

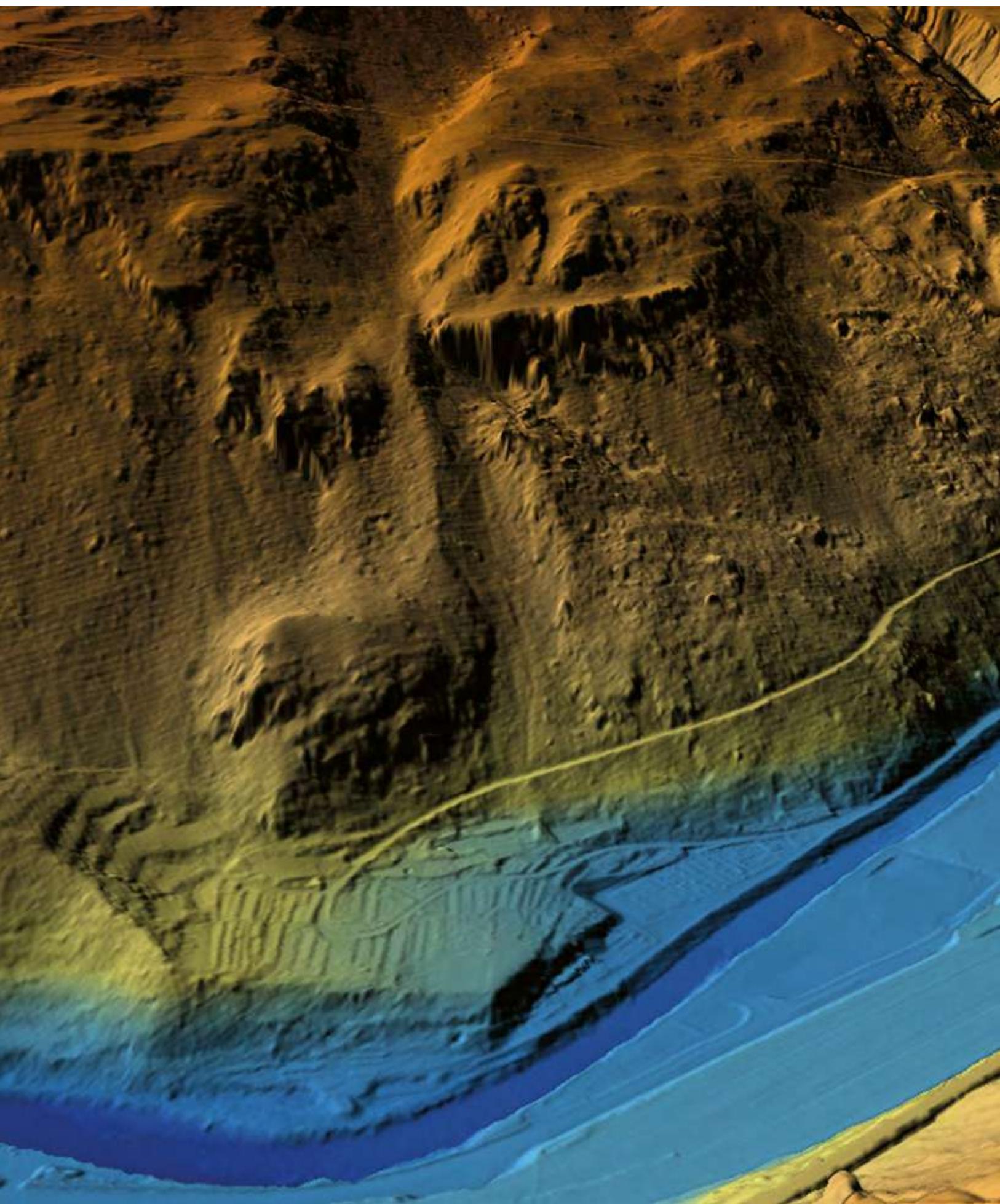


CARTOGRAPHIER L'ANTHROPOCÈNE

2025

ATLAS IGN

LE RISQUE INONDATION



L'inondation est une submersion temporaire, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Le risque d'inondation correspond à la confrontation, en un même lieu, d'un aléa (une inondation) avec des enjeux (humains, économiques, environnementaux, etc.) susceptibles de subir des dommages en cas de submersion.

Source : Géorisques

CARTOGRAPHIER L'ANTHROPOCÈNE

2025

ATLAS IGN

LE RISQUE INONDATION

ÉDITOS

AGNÈS PANNIER-RUNACHER

Ministre de la Transition écologique,
de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer
et de la Pêche

p. 06

SÉBASTIEN SORIANO

Directeur général de l'Institut
national de l'information
géographique et forestière

p. 07

INONDATION &...



... **RISQUE**

INTÉGRER UNE NOUVELLE
COMPOSANTE CULTURELLE

... **AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE**

REPENSER LES ESPACES
ET LE RÔLE DES SOLUTIONS
NATURELLES

• **RADIOSCOPIE
DU RISQUE
INONDATION**
p. 36



PARTIE 3

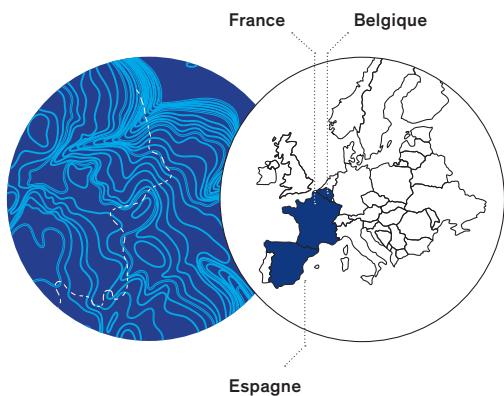
44

PARTIE 4

70

• **CRISE**
ACCOMPAGNER LES
POPULATIONS ET GÉRER
LES CONSÉQUENCES
SUR LES INFRASTRUCTURES

• **L'EAU NE CONNAÎT PAS DE FRONTIÈRE**
p. 64



• **COOPÉRATION**
ALLIER LES SAVOIR-FAIRE
PUBLICS ET PRIVÉS FACE
AUX DÉFIS CLIMATIQUES

AGNÈS PANNIER-RUNACHER

Ministre de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche

AGIR COLLECTIVEMENT FACE AUX RISQUES D'INONDATION



La réalité du dérèglement climatique s'impose aujourd'hui à chacun de nous : ses conséquences extrêmes se multiplient et nous touchent de plus en plus fort, de plus en plus souvent. Habitante du Pas-de-Calais, j'ai évidemment en tête les inondations qui ont meurtri mon territoire en 2023 et en 2024. Mais je pourrais aussi citer l'Ardèche, l'Ille-et-Vilaine, Valence en Espagne... Malheureusement, les exemples ne manquent pas. Face à cette nouvelle donne, nous devons développer la culture du risque dans notre pays et mieux prévenir, en particulier le risque d'inondation.

Aujourd'hui, un Français sur quatre vit dans une zone exposée à un risque d'inondation : il faut prévenir les drames, par la connaissance et la sensibilisation. Car les scientifiques sont sans appel : les pluies extrêmes seront de plus en plus fréquentes et de plus en plus intenses dans les décennies à venir, avec une hausse médiane de plus 10 à plus 20 % des records annuels de pluie quotidienne, selon les régions. Grâce à la mobilisation de tous, nous disposons d'un solide arsenal pour nous préparer au pire. Depuis le drame de Vaison-la-Romaine survenu en 1992,

où plus de 40 de nos compatriotes avaient trouvé la mort, l'État n'a eu de cesse de renforcer ses outils et ses moyens pour répondre au risque inondation et protéger les Françaises et les Français.

Vigicrues, dont je tiens à saluer les équipes et l'excellent travail de prévision qu'ils réalisent, avec une mobilisation sans faille lors des épisodes de crues, continue à perfectionner son expertise, en alertant désormais les populations d'un risque dans les vingt-quatre heures à venir, sur 23 000 kilomètres de cours d'eau en France. Grâce à Vigicrues Flash, 11 000 communes peuvent être prévenues en cas de crues soudaines. Ce sont des vies sauvées, des commerces préservés, des drames évités.

Mais repenser la gestion des risques, c'est aussi prévoir et s'adapter. C'est ainsi que j'ai présenté, en mars dernier, le plan national d'adaptation au changement climatique, qui introduit pour la première fois une trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) à +4 °C. L'action territoriale y est centrale : les collectivités sont accompagnées dans la mise en œuvre de leur compétence de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations (GEMAPI), avec un soutien spécifique à l'entretien des cours d'eau, à la gestion fondée sur la nature et à la requalification ; les programmes d'actions de prévention des inondations (PAPI), leviers d'adaptation des territoires, intègrent désormais les enjeux climatiques dans leurs analyses coûts-bénéfices ; la culture du risque est renforcée via des portails comme georisques.gouv.fr ou des campagnes spécifiques sur les bons comportements face aux pluies intenses.

J'ai aussi souhaité que l'on repense le régime solidaire d'indemnisation des catastrophes naturelles (Cat-Nat), pour qu'il soit de plus en plus performant.

La Caisse centrale de réassurance est désormais chargée d'un observatoire national de l'assurance climatique, dont j'ai appelé mes vœux la création. Je travaille également avec mes collègues du gouvernement au renforcement de la mutualisation des risques, notamment dans les zones très sinistrées comme l'outre-mer, et à l'implication des assureurs dans la sensibilisation et l'adaptation.

Enfin, j'ai tenu à ce que l'on intègre la résilience dans la reconstruction, l'urbanisme et les politiques d'aménagement.

À ce titre, la cartographie et la donnée géographique sont des outils indispensables. Cet Atlas, publication annuelle emblématique de l'IGN, cartographe de l'anthropocène et opérateur data au service des politiques publiques et de la transition écologique, montre le rôle central de l'IGN dans la prévention des risques. Car c'est bien en améliorant la connaissance, et en particulier celle des citoyens, que nous parviendrons à mieux prévenir les risques et à éviter les drames. Je sais compter sur la mobilisation de tous pour y arriver et je tiens à remercier tous les agents qui s'y attellent chaque jour.

SÉBASTIEN SORIANO

Directeur général de l’Institut national de l’information géographique et forestière (IGN)

UN JUMEAU NUMÉRIQUE EN MARCHE POUR LA PRÉVENTION DES RISQUES



Des vallées bretonnes aux plaines texanes, en passant par le nord de l’Inde ou la côte est de l’Espagne, les images d’inondations dévastatrices pleuvent du monde entier, à un rythme de plus en plus soutenu. Le dérèglement climatique est bel et bien là, perturbant le cycle de l’eau, aggravant tempêtes, crues, mais aussi canicules et feux de forêts. Et ce n’est qu’un début : en France, nous devons en effet nous préparer à un climat à +4 °C à l’horizon 2100.

Si l’anthropocène nous met ainsi au défi, nous disposons d’un atout maître sur la voie de l’adaptation et d’une meilleure prévention des risques : la donnée. Brique de base de la connaissance d’un territoire, c’est grâce à elle que nous pouvons identifier la nature et l’ampleur du risque inondation à un endroit donné, gérer au mieux le temps de la crue pour en limiter les dégâts, et imaginer les aménagements les plus efficaces pour éviter de futures catastrophes. Et ce qui est vrai pour les inondations l'est tout autant pour prévenir les autres risques naturels. Plus que jamais, la donnée doit donc intégrer les circuits de décision, à toutes les échelles de l’action publique. Opérateur data de la République, l’IGN a justement pour raison d’être d’outiller la Nation à l’heure des grands bouleversements environnementaux et numériques, et se mobilise, aux côtés des autorités, pour fournir les données et les cartes utiles à leur stratégie. Grâce à un travail de terrain continu, à un mixte technologique associant images aériennes et satellites, et à la puissance accélératrice de l’intelligence artificielle (sujet de notre précédent Atlas), nos équipes scrutent et décryptent en permanence le territoire français.

En révélant les différents lits d’un cours d’eau et les zones qui seraient touchées par une crue selon sa hauteur, la cartographie 3D de la France, qui se construit au sein du programme LiDAR HD, en est une belle illustration.

Petit à petit, c'est un véritable jumeau numérique de la France et de ses territoires qui se construit et qui doit prendre une ambition encore décuplée avec le projet que nous coportons, dans le cadre de France 2030, avec le Cerema, Inria et un consortium de dix acteurs publics-privés. En fédérant les acteurs technologiques et les producteurs de données, on pourra bientôt, par exemple, simuler l’impact précis de tel ou tel aménagement, croisé avec tel ou tel scénario climatique.

Cet Atlas en apporte la preuve : cette révolution technologique, centrée sur la donnée, sera précieuse pour faire barrage aux inondations et aux conséquences du changement climatique. Et la mise en commun de toutes les expertises, publiques comme privées, est la clé de sa réussite.

PARTIE 1

INONDATION & RISQUE, INTÉGRER UNE NOUVELLE COMPOSANTE CULTURELLE

Le risque inondation s'impose désormais comme incontournable dans une France qui se prépare à un réchauffement de 4 °C à la fin du siècle. Face à des pluies de plus en plus intenses et à la multiplication des catastrophes, la société prend conscience qu'elle doit se transformer. Cette évolution marque l'émergence d'une culture du risque. Il ne s'agit plus seulement de se protéger, mais d'anticiper, de s'adapter et de réduire la vulnérabilité des territoires concernés pour protéger les populations. Outil central de cette transition, la donnée cartographique permet de modéliser et d'identifier les zones à risque, de simuler des solutions, de sensibiliser les acteurs. Elle vient en appui des choix des acteurs publics. Lire le territoire, c'est déjà le changer et contribuer à l'émergence d'une culture du risque.

Par son relief marqué, son dense réseau hydrographique et sa façade maritime qui occupe les deux tiers de son pourtour, la France métropolitaine est particulièrement exposée aux inondations. Au niveau national, elles constituent d'ailleurs le premier risque naturel par l'importance des dommages qu'elles occasionnent et le nombre de communes concernées. Avec l'accélération du réchauffement climatique, ces phénomènes naturels sont amenés à devenir à la fois plus intenses et plus fréquents. Dans un tel contexte, services de l'État et collectivités territoriales travaillent de concert pour anticiper les catastrophes à venir tout en préparant la population des territoires les plus exposés à surmonter un aléa climatique devenu inéluctable.

LA CULTURE DU RISQUE SE CONSTRUIT COLLECTIVEMENT

Pas une année ou presque ne s'achève sans qu'une inondation dévastatrice ne frappe un ou plusieurs départements français : Alpes-Maritimes en septembre 2020, Gard en septembre 2021, Pas-de-Calais en novembre 2023, Ardèche et Rhône en octobre 2024, Haute-Garonne et Var en juin 2025, etc. La litanie des débordements de cours d'eau, crues éclair, coulées de boue et autres submersions marines ne cesse de s'allonger à mesure que la planète se réchauffe. Une tendance à la hausse qui n'a pourtant rien de surprenant. Avec l'augmentation des températures, les nuages ont en effet tendance à emmagasiner davantage d'humidité. Leur pouvoir de précipitation, à savoir le volume de pluie que chaque formation nuageuse est capable de générer, s'accroît de 7 % dès que la température de l'atmosphère augmente de 1 °C. « À l'échelle de la France, le réchauffement climatique s'est déjà traduit par une hausse de 12 % de l'intensité des pluies extrêmes par rapport aux années 1960 et nos modèles climatiques prévoient encore une augmentation de 10 à 15 % de ces mêmes pluies intenses à l'horizon 2050 », complète Benoît Thomé, directeur des relations institutionnelles de Météo-France.

Or qui dit précipitations plus abondantes sur un laps de temps très court dit aussi risque accru pour les populations des territoires touchés par ces phénomènes de voir leur logement endommagé ou même détruit par une brusque montée des eaux. C'est le scénario catastrophe auquel furent confrontées les vallées de la Roya et de la Vésubie, le 2 octobre 2020. En à peine vingt-quatre heures, plus de 500 litres d'eau par mètre carré vont se déverser sur ce territoire très accidenté des Alpes-Maritimes. Les conséquences furent à la mesure du caractère hors norme de cet épisode méditerranéen : 18 personnes décédées ou portées disparues, des centaines de sinistrés, près de 500 bâtiments détruits, des ponts et des routes emportés par une lame d'eau de 7 mètres de haut.

SE PRÉPARER À LA CRUE CENTENNALE

En raison de sa topographie et de sa localisation géographique, la France hexagonale a toujours été exposée au risque inondation. Bien que certains événements catastrophiques, comme la crue centennale¹ de la Seine de janvier 1910, aient davantage marqué les esprits, tous les grands fleuves français (Garonne, Rhône, Loire, Rhin) ont connu des inondations de

même ampleur entre le milieu du XIX^e et le début du XX^e siècle. Dans le cas de la Loire, les plus hautes eaux connues ont été enregistrées en juin 1856. Avec 7,58 mètres mesurés au niveau de la ville de Tours, le fleuve avait alors atteint près de dix fois sa cote habituelle pour cette période de l'année. « Si une montée des eaux similaire se produisait aujourd'hui, elle engendrerait entre 10 et 30 milliards d'euros de dégâts, assure Emma Haziza, docteure de l'École des mines de Paris et experte reconnue en adaptation climatique. Sur l'ensemble du Val de Loire qui constitue désormais un important pôle d'attractivité économique européen, un million de personnes et près de 250 000 emplois seraient potentiellement affectés. »

Malgré un risque inondation qui ne cesse de s'accentuer sous l'effet du réchauffement climatique, un bilan humain aussi lourd que celui engendré par les crues torrentielles de la Roya et de la Vésubie reste exceptionnel en France. Cela s'explique par un changement de doctrine dans la gestion de cet aléa à la suite d'une série d'inondations meurtrières survenues entre la fin des années 1980 et le début des années 1990. Pendant longtemps, les autorités ont estimé qu'il était possible de protéger la population d'une brusque montée des eaux en bâtiissant d'imposants ouvrages hydrauliques tels que des digues et des barrages écrêteurs de crues. Mais cette vision aménagiste héritée de l'ère napoléonienne a totalement été remise en question après le drame de Vaison-la-Romaine.

