

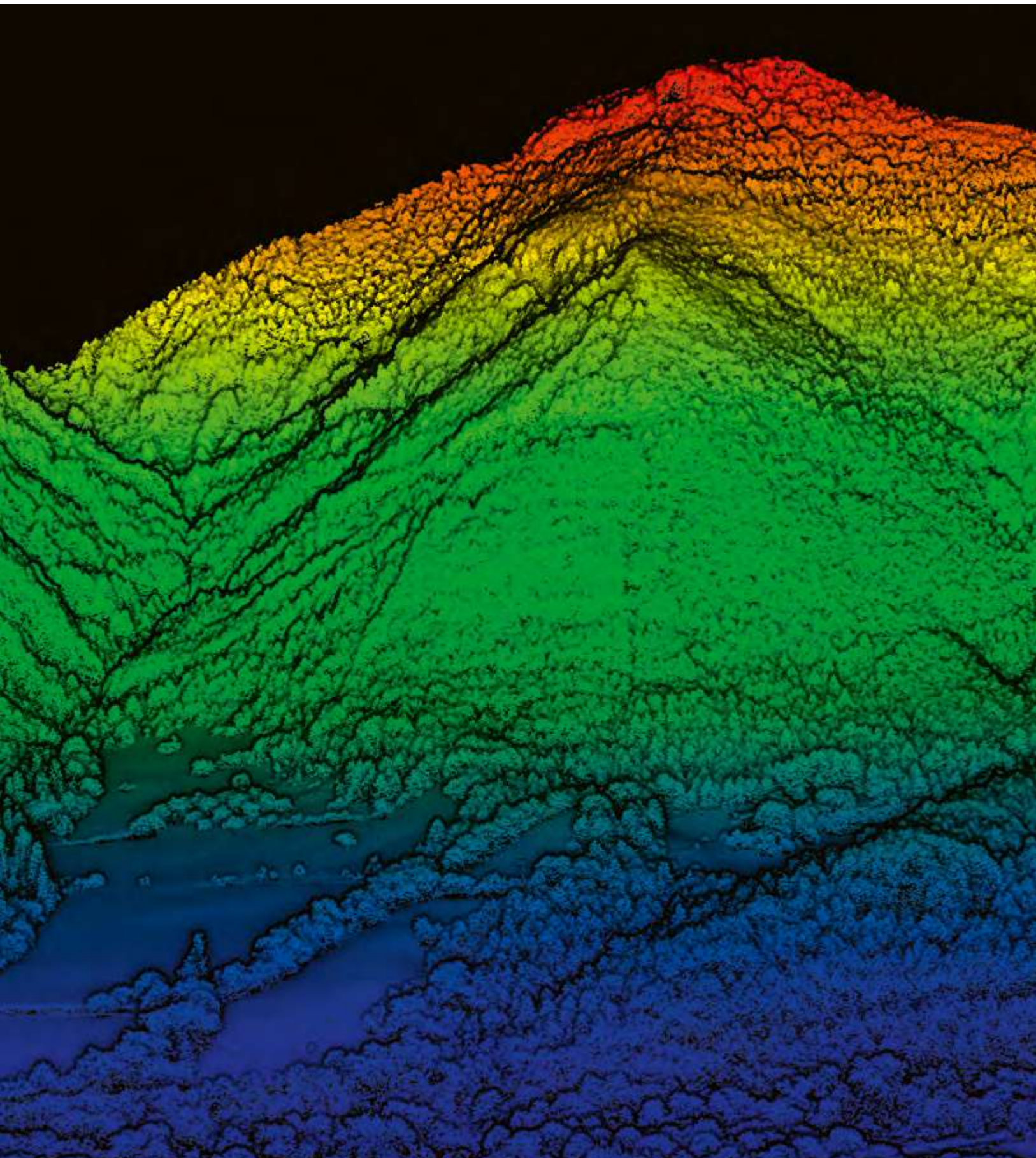


CARTOGRAPHIER L'ANTHROPOCÈNE

2023

ATLAS IGN

L'OCCUPATION DES SOLS



L'occupation des sols correspond à la couverture d'un territoire par des éléments biophysiques, regroupés en zones plus ou moins homogènes, tels que des forêts, des villes, des zones humides, des surfaces agricoles, des infrastructures... Appréhendée à l'IGN par différentes sources d'observation – relevés terrain, vues aériennes, données satellites, points de nuages LiDAR –, cette description physique de l'espace est cruciale pour l'aménagement du territoire, la maîtrise de l'artificialisation des sols et les décisions sur les usages socio-économiques des terres.

CARTOGRAPHIER L'ANTHROPOCÈNE

2023

ATLAS IGN

L'OCCUPATION DES SOLS

Éditos

Christophe Béchu,
Ministre de la Transition
écologique et de la Cohésion
des territoires
p. 06

Sébastien Soriano,
Directeur général de l'Institut
national de l'information
géographique et forestière
p. 07

Directeur de publication : Sébastien Soriano.
Directrice éditoriale : Dominique Jeandot.
**Conception, réalisation, rédaction des interviews
des experts hors IGN :** All Contents.
**Réalisation des interviews des référents IGN,
rédaction des articles et des légendes, collecte
des visuels :** Daniel Peyronel, journaliste indépendant.
Illustrations : Stéphane Kiehl.
Crédits photos : IGN, David Mendiboure/Terra.
Photo de couverture : suivi de l'occupation des sols
(OCS GE), Lyon, 2020.
Photo deuxième et troisième de couverture :
LIDAR HD, Die, 2022.



Cartes «Le coup d'œil de Lucas» : Lucas Destrem.

Imprimé en France par : ITF Imprimeur.

POINT DE VUE HISTORIQUE

**Entretien avec
Jean-Luc Arnaud,**
directeur de recherche
au CNRS
p. 10

La forêt
Le renouvellement de la forêt
passe par les sols
p. 17

L'eau intérieure
L'eau, élément vivant
du territoire français
p. 23

La terre
La parcelle agricole, unité
de mesure du territoire
français
p. 27

Innovation

**L'OCS GE, l'outil phare
de l'IGN pour détecter
et suivre l'artificialisation
des sols
p. 33**

POINT DE VUE
**AMÉNAGEMENT
DU TERRITOIRE**

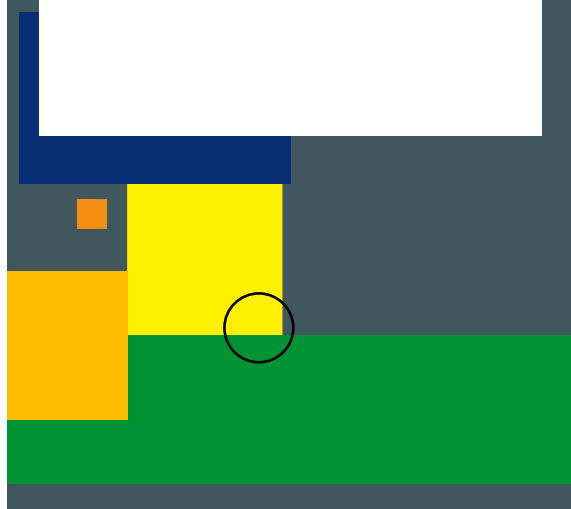
**Entretien avec
Jacqueline Osty,
paysagiste**
p. 42

**Le Géoportail
de l'urbanisme**

Toutes les villes à un seul
endroit, la mission du
Géoportail de l'urbanisme
p. 52

Innovation

Renouvelables à la carte
p. 60



POINT DE VUE
ENVIRONNEMENTAL

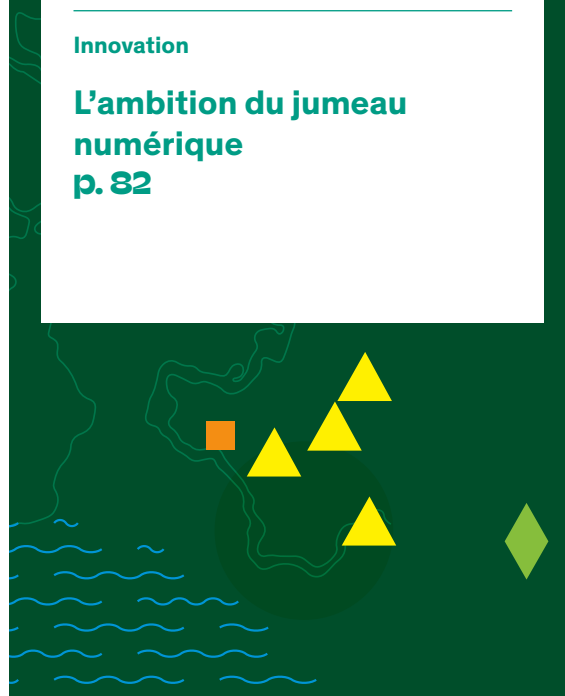
**Entretien avec
Agnès Ducharne,
climatologue et hydrologue**
p. 66

**La prévention
des risques**

Le cartographe
en première ligne pour
prévenir les risques
p. 75

Innovation

**L'ambition du jumeau
numérique**
p. 82



LES DÉFIS CLIMATIQUES NÉCESSITENT DE REPENSER NOS USAGES DES SOLS



Pour penser et nourrir nos politiques publiques de transition écologique, la France a la chance de pouvoir s'appuyer sur des institutions de très grande qualité. Elles allient la plus haute exigence scientifique, avec le talent de partager leurs connaissances et leurs découvertes avec le plus grand nombre. C'est un enjeu crucial, quand on sait la prégnance qu'ont encore certains discours climato-sceptiques, la complexité de ces questions, et combien la mobilisation de chacune et de chacun est nécessaire pour mener à bien ce chantier indispensable face au dérèglement climatique.

Aussi, je me réjouis de la sortie de ce nouvel Atlas de l'anthropocène, qui témoigne tout particulièrement de la rigueur et de la passion qui animent les équipes de l'Institut national de l'information géographique et forestière.

Entièrement dédié cette année à l'occupation des sols, avec un ensemble de cartes inédites qui témoignent d'un savoir-faire unique, reconnu à l'international, cet Atlas sera du plus grand intérêt pour un large public : les scientifiques, bien sûr, mais aussi les décideurs politiques, et, en définitive, toutes celles et ceux que ce sujet crucial intéresse.

Car en matière d'atténuation de nos émissions, comme d'adaptation de nos sociétés aux conséquences pour partie inéluctables du réchauffement climatique, l'usage de nos sols doit changer en profondeur. Des changements systémiques s'imposent.

Plus de sobriété dans la consommation des espaces naturels, une meilleure préservation de la faune et de la flore, la restauration des écosystèmes dégradés, sont des impératifs essentiels à mettre en œuvre. Nous nous employons à accélérer cette dynamique, à la fois dans le cadre de la planification écologique, et dans les engagements que notre pays prend et soutient à l'international.

Mais, en définitive, c'est par l'engagement de tous les acteurs, de tous les Français que nous pourrons réussir à inverser la tendance, et je remercie l'IGN d'y contribuer, une fois encore, de façon décisive. ●

SÉBASTIEN SORIANO,
Directeur général de l'Institut national
de l'information géographique et forestière

DES CARTES POUR TRACER NOTRE AVENIR COMMUN



Hier, l'IGN réalisait des Atlas pour découvrir les informations routières et touristiques de notre pays. Aujourd'hui, l'Institut contribue à tracer la voie de la Nation pour opérer et réussir la transition écologique. Cette aventure est collective. L'ensemble des parties prenantes est mobilisé autour de l'IGN, au premier rang desquelles les partenaires publics et les territoires. Ce deuxième Atlas de l'Anthropocène s'arrête en particulier sur la question de l'occupation des sols. La thématique est emblématique puisque le sol est une ressource limitée, son occupation a toujours traduit des choix de société qu'il nous faut à présent penser à l'aune des enjeux environnementaux.

L'Atlas de l'IGN permet de prendre du recul sur les choix passés de l'occupation du sol : reconquête forestière, aménagement des fleuves, remembrement agricole, aménagement urbain, etc. Des opérations d'ampleur identiques sont à présent à mener par le gouvernement et les acteurs locaux pour adapter les territoires aux bouleversements écologiques. L'obligation du « zéro artificialisation nette » (ZAN), prévue par la loi Climat et résilience, en est un exemple illustratif. Pour éviter de piloter les transitions en aveugle et ne pas entrer dans des controverses d'interprétations

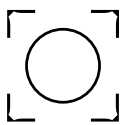
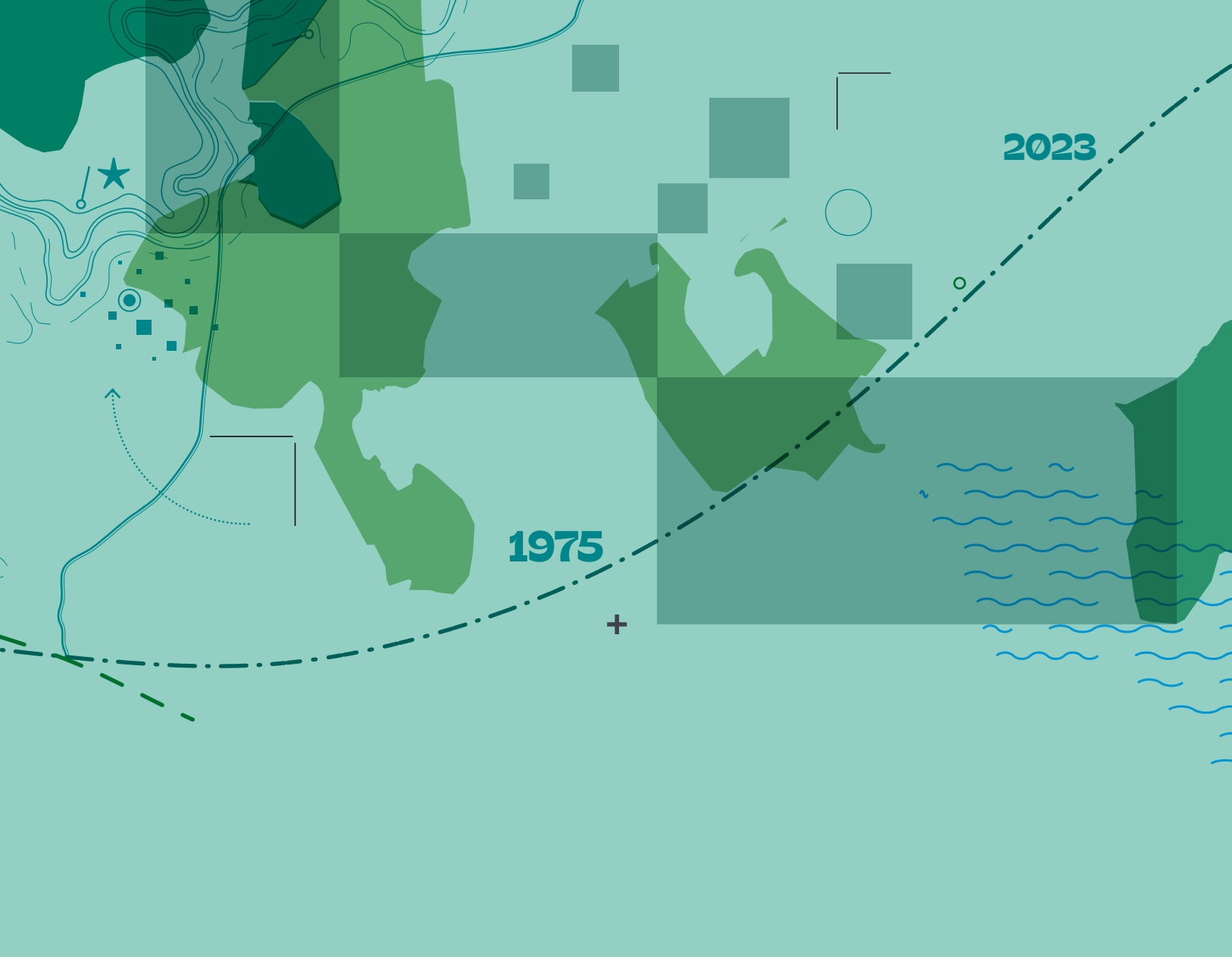
des situations, il faut des données de base solides et objectives. Dans ce contexte, le support visuel qu'est la carte est un outil de médiation utile.

L'IGN s'engage pour faire de la cartographie un service public pleinement tourné vers l'avenir. Pour cela, l'Institut est investi dans une double dynamique. D'une part, il faut consolider des données socles fiables, indispensables à l'enrichissement des représentations thématiques (ressources en eau, fonte des glaciers, évolution des forêts, suivi des haies, recul du trait de côte, etc.). D'autre part, l'IGN mise sur les technologies de pointe : données spatiales « New Space » et intelligence artificielle pour gagner en réactivité sur la description des phénomènes, jumeaux numériques pour coconstruire des solutions en réalité augmentée (limitation de l'étalement urbain, implantation de sources de production d'énergies renouvelables, etc.). C'est ce double mouvement qui permettra de bâtir les référentiels souverains de demain.

Cet Atlas, à mettre entre toutes les mains, est également une belle occasion de nous plonger dans l'imaginaire des cartes et les réalités de nos paysages à préserver. Bonne exploration. ●



POINT DE VUE
**HISTO-
RIQUE**



PARTIE 1

Des ruelles du centre-ville aux grands axes fluviaux, des massifs forestiers aux champs à perte de vue, le sol français est une mosaïque en constante évolution. Depuis sa création, l'IGN œuvre pour graver sur ses cartes l'état des lieux du territoire à un instant précis. En remontant ses archives cartographiques, les transformations du territoire défilent sous les yeux du lecteur, tel un kaléidoscope.



« LA CARTE EST UN TÉMOIGNAGE DE L'HISTOIRE »

Jean-Luc Arnaud, directeur de recherche au CNRS

□ **Jean-Luc Arnaud**, directeur de recherche au CNRS, travaille en histoire de la cartographie à l'université d'Aix-Marseille, au laboratoire TELEMme – Temps, espaces, langages, Europe méridionale, Méditerranée. Il est le fondateur du site CartoMundi.fr pour la valorisation en ligne du patrimoine cartographique et auteur d'une centaine d'articles scientifiques ainsi que de plusieurs ouvrages dont *La Carte de France, histoire & techniques*, publié en 2022. 📍



À DÉCOUVRIR

Remonterletemps.ign.fr :

site internet qui regroupe le patrimoine de cartes et de vues aériennes offrant des outils de comparaison.

TOP 25 :

- carte à l'échelle 1:25000 que l'IGN maintient;
- plan IGN, le fond cartographique adapté aux usages numériques.

La connaissance physique d'un sol est une donnée fondamentale pour administrer un territoire. Connaître sa topographie, ses limites géographiques et l'occupation de ses sols. Autant d'informations qui sont contenues dans la carte. Pour autant, celle-ci ne se limite pas à cette seule fonction de connaissance. Pour l'architecte et historien Jean-Luc Arnaud, auteur de l'ouvrage *La Carte de France*¹, c'est aussi un outil politique et de pouvoir.

De quand date, selon vous, la notion d'occupation des sols ?

C'est une notion extrêmement tardive. En ce qui concerne la carte d'état-major au XIX^e siècle, par exemple, on parle de masses de cultures, mais jamais d'occupation des sols. Plus tard, dans les années 1950, on va aussi évoquer le remembrement. On est déjà dans le domaine de la connaissance de la nature des sols. Mais je ne pense pas que cette notion d'occupation des sols soit antérieure aux années 1960. L'usage de l'expression est une chose récente.

Quel est, d'après vous, l'objet de cette connaissance ?

En d'autres termes, à quoi sert donc une carte ?

Il est très difficile de répondre à cette question car, au même titre qu'il n'y a pas une carte unique mais des cartes, il y a aussi de multiples utilités. Elles peuvent servir à mesurer, à observer, à se situer. Il y a également la question des différentes échelles, qui laissent entrevoir différentes choses. Toutes les fonctions et toutes les utilités ont été envisagées dans l'histoire. Cependant, ce qui me semble important à préciser, c'est qu'il y a toujours une volonté commune. Vouloir représenter les territoires, c'est chercher à se les approprier. Le savoir permet de disposer d'un pouvoir sur un lieu. La connaissance est au service du politique, systématiquement. J'en veux pour preuve que la première chose qui a été faite à l'époque dans les régions colonisées, ce sont les cartes. Elles apparaissent par conséquent fondamentalement comme un outil de contrôle et de pouvoir. Dans de nombreux pays encore, la carte est d'ailleurs souvent réservée à l'État ou aux militaires, ce qui est parfois la même chose. C'est la preuve, en creux, qu'il n'est pas facile de s'attaquer au pouvoir et aux lieux du pouvoir sans accès à cette carte.

La cartographie a connu de nombreuses révolutions techniques et anthropologiques dans son histoire. Jean-Luc Arnaud nous en donne quelques grandes dates.



Fin du XVII^e siècle :

marque le premier chantier de triangulation à grande échelle du territoire, qui fixe précisément les distances entre les villes. Un travail énorme qui s'étend sur plus de cinquante ans et permet de tracer les contours du royaume et de l'emprise géographique de la France dans le monde.



1870 ➔ 1880 :

période où l'on abandonne la gravure en taille-douce, qui ne permettait que des tirages très limités, pour la lithographie, qui existait déjà mais qu'on ne savait pas appliquer aux grands formats. Sans devenir un produit de consommation courante, la carte n'est alors plus un produit de luxe.



1930 :

début de l'industrialisation des premières photographies aériennes. Les relevés par photogrammétrie donnent des résultats au moins aussi précis et moins coûteux que les relevés de terrain. Le métier de topographe est déclassé au profit de celui de photo-restituteur.



2000 :

l'avènement du numérique transforme le mode de fabrication de la carte, mais aussi sa relation à l'espace. Avec le numérique, la carte nous entoure. On quitte la vision synoptique d'une carte que l'on déplie pour une vision immersive.

Comment cet objet de connaissance est-il devenu celui de l'orientation des politiques publiques ?

Si vous cherchez à décrire une rivière, vous pouvez tout à fait le faire par un texte. Vous décrierez alors son cours, son débit, les villes qu'elle traverse. Ce sont des informations descriptives, qui peuvent aisément être comprises et assimilées parce que linéaires. Mais vous ne pouvez pas décrire une organisation territoriale de cette manière-là. La carte est un outil synoptique. Sa force, par rapport au texte, c'est qu'elle montre l'organisation de l'espace en deux dimensions. Elle a cette spécificité d'exposer comment les choses s'organisent dans l'espace. On peut cartographier des données sociales, économiques, démographiques, etc. Montrer comment ces données se répartissent dans l'espace permet d'aider à la décision politique. On ne doit pas confondre la carte et l'usage de la carte. Elle n'explique pas comment les choses se passent. Elle ne donne pas une réponse. Elle ne fait que montrer, et c'est déjà beaucoup. La carte vous parle, mais elle ne vous dit pas « attention ».

À ce titre, la carte est surtout un outil statique de représentation d'un territoire. Comment peut-elle aussi témoigner de son évolution ?

La carte topographique de l'IGN ne témoigne pas des changements. Ce n'est pas sa fonction. Chaque nouvelle édition figure de nouveaux états des lieux et consigne l'état d'un territoire à un instant T. À ce titre, il faut rappeler que plus la carte est précise, plus sa durée de vie est courte. Mais cet instant T n'est jamais quelque chose de totalement figé. Le territoire consigné est construit par le temps. Une carte est faite d'un amoncellement d'informations compilées qu'il faut organiser. La carte est un outil statique, mais qui enregistre le temps passé. En tant qu'historien, les cartes récentes donnent les moyens de restituer des choses qui ne sont plus visibles sur le terrain, ou que l'on peut deviner au travers d'autres données cartographiques. Du point de vue historique, il faut bien comprendre que les cartes sont des monstres composés de multiples données superposées. Les cartes d'occupation des sols sont, à ce titre, des outils de connaissance fondamentaux. Si l'on cherche à comprendre l'évolution d'un territoire, l'important est de parvenir à construire une carte diachronique, c'est-à-dire qui rende compte des évolutions de son état dans le temps. C'est lorsque l'on entre dans la boîte noire du temps qui passe entre deux cartes que l'on commence à comprendre des choses.

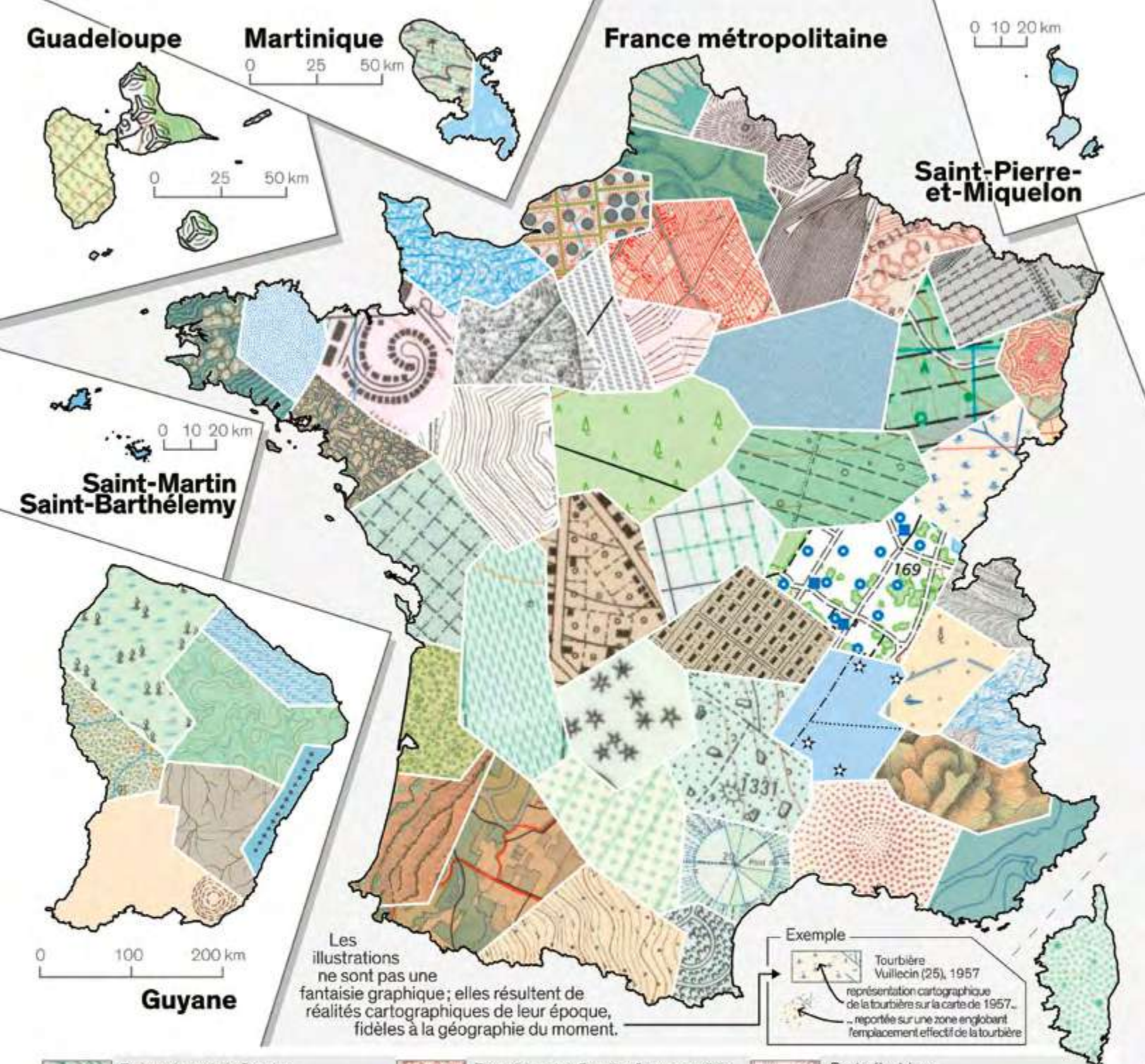
Puisqu'elle ne fait que « rendre compte », peut-on considérer qu'une carte est neutre ?

Jamais. Une carte, c'est avant tout des choix. Le choix d'une échelle en fonction de ce que l'on cherche à montrer, par exemple. On sélectionne toujours une information à partir du point de vue que l'on porte. Ce point de vue, c'est celui de son auteur, de son commanditaire, de celui qui paye. Peu importe. Mais il ne peut pas y avoir d'objectivité possible. La carte est toujours un objet partiel et partial.

Quel a été l'apport du numérique dans la connaissance et la représentation du territoire ?

