



L'ARTIFICIALISATION DES SOLS



RENCONTRE AVEC...

Karine Hurel, géographe et cartographe, déléguée générale adjointe à la Fédération nationale des agences d'urbanisme

Nous avons besoin de changer nos imaginaires sur le sol.

Intimement liée à la nécessité de développement et d'aménagement des territoires, l'artificialisation des sols menée pour bâtir les villes a aussi des conséquences dommageables sur l'environnement. La réglementation impose désormais de laisser sa chance à la nature et de renaturer les espaces qui peuvent l'être. Une action qui, pour Karine Hurel, demande aussi de faire évoluer nos perceptions.

Conséquence directe de l'étalement urbain, le phénomène d'artificialisation des sols grignote peu à peu nos espaces naturels au profit d'un usage fonctionnel d'habitat ou de transport. Si ce phénomène est aujourd'hui bien identifié, ses conséquences multiples sont mal évaluées et touchent autant la qualité des sols que la biodiversité, le réchauffement climatique ou l'aggravation des catastrophes naturelles, notamment provoquées par l'imperméabilisation des surfaces. Pour Karine Hurel, « l'artificialisation est un processus qui détruit tout ou partie des fonctionnalités d'un sol, qu'elles soient biologiques, hydriques ou climatiques. Le sol a de multiples fonctions dont on prend petit à petit conscience et la loi climat et résilience contribue à ce qu'on les préserve ».

CHANGER NOTRE VISION DE L'HABITAT

Le sujet n'est pas vraiment nouveau mais la prise de conscience pour limiter le phénomène d'urbanisation s'est clairement accélérée dans le courant des années 2000, avec l'adoption de la loi solidarité et renouvellement urbain, et surtout en 2021 avec la loi climat et résilience issue des travaux de la convention citoyenne pour le climat. Malgré tout, entre 20 000 et 30 000 hectares continuent à être artificialisés chaque année en France*.

Un mouvement qui augmente presque quatre fois plus vite que la population. Il devient donc urgent d'agir. « On ne peut pas tout arrêter, ni obliger les gens à habiter là où ils ne veulent pas aller. Mais on peut contribuer à changer les consciences et les modes de vie. Par exemple, il existe souvent une inadéquation entre les logements actuels et la forme familiale. Les familles sont de plus en plus petites. On vit de plus en plus seuls, parfois dans de grands logements inadaptés. Il faut donc repenser notre habitat, changer nos imaginaires sur la ville. Redensifier les espaces urbains pour permettre d'économiser les surfaces ».

