.

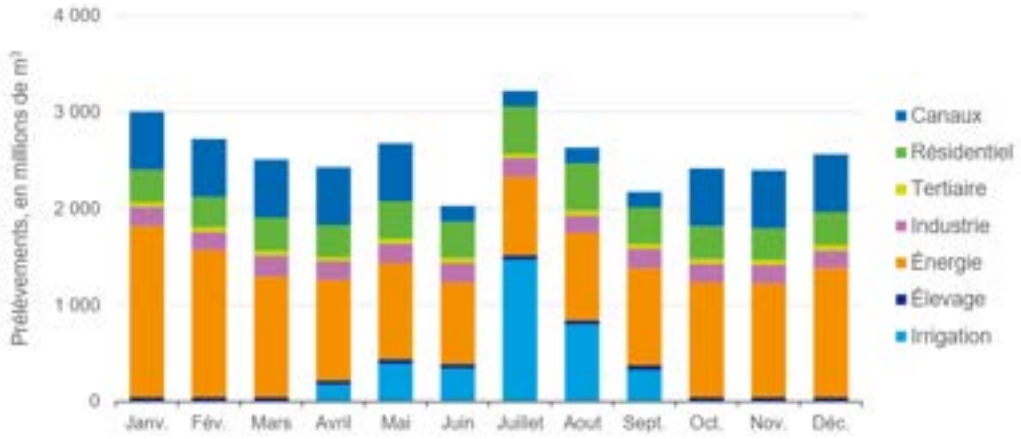
On peut identifier un arc de territoires où l'irrigation est déterminante, partant du sud de l'Ile-de-France, passant dans le sud des Pays de la Loire, en Nouvelle-Aquitaine, en Occitanie et jusqu'en Provence-Alpes-Côte-d'Azur et dans le cœur de l'Auvergne-Rhône-Alpes.

Enfin, une majorité de territoires voit ses prélèvements locaux portés par l'usage résidentiel. Les prélèvements moyens dans ces territoires sont souvent plus faibles que les prélèvements moyens dans les territoires où l'irrigation ou l'industrie sont majoritaires. Hors des

zones peuplées, l'irrigation et l'industrie sont donc le plus susceptibles de porter d'importants prélèvements.

Des variations saisonnières

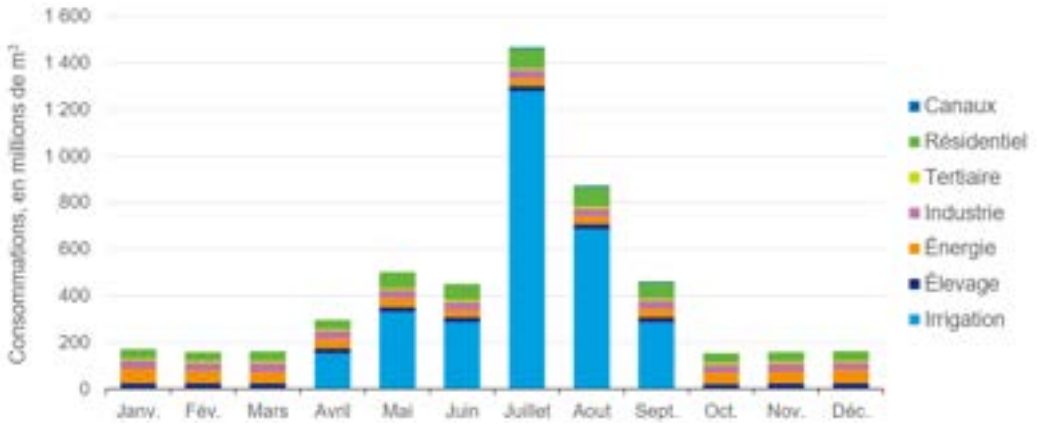
Les prélèvements et consommations ne varient pas seulement géographiquement mais également temporellement. Elles varient ainsi au cours de l'année en fonction des saisons. On peut ainsi commencer par regarder les prélèvements mensuels et les activités qui en sont à l'origine.



Prélèvements mensuels d'eau estimés par le modèle de France Stratégie par secteur d'activité en 2020, en millions de m³ (France Stratégie)[415]

Tout d'abord, on observe que le type d'activité majoritaire parmi les prélèvements varie au cours de l'année. Si les prélèvements sont portés par le refroidissement des centrales une large partie de l'année, l'irrigation représente une part d'autant plus importante des prélèvements qu'on est proche du cœur de l'été (juillet / août). Les prélèvements pour l'irrigation sont globalement concentrés entre mai et septembre.

De la même manière, en regardant cette fois-ci les consommations, soit la part de l'eau prélevée qui n'est pas retournée au milieu naturel, on observe de claires variations au cours de l'année.



Consommations mensuelles d'eau estimées par le modèle de France Stratégie par secteur d'activité en 2020, en millions de m³ (France Stratégie)[416]

[415] La demande en eau, France Stratégie, 2025
[416] La demande en eau, France Stratégie, 2025

D'après le Service des Données et Études Statistiques (SDES), **les consommations en eau de juin à août représentent 60 % des consommations totales de l'année**[417]. On observe par ailleurs que la part variable est globalement portée par l'irrigation, en particulier dans la période d'avril à septembre.

B. La ressource en eau sur les territoires

Une ressource dont la disponibilité dépend des facteurs locaux

L'eau est présente sous différentes formes sur nos territoires, plus ou moins « exploitables » : elle peut être présente en surface, en sous-sol, dans nos sols ou encore dans des stockages artificiels.

- **Les eaux de surface comprennent les eaux des rivières, des lacs, des canaux et les eaux côtières**. Elles sont accessibles mais sensibles au climat et aux pollutions. On peut également considérer les eaux stockées sous forme de neige ou de glaciers et dont la fonte soutient les débits printaniers et estivaux des cours d'eau.

- **Les eaux souterraines ou nappes aquifères désignent l'eau contenue dans les pores et fissures des roches ou dans des cavités souterraines**[418]. Les nappes se rechargent principalement par infiltration des pluies. Les nappes peuvent être en interaction constante avec les eaux de surface (nappe libre) ou pas (nappe captive). Ressource privilégiée pour l'alimentation en eau en raison de la régularité[419] de sa qualité et de sa disponibilité, elle reste toutefois inégalement répartie ou accessible sur le territoire, selon la nature géologique des sols, sous-sols et des aquifères.

- **Les « eaux vertes » désignent l'eau des précipitations qui est absorbée ou évaporée par les végétaux**, via le processus d'évapotranspiration, c'est-à-dire la combinaison de l'évaporation du sol et de la transpiration par les plantes[420].

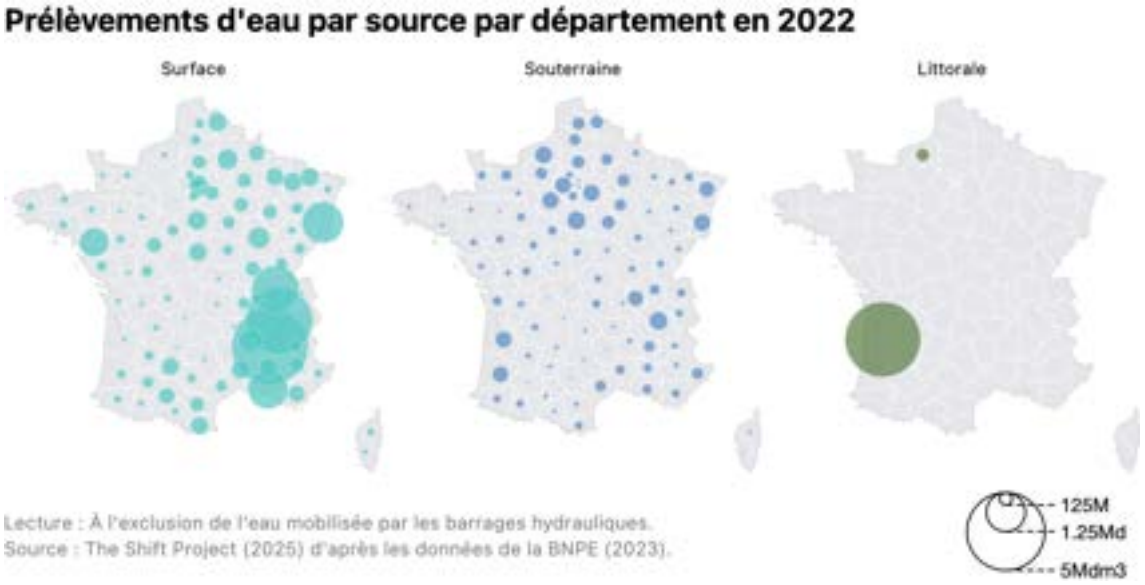
Il existe aussi des stockages d'eau artificiels, comme les barrages, les retenues en dérivation, les retenues collinaires[421] et les réserves. La capacité de stockage cumulée sur les stockages artificiels est estimée à 18 milliards de m3[422]. Les pertes liés à l'évaporation de l'eau dans les surfaces artificielles est estimée par France Stratégie à 1 milliard de m3 par an[423], ce qui correspond à 5,5 % de ces mêmes réserves.

La disponibilité de l'eau sur les territoires dépend donc de plusieurs facteurs locaux : la présence ou non de nappes aquifères (et leur taille), la proximité avec des eaux de surface (lacs, rivières, sources), ou l'accès à des réserves artificielles (barrage, retenue), ainsi que la qualité de ces eaux avant traitement. Il faut rajouter à cela les facteurs de renouvellement de l'eau, dépendants notamment des précipitations, des capacités d'infiltration des sols, et les caractéristiques des sous-sols.

---

[417] L'eau en France : ressource et utilisation, SDES, 2023
[418] Les eaux souterraines, Eaufrance, n.d.
[419] sauf pour les nappes dont le renouvellement est lent (ex : renouvellement centenaire)
[420] Eau verte, Eaufrance, n.d.
[421] Ces trois stockages d'eau artificiels se définissent en fonction de leur position vis-à-vis du cours d'eau
[422] Prélèvements et consommations d'eau : quels enjeux et usages ?, France Stratégie, n.d.
[423] Prélèvements et consommations d'eau : quels enjeux et usages ?, France Stratégie, n.d.

A défaut d'être en mesure de quantifier l'eau disponible à l'usage humain sans conséquence sur le milieu naturel, les répartitions des prélèvements actuels entre les différents types de sources nous donnent une indication sur le type de ressource favorisée dans chaque département.



Il est possible d'identifier des différences géographiques dans la mobilisation préférentielle des sources de surface ou des sources souterraines. On identifie une prégnance des eaux de surface en Occitanie, le long de la Méditerranée, dans le Grand Est, en Bretagne, ainsi que pour les centrales du Rhône, de la Loire et du Rhin. On identifie une prégnance des eaux souterraines en Normandie et une partie du nord de l'île de France, et dans les Landes et la Gironde.

Les prélèvements d'eau littorale apparaissent uniquement dans deux départements : la Gironde et la Seine-Maritime, en lien avec le refroidissement des centrales nucléaires du Blayais, de Paluel et de Penly. Deux autres centrales, Gravelines (dans le Nord) et Flamanville (dans la Manche), utilisent également l'eau de mer pour leur refroidissement, mais leurs volumes ne sont pas comptabilisés par la Banque Nationale des Prélèvements quantitatifs en Eau (BNPE) car les prélèvements effectués en mer ne sont pas soumis à redevance et ne font donc pas l'objet de déclaration. Les prélèvements du Blayais, de Paluel et de Penly sont, eux, enregistrés car réalisés dans les eaux de transition des estuaires, en amont de la limite transversale de la mer[424], où la déclaration reste obligatoire.

Des eaux de surface pensées selon une logique de bassin versant

Les bassins hydrographiques correspondent à l'ensemble des eaux de surfaces drainées par un réseau de cours d'eau et de leurs affluents se déversant vers la mer par une seule embouchure, estuaire ou delta. À une échelle encore plus fine, on parle aussi de bassins versants.

La gestion des ressources d'eaux de surface et souterraines est conduite à l'échelle des 6 bassins hydrographiques correspondant aux territoires des comités de bassin et des agences de l'eau. C'est à cette échelle que sont établis notamment plans de gestion ou Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE). Pour affiner la gestion locale de l'eau, des

[424] Voir par exemple la limite entre Gironde et Mer : Limites transversales de la mer

Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) sont élaborés et peuvent concerner des rivières ou des aquifères.

Pour le rapportage à l'Union européenne de la mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau, **les bassins ont eux-mêmes été divisés en régions hydrographiques (au nombre de 24 en Métropole).**



Les 24 régions hydrographiques de l'Hexagone[425]

Toute l'eau s'écoulant dans ces régions hydrographiques et bassins versants n'est pas prélevée. **La ressource en eau qui peut être puisée dans les cours d'eau est notamment cadrée par les « débits réglementaires minimaux »**[426] à laisser aux milieux naturels, en deçà desquels les prélèvements peuvent être interdits par arrêté préfectoral. Ceux-ci sont définis localement pour préserver l'intégrité biologique des milieux naturels, et pour assurer une certaine salubrité de l'eau.

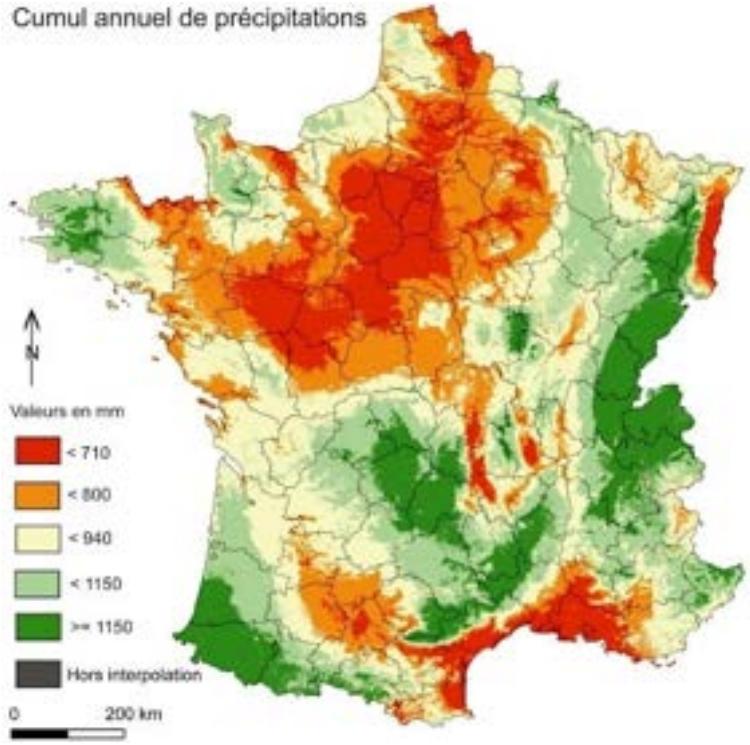
Une régénération saisonnière, qui dépend de la pluviométrie et la capacité de rétention et d'infiltration des sols

Le « grand cycle de l'eau » correspond aux étapes successives de précipitation, ruissellement vers le réseau hydrographique et/ou infiltration dans les nappes, retour à la mer, évaporation. **Ce grand cycle de l'eau, marqué par des différentiels d'évaporation et de précipitations sur les territoires, génère une répartition différenciée de l'eau sur les territoires**. La flore joue un rôle

[425] Bassin hydrographique, Wikipédia, n.d.
[426] C.Env, art. L214-18 : "débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage" qui "ne doit pas être inférieur au dixième du module du cours d'eau en aval immédiat ou au droit de l'ouvrage correspondant au débit moyen interannuel, évalué à partir des informations disponibles portant sur une période minimale de cinq années, ou au débit à l'amont immédiat de l'ouvrage, si celui-ci est inférieur."

primordial dans ce cycle en jouant sur les processus physiques et chimiques facilitant ses transferts d'eau[427].

La disponibilité de l'eau doit ainsi se penser dans le temps, en prenant en compte les effets saisonniers de remplissage des réserves, et les effets saisonniers de consommations. Les nappes libres d'eau souterraines sont alimentées par la pluie, et par les eaux de surface (rivières, zones humides), et se rechargent principalement en automne et en hiver lors de la pause végétative. Les territoires ne bénéficient pas tous de la même pluviométrie. Par ailleurs, une partie de l'eau ruisselle, et une autre partie s'infiltre. La nature du sol et des paysages influent fortement sur le ratio ruissellement / infiltration. Au sein de l'eau qui s'infiltre dans les sols, en moyenne annuelle, 60 % constitue la réserve d'eau utile dans laquelle puise la plante[428] et 40 % de l'eau participe à l'écoulement (« eau bleue ») ou rejoint des nappes.



Cumul annuel de précipitations[429]

En outre, la régénération de la ressource en eau dépend de l'état des autres ressources locales. En effet, les cultures agricoles et les plantations forestières et plus généralement les différents usages des sols influencent le ruissellement (écoulement de l'eau en surface) ou son infiltration dans les sols, notamment grâce aux réseaux racinaires et à la biodiversité des sols. Les pratiques agricoles et sylvicoles influencent fortement ce potentiel de stockage de l'eau dans les sols ainsi que les nappes sous-jacentes.

Le cycle de l'eau figure parmi les cycles naturels les plus directement affectés par le changement climatique. Ces impacts se traduisent par une nette amplification de la variabilité naturelle des cycles hydrologiques, voire par des changements de fond comme par exemple une dérive des régimes hydrologiques. *Voir l'enjeu eau n°4 sur les eaux de surface pour plus de détails.*

[427] Le rôle de la végétation dans le grand cycle de l'eau, Aquagir, 2025
[428] État des nappes d'eau souterraine : un suivi assuré par le BRGM, BRGM, n.d.
[429] Carte de la France avec les départements : page 2

L'enjeu de la qualité

D'un point de vue utilitariste, la disponibilité quantitative dépend de l'état des réserves d'eau qui sont utilisables. **En effet, les pollutions qui s'accumulent dans certaines réserves d'eau, peuvent les rendre impropres à la consommation voire générer des fermetures de points de prélèvement**. Les pollutions peuvent également empêcher le recours à ces eaux pour l'alimentation en eau potable, l'industrie agroalimentaire, ou même l'arrosage et l'irrigation.