Il est évident que cet apport change complètement les modes de travail. Et ce n'est pas seulement vrai pour l'aménagement du territoire. Moi, en tant qu'historien, mon livre sur la carte de France n'aurait pas pu exister sans le numérique. Feuilletter et organiser 13 000 feuilles de la carte de France au 25 000^e en papier, ça aurait été sportif. En numérique, j'ai pu consulter un grand nombre de ces feuilles depuis des machines standards. Le numérique, de ce point de vue, fait gagner un temps précieux. Il y a une simplicité d'accès à l'information qui facilite la décision et qui s'applique aussi aux politiques publiques. Mais, encore une fois, ce ne sont que des outils qui ne vous donnent pas une réponse. En revanche, ils peuvent soulever de nouvelles questions. Le numérique révèle plein de choses auxquelles on n'avait pas accès auparavant, ou pas aussi simplement. On peut facilement superposer l'information, la croiser, la comparer. Ces capacités permettent parfois d'attirer l'attention des sujets auxquels on n'aurait pas forcément pensé auparavant. En histoire, c'est une évidence. Pour la gestion des territoires également. ●

¹ *La Carte de France, histoire & techniques*, Éditions Parenthèses, 2022



	Embouchure de la Canche Camiers (62), 1950		Trous d'obus de la Première Guerre mondiale Les Eparges (55), 1949		Poste électrique Villejust (91), 1988
	Terril minier Loos-en-Gohelle (62), 1981		Stand de tir Metz (57), 1931		Lac artificiel du Der-Chantecoq Giffaumont-Champaubert (51), 1977
	Baie de Somme Cayeux-sur-Mer (80), 1897		Récifs Ouessant (29), 1952		Forêt exploitée Les Fessey (70), 2012
	Rochers à marée basse Barneville-Carteret (50), 2008		Estran Ploubazlanec (22), 2023 (carte Géoportail)		Place fortifiée du XVII ^e siècle Neuf-Brisach (68), 1830
	Raffineries de pétrole Gonfreville-l'Orcher (76), 2000		Lotissement résidentiel Rennes (35), 1989		Marais salant Guérande (44), 1847
	Murs à pêches Montreuil (93), 1954		Forêt de feuillus Tourouvre-au-Perche (61), 1889		Puits de mine d'ardoise Trélazé (49), 1976
	Gare de triage Nouvion-sur-Meuse (08), 1977		Parc photovoltaïque Maillebois (28), 2023 (carte Géoportail)		Forêt de résineux de Sologne Souesmes (41), 2023 (carte Géoportail)

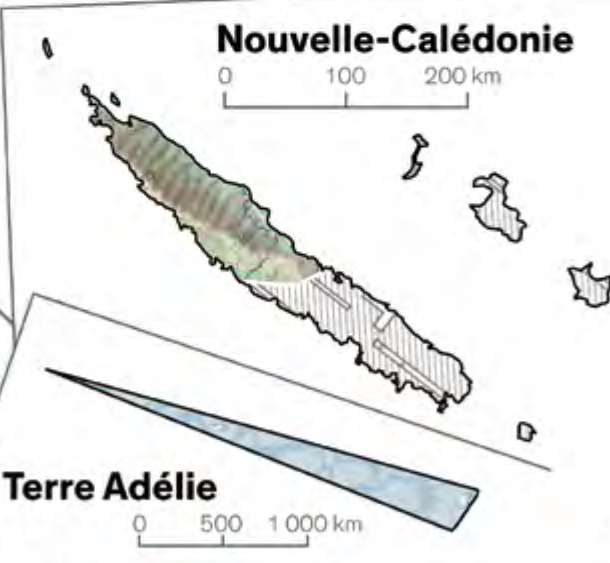
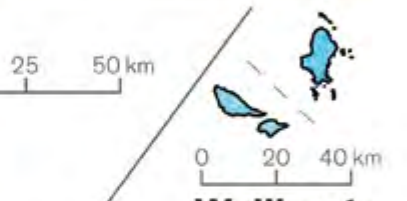
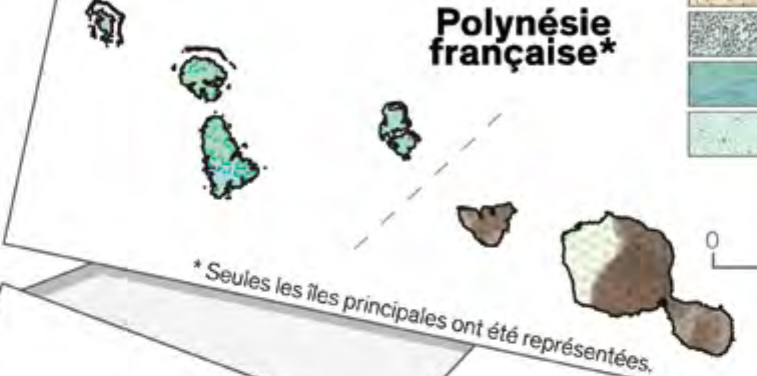
Le coup d'œil de Lucas

Découvrez les cartes imaginaires et interprétées par Lucas, géographe indépendant.

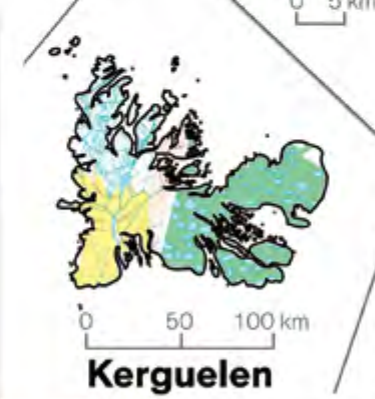
UNE CARTE DE FRANCE... TOUT EN NUANCES

🕒 En deux siècles, les services cartographiques nationaux successifs, jusqu'à l'IGN, ont produit de nombreuses cartes, d'une grande diversité d'échelles, de précisions et d'usages. Ces cartes, qu'elles soient au service des militaires, des scientifiques ou des randonneurs, rendent compte autant de l'évolution des paysages que des techniques, et constituent ainsi un patrimoine documentaire d'une grande richesse. 🕒

- | | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |



- | | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

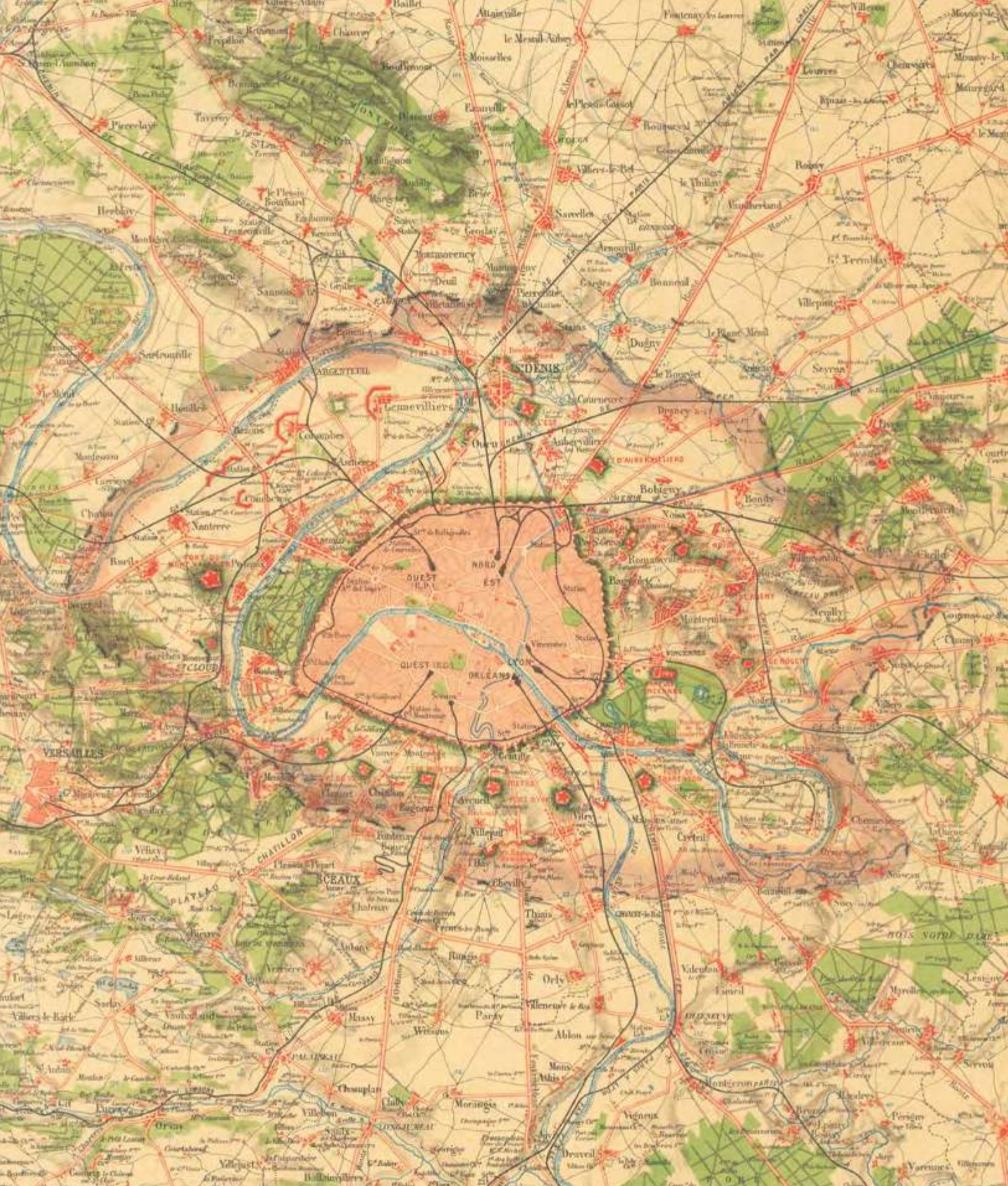


- | | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |
| | |

- | | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |
| | |

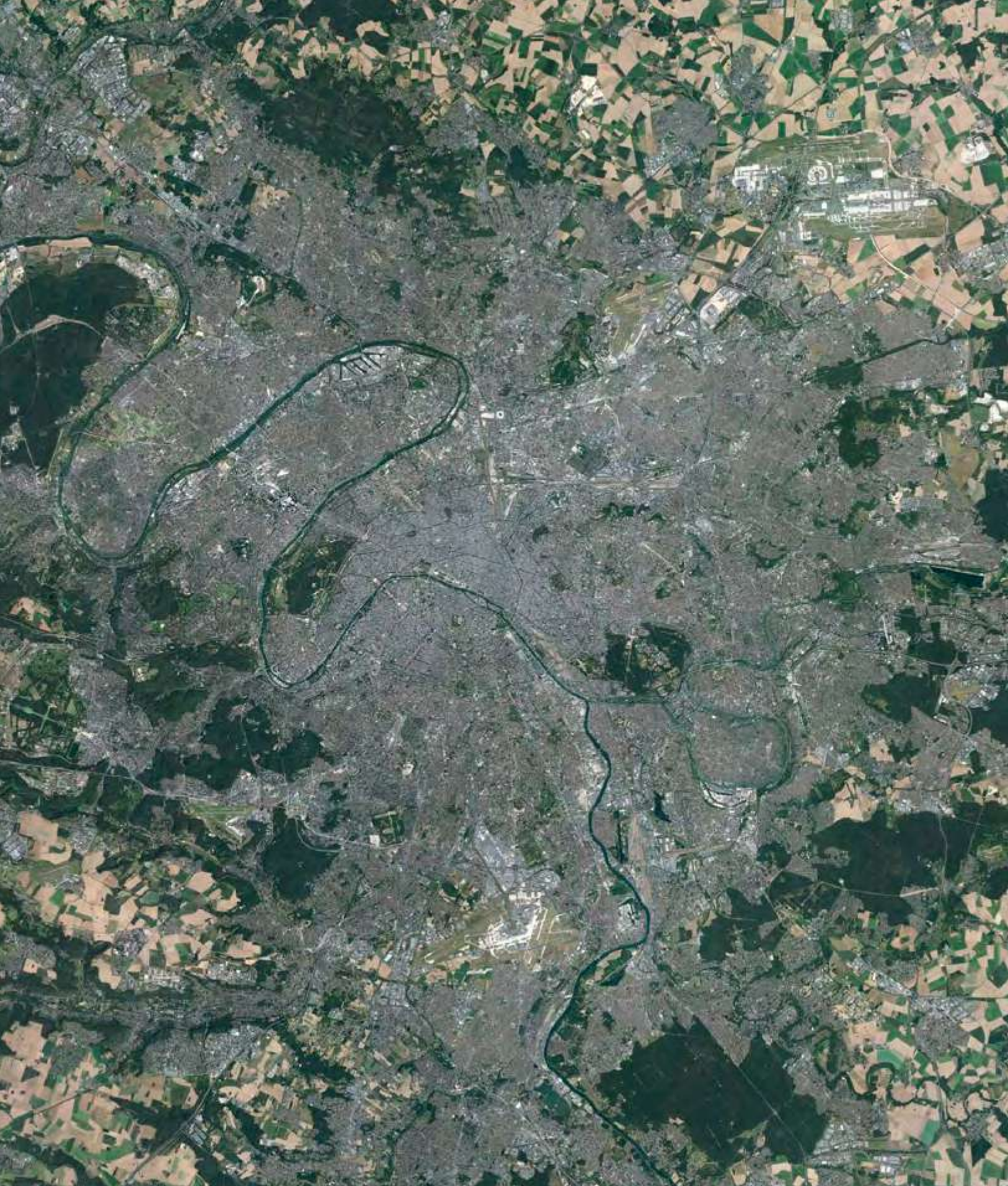
*TAAF : Terres australes et antarctiques françaises

Faute d'une production cartographique IGN significative, les territoires des îles Éparses de l'océan Indien et de Clipperton ne figurent pas sur cette carte. À noter que certains territoires ultra-marins disposent aujourd'hui de services propres de production cartographique.



**PARIS, SES ENVIRONS
ET SES FORTIFICATIONS**
LIEU : ÎLE-DE-FRANCE
Date : 1871

En 1871, Paris poursuit sa croissance : après l'intégration, quelques années plus tôt, de onze communes, dont Montmartre et Belleville, la capitale se développe aussi grâce au réseau ferré, qui pénètre au cœur de la ville. Les enceintes marquent une rupture territoriale entre l'hyperdensité du centre, les espaces « vides » et les fortifications militaires aux alentours, bien visibles sur ces cartes militaires.



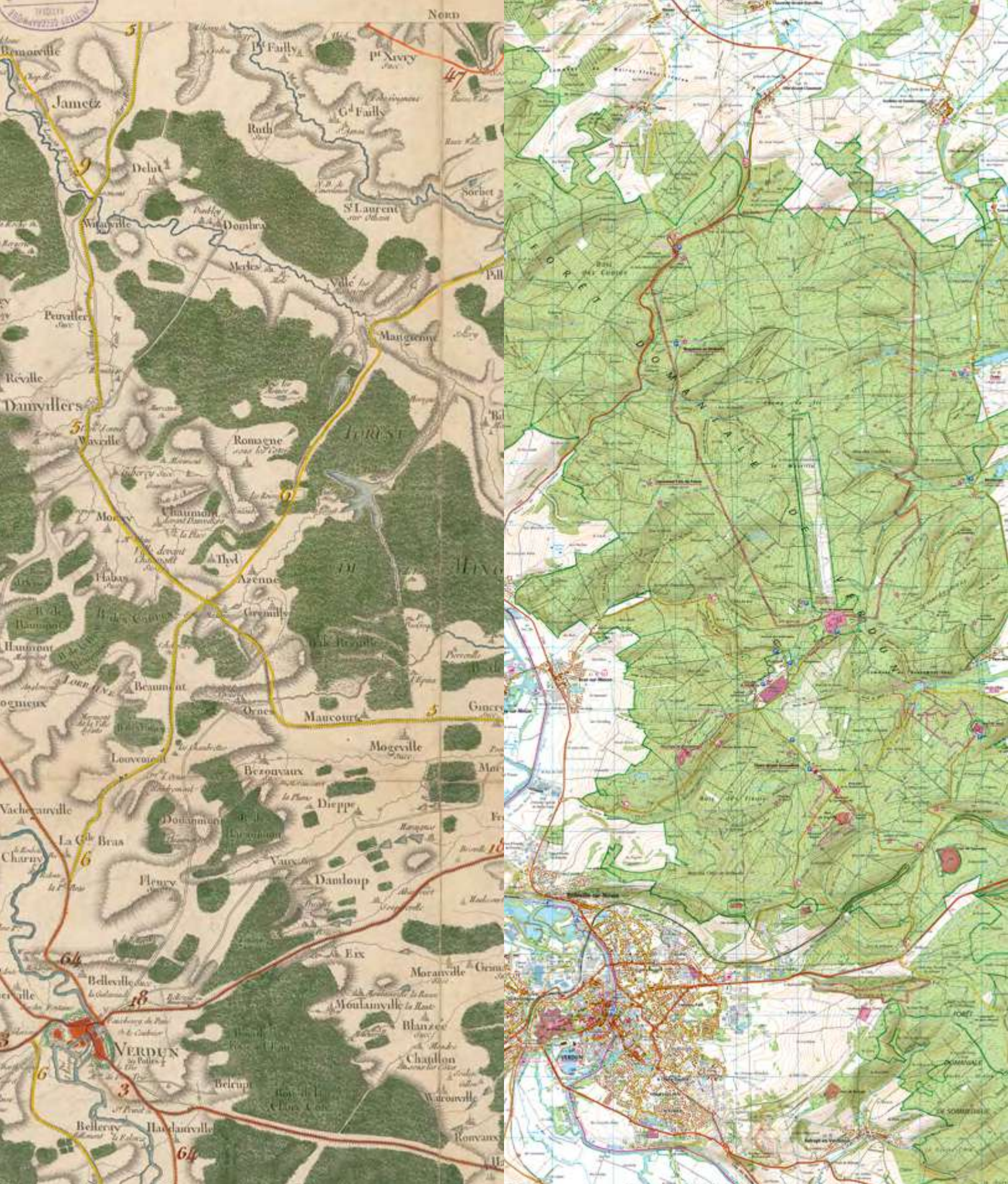
LA MÉTROPOLE DU GRAND PARIS

LIEU : ÎLE-DE-FRANCE

Date : 2021

¹ *La Métropole du Grand Paris : c'est quoi?*, Paris.fr, 2019.

Cent cinquante ans plus tard, la prise de vue aérienne montre l'emprise au sol de la métropole du Grand Paris. Les forts ont disparu ou se fondent dans le maillage urbain, qui s'étend en continu entre la forêt de Saint-Germain-en-Laye à l'ouest, le lac de Vaires-sur-Marne à l'est et les deux grands aéroports au nord et au sud. Créée en 2016, la métropole du Grand Paris regroupe 131 communes, dont Paris, sur 814 km²(1).



**LE REBOISEMENT
DE LA FORÊT DOMANIALE
DE VERDUN**

LIEU : MEUSE
Date : 1803-2021

¹ La Grande Histoire des forêts (#Épisode 5) – La forêt au temps de la Grande Guerre, onf.fr.

La forêt domaniale de Verdun, gérée par l'Office national des forêts (ONF), est devenue une Forêt d'Exception[®] en 2013, pour la valeur mémorielle des lieux¹. Fleury-devant-Douaumont, Louvemont-Côte-du-Poivre... de ces villages entourés de champs sur la carte de Cassini de 1803 et détruits pendant la Grande Guerre ne restent aujourd'hui que les noms et les vestiges des tranchées parmi les arbres. Dix mille hectares de forêt sont reboisés par l'État, à partir de 1919.

← Avant

→ Après



La forêt

LE RENOUVELLEMENT DE LA FORÊT PASSE PAR LES SOLS

La forêt est l'occupation du sol la plus importante en France, derrière les surfaces agricoles. En augmentation depuis la moitié du XIX^e siècle, période à laquelle le pays a connu son minimum de surface forestière, elle couvre désormais près de 17,1 millions d'hectares, environ un tiers du territoire métropolitain. Un résultat positif, fruit d'un renouvellement et d'une adaptation constante. Avec l'incertitude liée aux aléas climatiques et une mortalité des arbres en hausse, le sol offre un socle sur lequel bâtir la forêt de demain.



REPÈRES

1958

Mise en place de l'inventaire forestier, désormais opéré par l'IGN.

2023

Lancement de l'Observatoire des forêts françaises par les ministres Marc Fesneau, ministre de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire et Christophe Béchu, ministre de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. Partenarial, il rassemble toutes les données et les informations des forêts et va s'enrichir pour préparer l'avenir.

Des arbres à croissance rapide

« Les forestiers s'adaptent depuis longtemps : ils ont toujours choisi l'essence d'arbre en fonction des conditions du sol et du climat, car en cas contraire, les arbres n'auraient pas poussé. Aujourd'hui, le changement climatique a une incidence », affirme Nathalie Derrière, cheffe du département des résultats de l'inventaire forestier.

Créé en 1958 pour dresser l'état des lieux de la forêt et en assurer le suivi, l'inventaire forestier (IF) rassemble des données statistiques telles que la surface, le volume de bois, les essences, les prélèvements et la mortalité. L'IF naît au beau milieu des Trente Glorieuses, une époque de développement économique,

gourmande en matériaux et nécessitant des essences d'arbres à croissance rapide, comme l'épicéa ou le sapin.

« Le sapin Douglas pousse vite et donne un bois d'œuvre de qualité en soixante ans. Les campagnes de reboisement, majoritairement en résineux, du Fonds forestier national (FFN) ont façonné une grande partie du paysage actuel, en particulier dans le massif du Morvan ou le plateau du Limousin », estime Magali Jover, chargée des relations partenariales et institutionnelles de l'IGN sur la thématique forêt. ●

« Le climat change, mais la nature du sol reste stable. D'où l'importance de le préserver. »

— NATHALIE DERRIÈRE

2,3

millions d'hectares de forêt.
C'est la surface gagnée par la France métropolitaine entre 1946 et 1987.

60 ans

« Le sapin Douglas pousse vite et donne un bois d'œuvre de qualité en soixante ans. »

32

classes composent le BD Forêt®.

Ce référentiel géographique va être mis à jour en mobilisant l'intelligence artificielle.

Les étapes de la reconquête forestière

Sous l'impulsion du FFN, avec la campagne de reboisement à grande échelle financée par l'État dans l'après-guerre, la France métropolitaine gagne 2,3 millions d'hectares de forêt entre 1946 et 1987. Cette stratégie nationale accélère un phénomène en cours depuis la révolution industrielle, celui de la reconquête forestière.

L'essor des énergies fossiles et l'aspiration de la main-d'œuvre rurale par les villes favorisèrent alors l'abandon des terres agricoles les moins productives. Les reboisements naturels des sols, les accrus, colonisèrent ces terrains : « Une parcelle agricole abandonnée va se reboiser, mais cela va prendre

beaucoup de temps : d'abord les espèces pionnières, puis secondaires... », explique Manuel Fulchiron, directeur adjoint, responsable forêt à la direction des opérations et des territoires à l'IGN.

Avant le FFN, la France avait déjà connu une première vague de reboisement, issue de la volonté publique. La loi du 28 juillet 1860 pour la restauration des terrains en montagne (RTM) « imposait la plantation d'arbres pour restaurer les terrains abîmés par le pâturage et le défrichement, stabiliser les bassins versants et agir contre l'érosion des sols montagneux », précise Manuel Fulchiron. ●

Le capital sol à préserver pour réussir le reboisement

Les activités humaines peuvent dégrader la qualité des sols : défrichement, passage d'engins, les pressions externes réduisent, par exemple, la capacité des sols à drainer et à retenir l'eau, nécessaire aux racines pour s'alimenter. Pour que les arbres s'adaptent aux nouvelles conditions climatiques, les sols sont le seul critère stable : « Le climat change, mais la nature du sol reste stable, avance Nathalie Derrière, d'où l'importance de le préserver. »

Il existe une dizaine de grands types de sols forestiers en France. L'inventaire permet de les répertorier selon leurs caractéristiques physiques (pH, réserve utile en eau, etc.) ou leur sensibilité au tassement et à l'exportation des composés minéraux.

Dans le cadre du processus d'adaptation actuel, le pays s'est fixé comme objectif de renouveler 10 % de la forêt et de planter un milliard d'arbres d'ici à 2032. L'IGN n'apporte pas l'information climatique, mais grâce aux données de l'IF et du référentiel géographique forestier (BD Forêt®), il produit l'information relative au sol et aux essences. « Nous avons un service expertise, le département d'analyse des forêts (Dafor), à l'aide duquel on peut apporter les données pour localiser des surfaces potentiellement reboisables dans les années à venir, en détectant où la mortalité et le dépérissement sont majeurs et les endroits qui nécessitent des essences plus adaptées en fonction des sols, de l'altitude et des températures plus élevées », conclut Magali Jover. ●

Sylvoécorégions (SER)

N° (classement selon le taux de boisement) Nom de la SER (code)	Taux de boisement	
01 - Landes de Gascogne (F21)	74 %	les 5 plus boisées
02 - Massif vosgien central (D11)	74 %	
03 - Alpes externes du Sud (H30)	72 %	
04 - Cévennes (G70)	72 %	
05 - Corse occidentale (K11)	71 %	
43 - Ségala-Châtagnier ¹ auvergnate (G60)	33 %	médiane
44 - Champagne humide (B51)	32 %	
82 - Campagne de Caen / Pays d'Auge (B31)	8 %	les 5 moins boisées
83 - Flandres (B21)	8 %	
84 - Brieux (B44)	6 %	
85 - Plaine picarde (B22)	6 %	
86 - Marais littoraux (F13)	2 %	



Découpage administratif officiel

■ Limite départementale

Découpage administratif forestier

~ Limite départementale (SER)
Nom de département (SER)
~ Limite régionale (GRECO)
VOSGES Nom de région (GRECO)

0 100 200 km



Hêtre

Espèce emblématique de la forêt française, aimant les milieux frais et humides, connue pour sa grande souplesse, mais dont la présence naturelle devrait se réfracter vers le nord-est.

La Massane

La Sainte-Baume

Dans les Pyrénées-Orientales ou le Var, de remarquables hêtraies méridionales de basse altitude, qui attestent l'adaptabilité du hêtre... jusqu'à quand ?

Les « faux » de Verzy

Peuplement remarquable de hêtres, devenus « tortillards » par mutation génétique, mais dont la forme se simplifie sous l'effet du changement de climat.

Sologne

L'« autre Landes » : espace humide massivement reboisé au XIX^e siècle, où le pin maritime pourrait se substituer au pin sylvestre.

Landes

Forêt plantée et exploitée la plus vaste d'Europe, archi-dominée par le pin maritime, dit « pin des Landes ».

Pin sylvestre Pin maritime

Le premier, espèce montagnarde et plutôt septentrionale, introduite en plaine, souffre. Le second, iconique de la forêt landaise, pourrait profiter du changement climatique.

Limousin

Ancienne région administrative (Corrèze, Creuse, Haute-Vienne) où le châtaignier a servi à nourrir et bâtir, et ayant fait de la feuille de châtaignier son logotype de 1989 à 2015.

Corse

Châtaignier

Un arbre historiquement nourricier mis à mal par les sécheresses et menacé à court terme.

Ardèche

La châtaigne d'Ardèche et la farine de châtaigne corse bénéficient d'une AOC-AOP.

Vendée

Saint-Hilaire-de-Riez, placette la plus septentrionale de la côte atlantique où le chêne vert est répertorié...

Chêne vert

Espèce représentative du climat méditerranéen, mais également visible sur les dunes atlantiques, le chêne vert pourrait s'étendre au nord à la faveur du réchauffement... si celui-ci lui en donne le temps.

Drôme

... et Brien, à 25 km au nord de Valence, son « homologue » pour la vallée du Rhône.

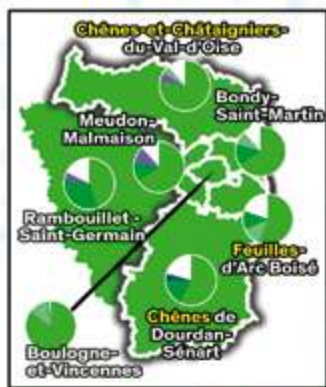
Le coup d'œil de Lucas

Découvrez les cartes imaginaires et interprétées par Lucas, géographe indépendant.

LA RÉPUBLIQUE DES ARBRES

« Le découpage en 86 sylvoécorégions¹ (SER), utilisé pour l'Inventaire forestier national (IFN) de la France métropolitaine, s'appuie sur des facteurs biogéographiques qui déterminent en partie l'habitat forestier, notamment le taux de boisement. En regard, la répartition de quelques espèces emblématiques esquisse les défis que le changement climatique leur impose, entre menaces et adaptations nécessaires. »

¹ Les territoires d'outre-mer ne sont pas concernés par cette méthodologie.

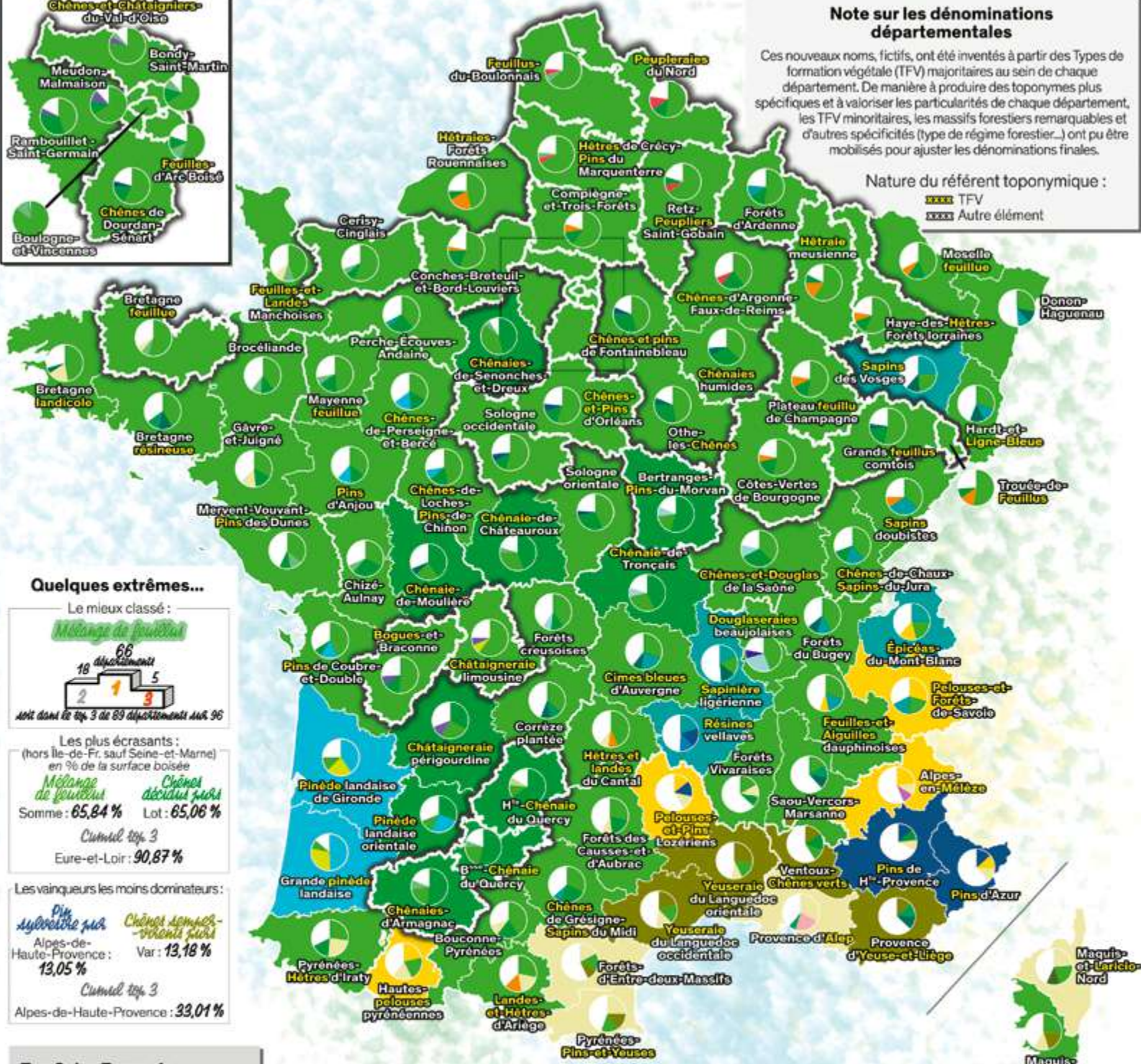


Note sur les dénominations départementales

Ces nouveaux noms, fictifs, ont été inventés à partir des Types de formation végétale (TFV) majoritaires au sein de chaque département. De manière à produire des toponymes plus spécifiques et à valoriser les particularités de chaque département, les TFV minoritaires, les massifs forestiers remarquables et d'autres spécificités (type de régime forestier...) ont pu être mobilisés pour ajuster les dénominations finales.