OBJECTIF : ENRAYER L'ACCÉLÉRATION DE L'URBANISATION

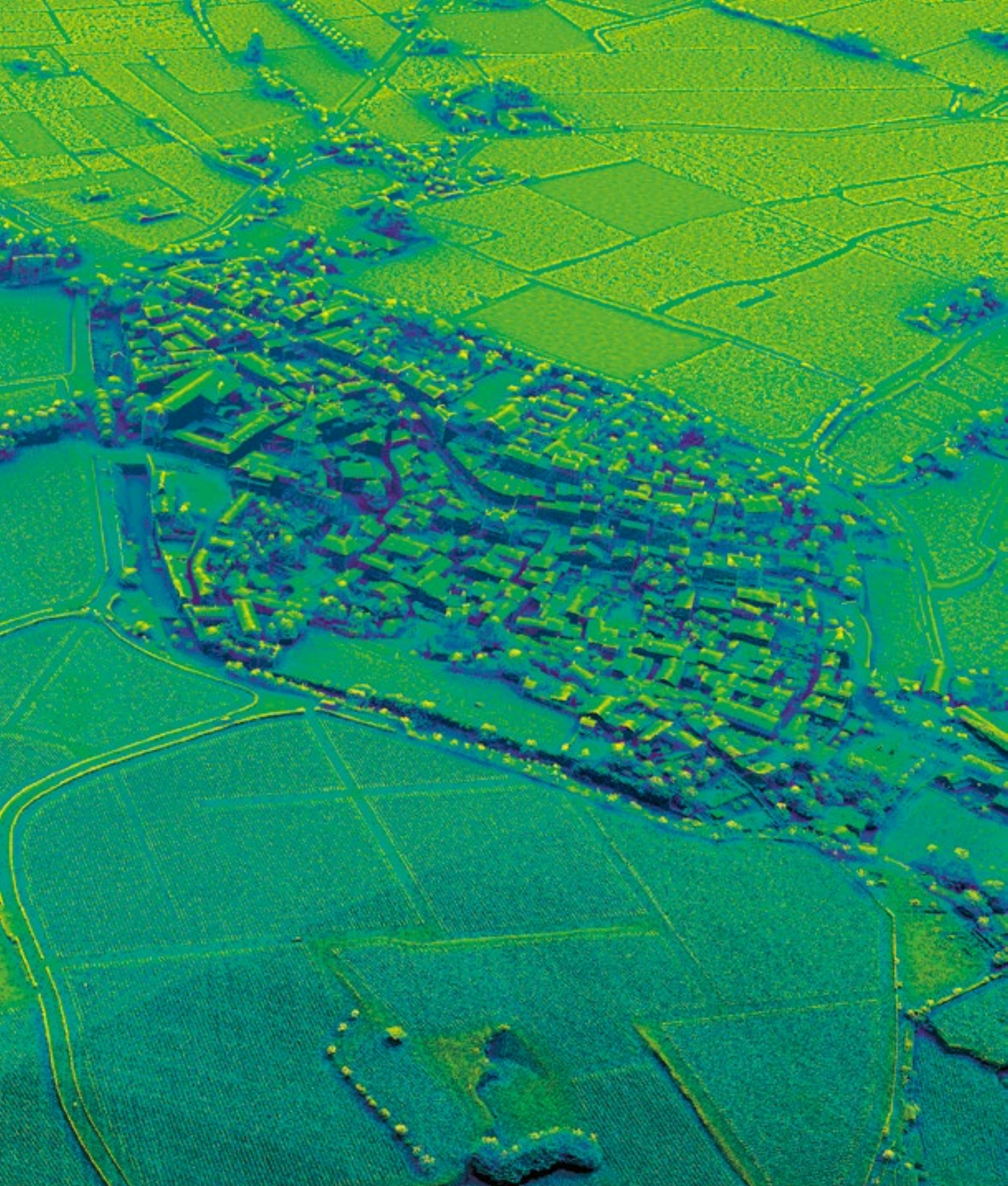
Impulsé en 2018 par le plan biodiversité proposé par le ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, l'objectif « zéro artificialisation nette » (ZAN) répond précisément à cette volonté de modifier les règles d'urbanisme. « On ne va pas tout stopper, mais on va ralentir. On va également chercher à compenser en renaturant des espaces artificialisés qui pourront l'être, comme les friches laissées à l'abandon », précise Karine Hurel. L'objectif est de faire en sorte que chaque territoire regarde sa propre tendance à artificialiser et se mette

en ordre de marche pour la diviser par deux d'ici à 2030 et parvenir à l'absence d'artificialisation nette en 2050. En gardant à l'esprit que tout le monde ne part pas sur une même base. Certains ont déjà produit des efforts. D'autres non. Tous devront pourtant viser le même objectif. « Les territoires semblent globalement partants. La bataille portera surtout sur la manière dont on va organiser et mesurer ces trajectoires. D'où la nécessité d'avoir un référentiel commun et des données interoperables afin que chacun parte sur les mêmes critères d'évaluation ».