« Cette crue centennale de l'Ouvèze qui a provoqué la mort de plus de 40 personnes en 1992 a constitué un véritable point de bascule dans notre manière d'appréhender le risque inondation, rappelle Swann Lamarche, chargé de relations partenariales à l'IGN sur la prévention des risques. Depuis lors, les politiques mises en œuvre ne visent plus tant à se protéger à tout prix des débordements de cours d'eau qu'à déployer des actions visant à réduire la vulnérabilité des personnes et des biens exposés à ce risque. »

MAÎTRISER L'URBANISATION POUR CIRCONSCRIRE LE RISQUE

La prévention des inondations passe en premier lieu par l'aménagement du territoire. La loi relative au renforcement de la protection de l'environnement, dite loi Barnier, constitue le principal outil législatif de cette stratégie. Entrée en vigueur en 1995, elle institutionnalise les plans de prévention des risques naturels (PPRN). Réalisés sous l'autorité des préfets sur les territoires les plus exposés, ces plans sont élaborés en association étroite avec les collectivités et en concertation avec la population. Sur les 36 000 communes françaises, plus de 10 900 sont aujourd'hui couvertes par un plan de prévention des risques d'inondation (PPRI), soit environ 75 % de la population exposée à cet aléa. Les PPRI délimitent les zones d'exposition au risque inondation dans lesquelles ils réglementent les possibilités de constructions ou d'aménagements. Dans les zones où l'aléa est le plus fort, le PPRI interdit, par exemple, l'édification de nouveaux bâtiments ou peut imposer l'installation d'une zone refuge située en hauteur dans les habitations existantes. Dans les secteurs moins exposés, il peut recommander ou imposer des mesures protectrices, comme la construction de logements avec un rez-de-chaussée situé au-dessus des plus hautes eaux connues du fleuve ou de la rivière qui traverse la commune, ou bien encore encadrer certaines activités. C'est à la Direction générale de la prévention des risques (DGPR) que revient la responsabilité d'établir la politique nationale en termes d'inondation. « Nos missions dans ce

1 Une crue centennale a un risque sur 100 chaque année de se produire.

« L'inondation de Vaison-la-Romaine a constitué un point de bascule dans notre manière d'appréhender le risque inondation. »

Swann Lamarche, chargé de relations partenariales à l'IGN sur la prévention des risques

**Plus de
70 %**

des communes françaises ont déjà été déclarées en état de catastrophe naturelle pour ruissellement et coulées de boue.

Source : Caisse Centrale de Réassurance.



↑ Cette image d'archive IGN représente l'inondation de La Réole (Gironde), en mars 1930, lorsque la Garonne a quitté son lit, causant des dégâts matériels considérables.



↑ La crue de la Seine de 1910 est considérée comme la plus importante après celle de 1658. La pluviométrie exceptionnelle sature les sols et provoque une montée rapide du niveau du fleuve. À Paris, la Seine sort de son lit et gagne les rues.
© Hulton Archive, Apic/Getty Images



↑ Le 1^{er} juin 2016, des agents municipaux de la ville de Nemours partent à la recherche de sinistrés après la crue historique du Loing. Le niveau de cet affluent de la Seine dépasse alors celui atteint en janvier 1910 lors de la crue centennale du fleuve. 4 000 personnes sont secourues lors de cette opération. Nombre d'habitants de la commune prennent l'initiative d'évacuer leur logement au petit matin après que l'ensemble du département de la Seine-et-Marne a été placé en vigilance rouge au risque inondation.

© Arnaud Buisson / Terra

« Sur les 69 épisodes de vigilance orange ou rouge activés par Météo-France en 2024, près de 90 % se sont avérés justifiés. »

Benoît Thomé, directeur des relations institutionnelles de Météo-France

1/4
des Français
sont exposés au risque inondation
par débordement de cours d'eau
ou submersion marine.

Source : Ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche.

domaine consistent à renforcer la sécurité des populations, à minimiser le coût des dommages aux biens et à réduire autant que faire se peut les délais de retour à la normale dans les zones inondées », souligne Véronique Lehudeux, cheffe du service des risques naturels et hydrauliques à la DGPR. Cette administration rattachée au ministère chargé de l'Écologie s'efforce également d'entretenir la mémoire historique des inondations via la gestion de la plateforme nationale collaborative des repères de crues installés au niveau des ouvrages (piles de ponts, quais, digues...) qui jalonnent les cours d'eau. La DGPR veille aussi à ce que les relevés des laisses de crue² soient bien réalisés par les services déconcentrés de l'État après chaque événement d'ampleur. Sachant que quelques années sans inondation remarquable suffisent à effacer le souvenir d'une telle catastrophe de la mémoire collective, la démarche contribue à entretenir la culture du risque parmi la population.

LE RUISELLEMENT GAGNE DU TERRAIN

Dans le cadre du troisième plan national d'adaptation au changement climatique lancé en mars 2025, la DGPR s'est également vu confier la réalisation d'une carte nationale des débordements de cours d'eau et des phénomènes de ruissellement. Ces représentations cartographiques seront non seulement réalisées dans les conditions climatiques actuelles mais aussi à l'horizon 2100 en se basant sur l'hypothèse que la France subira alors un réchauffement de + 4 °C³. Améliorer la modélisation du ruissellement, c'est-à-dire l'écoulement des eaux à la surface des sols, sur l'ensemble du territoire national fait d'ailleurs partie des prochains défis à relever en matière de prévention du risque inondation, selon Emma Haziza : « Le fait que la moitié des Français inondés ces cinq dernières années ne vivaient pas en zone inondable est directement lié à une extension des phénomènes de ruissellement résultant eux-mêmes de l'intensification des pluies combinée à l'artificialisation croissante du territoire. » Afin de prendre en compte cette évolution, l'experte en hydrologie suggère de repenser le concept de zone inondable en l'élargissant aux secteurs les plus exposés au ruissellement. Elle préconise en outre de généraliser l'installation de dispositifs anti-inondation individuels comme les batardeaux⁴, ceux-ci ayant prouvé leur efficacité face à une brusque montée des eaux.

Pour améliorer la modélisation de tels phénomènes à l'échelle de l'Hexagone ainsi que dans les départements et régions d'outre-mer (DROM), où cet aléa est tout aussi prépondérant, la DGPR s'appuie sur la représentation numérique du territoire national élaborée par l'IGN.

Grâce au programme de cartographie LiDAR HD lancé par l'Institut en 2021, il est désormais possible de modéliser de façon très détaillée le parcours des précipitations qui s'abattent sur la quasi-totalité de la France métropolitaine et la plupart des DROM. « À la différence du LiDAR conventionnel dont le niveau de résolution permet de visualiser uniquement des événements de grande ampleur comme un débordement de cours d'eau ou une submersion marine, la description fine du territoire national fournie par le LiDAR HD autorise désormais une modélisation de l'intégralité du chemin hydrographique, à savoir le trajet de la pluie à partir du moment où elle touche le sol jusqu'à celui où elle rejoint son bassin collecteur », explique Swann Lamarche. En matière de risque inondation, le suivi des précipitations commence toutefois bien avant que celles-ci ne s'abattent sur le territoire. Cette tâche qui incombe à Météo-France s'appuie en premier lieu sur deux modèles numériques capables de représenter l'atmosphère dans sa globalité, pour le premier, et à l'échelle plus resserrée du territoire national, pour le second. En parallèle, les ingénieurs de Météo-France

observent en temps réel l'atmosphère via des stations automatiques, des radars météorologiques et des satellites pour affiner régulièrement les conclusions de leurs modèles. Les prévisions ainsi obtenues servent ensuite à établir des cartes de vigilance à l'échelle du département, vingt-quatre à quarante-huit heures avant la survenue d'un événement remarquable tels un orage violent ou un épisode méditerranéen.

UN SYSTÈME DE VIGILANCE TOUJOURS PLUS FIABLE

Huit phénomènes naturels, dont trois en lien avec le risque inondation (orages, vagues-submersion, pluie-inondation), font aujourd'hui l'objet d'un suivi constant de la part de Météo-France. De plus, depuis 2020, l'établissement public relaie également les bulletins de vigilance aux crues produits par le réseau national Vigicrues. Un code couleur matérialise à la fois l'intensité de l'événement annoncé et le comportement à adopter dans ces circonstances : vert (pas de vigilance), jaune (soyez attentif), orange (soyez très vigilant) et rouge (une vigilance absolue s'impose). Mettant en garde contre l'arrivée imminente de phénomènes dangereux, les deux derniers niveaux de vigilance ont vu leur taux de fiabilité se renforcer au fil du temps. Il est le fruit de l'amélioration conjointe de la qualité des observations et des capacités de calcul déployées par Météo-France. « Au cours de l'année 2024, sur les 69 épisodes de vigilance orange ou rouge activés par Météo-France, dont une majorité de phénomènes associés au risque inondation, près de 90 % se sont avérés justifiés, détaille Benoît Thomé. Sur cette même période, à peine 1 % de tous les événements météorologiques qui auraient dû nécessiter de tels niveaux de vigilance n'ont pas donné lieu à une alerte de la part de nos services. »

Si la fiabilité de la prévision d'une crue ou d'un épisode orageux intense ne cesse de se renforcer, encore faut-il que les personnes amenées à y être exposées adoptent les bons comportements pour s'en protéger. Inculquer à la population les bons réflexes avant, pendant et après une inondation constitue en effet un levier essentiel de la prévention du risque d'inondation. « Pendant des années, des gens sont morts noyés en tentant de récupérer leurs véhicules stationnés dans des parkings souterrains, rappelle Véronique Lehideux. Mais à force de marteler des messages de prévention tels que se réfugier en hauteur, rester chez soi et ne surtout pas prendre sa voiture à l'approche d'une inondation, de tels drames sont devenus exceptionnels. » Bien qu'elle reste souvent circonscrite aux territoires régulièrement affectés par les inondations, comme le pourtour méditerranéen, cette culture du risque progresse notamment à travers le déploiement de la Journée nationale de la résilience, mise en place en 2022, qui incite au développement d'initiatives destinées à la diffuser le plus largement possible parmi la population : ateliers participatifs, expositions itinérantes, opérations de sensibilisation ciblant les enfants, distribution de livrets pédagogiques, témoignages d'anciens sinistrés, etc. « Une acculturation réussie au risque inondation se traduira dans tous les cas par la capacité à prendre collectivement les bonnes décisions au bon moment », conclut Emma Haziza. ●

2 Débris piégés par la végétation ou dépôts abandonnés aux abords d'une rivière lors d'une crue et matérialisant le plus haut niveau atteint par l'eau.

3 Cette hausse de 4 °C a été retenue par le gouvernement français pour sa Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC). Elle correspond au scénario de réchauffement tendanciel du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) à l'horizon 2100.

4 Digue ou barrage provisoire, établi en site aquatique pour mettre à sec la base d'une construction que l'on veut réparer ou l'emplacement sur lequel on veut éléver un ouvrage.

22 Md€

c'est le montant que les plans de prévention des risques d'inondation ont permis d'économiser en dommages assurés, de 1995 à 2018.

Source : Caisse Centrale de Réassurance.



Emma Haziza est titulaire d'un doctorat en hydrologie de l'École des mines de Paris et experte de la résilience des territoires face aux extrêmes climatiques. Tout au long de sa carrière, elle a eu l'opportunité de former de nombreux acteurs et décideurs politiques à la gestion du risque inondation.



Swann Lamarche est ingénieur formé à l'École nationale des travaux publics de l'État (ENTPE). Il est chargé de relations partenariales à l'IGN dans le domaine de la prévention des risques et du changement climatique. Avant de rejoindre l'Institut, il a notamment travaillé à la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) des Hauts-de-France.

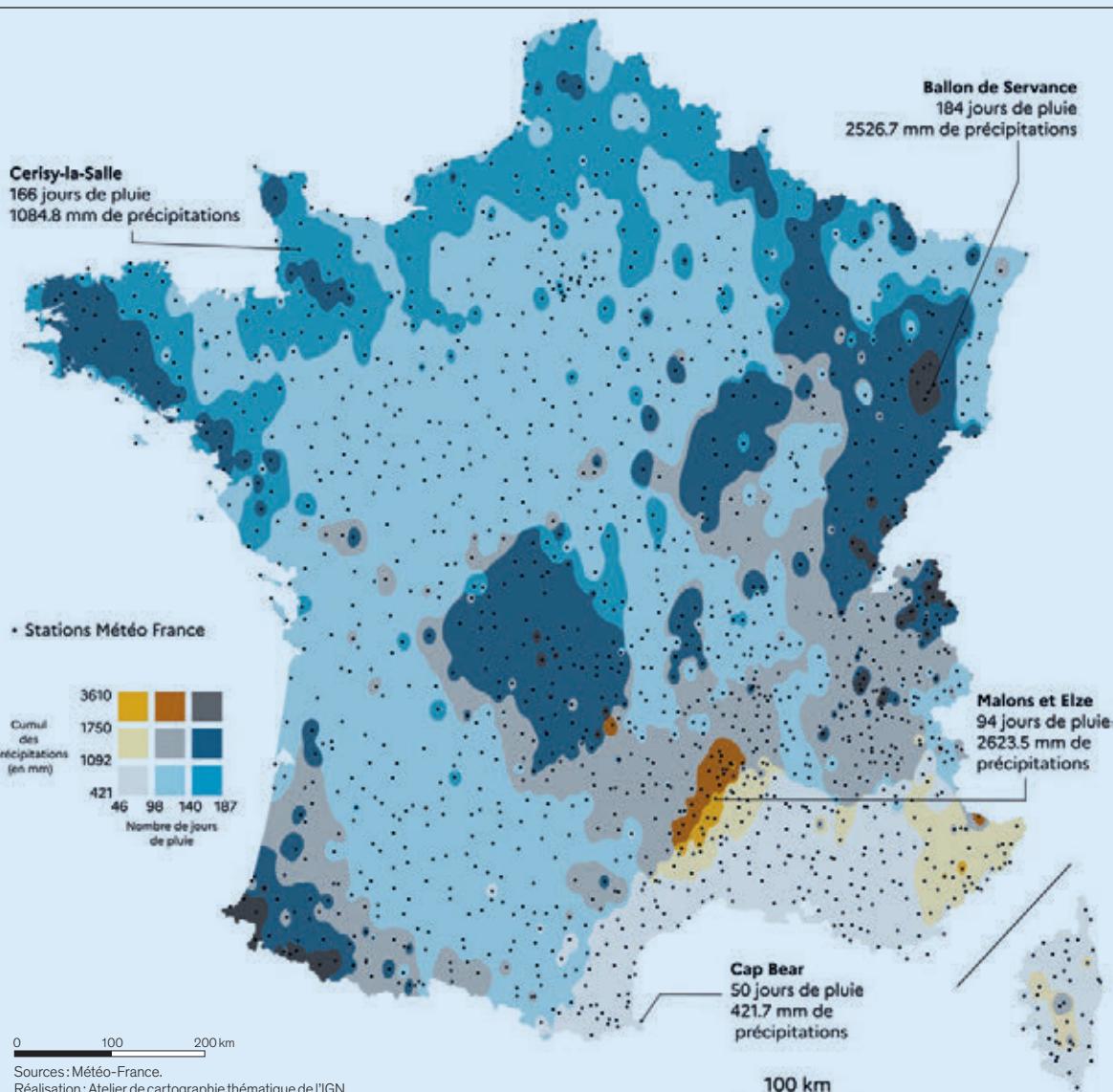


Véronique Lehideux est ingénierie générale des ponts, des eaux et des forêts. Elle a commencé sa carrière à l'IGN où elle a travaillé pendant près de vingt ans au sein de divers services et directions, avant d'exercer en service déconcentré sur le développement durable. Depuis 2021, Véronique Lehideux supervise le service des risques naturels à la Direction générale de la prévision des risques (DGPR).



Benoît Thomé est diplômé de l'École nationale des travaux publics de l'État (ENTPE) et de l'École nationale des ponts et chaussées (ENPC). Il intègre Météo-France en 2007 où il est amené à diriger le Centre de météorologie spatiale de Lannion avant de prendre la tête de la Direction interrégionale Centre-Est. Depuis 2023, il dirige la Direction des relations institutionnelles de cet établissement public.

2024, L'UNE DES ANNÉES LES PLUS PLUVIEUSES DU SIÈCLE



OÙ A-T-IL PLU EN FRANCE EN 2024 ?

Cette carte propose une lecture croisée de deux indicateurs clés : la quantité totale de pluie tombée au cours de l'année et le nombre de jours où les précipitations ont dépassé 1 millimètre. Cette approche permet de différencier les territoires où les épisodes pluvieux sont rares mais intenses, de ceux où la pluie est plus fréquente mais tombe en moindre quantité.

1 075 mm

de précipitations en moyenne en 2024 en France métropolitaine.
2024 a été l'une des dix années les plus pluvieuses depuis 1959.