Nature du référent toponymique :

- xxxx TFV
- xxxxx Autre élément



Quelques extrêmes...

Le mieux classé :

Mélange de feuillus



est dans le top 3 de 89 départements sur 96

Les plus écrasants :

(hors Ile-de-Fr. sauf Seine-et-Marne) en % de la surface boisée

Mélange de feuillus Chênes décidus purs
Somme : 65,84 % Lot : 65,06 %
Cumul top 3
Eure-et-Loir : 90,87 %

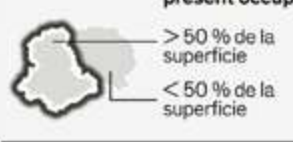
Les vainqueurs les moins dominateurs :

Pin sylvestre pur Chênes sempervirents purs
Alpes-Haute-Provence : Var : 13,18 %
13,05 %
Cumul top 3
Alpes-de-Haute-Provence : 33,01 %

Top 3 des Types de formation végétale (TFV) par département



Le TFV le plus présent occupe :



Formations forestières dominées par les feuillus

- Mélange de feuillus
- Chênes décidus purs
- Chênes sempervirents purs
- Feuillus purs en îlots
- Hêtre pur
- Châtaignier pur
- Peupleraie
- Autre feuillu pur
- Forêt ouverte de feuillus purs
- Mélange de feuillus prépondérants et conifères

Formations forestières dominées par les conifères

- Pin sylvestre pur
- Pin maritime pur
- Sapin ou épicéa
- Douglas pur
- Pin d'Alep pur
- Mélèze pur
- Mélange d'autres conifères
- Mélange de conifères prépondérants et feuillus

Formations végétales non forestières ou autres

- Formation herbacée
- Lande ligneuse
- Jeune peuplement, coupe rase ou incident

Le coup d'œil de Lucas

Découvrez les cartes imaginaires et interprétées par Lucas, géographe indépendant.

AU NOM DE LA FORÊT!

« La BD Forêt® inventorie des « Types de formation végétale » (TFV), « ensembles forestiers ou semi-naturels (...) qui présentent une certaine unité pour la couverture et l'utilisation du sol, pour la densité du couvert et pour la composition en essences ». Ici, les TFV dominants donnent leur couleur et en partie leur nouveau nom aux départements, et le « top 3 » en superficie est représenté en diagramme. »



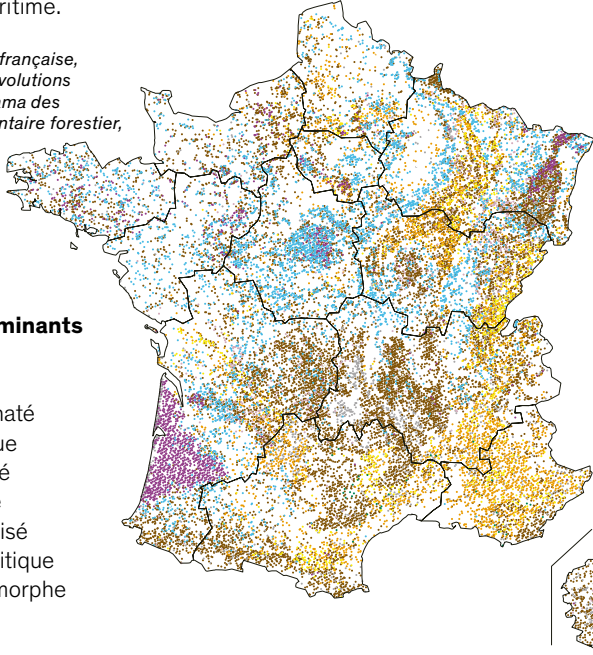
Répartition des types de sols

Les sols brunifiés, les plus fréquents, dominent dans le Massif central et les Vosges. Supportant un volume moyen de 197 m³ de bois vivant/hectare, ces sols sont très fertiles. Les sols carbonatés et calciques sont caractéristiques des Alpes et de la Méditerranée. Les sols podzolisés, sableux, se concentrent dans le massif des Landes. Il s'agit de sols contraignants, favorables à quelques espèces, dont le pin maritime.

Source : *La Forêt française, état des lieux et évolutions récentes - Panorama des résultats de l'inventaire forestier*, IGN, 2018.

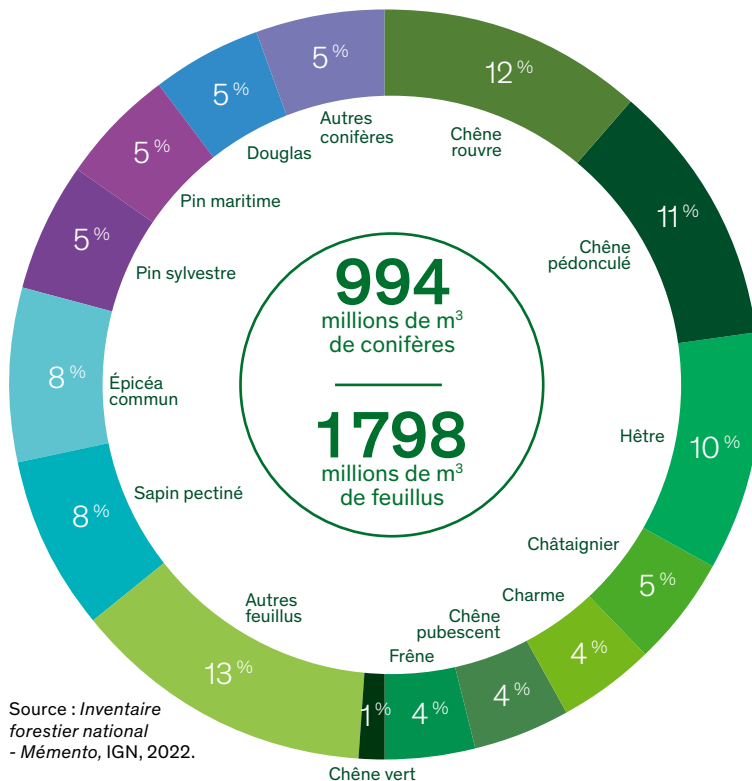
Types de sols forestiers dominants

- Sol jeune
- Sol carbonaté
- Sol calcique
- Sol brunifié
- Sol lessivé
- Sol podzolisé
- Sol fersiallitique
- Sol hydromorphe



Répartition du bois vivant par essence

La forêt est le résultat de siècles de gestion forestière : chênes, hêtres et autres feuillus représentent deux tiers de la forêt, en surface et en volume. Ils peuplent surtout les plaines. En revanche, les Douglas sont plus jeunes et datent en grande partie de l'après-guerre. L'adaptation au changement climatique conduira à de nombreuses modifications dans la répartition spatiale des essences d'arbres.



Source : *Inventaire forestier national - Mémento*, IGN, 2022.

94%

de la surface des forêts est composée de peuplement d'espèces indigènes ou locales.

130 000 ha

de forêts domaniales⁽¹⁾ ont un rôle de protection dans le cadre de la restauration des terrains en montagne.

18,5%

des forêts métropolitaines se trouvent en site Natura 2000⁽²⁾.

Source : *État et évolution des forêts françaises métropolitaines - Synthèse des indicateurs de gestion durable*, 2020, IGN.

13 000

Nombre de placettes en forêt relevées par les équipes de l'IGN pour l'inventaire forestier.

Source : *Inventaire forestier national*, IGN, 2021.

¹ Les forêts domaniales n'appartiennent ni aux collectivités ni aux propriétaires privés, mais à l'État. Elles sont gérées par l'ONF.

² Les sites Natura 2000 font partie d'un réseau européen des espaces naturels qui vise à protéger les habitats et les espèces, dont certains types d'oiseaux.



L'eau intérieure

L'EAU, ÉLÉMENT VIVANT DU TERRITOIRE FRANÇAIS

Plus d'un million de cours d'eau et 837 000 plans d'eau s'étalent sur le territoire français métropolitain. Malgré une emprise au sol minimale par rapport aux champs agricoles, aux forêts et aux villes, les eaux de surface sont un élément structurant et vivant du territoire. Ce dynamisme, que les êtres humains ont toujours essayé de maîtriser, est aujourd'hui au cœur des enjeux de préservation et de protection dans le contexte du réchauffement climatique. La première étape : identifier et connaître les eaux de surface grâce aux données de l'IGN.



À DÉCOUVRIR

La BD Topo® IGN :

description des éléments du territoire mise à jour en continu par l'IGN, notamment l'hydrogéographie.

France Nation Verte :

programme gouvernemental de planification écologique. L'IGN y contribue via le volet numérique et données.

Un fleuve domestiqué

De la Suisse à la mer Méditerranée, le Rhône creuse son lit : 812 kilomètres, dont les deux tiers sur le territoire français. Axe de communication majeur depuis l'époque gallo-romaine, comme en témoigne l'expansion de villes telles que Lyon ou Arles, le Rhône a subi des transformations profondes. Autrefois réputé pour son impétuosité, « *vous avez passé ce diantre de Rhône, si fier, si orgueilleux, si turbulent...* » écrivait, en 1688, Madame de Sévigné, le Rhône est aujourd'hui un fleuve domestiqué et anthropisé.

D'abord endigué, puis chenalisé, le Rhône a progressivement perdu ses méandres et ses îles et a vu surgir 19 barrages, érigés par la Compagnie nationale du Rhône (CNR) entre 1948 et 1986. L'aménagement et la valorisation du fleuve étaient alors soumis à trois missions : la production d'hydroélectricité, la navigation et l'irrigation des champs. ●

« C'est seulement le 3 janvier 1992 que l'État intègre l'eau comme "un élément du patrimoine national et pose pour principe général la gestion équilibrée de cette ressource". »

— MARIE-AGNÈS SCHERRMANN

La « loi sur l'Eau »

C'est seulement le 3 janvier 1992 que l'État intègre l'eau comme « un élément du patrimoine national et pose pour principe général la gestion équilibrée de cette ressource », explique Marie-Agnès Scherrmann, cheffe du département gestion du territoire. Parmi les objectifs de cette loi : préserver les écosystèmes aquatiques et les zones humides, concilier la protection de l'environnement et les activités économiques et sociales, valoriser et développer la ressource en eau, protéger et restaurer la qualité de l'eau.

Exemplaire, le cas du Rhône n'est pas unique. Au-delà des cours d'eau, la réglementation de 1992 inclut

également les plans d'eau et les zones humides. « On estime que 95% des zones humides ont disparu en France, dont la moitié entre les années 1960 et 1990 », précise Barbara Freidman, chargée des partenariats et des relations institutionnelles sur l'hydrographie.

Jusqu'aux années 1970, la loi française prévoyait l'assèchement des zones humides. Un tournant est pris en 1971, avec la Convention de Ramsar, traité international pour la protection des zones humides. « C'est un devoir collectif de protéger ces zones. Si on arrive à les déterminer et à améliorer nos connaissances, il sera plus difficile de les détruire. Pour cela, il faut les identifier : c'est là que l'IGN intervient », poursuit Barbara Freidman. ●

19

barrages sont érigés par la Compagnie nationale du Rhône (CNR) entre 1948 et 1986.

837 000

C'est le nombre de plans d'eau identifiés en France grâce au premier inventaire des plans d'eau de l'IGN.

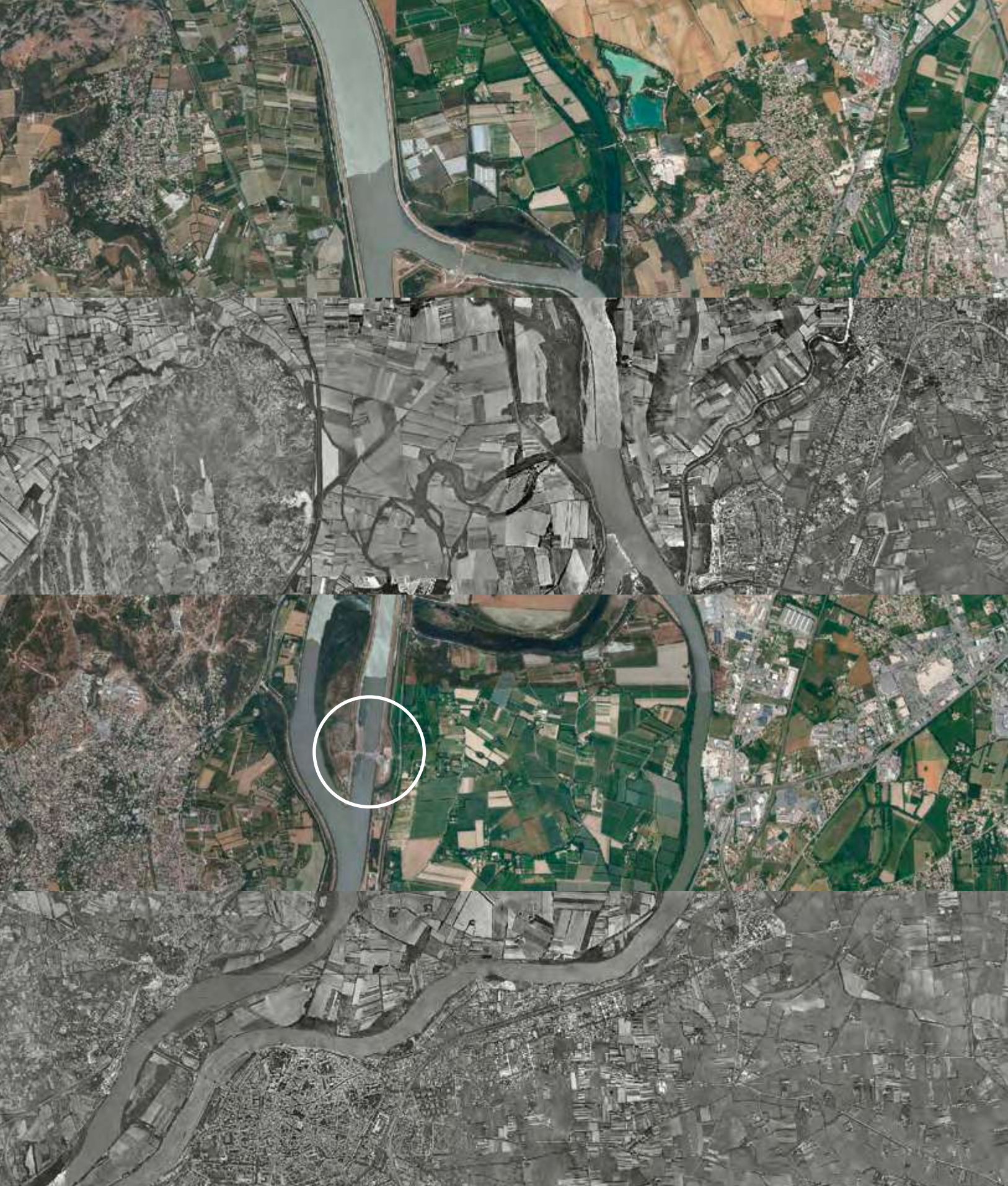
Charnière des territoires

L'IGN cartographie depuis longtemps les eaux de surface. À partir de 2016, l'Institut, associé à l'Office français de la biodiversité (OFB), coproduit le référentiel hydrographique français à grande échelle, la BD TOPAGE® qui s'appuie sur la base topographique générale, la BD TOPO®. En accès gratuit, ce référentiel est destiné aux agences de l'eau, aux bureaux d'études, aux syndicats de bassin. En février 2022, l'IGN se lance dans le premier inventaire des plans d'eau, étendues d'eau continentales de surface, libres et stagnantes, qui a permis d'identifier 837 000 plans d'eau, pour une surface de 499 000 ha. Objets d'enjeux multiples, les plans d'eau donnent, par exemple, une indication des volumes d'eau stockés et du niveau de sécheresse des territoires.

Ce socle commun est d'autant plus important, dans le contexte de changement climatique et de raréfaction de la ressource. Afin de garantir une gestion durable,

différentes réglementations régissent les cours d'eau. Les dispositions relatives à la politique agricole commune, entre autres, prévoient l'instauration d'espaces enherbés aux bords des cours d'eau. Le long de certains fleuves, des zones de non-traitement aux produits phytosanitaires obligent les agriculteurs à laisser une bande tampon de cinq mètres au sol, pour éviter que les engrais ne se déversent dans l'eau.

Pour le Rhône, au carrefour de nombreux usages, la gestion partagée et durable est désormais une évidence : « Ce fleuve est à la fois une ressource majeure pour l'eau potable, l'agriculture et l'industrie, mais aussi un axe fluvial, un espace de production d'énergie, un support d'aménités et de loisirs, avec une biodiversité remarquable », résume Stéphane Canalis, directeur territorial Centre Est. ●



L'ANTHROPISATION DU RHÔNE

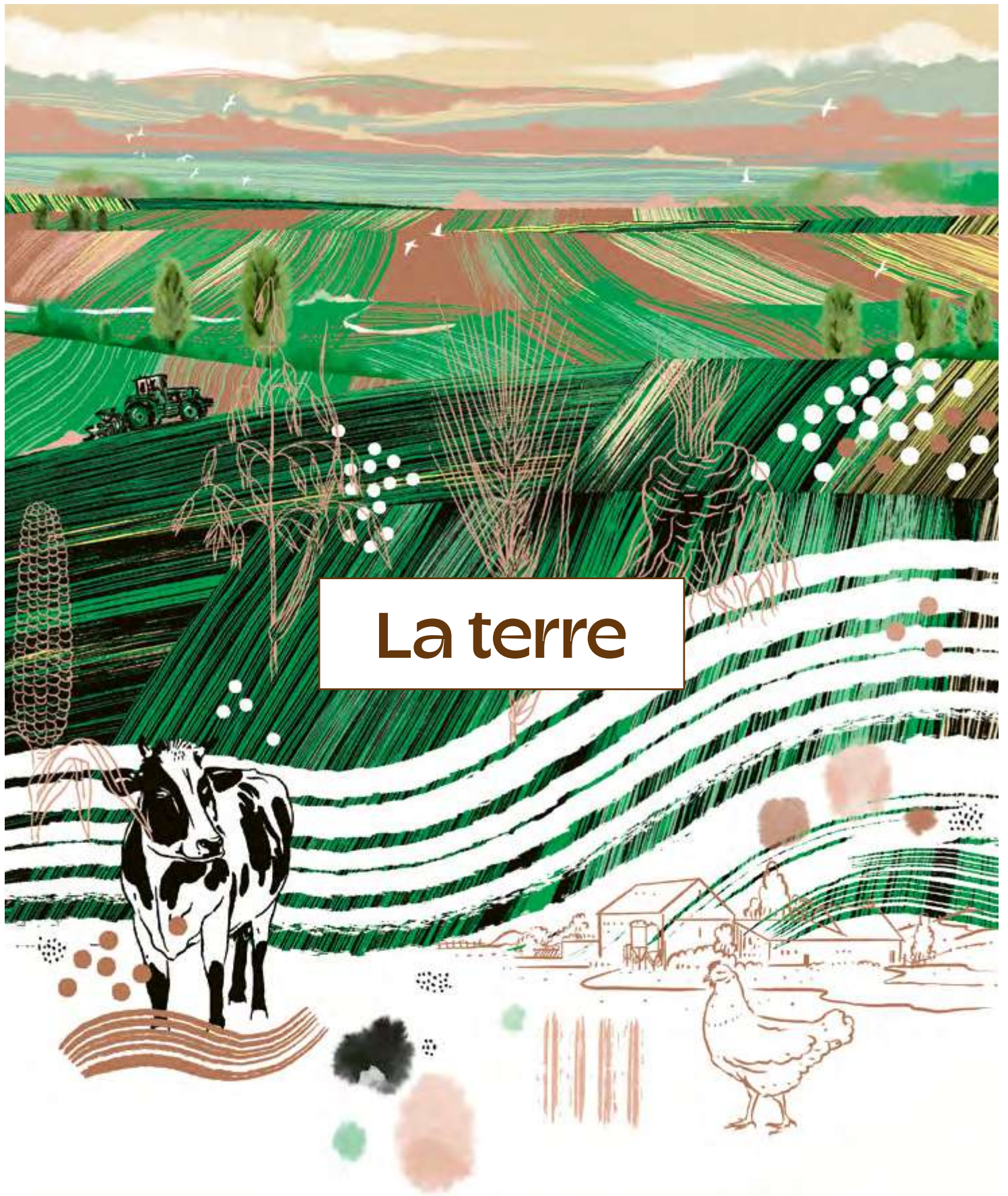
LIEU : ÎLE DE LA BARTHELASSE
(GARD ET VAUCLUSE)

Dates : 1950-1965 et 2021

¹ Centrale hydroélectrique dite usine-écluse d'Avignon, dossiersinventaire.maregionsud.fr

Érigée en 1973¹⁾, la centrale hydroélectrique-écluse, au nord d'Avignon, est située sur le canal industriel du bras droit du Rhône, inexistant en l'état sur l'ancienne photographie aérienne, et relie l'île de la Barthelasse à un îlot. Le Rhône se divise en deux bras à hauteur de Sorgues, dont chacun est doté d'un barrage. La volonté de canaliser le Rhône remonte au Moyen Âge, puis, sous Napoléon III, ont lieu de nombreux travaux contre les crues.





La terre

LA PARCELLE AGRICOLE, UNITÉ DE MESURE DU TERRITOIRE FRANÇAIS

Recouvert à 50% par des surfaces agricoles, principale occupation du sol, le territoire français a subi un impact majeur juste après-guerre avec l'introduction de l'agriculture intensive. Le remembrement des parcelles, pour qu'elles soient de plus grande taille et plus facilement exploitables, a transformé les sols et le paysage : des haies, des bosquets et des zones humides ont été rayés de la carte. Par l'actualisation du Registre parcellaire graphique, l'IGN, avec ses partenaires, contribue au suivi cartographique des parcelles françaises. Lesquelles vont évoluer face aux enjeux de la souveraineté alimentaire et de la transition agroécologique.

L'agglomération des parcelles

Sous l'impulsion de la chimie et de la mécanisation des campagnes, après la Seconde Guerre mondiale, un nouveau modèle agricole voit le jour. Arrivé à son apogée dans les années 1970, il a marqué le sol français. Ce modèle se matérialise par la transformation de la taille de la parcelle : le regroupement de petites parcelles en exploitations plus grandes et mécanisées.

Pour réaliser ce remembrement, les agriculteurs suppriment des éléments du paysage : « *Le maillage des haies va s'estomper, les arbres isolés et les bosquets disparaissent, les voies de desserte sont élargies pour faire transiter des machines*

volumineuses, les mares asséchées et rebouchées», détaille Guillaume Marchand, chargé des partenariats et des relations institutionnelles à l'IGN pour la thématique agriculture.

« *Nous observons des paysages ruraux sans arbres et des champs à perte de vue, continue le spécialiste, à l'exception de certaines régions comme dans l'ouest de la Basse-Normandie, où l'on trouve encore des zones de bocage, et dans le sud méditerranéen, en Corse et en relief, où il y a des zones préservées de surfaces pastorales.* » ●

¹ Recensement agricole 2020, Agreste, ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire.

² L'occupation du sol entre 1982 et 2018, Agreste, ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire.

« Le maillage des haies va s'estomper, les arbres isolés et les bosquets disparaissent, les voies de desserte sont élargies pour faire transiter des machines volumineuses, les mares asséchées et rebouchées. »

— GUILLAUME MARCHAND



À DÉCOUVRIR

BD ORTHO®

Vues aériennes du territoire national mise à jour tous les trois ans par l'IGN à une résolution de 20 cm.

-0,2%

La quasi-totalité des départements a perdu des terres agricoles entre 2008 et 2018, à un rythme moyen de -0,2 % par an.

Un registre des parcelles agricoles

Les terres agricoles représentent la première occupation du sol français, départements d'outre-mer inclus. Elles couvrent 28,5¹ millions d'hectares, environ 47 % du pays, un taux qui monte à 52 % en France métropolitaine. La majorité d'entre elles sont cultivées ou mises en jachère, tandis que les prairies permanentes, pour les animaux en pâture, ou en fauche pour la paille, représentent un tiers des surfaces agricoles.

Pour documenter les transformations des parcelles agricoles, l'IGN contribue, depuis 2014, à l'actualisation du registre parcellaire graphique (RPG), aux côtés de l'Agence de services et de paiement (ASP), du ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire, et des services déconcentrés DDT(M).

Mis à jour tous les ans par photo-interprétation à partir de vues aériennes et à l'aide des déclarations des agriculteurs, demandeurs d'une aide de la politique agricole commune, ces données assurent l'information relative à l'utilisation agricole des sols : type de culture, prairie, terre arable, etc.

« Aujourd'hui, nous introduisons l'intelligence artificielle dans la mise à jour du référentiel, pour disposer à terme d'une base de données agricoles françaises, avec les chemins, les haies... Une manière plus précise et cohérente de représenter les zonages agricoles, qui complète la vision morcelée que l'on a encore », estime Guillaume Marchand. ●

Souveraineté alimentaire et enjeux environnementaux

Malgré l'extension des surfaces agricoles en France, un rapport du ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire² indique que la quasi-totalité des départements a perdu des terres agricoles entre 2008 et 2018, à un rythme moyen de -0,2% par an. L'étalement des villes et la transformation des sols agricoles en habitations, infrastructures ou zones commerciales en constituent la raison principale.

À ce phénomène s'ajoutent deux défis, alerte Guillaume Marchand : « Nous devons faire face, dans les dix prochaines années, à une déprise agricole en termes de démographie, avec un tiers des agriculteurs qui va partir à la retraite. Et puis, il y a le réchauffement climatique. »

Un processus de transition agroécologique est lancé, sous l'impulsion de politiques publiques comme le Pacte vert pour l'Europe. L'objectif : adapter les cultures et les pratiques en fonction des ressources en eau et de l'élévation des températures.

Pour poursuivre l'ambition de souveraineté alimentaire, enjeu prioritaire, le ministère de l'agriculture affiche la volonté de remettre en culture des terres afin qu'elles soient exploitées et non abandonnées. Selon le spécialiste, « cette réorganisation fait écho au remembrement : afin que les exploitations soient aussi accessibles aux jeunes agriculteurs et compte tenu de l'importance de tous les éléments du paysage pour la biodiversité et le climat, les parcelles agricoles vont évoluer encore une fois ». Autant de données et d'outils d'aide à la décision qui devront être mobilisés pour ce chantier d'envergure. ●



**L'ÉVOLUTION DE LA TAILLE
DES TERRES AGRICOLES**

LIEU : VALDALLIÈRE (CALVADOS)
Dates : 1950-65 et 2021

Le remembrement agricole transforme le paysage : la myriade de parcelles, entourées de haies, est encore visible dans les orthophotographies en noir et blanc. Aujourd'hui, la majorité des mares et des bosquets ont disparu, pour faciliter le passage des engins et maximiser les surfaces agricoles utiles. La superposition des parcelles du RPG 2021 à l'image historique (*page de droite*) permet de visualiser l'évolution de la taille des zones cultivées.

← Avant

→ Après



Registre parcellaire graphique (RPG) 2021

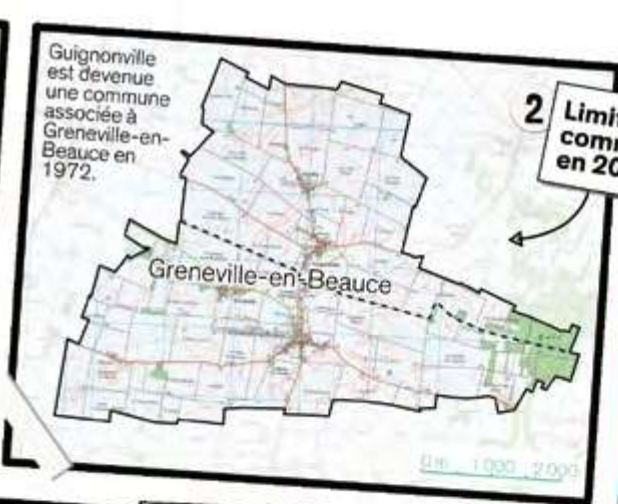
- | | | | |
|--|--|--|---|
| ■ Blé tendre | ■ Plantes à fibres | ■ Fourrage | ■ Autres cultures industrielles |
| ■ Maïs grain et ensilage | ■ Semences | ■ Estives et landes | ■ Légume ou fleur |
| ■ Orge | ■ Gel (surface gelée sans production) | ■ Prairies permanentes | ■ Canne à sucre |
| ■ Autres céréales | ■ Gel industriel | ■ Prairies temporaires | ■ Arboriculture |
| ■ Colza | ■ Autres gels | ■ Vergers | ■ Divers |
| ■ Tournesol | ■ Riz | ■ Vignes | ■ Non disponible |
| ■ Autre oléagineux | ■ Légumineuses à grains | ■ Fruit à coque | |
| ■ Protéagineux | | ■ Olivier | |

Limites communales en 1956...

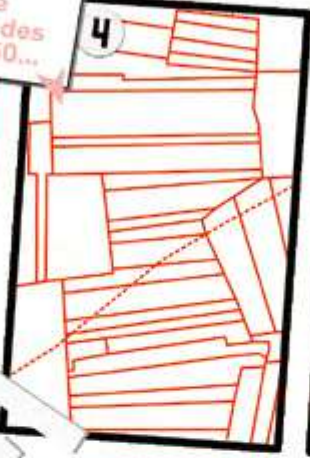


Guignonville est devenue une commune associée à Greneville-en-Beauce en 1972.