LE RETOUR À LA TERRE

Pour Karine Hurel, la réglementation est nécessaire, mais pas suffisante. Elle doit aussi s'accompagner d'un changement de nos perceptions. « Cela peut paraître trivial, mais il est pour autant indispensable que nous redécouvrons notre environnement avec la diversité de ses fonctions. On a besoin de changer nos imaginaires sur le sol, par exemple. On ne le voit plus. Il semble ne pas exister. Or, il a pourtant de multiples fonctions, une épaisseur, une qualité, il accueille une formidable biodiversité... Il faut le remettre au centre de nos représentations. Se rendre compte qu'il y a des choses en dessous », rappelle-t-elle. Une fois n'est pas coutume, il faut donc aussi apprendre à regarder vers le bas. ●

* ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, ecologie.gouv.fr



**LIDAR HD : VERS UNE NOUVELLE
CARTOGRAPHIE 3D DU PAYS**
LIEU : SAINT-ÉMILION
Date : 2022

Le programme national LiDAR HD prévoit la mise en place d'ici à 2026 d'une cartographie 3D du territoire d'une précision jamais atteinte à l'échelle de la France. Il mobilise pour cela une technologie de pointe : le LiDAR haute densité (cible visée : dix points par mètre carré en moyenne).
Par sa capacité à décrire finement le sol, même sous couvert végétal, le chevelu hydrographique – fleuves, rivières, etc. –



et les différents étages de la végétation, cette technologie est un puissant outil d'analyse et de suivi des évolutions du territoire. Elle répond ainsi aux besoins d'un large spectre de politiques publiques comportant une dimension spatiale : prévention des risques naturels, connaissance de la ressource forestière, gestion des parcelles agricoles, aménagement du territoire, préservation de la biodiversité, sécurité intérieure, transition énergétique, etc.