En 2022, si 88 % des eaux souterraines sont considérées en bon état quantitatif, 71 % sont considérées en bon état chimique, c'est-à-dire que 29 % ont été déclassés[430] du fait de pollutions aux pesticides et de taux trop élevés en nitrates[431]. L'enjeu qualitatif est encore plus grand pour les eaux superficielles car plus exposées aux pollutions des activités à la surface. Ainsi, en 2019, 43 % étaient en bon état écologique[432], et 45 % en bon état chimique[433]. La dégradation de la qualité affecte la biodiversité, et peut générer des enjeux de santé publique.

C. Une interdépendance entre territoires

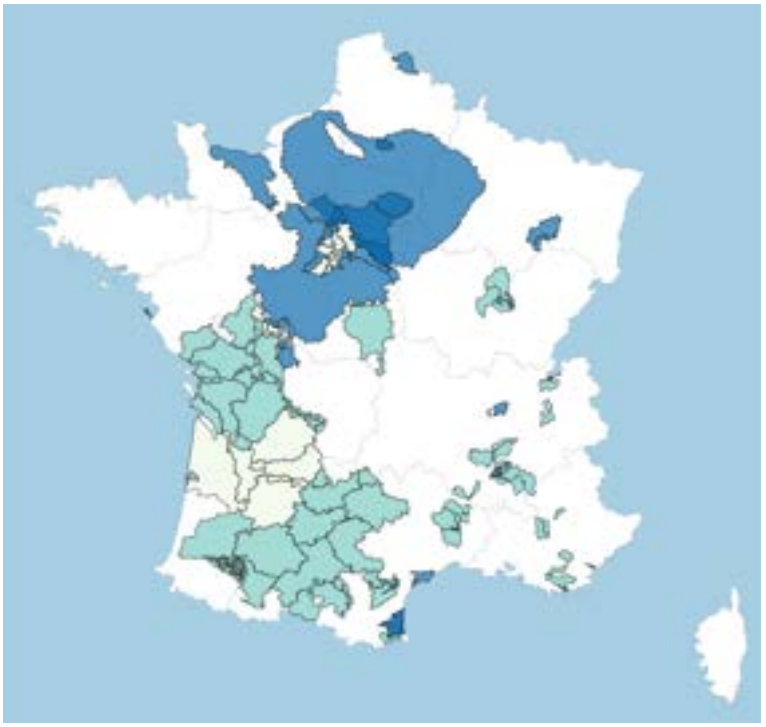
De fortes interdépendances entre territoires producteurs et consommateurs

L'eau ne circule pas uniquement dans les limites d'un territoire : certaines zones « riches en eau » soutiennent la consommation d'autres régions plus déficitaires. Par exemple, l'eau consommée à Paris est prélevée dans l'Yonne, l'Aube, la Seine-et-Marne, l'Eure-et-Loir, l'Orne et l'Eure[434]. De la même manière, l'eau qui est consommée pour l'irrigation dans le Lot-et-Garonne est dérivée par le canal de la Neste depuis les Pyrénées et la Garonne[435]. Cette interdépendance entre territoires producteurs et consommateurs met en évidence des solidarités hydriques structurelles, mais aussi des tensions potentielles, notamment lorsque la demande croît ou que la disponibilité diminue.

On peut ainsi s'intéresser à la notion de Zones de Répartition des Eaux (ZRE) qui signalent des territoires où la ressource en eau est structurellement insuffisante pour répondre aux besoins[436], c'est-à-dire des zones connaissant un déséquilibre durable entre disponibilités et usages, lié soit à une faible ressource naturelle, soit à une forte pression (démographique ou économique) sur les consommations. Leur extension progressive illustre la vulnérabilité croissante de ces zones face au changement climatique[437]. Le classement en ZRE entraîne un encadrement renforcé des prélèvements : les seuils de déclaration et d'autorisation sont abaissés afin de préserver la ressource, sécuriser l'alimentation en eau potable et rétablir les équilibres en faveur des milieux aquatiques.

---

[430] Des eaux "déclassées" ne sont pas nécessairement des eaux immédiatement non potables, les seuils de déclassement et les seuils sanitaire sont en effet différents et dépendent de chaque molécule étudiée
[431] Synthèse 2019 des états des lieux des bassins, Eaufrance, 2019
[432] Le bon état écologique repose principalement sur des indicateurs biologiques, qui ne sont pas uniquement influencés par la qualité physico-chimique du milieu, mais également par sa morphologie et sa morphodynamique. Typiquement, une rivière en bonne santé écologique a besoin d'espace, de régimes hydrologiques qui lui sont propres et qui sont le résultats de longues coévolutions biosphère/lithosphère/climat, ainsi que de points structurants favorisant la diversité de faciès d'écoulement et de substrats, créant une diversité d'habitats. Source : Jonathan Schuite.
[433] Synthèse 2019 des états des lieux des bassins, Eaufrance, 2019
[434] Aire d'alimentation des captages de la vallée de la Vanne et du ru de Saint-Ange, DRAAF Grand Est, n.d.
[435] Zoom sur le Système Neste, Rives & Eaux du sud-ouest, n.d.
[436] Les Zones de Répartition des Eaux (ZRE), Les agences de l'eau, n.d.
[437] Les Zones de Répartition des Eaux (ZRE), Les agences de l'eau, n.d.



Zones de répartitions des eaux (territoires où les consommations sont durablement supérieures à la disponibilité locale de l'eau) en 2017[438]
avec en bleu foncé les ZRE souterraines, en vert les ZRE superficielles,
et en vert clair les ZRE mixtes

Un ample réseau d'infrastructures, fonctionnel mais vieillissant

Les déséquilibres géographiques existants entre les zones de consommation et les zones de prélèvements de l'eau, hors des situations de pompage local, rendent nécessaires le recours à un réseau de distribution. L'eau potable est prélevée dans le milieu naturel gravitairement ou par pompage, puis elle est transportée (adduction) par des canalisations jusqu'à la station de potabilisation ou l'unité de production d'eau potable (avec le cas échéant stockage). L'eau est ensuite distribuée aux consommateurs via les ouvrages de stockage, le cas échéant de pompage, et le réseau de distribution (géré à 70 % par les intercommunalités et à 30 % délégués à des acteurs privés comme Suez et Véolia)[439]. L'eau est consommée et dégradée par l'activité ou l'utilisateur. Dans le cas de l'assainissement collectif, l'eau est ensuite collectée et transportée jusqu'aux stations de traitement des eaux usées (STEU), avant d'être relâchée dans le milieu naturel. Dans le cas de l'assainissement individuel, l'eau est collectée, traitée et infiltrée localement.

Ces réseaux d'eau potable sont vieillissants, ce qui représente un enjeu conséquent étant donné l'importante taille du linéaire (900 000 km[440]) et le taux de renouvellement de 0,8 % par an[441]. La durée de vie d'un réseau peut aller en théorie jusqu'à 60 / 80 ans. Mais son renouvellement dépend moins de l'âge que de facteurs comme la qualité de sa pose, la nature des sols, la charge qui circule dessus, l'intrusion de racines, la pression de l'eau, et dépend aussi du

[438] Zones de répartition des eaux (ZRE), Atlas catalogue du Sandre, 2018
[439] 2023_27_tarification_eau.pdf, CESE, 2023 (p. 23)
[440] Eau potable, INRAE, 2023
[441] Taux de 2022. Source : Pour une politique de l'eau ambitieuse, responsable et durable, Sénat, 2023

matériau utilisé pour la canalisation (certains émettent des composés toxiques et doivent être changés en priorité).

Les défauts du réseau d'eau potable génèrent des pertes importantes notamment car l'eau y est transportée sous pression. Un peu plus de 18 % de l'eau distribuée aurait ainsi été perdue en 2023[442], en diminution depuis plusieurs années (22% estimé en 2008)[443]. Par ailleurs, l'eau qui fuit peut provoquer des dégâts dans les infrastructures avant de retourner au milieu naturel par infiltration : effondrements, corrosion, etc. Elle doit donc être extraite en quantité supérieure aux besoins réels et traitée à nouveau pour être utilisée.

Il existe également des infrastructures permettant de faire des transferts d'eau entre territoires à l'échelle régionale. Par exemple, l'eau du lac de Serre-Ponçon peut être exportée jusqu'à la côte d'azur, et l'eau du Rhône est distribuée dans le Sud de la France grâce au Système Rhône[444], dont un tronçon s'étend jusqu'au Languedoc, via l'Aqua Domitia. Ces transferts d'eau dans le sud de la France servent principalement à l'irrigation.

[442] Part du volume d'eau mis en distribution perdu par fuite dans les canalisations en 2021, Eaufrance, 2023
[443] Part du volume d'eau mis en distribution perdu par fuite dans les canalisations en 2021, Eaufrance, 2023
[444] Le Système Rhône, Réseau Hydraulique Régional, n.d.

2. Les enjeux de la ressource en eau

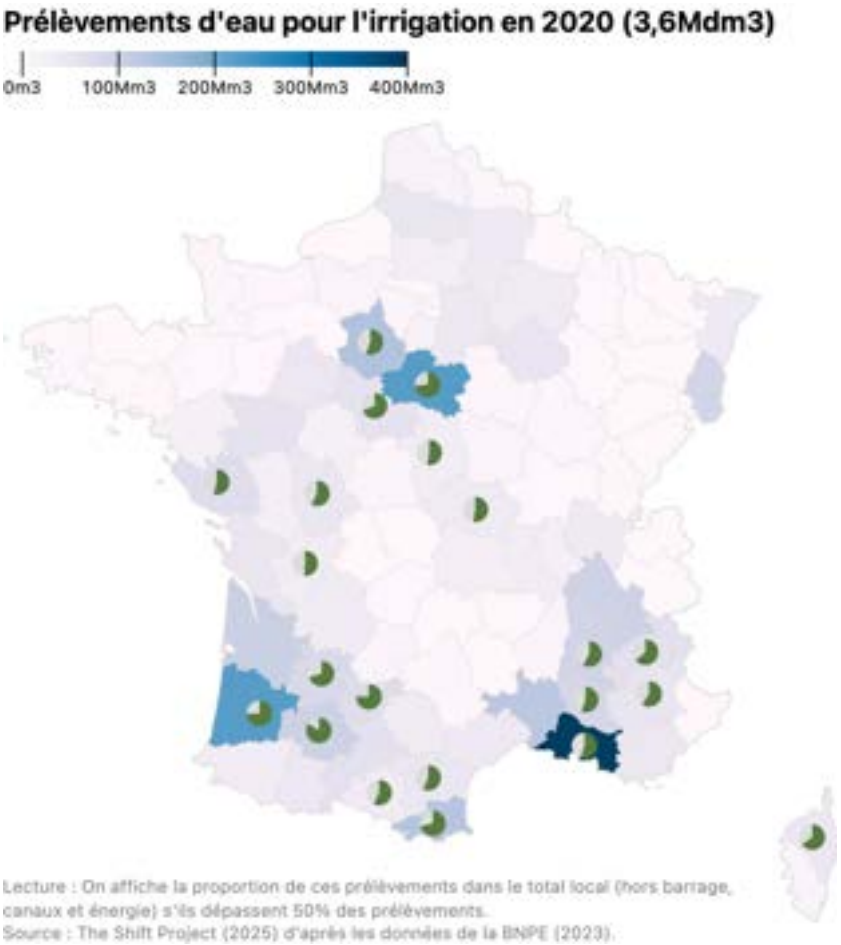
A. Une agriculture face à l'enjeu d'une moindre disponibilité de l'eau

> **En résumé**
>
> Le réchauffement climatique pourrait générer une hausse de 25 % du nombre de jours de sols secs en moyenne dans toute la France d'ici à 2050, générant des pressions sur les cultures sensibles et accroissant le recours à l'irrigation dans ces territoires, ainsi qu'une baisse des débits de 7 % dans le sud de la France (Nouvelle Aquitaine, Occitane, Provence Alpes Côte d'Azur) générant des tensions sur l'irrigation dans ces territoires.

La production agricole dépend de la capacité des plantes à répondre à leurs besoins en eau, qu'elle provienne directement du milieu naturel ou de l'irrigation. La première source d'eau est naturelle, issue des réserves des sols, des infiltrations et des précipitations. En complément de ces apports « naturels », l'agriculteur peut recourir à l'irrigation, à condition que les parcelles soient équipées. L'irrigation représente ainsi 11 % des prélèvements d'eau en France et 61 % des consommations[445]. Les besoins en irrigation varient selon les espèces et variétés cultivées, qui n'ont pas toutes la même sensibilité au déficit hydrique, et selon les conditions climatiques locales. **L'analyse qui suit illustre à la fois le niveau actuel de dépendance à l'irrigation et les tensions que le changement climatique va accentuer sur la disponibilité en eau pour l'agriculture.**

Pour identifier les menaces qui pourraient exister dans nos capacités à mobiliser l'eau pour l'irrigation, on peut visualiser les prélèvements actuels orientés vers cet usage (cf. applats de couleur dans la carte suivante) mais également visualiser la part que représente l'irrigation dans les consommations locales (cf. diagrammes) :

[445] La demande en eau, France Stratégie, 2025



On observe que les territoires qui irriguent le plus sont la Nouvelle Aquitaine, l'Occitanie, le Provence-Alpes-Côte-d'Azur, l'Auvergne-Rhône-Alpes, mais aussi les Pays-de-la-Loire, le Centre-Val-de-Loire et le pourtour de l'île de France. On observe que l'irrigation est l'usage majoritaire des eaux prélevées dans le sud de l'Ile-de-France et le nord du Centre Val de Loire, dans une partie de la Nouvelle-Aquitaine et de l'Occitanie, et enfin dans le sud-est (Drôme, Vaucluse, Hautes Alpes, Alpes de Haute Provence et Bouches du Rhône).

Les cultures ainsi irriguées ne sont pas les mêmes dans tous les territoires. Ainsi, parmi les 200 000 hectares irrigués dans le bassin de la Garonne, plus de la moitié est dédiée au maïs[446]. Dans le pourtour méditerranéen, ce sont avant tout les cultures de vignes, fruits et légumes qui consomment de l'eau. Dans le pourtour de l'île de France, l'eau est avant tout consommée dans les grandes cultures, comme les betteraves et les céréales, ou encore la pomme de terre et le maïs grain.

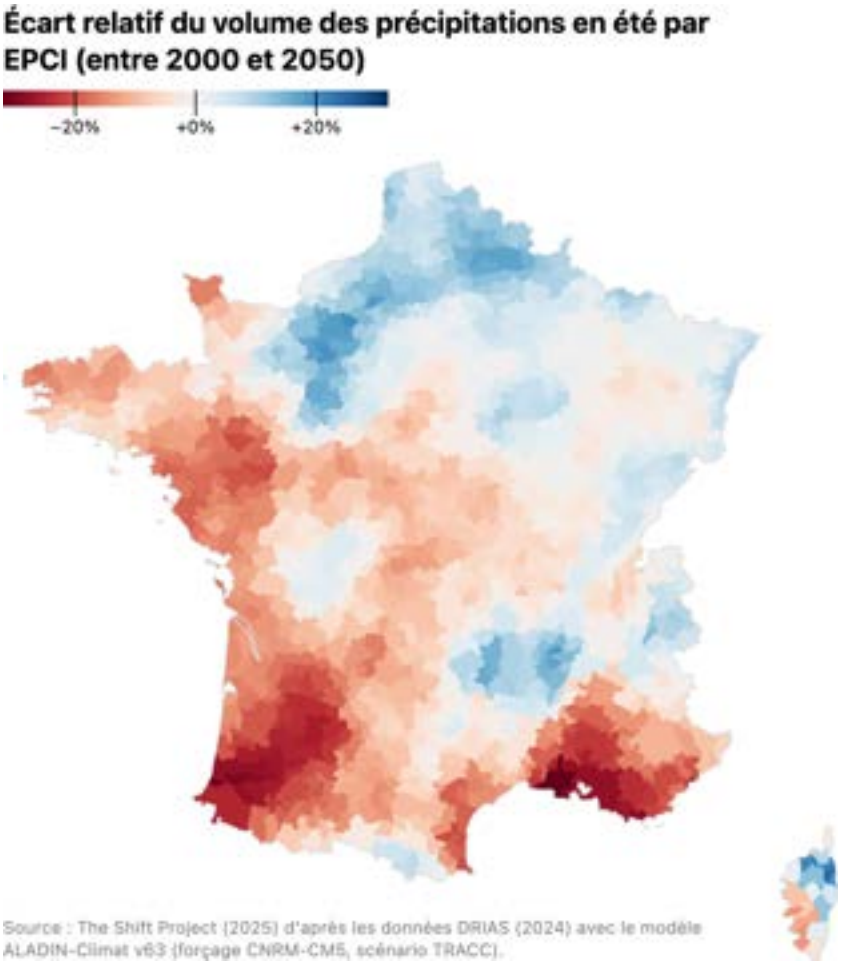
Effet du changement climatique sur le nombre de jours de sols secs et sur les précipitations

Le changement climatique va fortement impacter la disponibilité de l'eau sur les territoires. On se base ci-dessous sur le modèle régional ALADIN-Climat de Météo France[447], qui modélise la Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC).

[446] Garonne 2050, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2014
[447] À quel climat s'adapter en France selon la TRACC ?, Météo France, n.d.