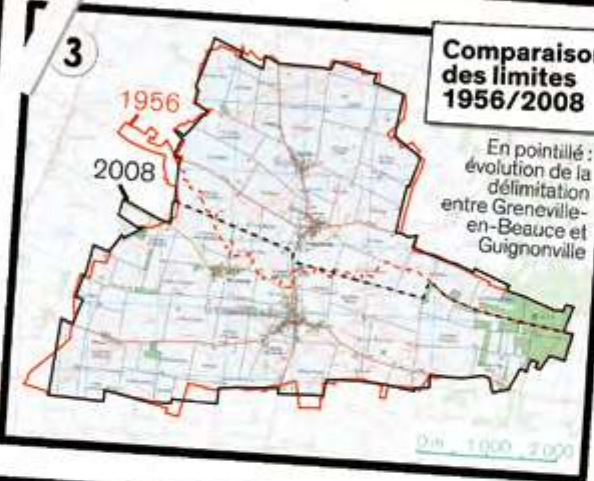
Limites communales en 2008



Exemple de parcellaire des années 1950...



3 Comparaison des limites 1956/2008

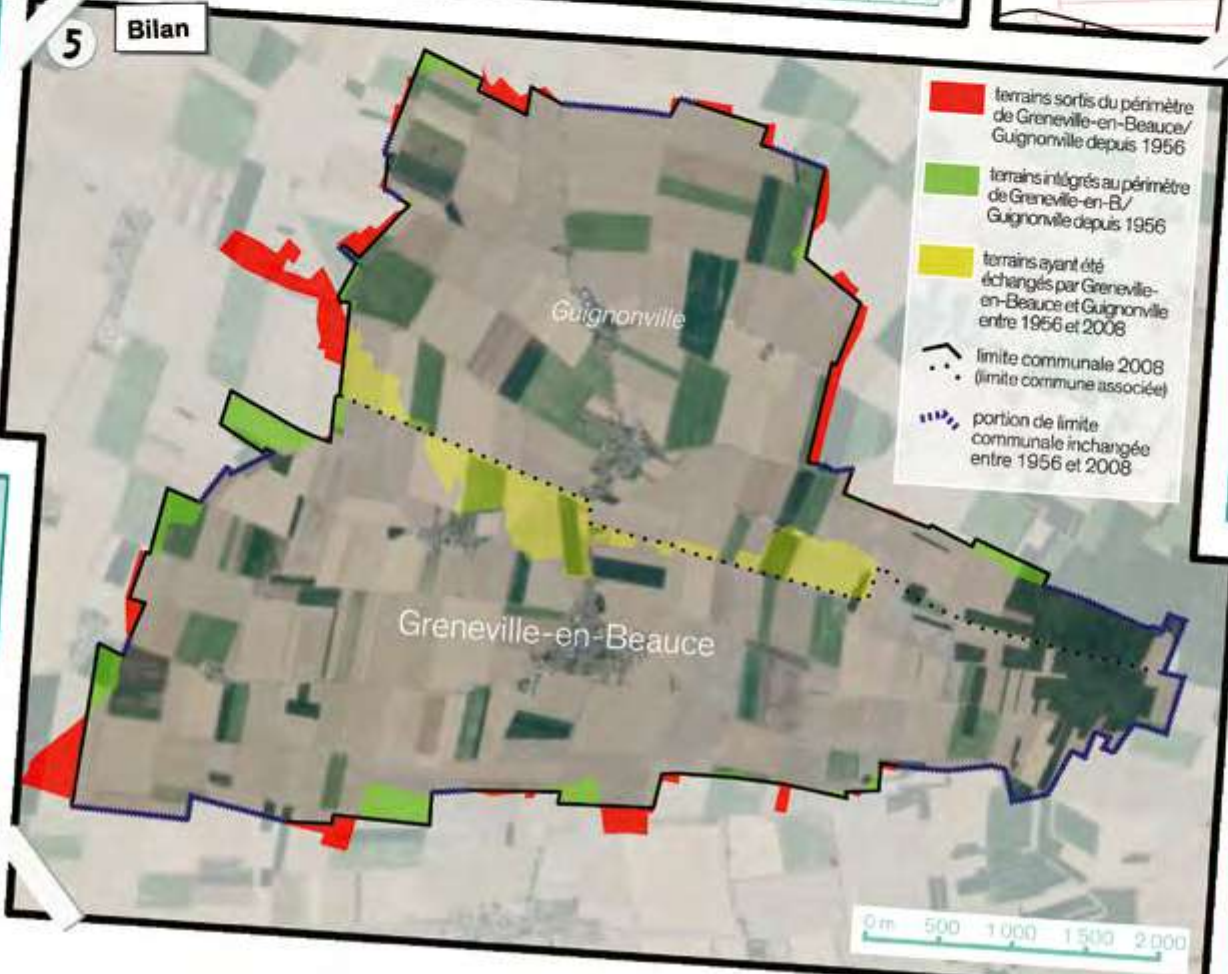


En pointillé : évolution de la délimitation entre Greneville-en-Beauce et Guignonville

... et le même endroit dans les années 2010



5 Bilan



- terrains sortis du périmètre de Greneville-en-Beauce/ Guignonville depuis 1956
- terrains intégrés au périmètre de Greneville-en-B/ Guignonville depuis 1956
- terrains ayant été échangés par Greneville-en-Beauce et Guignonville entre 1956 et 2008
- limite communale 2008 (limite commune associée)
- portion de limite communale inchangée entre 1956 et 2008

Le coup d'œil de Lucas
Découvrez les cartes imaginaires et interprétées par Lucas, géographe indépendant.

PAYSAGES DU REMEMBREMENT

⦿ Motivé par la mécanisation de l'agriculture, le remembrement, intense dans la deuxième moitié du XX^e siècle, opère une simplification et un agrandissement des parcelles, en particulier dans les régions de champs ouverts (openfield). Cette politique foncière a une conséquence administrative : la délimitation des communes est souvent modifiée pour s'adapter au nouveau contour des surfaces cultivées. ⦿



INNOVATION

ANATOL GARIOUD

Ingénieur au sein du département d'appui à l'innovation et spécialiste de l'IA

BORIS WATTRELOS

Chef de projet
IGN OCS GE



REPÈRES

La télédétection par intelligence artificielle (IA) est utilisée depuis 2019 par l'outil OCS GE.

L'OCS GE, L'OUTIL PHARE DE L'IGN POUR DÉTECTER ET SUIVRE L'ARTIFICIALISATION DES SOLS

En s'appuyant sur ses données socles, l'IGN pilote la production d'un référentiel à grande échelle pour la description de l'occupation du sol français : l'OCS GE. Cet outil, au service de l'État et des collectivités, cartographie les couches de surface du sol, distingue les zones imperméables, agricoles, forestières et permet de quantifier et de qualifier l'évolution des territoires et leur artificialisation nette. Depuis 2019, l'Institut emploie la télédétection par intelligence artificielle pour accélérer la production et multiplier les usages.

Quel est le rôle de l'OCS GE, le référentiel d'occupation du sol à grande échelle développé par l'IGN ?

B.W. Le but principal de l'OCS GE est de calculer l'artificialisation du sol et de la suivre dans le temps. Grâce à cet outil, les collectivités peuvent croiser les données et définir une politique d'urbanisme en fonction de la trajectoire de la consommation d'espaces. Elles peuvent distinguer les zones perméables des zones imperméables, les espaces naturels, agricoles et artificialisés et comparer les surfaces dont l'occupation du sol a évolué entre deux dates. Disponible à l'IGN depuis 2014, initialement sur une trentaine de départements, l'OCS GE se réinvente dans le cadre de l'Observatoire de

l'artificialisation des sols, sous l'impulsion de la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN). Pour réaliser ce référentiel, l'IGN travaille conjointement avec le Cerema et l'Inrae. Ensemble, nous avons développé une nomenclature de l'OCS GE, socle pour préciser les contours de l'objectif de « zéro artificialisation nette ».

En quoi consiste la nomenclature de l'OCS GE ?

A.G. L'OCS GE, référentiel de données vectorielles à grande échelle, décrit l'occupation du sol selon une double nomenclature : la couverture du sol, qui regroupe 14 catégories, et l'usage du sol, qui en contient 20. Il faut rappeler que ce

16 billions

On utilise l'IA, car, pour couvrir la France entière, on aurait besoin de traiter 16 billions de pixels d'orthophotographies, correspondant aux 641 184 km² de la France métropolitaine et ses départements et territoires d'outre-mer.

50 m²

Pour les zones bâties, l'OCS GE détecte les bâtiments à partir de 50 m².

« L'IA permet d'accélérer. »

— BORIS WATTRELOS

produit est composé à partir de plusieurs bases de données socles : la BD TOPO®, la base de données qui regroupe les informations géographiques structurantes comme le bâti et l'ossature, c'est-à-dire le réseau routier, les voies ferrées, les cours d'eau, puis la base de données forêt (BD Forêt®), le Registre parcellaire graphique (RPG) et les prises de vues aériennes de la BD ORTHO®. Des seuils nous permettent de prendre en considération seulement les surfaces significatives : pour les zones bâties, par exemple, l'OCS GE détecte les bâtiments à partir de 50 m².

Quel est le lien entre l'OCS GE et l'objectif « zéro artificialisation nette » (ZAN) ?

B.W. Dans le cadre de l'objectif « zéro artificialisation nette » (ZAN) à l'horizon 2050, défini initialement en 2018 par le plan biodiversité, puis réglementé par la loi Climat et Résilience en 2021, les fonctions de l'OCS GE ont évolué. On peut identifier deux cas d'usages majeurs : au niveau de l'État et de la DGALN, cet outil permet de faire le bilan de l'artificialisation nette nationale. Le ZAN est la différence entre ce qui est artificialisé et ce qui est desartificialisé, comme une zone renaturée ou défrichée. Et un deuxième cas d'usage, plus local, destiné aux collectivités, qui vont pouvoir croiser les données et définir une politique d'urbanisme en fonction de la trajectoire de la consommation d'espaces, du maintien des trames vert et bleu, etc. Pour respecter la nouvelle feuille de route

fixée par l'État et accélérer la production de données, nous avons introduit l'IA dans le processus.

Comment l'IA est-elle employée concrètement dans la réalisation de ce référentiel ?

B.W. L'IA permet d'accélérer. En 2019, nous avons lancé une expérimentation sur le Gers, suivie par une première production en 2022. Depuis septembre de la même année, nous sommes rentrés dans une phase de production de masse. On va couvrir l'ensemble du territoire d'ici à début 2025, avec deux millésimes par département minimum. L'IA nous permet de procéder actuellement à un rythme « de croisière » de quatre départements par mois.

A.G. On utilise l'IA, car, pour couvrir la France entière, on aurait besoin de traiter 16 billions de pixels d'orthophotographies, correspondant aux 641 184 km² de la France métropolitaine et ses départements et territoires d'outre-mer. Quand on travaille à cette échelle, l'hétérogénéité des données s'avère une vraie problématique : si l'on prend la classe bâtiment, par exemple, les spécificités locales peuvent être des toits en tuile, en zinc, en bois... Cela complexifie la tâche de l'algorithme de l'IA, car l'on veut d'abord qu'il reconnaisse ces éléments comme des bâtiments. Couvrir la France entière requiert environ trois ans. Cela veut dire que des données sur une même zone peuvent être acquises en mars ou en novembre, et un champ de maïs, entre

GLOSSAIRE

COSIA : outil en développement pour décrire la couverture du sol selon 16 classes (bâtiment, surface d'eau, conifère, culture, broussaille...). Il est produit par l'IA pour tout le territoire français, avec une haute résolution de 20 cm par pixel.

ZÉRO ARTIFICIALISATION

NETTE (ZAN) : Le « zéro artificialisation nette » représente

l'objectif fixé par la loi Climat et Résilience d'atteindre, en 2050, une différence de zéro entre le sol artificialisé et le sol désartificialisé.

NOMENCLATURE : L'OCS GE, base de données vectorielle, dispose d'une double nomenclature, une sorte de légende rédigée à partir des recommandations du Conseil

national de l'information géolocalisée (CNIG) et la directive européenne INSPIRE. Elle est séparée en une nomenclature pour la couverture du sol et une deuxième pour l'usage du sol.

autres, change dans ce laps de temps. Le défi de l'IA est celui d'être robuste à ces variations.

Comment fonctionne la télédétection par IA ?

B.W. L'IA est très apprenante et, aujourd'hui, elle a la capacité à généraliser et à apprendre des traits spécifiques à certaines classes. Au début, elle exploite les photographies aériennes, dont celles en infrarouge, particulièrement utiles pour mieux distinguer la végétation ou les surfaces d'eau. En parallèle, on lui donne une information sur l'élévation par rapport au sol des objets.

A.G. Il s'agit d'une méthode nommée « apprentissage supervisé ». L'IA apprend à partir d'un jeu de données constitué de 2500 km², sélectionnés en fonction de la représentativité du territoire et sur lesquels des photo-interprètes ont annoté le type de couverture du sol. Il s'agit de zones littorales, montagneuses, d'un peu tous les macro-paysages répartis sur 64 départements français et sur lesquels l'IA reconnaît 16 types d'OCS différents. Une fois le modèle obtenu, il va être appliqué sur la France entière, sur une région que l'IA n'a jamais vue. À terme, l'idée est de faire évoluer le produit IA pour qu'il devienne un outil à part entière : CoSIA (Couverture du sol par intelligence artificielle). Cela servira à distribuer des cartes de couverture du sol produites automatiquement par IA. ●

« L'IA apprend à partir d'un jeu de données constitué de 2500 km², sélectionnés en fonction de la représentativité du territoire. »

— ANATOL GARIOUD

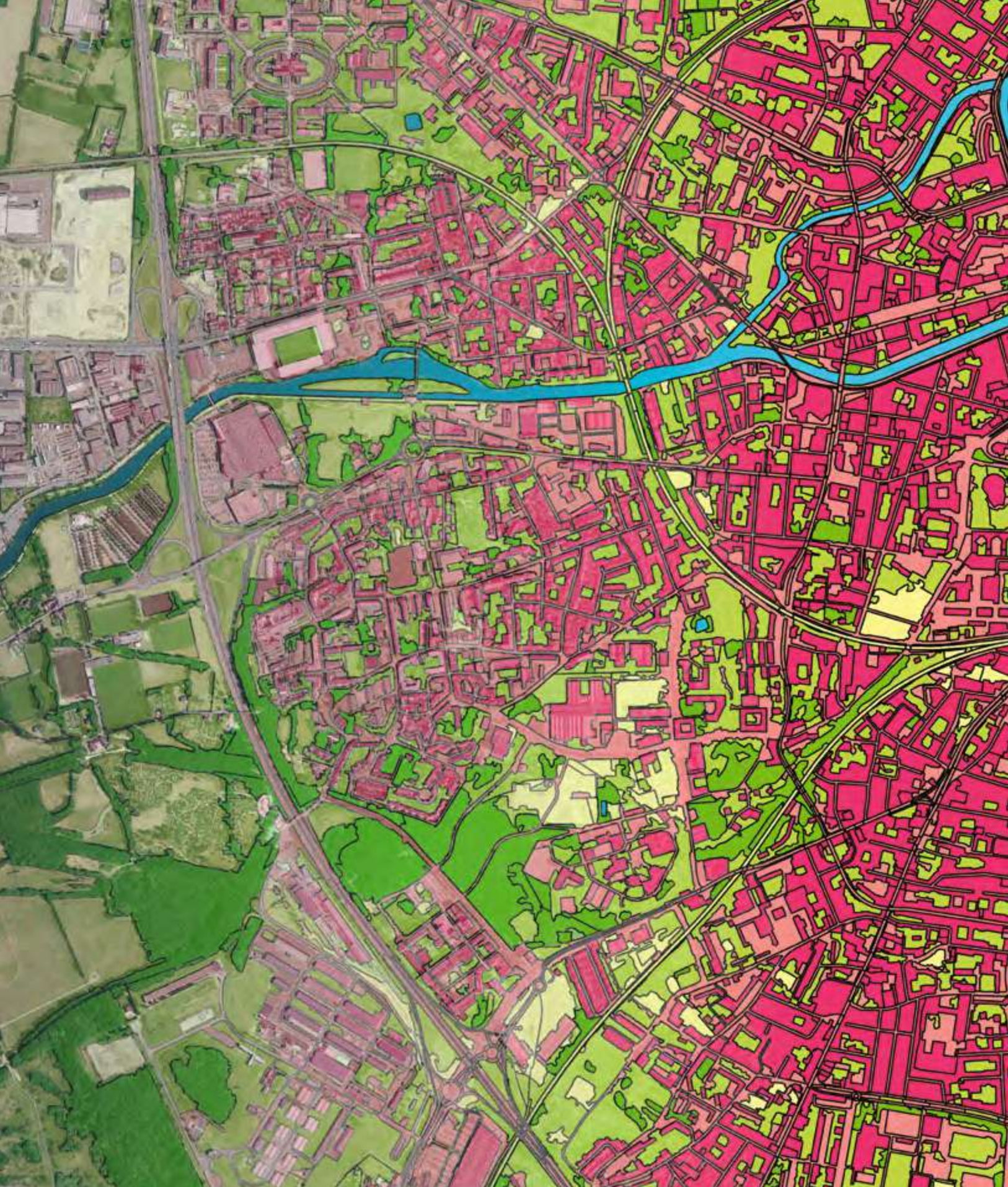
« On va couvrir l'ensemble du territoire d'ici à début 2025, avec deux millésimes par département minimum. L'IA nous permet de procéder actuellement à un rythme "de croisière" de quatre départements par mois. »

— BORIS WATTRELOS



L'OCS GE
LIEUX : L'HERMITAGE ET
LA BANLIEUE OUEST
DE RENNES (ILLE-ET-VILAINE)
Date : 2020

À partir des prises de vues aériennes et des données extraites des bases de l'IGN, l'OCS GE découpe le territoire en secteurs d'occupation du sol. Entourée de champs, l'Hermitage est dominée par des formations herbacées, en vert. Les surfaces anthropisées ressortent en rose. Le processus s'appuie sur une IA capable de prédire la classe de couverture du sol à partir d'un seuil de recouvrement (ex. végétation herbacée si la surface est \geq à 25 %).



Couverture du sol

- | | | |
|---|--|---|
| ■ Zones bâties | ■ Surfaces d'eau | ■ Autres formations ligneuses |
| ■ Zones non bâties | ■ Peuplements de feuillus | ■ Formations herbacées |
| ■ Zones à matériaux minéraux | ■ Peuplements de conifères | ■ Autres formations non ligneuses |
| ■ Zones à matériaux composites | ■ Peuplements mixtes | |
| ■ Sols nus | ■ Formations arbustives et sous-arbrisseaux | |



**LE SUIVI DE L'ARTIFICIALISATION
DES SOLS EN DEUX ÉTAPES**

LIEU : COULOMMIERS (SEINE-ET-MARNE)
Dates : 2017 et 2021

Près de Coulommiers, les photographies aériennes infrarouges montrent la transformation du territoire à quatre ans de distance. L'OCS GE décrit la fonction principale attribuée à un terrain à un instant précis. L'usage des sols se divise en 20 classes : agricole, commercial, routier, résidentiel... La partie en violet, par exemple, en haut de l'image à droite, revient à l'agriculture à la fin des travaux.

↑ Avant

↓ Après



Usage du sol

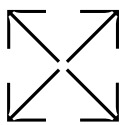
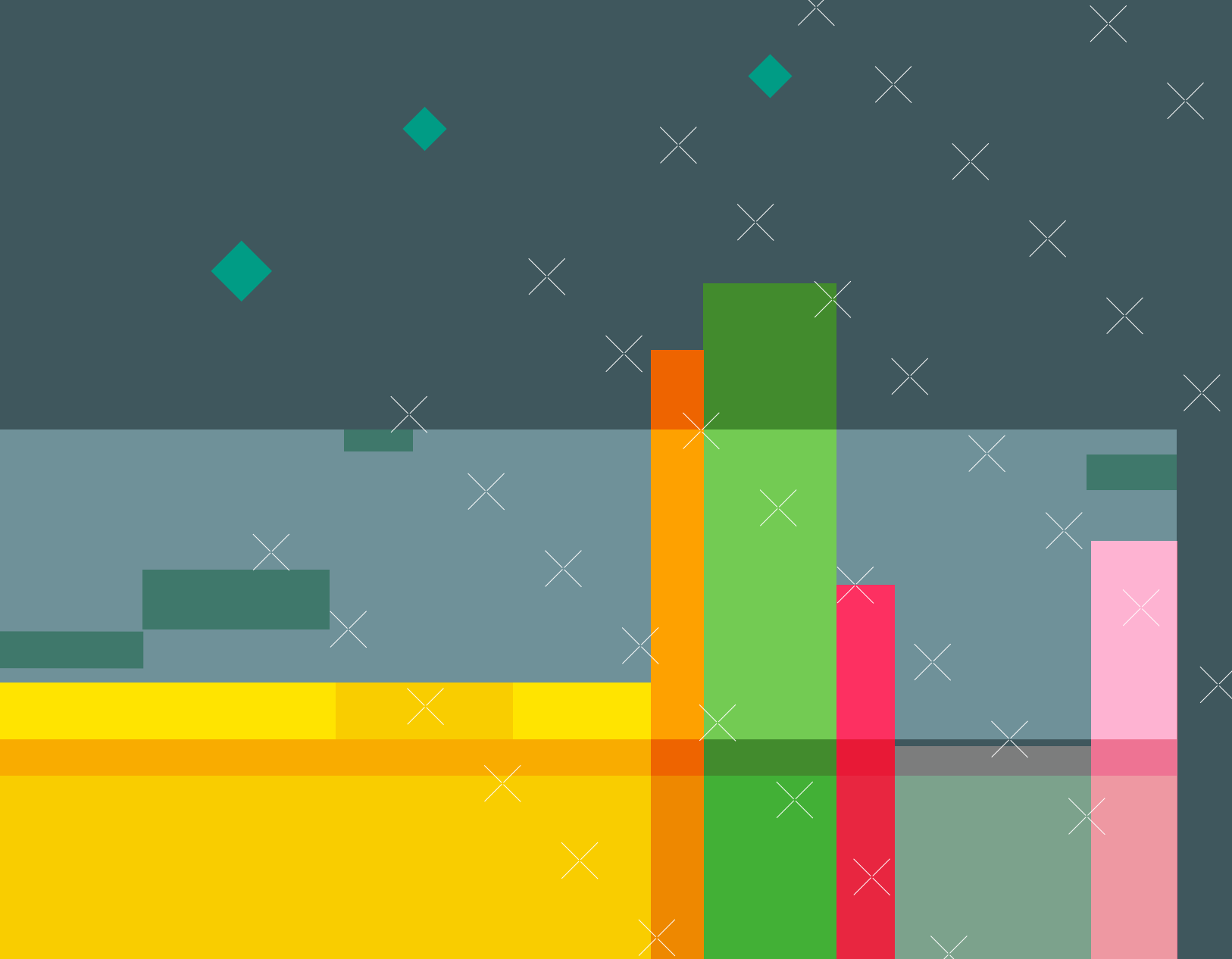
- | | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ US1.1 - Agriculture ■ US1.2 - Sylviculture ■ US1.3 - Activités d'extraction ■ US1.4 - Pêche et aquaculture ■ US1.5 - Autres productions primaires ■ US2 SII | <ul style="list-style-type: none"> ■ US235 - Production secondaire, tertiaire et usage résidentiel ■ US3 SIII ■ US4.1.1 - Réseaux routiers ■ US4.1.2 - Réseaux ferrés ■ US4.1.3 - Réseaux aériens ■ US4.1.4 - Réseaux voies d'eau | <ul style="list-style-type: none"> ■ US4.1.5 - Autres réseaux de transport ■ US4.2 - Services de logistique et de stockage ■ US4.3 - Services publics ■ USS Résidentiel ■ US6.1 - Zones en transition ■ US6.3 - Sans usage ■ US6.6 - Usage inconnu |
|--|---|---|

↑ **Avant**

↓ **Après**



POINT DE VUE
AMÉNAGEMENT



PARTIE 2

Le paysage français n'est pas qu'une simple réalité environnementale, il est le résultat de transformations culturelles et économiques profondes. Son organisation, tiraillée par les intérêts des uns et des autres, produit et supprime des continuités territoriales, reflets des priorités d'époques différentes. Étalement urbain, déprise agricole, reconquête forestière... aménager un territoire est d'abord une question de choix et d'équilibre entre l'usage des espaces communs.



« LE PAYSAGE, PARTIE SENSIBLE DU TERRITOIRE »

Jacqueline Osty, paysagiste

□ **Jacqueline Osty**, paysagiste, est reconnue pour son travail où les préoccupations patrimoniales, urbaines et environnementales sont toutes intégrées à la conception des projets. Elle a fondé l'Atelier Jacqueline Osty & Associés (AJOA) qui travaille sur des projets de nature et d'échelle extrêmement variées : parcs urbains, places et autres espaces publics. Pour ses réalisations, Jacqueline Osty a été récompensée à plusieurs reprises, dernièrement en 2020 avec le Grand Prix de l'urbanisme.

Grand Prix de l'urbanisme 2020, Jacqueline Osty est avant tout paysagiste. Au carrefour du vécu et du perçu, le paysage est, selon elle, capable de nous reconnecter au domaine du sensible. À une époque où l'on cherche à stopper l'artificialisation des sols, le travail fait sur le paysage peut nous permettre de prendre le recul suffisant pour repenser nos territoires de manière plus globale.

Pourriez-vous nous donner une définition du paysage ?

À quoi sert-il dans les projets d'aménagement du territoire ?

Le paysage est le résultat d'une forme d'alchimie qui croise de nombreuses thématiques. Une notion transversale, fragile, importante pour moi, car elle fait appel au sensible. Parlez à quelqu'un des paysages de son enfance et vous verrez que tout un système de résonances très complexe se met en place. Lorsque vous vivez à un endroit, vous êtes forcément sensible à son paysage. Aujourd'hui, on parle beaucoup du paysage au travers de son aspect environnemental, mais c'est un peu restrictif. Ce paysage est éminemment culturel, il s'appuie autant sur des données historiques que géographiques, géologiques, écologiques, sociales ou artistiques. Tout cela fabrique des lieux et des imaginaires. C'est le rôle du paysagiste d'agir sur ces espaces extérieurs. Sur les jardins, tout d'abord, qui sont des mondes clos. Mais, de plus en plus, sur les espaces publics qui sont des mondes ouverts. Cette connexion mentale que permet le paysage est essentielle lorsqu'on réfléchit à l'aménagement d'un territoire, à la construction d'un nouveau quartier ou d'un parc, par exemple. Quand je travaille sur un paysage, je n'ai pas de recette. Pour chaque lieu, j'ai l'impression de commencer une nouvelle histoire en fonction de ce que je perçois. Il est important de penser le paysage comme un système de liens et d'articulations. Une continuité entre plusieurs espaces et non pas sous son seul aspect d'agrément et d'embellissement.

Comment la prise en compte de ce paysage a-t-elle évolué dans le travail d'urbanisme ?

La pandémie a accéléré et mis l'accent sur la nécessité d'avoir des espaces de nature à proximité. Mais la tendance était déjà là. La crise

L'agence Osty & Associés travaille actuellement sur un projet d'envergure : la réintégration d'espaces verts, via l'aménagement de parcs, au sein de la ZAC Sud-Ouest sur l'Île de Nantes. Ce terrain représente une superficie de près de 90 ha sur les 350 ha de l'île.

44 m²

d'espaces verts par habitant. C'est l'objectif du nouveau développement urbain de la ZAC Sud-Ouest de l'Île de Nantes. En comparaison, le reste de la ville propose actuellement 35 à 37 m² d'espaces verts par habitant.

50 ans

C'est le temps nécessaire au projet urbain de l'Île de Nantes.

climatique, la question de l'espace urbain, des pollutions des sols amène régulièrement le sujet au cœur des débats, même si c'est un peu trop sous son seul aspect environnemental, comme je le disais précédemment. Cette prise de conscience a changé le rôle du paysagiste. Autrefois, la question de l'urbanisme était une histoire de plan de masse dévolue aux architectes. On appelait ensuite les paysagistes pour travailler sur l'espace résiduel. On commence aujourd'hui à réfléchir à des projets communs. Quand on travaille à la transformation d'un lieu, il faut chercher de l'information au-delà du seul périmètre de ce lieu pour comprendre comment il est connecté, quelles sont ses interactions, les usages qui y prennent place. Même si un architecte sait le faire avec l'environnement proche du site, le paysagiste va chercher ces interactions beaucoup plus loin. C'est une démarche inverse. Une inversion du regard.

En quoi la carte peut-elle aider dans ce caractère sensible du paysage ?

La carte constitue une mémoire qui a la capacité à révéler des éléments pérennes d'un territoire. Le sol vous donne en héritage les lois de sa transformation. Il y a toujours besoin d'un travail d'observation et de lecture du paysage pour comprendre l'espace dans lequel on est amené à intervenir. La carte au 25 000^e est un outil formidable capable de révéler des données sur l'eau ou l'occupation des sols. Plus largement, elle donne énormément d'informations, aussi bien sur le relief et la topographie que sur des zones végétalisées ou urbaines. Les cartes, qui étaient dessinées autrefois « à pas d'homme », ont une approche extrêmement sensible. Elles comportent des indications qui sont de l'ordre du perçu, par la personne qui en faisait les relevés et les dessinait. En lisant une carte, on détecte des éléments qui donnent une spécificité à un paysage particulier. C'est cette dimension du sensible qui m'intéresse. Ce sont des outils précieux au même titre que la photo aérienne.

Comment fait-on aujourd'hui pour faire entrer de la nature dans les villes ?