LIEU : PORT DE MARSEILLE
Date : 2022

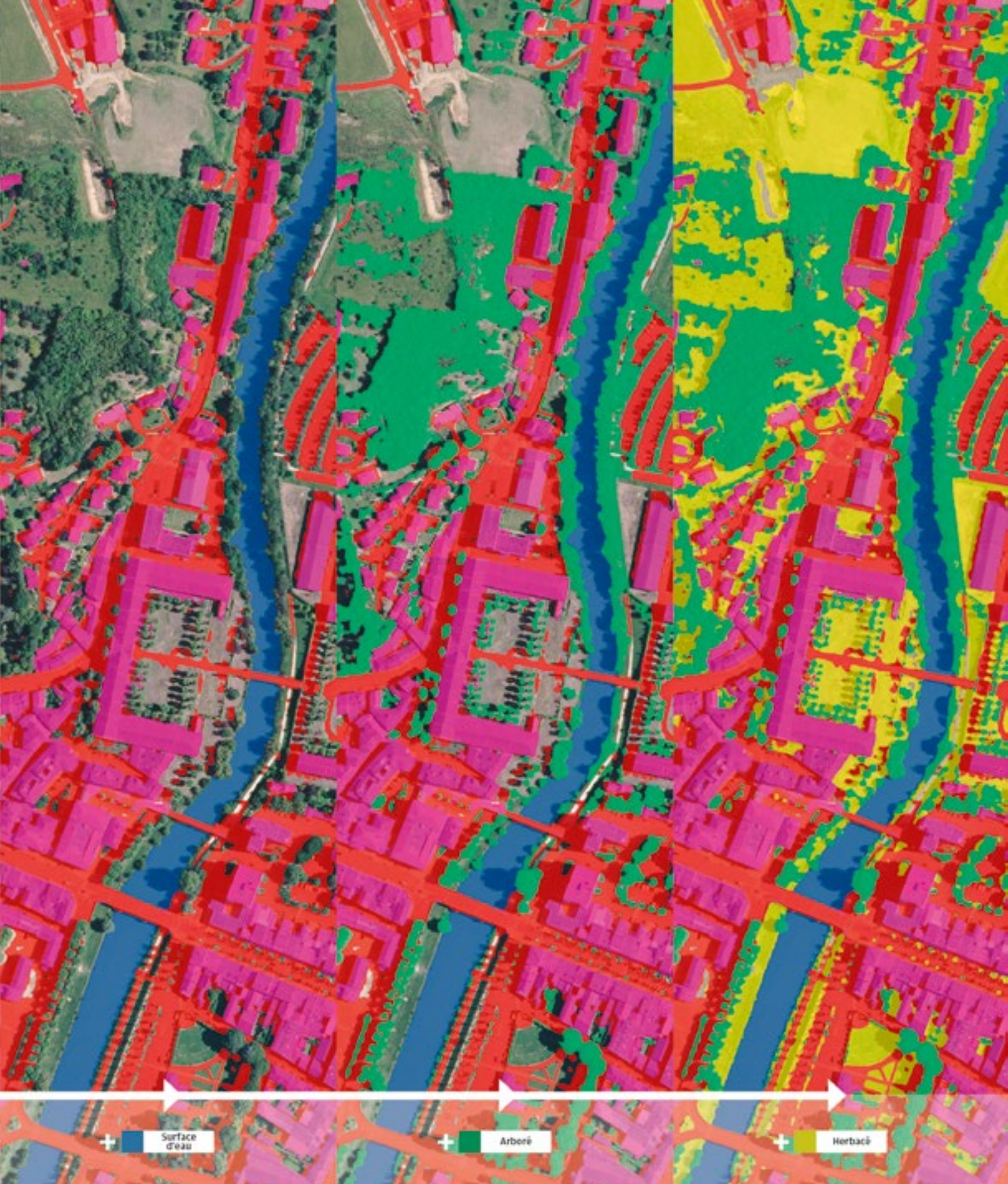


DÉTECTION AUTOMATIQUE PAR INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (IA)

LIEU : AUCH
Date : 2019

Les modèles IA entraînés en amont permettent de détecter automatiquement la couverture du sol à partir des images aériennes, on parle de carte de prédiction.

Les informations sur la couverture du sol sont associées par la suite à d'autres bases de données géographiques IGN : base de données topographiques (BD TOPO), base de données forêt (BD Forêt), Registre parcellaire graphique (RPG). Ces bases de données servent à produire une première version d'occupation du sol, issue d'un traitement 100 % automatique.



**Enrichissement et correction
par des photo-interprètes.**

Ce premier jeu de données « tout automatique » fait l'objet d'un contrôle et de correction par photo-interprétation. À la fin de cette étape, l'occupation des sols devient complète et prête à être exploitée.