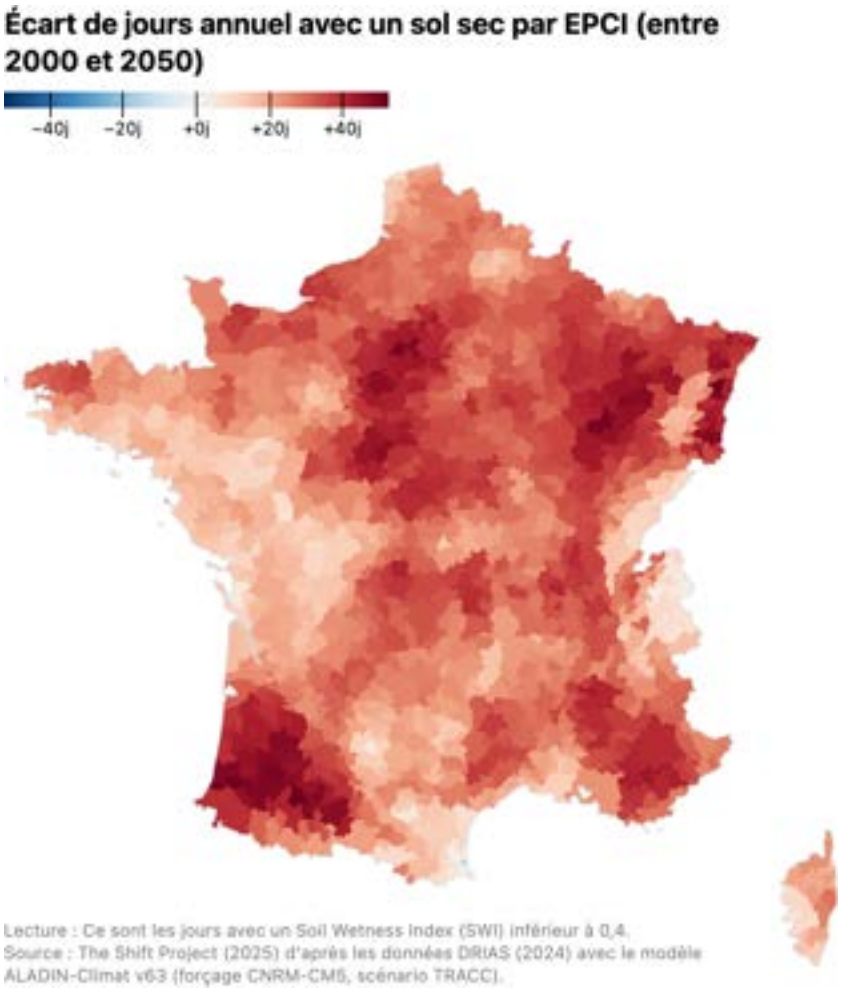
On peut ainsi s'attendre à une baisse de la pluviométrie en été et des épisodes de sécheresse plus fréquents, plus longs et plus intenses, d'ici 2050. On peut par ailleurs s'attendre à une hausse de l'évapotranspiration des sols. Cette dernière a un effet indirect sur l'irrigation puisqu'elle peut augmenter le besoin d'apport en eau à culture équivalente.

On peut commencer par visualiser l'évolution des précipitations estivales, issue des modélisations de Météo France, dans le scénario d'augmentation de 2,7°C des températures à 2050.



Les précipitations estivales vont notamment diminuer dans le pourtour méditerranéen, qui est fortement dépendant de la disponibilité de l'eau pour l'arboriculture et le maraîchage. Elles vont également diminuer dans tout l'ouest de la France, de l'Adour jusqu'à la Bretagne, mais aussi dans le sud-ouest de l'île de France, dans la Beauce, exposant les grandes cultures dépendantes de l'irrigation. Sur le reste de la France, malgré l'augmentation que semblent indiquer les modélisations, les experts climatiques s'accordent plutôt sur une forme d'incertitude sur l'évolution des précipitations estivales dans le nord et l'est.

On peut par ailleurs visualiser les évolutions en termes de sécheresses, notamment en s'intéressant à l'évolution du nombre de jours de sols secs.



On observe une croissance du nombre de jours secs dans tout le pays, de 25 % en moyenne, mais notamment dans deux zones à fort enjeu d'irrigation : le pourtour de l'île de France, qui est fortement dépendant de l'irrigation pour les grandes cultures, ainsi que dans le sud-ouest (bassin de l'Adour), qui est fortement dépendant de l'irrigation pour la culture du maïs grain.

Quelles évolutions futures de l'irrigation en France selon France Stratégie ?

Comme l'avons, l'irrigation a beau être marginale d'un point de vue « surfacique » en ne représentant que 6,8 % de la surface agricole utile en 2020, **son importance parmi les sources de consommations (61 % des consommations totales d'eau), son développement accéléré dans la dernière décennie (+ 15 % entre 2010 et 2020) et les contraintes existant sur la disponibilité en eau, posent la question de la maîtrise de l'irrigation**.

Une étude réalisée par France Stratégie dédiée à l'évolution des consommations en eau en France à l'échéance 2050[448] considère ainsi deux facteurs pour penser l'évolution de la consommation en eau pour l'irrigation :

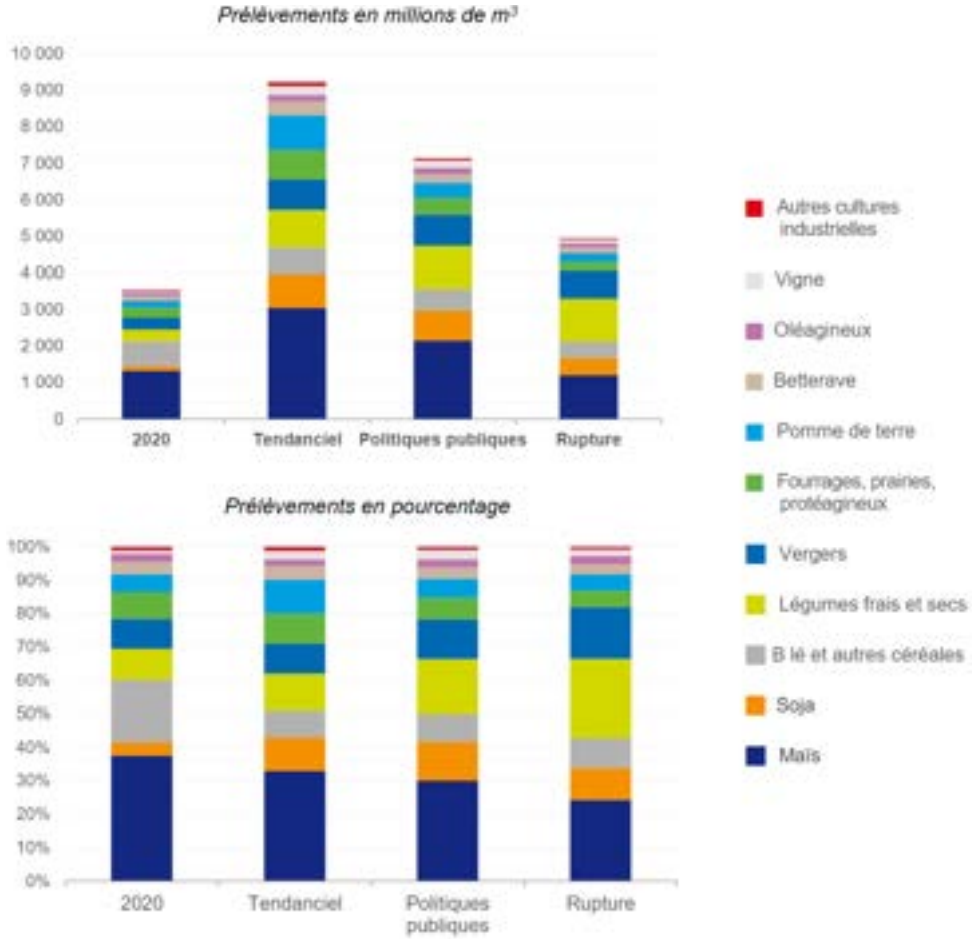
- **Le premier facteur est l'équipement des surfaces pour l'irrigation**. Le niveau de consommation en eau pour l'irrigation dépend ainsi de la part des surfaces équipées, de la

[448] Note d'analyse n°148 - 23.01, France Stratégie, 2025

performance de la technique d'irrigation (mais dont la traduction en économie d'eau n'est pas systématique selon la littérature scientifique[449]).

- **Le second facteur est le choix des cultures**, étant donné que toutes les cultures n'ont pas les mêmes besoins en irrigation. Le taux d'irrigation dépend ainsi du développement où non de cultures qui peuvent nécessiter un apport en eau : pomme de terre, betterave, soja, protéines végétales, cultures pérennes à vocation énergétique, alimentation dédiée au bétail, protéines végétales, légumes frais, arboriculture, maraîchage, etc.

L'analyse de France Stratégie met ainsi en évidence le risque d'une explosion des consommations en eau pour l'irrigation, surtout dans les cas de printemps-été sec. L'analyse met en revanche en évidence la dépendance de ces trajectoires futures aux choix qui seront faits. *Pour plus de détails sur les facteurs clés portant les consommations dans chaque scénario, se référer à l'étude complète de France Stratégie*.



Prélèvements pour les différentes cultures, en valeur absolue et en part, dans les trois scénarios d'usage en 2050 pour un printemps-été sec (France Stratégie)[450]

Par ailleurs, selon les choix productifs qui seront réalisés, les augmentations de consommations pour l'irrigation ne seront pas les mêmes partout en France. L'irrigation croissante de la pomme de terre et de la betterave toucherait le nord de la France, ainsi que les

[449] The paradox of irrigation efficiency, R. Q. Grafton, 2018 et Water conservation in irrigation can increase water use, Frank A. Ward, 2008
[450] La demande en eau, France Stratégie, 2025

départements de la côte atlantique dans le cas de la pomme de terre. Le développement de cultures de légumes frais toucherait potentiellement davantage les alentours de grandes villes, si tant est que la relocalisation des consommations de fruits et légumes (aujourd'hui importés respectivement à 37 % et 33 %) est pensée dans une logique de circuit court alimentaire. Le développement de l'arboriculture toucherait davantage les régions où ces cultures sont déjà cultivées, comme le pourtour méditeranéen, le Rhône, la Garonne et le nord-ouest de la France.

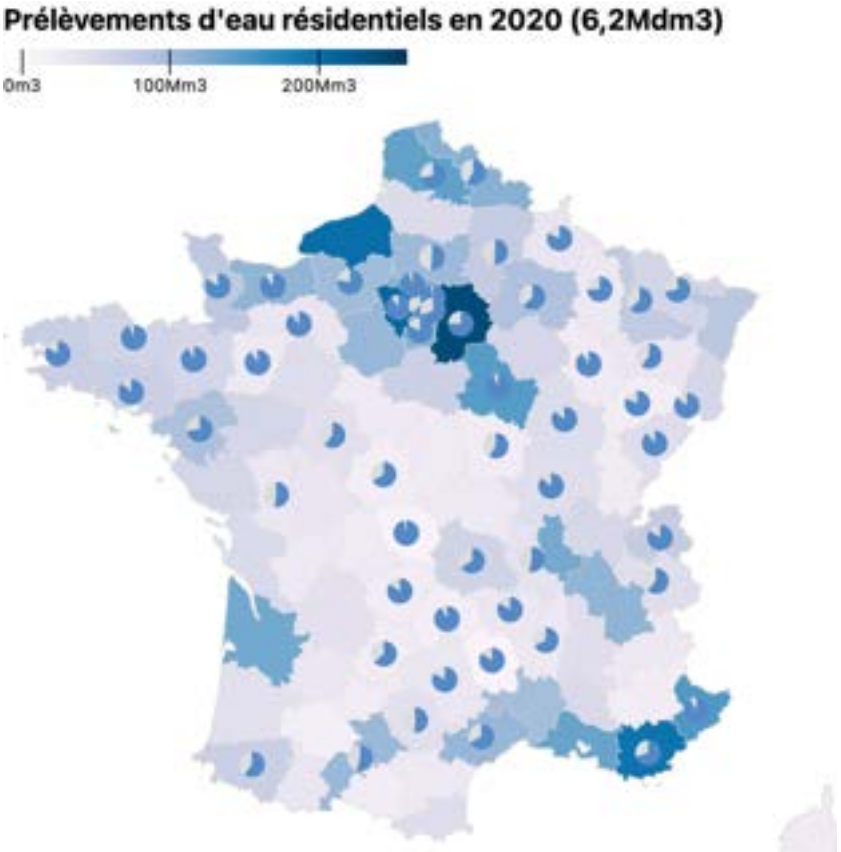
B. L'enjeu de la sécurisation des approvisionnements de l'eau dans le résidentiel

Les usages résidentiels représentent une part significative des consommations d'eau potable (14 % des prélèvements et 13 % des consommations)[451] et concernent l'ensemble du territoire. Cette demande se trouve directement exposée aux tensions sur la ressource, accentuées par les effets du changement climatique. L'évolution future de cette vulnérabilité dépendra surtout des efforts réalisés pour réduire les consommations et améliorer l'efficacité des réseaux. **L'analyse qui suit vise à évaluer les marges de sobriété et les leviers d'action permettant de sécuriser l'accès à l'eau potable pour les usages résidentiels, ainsi que les augmentations de consommation que pourraient générer les évolutions démographiques**.

Les tensions générées par le changement climatique ont notamment été illustrées par l'épisode de sécheresse de 2022 qui a menacé l'approvisionnement en eau potable de nombreuses communes dans le pays : un millier de communes ont alors dû mettre en place des mesures de gestion exceptionnelles pour assurer l'approvisionnement de leurs habitants[452], 343 ont approvisionné leurs riverains par citerne et 196 ont même dû distribuer des bouteilles d'eau.

Pour identifier les menaces qui pourraient exister dans notre capacité à répondre aux besoins en eau pour le résidentiel, on peut visualiser les prélèvements actuels orientés vers cet usage (cf. applats de couleur dans la carte suivante) mais également visualiser la part que représente ces consommations résidentielles dans les consommations locales (cf. diagrammes) :

[451] La demande en eau, France Stratégie, 2025
[452] Retour d'expérience sur la gestion de l'eau lors de la sécheresse 2022, IGEDD / IGA / CGAAER, 2023



En s'intéressant à la part que représente le résidentiel dans les prélèvements locaux, on observe que le résidentiel est l'usage majoritaire des eaux prélevées dans de nombreux territoires dans l'ouest, dans le massif central, dans l'île de France, dans le nord, dans l'est de la France, ainsi que dans quelques départements du sud comme le Var, la Haute-Garonne, les Pyrénées Atlantiques et la Gironde.

En s'intéressant aux quantités prélevées pour le résidentiel, de manière absolue cette fois-ci, on constate qu'elles dépendent avant tout du niveau de peuplement des différents territoires. Ainsi, les départements accueillant une grande Métropole sont les principaux préleveurs d'eau, comme les Bouches du Rhône pour Marseille, le Rhône pour Lyon, la Gironde pour Bordeaux, la Loire Atlantique pour Nantes, l'Isère pour Grenoble, et toute l'Ile-de-France. On observe également quelques autres territoires consommateurs comme c'est le cas l'Yonne, où une partie de l'eau consommée à Paris est prélevée.

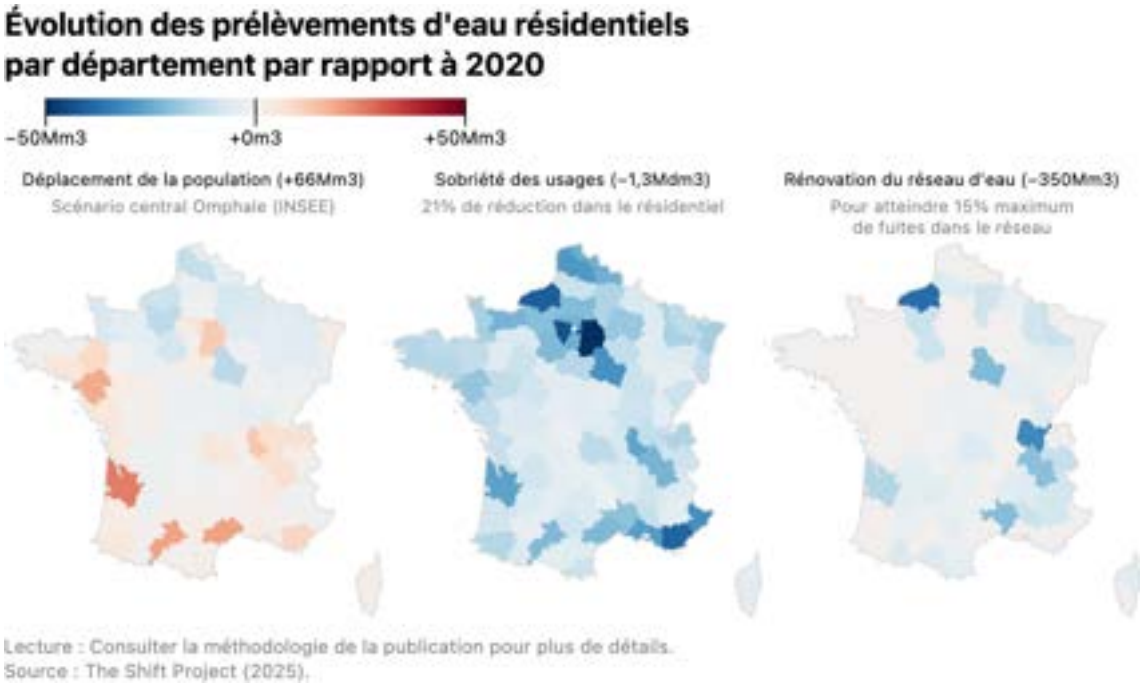
Les consommations futures dans le résidentiel dépendent des dynamiques démographiques mais aussi des choix de transition

La consommation d'eau résidentielle est liée au nombre d'habitants mais aussi liée aux pratiques de consommation propres à chaque territoire (ex : présence de piscines privatives). Pour regarder l'effet lié à l'évolution de la population, on se base sur le scénario central des projections de population de l'INSEE[453] à l'horizon 2050, qui permet d'anticiper l'augmentation ou la baisse de la population par département.