Cette question appelle plusieurs sujets. Celui de la nécessaire densification des villes tout d'abord. On a besoin de reconstruire la ville sur elle-même pour lutter contre l'étalement urbain et l'artificialisation des sols. On touche à la question du réemploi de ce qui existe déjà pour éviter la démolition systématique. Tout est une question d'équilibre. Dans ce domaine, il y a les notions de temps et de patrimoine qui entrent en jeu. Il est important de savoir préserver des espaces qui n'ont pas d'usage précis, même si on ne sait pas forcément ce que l'on va en faire. L'important est de permettre d'anticiper l'urbanisation, de penser le temps long de la ville. Changer d'échelle pour chercher à l'inscrire dans un système de paysage plus global, qui viendrait connecter les quartiers. C'est important d'assurer des continuités, qu'elles soient temporelles ou territoriales. Ensuite, il y a la question du réchauffement climatique et celle des aménités, qui garantissent aux habitants d'avoir plus de fraîcheur, de nature. Ça nécessite de préserver des espaces vides dans la ville qui soient des biens communs, qui permettent de conserver de bonnes proportions. La densité d'une ville n'est plus possible à mon sens que dans la mesure où l'on prévoit un bon équilibre entre bâti et espaces ouverts.

Cette approche ne peut-elle pas accélérer l'objectif de « zéro artificialisation nette » des sols ? Sommes-nous obligés d'attendre l'échéance fixée à 2050 ?

On aimerait que ça aille plus vite, mais on se confronte à des sujets d'équilibre des territoires, la nécessité de loger sa population, de développer des bassins d'activités économiques qui demandent d'étendre des parcelles constructibles. Ce qui est en jeu ici, c'est aussi le principe de la maison individuelle. Ce sont des sujets compliqués qui touchent au modèle de société, au même titre que la voiture. On est obligés d'y aller, mais ça va prendre du temps. Les hommes ne se soignent que quand ils sont malades, c'est bien connu. Ça demande de changer les mentalités, les imaginaires. Quand on fait notre métier on essaye de sensibiliser, mais on n'est pas nécessairement entendu ni suivi. L'urbanisation est un peu comme un énorme bateau. Vous ne pouvez pas l'arrêter comme ça du jour au lendemain. Il y a une force d'inertie importante. ●



**L'AMÉNAGEMENT
DU PARC DÉPARTEMENTAL
DE L'ÎLE SAINT-GERMAIN**

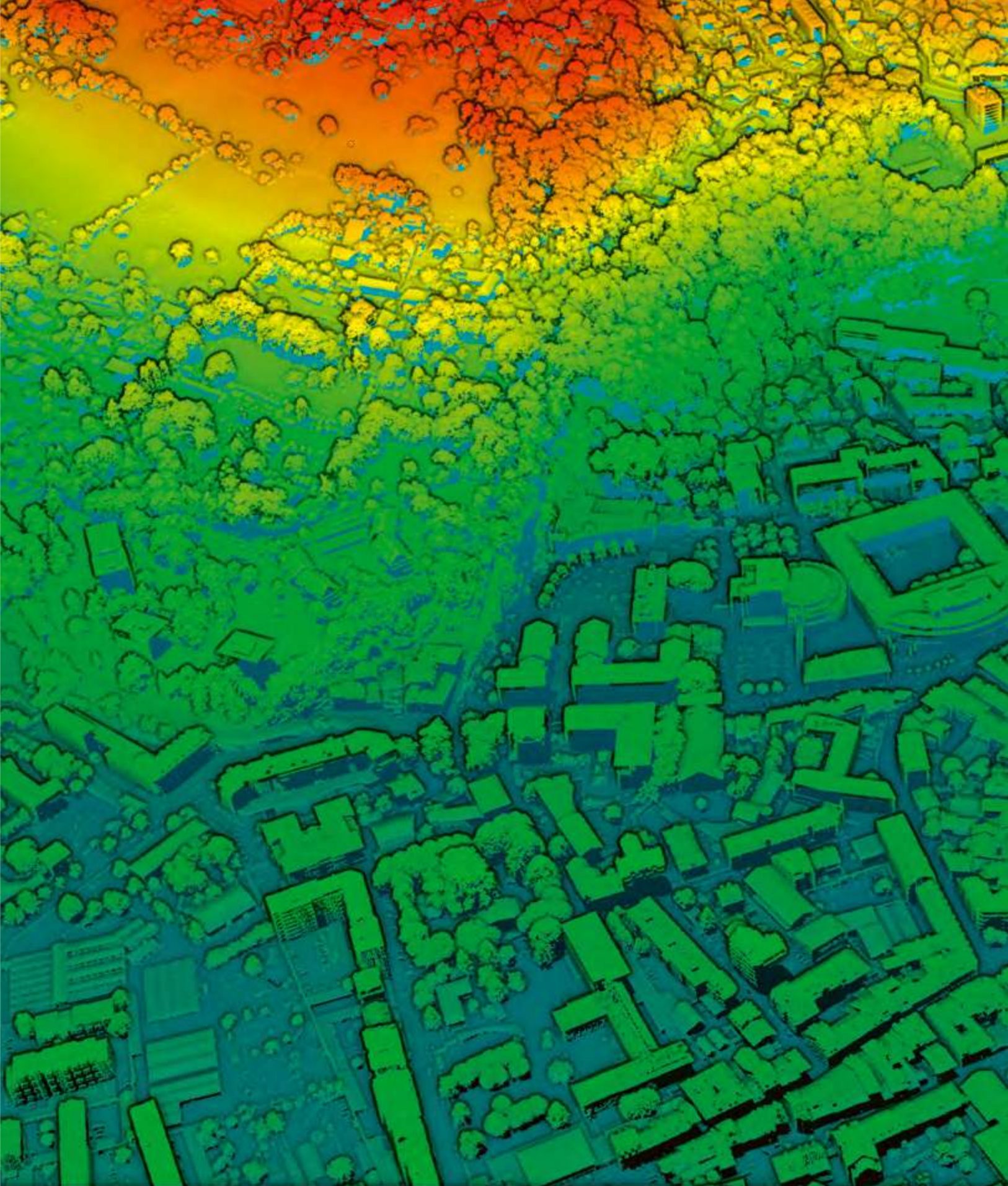
LIEU : ÎLE SAINT-GERMAIN
(HAUTS-DE-SEINE)

Dates : 1963 et 2021

Nichée entre Issy-les-Moulineaux et Boulogne-Billancourt, l'île Saint-Germain accueille un parc de 22 ha. Elle subit une urbanisation rapide dans les années 1930, quand l'industriel Renault installe des usines sur l'île voisine de Seguin. Ex-siège de casernes militaires, l'île ne deviendra jamais zone portuaire, mais sera transformée en parc en 1980, après la démolition de 35 bâtiments et le reboisement par 1500 arbres.

↑ Avant

↓ Après

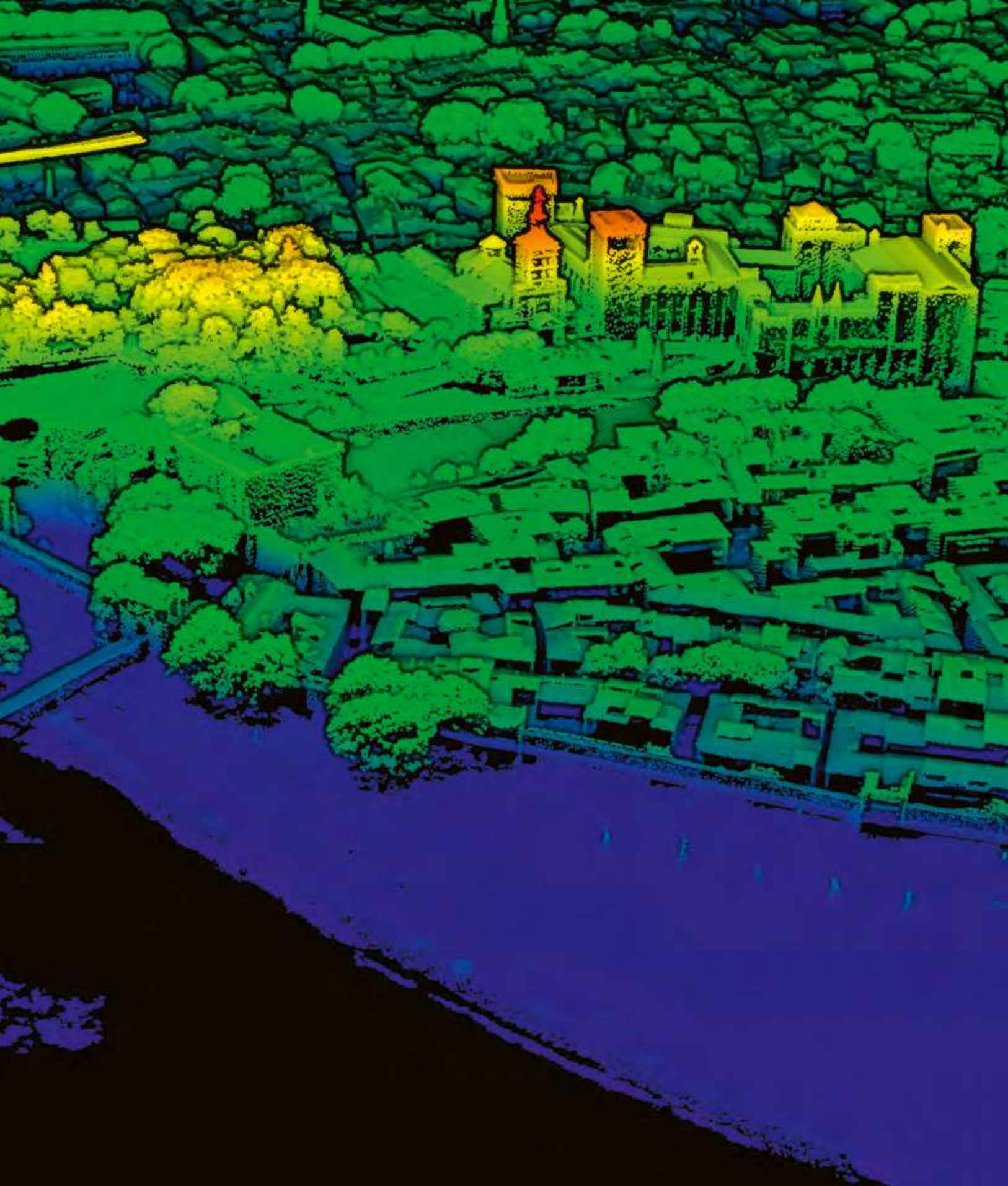


LIDAR HD EN ZONE URBAINE

LIEU : CHAMBÉRY (SAVOIE)

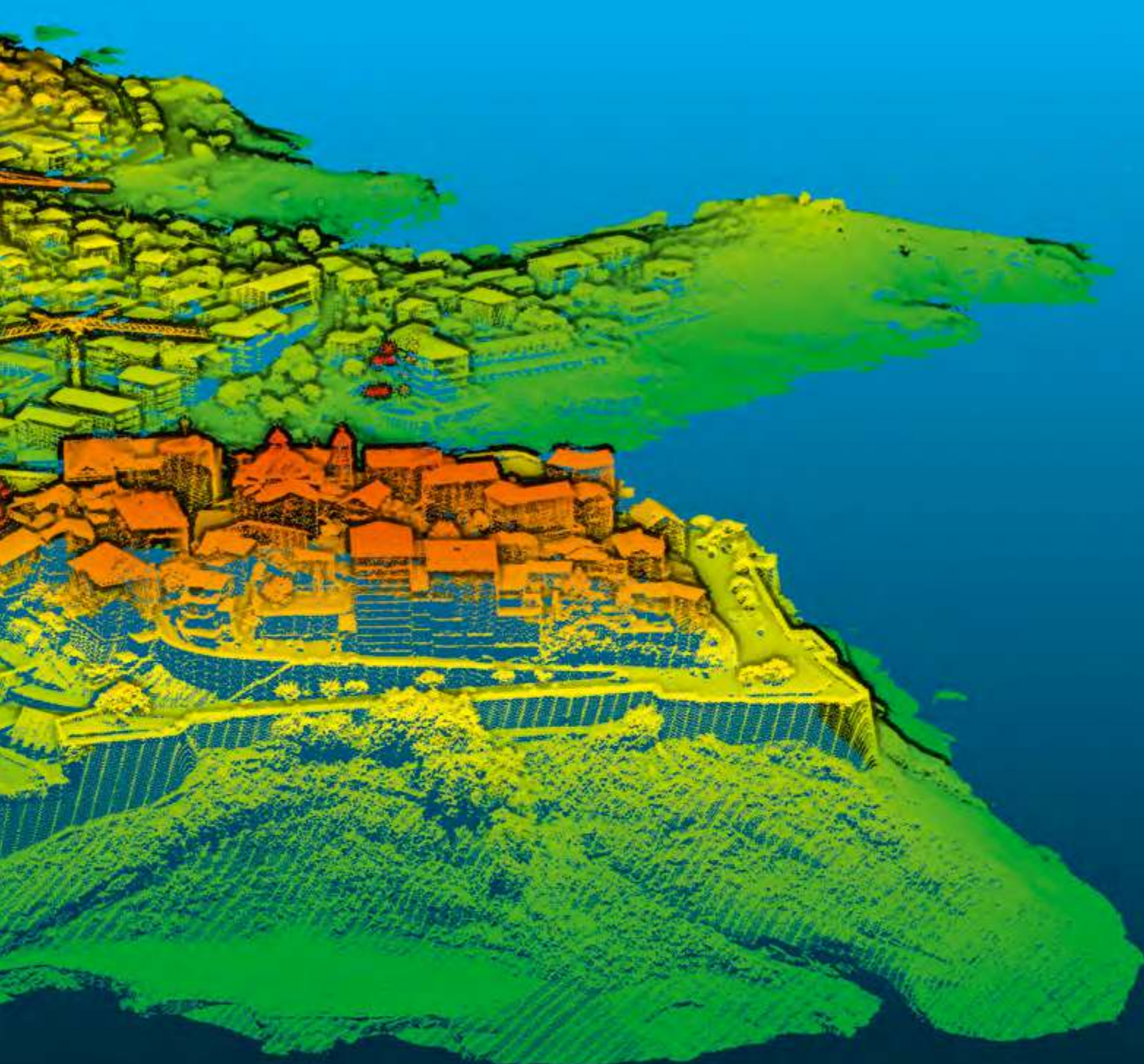
Date : 2022

Dans le cadre du programme LiDAR HD, l'IGN acquiert, traite et diffuse en open data des nuages de points d'une densité moyenne de 10 points par mètre carré, la couverture la plus fine jamais établie pour la France entière. Le programme répond aux besoins d'observation et d'analyse spatiale dans de nombreux domaines de l'action publique, dont celui de l'aménagement du territoire.



LIDAR HD EN ZONE URBAINE
LIEUX : AVIGNON (VAUCLUSE)
ET CALVI (HAUTE-CORSE)
Date : 2022

Le LiDAR (Light Detection And Ranging) est une technique de mesure de distance (télémétrie) qui exploite les propriétés de la lumière. On l'utilise pour restituer des objets ou des environnements en trois dimensions. Dans le rendu final, les couleurs sont choisies de manière assez aléatoire et les nuances varient selon la distance au sol des éléments.



Embarqué dans un avion ou un véhicule, le LiDAR émet, vers un objet ou vers le sol, des impulsions laser infrarouges à haute fréquence, puis enregistre le temps écoulé entre l'émission de ces impulsions et leur retour à l'émetteur afin d'en déduire la position des points touchés. Les données sont ensuite traitées pour élaborer des modèles numériques en 3D, comme ici pour les communes d'Avignon et de Calvi.



L'ÉTALEMENT URBAIN DES VILLES NOUVELLES

LIEU : ISTRES, EX-L'ÉTANG-DE-BERRE

Dates : 1942 et 2017

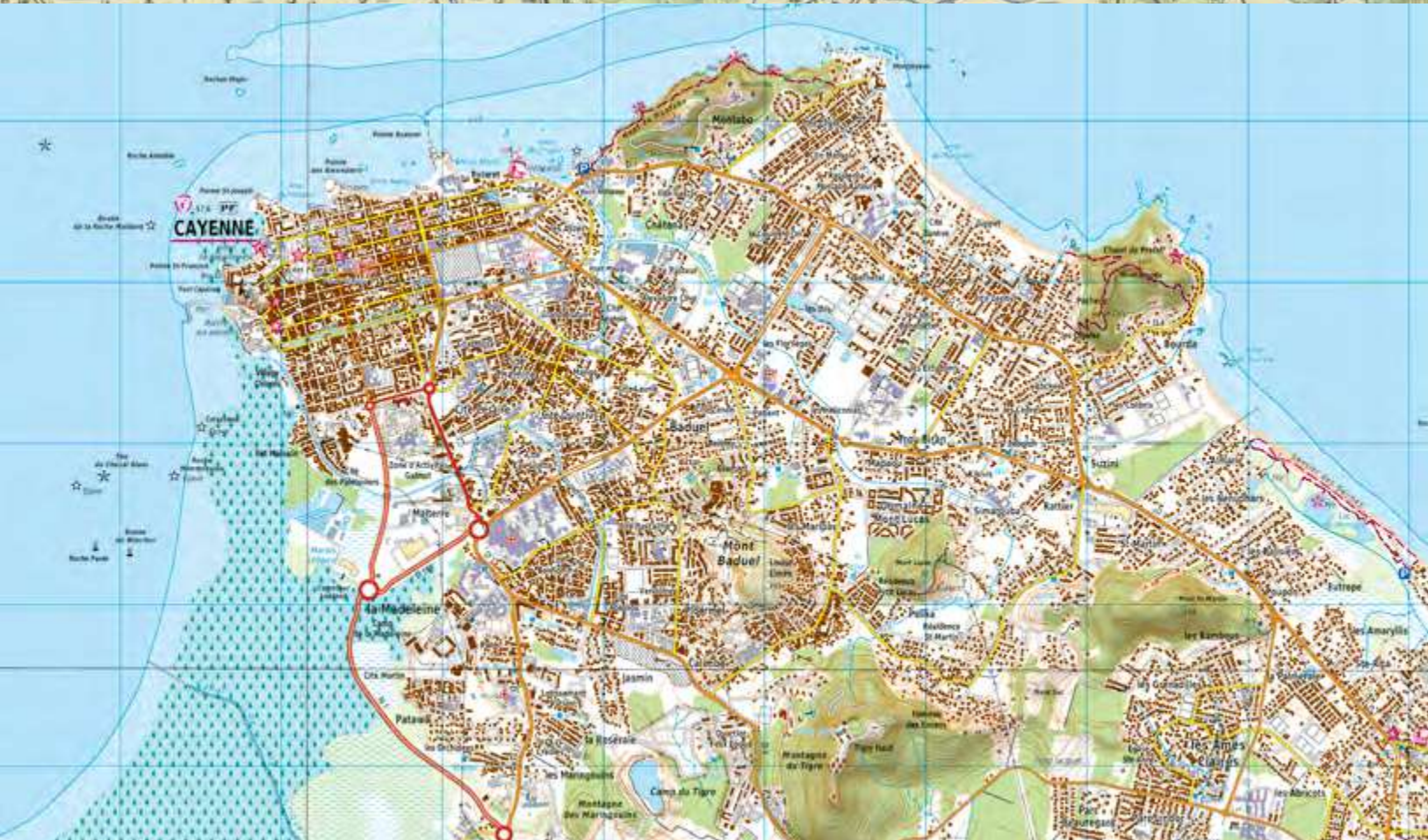
¹ Comment sont nées les villes nouvelles de l'étang de Berre ? Histoire urbaine, histoire d'un territoire, Estelle Bouët, phonotheque.hypotheses.org, 2019.

² Villes Nouvelles Françaises, ministère de la culture.

À partir de 1960, l'État développe la politique des villes nouvelles. Pour désengorger les métropoles et équilibrer les territoires, il crée neuf villes, dotées de tous les équipements, contrairement aux villes-dortoirs de banlieue⁽¹⁾. Cinq villes nouvelles naissent en Île-de-France, quatre en province⁽²⁾, dont celle d'Étang-de-Berre, aujourd'hui intégrée à la métropole d'Aix-Marseille-Provence.

↑ Avant

↓ Après



LE DÉVELOPPEMENT URBAIN DE CAYENNE

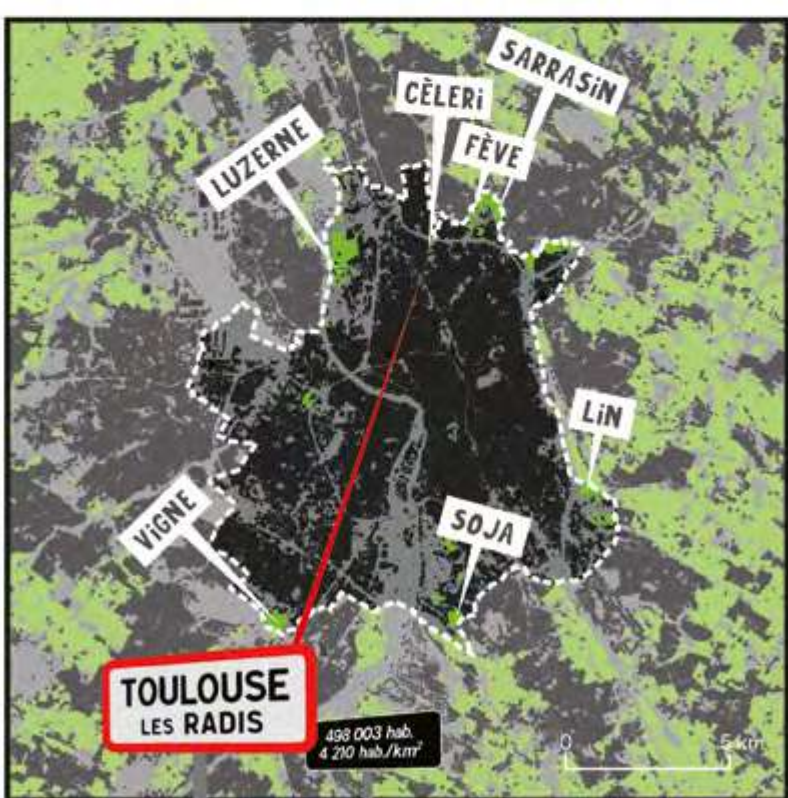
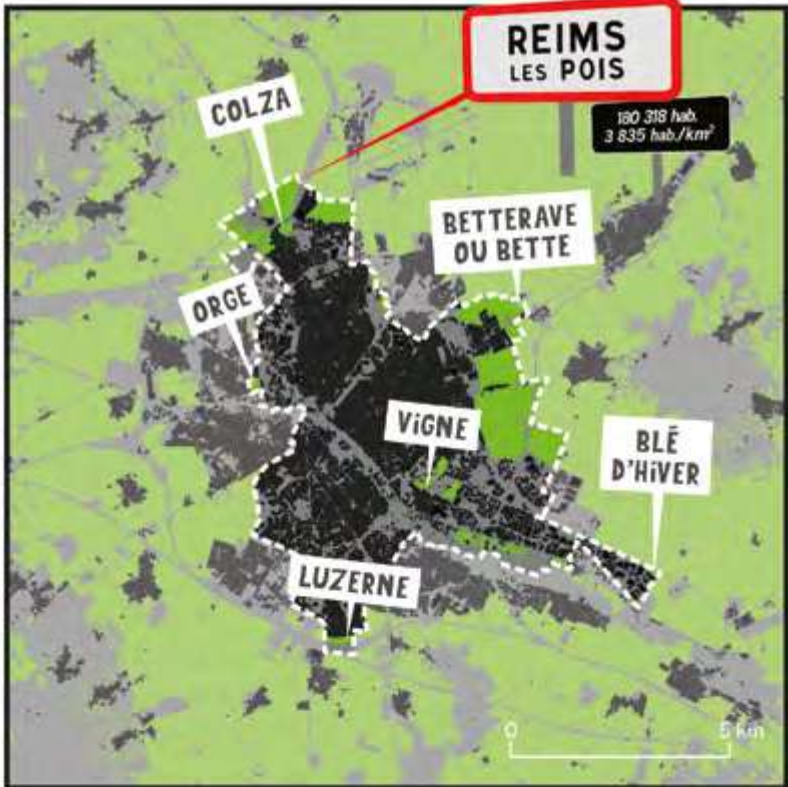
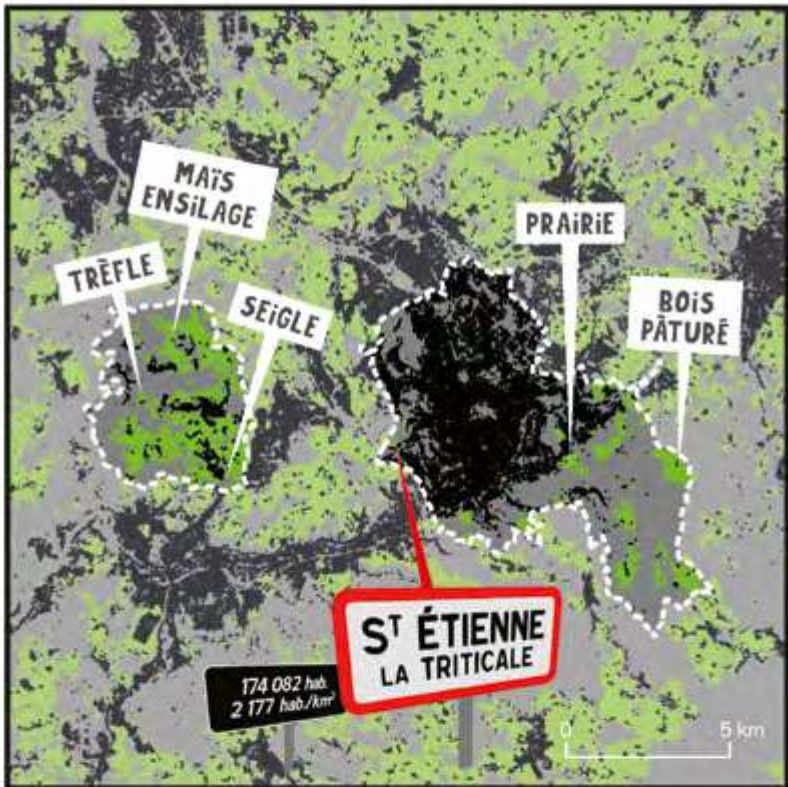
LIEU : (GUYANE FRANÇAISE)
Dates : 1946 et 2020

¹ Trois aires d'attraction peu étendues autour de Cayenne, Kourou et Saint-Laurent-du-Maroni, insee.fr
² Cayenne : les défis de l'aménagement d'une métropole régionale appartenant aux Nords avec des dynamiques du Sud, geoimage.cnes.fr

L'aire urbaine de Cayenne, étalée sur 4800 km²(1), regroupe environ 130000 habitants(2) et concentre 52 % des habitants de la Guyane française. Les cartes de l'IGN montrent comment, en l'espace de soixante-dix ans, la ville, construite près de terres basses marécageuses, a grignoté des surfaces. Comme, autour du Mont Baduel, au milieu, ou le long de la route de Montabo, en haut des deux cartes.

↑ Avant

↓ Après



parcelles agricoles
 bâti
 autre
 limites
 de la commune centre

Matérialisés par un
 panneau identique à ceux
 qui signalent les entrées de
 ville, les présents
 néo-toponymes sont
 composés à partir de l'une
 des productions agricoles
 attestées par le Registre
 parcellaire graphique sur le
 territoire communal.

- LIMOGES
LES PRÉS
- AIX
LES AUX
- STRASBOURG
LES PERSILS
- LE MANS
LES AVOINES
- NÎMES
LES COURGETTES
- DIJON
LES LENTILLES
- LILLE
POMME DE TERRE
- CLERMONT
LES TOURNESOLS
- BREST
LES MAÏS
- MARSEILLE
LES VIGNES
- LYON
LES POIREAUX
- MONTPELLIER
LES POIS CHICHES
- NICE
LES OLIVIERS
- AMIENS
LES BLÉS

Le coup d'œil de Lucas
 Découvrez les cartes imaginaires
 et interprétées par Lucas,
 géographe indépendant.

MÉTROPOLES NOURRICIÈRES
 Au sein même des villes-centres des plus grandes agglomérations,
 l'agriculture constitue un des usages du sol, soit parce qu'elle s'y est maintenue,
 soit parce qu'elle y est à nouveau encouragée. Ces parcelles côtoient souvent
 des espaces artificialisés, densément urbanisés. Les données du Registre
 parcellaire graphique (ici millésime 2021) précisent la nature de la production
 déclarée par les agriculteurs.



Le coup d'œil de Lucas
 Découvrez les cartes imaginaires
 et interprétées par Lucas,
 géographe indépendant.

CHANGEMENTS DE VOIE

📍 Itinéraires désormais placés au cœur des politiques d'aménagement et des discours publics sur la ville, voies vertes et sentiers de randonnée se généralisent en contexte urbain, comme ici à Strasbourg. Sur la partie inférieure de cette carte au 1:25000° connue du grand public, pistes cyclables (en mauve) et chemins balisés (en rose) sont mis en avant comme s'ils figuraient les axes majeurs des territoires durables. 📍



Le Géoportail de l'urbanisme

TOUTES LES VILLES À UN SEUL ENDROIT, LA MISSION DU GÉOPORTAIL DE L'URBANISME

Huit Français sur dix vivent en ville et près de cinq sur dix dans une commune de plus de 100 000 habitants, indique l'Insee⁽¹⁾. Ce développement urbain marqué par une consommation et une impérméabilisation des sols fait aujourd'hui l'objet d'une attention particulière dans le cadre de l'objectif de « zéro artificialisation nette ». Depuis 2013, l'IGN et le ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires mettent en place un dispositif pour rassembler les projets d'aménagement et rendre accessibles toutes les données d'urbanisme disponibles : le Géoportail de l'urbanisme (GPU).

Aménager le territoire

L'aventure du Géoportail de l'urbanisme, opérée par l'IGN, commence par une ordonnance du 19 décembre 2013 : la Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages (DHUP), une des directions du ministère de la transition écologique, souhaitait favoriser des projets d'aménagement et faciliter l'accès aux documents d'urbanisme, tels que les Plans locaux d'urbanisme (PLU) et les anciens Plans d'occupation du sol (POS).