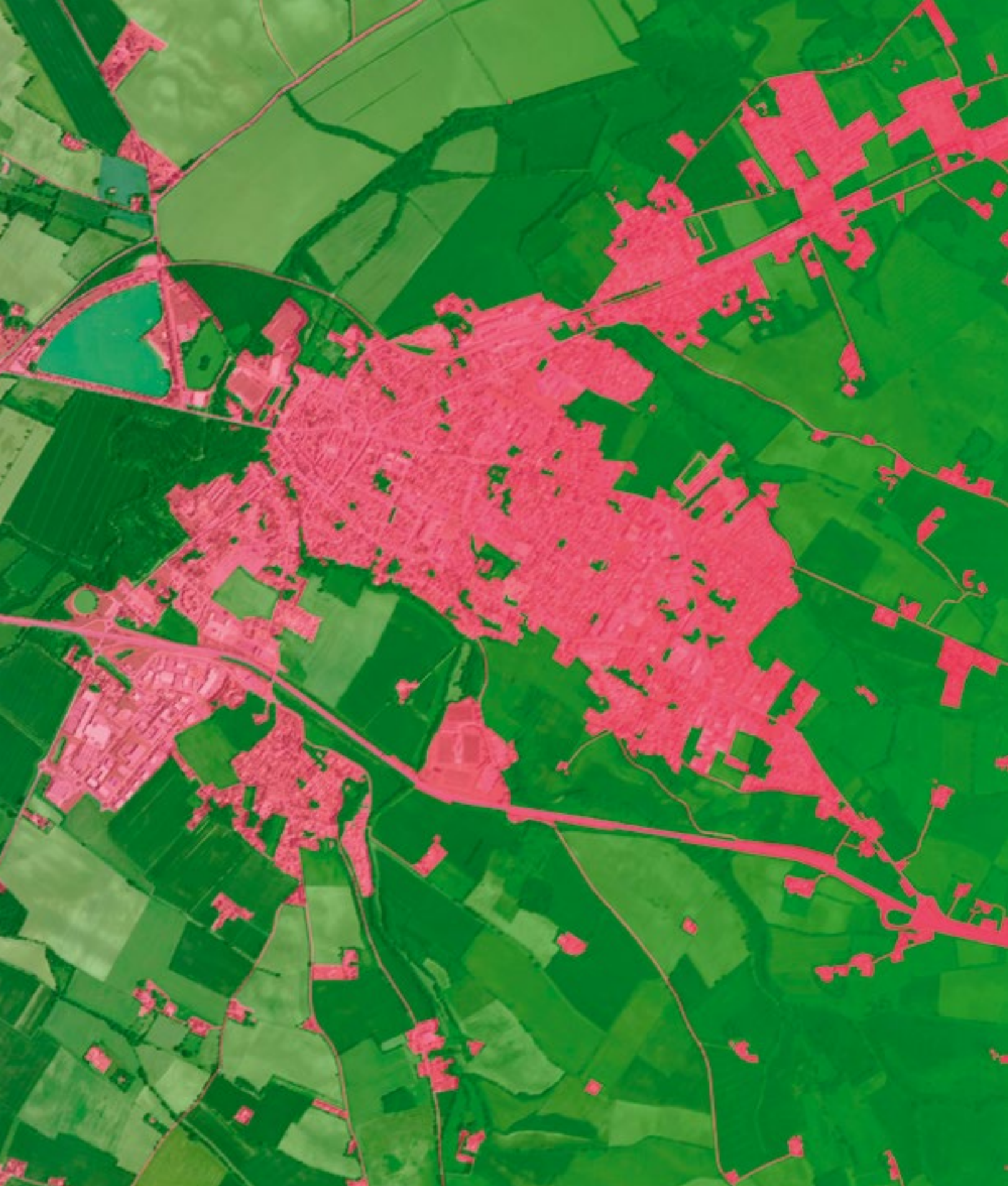


**DONNÉES D'OCCUPATION DU SOL,
DES RESSOURCES EN OPEN DATA**

LIEU : EAUZE
Date : 2019

Au-delà du produit final que sont les données d'occupation du sol, l'IGN met à disposition en open data toutes les ressources qui contribuent au processus automatisé. Depuis le site geoservices.ign.fr chacun peut accéder :

- aux annotations [données permettant d'entraîner les modèles *deep learning* d'intelligence artificielle (IA)];
- aux jeux de données *deep learning*;
- aux modèles IA et codes informatiques associés;
- aux cartes de prédiction par *deep learning*.



Avec la mise à disposition de ces ressources, l'IGN propose aux experts en intelligence artificielle et aux communautés techniques du secteur de l'information géographique (collectivités territoriales, communautés ouvertes, start-up) d'enrichir ces données (thèmes, classes, maille). Cela leur offre aussi les ressources de *deep learning* nécessaires à l'entraînement de leurs propres modèles.