[453] Projections de population 2018-2070 pour les départements et les régions Omphale, INSEE, 2022

Pour tester les effets d'une généralisation de pratiques de sobriété dans la modélisation ci-dessous, nous supposons un niveau de sobriété identique appliqué à tous les prélèvements résidentiels actuels (quel que soit leur niveau initial). En l'occurrence, selon le scénario politiques publiques de France Stratégie[454], l'utilisation d'eau par les ménages pourrait être réduite de l'ordre de 21 % entre 2020 et 2050 grâce à des actions de sobriété et d'efficacité (soit un objectif de 100 L/j/hab. en 2050).

Pour les réseaux d'eau, les efforts peuvent en revanche varier d'un territoire à un autre. En effet, l'état du réseau de distribution d'eau n'est pas le même partout en France. La base Sispea (Système d'information des services publics d'eau et d'assainissement) publié en 2022[455] permet ainsi de connaître le rendement moyen du réseau de distribution par département. Le réseau d'eau de la moitié des départements a plus de 20 % de fuites, c'est à dire que pour 10 L qui passent dans les tuyaux, 2 L partent dans la nature. Les réseaux de 6 départements (les Alpes-de-Haute-Provence, les Hautes-Alpes, l'Ariège, la Haute-Corse, le Lot et la Meuse) ont même plus de 35 % de fuites. Le scénario politiques publiques de France Stratégie[456] mise ainsi sur une rénovation des réseaux d'eau[457] permettant d'atteindre un maximum de 15 % de fuites sur le réseau en 2050.



On observe que les consommations futures dépendent énormément de l'effort de sobriété qui sera réalisé par les territoires puis de l'effort de rénovation des réseaux (5,6 % des prélèvements du résidentiel peuvent être économisés avec une atteinte de l'objectif de 15 % de fuites maximum). De manière logique, l'économie d'eau est alors proportionnelle à la consommation du territoire considéré : plus un territoire consomme et à de fuites, plus il a de marge de progression dans les économies d'eau.

---

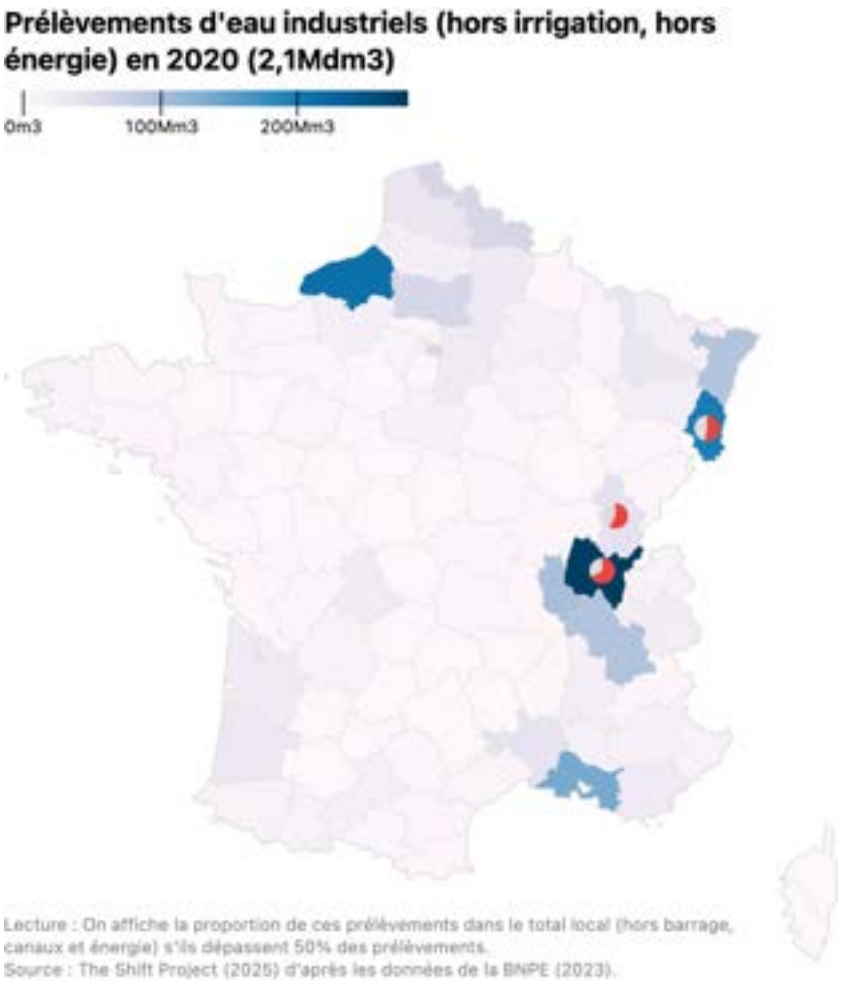
[454] La demande en eau. Prospective territorialisée à l'horizon 2050, France Stratégie, 2025 (p. 76)
[455] Panorama des services et de leur performance en 2022, Sispea, 2022 (p. 57)
[456] La demande en eau. Prospective territorialisée à l'horizon 2050, France Stratégie, 2025 (p. 76)
[457] Cet enjeu de rénovation génère d'importantes problématiques de coût, avec un linéaire qui peut être d'une taille importante, même dans les communes rurales, et avec des budgets qui ne suivent pas toujours.

Par ailleurs, on observe que les dynamiques socio-démographiques des décennies à venir pourraient venir accroître localement les consommations dans les zones attractives, comme la côte Atlantique et le quart sud-est, ou encore l'île-de-France. **L'augmentation est ainsi importante dans des départements déjà peuplés, et donc déjà soumis à d'importantes consommations résidentielles, comme la Loire-Atlantique, la Gironde ou la Haute-Garonne**.

C. Les évolutions de l'industrie qui peuvent augmenter les prélèvements

L'industrie, dont le secteur numérique fait partie, pourrait générer de nouvelles pressions importantes sur la ressource en eau. Le développement des centres de données entraîne des besoins en eau pour le refroidissement, la réindustrialisation relance des activités fortement consommatrices en eau (chimie, agro-alimentaire, métallurgie, textile) et la production d'hydrogène par électrolyse consomme aussi des volumes d'eau. Ces dynamiques laissent entrevoir des risques de nouveaux conflits d'usage locaux, dans un contexte où la ressource serait déjà contrainte par le changement climatique et par les prélèvements des autres usages, notamment agricoles et résidentiels. **L'analyse qui suit vise à évaluer l'ampleur de ces nouveaux prélèvements sur deux exemples ciblés (hydrogène, centres de données).**

Pour identifier les menaces qui pourraient exister dans nos capacités à répondre aux besoins en eau pour l'industrie, on peut visualiser les prélèvements actuels orientés vers cet usage (cf. applats de couleur dans la carte suivante) mais également visualiser la part que représente ces consommations industrielles dans les consommations locales (cf. diagrammes) :



Sans surprise, les zones les plus consommatrices en eau pour l'industrie sont les zones historiquement industrielles : le nord de la France (sidérurgie, chimie et pétrochimie, sucreries-distilleries, agro-industrie, papier-carton), la Seine Maritime (Raffinage et pétrochimie, chimie lourde, papier carton, agro-industrie), le haut-Rhin et bas-Rhin (chimie-pharma, papeteries, sucreries, agro industrie, textile), le Rhône, l'Ain et l'Isère (raffineries et pétrochimie, chimie de spécialité, papeteries, microélectronique, métallurgie, agroalimentaire) et les Bouches-du-Rhône (sidérurgie, raffinage, chimie lourde, pâte à papier, agro-industrie, etc.).

Les prélèvements futurs portés par les centres de données et l'hydrogène

Pour modéliser les prélèvements suscités par le développement de l'hydrogène et des centres de données, on reprend les hypothèses industrielles faites dans le chapitre Électricité, se basant à la fois sur le schéma de développement du réseau (SDDR)[458] publié par RTE en 2025 et sur des hypothèses des acteurs de référence.

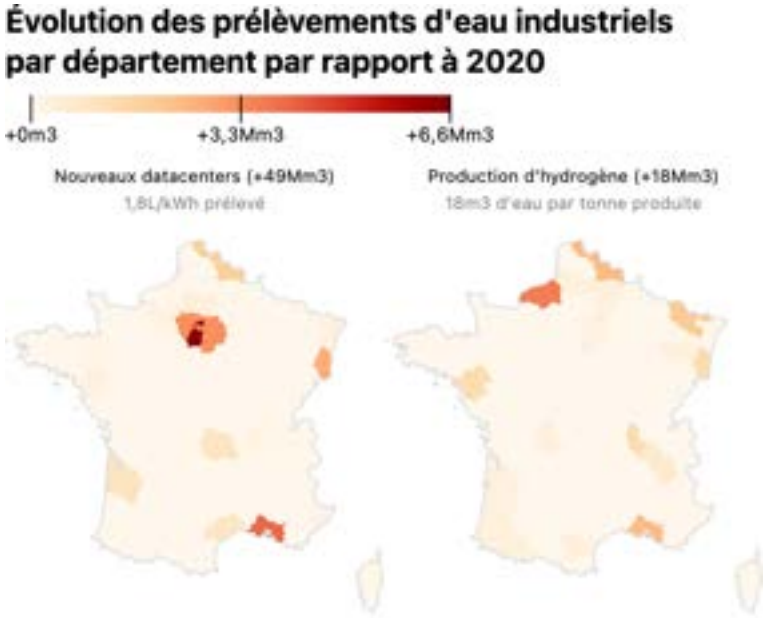
NB : pour les centres de données on considère un usage d'eau moyen de 1,8 L/kWh[459] pour le refroidissement. Pour la production d'hydrogène, France Stratégie[460] quantifie à peu près à 18m3 d'eau prélevée par tonne d'hydrogène produite par électrolyse (et 9 m3 d'eau consommée).

---

[458] Schéma décennal de développement du réseau, RTE, 2025
[459] How to manage data center water usage sustainably, TechTarget, n.d.. NB : cette valeur est très variable d'une installation à l'autre, plusieurs géants de l'informatique déclarent prélever moins
[460] La demande en eau. Prospective territorialisée à l'horizon 2050, France Stratégie, 2025 (p. 71)

On estime ainsi 49 millions de m3 d'eau prélevée pour le développement des centres de données identifiés par RTE. Cela correspond à l'équivalent de 2 % des prélèvements actuels industriels en France. Par ailleurs, en visant les 50 TWh de production hydrogène[461], on estime à 18 millions de m3 d'eau prélevée[462], et donc 9 millions de m3 d'eau consommée. Cela correspond à l'équivalent de 0,8 % des prélèvements actuels pour l'industrie en France, et de 5 % des consommations actuelles de l'industrie.

Pour le reste, même si l'on connaît les prélèvements en eau moyennes des principales activités industrielles (voir plus haut dans l'introduction du chapitre eau), il est très difficile de prévoir quelle activité s'implanterait (ou se transformerait), sur quel territoire et avec quelles améliorations de procédés d'ici 2050. Nous ne proposons donc pas d'estimation d'impact sur les prélèvements d'eau locaux des autres branches industrielles.



Quelques départements concentrent à la fois de nouveaux centres de données et des unités de production d'hydrogène, comme les Bouches du Rhône (zone d'arrivée des câbles télécoms et zone industrielle), ou encore dans certaines zones qui sont à la fois peuplées (versant centre de donnée) et fortement industrielles (versant hydrogène), comme c'est le cas dans le Haut-Rhin, dans le Nord, en Gironde, et en Pays de Loire. Cela va faire accroître les prélèvements d'eau. En île de France également, le développement de nombreux centres de données va susciter une hausse des prélèvements en eau.

[461] cf. enjeu électricité n°1 dans le chapitre dédié
[462] En considérant un rendement typique d'électrolyseur de 50 kWh/kg d'hydrogène produit, 50 TWh produirait environ 1 million de tonnes d'hydrogène.

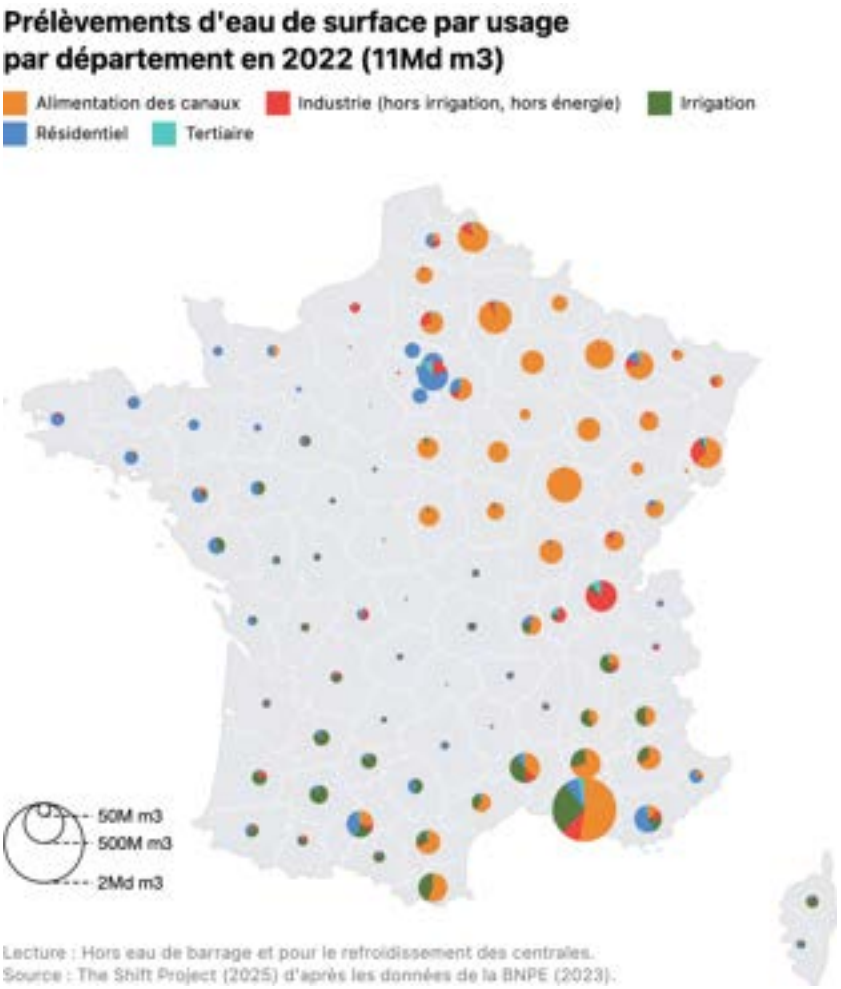
D. La tension du changement climatique sur les eaux de surface

En résumé

Le changement climatique pourrait générer une baisse des débits des cours d'eau de 7 % en moyenne annuelle dans le sud de la France (Nouvelle Aquitaine, Occitane, Provence Alpes Côte d'Azur) générant des tensions dans ces territoires entre : irrigation, usages industriels et usages résidentiels.

Le changement climatique réduit progressivement la disponibilité des eaux de surface. La multiplication des jours de sols secs, la baisse des précipitations estivales et la diminution des débits des cours d'eau accentuent la pression sur cette ressource. Ces évolutions renforcent les risques de conflits d'usage entre les différents secteurs consommateurs, qu'il s'agisse de l'énergie, de l'agriculture, de l'industrie ou du résidentiel. **L'analyse qui suit vise à caractériser l'ampleur de ces tensions et leurs implications sur la gestion future des eaux de surface.**

Avant d'analyser les impacts du changement climatique sur les eaux de surface, on peut s'intéresser à la répartition des prélèvements en eau de surface entre les différentes activités, afin d'analyser ensuite les activités qui seront en conflit dans les zones où les eaux de surface sont contraintes par le changement climatique.



On observe des répartitions différentes des usages des prélèvements d'eaux de surface (i.e. sans prise en compte des prélèvements d'eau souterraines) d'un département à un autre :

- **Premièrement, les territoires accueillant une centrale nucléaire ou thermique ressortent clairement du fait de leurs importants prélèvements**, Indre-et-Loire, Loire-et-Cher, Loiret, Cher, Moselle, Haut-Rhin, Ardennes, Aube mais aussi Ardèche, Drôme, Isère, Loire-Atlantique, Vienne, Tarn et Garonne. Ceux-ci seront plus soumis aux enjeux réglementaires liés à la température des eaux de surface.

- **Deuxièmement, on observe de nombreux territoires dans l'ouest et le sud-ouest, où les prélèvements d'eau de surface pour l'irrigation sont dominants**. Ils sont accompagnés d'importants prélèvements pour l'industrie (Pyrénées Atlantiques, Landes, Gironde, Dordogne, Charente) ou pour le résidentiel (Vendée, Maine-et-Loire, Gers, Lot-et-Garonne, Lot, Tarn, et Ariège). Par ailleurs, les prélèvements des territoires de la Méditerranée et des Alpes sont partagés entre prélèvements directs pour l'irrigation et prélèvements pour les canaux (eau qui est elle-même majoritairement utilisée pour l'irrigation).