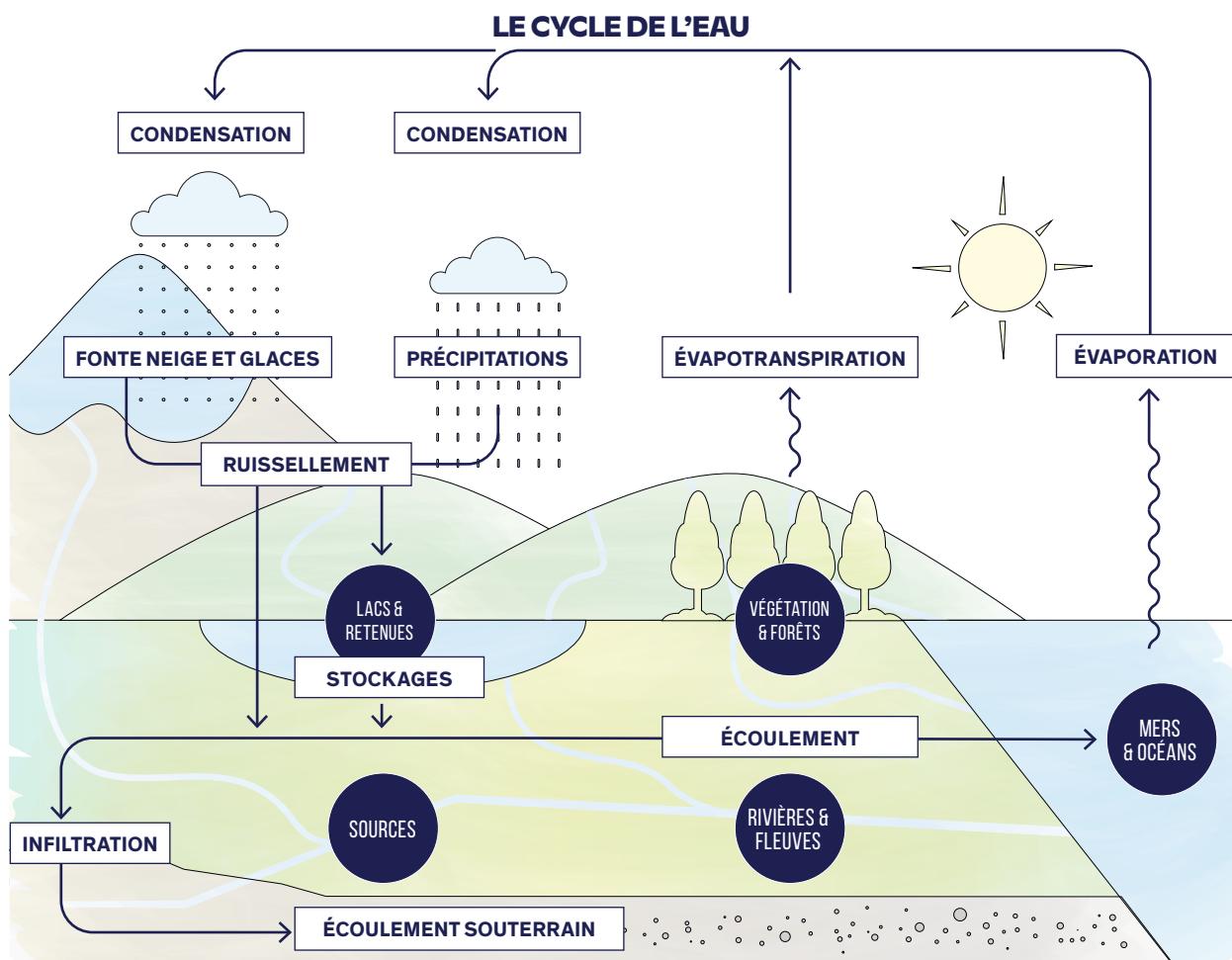
1 546 stations météorologiques Météo-France

réparties sur tout le territoire fournissent des données telles que le volume des précipitations, la vitesse des vents, le temps d'ensoleillement, le niveau de neige, etc.

Source : Où a-t-il plu (beaucoup ou souvent) en France en 2024 ?, IGN, 2024.

EN 2100, +4°C DANS L'ATMOSPHÈRE ET DES PLUIES INTENSES

Le réchauffement climatique provoque des perturbations dans le cycle de l'eau : du fait du réchauffement global de l'atmosphère, une quantité importante d'eau s'évapore, il y a donc moins d'eau à l'état liquide sur Terre. Cela entraîne des phénomènes climatiques extrêmes, de plus en plus fréquents et de plus en plus puissants : longues périodes de sécheresse ou, au contraire, des pluies intenses et des inondations.



+4°C en 2100

C'est la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) retenue par la France et définie à partir du scénario tendanciel, selon les scientifiques du GIEC. Cette trajectoire sert de fil rouge au troisième plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC), publié le 10 mars 2025.

15 à 30 %

d'augmentation prévisionnelle des pluies quotidiennes maximales annuelles sur l'ensemble du pays.

Plus au nord ?

Les augmentations les plus fortes sont attendues sur la moitié nord du pays, atteignant + 20 % en général.



Source : « À quel climat s'adapter en France selon la TRACC ?, partie 2 ». Météo-France, 2025.



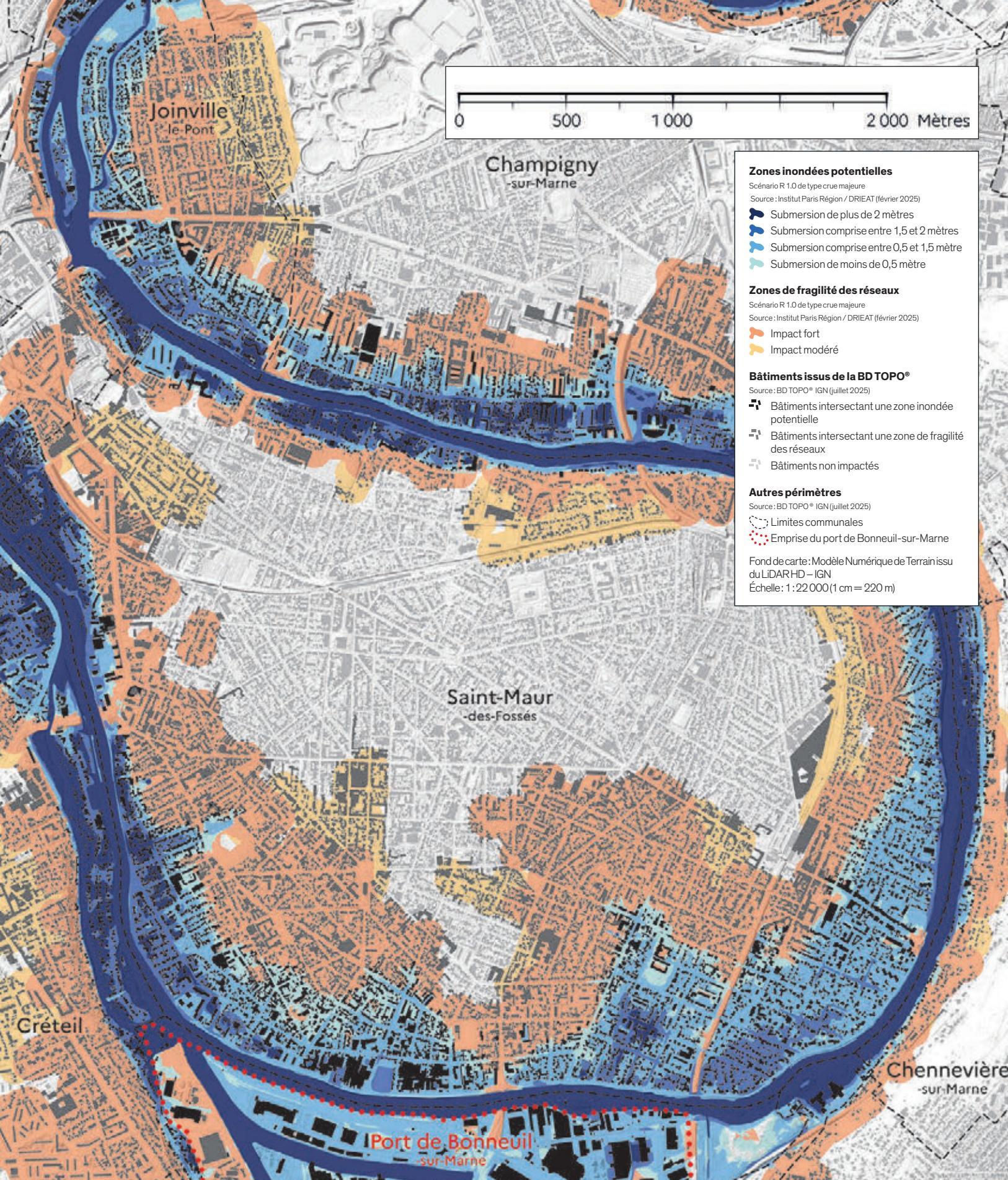
L'ÉVOLUTION DU BÂTI FACE À LA CRUE DE 1910

LIEU : VAL-DE-MARNE

Dates : 1901 (fond de cartes),
1910 (emprise de la crue),
2024 (bâti actuel).

Cette cartographie de la boucle de la Marne (au sud-est de Paris) met en regard les zones touchées par la crue de 1910 (en bleu) et l'évolution du bâti. On y distingue ainsi les berges actuelles de la Marne (tirets bleus), les bâtiments actuels dans la zone de crue de 1910 (en rouge) et les bâtiments actuels hors de la zone de crue de 1910 (en violet).

- Emprise maximum de la crue de 1910**
Source : Conseil général du Val-de-Marne geo.valdemarne.fr
 - Bâtiments de la carte au 1 : 25 000 IGN intersectant la zone de crue de 1910**
Source : actualité : juin 2024
 - Bâtiments de la carte au 1 : 25 000 IGN en dehors de la zone de crue de 1910**
Source : actualité : juin 2024
 - Rives de la Marne telles que représentées sur la carte IGN au 1 : 25 000**
Source : actualité : juin 2024
 - Emprise du port de Bonneuil-sur-Marne**
- Fond de carte : Cartes 2314E et 2315O au 1 : 20 000 rédigées par le Service géographique de l'armée en 1901.



QUEL IMPACT POUR UNE CRUE MAJEURE AUJOURD'HUI ?

LIEU : VAL-DE-MARNE

Date : 2025

Réalisation des deux cartes : Atelier de cartographie thématique de l'IGN.

Cette cartographie présente les zones inondées potentielles (ZIP) et les zones de fragilité des réseaux sur le secteur de Champigny-sur-Marne et Saint-Maur-des-Fossés (Val-de-Marne) définies d'après une modélisation réalisée par l'Institut Paris Région et la DRIEAT, avec l'appui des principaux opérateurs de réseaux en Île-de-France.

Cette analyse propose une agrégation des impacts directs (submersion) et indirects (inaccessibilité, coupure de réseaux d'électricité, de gaz, de chaleur urbaine ou d'eau potable) qui se produiraient pour une crue équivalente à celle de 1910, dans les conditions actuelles (scénario R 1.0). Ces cartes sont le résultat de modélisations et comportent donc un niveau raisonnable d'incertitudes. Elles fournissent des informations utiles pour préparer la gestion de crise.

« CONNAÎTRE LA VULNÉRABILITÉ DU TERRITOIRE ET CONTRIBUER À UNE CULTURE DU RISQUE. »



Cédric Bourillet, ingénieur général des Mines et diplômé de l'École polytechnique, est le directeur général de la prévention des risques au ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche. Il a exercé plusieurs fonctions en administration centrale dans les domaines des risques industriels et environnementaux. •

Le troisième plan national d'adaptation au changement climatique, publié en mars 2025, prévoit une France métropolitaine qui se réchauffe de 4 °C. Comment se prépare-t-on au risque inondation dans un tel contexte ?

C. B. Cette hausse de température va entraîner une augmentation de la fréquence ou de l'ampleur des inondations dans une large partie du territoire. Cela nous oblige à accélérer nos actions de prévention. Ces actions sont à mener à toutes les échelles du territoire : bassin-versant, établissement public de coopération intercommunale (EPCI), commune, quartier, voire bâtiment individuel. C'est l'emboîtement aux différentes échelles géographiques, dans une vision intégrée, qui permet une stratégie pertinente d'adaptation. À l'échelle de la commune par exemple, l'État fixe auprès des collectivités les règles d'urbanisme au travers des plans de prévention des

risques. Ceux-ci limitent les zones de construction ou imposent une hauteur minimale pour éviter que les gens se retrouvent piégés chez eux lors d'une crue, par exemple. Dans un scénario à + 4 °C, ces plans doivent être adaptés.

À l'échelle du bassin, l'État œuvre à mettre à disposition des collectivités les connaissances nécessaires pour concevoir et mener des travaux de protection des territoires contre les crues : solutions fondées sur la nature, construction ou renforcement de digues ou des bassins d'orage. L'État apporte également un soutien financier par le fonds Barnier, qui aide les collectivités à financer ces investissements.

Comment la donnée géographique aide-t-elle la DGPR, et plus largement les acteurs de la prévention des risques, à prendre des décisions ?

C. B. La donnée géographique est essentielle dès lors qu'on agit sur le territoire. Grâce à elle, il est possible, à l'échelle locale, de modéliser les effets des aménagements comme des digues ou des zones d'expansion des crues. En remontant à une échelle plus grande, elle permet de comprendre comment va se comporter l'eau sur l'ensemble d'un bassin-versant en cas de forte pluie, de débordement de cours d'eau ou de fonte de neige.

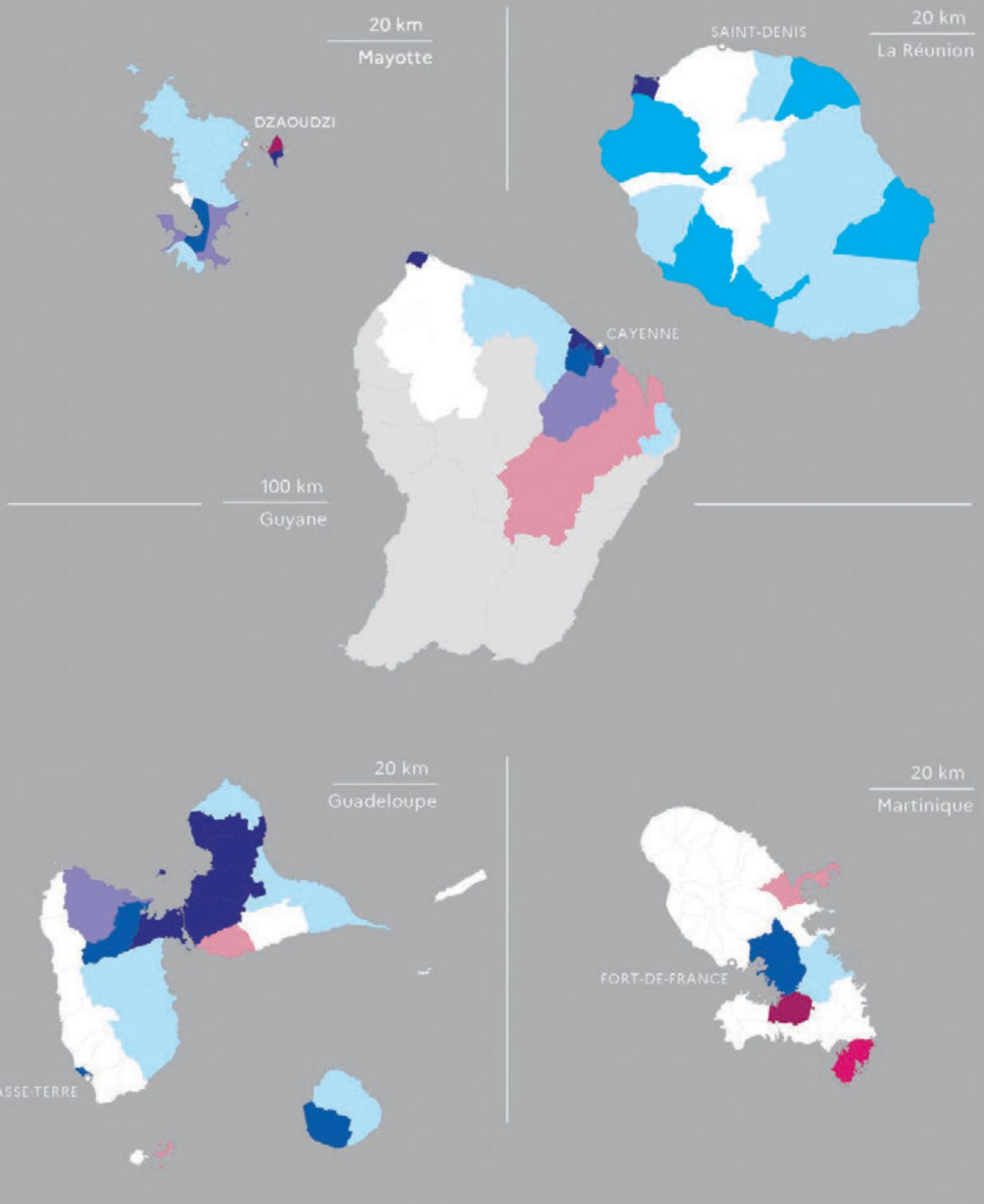
La cartographie des risques est aussi un moyen de visualiser les points de vulnérabilité et de déterminer les lieux où prioriser nos actions. Au niveau national, la cartographie facilite la localisation des zones à risque. En croisant ces données avec des cartes d'indemnisation des catastrophes naturelles, on peut voir si les moyens de prévention sont bien adaptés aux risques présents dans les zones touchées, et repérer les endroits où il faut agir plus vite.

64 % des Français résidant dans des communes exposées au risque inondation n'ont pas conscience de ces menaces. Comment développer une culture du risque auprès de la population ?

C. B. Nous menons régulièrement des campagnes de sensibilisation, et au-delà de ce défi de toucher chaque citoyen, en matière de prévention, il faut aussi réussir à faire durer l'information. Il y a un risque de banalisation des événements dans les régions régulièrement touchées par les inondations. Nous avons mené, par le passé, une étude sur les causes des décès provoqués par les inondations dans l'arc méditerranéen, où les phénomènes de pluie et de crue sont souvent très violents. Sur 328 victimes comptabilisées ces 40 dernières années, 80 % étaient des habitants de la commune

touchée par les inondations ou de la commune voisine. C'étaient des gens qui connaissaient la zone. Développer une culture du risque, c'est contrer les réflexes qui consistent, par exemple, à prendre sa voiture pour aller chercher son enfant à l'école en cas d'alerte crue. Cela nécessite de renouveler les messages de prévention et les gestes à connaître. Informer sur les risques, expliquer les moyens mis en place et rappeler qu'un comportement individuel adéquat peut permettre de réduire considérablement les risques pour soi-même et pour ceux qui devront porter secours.