■ Artificialisé
■ Non artificialisé



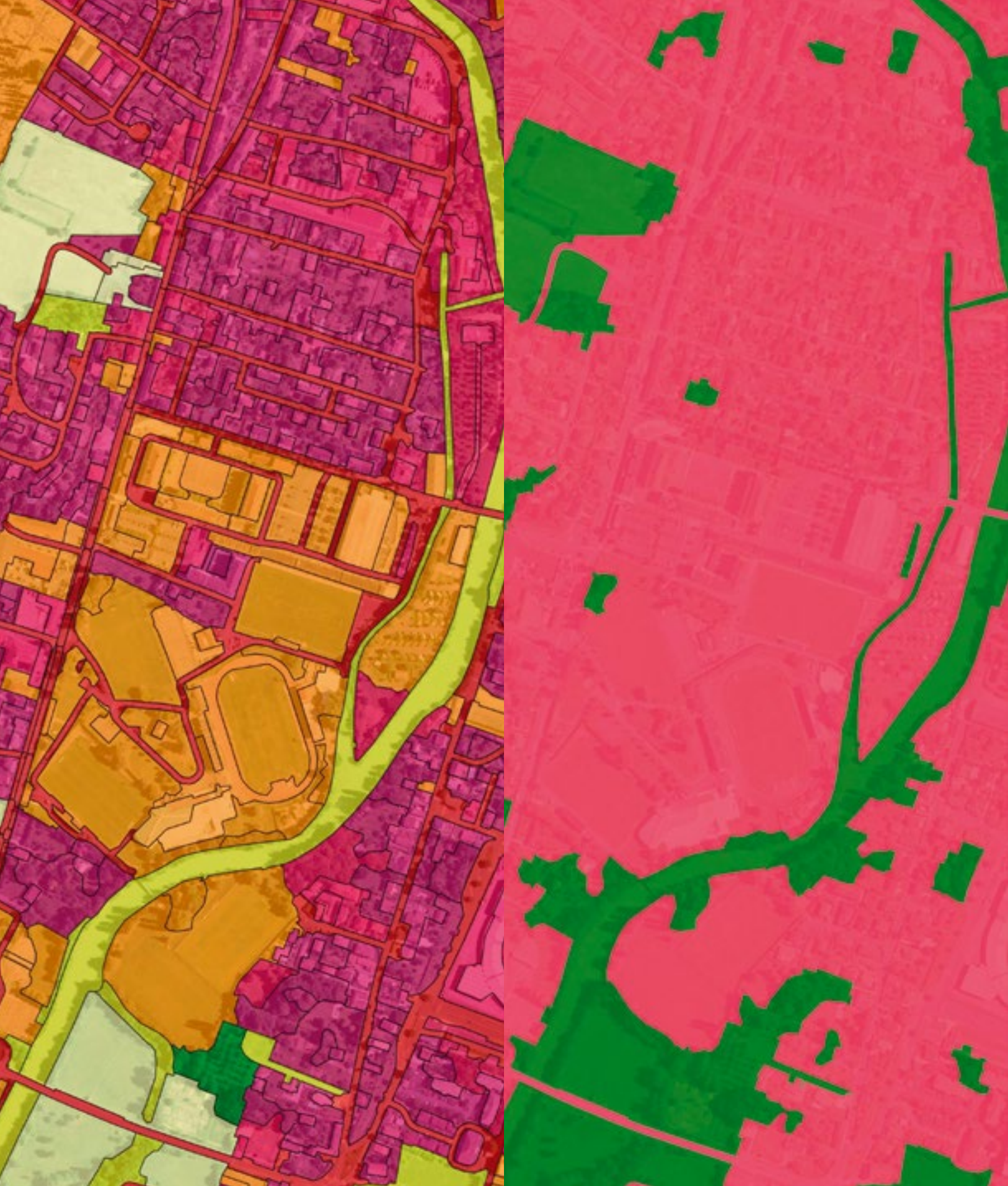
MESURE DE L'ARTIFICIALISATION

DESSOLS

LIEU : AUCH

Date : 2019

Dans le cadre de l'Observatoire de l'artificialisation des sols de la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN), l'IGN, en collaboration avec le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) et l'Institut national de la recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), produit un référentiel de données géographiques pour décrire l'occupation et l'usage des sols. Ce programme ambitieux, mené en concertation avec les territoires, répond à l'objectif à terme de « zéro artificialisation nette » (ZAN) de la loi climat et résilience, et permet d'observer finement les territoires et leurs évolutions en fournissant des informations et chiffres clés sur l'artificialisation constatée. La couverture du territoire métropolitain et des départements et régions d'outre-mer (DROM) sera réalisée d'ici à 2024 avec la production de deux millésimes par département.