« Comme la plupart de ces plans n'étaient pas numérisés, il fallait se rendre dans chaque mairie, aux

horaires d'ouverture, pour chercher l'information sur papier. Pour les aménagements étalés sur plusieurs collectivités, la recherche de données se révélait chronophage et dispersive », se souvient Véronique Pereira, cheffe du service projets et prestations à l'IGN.

En dématérialisant cette information et en la rendant accessible et standardisée à un seul endroit, le GPU offre aux collectivités une plateforme sur laquelle verser les documents d'urbanisme. On y trouve, représentés cartographiquement, les zonages de chacune de villes, des espaces ruraux,

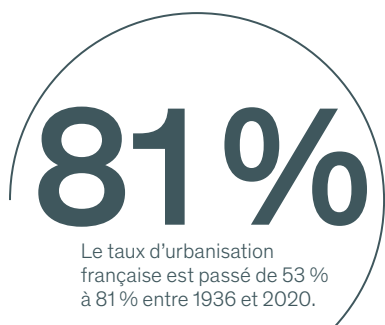
périurbains, littoraux ou des zones naturelles. Chaque document identifie la possibilité de construire, les contraintes et les prescriptions qui s'imposent en matière d'aménagement, liées par exemple à des problématiques d'inondation, de proximité à une voie ferrée ou à un parc régional.

Même si les communes ne doivent pas forcément présenter un PLU, la majorité en dispose, car, autrement, les règles nationales d'urbanisme s'imposent. ◉

¹ Toujours plus d'habitants dans les unités urbaines, Insee, 2020.

« Si une collectivité ne dépose pas son PLU sur le Géoportail de l'urbanisme, un citoyen a le droit de ne pas le suivre, puisque c'est le seul document qui fait foi. »

— VÉRONIQUE PEREIRA



Un outil au service de l'État et des collectivités

Depuis janvier 2023, un décret d'application oblige toute collectivité à déposer ses documents d'urbanisme, ainsi que les évolutions, sur le GPU. « Cette obligation rend les documents exécutoires, donc opposables au tiers. Si une collectivité ne dépose pas son PLU sur le Géoportail de l'urbanisme, un citoyen a le droit de ne pas le suivre, puisque c'est le seul document qui fait foi », précise Véronique Pereira.

Avec le taux d'urbanisation actuel, disposer d'un socle commun est une nécessité. Entre 1936 et 2020, le taux d'urbanisation est passé de 53 % à 81 %⁽²⁾, avec un pic dans les années 1970 et les travaux d'aménagement des villes nouvelles. Les utilisateurs sont donc multiples : le citoyen intéressé par l'achat d'un terrain, les agences d'urbanisme, les acteurs publics, les entreprises foncières...

De plus, selon un rapport du Sénat publié en 2021, depuis 1981, les terres artificialisées sont passées de 3 à 5 millions d'hectares (+70 %), une croissance supérieure à celle de la population (+19 %), avec des effets sur la capacité des sols à absorber l'eau et des conséquences sur la biodiversité. Ce qui touche particulièrement les espaces ruraux et agricoles. ●

Maîtriser la consommation d'espace

L'objectif de « zéro artificialisation nette » demande aux communes de repenser la façon de gérer leur urbanisation. Elles devront travailler sur la sobriété foncière, détecter des zones sur lesquelles construire ou remettre en nature. « Cela va obliger les collectivités à revoir leurs plans à moyen terme. Par conséquent, on aura un renouvellement de documents sur le GPU. De notre côté, on croise cette information avec les données de l'OCS GE, pour essayer de mettre en évidence un certain nombre de phénomènes utiles à la décision publique », affirme Bertrand Genty, chef de projet maîtrise d'ouvrage à l'IGN.

Par exemple, croiser une prescription à un zonage à dominante urbaine, visible grâce à la base de données de l'occupation des sols. Si un emplacement est déjà urbanisé, cela pose des questions sur le respect des politiques publiques. Ou identifier des endroits propices pour continuer à construire, sans enfreindre la loi contre l'artificialisation : « Les communes ne vont pas arrêter de construire des lycées, une maison de retraite ou d'autres services publics », rappelle Véronique Pereira. ●

² Évolution de la population et de la superficie des unités urbaines, Insee, 2023.

DONNER ACCÈS AUX DOCUMENTS DE PLANIFICATION URBAINE

Le Géoportail de l'urbanisme met à disposition des citoyens et des acteurs de l'urbanisme environ 1000 documents d'urbanisme ainsi que plus de 25 000 servitudes d'utilité publique.

Il donne accès aux données ouvertes d'urbanisme produites par l'État, les collectivités et autres autorités compétentes, sur lesquelles s'appuyer pour développer des services et produits numériques connexes.

35 010

Nombre de communes sur le territoire.

9 122

Nombre de communes sur le territoire soumises au RNU.

23,11 %

Pourcentage de surface couverte par les communes soumises au RNU/surface totale du territoire.



79,38 %

Pourcentage de surface des communes couvertes par un DU publié/surface totale de l'ensemble des DU attendus sur le territoire.

Nombre de communes couvertes par un DU publié 20 684 communes

Répartition par type de document

● Nombre de communes couvertes par un DU publié	9 144 communes
● Nombre de communes couvertes par un POS publié	14 communes
● Nombre de communes couvertes par une CC publiée	3 038 communes
● Nombre de communes couvertes par un PLUi publié	9 366 communes

DU
Document d'urbanisme

PLU
Plans locaux d'urbanisme

PLUi
Plans locaux d'urbanisme intercommunaux

CC
Cartes communales

POS
Plans d'occupation des sols

PSMV
Plans de sauvegarde et de mise en valeur

SCoT
Schémas de cohérence territoriale

SUP
Servitudes d'utilité publique

DÉCOUVRIR LE GÉOPORTAIL DE L'URBANISME

Tout savoir sur la genèse, l'histoire et le fonctionnement du Géoportail de l'urbanisme.



RAPPORT DE PERFORMANCE

Données⁽¹⁾ de consultation du Géoportail de l'urbanisme pour la période du 30/04/2023 au 30/05/2023.

7 min 29 s.

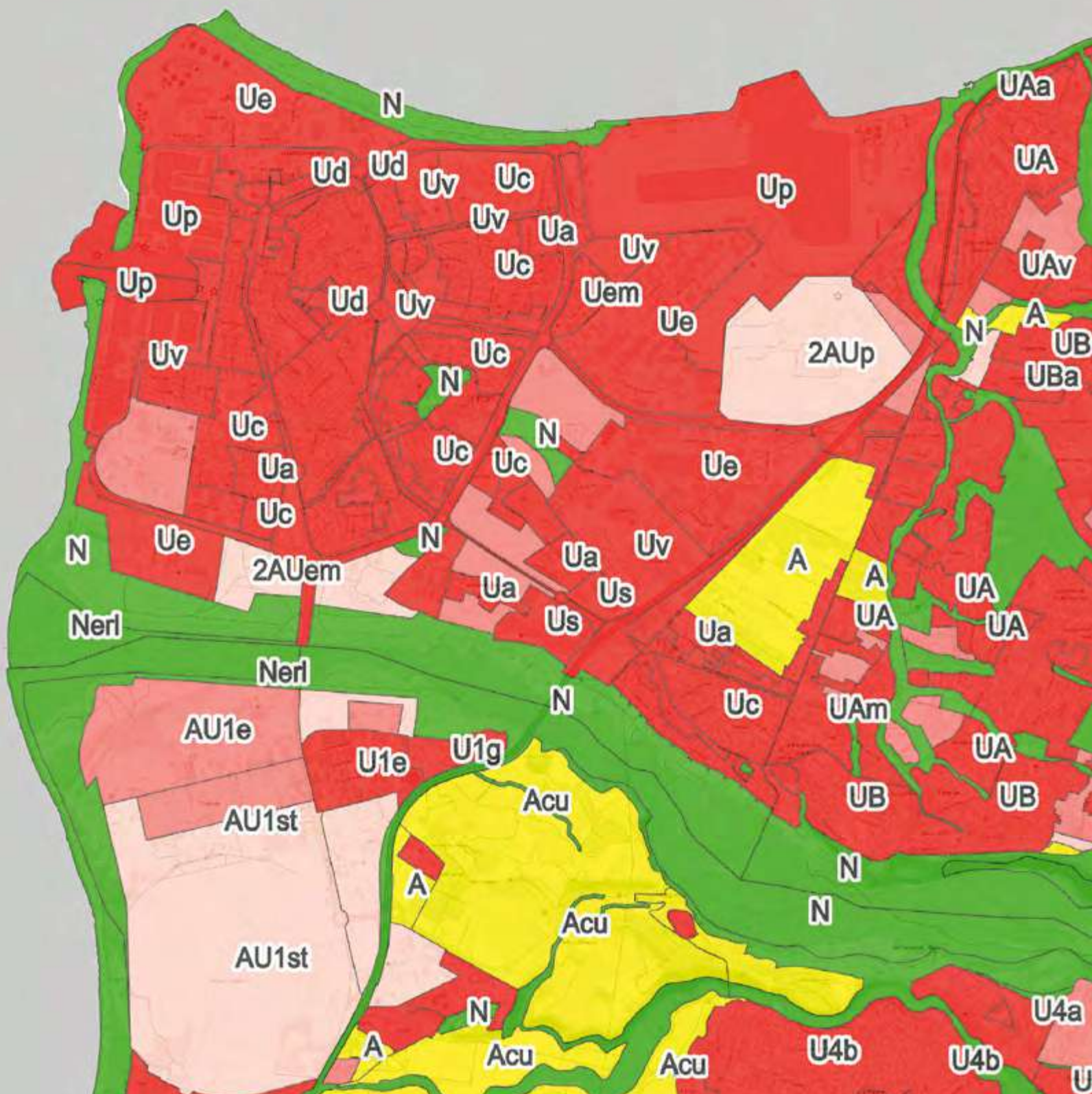
Durée moyenne d'une visite.

268 353

Nombre de visites sur la période donnée.

Un volume de visites qui souligne toute l'importance du Géoportail de l'urbanisme sur le territoire national.

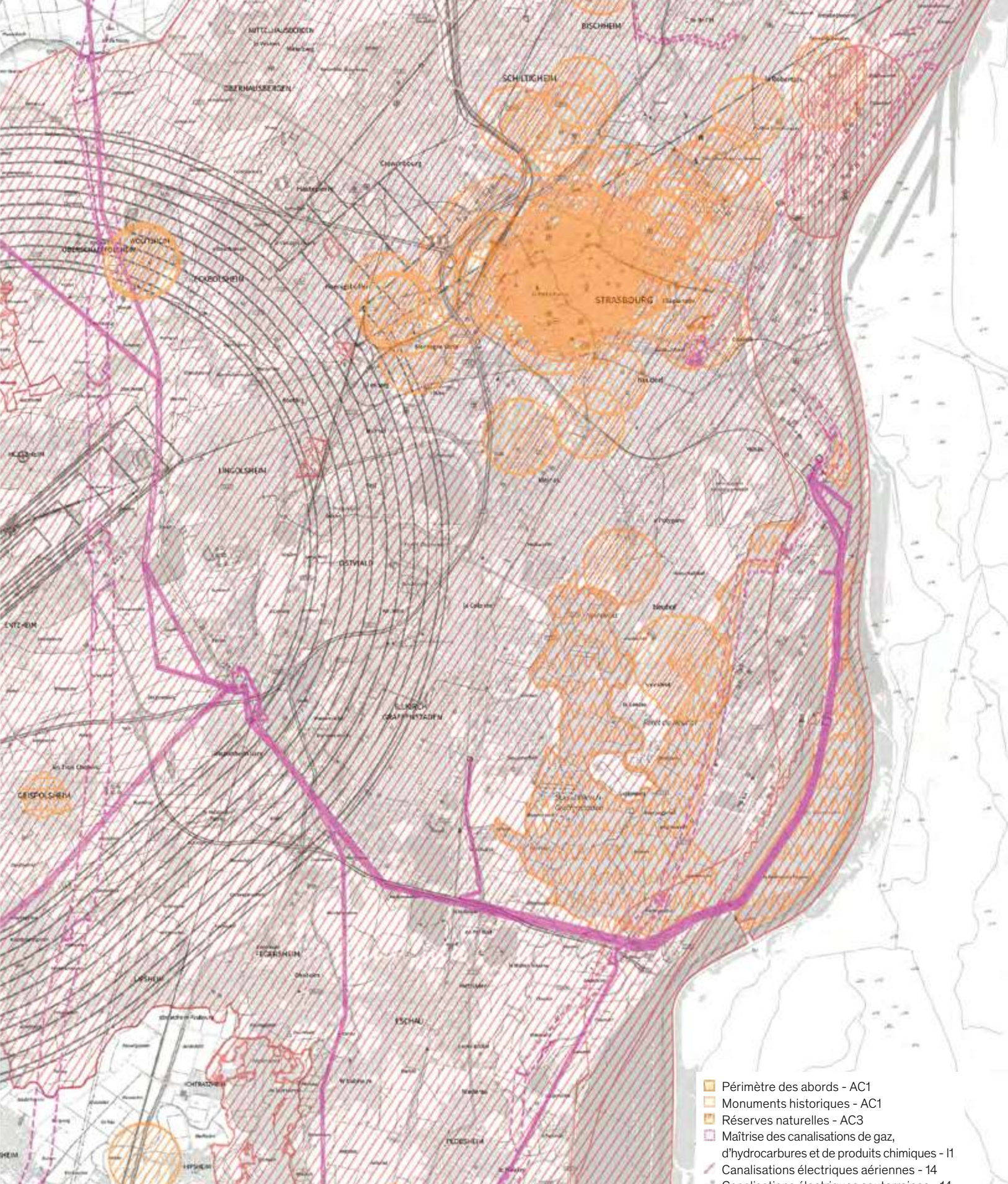
¹ Données de consultation recueillies via l'outil Piwik.



**LES DOCUMENTS
D'URBANISME DE LE PORT**
LIEU : LE PORT (LA RÉUNION)
Date : 2023

La commune de Le Port est située entre Saint-Denis et Saint-Paul sur l'île de La Réunion. Les couleurs représentent les zonages des documents d'urbanisme : zones urbaines ou à urbaniser (nuances de rouge), zones agricoles (jaune) et zones naturelles ou forestières (vert). Les sigles Ua, Ub, N, etc. caractérisent ce découpage : quartiers d'habitations individuelles, centre historique de la commune, secteurs naturels à protéger, etc.

- Zone urbaine
- Zone à urbaniser, ouverte
- Zone à urbaniser, bloquée
- Zone agricole
- Zone naturelle et forestière



- Périmètre des abords - AC1
- Monuments historiques - AC1
- Réserves naturelles - AC3
- Maîtrise des canalisations de gaz, d'hydrocarbures et de produits chimiques - I1
- Canalisations électriques aériennes - 14
- Canalisations électriques souterraines - 14
- Canalisations électriques - 14
- Plans de prévention des risques naturels et miniers - PM1
- Inondations pour la rétention des crues du Rhin - PM1bis
- Plans de prévention des risques technologiques - PM3
- FA Zones de rétention d'eau et de mobilité des cours d'eau - PM4
- Circulation aérienne - T5

SERVITUDES D'UTILITÉ PUBLIQUE, STRASBOURG

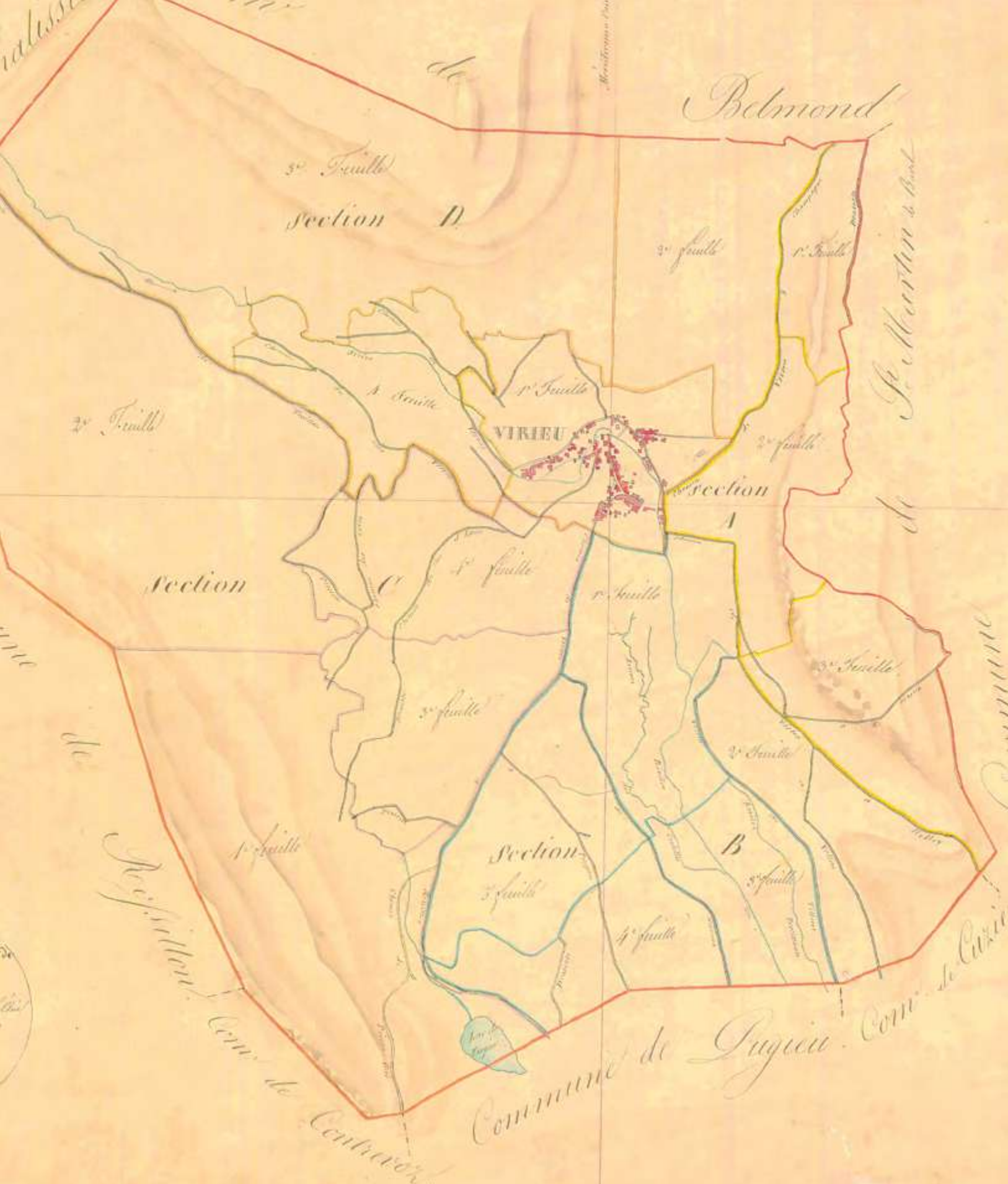
LIEU : STRASBOURG ET AÉROPORT (BAS-RHIN)

Date : 2023

¹ Les servitudes d'utilité publique affectant l'utilisation des sols (SUP), cerema.fr

Les servitudes d'utilité publique affectent et limitent le droit et l'utilisation des sols⁽¹⁾. Il existe quatre catégories, dressées par décret et annexées au code de l'urbanisme. Elles sont relatives à :

- la conservation du patrimoine;
- la présence de certains équipements, comme les canalisations, les mines, etc.;
- la défense nationale;
- la salubrité et la sécurité publique.



CONSTITUER LA REPRÉSENTATION PARCELLAIRE CADASTRALE UNIQUE (RPCU)

LIEU : VIRIEU-LE-GRAND (AIN)
Dates : 1831-1968 et 2023

La description de l'occupation du sol passe par la connaissance précise des parcelles cadastrales et des biens bâtis. À partir de 1807, Napoléon met en place le service chargé de réaliser un plan cadastral national, aujourd'hui informatisé (PCI). Depuis 2014, les travaux conjoints de la direction générale des finances publiques et de l'IGN visent à résoudre les discontinuités de ce plan en s'appuyant sur les données du Référentiel foncier unifié (RFU) de l'ordre des géomètres-experts, de l'orthophotographie HD et des cartes de classe issues du LiDAR HD. Cette nouvelle représentation parcellaire cadastrale unique (RPCU) est en cours de publication dans l'Ain et déjà adoptée dans le 35, le 44, le 45, le 92 et le 94. Sur les visuels à droite sont superposés la donnée cadastrale parcellaire et le bâti du plan cadastral.



Plan napoléonien.



Plan napoléonien
avec bâti PCI actuel.



Orthophotographie
de résolution 20 cm.



Carte de classe
de résolution 25 cm
calculée à partir
du nuage de points
du LiDAR HD[®].

¹ La seule classe filtrée est la classe de végétation haute, qui masque les détails aux sols.



INNOVATION

YÉLISE AKOL

Chargée des relations
partenariales sur la
thématique énergie

NICOLAS LAMBERT

Chef du service des
partenariats et des
relations institutionnelles

Portail cartographique
EnR (version bêta) :



RENOUVELABLES À LA CARTE

En mai 2023, un nouveau portail cartographique des énergies renouvelables a vu le jour. Réalisé par l'IGN et le Cerema, cet outil est indispensable pour favoriser le développement des énergies renouvelables terrestres.



À DÉCOUVRIR

Cartes.gouv.fr :

c'est le nouveau site de référence pour toutes les données territoriales. Il remplacera le Géoportail cet automne et permettra de développer des portails comme celui des énergies renouvelables.

Un « portail cartographique des énergies renouvelables », de quoi s'agit-il ?

N.L. Ce portail cartographique naît à la suite de la promulgation de la loi d'accélération de la production d'énergies renouvelables, le 10 mars 2023, qui prévoit la mise en place d'une planification territoriale ascendante, où les communes définissent des « zones d'accélération pour l'implantation d'installations terrestres de production d'énergies renouvelables ». La responsabilité est déléguée aux collectivités, au plus près des citoyens. Et l'État met à disposition des communes toutes les informations disponibles. Agnès Pannier-Runacher, ministre de la transition énergétique, a donc demandé à l'IGN et au Cerema de développer un outil pour visualiser et analyser les enjeux des territoires à prendre en compte dans le déploiement des énergies renouvelables.

Quels sont les objectifs de ce nouvel outil ?

Y.A. Le premier objectif est que les communes puissent identifier des zones d'accélération favorables à l'implantation de projets d'énergies renouvelables. Grâce au portail, elles disposent, par exemple, des informations sur les potentiels de vent, sur les réglementations en vigueur, comme

l'interdiction d'installations photovoltaïques aux abords des monuments, sur les capacités d'intégration des énergies renouvelables dans les réseaux. Deuxième objectif : informer les citoyens, entre autres, sur les personnes qui veulent installer des panneaux photovoltaïques sur le toit de leur maison.

Comment l'IGN participe-t-il à améliorer la qualité des débats autour de l'implantation des énergies renouvelables ?

Y.A. Avant le développement du portail, l'information existait, mais elle était dispersée dans les différents services de l'administration ou chez les gestionnaires des réseaux d'énergie. De ce fait, elle n'était pas facilement accessible. C'est également un outil adapté à la concertation citoyenne, avec la possibilité de traiter conjointement les enjeux des énergies renouvelables, l'adaptation aux impacts du changement climatique et de prendre en considération l'artificialisation des sols. Par exemple, une forêt particulière à proximité d'une ville peut représenter un poumon vert et a donc une valeur spécifique de ce point de vue. La raser pour installer un parc éolien ou un parc solaire n'aurait pas de sens dans ce contexte. ●



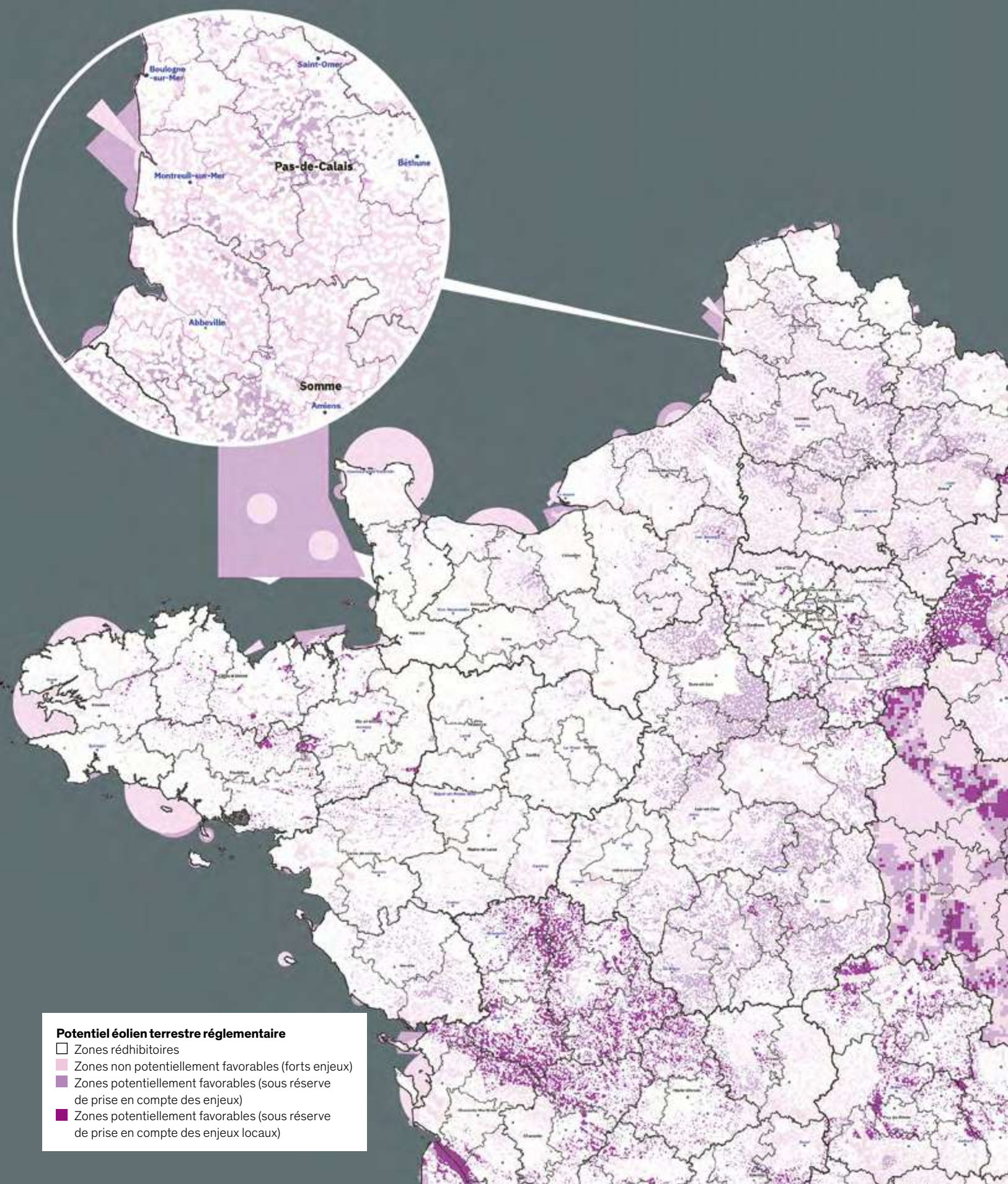
Superficie
de la centrale
de Cestas :
environ
260 ha,
l'équivalent
de 350 terrains
de football.

PARC PHOTOVOLTAÏQUE DE CESTAS

LIEU : CESTAS (GIRONDE)

Date : 2021

Inaugurée le 1^{er} décembre 2015, la plus grande centrale photovoltaïque de France est située à Cestas, dans la banlieue sud-ouest de Bordeaux. Camouflée plus ou moins bien entre les parcelles agricoles, elle est composée de 938 500 panneaux et s'étend sur l'équivalent de 350 terrains de football.



Potentiel éolien terrestre réglementaire

- Zones rédhitoires
- Zones non potentiellement favorables (forts enjeux)
- Zones potentiellement favorables (sous réserve de prise en compte des enjeux)
- Zones potentiellement favorables (sous réserve de prise en compte des enjeux locaux)

POTENTIEL ÉOLIEN TERRESTRE EN FRANCE
 LIEU : FRANCE NORD-OUEST
 Date : 2023

En ligne depuis mai 2023, le nouveau portail cartographique des énergies renouvelables est réalisé en partenariat avec le Cerema, sur demande du ministère de la transition énergétique. La couche «potentiel éolien terrestre en France», produite par l'IGN, découpe le pays en zones rédhitoires, peu ou très favorables à l'implantation éolienne. Elle est destinée aux élus, mais n'a pas de valeur juridique ou politique.



**POTENTIEL SOLAIRE
EN TOITURE**

LIEU : CANNES (ALPES-MARITIMES)
Date : 2023

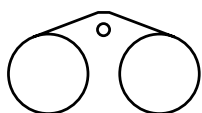
Le portail cartographique des énergies renouvelables propose une multitude d'informations : occupation du sol, aires protégées, urbanisme. Parmi les couches disponibles, le Cerema a notamment apporté des données sur le potentiel des énergies renouvelables, comme le potentiel solaire photovoltaïque sur toiture, ici représenté sur la commune de Cannes. Plus le rouge est foncé, plus le potentiel solaire est haut.

Potentiel solaire sur toiture

- 0
- 0 - 50 kWh/an
- 50 - 100 kWh/an
- 100 - 200 kWh/an
- 200 - 500 kWh/an
- 500 - 1000 kWh/an
- 1000 - 4000 kWh/an
- > 4000 kWh/an



POINT DE VUE
**ENVIRON-
NEMENTAL**



PARTIE 3

Sous la pression du changement climatique, le territoire français doit s'adapter. La raréfaction de l'eau douce, la propagation des incendies et l'intensification des épisodes de pluie extrême demandent une réorganisation des espaces. Des îlots de chaleur en ville aux glaciers du Mont-Blanc, des essences d'arbre aux types de culture, connaître l'occupation des sols est la première étape pour structurer un territoire résilient. Un défi auquel l'IGN veut participer par le futur jumeau numérique du territoire.