« Développer une culture du risque, c'est contrer les réflexes qui consistent, par exemple, à prendre sa voiture pour aller chercher son enfant à l'école en cas d'alerte crue. »



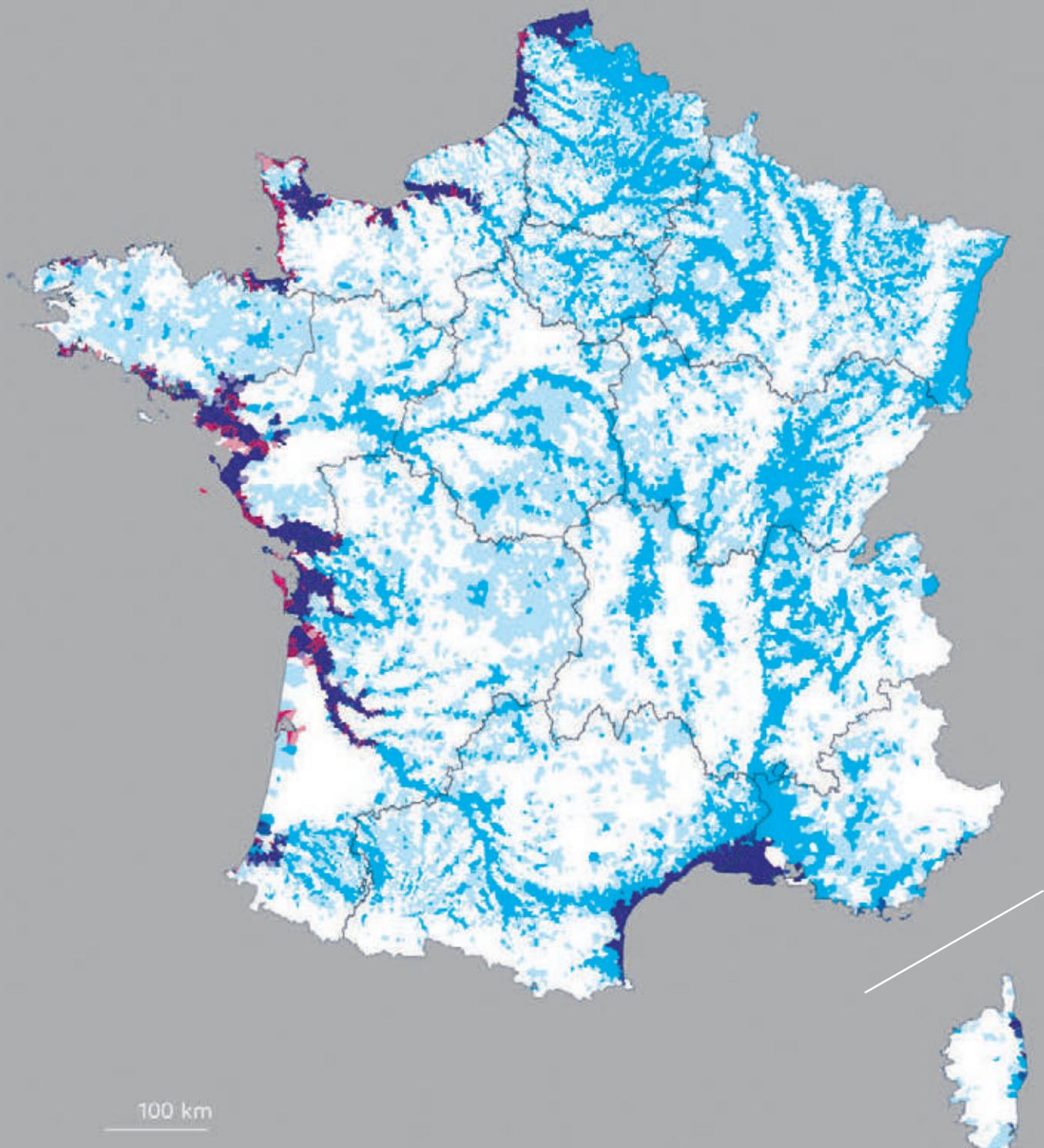
L'EMPRISE DES DÉBORDEMENTS ET DES SUBMERSIONS

LIEU : DÉPARTEMENTS ET RÉGIONS

D'OUTRE-MER (DROM)

Date : 2025

La mise en œuvre en France de la directive européenne dite Inondation a notamment conduit à la réalisation des enveloppes approchées des inondations potentielles (EAIP). Ces EAIP représentent l'emprise potentielle des débordements de tous les cours d'eau et celle des submersions marines. Si elles ne doivent donc pas être prises pour une cartographie des zones inondables, elles restent un outil précieux pour l'état des lieux des risques et des enjeux. Ces cartes réalisées à partir des EAIP permettent ainsi de visualiser la part de surface communale concernée par ces deux risques.



LIEU : FRANCE HEXAGONALE

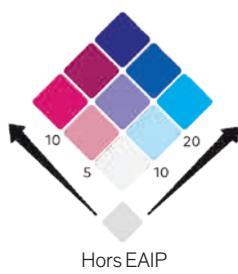
ET CORSE

Date : 2025

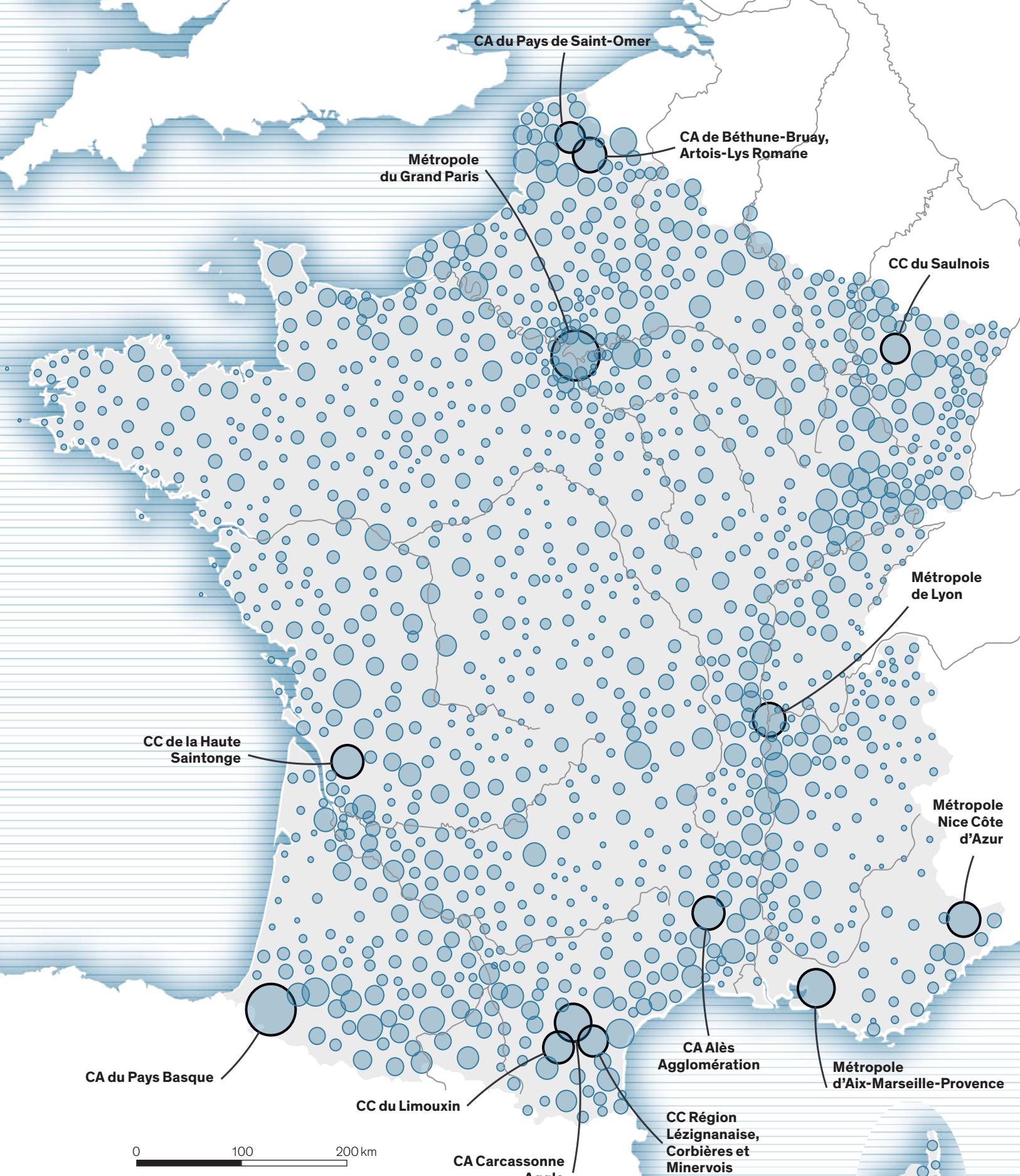
Sources : EAIP (DGPR), AdminExpress (IGN).

Réalisation : Atelier de cartographie thématique
de l'IGN.

Part de surface communale
inondée par submersion marine



Part de surface communale
inondée par débordement
de cours d'eau



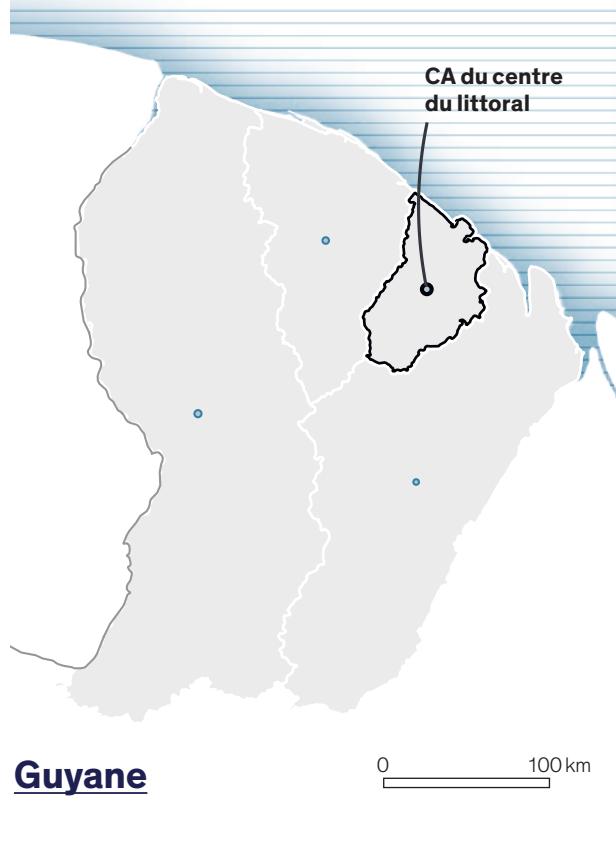
40 ANS D'INONDATIONS

EN FRANCE

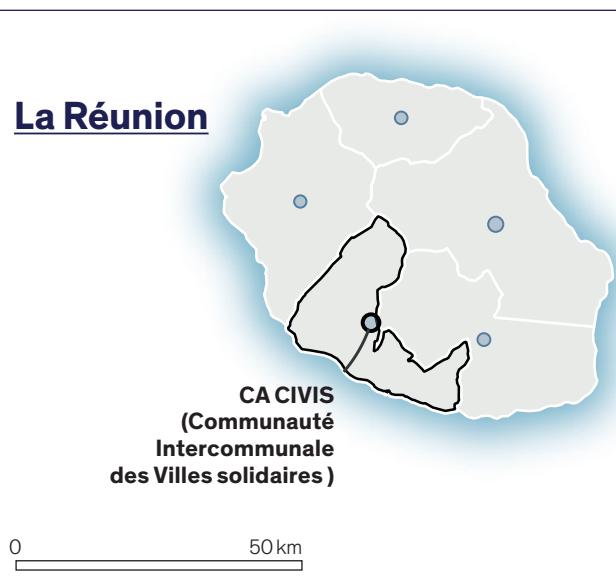
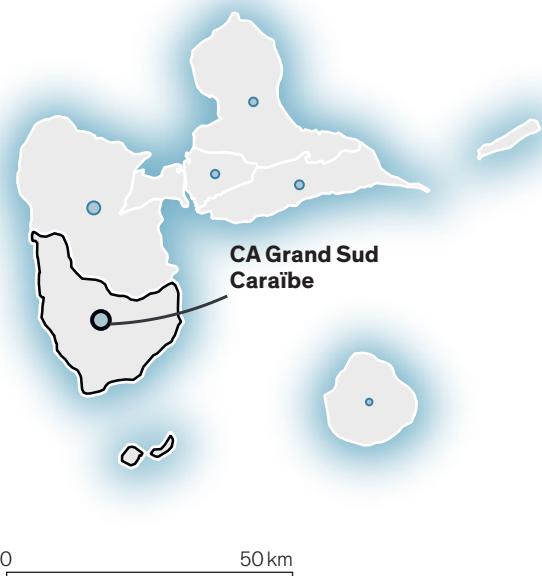
LIEU : FRANCE HEXAGONALE

Date : 1982-2024

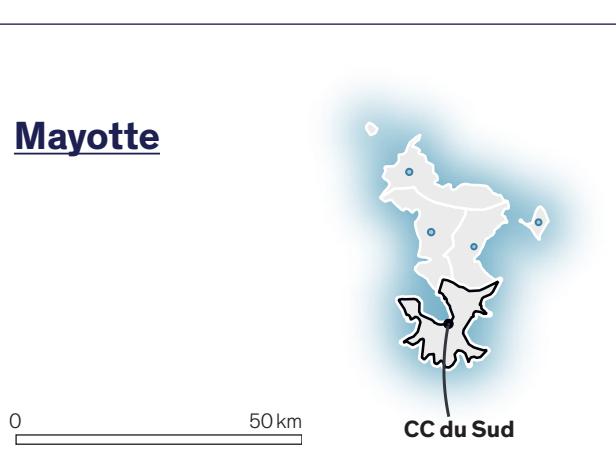
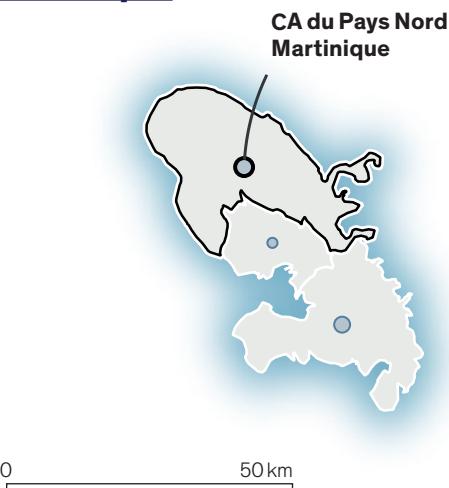
Cette carte permet de visualiser le nombre d'arrêtés reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour cause d'inondation entre 1982 et 2024. Les données, issues de la base Gaspar de la Direction générale de la prévention des risques (DGPR), ont été compilées par établissement public de coopération intercommunale (EPCI): communautés de communes (CC sur la carte) et communautés d'agglomération (CA).



Guadeloupe



Martinique



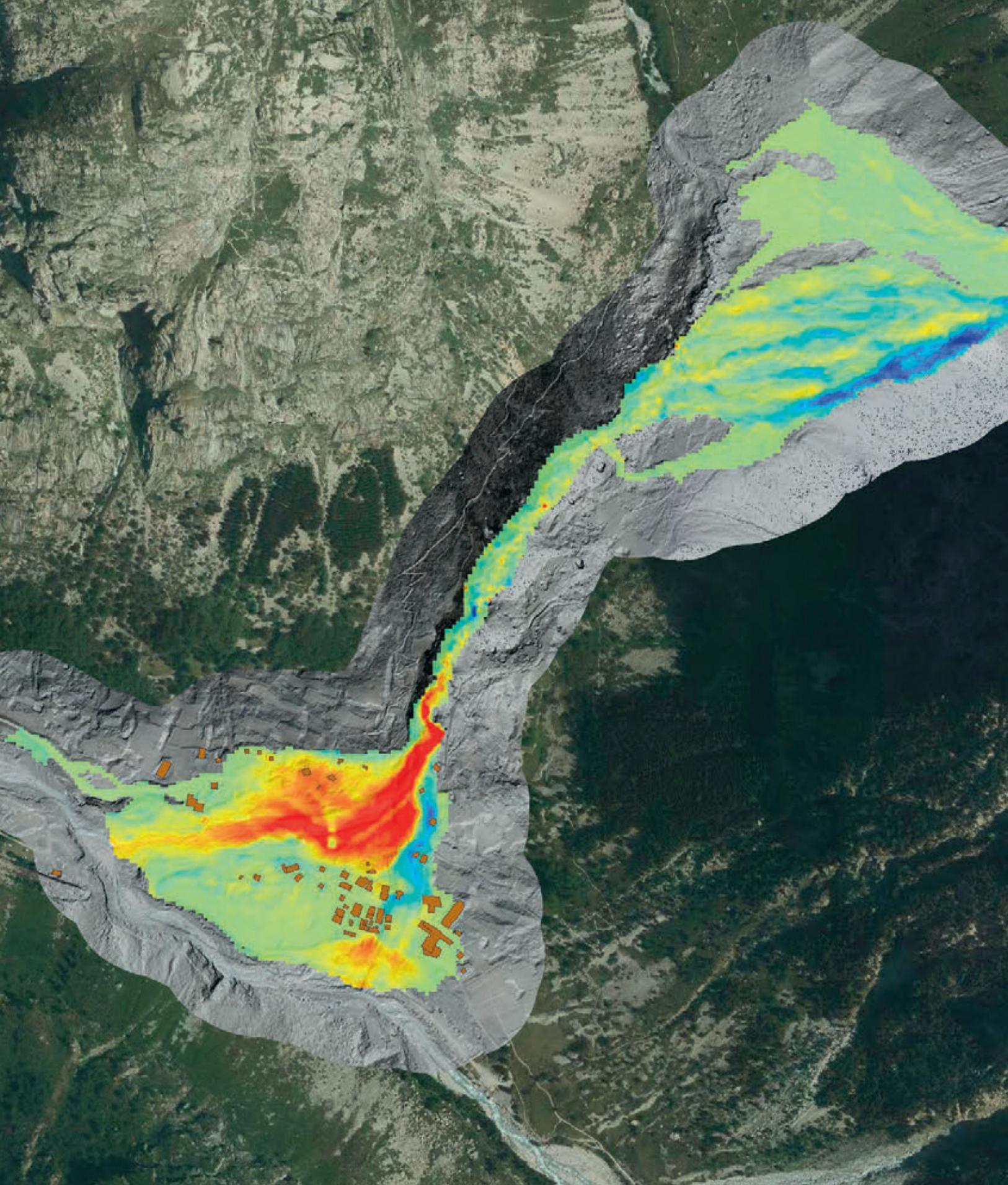
Nombre d'arrêtés reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour cause d'inondation pris par EPCI entre 1982 et 2024.