Couverture du sol

- CS1.1.1.1 - Zones bâties
- CS1.1.1.2 - Zones non bâties
- CS1.1.2.1 - Zones à matériaux minéraux
- CS1.1.2.2 - Zones à autres matériaux
- CS1.2.1 - Sols nus
- CS1.2.2 - Surfaces d'eau
- CS1.2.3 - Névés et glaciers
- CS2.1.1.1 - Peuplements de feuillus
- CS2.1.1.2 - Peuplements de conifères
- CS2.1.1.3 - Peuplements mixtes
- CS2.1.2 - Formations arbustives
- CS2.1.3 - Autres formations ligneuses
- CS2.2.1 - Formations herbacées
- CS2.2.2 - Autres formations non ligneuses

Usage du sol

- US1.1 - Agricole
- US1.2 - Sylviculture
- US1.3 - Activité d'extraction
- US1.4 - Aquaculture et pêche
- US1.5 - Autre production primaire
- US2 - Production secondaire
- US235 - Usage mixte
- US3 - Production tertiaire
- US4.1.1 - Transport routier
- US4.1.2 - Transport ferré
- US4.1.3 - Transport aérien
- US4.1.4 - Transport par voie navigable
- US4.1.5 - Autres réseaux de transport
- US4.2 - Services logistiques
- US4.3 - Réseaux d'utilité publique
- US5 - Usage résidentiel
- US6.1 - Zones en transition
- US6.2 - Zones abandonnées
- US6.3 - Sans usage
- US6.4 - Usage inconnu
- Artificialisé
- Non artificialisé

Mesurer « comment la ville avance »

La sobriété foncière est devenue une priorité nationale. Elle repose aujourd'hui sur l'observation, la planification et l'encadrement de la croissance urbaine sur tout le territoire. Une démarche qui demande de disposer de mesures fiables et durables si on veut atteindre à terme les objectifs de « zéro artificialisation nette » (ZAN). Le référentiel d'occupation du sol à grande échelle (OCS GE) mené par l'IGN pour la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN) porte cette ambition. Et bien d'autres.

La ville avance. En France comme un peu partout en Europe, et malgré un cadre réglementaire de plus en plus contraignant, le rythme d'extension urbaine ne cesse d'accélérer, continuant à tisser sa toile et à renforcer ses besoins en matière d'infrastructures gourmandes en espaces naturels. Les conséquences sont connues : augmentation des risques notamment liés aux inondations, chute de la biodiversité, accroissement des températures dans les zones bétonnées et hausse de l'empreinte carbone induit par l'usage excessif de la voiture individuelle. Le rythme actuel d'extension de l'artificialisation des sols ne semble plus compatible avec un mode de vie durable. Et l'ambition nationale, fixée en 2018 par le plan biodiversité, de stopper toute artificialisation nette des sols d'ici à 2050 semble difficile à tenir sans un cadre d'actions précis.

SE DONNER UN CADRE

Comme on a l'habitude de le dire, pour savoir où aller, il faut déjà savoir d'où l'on vient. La loi climat et résilience de 2020 fixe les typologies d'espaces qui doivent être prises en compte dans le cadre de l'inventaire des espaces artificialisés. Connaître le type de sol ne suffit cepen-

dant pas. Il faut aussi un outil de référence nationale qui permette de mesurer la surface d'occupation des sols et leur évolution dans le temps. C'est la raison d'être du référentiel d'occupation du sol à grande échelle (OCS GE), qui fournit un inventaire de données homogènes et pérennes sur l'ensemble du territoire métropolitain et des départements et régions d'outre-mer.

CROISER LES COMPÉTENCES, CUMULER LES DONNÉES

Ces données sont produites par l'IGN à partir des prises de vues aériennes croisées, le cas échéant, avec des données issues de référentiels nationaux ou locaux comme les bases de données forêt, les données foncières à usage résidentiel, secondaire ou tertiaire, issues du Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) et celles liées aux aides agricoles (Registre parcellaire graphique).