« L'EAU EST UN FLUX DÉPENDANT DU CLIMAT »

Agnès Ducharne, climatologue et hydrologue

□ **Agnès Ducharne**, élève de l'École normale supérieure, est directrice de recherche au CNRS, au sein du laboratoire METIS de l'Institut Pierre Simon Laplace. Spécialiste des liens entre cycle de l'eau et climat, elle est membre de l'Académie d'agriculture de France, et fut lauréate, en 2021, du Grand Prix scientifique franco-taiwanais de l'Académie des sciences pour ses travaux sur les interactions entre changement climatique, ressources en eau et irrigation.

L'eau est un élément précieux. Qu'elle vienne à manquer, et tout le système de société humaine perdra alors l'équilibre. Avec le réchauffement climatique, c'est précisément ce qui se dessine pour l'avenir. Directrice de recherche au CNRS, spécialiste de la modélisation de l'hydrologie des surfaces continentales, Agnès Ducharne nous alerte sur la nécessité d'observer ce cycle de l'eau et de mener des politiques publiques qui puissent rétablir une certaine harmonie. Sans perdre de temps...

Pour débiter, pouvez-vous nous expliquer de quoi est constituée l'eau disponible ?

L'eau douce peut être classifiée en deux grandes catégories. D'abord ce qu'on appelle l'eau bleue, qui transite dans les cours d'eau, les lacs et les nappes souterraines. C'est celle qui est exploitée par les activités humaines, l'irrigation, l'eau potable ou la production d'électricité. Il y a ensuite l'eau verte, qui désigne l'eau des sols et qui alimente la biomasse végétale donc la production agricole. Ces eaux, verte et bleue, font partie du grand cycle de l'eau global, qui les renouvelle sans arrêt. D'une manière générale, la quantité d'eau sur la Terre n'a pas changé depuis des milliards d'années. En revanche, la part de l'eau liquide, de l'eau solide des glaciers et de l'eau vapeur de l'atmosphère varie fortement à la fois dans l'espace et dans le temps. C'est cette répartition qui modifie le volume d'eau liquide disponible, qu'on désigne souvent comme les ressources en eau.

Qu'est-ce qui s'est déréglé dans le cycle de l'eau ?

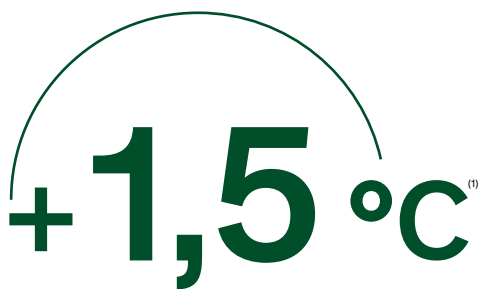
L'eau circule sans arrêt entre ses différents états liquide, vapeur et solide. Il ne faut donc pas la considérer comme un stock statique, mais comme un flux très dépendant du climat. La Terre a connu un climat relativement stable depuis dix mille ans, qui a permis la sédentarisation de l'espèce humaine, avec un relatif équilibre des flux d'eau douce. Cette stabilité est remise en cause depuis le début de l'ère industrielle par le réchauffement climatique, qui augmente l'évaporation et les précipitations en moyenne globale. On pourrait imaginer que l'accroissement des précipitations augmente les

« On ne peut raisonnablement pas espérer exploiter quelque chose au-delà de sa vitesse de renouvellement. C'est une équation simple. »



+0,2 °C⁽¹⁾

La température mondiale augmente d'environ 0,2 °C par décennie.



+1,5 °C⁽¹⁾

Sachant qu'elle a augmenté de 1,1 °C en moyenne globale depuis le début de l'ère industrielle, on prévoit avec une grande probabilité un réchauffement de 1,5 °C d'ici vingt ans.

¹ Earth System Science Data, juin 2023.

ressources en eau, mais c'est plus compliqué. Car l'accroissement des précipitations se concentre dans les régions et les saisons humides, alors les régions et les saisons sèches voient les leurs diminuer. Le réchauffement amène aussi à la disparition rapide des quantités d'eau stockées sous forme solide. Les glaciers du Mont-Blanc en sont un exemple emblématique.

Quelle est la trajectoire prévue pour cette ressource en eau à l'avenir ?

Sur la question du réchauffement, les choses sont claires. Il n'y aura pas de retour en arrière, donc de refroidissement, à l'échelle de temps des vies humaines. Sur le cycle de l'eau, les incertitudes sont plus importantes, notamment au niveau régional. À cause de l'augmentation de l'évaporation, on attend une baisse des ressources en eau, verte et bleue, sur tout le territoire métropolitain en été. Mais l'intensité de ces changements est difficile à prévoir, car elle dépend de notre capacité à réduire nos émissions de gaz à effet de serre.

Devons-nous désormais considérer que l'eau n'est plus une ressource renouvelable ?

Plutôt que renouvelable, j'aime à dire que l'eau est constamment renouvelée dans les cours d'eau et les nappes. Mais le simple fait de parler de l'eau comme une ressource nous éloigne de ce renouvellement naturel par le cycle de l'eau, puisque cela traduit la volonté d'exploiter cette eau pour nos usages. Et si on prélève davantage d'eau chaque année que ce qui est renouvelé par le cycle de l'eau, on se retrouve en situation d'assèchement chronique. C'est le cas, par exemple, pour la mer d'Aral, le Colorado ou le Nil, et, plus proche de nous, au niveau du Marais poitevin. On ne peut raisonnablement pas espérer exploiter quelque chose au-delà de sa vitesse de renouvellement. C'est une équation simple.

Du point de vue de l'aménagement du territoire, existe-t-il un moyen de changer le cours de choses ?

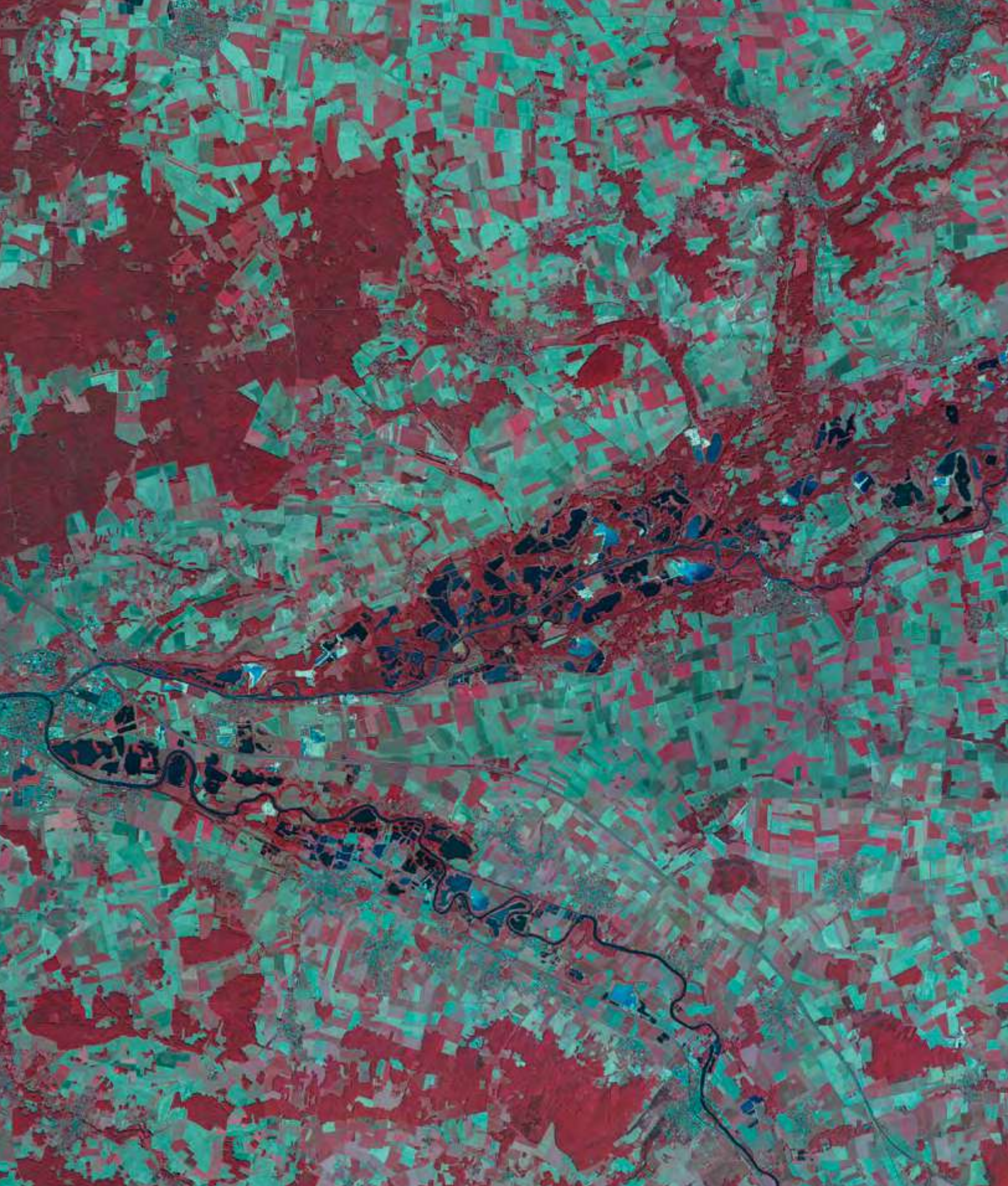
On sait que l'artificialisation des sols contribue à l'accélération du cycle de l'eau, en diminuant leur capacité d'absorption et de stockage. C'est un phénomène documenté depuis des années. Or, les villes et le périurbain continuent à s'étendre, les parcelles agricoles se développent au détriment des bosquets, des haies et de la végétation naturelle des bordures de cours d'eau. Les politiques publiques en matière d'occupation des sols peuvent donc avoir un impact important, et certains élus locaux prennent le problème de front. Mais comme pour le changement climatique, faire des petits pas n'est plus suffisant. Il ne suffit pas de promettre « zéro artificialisation nette » dans vingt-cinq ans, cela doit commencer tout de suite à grands pas.

Comment l'observation des sols vous aide-t-elle à mieux comprendre la circulation de l'eau ?

La cartographie est essentielle à notre travail. Pour faire de la modélisation, qu'il s'agisse du climat ou des écoulements dans les cours d'eau et les nappes, il faut connaître comment les sols sont occupés. En visualisant le développement de l'urbanisation, on peut par exemple caractériser la part de ruissellement par rapport à l'infiltration dans les sols. Connaître les forêts, la nature des cultures et leur évolution temporelle fait aussi partie des informations que l'on exploite. Je travaille actuellement sur l'irrigation pour mieux comprendre comment cette pratique diminue l'eau douce disponible, mais aussi comment cette diminution peut finir par « tuer la poule aux œufs d'or », si les prélèvements sont excessifs ou à cause du changement climatique.

Selon vous, pouvons-nous réparer ce cycle ou devons-nous apprendre à nous adapter ?

Il faut faire les deux. On ne retournera pas à des températures plus basses au XXI^e siècle, donc il faut nous adapter, en commençant par consommer moins d'eau dans tous les secteurs d'activité. Mais il est vital d'éviter que le climat se réchauffe trop, ce qui impose de réduire fortement nos émissions de gaz à effet de serre. Les gens ne réalisent pas à quel point cela peut devenir grave. Par conséquent, il faut à la fois ralentir et s'adapter. ●



**PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE
EN INFRAROUGE DU CASIER
DE LA BASSÉE**

LIEU : MONTEREAU-FAULT-YONNE
Date : 2021

La Bassée est une vaste plaine alluviale inondable. Située à l'est de la commune de Montereau-Fault-Yonne, à la confluence entre la Seine et l'Yonne, elle est classée dans le réseau européen Natura 2000 pour son intérêt écologique majeur. Un nouvel aménagement, les « casiers de La Bassée¹⁾ », vise à restaurer les capacités d'expansion des crues de la Seine et à retenir 10 millions de m³ dans la vallée, en amont de Paris.

¹ *Casier de la Bassée : un ouvrage pour lutter contre les inondations*, DRIEAT Île-de-France, 2022.

renaturation

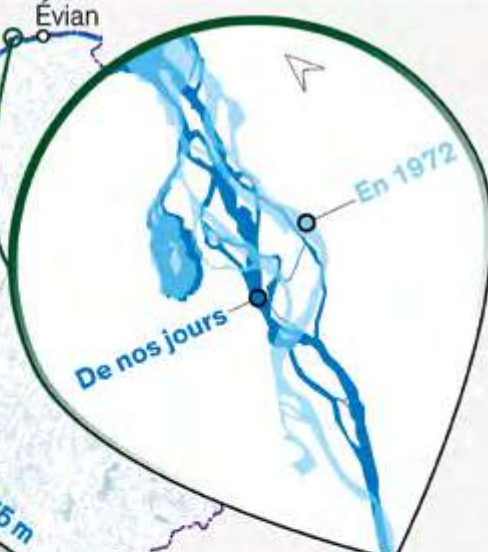
Depuis les années 1990 sont initiés des programmes de renaturation de certaines portions du Rhône*. Cette restauration écologique comprend la reconnexion des lônes (anciens bras) au fleuve, la suppression de certains édifices qui entravent la circulation des sédiments...

Outre des effets positifs sur la biodiversité, ces travaux, qui se poursuivent dans les années 2020, remodelent la géographie du Rhône et font réapparaître îles et méandres, comme ici au sud de Lyon.

* Voir aussi : plan-rhone.fr ou graie.org.

préservation

Au bord du lac Léman, le delta de la Dranse, bien que fixé en plusieurs endroits, constitue l'un des confluents les moins artificialisés du Rhône, classé en réserve naturelle depuis 1980. L'eau torrentielle qui vagabonde en partie dessine des bras encore partiellement mobiles, qui évoluent au fil des décennies.



exploitation

En amont de Lyon, à partir du XIX^e siècle, le nécessaire contrôle des crues, les exigences de la navigation et le potentiel hydroélectrique du Rhône poussent à creuser les canaux de Miribel et Jonage. Les méandres et marais laissent place à des retenues, des chenaux rectilignes, puis des gravières envoyées. Aujourd'hui, cet espace partagé entre Ain et Rhône est devenu un vaste parc périurbain, aménagé à compter des années 1960.

endiguement

La juxtaposition du tracé du Rhône vers 1940 et de nos jours met en évidence les métamorphoses spectaculaires d'un fleuve contrôlé et profondément artificialisé pour des raisons économiques : suppression des îles et bras secondaires, dont subsistent quelques vestiges (les lônes), élargissement (parfois plus que doublé), fixation du fleuve par des digues et des contre-canaux...

Du Léman à la Camargue, l'évolution du cours du Rhône au fil du temps traduit celle des usages de la ressource, des rives et des terrains adjacents... et du rapport à l'économie, aux risques ou aux loisirs.

interruption

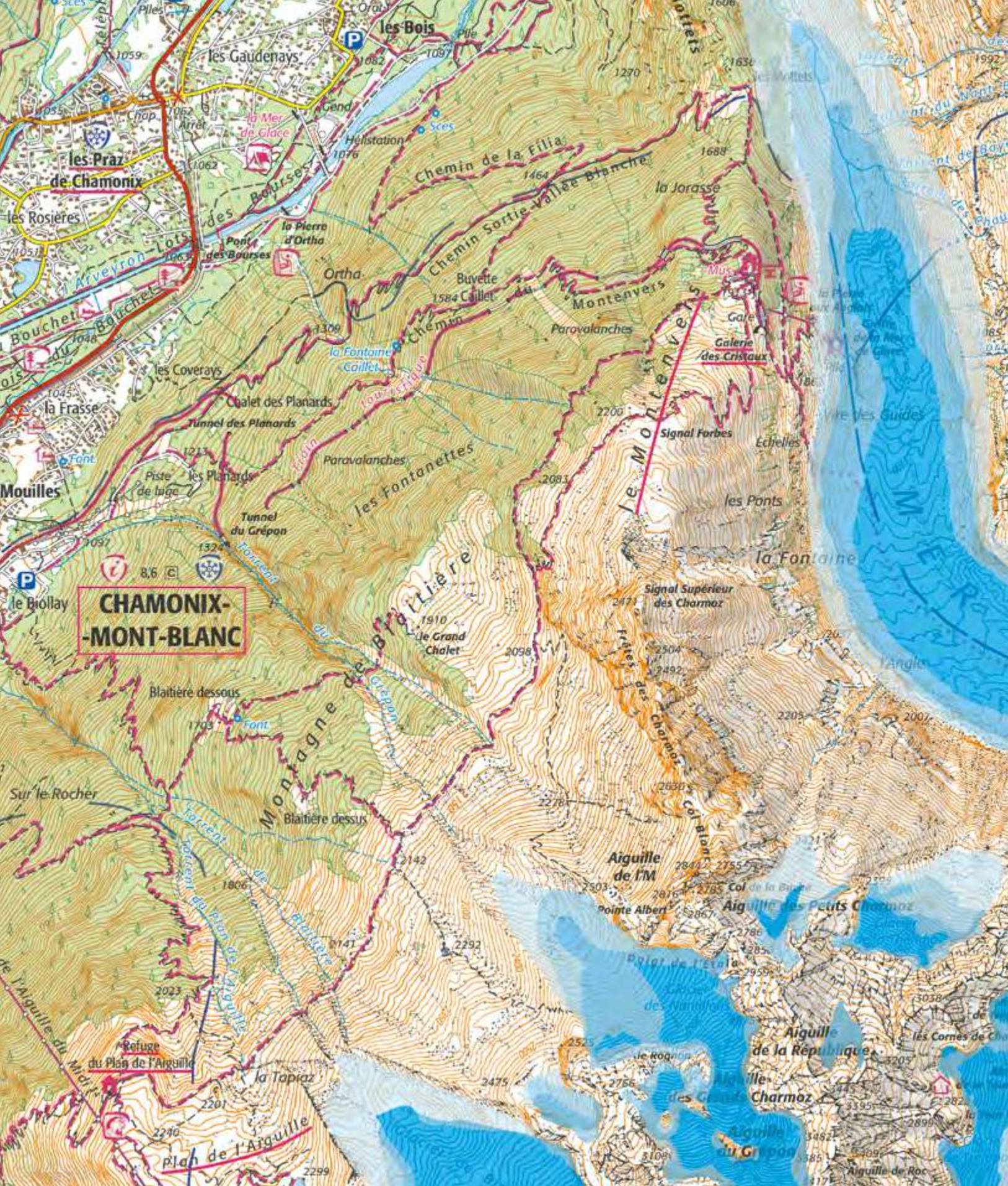
Au XX^e siècle, le creusement des canaux de dérivation, parallèles au fleuve de quelques centaines de mètres, contrarie l'écoulement des petits affluents. Il en résulte le sectionnement du cours naturel de ces derniers (comme le Dolon, le Roubion ou la Berre).



Le coup d'œil de Lucas
Découvrez les cartes imaginaires et interprétées par Lucas, géographe indépendant.

ENTRAVÉ, DÉTOURNÉ, LIBÉRÉ... LE RHÔNE AU FIL DU TEMPS

Comptant parmi les plus puissants fleuves d'Europe, le Rhône est aussi l'un des plus artificialisés. D'abord pour contrer les crues, irriguer ou favoriser le trafic, d'immenses travaux ont successivement ou alternativement élargi, détourné, simplifié, puis, par endroits à nouveau, rendu plus libre le cours du Rhône et de ses affluents. Ces dynamiques parfois antagonistes façonnent la géographie fluviale.



**RECU DU GLACIER
DE LA MER DE GLACE**

LIEU : MONT-BLANC (HAUTE-SAVOIE)
Dates : 1937, 1980, 2011, 2023

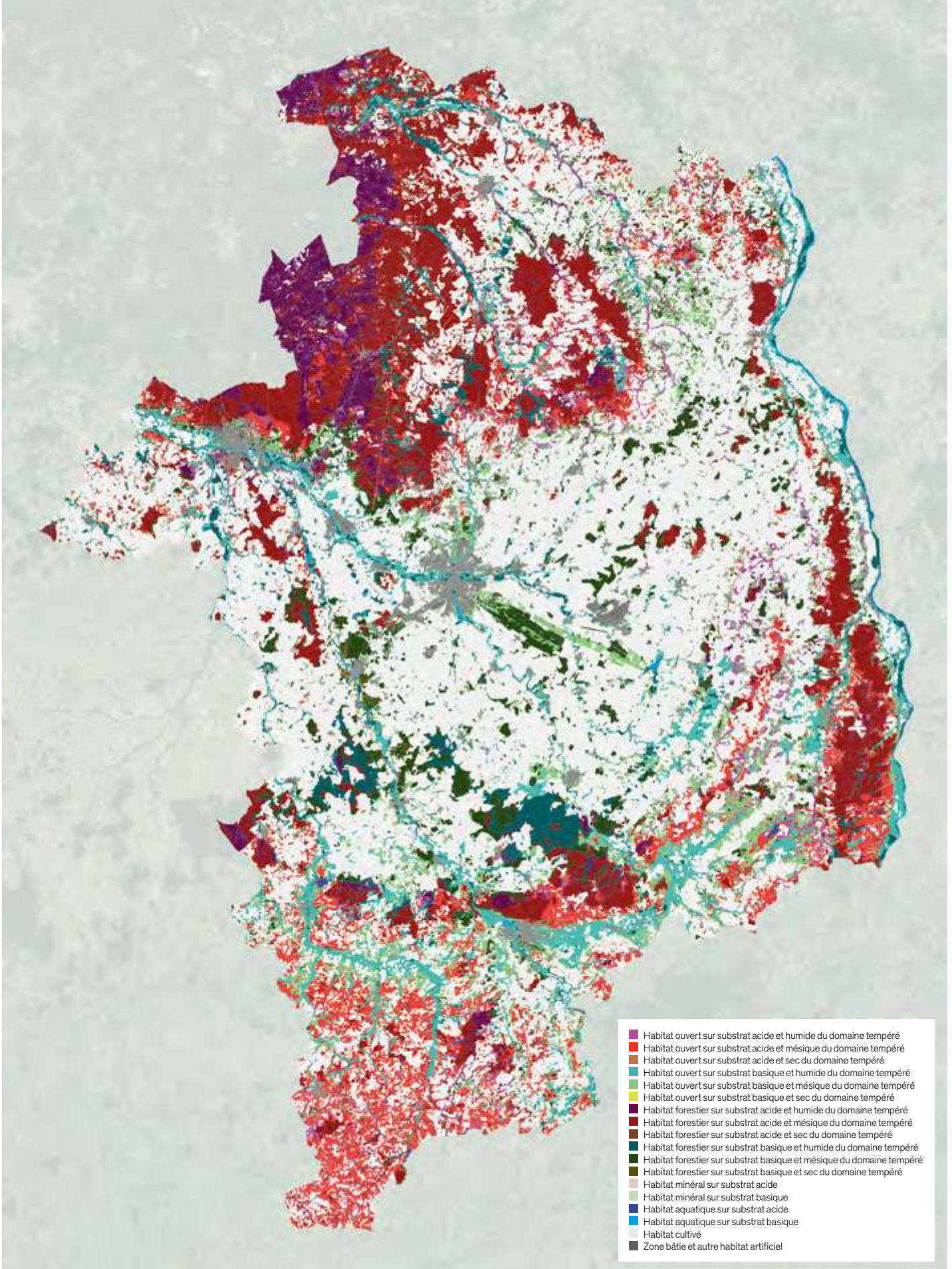
La Mer de Glace est un célèbre glacier situé sur le versant septentrional du massif du Mont-Blanc. Les différentes éditions des cartes de l'IGN montrent le recul du front du glacier entre 1937, la couche la plus claire, et aujourd'hui, la couche la plus foncée. Selon les indicateurs de l'ONERC, l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, l'épaisseur du glacier s'est rétrécie : la Mer de Glace aurait perdu presque 40 m équivalent eau¹ depuis 1900.

¹ Impacts du changement climatique : montagne et glaciers, ecologie.gouv.fr, 2023.



**Évolution de l'épaisseur
du glacier dans le temps**

- 1937
- 1980
- 2011
- 2023

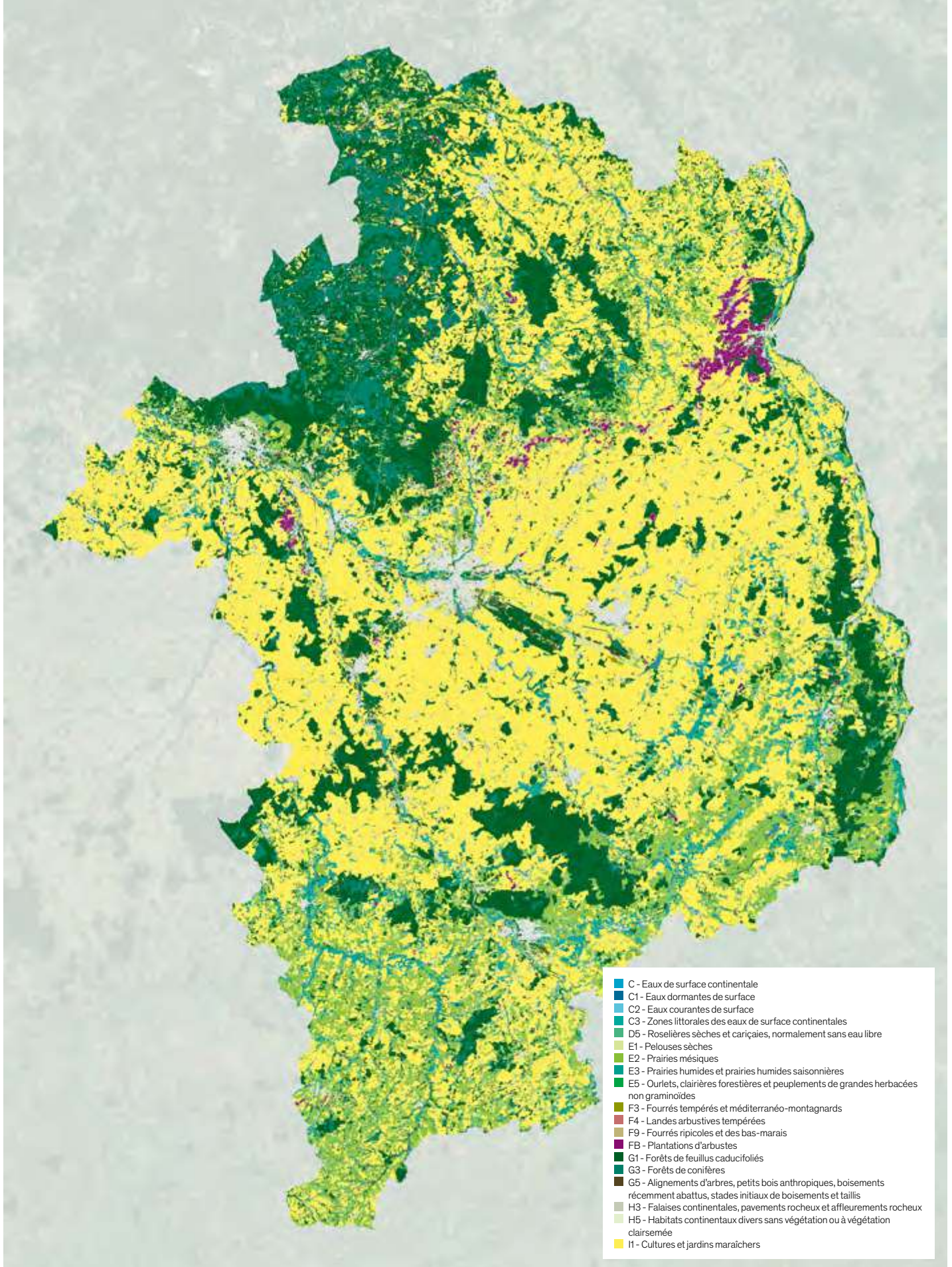


CARTE DES HABITATS CARHAB

LIEU : CHER
Date : 2023

CarHab est une cartographie nationale de suivi des habitats naturels et semi-naturels, c'est-à-dire des espaces avec des conditions écologiques homogènes, établie par modélisation¹. L'objectif : outiller les politiques d'aménagement du territoire et de protection de la biodiversité, pour identifier des potentielles zones à enjeux. L'IGN est chargé de la modélisation des physiologies de végétation et du croisement avec les données biotopes, portions territoriales écologiquement homogènes.

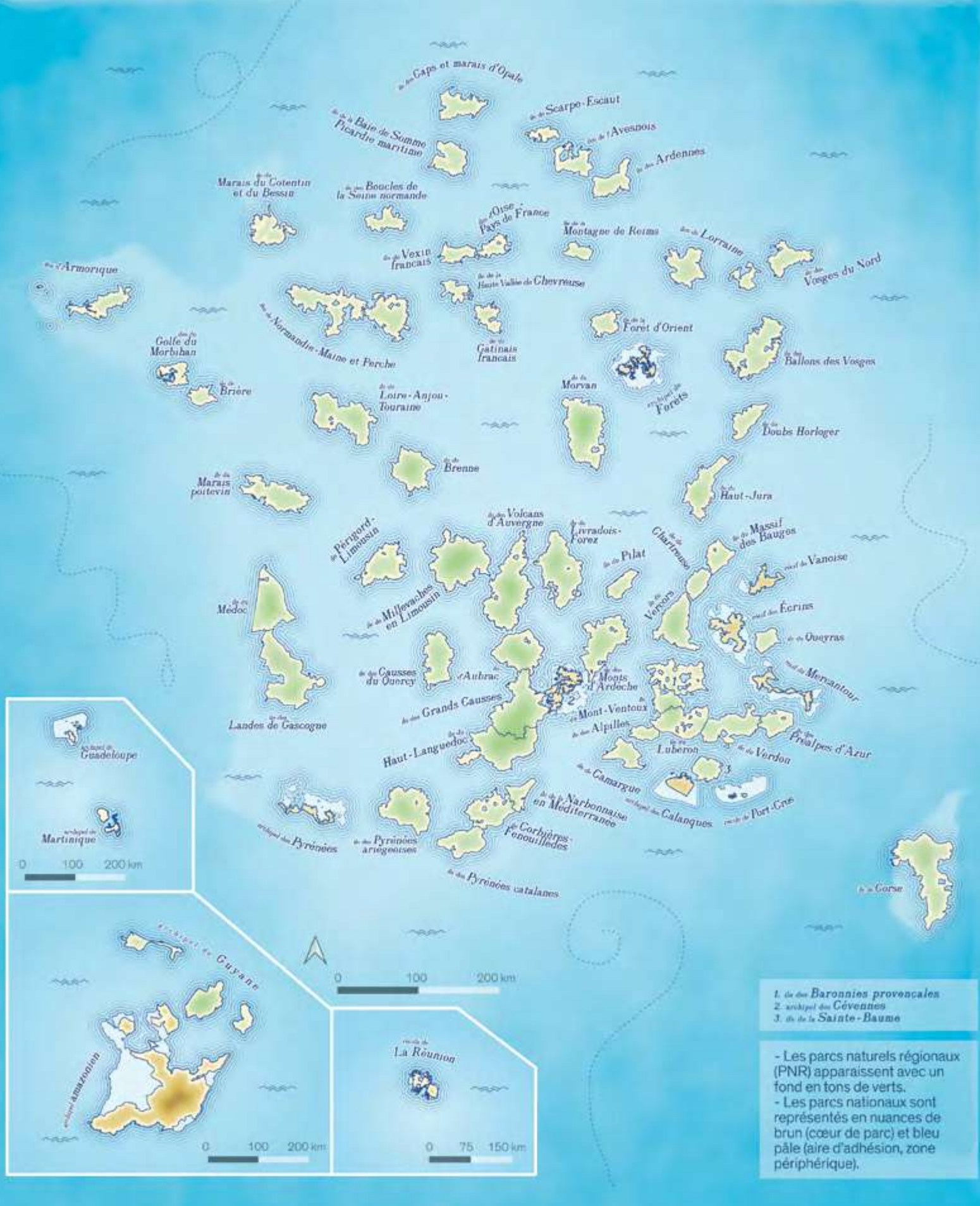
¹ Programme de cartographie nationale des habitats naturels et semi-naturels (CarHab), ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, 2023.