- 10 arrêtés
- 200 arrêtés
- 500 arrêtés
- 1115 arrêtés
- Métropole : EPCI comptabilisant plus de 500 arrêtés.
DROM : EPCI comptabilisant localement le plus d'arrêtés.

LIEU : DÉPARTEMENTS
ET RÉGIONS D'OUTRE-MER (DROM)
Date : 1982-2024

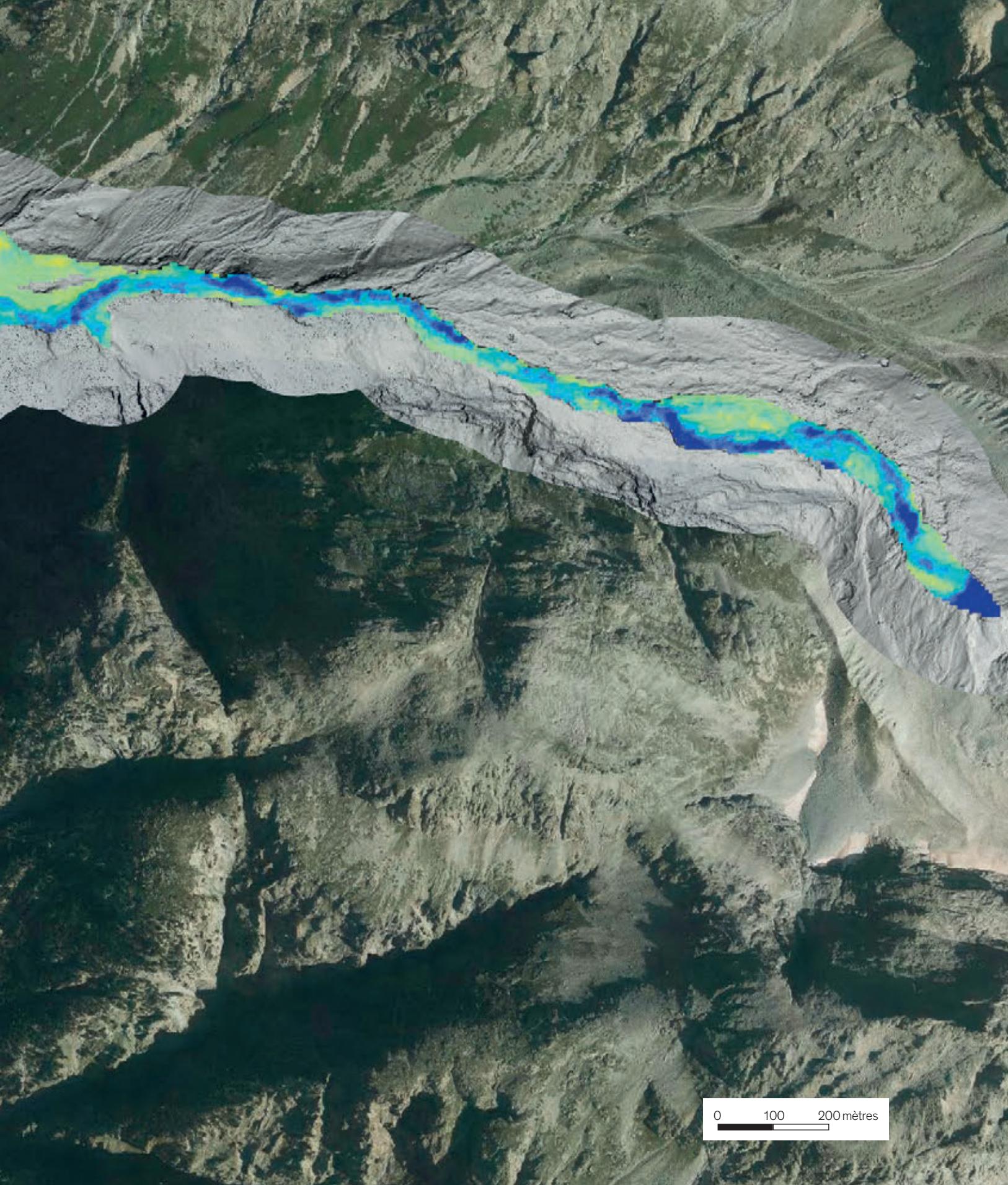
Sources : Base Gaspar, NaturalEarthData, Admin-Express.

Réalisation : Atelier de cartographie thématique de l'IGN.



**CARTE DES ÉVOLUTIONS
MORPHOLOGIQUES ENGENDRÉES PAR
LA CRUE DU TORRENT DES ÉTANÇONS
À LA BÉRARDE LE 21 JUIN 2024**
LIEU : LA BÉRARDE,
SAINT-CHRISTOPHE-EN-OISANS,
ISÈRE (MASSIF DES ÉCRINS)
Date : 2025

La carte des évolutions morphologiques engendrées par la crue du torrent des Étançons à La Bérarde, le 21 juin 2024, a été produite par le service RTM (Restauration des terrains en montagne) de l'Office national des forêts en Isère. Elle représente en détail les évolutions morphologiques, telles que les incisions, les dépôts et les érosions localisées, qui ont été engendrées le 21 juin 2024 par la crue exceptionnelle du torrent des Étançons. Ces évolutions sont présentées grâce à



un différentiel entre le modèle numérique de terrain (MNT) post-crue (28 juin 2024, société Helimap) et le MNT de 2021 de l'IGN. Ce différentiel de données géographiques a permis de mettre en évidence que plus de 300 000 m³ de cailloux ont été exportés par le torrent de Bonne Pierre, et qu'environ 200 000 m³ se sont déposés au niveau de La Bérarde, modifiant profondément la topographie locale.

Définition de MNT





**LES DONNÉES LiDAR HD POUR
CERNER LE RISQUE INONDATION**
LIEU : LOURDES (HAUTES-PYRÉNÉES)
Date : avril 2025

Le programme national LiDAR HD, piloté par l'IGN, a pour but de cartographier en 3D la France hexagonale, la Corse et les DROM à l'exception de la Guyane. Il offre notamment des modèles numériques de terrain précieux pour la prévention des inondations. Cette image de Lourdes – sur laquelle ont été ajoutés les modèles des bâtiments – montre ainsi le Gave de Pau (rivière et affluent de l'Adour) dans son lit (en bleu foncé, 373 mètres d'altitude) et la zone basse à proximité de la rivière qui pourrait subir des inondations sur certaines zones (en bleu clair, 377 mètres d'altitude).



VERS UN JUMEAU NUMÉRIQUE DU PAYS

LIEU : AVIGNON

Date : mars 2025

Les données acquises dans le cadre du programme LiDAR HD, comme ce modèle numérique du centre d'Avignon, serviront de socle à un futur jumeau numérique de la France et de ses territoires. Un tel jumeau permettra de mieux cerner le risque inondation sur un territoire et de tester différents scénarios d'aménagement. Dans cette optique, l'IGN, le Cerema et Inria, mandatés par le Secrétariat général pour l'investissement (SGPI), ont lancé en 2024 un appel à communs qui a reçu plus de 200 réponses de collectivités, entreprises et instituts de recherche.

INONDATION & AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

REPENSER LES ESPACES
ET LE RÔLE DES SOLUTIONS
NATURELLES

L'aménagement des territoires découle d'un héritage qui n'est plus toujours compatible avec les enjeux climatiques actuels. L'artificialisation des sols, l'urbanisation et la canalisation excessive des cours d'eau accentuent les risques liés aux inondations et impliquent de repenser durablement la manière d'organiser les territoires. Les outils de modélisation jouent un rôle important dans cette transformation. Du LiDAR HD, offrant une cartographie en 3D du territoire, au futur jumeau numérique, qui permettra de simuler l'impact des crues, ces outils servent à mieux anticiper les phénomènes de montée des eaux. Ils sont aujourd'hui complétés par des solutions de renaturation des abords des cours d'eau qui contribuent à la diminution de la sinistralité des inondations et qui renforcent la résilience des territoires.

S'il est illusoire d'espérer se prémunir de toutes les crues et des submersions marines qui ne cessent de s'intensifier, une panoplie de systèmes d'alerte et de surveillance permet aujourd'hui d'anticiper ces phénomènes de façon à limiter leur incidence sur les personnes et les infrastructures. Réduire la vulnérabilité du territoire national sur le temps long est possible avec des outils de jumeau numérique pour revoir l'aménagement de nos métropoles tout comme celui des zones les moins urbanisées. De façon contre-intuitive, c'est aussi en offrant davantage de liberté aux cours d'eau que nous renforcerons notre résilience à l'égard des inondations. ☺

UN JUMEAU NUMÉRIQUE DU TERRITOIRE POUR RÉDUIRE L'IMPACT DES INONDATIONS

De toute éternité, l'humanité s'est méfiée du caractère à la fois impétueux et imprévisible des fleuves et des rivières, incitant nos ancêtres à s'établir à bonne distance de ces environnements en perpétuelle évolution. Mais au fil des siècles et des aménagements destinés à domestiquer l'écoulement des cours d'eau, ces milieux sont devenus de véritables pôles d'attractivité pour une population de moins en moins consciente du danger qu'ils peuvent représenter. C'est tout particulièrement le cas dans les départements du pourtour méditerranéen et de la façade atlantique qui voient affluer de nouveaux habitants depuis les années 1980. La forte croissance démographique de ces territoires s'est traduite par une progression de l'étalement urbain jusqu'aux abords des rivières et des littoraux. Combinée aujourd'hui à l'intensification des précipitations engendrée par le réchauffement climatique, cette artificialisation grandissante tend désormais à exposer davantage de personnes aux inondations.

Bien qu'il soit opportun d'anticiper les dégâts occasionnés par ce genre d'événements de façon à minimiser leurs impacts humain et économique, cette approche ne suffira pas à endiguer le pouvoir destructeur d'un aléa qui, sous une forme ou une autre – débordement de cours d'eau, submersion marine,

ruissellement, remontée de nappe, etc. –, affecte maintenant la quasi-totalité de notre pays. Pour réduire la vulnérabilité à un risque qui ne cesse de s'étendre, il convient tout d'abord de réinventer la manière d'aménager les cours d'eau.

« En canalisant plus que de raison les rivières et les fleuves, nous avons réduit l'infiltration de l'eau dans le sol tout en accélérant son écoulement, ce qui a eu pour conséquence d'amplifier les dommages causés aux biens et aux infrastructures situés près des cours d'eau en cas d'inondation », rappelle Yann Deniaud, responsable du secteur d'activité risques naturels au Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema). À l'heure où le changement climatique tend à augmenter la fréquence et la gravité des inondations liées aux pluies intenses, une nouvelle mission est assignée à l'aménagement des cours d'eau : diminuer autant que possible les impacts des écoulements et des débits des cours d'eau en crue.

APPRENDRE À CONSTRUIRE AVEC L'EAU

Pour relever de tels défis, différentes stratégies, souvent complémentaires, peuvent être déployées à l'échelle d'un bassin-versant¹ : infiltration rapide des eaux au plus près

des précipitations dès que cela est possible, aménagement de zones contrôlées d'expansion des crues, reméandrage² des parties rectilignes de certains cours d'eau, restauration de zones humides (marais, tourbières, prairies inondables, etc.) pour leur permettre d'absorber le surplus d'eau en cas d'inondation, désimperméabilisation des sols associée à la création de noues³ en milieu périurbain ou plantation de haies en zone rurale pour limiter le ruissellement, etc. Mais avant de mettre en place tout ou partie de ces solutions, il s'agit de connaître les spécificités de chaque territoire afin d'identifier les enjeux (personnes, biens, bâtiments) susceptibles de subir des dommages et des préjudices en cas de montée des eaux. Cela implique de réaliser un diagnostic de vulnérabilité aux inondations à l'échelle de la commune, de l'intercommunalité, voire du bassin-versant. Une étape essentielle pour laquelle le Cerema apporte son expertise. « *En automatisant le calcul d'indicateurs issus du croisement de bases de données géographiques d'enjeux et de cartographies d'aléas produites par des modèles hydrauliques, nous sommes capables de visualiser, pour un territoire donné, les impacts actuels d'une crue historique ayant frappé ce même territoire par le passé* », souligne Yann Deniaud. Les simulations hydrauliques numériques peuvent également être utilisées pour faire varier certains paramètres comme l'intensité des pluies ou les conditions d'occupation des sols et des vitesses d'écoulement associées. La finalité d'une telle démarche : construire des atlas de différents scénarios d'inondations et d'impacts envisageables dans le futur. C'est en s'appuyant sur ces données prospectives que les aménageurs vont par exemple pouvoir repenser les écoulements d'eau dans leur globalité à l'échelle d'un territoire, ceci afin de faciliter leur évacuation en cas d'inondation.

Sur les zones les plus urbanisées, chaque nouvelle opération immobilière doit aussi être l'occasion d'entamer une réflexion approfondie sur la place accordée à l'eau. Dans ce domaine, l'aménagement de l'ancienne friche industrielle de l'usine Matra, à Romorantin-Lanthenay (Loir-et-Cher), constitue un véritable cas d'école. Construit en 2015 au bord de la Sauldre, ce quartier de 6 hectares situé en zone inondable a été imaginé comme un « affluent temporaire » de cette rivière par l'architecte Éric Daniel-Lacombe. Tous les bâtiments ont par ailleurs été conçus de manière à laisser l'eau circuler librement. Dès le printemps 2016, le quartier Matra a pu témoigner de sa résilience aux inondations lors d'une crue historique de la Sauldre. Dans les vingt-quatre heures qui suivirent le débordement de la rivière, l'eau s'était déjà entièrement retirée de ce secteur de Romorantin-Lanthenay alors qu'il aura fallu patienter près de deux semaines dans d'autres parties du centre-ville.

DES MODÉLISATIONS DE PLUS EN PLUS FIABLES

Avec l'achèvement imminent du programme LiDAR HD coordonné par l'IGN, qui vise à fournir une cartographie 3D du relief et du sursol (bâtiments, routes, ponts, digues, végétation, cultures agricoles, etc.) sur l'intégralité du territoire national, la modélisation des inondations est en passe de gagner en fiabilité. « Grâce à la cartographie LiDAR HD,

1 Aire géographique délimitée par des lignes de crête dans laquelle toutes les eaux déversées alimentent un même exutoire qui peut être un cours d'eau, un lac, une mer ou un océan.

2 Technique écologique visant à prolonger le parcours et à diminuer la pente d'un cours d'eau pour restaurer sa sinuosité naturelle et ses fonctions hydrobiologiques.

3 Fossé végétalisé destiné à recueillir, transporter et filtrer les eaux pluviales tout en favorisant leur infiltration dans le sol.

« En canalisant plus que de raison les rivières et les fleuves, nous avons contribué à amplifier les dommages causés aux biens et aux infrastructures situés près de ces cours d'eau. »

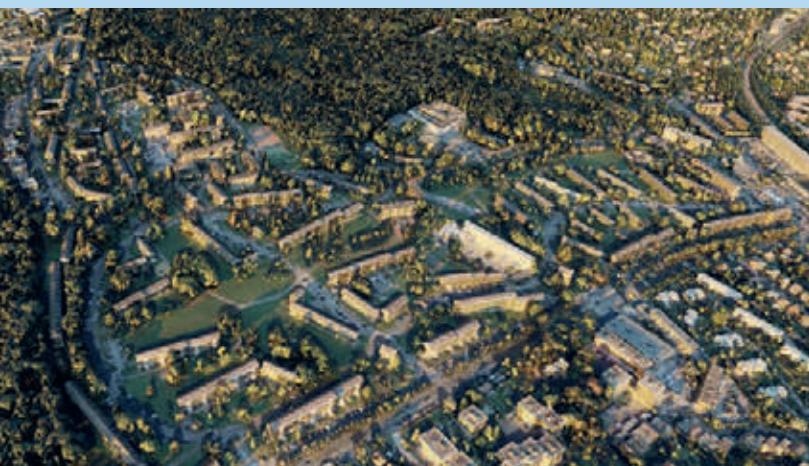
YANN DENIAUD, responsable du secteur d'activité risques naturels au Cerema



↑ Modélisation hydraulique d'un ruissellement lié à des pluies intenses autour du hameau Le Coulet situé sur la commune de Saint-Maurice-Navacelles (Hérault). Le dégradé de couleurs reflète le débit de chaque écoulement : plus la teinte est foncée, plus ce débit est élevé. Cette modélisation réalisée à l'aide du logiciel Telemac-2D utilise la méthode de cartographie automatique des inondations Cartino2D développée par le Cerema.

Construire un jumeau numérique pour la France

En 2024, l'IGN, le Cerema et Inria ont posé les fondations d'un instrument révolutionnaire pour le pilotage du territoire : le jumeau numérique de la France et de ses territoires (JNFT). Il s'agit à la fois d'une réplique du territoire et des phénomènes qui s'y déroulent et d'un environnement de simulation et de géovisualisation qui permet d'évaluer et de comparer l'impact de différents choix ou scénarios dans une perspective d'aide à la décision. Autant dire qu'une telle infrastructure constituerait un outil plus que précieux en matière de prévention des risques. Les trois institutions ont pour objectifs de fédérer une « équipe de France » d'acteurs technologiques, de producteurs de données et d'utilisateurs, qui s'engagent dans une démarche collaborative de construction d'un jumeau numérique multithématisé couvrant le territoire national et s'adressant aux décideurs publics et aux acteurs privés. Mandatées par le Secrétariat général pour l'investissement (SGPI) en vue de façonner ce projet dans le cadre de France 2030, les trois institutions avaient lancé l'an dernier un appel à communs. Il a suscité plus de 200 réponses de collectivités, entreprises et instituts de recherche contribuant à construire des coalitions autour de cas d'usage concrets (aménagement, prévention des risques, énergies renouvelables, etc.). Ceux-ci serviront d'aiguillons au socle technique commun sur lequel travaille un consortium public-privé regroupant dix acteurs de référence du domaine.