COMPRENDRE L'OCCUPATION DU SOL

L'objectif de ce recueil est d'obtenir une cartographie générale de tout le territoire permettant d'identifier la couverture du

sol d'une part et l'usage qui en est fait d'autre part. Une fois croisées, ces deux informations déchiffrent le territoire et, *in fine*, quantifient l'artificialisation des sols. L'IGN couvrant un tiers du territoire chaque année en vue aérienne, l'objectif est de collecter d'ici à 2024 un référentiel de données exhaustif pour visualiser le flux d'artificialisation du territoire avec précision. Par rapport aux données qui existent à l'initiative des collectivités, ce référentiel apportera une harmonisation et une régularité nouvelles, se conformant aux travaux du Conseil national de l'information géolocalisée (CNIG). Et de faire de l'échéance 2030 un premier rendez-vous sur l'état d'artificialisation du sol.

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (IA) : UN GAIN DE TEMPS ET D'ARGENT

Pour y parvenir, les relevés photographiques effectués par l'IGN sont combinés à d'autres données : les modèles numériques de terrain (MNT) et les modèles numériques de surface (MNS), les annotations, etc. pour interpréter automatiquement les images et distinguer ce qui tient lieu d'habitations, de zones imperméables, d'espaces agricoles ou d'espèces végétales comme les feuillus ou les conifères. En tout, 15 classes

de couverture du sol sont référencées par l'intelligence artificielle. Ces méthodes s'appuient désormais largement sur la capacité apprenante de l'IA pour accélérer l'interprétation des données, phase la plus coûteuse en termes de temps et d'argent.

L'EXPERTISE HUMAINE POUR LA PRÉCISION

Produit sur le département pilote du Gers, pour lequel l'IGN avait déjà un premier jeu de prises de vues aériennes, cette technologie de *machine learning*, associée à des traitements automatiques, a prouvé son efficacité. Elle a aussi démontré que l'expertise humaine

restait indispensable quand il s'agit de qualifier l'usage et certaines finesses du terrain comme les délimitations entre les jardins résidentiels et les bordures de champs. À ce jour, le processus IA atteint 83% de bonne classification, et les traitements automatiques associés permettent au final de ne pas retoucher 94% de la surface. Ce qui est d'autant plus remarquable que ce procédé repose précisément sur une technologie qui apprend de ses erreurs et devrait donc améliorer à l'avenir cette performance.

INNOVER ENSEMBLE

Reste que les jeux de données interprétées dans le cadre de l'OCS GE ne sont

pas une finalité mais servent également à nourrir le besoin de connaissance de tous, notamment les enjeux spécifiques des collectivités territoriales. Beaucoup de données collectées et issues des processus IA ne sont pour l'instant pas utilisées et restent ouvertes à l'analyse. L'IGN produit des modèles génériques et des cartes de prédiction sur la base de ces processus inédits. Ils doivent permettre aux communautés de chercheurs, aux start-up et aux acteurs des territoires de se saisir de cette opportunité pour explorer des solutions innovantes à toutes les échelles. Une promesse de géo-communs. ●

→ La sobriété foncière sera un enjeu central de la planification écologique.

+ L'Observatoire de l'artificialisation des sols

Votre Terre vue d'en haut

Promouvoir la sobriété foncière, c'est avant tout pour chaque collectivité maîtriser l'extension de son urbanisation. Encore faut-il disposer de données fiables, évolutives et partagées pour pouvoir fixer sa politique territoriale et ses plans d'urbanisme en cohérence avec les objectifs nationaux. L'observatoire national de l'artificialisation des sols mis en place par la DGALN, qui exige un état des lieux annuel de la consommation d'espaces dans les territoires, porte cette ambition.

Cet observatoire s'appuie sur une plateforme web, ouverte en juillet 2019, qui donne un accès aux données relatives à l'occupation des sols collectées dans le cadre de l'OCS GE et à la progression du phénomène soit par conséquent, à l'extension des zones urbaines qui en découle.

Depuis 2009, une carte dynamique permet d'accéder aux données d'occupation relatives au territoire de son choix jusqu'à l'échelle de la commune et de les comparer aux évolutions de la démographie, à la densité des logements ou aux tendances nationales, par exemple. Au-delà de son caractère réglementaire, cet observatoire a surtout une ambition de transparence et d'émulation des territoires derrière un référentiel commun.