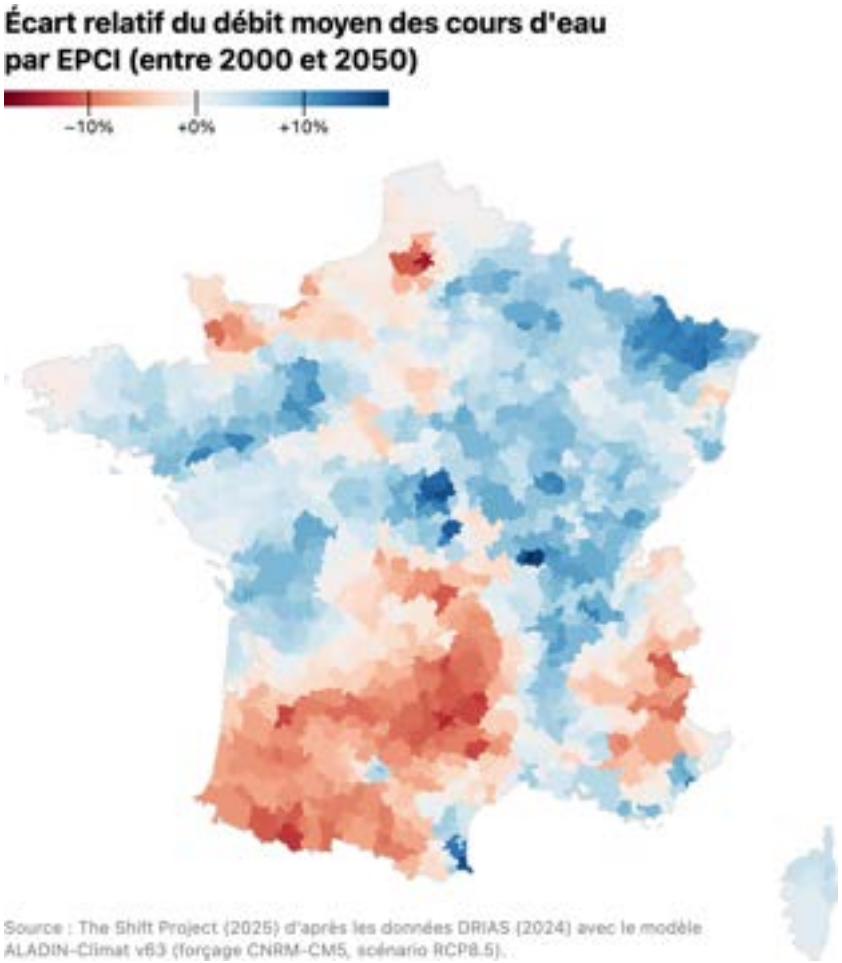
- **Troisièmement, de nombreux territoires du nord et de l'est voient les prélèvements d'eau de surface pour le fonctionnement des canaux comme usage principal des eaux de surface**. C'est le cas dans les Hauts-de-France, dans le Grand Est et en

Bourgogne-Franche-Comté. Ces prélèvements sont parfois accompagnés de prélèvements pour le refroidissement des centrales (mentionnés ci-dessus).

- **Quatrièmement, les prélèvements d'eau de surface en Bretagne, dans la Manche, en Mayenne et dans l'Orne sont dominés par les consommations résidentielles**.

Effets du changement climatique sur le débit moyen des cours d'eau

A l'année, on observe une réduction des débits moyens dans de nombreux territoires :



On analyse une baisse des débits dans tout le sud ouest, le massif central, les Alpes, ou encore dans la Manche et le Calvados. Ces tensions sur les eaux de surface engendrent des conflits différenciés selon la nature des activités locales : en Occitanie, elles opposeront principalement l'irrigation agricole aux usages résidentiels. Les usages touchés dans la Provence-Alpes-Côte-d'Azur sont les mêmes, ainsi qu'au nord de l'île de France. En Nouvelle-Aquitaine (Corrèze, Landes, Pyrénées-Atlantiques, Lot-et-Garonne, Dordogne), les tensions se concentreront entre l'irrigation, l'industrie et les usages domestiques.

Sols

1. Les consommations de sols

Remarque préliminaire : dans le cadre de ce travail, nous abordons la question des sols sous son angle quantitatif, c'est-à-dire en tant que ressource foncière. Pour approfondir les dimensions qualitatives, nous renvoyons le lecteur vers la littérature qui existe sur le sujet[463]. Cependant, même sous l'angle quantitatif, nous distinguons dans ce propos les sols forestiers, naturels et agricoles, des sols déjà artificialisés. En effet, on ne saurait considérer ces différents types de sol comme interchangeables.

A. De multiples usages des sols : agricole, forestier, urbain

Concepts clés :

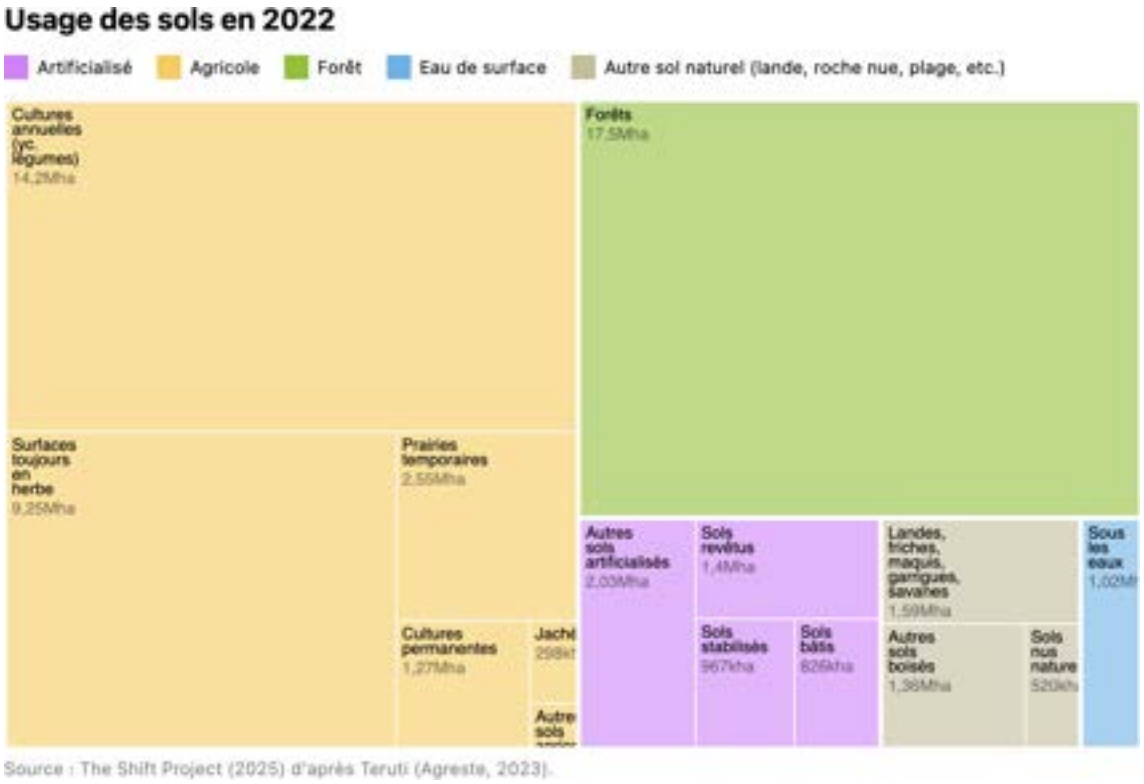
Couverture des sols : l'IGN (OCSGE) distingue 11 catégories pour qualifier la couverture des sols français naturels et anthropisés : Zones bâties, zones non bâties, zones à matériaux minéraux, zones à autres matériaux composites, sols nus, surfaces d'eau, névés et glaciers, peuplements de feuillus, peuplements de conifères, peuplements mixtes, formations arbustives et sous-arbrisseaux, autres formations ligneuses, formations herbacées, et autres formations non ligneuses.

Usage des sols : l'IGN (OCSGE) distingue 5 grandes catégories pour qualifier l'usage des sols : production primaire (agriculture, sylviculture, activités d'extraction, pêche et aquaculture, autre) ; production secondaire ; production tertiaire ; réseaux et transports logistiques (routier, ferré, aérien, eau, services de logistique, réseaux d'utilité publique) ; résidentiel ; et autres usages (zones en transition, zones abandonnées, sans usage, usage inconnu).

Les « usages » et « couvertures » des sols

Selon Teruti[464] en 2022, la France métropolitaine dispose de 55 millions d'hectares, dont 50 % de surface agricole, 32 % de forêts, 9,4 % en sols artificialisés et 6% d'espaces naturels (5 %), comme les garrigues ou les maquis. 2 % des surfaces sont par ailleurs couvertes de cours d'eau et d'étendues d'eau. Pour les sols dédiés à l'agriculture, une moitié est occupée par des cultures (annuelles ou pérennes) et l'autre moitié par des prairies (temporaires et surfaces « toujours en herbe »).

[463] Par exemple : Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs
[464] L'occupation du territoire en 2022 Enquêtes Teruti 2021-2022-2023, Agreste, 2024



Source : The Shift Project (2025) d'après Teruti (Agreste, 2023).

Chacun de ces types d'espaces joue un rôle structurel dans le fonctionnement des écosystèmes et de l'économie :

- **Les espaces agricoles** permettant la production de biomasse agricole et fournissant de nombreux services écosystémiques (cf. le livret Biomasse agricole). Des pratiques agroécologiques sur ces espaces permettent ainsi de favoriser la biodiversité des sols, l'infiltration et le stockage de l'eau dans les sols et les nappes, le stockage du carbone, et de réduire l'érosion des sols

- **Les espaces forestiers** permettant la production de bois et fournissant également de nombreux services écosystémiques (cf. le livret Bois). Des forêts gérées de manière « durable » abritent une grande biodiversité, favorisent l'infiltration de l'eau dans les sols grâce aux systèmes racinaires, permettent de réduire l'érosion des sols notamment dans les montagnes, ou encore de réguler le climat local.

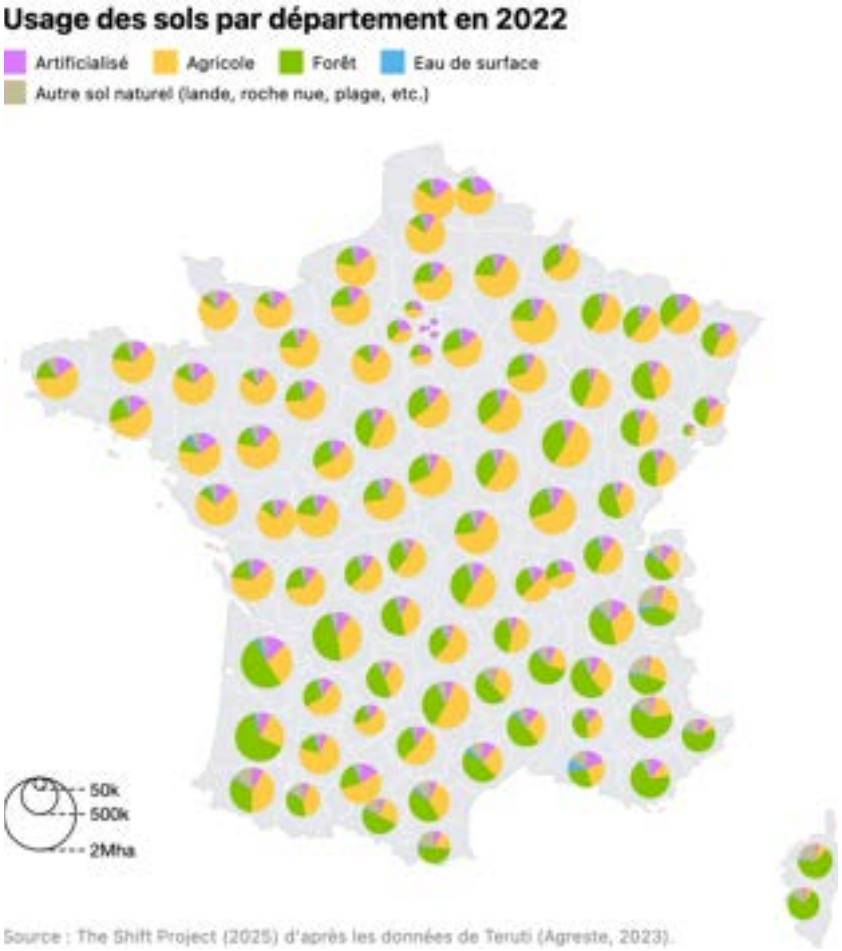
- **Les surfaces artificialisées** étant pour la plupart occupées par des bâtiments et infrastructures nécessaires au fonctionnement de l'économie et à la vie des habitants, parmi lesquelles les infrastructures énergétiques (cf. le livret Électricité).

- **Les eaux de surface** permettant la vie des écosystèmes aquatiques et le fonctionnement de nombreuses activités (cf. le livret Eau).

Par ailleurs, en stockant une partie de l'excédent d'eau de pluie et en mettant à disposition de la végétation et des micro-organismes une réserve utile en eau, **les sols vivants ont la capacité de retarder et d'atténuer le déficit hydrique pour la végétation** qui peut survenir lorsque le volume des précipitations est restreint et lorsque les ressources de surface sont contraintes.

Des « usages » très différents d'un département à un autre

La répartition de ces surfaces n'est pas homogène en France, comme décrit ci-dessous à l'échelle de chaque département. La question des usages des sols et de leur répartition se joue aussi à une échelle bien plus fine : à l'échelle de la commune voire même à l'échelle de la parcelle.



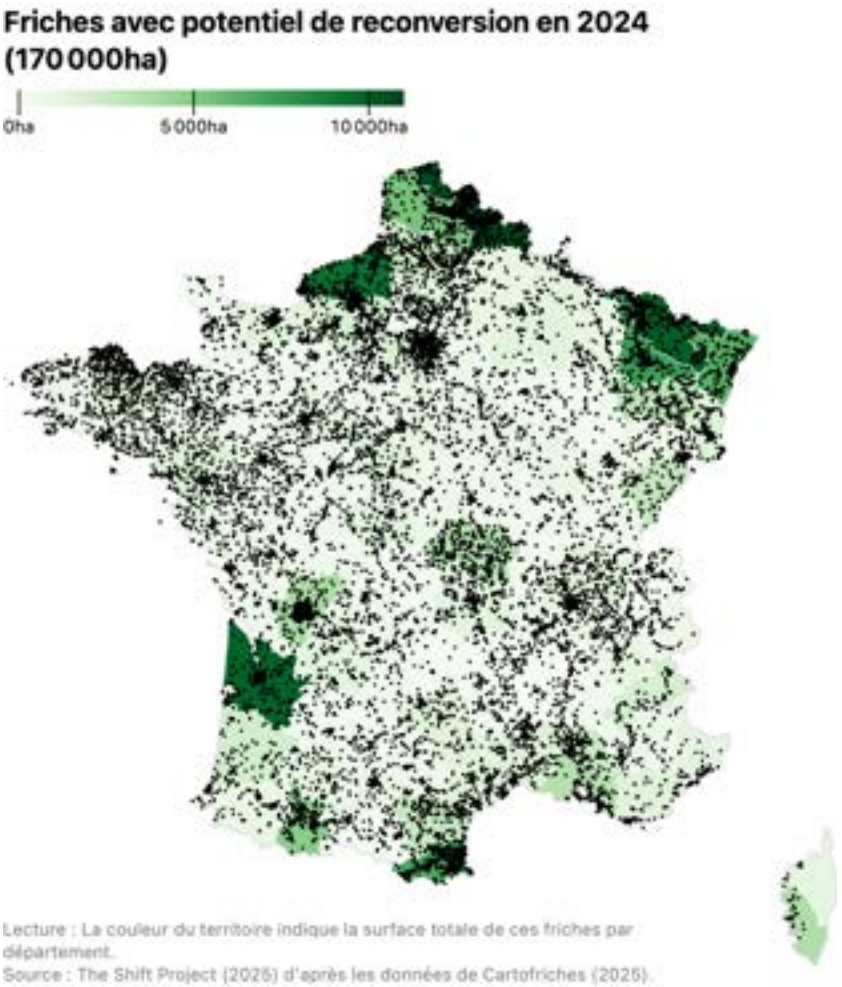
La diagonale qui part du sud-ouest jusqu'au nord-est est légèrement moins artificialisée que le reste de la France, de même que la Corse et les zones de montagne (6 % en moyenne, vs 9 % en moyenne au national). On observe une plus grande occupation par les forêts dans le tiers de la France située dans et en-dessous de la diagonale qui va de la Gironde jusqu'aux Ardennes, avec en moyenne 40 % d'occupation des sols sur ces territoires. Les deux-tiers nord-ouest allant de la Gironde aux Ardennes sont principalement couverts de surfaces agricoles, avec en moyenne 60 % d'occupation des sols sur ces territoires.

Les régions de France métropolitaine les plus artificialisées (au-dessus de la moyenne nationale de 9 %) sont l'Ile-de-France, la Bretagne, les Hauts-de-France et les Pays de la Loire. Les 5 régions les moins artificialisées sont la Corse, la Bourgogne-Franche-Comté, l'Occitanie et le Grand Est. Les régions Corse et PACA sont de loin les régions accueillant le plus d'espaces naturels (respectivement 85 % et 45 % de leur superficie). Les régions les plus agricoles sont les Hauts-de-France, la Normandie et les Pays de la Loire : ce sont également les 3 régions ayant le moins d'espaces naturels.

Les friches urbaines et terres abandonnées, des ressources convoitées

Les friches, parfois dites friches urbaines, sont « des terrains qui ont perdu leur fonction, leur vocation, qu'elle soit initiale ou non »[465]. La notion de friche couvre un spectre large de situations. Il peut s'agir d'anciens sites productifs (industriels, agro-industriels, logistiques), d'activités marchandes (commerciales), de zones d'habitations, d'équipements publics (enseignement, hospitalier), d'infrastructures (ferroviaires), de zones de loisirs et tourisme, ou encore d'anciens terrains militaires.

Les friches sont identifiées comme un potentiel foncier à mobiliser pour de nouvelles constructions. Mais chaque type de friche présente des contraintes propres, qu'elles soient techniques, juridiques ou environnementales, qui conditionnent les possibilités de réemploi ou de reconversion du site pour un usage donné.



On observe une importante concentration de friches partout en France. En particulier, certains départements industriels et fortement peuplés concentrent un grand nombre de sites, comme c'est le cas des départements du Nord, de la Seine-Maritime, de la Moselle, de la Gironde, de la Meurthe-et-Moselle, du Bas-Rhin et du Pas-de-Calais.

[465] Selon le glossaire de l'ENS Lyon : Friches — Géoconfluences

On peut également considérer un second potentiel : les terres abandonnées, c'est-à-dire des terres anciennement agricoles qui ne sont plus cultivées. Selon le CGAAER[466], l'abandon des terres découle de la concentration des exploitations, des contraintes foncières et environnementales, du manque de repreneurs, d'une fiscalité défavorable et des effets du changement climatique sur la rentabilité agricole.