Plus de 18000 communes françaises sont couvertes par un programme d'actions de prévention des inondations (PAPI).

Source : Géorisques.

Il est désormais possible de prédire avec une marge d'erreur très faible jusqu'où l'eau va se propager sur une commune, selon l'ampleur de la crue de la rivière ou du fleuve qui la traverse », illustre Véronique Pereira, responsable du service projets et prestations de l'IGN. Cette nouvelle technologie offre aussi la possibilité d'améliorer significativement la modélisation du ruissellement à l'inverse de la précédente cartographie LiDAR, uniquement apte à représenter correctement les débordements de cours d'eau et les submersions marines. D'autres outils développés par l'Institut, comme la base de données Occupation du sol à grande échelle (OCS GE), permettent aux élus locaux de visualiser facilement les enjeux de leur territoire en croisant cette base de données avec les zones inondables et les espaces naturels de leur commune. « En proposant à la fois une vue globale des secteurs problématiques et des secteurs qui sont les plus résilients vis-à-vis du risque inondation, le référentiel OCS GE peut aider les maires à limiter l'artificialisation en privilégiant, par exemple, la réhabilitation d'anciennes friches urbaines, tout en évitant de construire sur des espaces naturels qui, lorsqu'ils sont en bon état, peuvent limiter l'impact d'une inondation », relève Véronique Pereira.

DES SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

Sur les territoires que l'État français estime être particulièrement exposés aux inondations, des actions destinées à se prémunir de cet aléa doivent être entreprises par les collectivités concernées. Depuis près de vingt ans, de telles opérations sont menées dans le cadre du programme d'actions de prévention des inondations (PAPI). Le dispositif entend promouvoir une gestion intégrée de ces phénomènes dans le but de réduire les conséquences néfastes pour les personnes, les biens, les activités économiques et l'environnement. Traversée par la Garonne, l'agglomération toulousaine et son million d'habitants fait partie des territoires considérés comme « à risque important d'inondation » par les services de l'État. « Bien que les deux tiers des enjeux se situent à l'arrière immédiat des 16 kilomètres de digues destinées à protéger l'agglomération toulousaine des débordements du fleuve, notre territoire a la particularité d'être parcouru par un réseau très dense de petits cours d'eau, le plus souvent artificialisés, et au bord desquels ont été construites un grand nombre d'habitations qui sont, elles aussi, exposées au risque inondation », explique Sandrine Winant, cheffe du service GEMAPI⁴ pour la métropole de Toulouse. Dans le cadre d'un premier PAPI « d'intention » initié en 2021, cette intercommunalité a déjà investi 4,1 millions d'euros dans 36 actions visant à réduire l'exposition de sa population au risque inondation. Parmi les projets d'aménagement les plus ambitieux figure la renaturation de la partie amont du Riou, un petit affluent de la Garonne prenant sa source au niveau de l'aéroport de Blagnac (*voir p. 40-41*). Une fois supprimé le cuvelage en béton qui corsetait le ruisseau sur 2 kilomètres de long, son lit a été abaissé et élargi de plusieurs mètres. Tout un ensemble de végétaux de type ripisylve⁵ ont ensuite été plantés sur ses rives afin de limiter les phénomènes d'érosion. Plus en aval, le cours rectiligne du Riou a été redessiné pour former deux méandres dans la perspective d'améliorer ses fonctions hydrobiologiques.

⁴ La gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations (GEMAPI) relève de la compétence des intercommunalités (métropoles, communautés urbaines, communautés d'agglomération, communautés de communes) depuis le 1^{er} janvier 2018.

⁵ Formations végétales qui se développent sur les bords des cours d'eau à la frontière entre l'eau et la terre.

À l'instar de cette opération, la métropole toulousaine mise avant tout sur les solutions fondées sur la nature et la création de zones d'expansion des crues pour favoriser la résilience de son territoire aux inondations. Une stratégie qui est parfois mal perçue par la population. « *Le fait d'élargir le lit d'un cours d'eau peut susciter l'inquiétude de certains riverains qui redoutent de voir leur habitation inondée plus souvent*, constate Sandrine Winant. Il y a donc tout un travail d'acculturation à mener en parallèle de ce type d'opérations pour expliquer qu'en offrant davantage d'espace à la rivière, cela permet au contraire de limiter la montée de l'eau en cas de crue importante. »

UN JUMEAU NUMÉRIQUE POUR APPUYER LA DÉCISION

Les opérations que conduit la métropole toulousaine pour limiter son exposition aux inondations doivent autant que possible bénéficier à l'ensemble du bassin-versant. Dans cette perspective, la plupart de ces actions sont prises en concertation avec deux autres structures GEMAPI jouxtant son territoire. C'est, par exemple, le cas pour toute opération menée sur un cours d'eau s'écoulant au-delà du périmètre administratif de la métropole. Cette coopération est un moyen de s'assurer que des aménagements réalisés en tête de bassin n'affectent pas les territoires situés à l'aval. Ce principe de gouvernance élargie sera bientôt mis en pratique pour repenser l'aménagement du Touch. Après avoir traversé des zones de grandes cultures, ce cours d'eau de 75 kilomètres de long se fraie ensuite un chemin dans un tissu urbain de plus en plus dense à mesure qu'il se rapproche de sa confluence avec la Garonne, au nord de Toulouse. « *Avec les deux autres "gémapiens" impliqués, nous débattons de la possibilité de supprimer certains merlons, sortes de levées de terre érigées le long du Touch pour protéger des parcelles agricoles de ses débordements*, détaille Sandrine Winant. Mais en cas de crue, ces aménagements ont tendance à renforcer le débit et la vitesse du cours d'eau à l'aval, où se concentrent un grand nombre d'habititations. » Pour s'assurer de prendre la meilleure décision, les structures GEMAPI concernées ont eu recours à des modélisations hydrauliques dans le but de visualiser l'impact de la suppression des merlons sur le fonctionnement de la rivière. C'est d'ailleurs en améliorant les performances de ces outils d'aide à la décision que la résilience des territoires confrontés aux inondations pourra encore progresser dans les années à venir.

Le jumeau numérique de la France, que conçoit actuellement l'IGN avec le Cerema et Inria et un consortium d'acteurs publics et privés, s'inscrit pleinement dans cette démarche. Cette représentation à la fois virtuelle et dynamique du territoire national, qui doit être coconstruite avec les collectivités locales, réunira des systèmes de visualisation comme la cartographie LiDAR HD, différentes bases de données (OCS GE, plans locaux d'urbanisme, etc.) sur lesquelles viendront se greffer des outils de modélisation 3D. « *La superposition de toutes ces informations permettra par exemple de simuler la destruction d'une digue lors de la crue centennale d'un cours d'eau tout en visualisant précisément et de manière simultanée les différents secteurs inondés à la suite de cette catastrophe* », extrapole Véronique Pereira. Une fois opérationnel, ce jumeau numérique sera notamment proposé aux collectivités. Alors qu'ils doivent faire face à un climat de plus en plus chaotique, les élus locaux pourront ainsi s'appuyer sur ce puissant outil d'aide à la décision pour sécuriser l'installation de leurs infrastructures sensibles (hôpitaux, lycées, casernes de pompiers) en privilégiant les secteurs de leur territoire préservés à la fois des crues historiques et des ruissellements intempestifs. ●

« Grâce à la cartographie LiDAR HD, il est désormais possible de prédire avec une marge d'erreur très faible jusqu'où l'eau va se propager sur une commune selon l'ampleur de la crue de la rivière ou du fleuve qui la traverse. »

VÉRONIQUE PEREIRA, responsable du service des projets et prestations de l'IGN



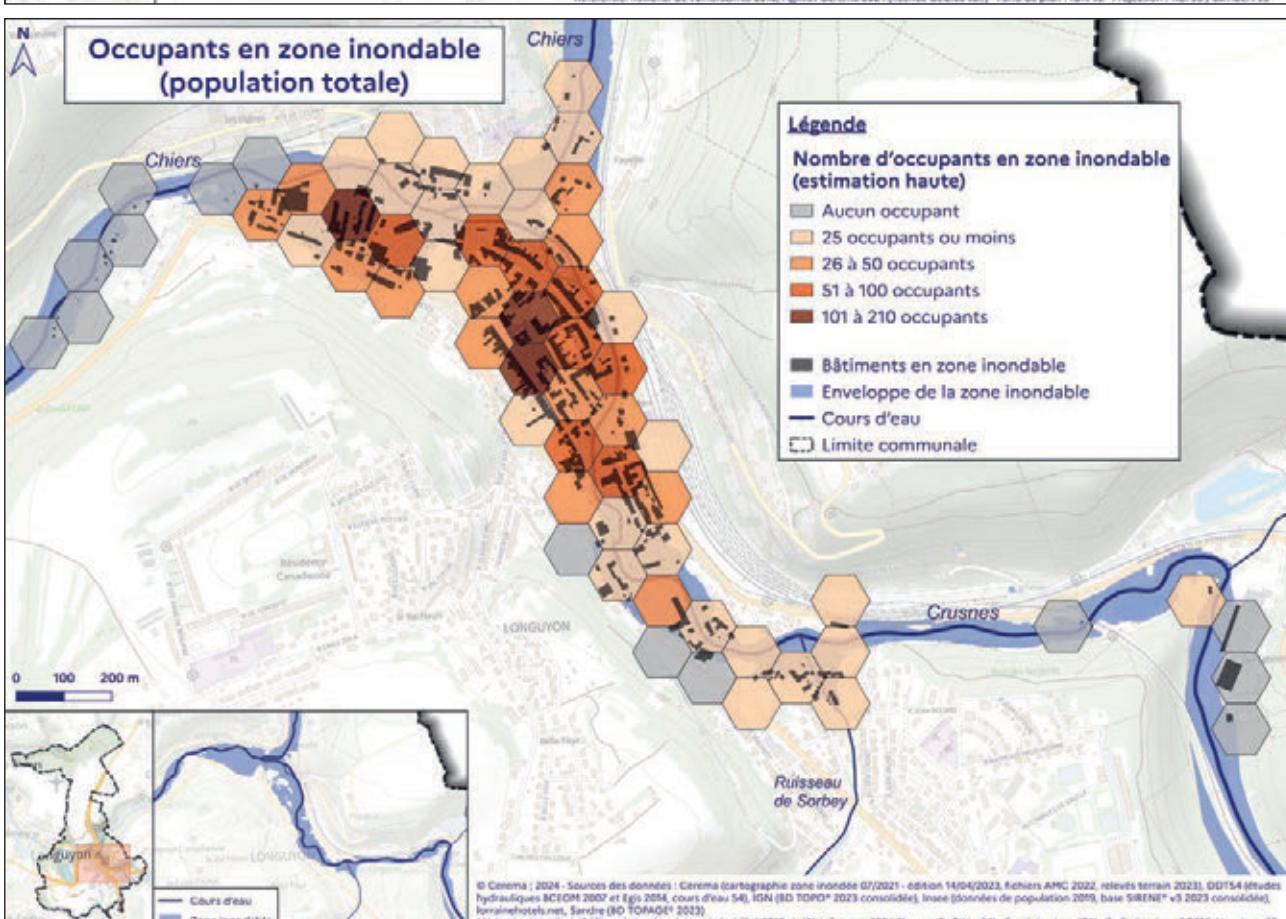
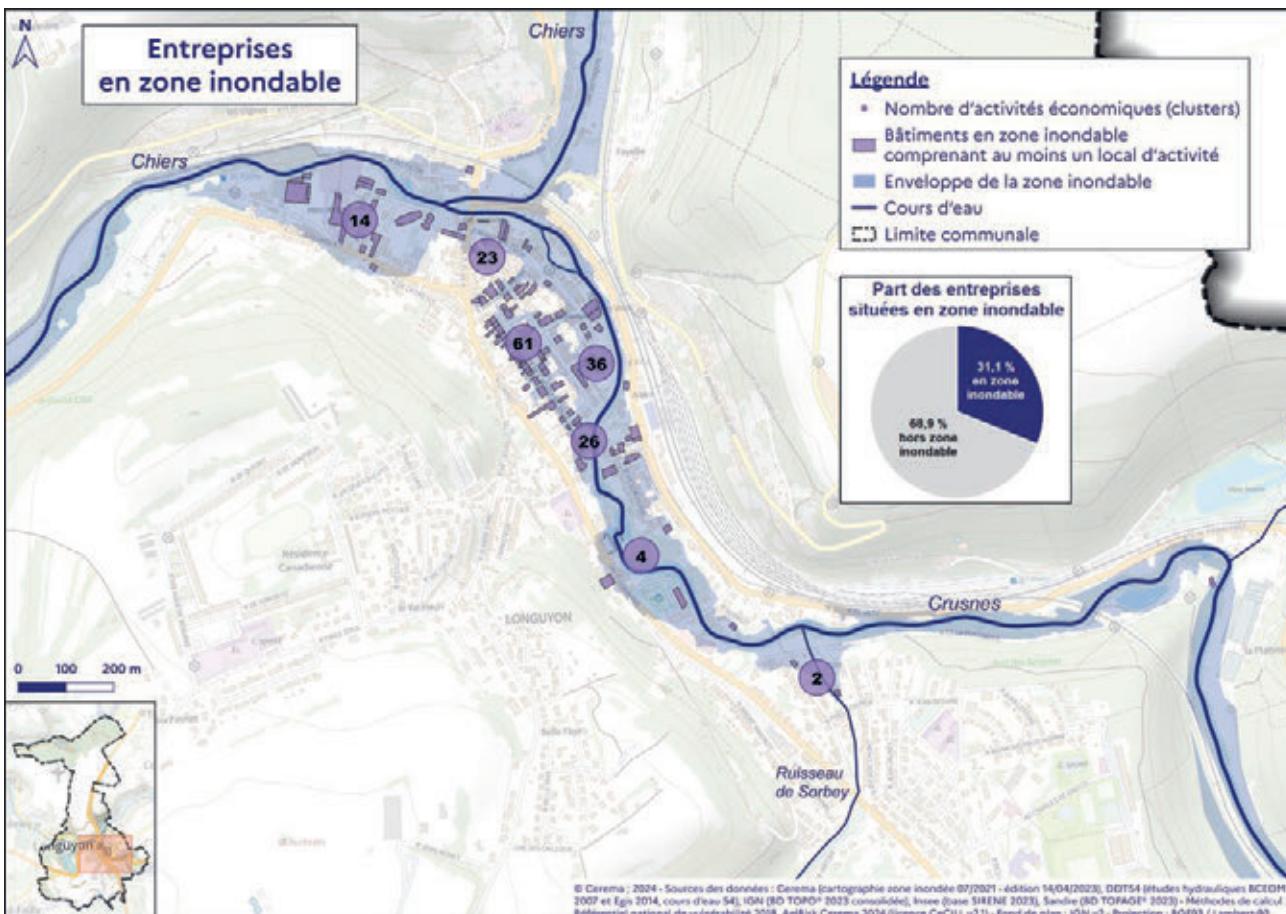
Yann Deniaud est titulaire d'un doctorat en sciences de la Terre de l'université Grenoble Alpes. Il rejoint le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) en 2002 pour travailler sur la gestion des risques géologiques, hydrauliques et côtiers. Depuis un peu plus de quatre ans, il supervise et coordonne le secteur d'activité risques naturels du Cerema.



Véronique Peirera est ingénier diplômée de l'ENSG-Géomatique. Elle intègre l'IGN en 1998 pour conseiller les collectivités territoriales en matière de conception et d'utilisation de systèmes d'information géographique dédiés aux politiques publiques. Œuvrant par la suite au déploiement de la cartographie LiDAR sur le territoire national, Véronique Pereira est désormais responsable du service des projets et prestations chargé de piloter les grands projets de l'IGN.



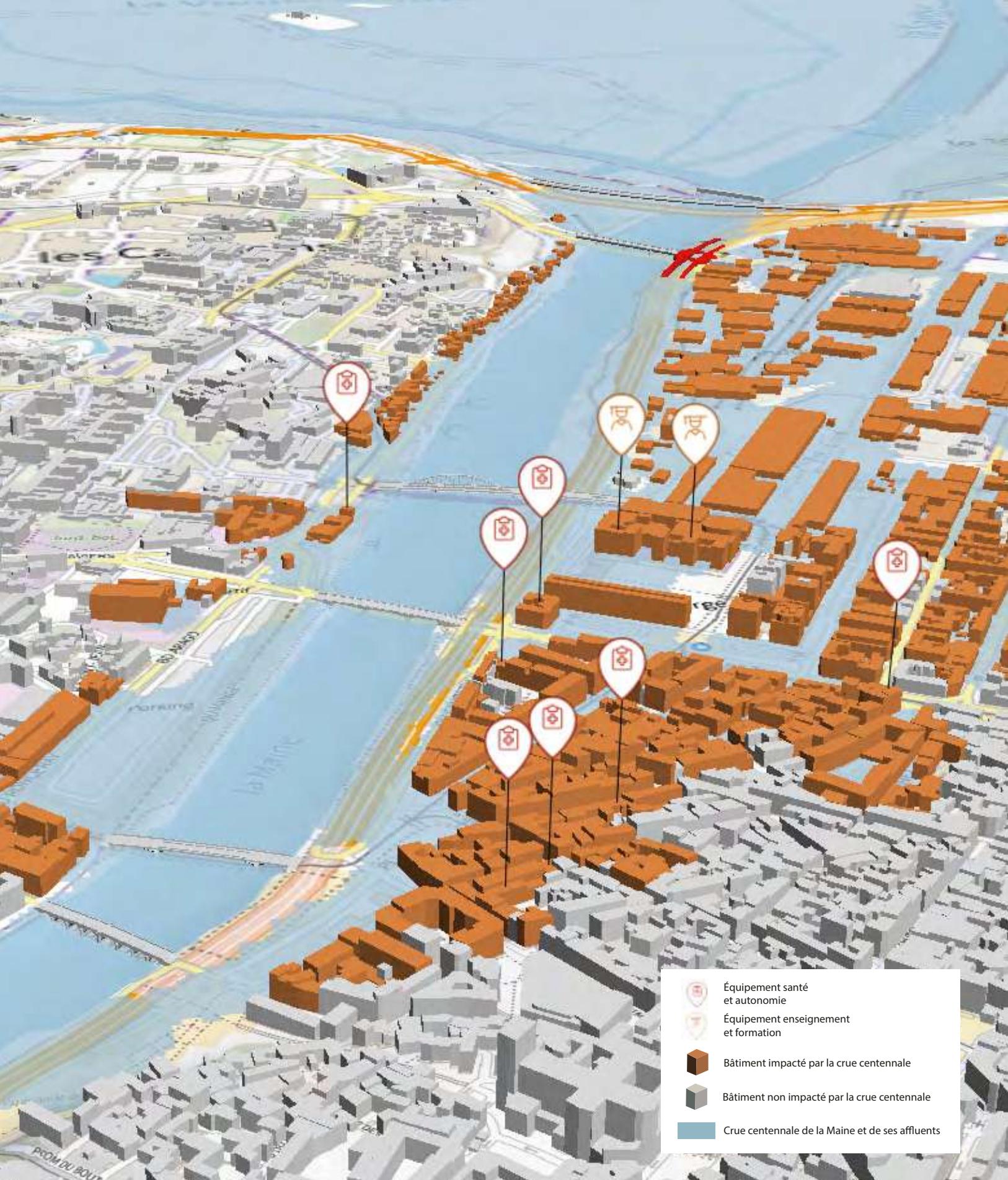
Sandrine Winant est diplômée en génie industriel de l'environnement. Elle commence sa carrière professionnelle en région parisienne dans le secteur de l'assainissement. Elle s'oriente ensuite vers des missions plus larges en lien avec les politiques publiques de l'eau au sein de la mairie de Paris. Depuis la fin 2017, elle est responsable du service GEMAPI de la métropole de Toulouse.