**CARTE MODÉLISÉE DES HABITATS
EUNIS, POTENTIELLEMENT
PRÉSENTS DANS LE CHER**

LIEU : CHER
Date : 2023

À partir de la carte des habitats CarHab, il est possible de réaliser des cartes dérivées pour divers besoins. Celle-ci, par exemple, utilise la nomenclature EUNIS (European Nature Information System), la base de données de l'Union européenne qui classe les habitats naturels, semi-naturels et anthropiques des espaces terrestres et marins d'Europe. Le programme CarHab devrait s'achever à l'horizon 2025.



Le coup d'œil de Lucas
Découvrez les cartes imaginaires et interprétées par Lucas, géographe indépendant.

L'ARCHIPEL DES AIRES PROTÉGÉES

📍 Le territoire national bénéficie de divers dispositifs de protection. Parmi eux, les 11 Parcs nationaux (PN) et les 58 Parcs naturels régionaux (PNR) forment un dense archipel dont les écosystèmes, les paysages et les savoir-faire sont valorisés. Si leurs modalités de fonctionnement, de préservation des milieux et d'encadrement des activités diffèrent, PN et PNR concernent ensemble plus de 20 % du territoire. 📍



La prévention des risques

LE CARTOGRAPHE EN PREMIÈRE LIGNE POUR PRÉVENIR LES RISQUES

Amplifié par le réchauffement climatique, le phénomène des feux de forêt menace au moins 32 départements français, situés dans tout le territoire. Afin de mieux prévenir ce risque, l'IGN a publié, en mars 2023, un zonage informatif des Obligations légales de débroussaillage (OLD). La Base de données sur les incendies de forêt (BDIFF), le LiDAR et le service de l'imagerie aérienne viennent compléter l'arsenal de données et d'outils produits par l'IGN et ses partenaires, indispensables pour évaluer les dégâts liés aux risques naturels sur le territoire et mieux les prévenir.

Les incendies : un risque majeur

En 2022, la France a atteint le triste record de 66 000 hectares de forêt partis en fumée. Des Vosges à la Bretagne, de la Gironde aux Bouches-du-Rhône, le risque s'étend désormais sur l'ensemble du territoire. Dans les départements touchés par d'importantes sécheresses pendant l'hiver, l'urgence est de mettre en œuvre tous les moyens pour limiter les éclosions de feux et leur propagation, quand la saison propice aux incendies démarre.

Parmi ces moyens de prévention, le ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire a sollicité l'IGN, afin de réaliser une carte nationale des Obligations légales de débroussaillage (OLD). « Une OLD est une zone à l'intérieur de laquelle

les infrastructures et les bâtiments doivent être protégés. Concrètement, les propriétaires devront débroussailler au minimum 50 m autour de leur maison et 10 m aux abords de leur chemin d'accès. Ces règles peuvent varier selon les communes », détaille Marie-Cécile Bosert, cheffe de projet maîtrise d'ouvrage à l'IGN.

Cette mesure vise à limiter les accidents : « Pour éviter que quelqu'un en train de faire des travaux chez lui, par des étincelles, n'allume la végétation autour, et inversement, c'est aussi pour protéger l'habitation et les infrastructures en cas de feu de forêt, pour éviter que les biens brûlent », ajoute Magali Jover, chargée des relations partenariales et institutionnelles sur la thématique forêt. ●

« L'IGN est en mesure de produire une information sur le volume de bois brûlé en distinguant les essences touchées, paramètres importants pour la filière bois. »

— MAGALI JOVER

200

mètres

Le zonage informatif a été réalisé à partir des données issues des préfectures ou en appliquant une zone tampon de 200 m autour des massifs forestiers de plus de 4 ha, identifiés dans la BD Forêt® de l'IGN.

Une politique de prévention efficace

Disponible depuis le 1^{er} mars 2023, ce zonage informatif a été réalisé à partir des données issues des préfectures ou en appliquant une zone tampon de 200 m autour des massifs forestiers de plus de 4 ha, identifiés dans la dernière version de la BD Forêt®.

Une partie de la détection va être prise en charge par l'intelligence artificielle : « L'IA va distinguer la forêt de ce qui ne l'est pas, et produire un masque forêt/non-forêt à partir des prises de vues aériennes, un peu comme c'est le cas pour l'OCS GE », décrit Thierry Saffroy, chef de projet maîtrise d'ouvrage à l'IGN.

Depuis 2006, l'IGN maintient et héberge aussi la base des données des incendies au niveau national, la BDIFF. Renseignée par les services

départementaux d'incendie et de secours, les directions départementales des territoires et par l'Office national des forêts (ONF), la BDIFF assure un suivi de la localisation des incendies, de la surface totale brûlée, des temps d'intervention. En mobilisant également les données de l'inventaire forestier, « l'IGN est en mesure de produire une information sur le volume de bois brûlé en distinguant les essences touchées, paramètres importants pour la filière bois », estime Magali Jover. ●

Des données pour la gestion des urgences

Les feux de forêt ne sont pas les seuls événements extrêmes amplifiés par le changement climatique et dont l'impact sur l'occupation du sol est visible. Crues, glissements de terrain, tempêtes : l'IGN envoie régulièrement sa flotte d'avions photographes dans les zones touchées par des crises.

Les clichés, réalisés en urgence par l'IGN, livrent les informations nécessaires aux pouvoirs publics pour étudier les dégâts et intervenir rapidement, comme après le passage de la tempête Alex dans les Alpes-Maritimes en octobre 2020. Les prises de vues aériennes fournissent également un socle pour observer et mesurer l'origine de ces risques et pour mieux gérer l'après-crise et la phase de reconstruction, en adaptant les infrastructures.

C'est le cas pour le réaménagement du quartier de Claire-Joie, à la Faute-sur-Mer (Vendée), complètement submergé à la suite du passage de

la tempête Xynthia, en février 2010. L'IGN a mené plusieurs campagnes de prises de vues aériennes sur les secteurs touchés : treize ans plus tard, les orthophotographies montrent un terrain desartificialisé, à la suite de la décision de l'État de détruire le quartier exposé. Un cas d'école, susceptible de se reproduire plus souvent dans le contexte climatique actuel. ●



LA DISPARITION DU QUARTIER

DE CLAIRE-JOIE

LIEU : LA FAUTE-SUR-MER (VENDÉE)

Dates : 2010 et 2021

Jusqu'aux années 1960, la presqu'île sur laquelle s'étend la commune de La Faute-sur-Mer était largement occupée par des zones humides et des champs agricoles. Depuis, l'urbanisation a progressé rapidement, comme le montre la photographie aérienne à gauche, mais s'arrête à la suite du passage meurtrier de la tempête Xynthia, en février 2010.

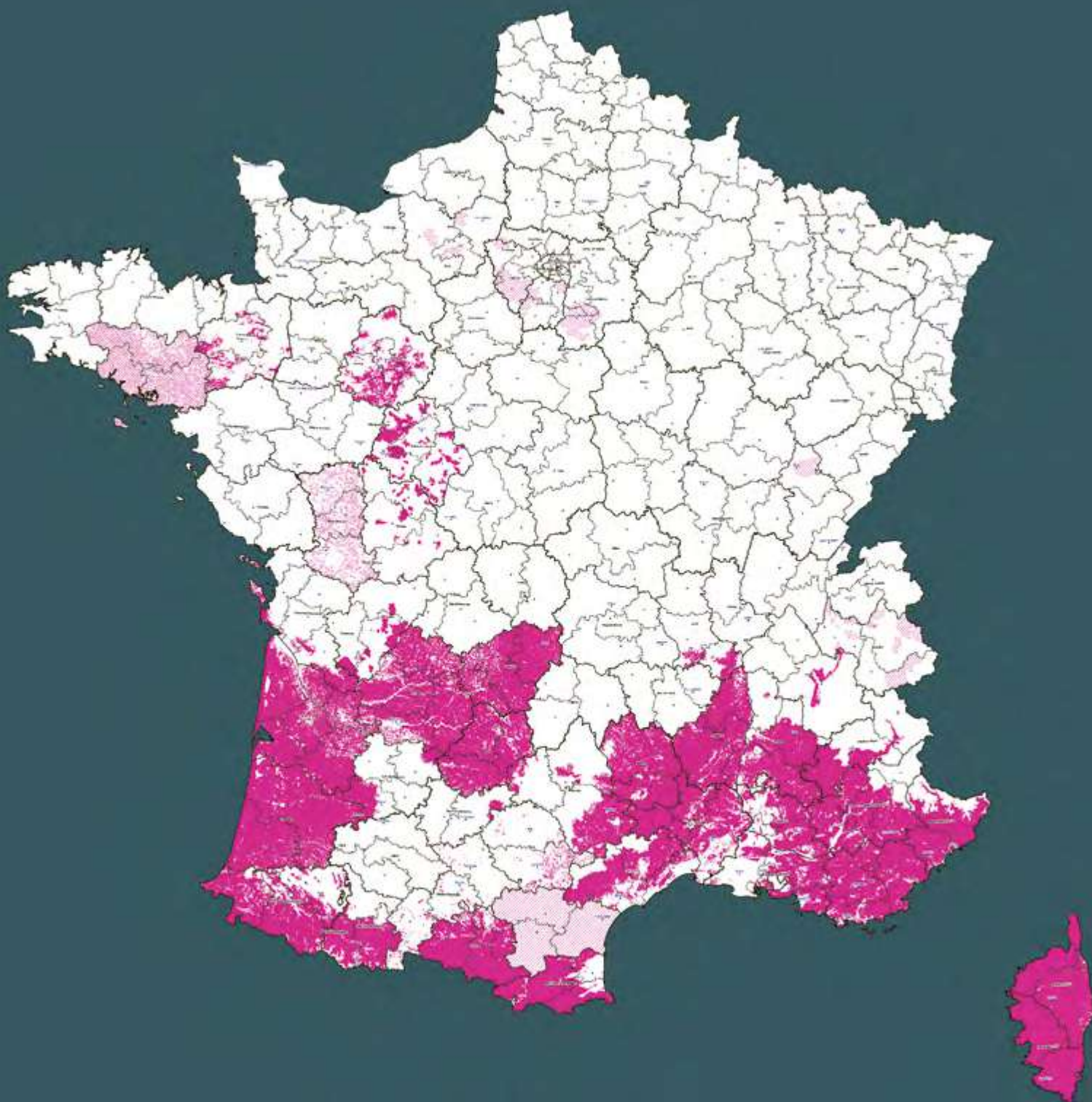


← **Avant**

→ **Après**

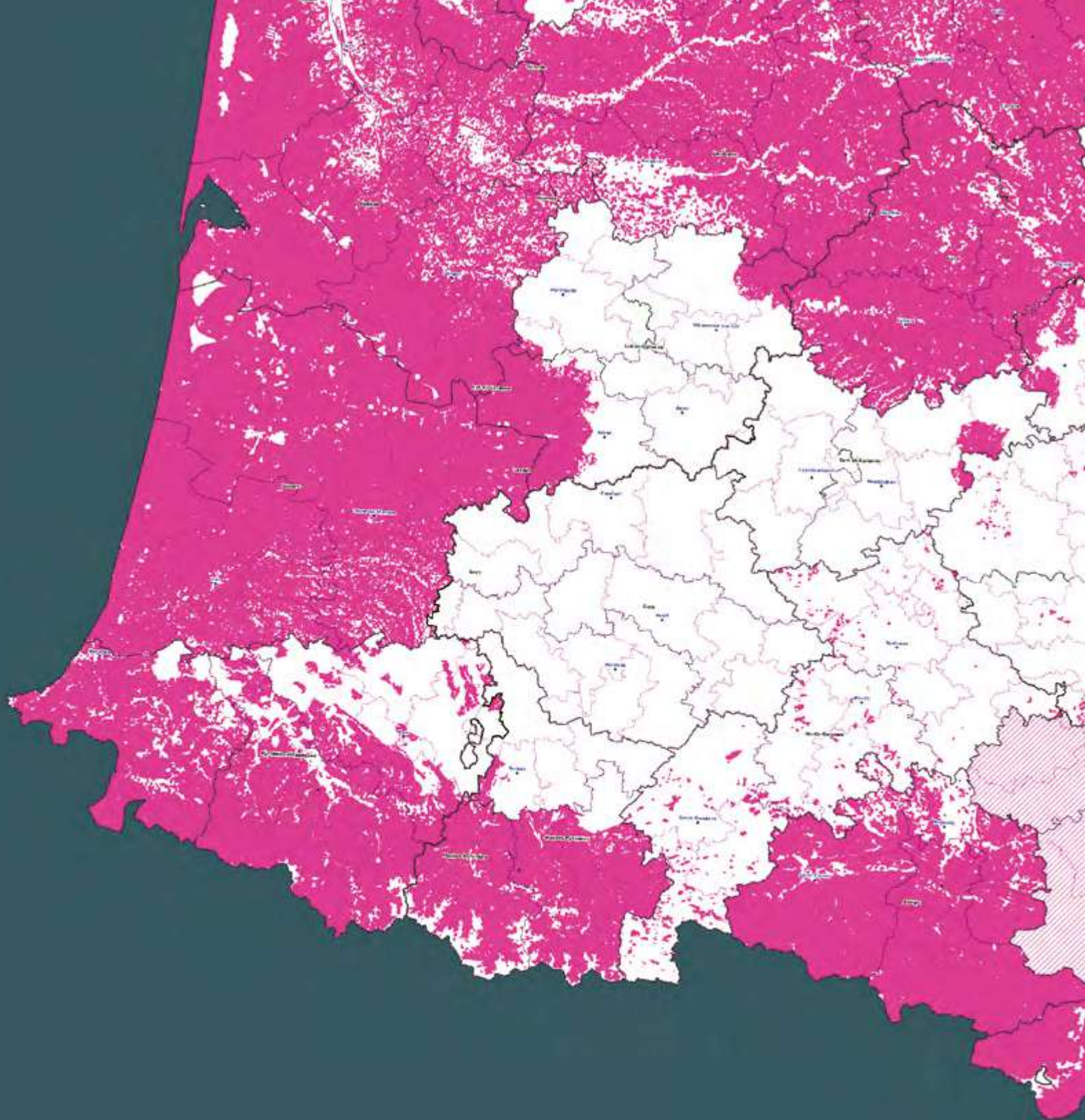
Dès 2011, le plan submersions rapides met en place une série d'actions, dont le rachat des maisons les plus exposées via le fonds Barnier. En Vendée, une première phase d'expropriations touche 76 biens, sur les communes de La Faute-sur-Mer et de L'Aiguillon-sur-Mer : les quartiers sont démolis et, désormais, il n'est plus possible d'y construire⁽¹⁾.

¹ Depuis la tempête Xynthia, 10 ans d'action pour renforcer la prévention des risques d'inondation et de submersion marine, ecologie.gouv.fr



**ZONAGE INFORMATIF
DES OBLIGATIONS LÉGALES
DE DÉBROUSSAILLEMENT**
LIEU : FRANCE MÉTROPOLITAINE
ET PYRÉNÉES
Date : 2023

Disponible depuis le 1^{er} mars 2023, la cartographie des obligations légales de débroussaillage identifie 32 départements à risque, plus une dizaine de départements associés, pour un total de 46 départements. Ce zonage informatif va être prochainement complété par les règles à appliquer pour débroussailler correctement (profondeur de débroussaillage depuis l'habitation, distance entre les arbres, hauteur d'élagage, etc.). Pour se renseigner sur la réglementation des OLD en vigueur sur leur département, les particuliers peuvent, d'ores et déjà, contacter la mairie ou la préfecture.



**Zonage informatif des obligations
légales de débroussaillage**

- Données référencées
- ▨ Données précises indisponibles



INNOVATION

RAPHAËLE HÉNO,
Pilote du programme
Innovation à l'IGN

**ALEXANDRE
PAUTHONNIER,**
Directeur adjoint des
opérations, chargé des
processus géomatiques



REPÈRE

ENSG-Géomatique :
une école d'excellence
des data sciences
géographiques.
Grâce à son école
et à ses équipes
de recherches
pluridisciplinaires, l'IGN
cultive un potentiel
de haut niveau dans
plusieurs domaines :
géodésie, forêt,
photogrammétrie,
analyse spatiale,
visualisation 3D et
intelligence artificielle.

L'AMBITION DU JUMENT NUMÉRIQUE

Pour accompagner l'État et les collectivités dans la transition écologique, l'IGN se mobilise pour réaliser une cartographie du territoire en continu, socle pour de futures simulations. Un chantier ambitieux tourné vers la décision publique.

Pourquoi l'IGN s'engage-t-il dans la création d'un jumeau numérique ?

A.P. L'idée est de réaliser une réplique numérique du territoire, construite sur un socle de données 3D précis et photoréaliste, calculé à partir du LiDAR HD et des images aériennes. Ces données descriptives seront couplées à des capacités de modélisation et de simulation. Le jumeau montrera le territoire tel qu'il est à l'instant présent, tel qu'il a été et tel qu'il sera. Ce projet nous parle, car c'est l'opportunité de construire de la valeur autour de la donnée géographique de référence en la mariant à d'autres données : d'observation de la Terre, météo, socio-économiques... c'est l'outil pour appréhender le territoire globalement et donc appuyer efficacement la décision en matière d'aménagement. On se prépare à ce projet d'ampleur en partenariat avec le Cerema et l'Inria.

Quelle sera son utilité dans le cadre de la transition écologique ?

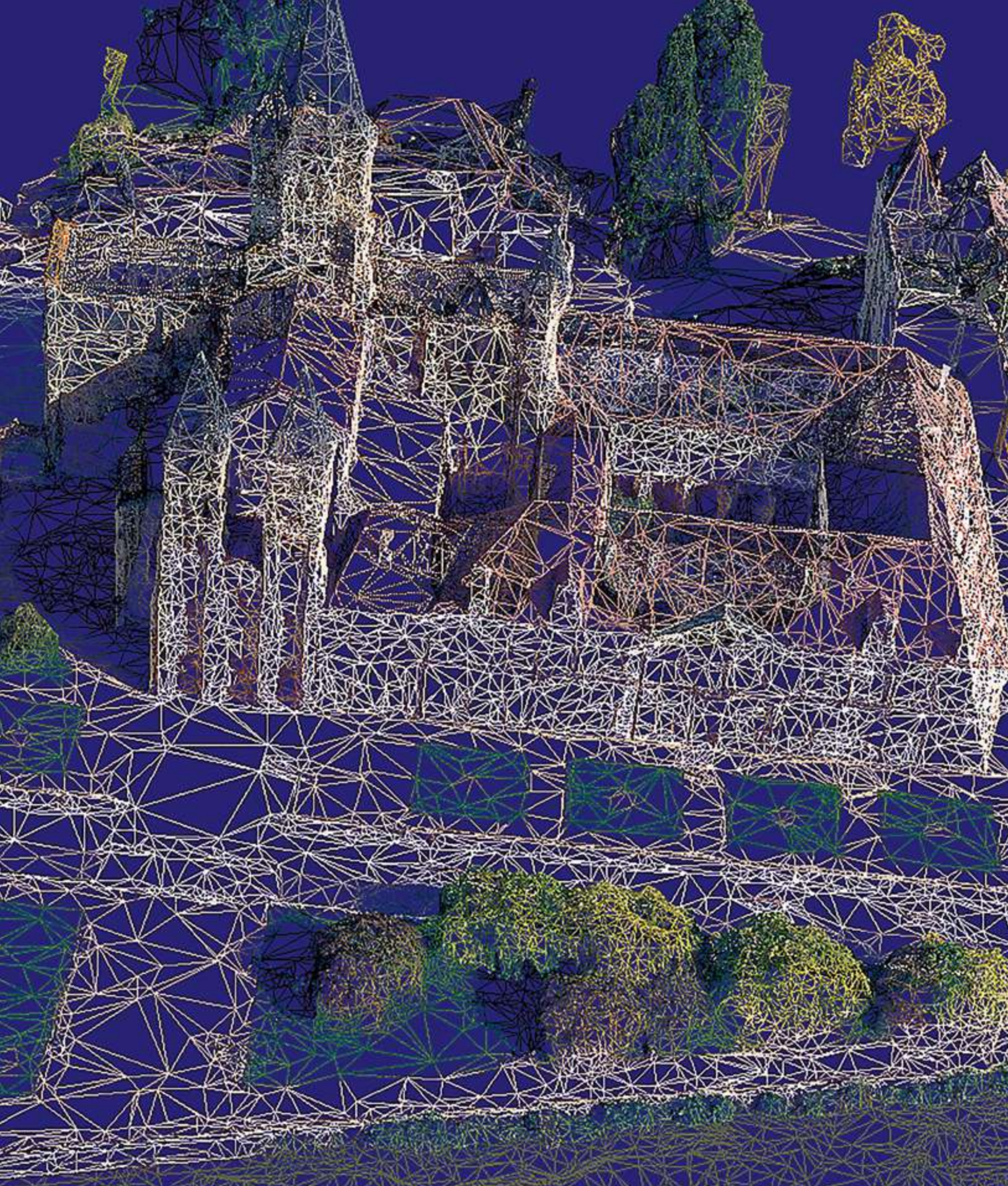
R.H. Le jumeau est pensé dans le cadre de la planification écologique. On souhaite montrer de manière convaincante le territoire en fonctionnement et établir des diagnostics des aires soumises à la pression des activités humaines et des effets du changement

climatique. Par exemple, via la simulation d'un projet d'aménagement d'énergies renouvelables, mais aussi pour évaluer le niveau et le débit d'eau dans les rivières, la croissance des forêts et pour mieux gérer la consommation des sols.

Y a-t-il une rupture par rapport aux données produites actuellement ?

R.H. On a pensé au projet d'un jumeau numérique pour aller au-delà des données d'observation du territoire produites jusqu'à présent. La particularité, par rapport à aujourd'hui, où l'on décrit de manière statique les routes, les rivières et les forêts, est que, dans le cas du jumeau, il s'agirait d'une réplique dynamique du territoire. On va enregistrer, à une fréquence qui reste à déterminer, le comportement de ces objets dans le temps.

A.P. L'originalité est de montrer le territoire tel qu'il pourrait être. L'IGN doit s'approprier des capacités de simulation qui n'est pas notre cœur de compétence. L'autre rupture : construire des modèles 3D à l'échelle nationale et les mettre ensuite à jour en continu. Cet enjeu est clé, car le jumeau est d'abord ce socle 3D sur lequel on déploie tout le reste. ◉



**MODÉLISATION DU SOCLE 3D
POUR LE FUTUR JUMEAU NUMÉRIQUE**
LIEU : PÉRIGUEUX (DORDOGNE)
Date : 2023

Le mesh 3D est réalisé sous forme d'un maillage triangulé de l'ensemble des éléments du sol et du sursol. Ici, la vue détaillée dans sa version géométrique, sans texture, contrairement à la page suivante, où elle est représentée en version texturée et photoréaliste.



**MODÉLISATION DU SOCLE 3D
POUR LE FUTUR Jumeau NUMÉRIQUE**
LIEU : PÉRIGUEUX (DORDOGNE)
Date : 2023

La cathédrale Saint-Front de Périgueux, reconnaissable à ses coupoles et clochetons en toiture, est classée monument historique depuis 1840. Cette reconstruction, sous forme de mesh texturé, un maillage de faces 3D, préfigure une des représentations du futur socle tridimensionnel du jumeau numérique.



**LIDAR HD POUR LA RÉALISATION
DU FUTUR JUMEAU NUMÉRIQUE**
LIEU : PÉRIGUEUX (DORDOGNE)
Date : 2021

Pour produire le socle 3D, sur lequel les autres composantes du futur jumeau numérique viendront se greffer, l'IGN travaille sur les premiers démonstrateurs. Celui-ci est calculé à partir des images aériennes stéréo à 5 cm, acquises dans le cadre du programme national PCRS, ainsi que des nuages de points LiDAR HD. Pour la commune de Périgueux, toutes ces données utiles étaient disponibles.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos remerciements aux collaborateurs de l'IGN et aux experts, partenaires et parties prenantes qui ont participé à l'élaboration de cet Atlas.

Les collaborateurs de l'IGN : Yélise Akol, Arnaud Allgeyer, Anaïs Aubert, Marie-Cécile Bosert, Olivier Bouiri, Stéphane Canalis, Eva Chen-Yen-Su, Fanny Clauzel, Pierre-Emmanuel Chossat, Zacharie Coq, Valérie Deregnacourt, Nathalie Derrière, Francis Etui, Barbara Freidman, Manuel Fulchiron, Anatol Garioud, Bertrand Genty, Quentin Gide-Tchanwou, Marie Gombert, Yanis Hamimi, Raphaële Heno, Dominique Jeandot, Caroline Joineau-Guesnon, Magali Jover, Nicolas Lambert, Elisabeth Leblanc, Matthieu Le Masson, Anne Longuet, Bénédicte Maisonneuve, Guillaume Marchand, Cédric Michel, Alexandre Pauthonnier, Véronique Pereira, Pierre Philippe, Hervé Quinquenel, Mathilde Raymond, Timothée Royer, Thierry Saffroy, Marie-Agnès Scherrmann, Sébastien Soriano, Philippe Truquin, Boris Watrelos.

Les experts hors IGN : Jean-Luc Arnaud, directeur de recherche au CNRS – Agnès Ducharne, climatologue et hydrologue – Jacqueline Osty, paysagiste.

Journaliste indépendant : Daniel Peyronel.

« Géographe » indépendant : Lucas Destrem.

« Géographe de formation, Lucas Destrem s'intéresse notamment à la toponymie, aux panoramas et à la valorisation du patrimoine. Il se passionne aussi de cartographie, convaincu que les cartes sont à la fois des outils objectifs et pratiques, mais aussi des objets esthétiques, des images populaires et symboliques, outils de communication aux innombrables possibilités. De cette sensibilité découle une production de cartes marquée par l'insolite, l'ironie, le détournement ou l'invitation à l'émerveillement. C'est par ce travail de création subjectif et presque artisanal que l'IGN et Lucas Destrem en sont venus à collaborer et à produire plusieurs cartes inédites. Celles-ci, appuyées sur les données et l'expertise de l'IGN et de ses partenaires, interprètent d'une nouvelle manière quelques-unes des dynamiques de l'occupation des sols en France. »

Références cartes « Le coup d'œil de Lucas »

Cartes 1-2

Données : extraits de cartes des XIX^e, XX^e et XXI^e siècles issus de la cartothèque de l'IGN.

Carte 3

Fond de carte : IGN/Eurogeographics
Données : Inventaire forestier national, données 2018-2021 (DataFN) et mémento 2022.

Carte 4 :

Fond de carte : IGN BD TOPO®
Données : BD Forêt® version 2.

Carte 5 :

Fond de carte : cartes au 1:25000° 1955, 1956, 2008; orthophoto IGN.

Carte 6 :

Fond de carte : IGN BD TOPO®
Données : Registre parcellaire graphique 2021.

Carte 7 :

Fond de carte et données : carte IGN au 1:25000°.

Carte 8 :

Fond de carte : d'après les cartes anciennes (état-major, cartes au 1:25000° du XX^e siècle ; IGN BD TOPO® et BD TOPAGE®.

Données : en partie d'après les travaux suivants :

– « Effets de la restauration du Rhône et potentiel, synthèse par secteurs (rapport final) », Action n° 24 du Programme 2010 au titre de l'accord-cadre Agence de l'Eau Zabr, Lamouroux N., Olivier J.-M., Piégay H., Méricoux S., Dolédec S., Ségura S., Castella E., Riquier J., Parrot E., Forcellini M., 2012
– « RhônEco - Le suivi scientifique de la restauration hydraulique et écologique du Rhône », Zone Atelier Bassin du Rhône (Zabr),

Observatoire Hommes-Milieus Vallée du Rhône (OHM VR) et Groupe de recherche Rhône-Alpes sur les infrastructures et l'eau (GRAIE), 2015.

– Grand Lyon et Agence d'urbanisme de l'aire métropolitaine lyonnaise, « Projet de renaturation de la Compagnie nationale du Rhône (CNR) dans le cadre de la réactivation de la dynamique fluviale sur les marges alluviales du Rhône », 2022.
– *Le Rhône aval en 21 questions*, Provansal M., Radakovitch O., Sabatier F. et Clémens A., Zabr-GRAIE, 2012.
– Livret de découverte « Réserve naturelle Delta de la Dranse », Asters CEN Haute-Savoie, 2008.

Carte 9 :

Fond de carte et données : IGN, INPN, PNR et Parcs nationaux de France.