Ces « terres abandonnées » représentent un réservoir pour l'agriculture ou pour la renaturation. Elles représentent 2,5 millions d'hectares, soit près de 10 % de la SAU[467] : elles sont souvent vouées à une afforestation sauvage. Cela représente environ 20 000 ha de terres délaissées par an. Les terres « manifestement sous-exploitées »[468] représentent également environ 10 % de la SAU. Le rapport du CGAAER étudiant ces phénomènes cite plusieurs facteurs contribuant à l'abandon ou à la sous-exploitation de terres agricoles : les contraintes liées au statut du fermage, la perte d'attractivité et de rentabilité du métier, la préemption de foncier pour des usages non agricoles au profit du loisir (cheval, jardinage), la spéculation foncière dans les zones périurbaines, le changement climatique ou encore le dépeuplement de certaines zones.[469]

Ces deux gisements (friches et terres abandonnées) pourraient contribuer à réduire des tensions induites par la concurrence des usages futurs, à condition que les caractéristiques des sols se révèlent compatibles avec les fonctions ou activités projetées.

B. Des consommations de sols naturels, agricoles et forestiers

Concepts clés :

Changement d'usage des sols : changement de catégorie d'usage d'un sol, par exemple d'une production primaire vers du résidentiel. C'est une des 9 limites planétaires.

Consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers : « la consommation d'espace correspond au changement d'usage de parcelles cadastrales naturelles, agricoles ou forestières en espaces urbanisés » (INSEE)

Artificialisation des sols : « altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage » (article 192 de la loi Climat et Résilience), c'est-à-dire la dégradation des fonctions des sols. La catégorisation d'un sol comme artificialisé ou non s'appuie sur la nomenclature tirée du décret d'application de la loi Climat et résilience.

L'habitat premier consommateur de sols naturels et agricoles en France

Lorsque l'on s'intéresse aux consommations d'espaces naturels, agricoles et forestiers (correspondant, pour rappel, au « changement d'usage de parcelles cadastrales naturelles,

[466] Plus de 20 000 ha de terres agricoles abandonnés chaque année, un angle mort des politiques foncières. Prospective relative aux terres agricoles délaissées à l'horizon 2050.
[467] Rapport du CGAAER n°21131-P « Plus de 20 000 ha de terres agricoles abandonnées chaque année, un angle mort des politiques foncières », publié en janvier 2025.
[468] Rapport du CGAAER cité ci-dessus.
[469] Liste de facteurs reprise dans l'article du 3 février 2025 de Plein champ.

agricoles ou forestières en espaces urbanisés », selon l'INSEE) ces 20 dernières années, on observe qu'une part importante est causée par le développement résidentiel.

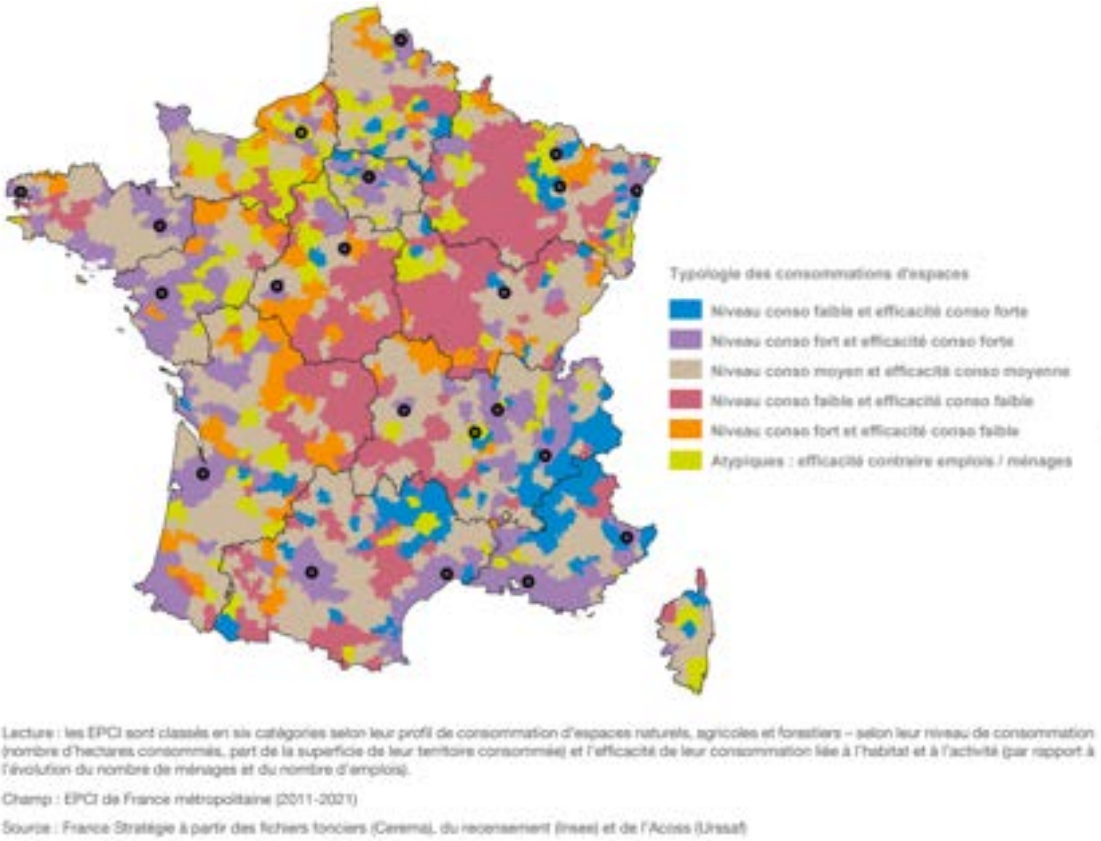


Source : The Shift Project (2025) d'après les données de CEENAF (Cerema, 2024).

Des consommations fortes et efficaces[470] dans les villes, des consommations moyennes et peu efficaces dans une partie des ruralités

Les différentes communes françaises n'ont pas le même niveau de consommation de sols. France stratégie[471] distingue ainsi différents profils de territoires consommateurs d'espaces naturels agricoles et forestiers (ENAF), en fonction de l'intensité et de l'efficacité de leur consommation. Se dessine alors une carte de France très hétérogène, qui illustre la disparité des consommations de sol (surfaces) : les territoires fortement consommateurs contre les territoires sobres en foncier, les territoires efficaces dans la consommation de foncier directement utile aux ménages et aux activités du territoire contre ceux ayant une faible efficacité.

[470] Efficacité définie et calculée par France Stratégie en comparant "les surfaces consommées pour l'habitat et les activités" avec "l'évolution du nombre de ménages et d'activités".
[471] L'artificialisation des sols : un phénomène difficile à maîtriser, France Stratégie, 2023



Typologie des consommations d'ENAF par EPCI[472]

France Stratégie[473] souligne que l'hétérogénéité territoriale de la consommation de sols s'explique en grande partie par le degré d'urbanité des communes. Les communes les plus urbaines consomment davantage de foncier en valeur absolue, mais de manière plus efficiente en raison de la rareté et du coût élevé du terrain.

À l'inverse, les communes rurales sont moins efficaces, c'est-à-dire qu'elles consomment davantage de sols relativement à une même quantité d'habitats et de lieux d'activités générés, que les communes denses ou intermédiaires. France Stratégie note que l'éloignement des centres urbains accentue la part de sols dédiés à l'habitat.

Un rapport du CEREMA[474] sur la consommation d'espaces met en évidence une forte concentration du phénomène : **entre 2009 et 2023, les 5 % de communes les plus consommatrices d'espace totalisent à elles seules 37 % de la consommation totale**. Ce rapport montre qu'une part significative de cette consommation se situe dans des zones à faible dynamique démographique, avec 7 820 communes perdant des ménages tout en continuant à consommer du foncier. Par ailleurs, 61,3 % de la consommation se concentre dans les communes détendues[475] (zonage « C »). Toutefois, presque toutes les communes françaises sont concernées, confirmant le caractère généralisé de cette problématique.

---

[472] L'artificialisation des sols : un phénomène difficile à maîtriser, France Stratégie, 2023
[473] L'artificialisation des sols : un phénomène difficile à maîtriser, France Stratégie, 2023
[474] Rapport "Analyse de la consommation d'espaces", CEREMA, mai 2024
[475] Le zonage C de l'INSEE correspond à tout ce qui n'est pas dans les zonages A, A bis, B1, B2. Cf. Zonage A, B, C

La pollution des sols dégrade la qualité des sols et leur disponibilité pour certains usages

La pollution des sols est un facteur majeur de réduction de la disponibilité de la ressource sols pour de multiples usages. Les sources de pollution des sols sont multiples : trafic routier, activités industrielles polluantes, pratiques agricoles, etc. Les niveaux de pollution des sols (aux micro-plastiques[476], aux métaux lourds, aux produits phytosanitaires, etc.) peuvent les rendre impropres à certains usages. Une multitude de polluants, liés à nos activités humaines, viennent dégrader la qualité de nos sols. Il faut alors distinguer deux types de pollutions : la pollution diffuse que l'on rencontre principalement dans les sols naturels et agricoles, liée à de multiples rejets de polluants qui s'accumulent dans le temps, et les pollutions accidentelles et ponctuelles, qui sont plus massives et plus visibles mais aussi souvent localisés. Les seconds sont plus fréquemment classés en « sites pollués » que les premiers.

Il n'existe pas à ce jour de base de données nationale recensant les surfaces précises de sols pollués en France au même titre que celles artificialisées. Des plateformes recensent le nombre de sites et sols pollués, leur position géographique (Basol, sur le site Géorisques.gouv.fr), mais la base officielle ne fait pas d'agrégation de la qualification des données (type de pollutions, démarches de dépollution engagées, niveau de risque) : on ne connaît pas de manière agrégée les types de polluants et risques associés, ni le nombre d'hectares concernés. La qualification des sols est faite localement, par des diagnostics et études de sol à l'échelle de la parcelle, ou via la détection de pollution dans l'eau.

Parmi les acteurs publics qui tentent de quantifier les polluants et leur présence dans les sols, le GIS Sol (Groupement d'intérêt scientifique sur les sols)[477] analyse, entre autres, les teneurs en éléments traces métalliques (teneurs en cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc). **Il révèle des contaminations multiples sur certains territoires à l'aide de cartes propres à chaque élément**. Il mesure également les teneurs en polluants organiques persistants et pesticides, mais ceci sans publier de carte à l'échelle nationale pour l'instant car ce travail est en cours[478].

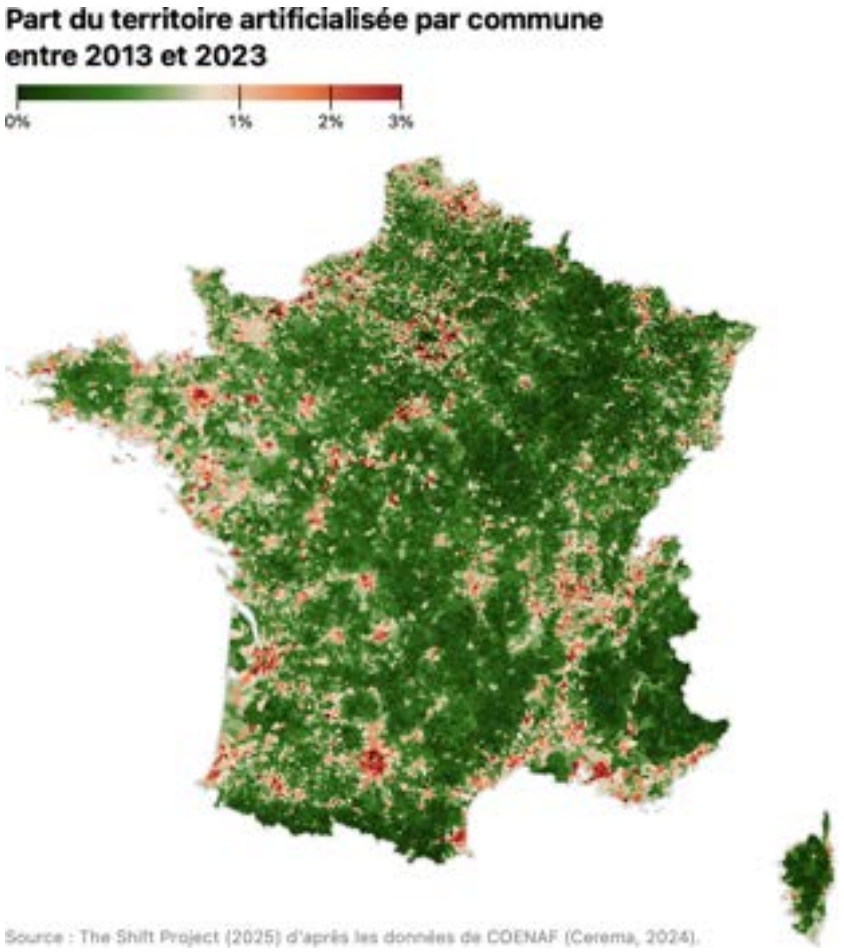
[476] Les plastiques utilisés en agriculture et pour l'alimentation : usages, propriétés et impacts - Résultats de l'expertise scientifique collective INRAE-CNRS, INRAE, 2025
[477] Le GIS Sol a pour missions de constituer et de gérer le système d'information sur les sols de France afin de répondre aux demandes des pouvoirs publics et de la société.
[478] Voir les cartes du programme BDTEM sur le site du GIS sol et du programme RMQS : Gis Sol » Réseau de Mesures de la Qualité des Sols – RMQS

2. Les enjeux de la ressource en sols

A. L'artificialisation des sols agricoles et forestiers

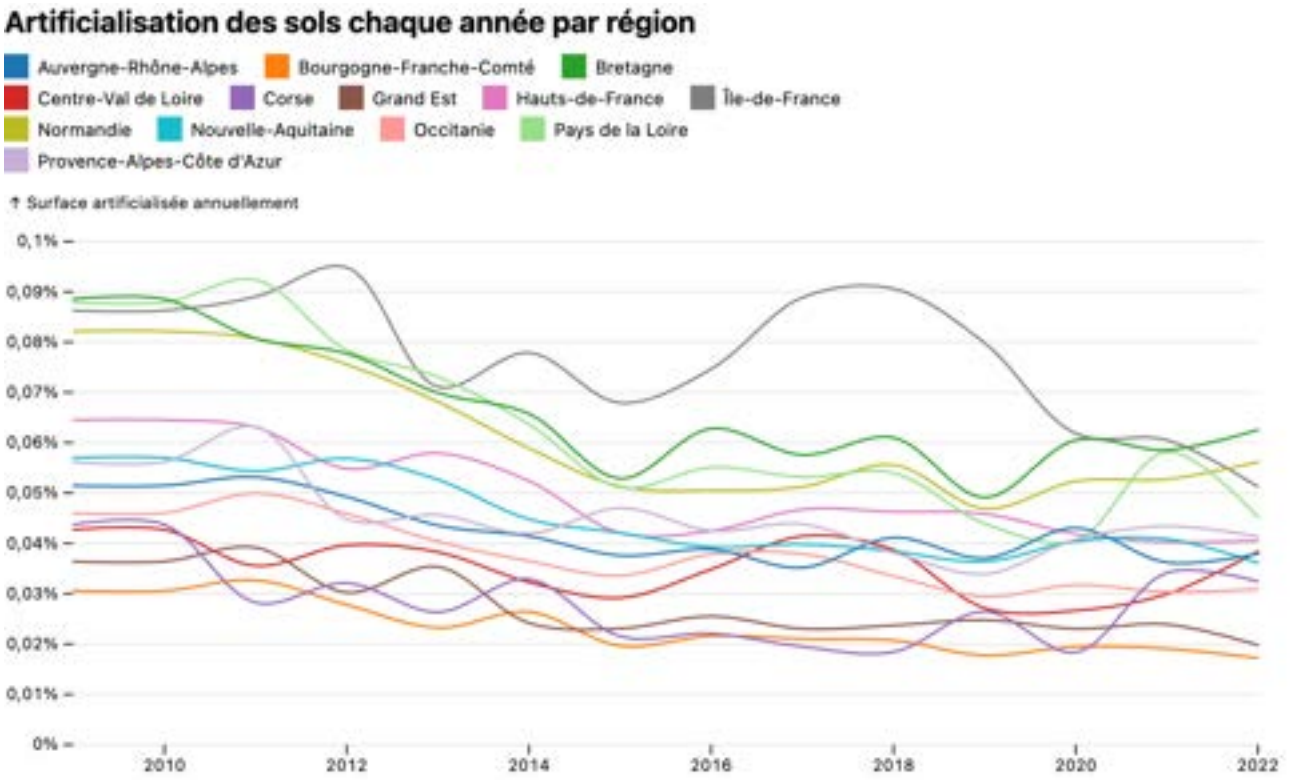
> **En résumé**
>
> L'artificialisation est aujourd'hui fortement concentrée sur la côte Atlantique, la Manche et la Méditerranée, concentrant 40 % de l'artificialisation entre 2013 et 2023, pour des départements représentant 27 % de la surface de l'Hexagone. En poursuivant la dynamique d'artificialisation de ces 10 dernières années (20 000 hectares par an), 500 000 hectares d'espaces naturels, agricoles et forestiers supplémentaires seraient artificialisés d'ici 2050, soit l'équivalent de la superficie d'un département comme les Bouches-du-Rhône ou le Jura.

L'artificialisation des sols progresse principalement sous l'effet de l'urbanisation résidentielle et tertiaire et du développement des infrastructures de transport. Elle entraîne une perte irréversible de surfaces agricoles et contribue à réduire la capacité des territoires à assurer leur autonomie alimentaire et écologique. Cette dynamique, appelée à se poursuivre si aucune mesure n'est prise, pose un enjeu majeur de maîtrise de l'artificialisation. **L'analyse suivante vise à caractériser l'ampleur de cette artificialisation et ses conséquences sur la disponibilité des terres agricoles et naturelles**. La carte suivante présente la part du territoire qui a été artificialisée par commune entre 2013 et 2023.