**UN OUTIL POUR FACILITER
L'ACTION LOCALE**
LIEU : LONGUYON (MEURTHE-ET-MOSELLE)
Date : 2024



Conçu par le Cerema et construit sur le principe de calculs d'indicateurs, AgiRisk permet d'évaluer les vulnérabilités au risque inondation d'un territoire. Basé sur des ressources infographiques et cartographiques, c'est un outil d'aide à la décision pour identifier et réduire les impacts potentiels d'une inondation. Entièrement automatisé, il accélère la production des diagnostics territoriaux sur des enjeux variés : population, entreprises, parcelles agricoles, réseaux, etc. Son objectif : faciliter le travail des acteurs locaux (collectivités, services de l'État, gestionnaires de crise) dans leurs missions au service de la prévention et de la gestion du risque inondation.



**SIMULATION DE L'IMPACT
BÂTIMENTAIRE EN CAS DE CRUE
DE LA MAINE ET DE SES AFFLUENTS**
LIEU : ANGERS (MAINE-ET-LOIRE)
Date : 2025

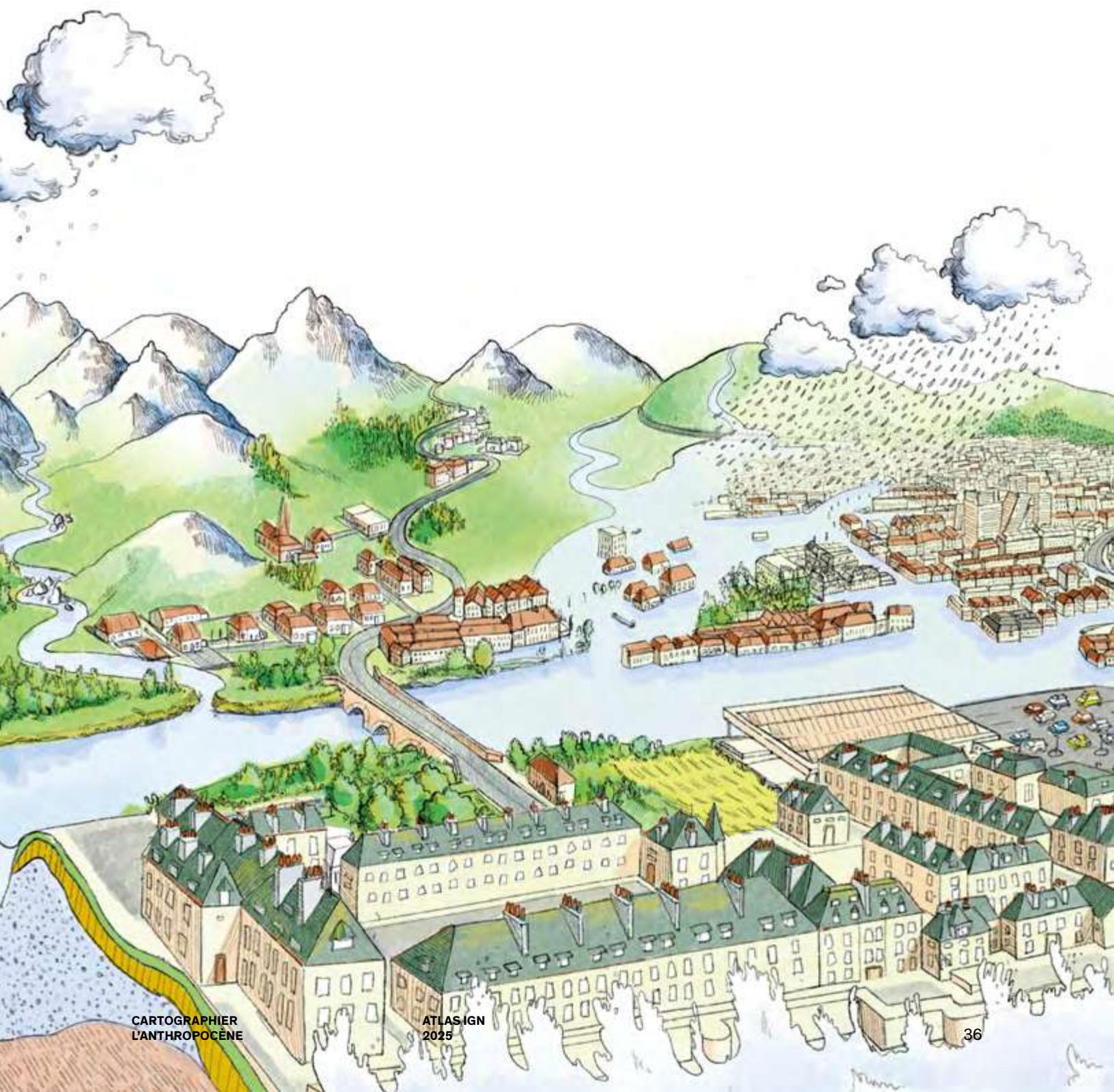
Réalisation : Angers Loire Métropole,
Territoire intelligent, juin 2025.

Le simulateur d'inondations de l'hyperviseur du centre de pilotage d'Angers Loire Métropole permet de représenter la crue centennale de 1995 (6,66 mètres de hauteur à la station de référence de Basse-Chaîne à Angers) dans la ville d'Angers de nos jours. Cette simulation met ici en valeur les bâtiments impactés, notamment les équipements de santé et d'autonomie et les équipements d'enseignement et de formation, en cas de crue. La collectivité dispose ainsi d'informations pour organiser et planifier les interventions sur le terrain. Elle peut donc agir pour la mise en sécurité et la protection de la population.

Sources : © DREAL et DDT 49 2020-2025, © Plan IGN 2024-2025, © Angers Loire Métropole 2021-2025.



RADIOSCOPIE DU RISQUE INONDATION





L'inondation est le premier risque naturel en France hexagonale et ultramarine. Il n'existe pas un seul type d'inondation, mais plusieurs. Surtout, face au dérèglement climatique, les inondations par ruissellement pluvial, débordement de fleuve, submersion marine et remontée de nappes phréatiques peuvent se conjuguer et s'aggraver entre elles. Connaître leurs causes et leurs origines est crucial pour prévenir, anticiper et gérer ces phénomènes.

1^{er} risque naturel en France.

1/4

des Français exposés au risque inondation.

Source : ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche, Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique, 2023.

1/3

des emplois susceptibles d'être impactés.

50 Md€

c'est le coût estimé du risque inondation pour les assurances sur la période 2020-2050.

Source : France Assureurs, 2021.

+ 65 %

d'augmentation de la fonte des glaces en 30 ans, passant de 800 milliards de tonnes par an dans les années 1990 à 1 300 milliards en 2017.

Source : WWF, « Les causes et conséquences de la fonte des glaces ».

50 %

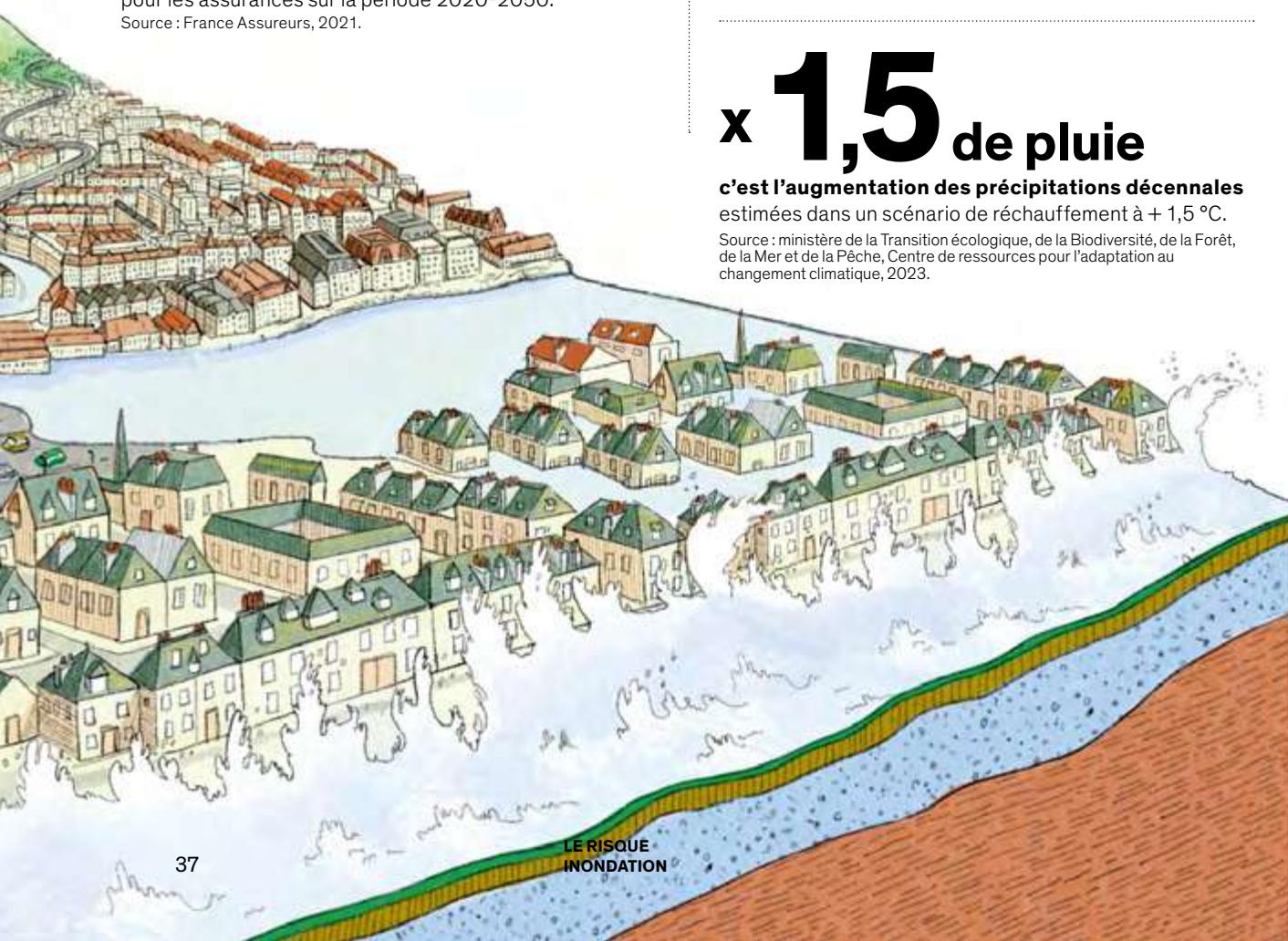
des dommages imputables aux catastrophes naturelles en France sont causés par des inondations.

Source : ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche.

x 1,5 de pluie

c'est l'augmentation des précipitations décennales estimées dans un scénario de réchauffement à + 1,5 °C.

Source : ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche, Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique, 2023.



INONDATION PAR...

→ REMONTÉE DE NAPPE PHRÉATIQUE

La succession de plusieurs années humides peut entraîner une élévation du niveau des nappes phréatiques. Concrètement, la recharge de la nappe devient supérieure à la vidange vers les exutoires (qu'ils soient naturels ou par prélèvements), la nappe atteint alors la surface du sol, ce qui occasionne une inondation.

10 000 km

de digues en France

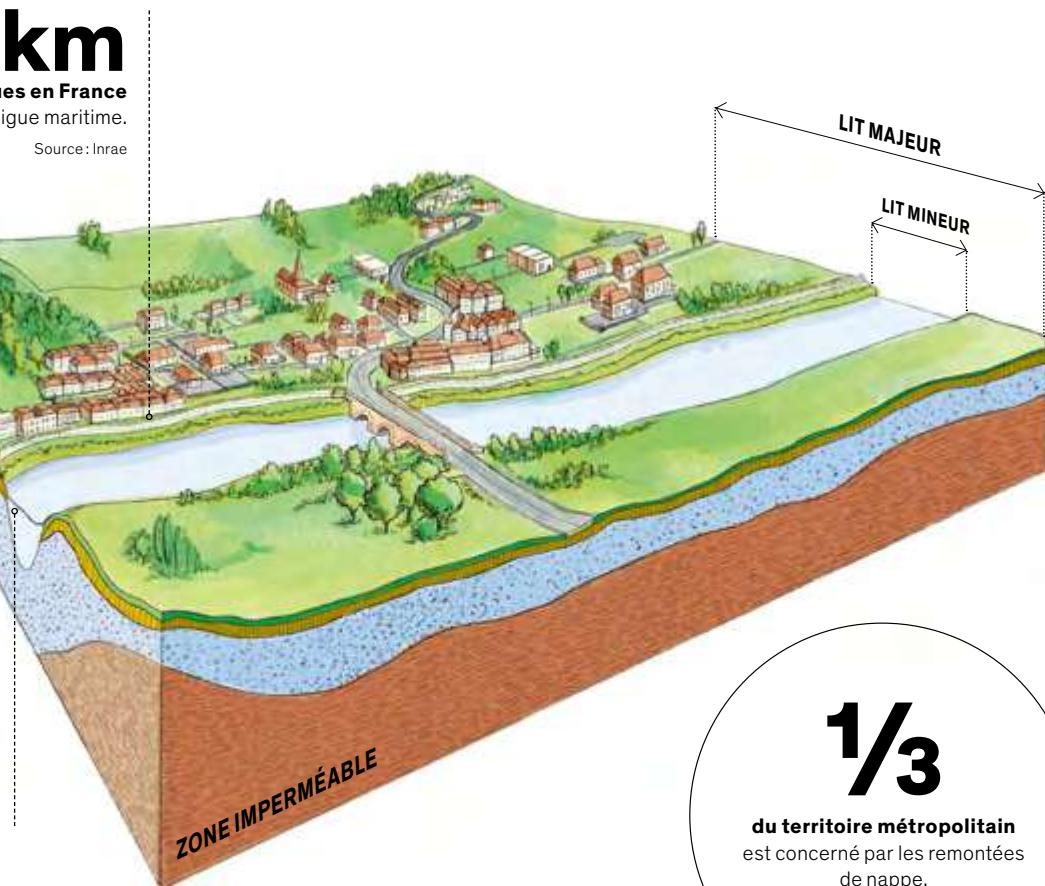
dont 1 000 km de digue maritime.

Source : Inrae

AVANT

NIVEAU BAS ?

L'étiage désigne le niveau le plus bas de la nappe phréatique. Dans certaines conditions, par exemple une succession d'années humides, le niveau d'étiage s'élève. La nappe peut atteindre la surface du sol, ce qui entraîne une inondation par remontée de nappe.



1/3

du territoire métropolitain
est concerné par les remontées
de nappe.

Source : notre-environnement.gouv.fr

APRÈS

NAPPE ALLUVIALE

Nappe d'eau souterraine qui accompagne le cours des fleuves et des rivières. Les eaux circulent souvent à faible profondeur au travers des alluvions (sables, graviers, galets) déposées par le cours d'eau.

ZONE IMPERMÉABLE

REMONTÉE DE NAPPE

Les remontées de nappe peuvent durer plusieurs semaines et la descente s'étaler sur plusieurs mois, car il est nécessaire d'attendre que le niveau du cours d'eau diminue.