Source : The Shift Project (2025) d'après les données de COENAF (Cerema, 2024).

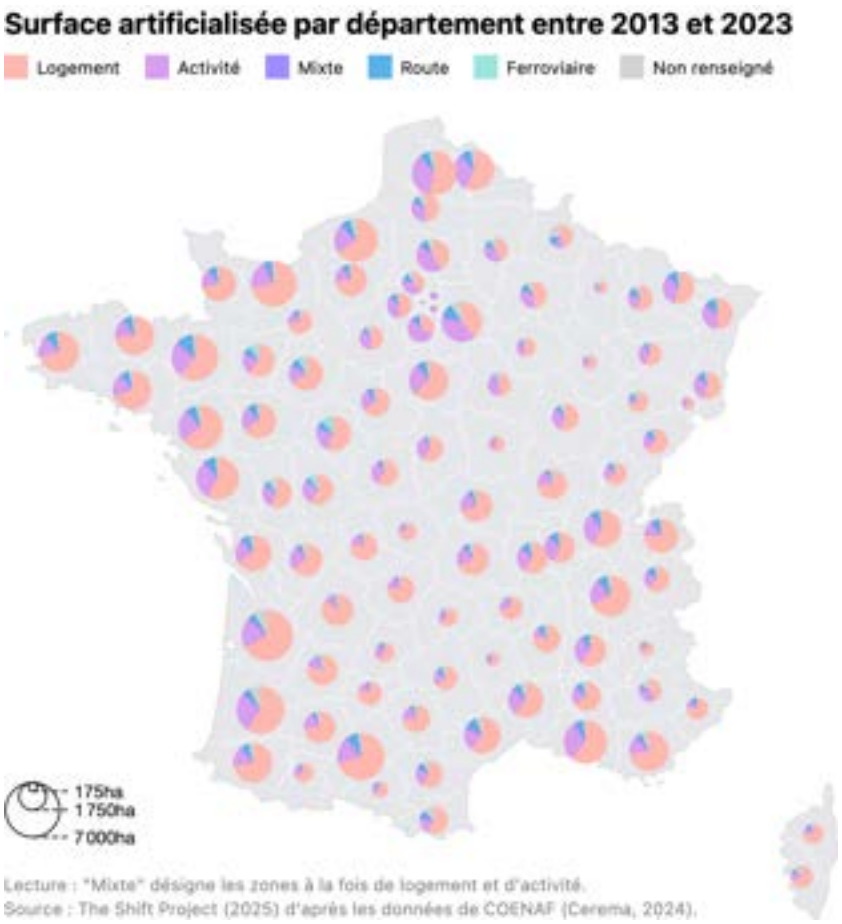
L'artificialisation est surtout concentrée dans les grandes aires urbaines et leurs couronnes, avec des foyers autour de Paris, Lille, Lyon, Toulouse, Bordeaux, Nantes, Montpellier et Nice, ainsi que le long des littoraux atlantique et méditerranéen et des vallées comme le Rhône et la Garonne. Les dynamiques territoriales d'artificialisation sont assez différentes d'une région à une autre, comme le montre le graphique suivant.



Source : The Shift Project (2025) d'après les données de COENAF (Cerema, 2024).

On observe d'importantes variations dans les dynamiques d'artificialisation en se plaçant à l'échelle des régions. Des territoires comme la Bretagne, la Normandie, l'Ile-de-France et la Nouvelle-Aquitaine s'artificialisent proportionnellement plus que les autres régions. Inversement, l'Occitanie et le Grand Est s'artificialisent relativement moins. On identifie un ralentissement global de l'artificialisation en France. Même pour les régions qui s'artificialisent « plus » relativement aux autres, l'artificialisation a décru entre 2008 et 2022.

En outre, la répartition des postes d'artificialisation varie fortement selon les départements et les régions. La carte suivante nous permet d'approfondir les causes de l'artificialisation dans chaque département et d'identifier des dynamiques régionales.



Entre 2013 et 2023, l'habitat domine comme cause de l'artificialisation en Corse (72 %) et en Normandie (70 %), alors qu'il est moins marqué dans le Grand Est (53 %), les Hauts-de-France (52 %) et l'Île-de-France (37 %). À l'inverse, les activités économiques constituent la principale source d'artificialisation en Île-de-France (+ de 50 %) et dépassent largement la moyenne nationale (24 %) dans les Hauts-de-France (34 %). Quant aux infrastructures de transport, leur rôle reste limité en Pays de la Loire (1 %), en Corse (4 %) et en Nouvelle-Aquitaine (5 %), mais pèse davantage en Bretagne (8 %), en Île-de-France (10 %) et dans le Grand Est (10 %).

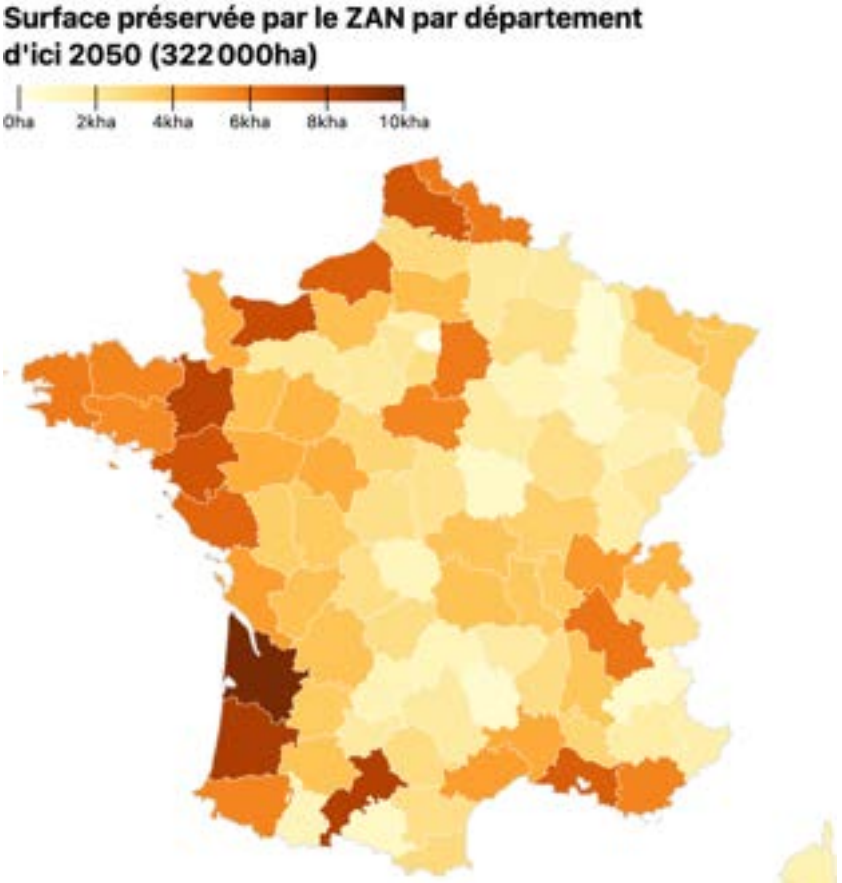
Quelles conséquences d'une poursuite de l'artificialisation ?

En poursuivant la dynamique d'artificialisation de ces 10 dernières années (20 000 hectares par an), 500 000 hectares d'espaces naturels, agricoles et forestiers supplémentaires seraient artificialisés d'ici 2050, soit l'équivalent de la superficie d'un département comme les Bouches-du-Rhône ou le Jura. Ces chiffres illustrent les pressions croissantes qui pèsent sur les sols.

La France s'est engagée en 2021[479] à atteindre l'objectif de zéro artificialisation nette (ZAN) à l'horizon de 2050. **Si l'on réduisait progressivement cette artificialisation annuelle (environ 23 000 ha de terres[480] artificialisées dans l'Hexagone en 2020), jusqu'à atteindre 0 ha artificialisé en 2050, on artificialiserait tout de même plus de 320 000 hectares en 25 ans à l'échelle nationale**, soit l'équivalent d'un quart de toute l'Ile-de-France. La vitesse de diminution de l'artificialisation semble donc aussi cruciale que l'atteinte effective de l'objectif à l'échéance

[479] Zéro artificialisation nette (ZAN) : comment protéger les sols ?, vie-publique.fr, 2023
[480] L'artificialisation des sols, OFB, n.d.

2050. Par ailleurs, cela montre l'importance d'un effort de sobriété foncière permettant de protéger l'équivalent de la même surface, 320 000 hectares, à l'échéance 2050. On illustre ci-dessous les territoires qui seraient les plus concernés par l'artificialisation résultante dans le cas de la mise en œuvre progressive de l'objectif de zéro artificialisation nette.



Lecture : On suppose que le volume annuel national d'artificialisation diminue progressivement entre 2020 (23 000 ha/an) et 2050 (0 ha/an). L'emplacement de cette artificialisation restante suit la répartition territoriale observée au cours des dix dernières années.
Source : The Shift Project (2025).

Avec cette approche, les territoires les plus touchés sont les territoires de la côte ouest. Ainsi, les dynamiques d'artificialisation en France viendraient toucher en premier lieu les territoires les plus attractifs comme la côte atlantique, la côte bretonne et la côte donnant sur la Manche. L'impact sera d'autant plus fort que l'artificialisation n'aura pas été maîtrisée.

Inversement, comme le montre la carte ci-dessus, une maîtrise de l'artificialisation permettrait de préserver des surfaces agricoles et naturelles dans ces mêmes territoires où la population et les besoins risquent d'augmenter.

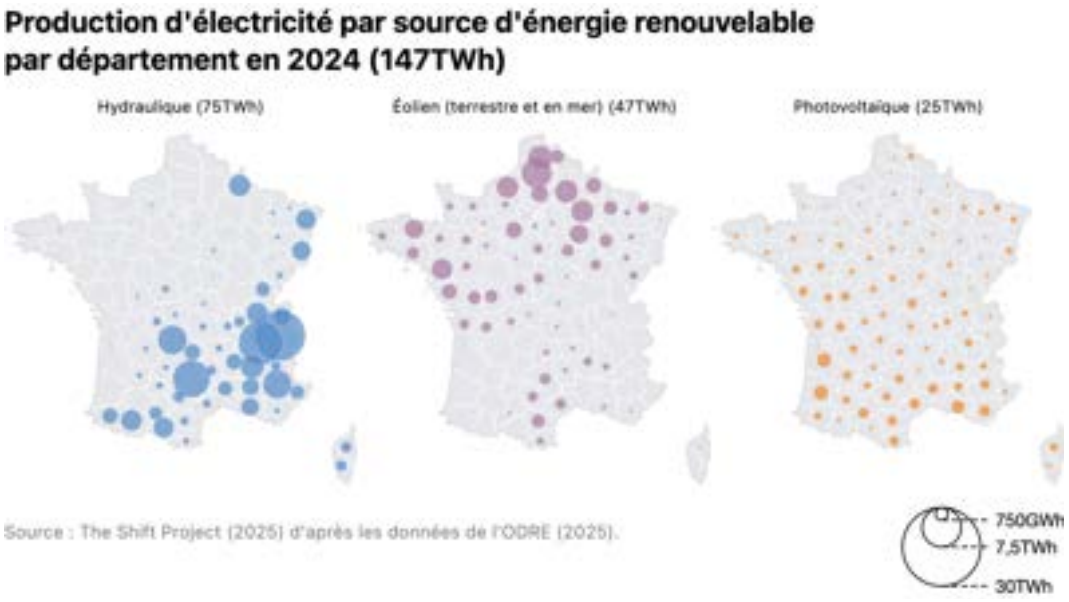
B. Le développement des énergies renouvelables

En résumé

L'artificialisation des sols pour les énergies renouvelables sera bien plus portée par le photovoltaïque que par l'éolien. La surface au sol supplémentaire nécessaire à une hausse de 61 TWh de la production photovoltaïque par rapport à 2024, ne dépasse pas 0,11 % de la surface nationale (62 000 ha), correspondant à une faible fraction du territoire national. L'enjeu pour le développement des énergies renouvelables dépend plutôt de la capacité à identifier des potentiels adaptés, respectant les différentes contraintes propres à chaque type d'énergie.

Le développement des énergies renouvelables implique une occupation croissante des sols pour l'implantation d'infrastructures de production, de transport et de consommation. L'éolien, le photovoltaïque ou encore l'hydraulique nécessitent en effet des surfaces dédiées, dont l'empreinte foncière varie selon les technologies et les choix d'implantation. **L'analyse suivante vise à évaluer l'impact du déploiement des énergies renouvelables sur la consommation de surfaces et sur les équilibres d'usage du foncier.**

Avant de considérer des hypothèses de développement, nous commençons par représenter la puissance d'énergies renouvelables installées en 2024.

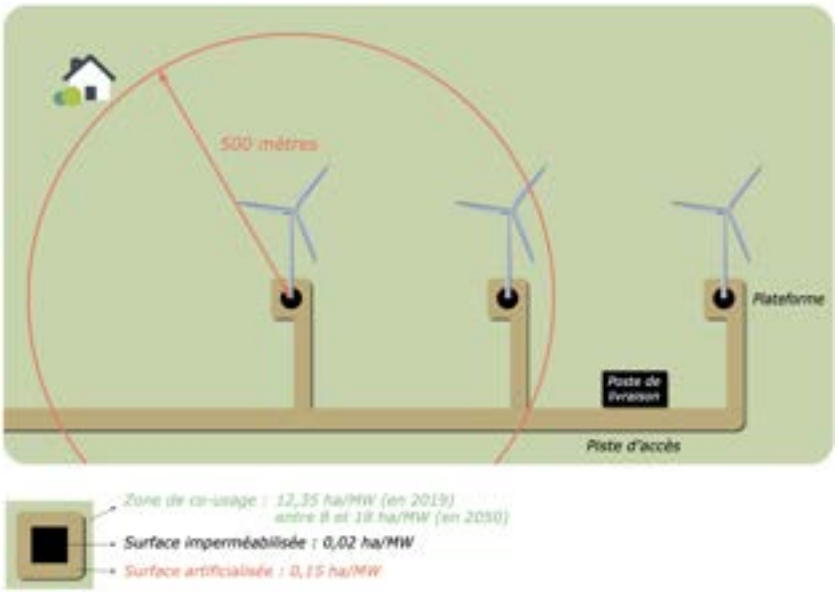


Le développement des énergies renouvelables suit une logique territoriale marquée : l'éolien terrestre se concentre dans la moitié nord du pays et dans l'est de l'Occitanie, tandis que l'éolien en mer se déploie sur trois façades : nord-Atlantique et Manche ouest, Manche est et mer du Nord, et Méditerranée. Le photovoltaïque, lui, est fortement implanté dans le tiers sud, moyennement présent dans le centre et encore peu développé dans le tiers nord. L'hydraulique est sans surprise concentrée dans les Pyrénées, le Massif central et les Alpes. Il est également présent le long du Rhin.

Quelle emprise foncière des futures énergies renouvelables ?

L'implantation d'énergies renouvelables (EnR) sur les territoires implique l'installation d'infrastructures de production, de transformation, de transport et de consommation de ces énergies : autant d'infrastructures ayant une empreinte foncière (surface d'emprise totale, surface utile, surface imperméabilisée).

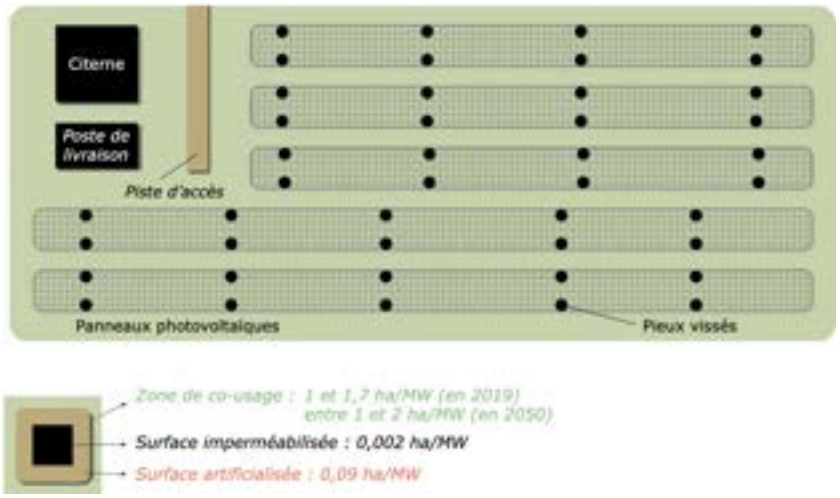
Cependant les choix d'installation d'EnR ne sont pas équivalents en termes de consommation de sols et les impacts de ces installations sur le fonctionnement des sols doivent encore être mieux caractérisés. RTE publie en 2022 une estimation de l'emprise au sol des installations de production d'électricité dans sa publication Futurs énergétiques 2050[481] :



Surface d'un parc éolien (RTE)[482]

Dans le cadre d'un parc éolien, on s'intéresse uniquement à la surface artificialisée, c'est-à-dire celle qui sera mobilisée pour maintenir ce parc éolien : les bases des éoliennes elles même ainsi que les pistes d'accès et bâtiments d'entretien. L'espace entre éoliennes, bien que ne pouvant pas accueillir d'habitations, pourra être utilisé pour d'autres activités comme l'agriculture et ne sera donc pas compté ci-dessous comme mobilisé par les éoliennes.

[481] Futurs énergétiques 2050 (N03 Trajectoire de référence), RTE, 2025 (p. 724)
[482] Futurs énergétiques 2050 (N03 Trajectoire de référence), RTE, 2025 (p. 724)



Surface d'un parc photovoltaïque au sol (RTE)[483]

Dans le cadre d'un parc photovoltaïque au sol, on s'intéresse à son emprise au sol, c'est-à-dire à la « zone de co-usage » dans le schéma de RTE ci-dessus. En effet tout cet espace sera « mobilisé » par le parc et on ne pourra pas être utilisé pour d'autres activités, il sera donc compté ci-dessous comme mobilisé par les panneaux. Des alternatives comme le photovoltaïque sur toit (c'est-à-dire sur le toit d'un bâtiment existant) ou l'agrivoltaïsme (c'est-a-dire un système photovoltaïque étagé, surmontant des cultures ou des pâtures, associant donc une production d'électricité photovoltaïque et une production agricole au-dessous des panneaux) existent pour lesquels l'emprise au sol sera comptée différemment.

On reprend ci-dessous les hypothèses faites sur le déploiement des EnR, explicitées dans l'enjeu n°5 du chapitre électricité, dédié au développement des producteurs d'énergies renouvelables, en se basant sur le scénario N03 de RTE publié en 2021[484]. On applique les estimations d'artificialisation des sols pour l'éolien terrestre et d'emprise au sol pour le photovoltaïque indiquées dans les deux graphes ci-dessus. Conformément aux hypothèses du PTEF du Shift Project[485], on considère ici que seul 60 % du photovoltaïque installé serait au sol (le reste serait sur toiture, sans emprise au sol).

[483] Futurs énergétiques 2050 (N03 Trajectoire de référence), RTE, 2025 (p. 724)
[484] Futurs énergétiques 2050, RTE, n.d.
[485] Quelle place pour le photovoltaïque dans la transition ?, Comprendre 2050, 2025



Lecture : Entre 2024 et 2050, la hausse nationale de production d'électricité est répartie ci-dessous selon les types d'énergie : le photovoltaïque (+38TWh au sol avec 1,5ha mobilisés par MW) pour une surface de 61 800ha et l'éolien terrestre (+44TWh avec 0,15ha artificialisés par MW) pour une surface de 3 600ha, dont la répartition dépend des facteurs de charge régionaux.
Source : The Shift Project (2025) d'après les données de l'ODRE (2025) et GéoLittoral (2025).

On observe que l'emprise foncière des énergies renouvelables serait bien plus portée par le photovoltaïque que par l'éolien. Si la part de ce dernier est un peu plus forte dans le nord de la France, en Normandie et dans les Pays-de-la-Loire, ces surfaces consommées restent relativement minimes par rapport aux surfaces nécessaires pour le photovoltaïque. La répartition de la puissance supplémentaire à installer conduit également à accroître encore davantage le rôle de la moitié sud de la France dans la production nationale.

Mais même dans ce cas, la surface au sol nécessaire au photovoltaïque ne dépasse pas 0,11 % de la surface nationale (62 000 ha, soit 620 km²), correspondant à une très faible fraction du territoire national. Cette surface représente quasiment trois fois la surface de la ville de Marseille (240 km²) ou un peu plus que toute la Métropole de Lyon (533 km²). Elle serait significative si un seul territoire portait tout le poids de la production photovoltaïque, mais elle l'est d'autant moins que l'effort est partagé entre les 96 départements de l'Hexagone.

Il faut évidemment noter que si l'emprise au sol des éoliennes est largement plus faible, cela ne dit rien de leur visibilité dans le paysage étant donné leur verticalité. D'une certaine manière, on peut ainsi distinguer : une emprise surfacique importante pour le photovoltaïque, avec néanmoins des effets sur les paysages de plaines et de vallées, et une emprise paysagère dans l'horizon pour l'éolien.

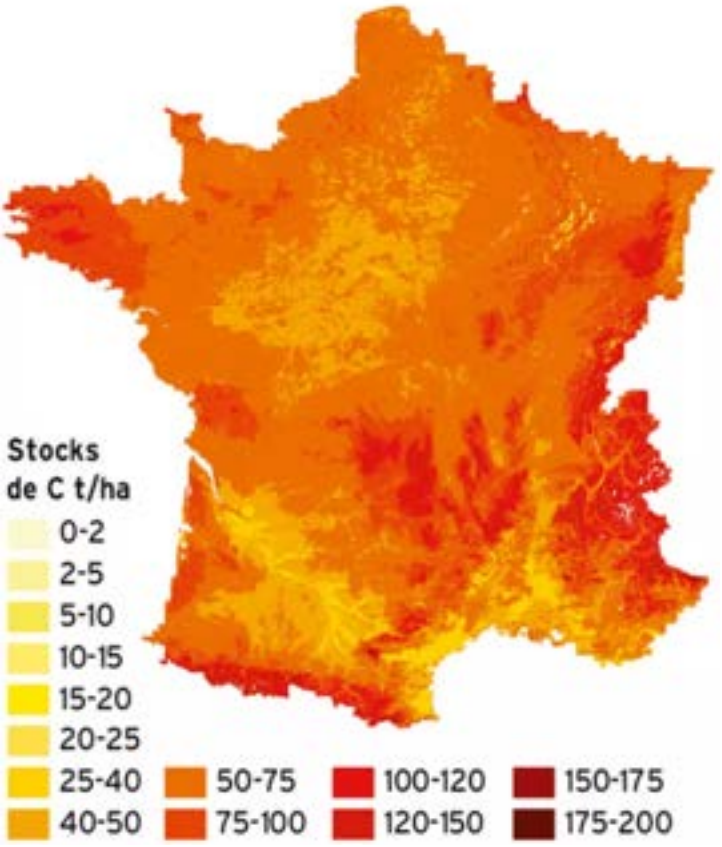
L'emprise au sol du déploiement des EnR ne constitue pas quantitativement une contrainte additionnelle forte sur la ressource. L'enjeu pour le développement des énergies renouvelables[486] dépend plutôt de la capacité à identifier des potentiels adaptés, respectant les différentes contraintes propres à chaque type d'énergie. Par exemple, l'implantation d'éoliennes demeure fortement encadrée et soumise à de multiples contraintes : distances minimales aux habitations, protection des sites naturels et patrimoniaux, servitudes militaires et aéronautiques, contraintes écologiques (zones Natura 2000, couloirs de migration), mais aussi des oppositions citoyennes contre la mise en oeuvre de ces projets. Compte tenu des nombreuses contraintes environnementales, techniques et réglementaires pesant sur l'implantation des EnR, l'identification de potentiels relève d'arbitrages complexes.

C. Les sols naturels, agricoles et forestiers au coeur de la captation de carbone

Les sols constituent un levier essentiel de lutte contre le changement climatique grâce à leur capacité de stockage du carbone. Ce rôle repose sur la teneur en matière organique des sols, mais il est fragilisé par des pratiques agricoles intensives, la déforestation, l'artificialisation ou encore la destruction des zones humides, qui réduisent leur potentiel de séquestration. Préserver et renforcer ce potentiel de captation et de stockage suppose donc de maintenir la qualité des sols et de développer les pratiques favorables au stockage. **L'analyse suivante vise à évaluer la contribution des sols au stockage de carbone et les perspectives d'évolution à l'horizon 2050**.

Le carbone se stocke dans les sols à l'échelle de décennies voire même de siècles, le flux annuel , en captation ou en émission, dépend de multiples facteurs, que l'activité humaine impacte directement. Ces stocks et flux sont difficiles à mesurer et à estimer sur les territoires. **On estime le stock de carbone à 3,75 GtC (+/- 1,27) dans la partie superficielle du sol (30 cm de profondeur), soit 74 tonnes par hectare[487].**

[486] La question des difficultés dans le développement des énergies renouvelables sera approfondi ultérieurement dans les travaux du Shift Project.
[487] La matière organique des sols et le stockage de carbone, SDES, n.d.



Estimation des stocks de carbone dans les sols en 2011 (Gis Sol)[488]

Le Citepa estime qu'en 2024[489] la séquestration de CO_2 en métropole est majoritairement soutenue par les forêts à hauteur de 51 Mt séquestrées par an, et par les prairies permanentes à hauteur de 4,2 Mt séquestrées par an. Au total, cela représente environ 15 % des émissions totales de la France cette même année. Il est difficile d'établir précisément où cette séquestration se situe, car elle dépend de nombreux facteurs : le type d'essence (feuillus ou résineux), le stade de croissance des peuplements, la mortalité naturelle et les prélèvements sylvicoles, mais aussi les conditions climatiques et les pratiques de gestion forestière.

La capacité de séquestration varie fortement selon les régions : les massifs jeunes et en expansion (par exemple, dans le sud-ouest ou le Massif central) absorbent davantage que les forêts matures du nord-est, où la croissance est plus lente et la mortalité plus élevée. Cependant, ces facteurs sont difficiles à quantifier à l'échelle nationale et à utiliser pour estimer la séquestration réelle de CO_2 par chaque forêt française.

Quels potentiels futurs de captation de CO_2 et à quelles conditions ?

La Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) prévoit de doubler la capacité nationale de captation de carbone, entre 2015 et 2050, en passant de 45 $MtCO_2e$/an à 85 $MtCO_2e$/an[490].

[488] Gis Sol » La carte nationale des stocks de carbone des sols intégrée dans la carte mondiale de la FAO, Gis Sol, 2019

[489] Explorateur de données, Citepa, n.d.

[490] Ce doublement s'accompagnerait selon la SNBC d'un remaniement de la composition du puits de carbone français : le stockage des forêts actuelles se rétracterait considérablement de 56 Mt à 18 Mt. Il serait compensé à la fois par une très forte réduction des émissions liées au déboisement, à l'artificialisation et aux cultures, et par une hausse de tous les autres puits : prairies, produits bois, nouvelles forêts et stockage géologique.

Cette stratégie a été bouleversée par l'effondrement de la captation de carbone des forêts, avec une division par deux du potentiel de captation forestier entre 2010 et 2020, passant de 62 $MtCO_2e$ en 2010 à 31 $MtCO_2e$ en 2020[491], sous l'effet des stress hydriques et des problèmes sanitaires.

La captation future de la France dépendra de l'évolution des deux principaux stocks que constituent la forêt (et les sols forestiers) et les sols agricoles, ainsi que l'évolution de leur potentiel de captation

Pour la forêt : à horizon 2050, l'étude IGN-FCBA propose un éventail de scénario de puits de carbone forestier en 2050, qui s'échelonne de 5 à 70 $MtCO_2e$/an, en cumulant stockage et substitution[492]. Selon cette étude, maximiser le potentiel de captation du carbone des forêts requiert d'agir selon deux axes que sont la gestion forestière et la valorisation du bois. L'amont vise à adapter les forêts au changement climatique par le renouvellement des peuplements vulnérables, la sélection d'essences adaptées, la limitation du travail du sol et une gestion sylvicole flexible capable d'anticiper les crises et d'ajuster les prélèvements. Ces pratiques assurent la pérennité du stock de carbone et la qualité des bois récoltés. En aval, la filière doit orienter la ressource vers des usages à longue durée de vie (construction, panneaux, mobilier), développer le recyclage et le réemploi, et limiter le bois énergie aux gisements non valorisables en matériaux.

Pour les terres agricoles et prairies : l'étude 4 pour 1000 de l'INRAE[493] évalue la possibilité d'augmentation de la captation de carbone des sols à 5,6 $MtCO_2$/an dans les grandes cultures et prairies temporaires et 0,7 $MtCO_2$/an supplémentaires dans les prairies permanentes. Atteindre de tels objectifs en maximisant la captation de carbone dans les sols agricoles implique de protéger les stocks élevés existants en prairies permanentes, tout en augmentant ceux, faibles, des grandes cultures, qui concentrent l'essentiel du potentiel de stockage additionnel. Les pratiques les plus efficaces en terres arables sont l'extension des cultures intermédiaires, le développement de l'agroforesterie et des haies, l'allongement des prairies temporaires et l'apport de ressources organiques exogènes. Dans les prairies permanentes, le maintien des surfaces, le pâturage à la place de la fauche et une intensification modérée peuvent renforcer le stockage, sous réserve de maîtriser les émissions associées.

Pour approfondir :

- Quelle contribution de l'agriculture au puits de carbone en 2050 ?
- Projections des disponibilités en bois et des stocks et flux de carbone du secteur forestier français
- Stocker du carbone dans les sols français : quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ?

[491] Mise en gestion durable de la forêt française privée, IGEDD, 2024
[492] Cf. étude IGN-FCBA.
[493] Stocker du carbone dans les sols français, INRAE, 2019

D. Les effets du changement climatique sur les sols

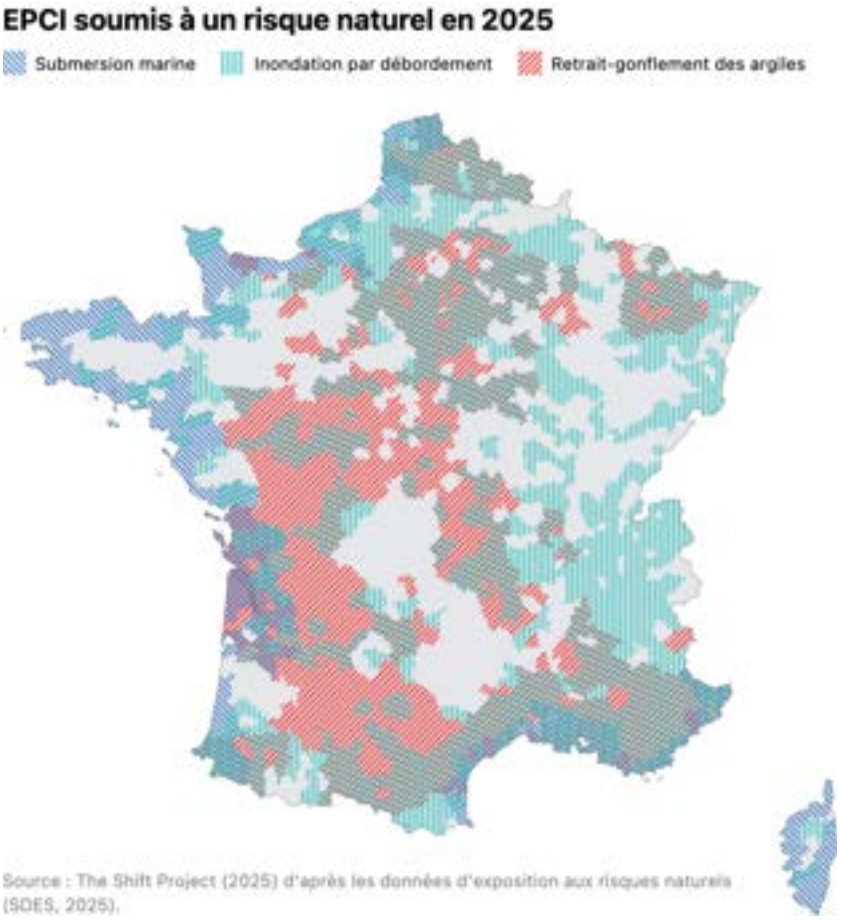
En résumé

Tous les territoires ne sont pas exposés aux mêmes perturbations sur les sols. Ainsi, 40 % des Établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) sont exposés à des risques d'inondations par débordement, 40 % sont exposés à des risques liés au retrait-gonflement des argiles, et 16 % sont exposés à des submersions marines.

Le changement climatique accentue les pressions déjà fortes qui s'exercent sur les sols. L'augmentation des températures, la multiplication des sécheresses, des pluies extrêmes, des gels tardifs et des canicules dégradent leur structure, réduisent leur biodiversité et perturbent leur rôle hydrique. Ces évolutions favorisent l'assèchement, l'érosion, la salinisation ou encore le retrait-gonflement des argiles, rendant les sols impropres à certains usages agricoles, résidentiels ou industriels. Le changement climatique accroît aussi les risques d'inondation et de submersion. **L'analyse suivante vise à caractériser les menaces que les aléas naturels (aggravés par le changement climatique) font peser sur les sols et leurs usages en croisant trois types de menaces** : les submersions, les inondations et le retrait-gonflement des argiles.

Voici une synthèse des menaces touchant les sols dans chaque intercommunalité, en se basant sur les chiffres des risques terrestres[494] et liés aux inondations[495] du SDES publiés en 2023 :

[494] Risques naturels terrestres | Chiffres clés des risques naturels, SDES, 2023
[495] Inondations : sinistralité, exposition et prévention | Chiffres clés des risques naturels, SDES, 2023



Tous les territoires ne sont pas exposés aux mêmes perturbations sur les sols : 40 % des EPCI sont touchés par les inondations par débordement, 40 % des EPCI sont touchés par le retrait-gonflement des argiles à forte susceptibilité et 16 % des EPCI sont touchés par les submersions marines.

Les risques se combinent parfois sur les territoires. 2,5 % des EPCI sont ainsi exposés aux trois risques, comme c'est le cas d'EPCI situés dans les départements Gironde, Charente-Maritime, Hérault, Bouches-du-Rhône, Var, Alpes-Maritimes, Nord et Pas-de-Calais. Un peu plus d'un EPCI sur 4 est soumis à deux risques conjoints parmi les trois ici considérés. Les inondations et la submersion marine concernent des EPCI situés sur les façades Manche, Atlantique et Méditerranée et accueillant un cours d'eau. Le retrait-gonflement des argiles et la submersion marine concernent des EPCI situés dans les départements Charente-Maritime et Gironde. Le retrait-gonflement des argiles et les inondations concernent de nombreux territoires dans toute la France (cf. carte).

The Shift Project est un think tank qui œuvre en faveur d'une économie libérée de la contrainte carbone. Nous sommes une association loi 1901 d'intérêt général, guidée par l'exigence de la rigueur scientifique. Notre mission consiste à éclairer et influencer le débat sur la transition énergétique.

www.theshiftproject.org

Contacts

Jason Saniez
Coordinateur du projet
jason.saniez@theshiftproject.org

Lila Wolgust
Communication & Presse
lila.wolgust@theshiftproject.org

Graphisme :
Jérémy Garcia-Zubialde

THE SHIFT PROJECT