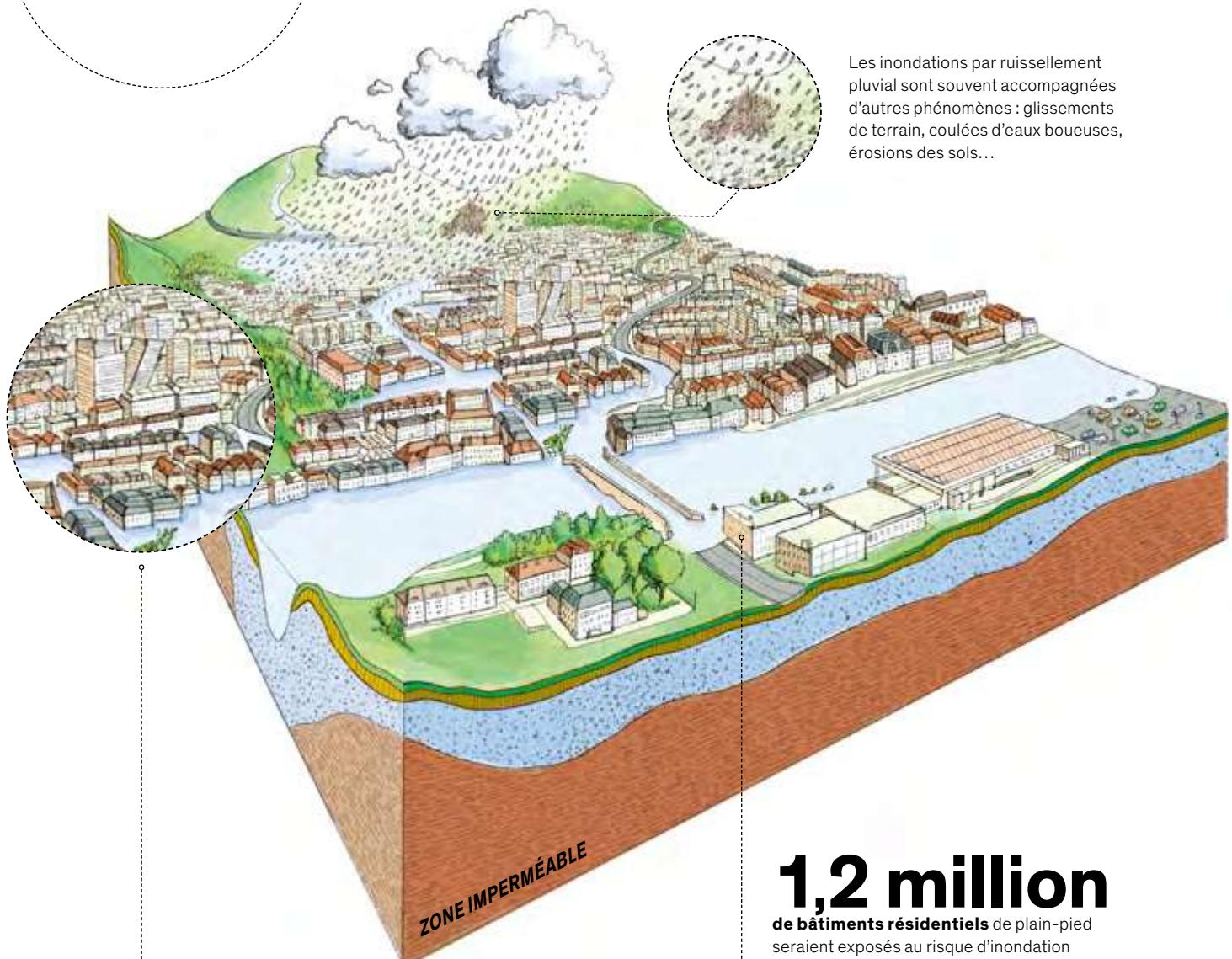
→ RUISELLEMENT PLUVIAL

+ 1 075 mm

de précipitations sur l'année 2024,
soit + 15 % d'excédent.

Source : Météo-France.

Les inondations par ruissellement surviennent aussi bien en zone rurale qu'en zone urbaine et se produisent généralement lorsqu'une partie de l'eau de pluie ne s'infiltra pas dans le sol ou qu'elle dépasse les capacités des dispositifs de gestion des eaux. Elle s'écoule ainsi à la surface des terrains. À l'origine du phénomène d'inondation par ruissellement se trouve généralement un événement climatique important, comme une pluie de très forte intensité ou un cumul de pluie significatif pendant plusieurs jours.



L'ARTIFICIALISATION DES SOLS

Le développement des infrastructures de transport, l'implantation d'entreprises ou de zones commerciales, la construction d'habitations, d'équipements sportifs ou de loisirs... contribuent à l'artificialisation des sols.

Conséquence ? En cas de forte pluie, l'eau qui tombe ne peut plus s'infiltrer dans le sol, reste à la surface et ruisselle.

1,2 million

de bâtiments résidentiels de plain-pied seraient exposés au risque d'inondation par ruissellement, selon des simulations de la Caisse centrale de réassurance.

175 000

habitants en moyenne seraient affectés par des inondations par ruissellement, chaque année en France.

Source : CEPRI - Centre européen de prévention du risque inondation.

→ DÉBORDEMENT DES COURS D'EAU

L'inondation par débordement est le phénomène d'inondation le plus fréquent en France. Elle se manifeste par une crue, c'est-à-dire que le cours d'eau sort de son lit et inonde les terres à proximité.

TORRENT

EMBÂCLE

Encombrement d'un cours d'eau par un amas de glace flottante qui gêne l'écoulement.

AVANT

DEUX TYPES DE CRUES

LA CRUE DE MONTAGNE
moins prévisible et plus violente que la crue de plaine, elle peut survenir sous forme de crue éclair ou de crue torrentielle.

LA CRUE DE PLAIN
survient lorsqu'un fleuve ou une rivière sort de son lit mineur et envahit son lit majeur. Ce phénomène survient surtout de l'automne au printemps, compte tenu de l'effet cumulé des pluies et de la faible évapotranspiration.

APRÈS

ZONE IMPERMÉABLE

18 millions

de Français résident dans des zones susceptibles d'être inondées par un débordement de cours d'eau.

Source : Géorisques

Ces illustrations réalisées par l'artiste Sophie Glover® sont inspirées des schémas produits par eaufrance, service public d'information sur l'eau, et par le Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement).

→ SUBMERSION MARINE

+ 1 mètre

de hauteur, c'est le niveau moyen que pourrait atteindre la mer d'ici à 2100.

Source : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).

1,3 million

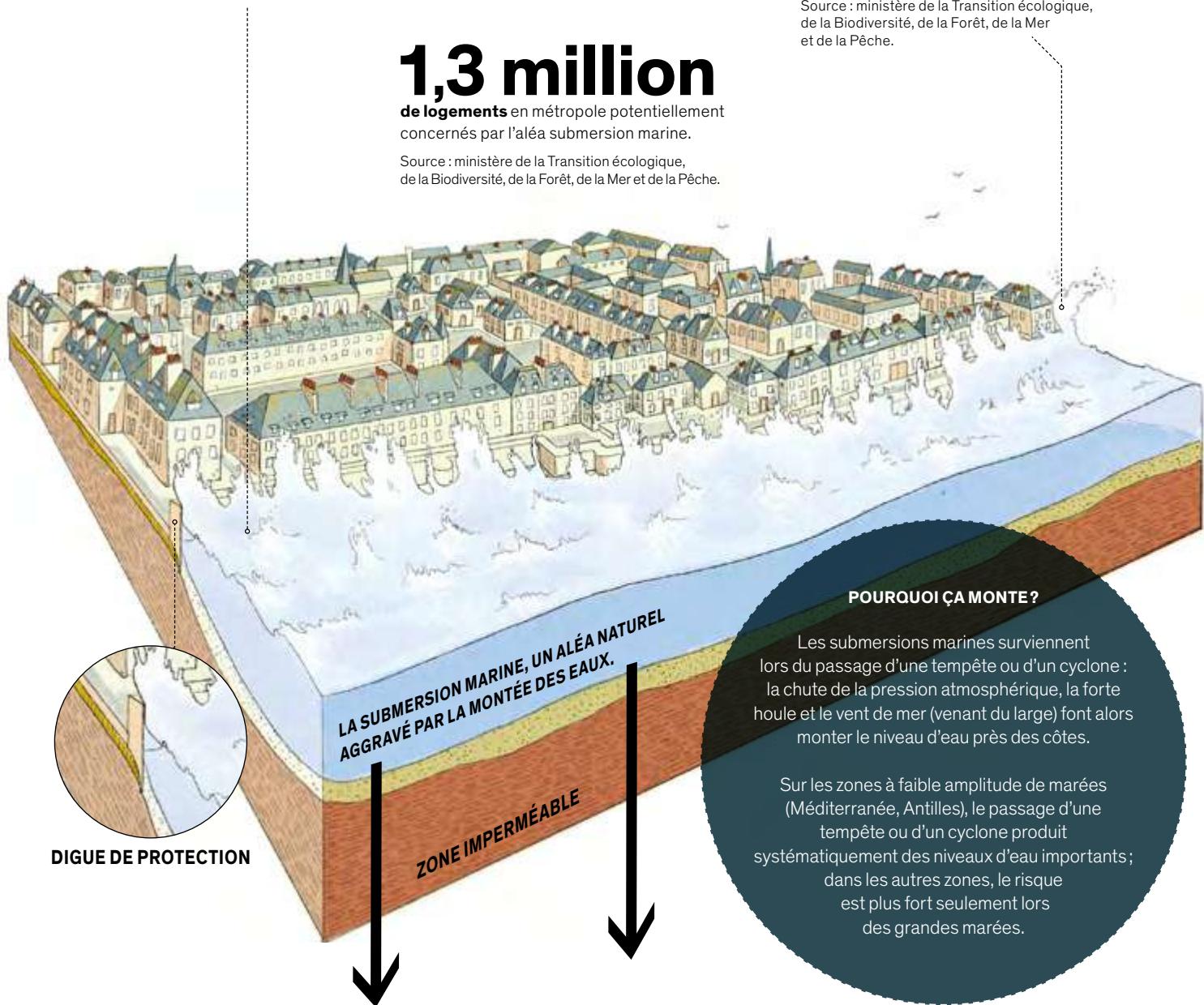
de logements en métropole potentiellement concernés par l'aléa submersion marine.

Source : ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche.

1,5 million

d'habitants exposés au risque de submersion marine.

Source : ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche.

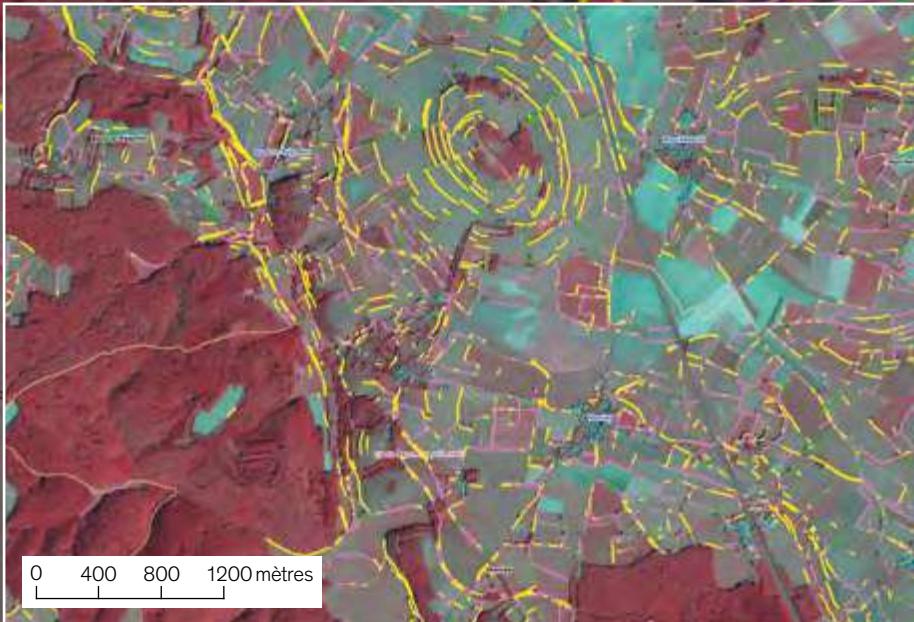


L'océan se dilate

La température de la mer s'élève : les molécules d'eau prennent plus de place, la mer se dilate et son niveau s'élève.

Les glaciers fondent

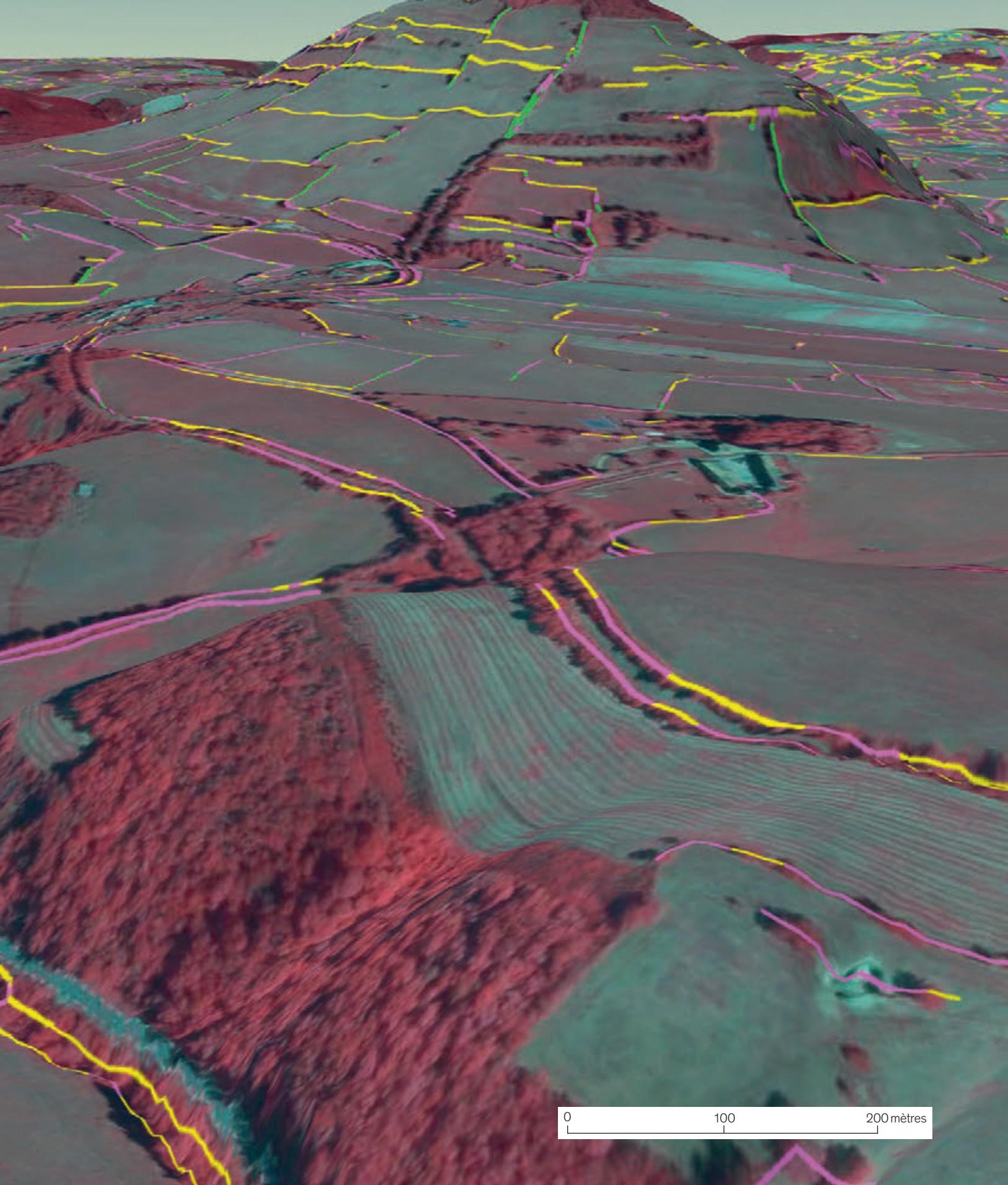
En fondant, les glaces continentales, les glaciers et les calottes glaciaires font monter le niveau de la mer.



LES HAIES, DES REMPARTS NATURELS CONTRE LES INONDATIONS

LIEU : MONTAGNE DE BARD (CÔTE-D'OR)
Date : 2023

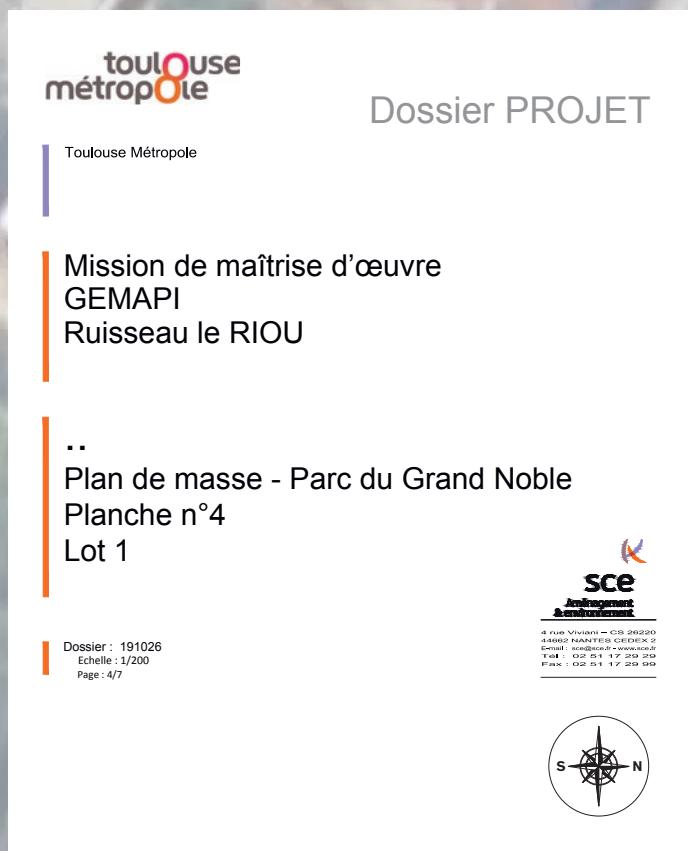
Parmi les solutions fondées sur la nature (SFN) qui montent en puissance pour lutter contre les inondations, les haies tiennent une place de choix, car elles constituent une barrière très efficace en cas de crue. Leurs racines facilitent, en effet, l'infiltration de l'eau de pluie dans les sols, réduisant d'autant le ruissellement. Les haies sont aussi capables de ralentir fortement les écoulements d'eau, surtout si elles sont fournies et bien orientées, cette capacité étant d'autant plus



Orientation des haies par rapport à la pente

- █ Oblique
- █ Parallèle
- █ Perpendiculaire
- █ Haies en zone plate

forte que la haie sera perpendiculaire au sol. D'où l'intérêt du dispositif de suivi des bocages assuré par l'Office français de la biodiversité (OFB), le ministère chargé de la Transition écologique et l'IGN, dont sont issues les données qui ont permis l'élaboration de ces visuels 3D (en grand) et 2D (image incrustée).

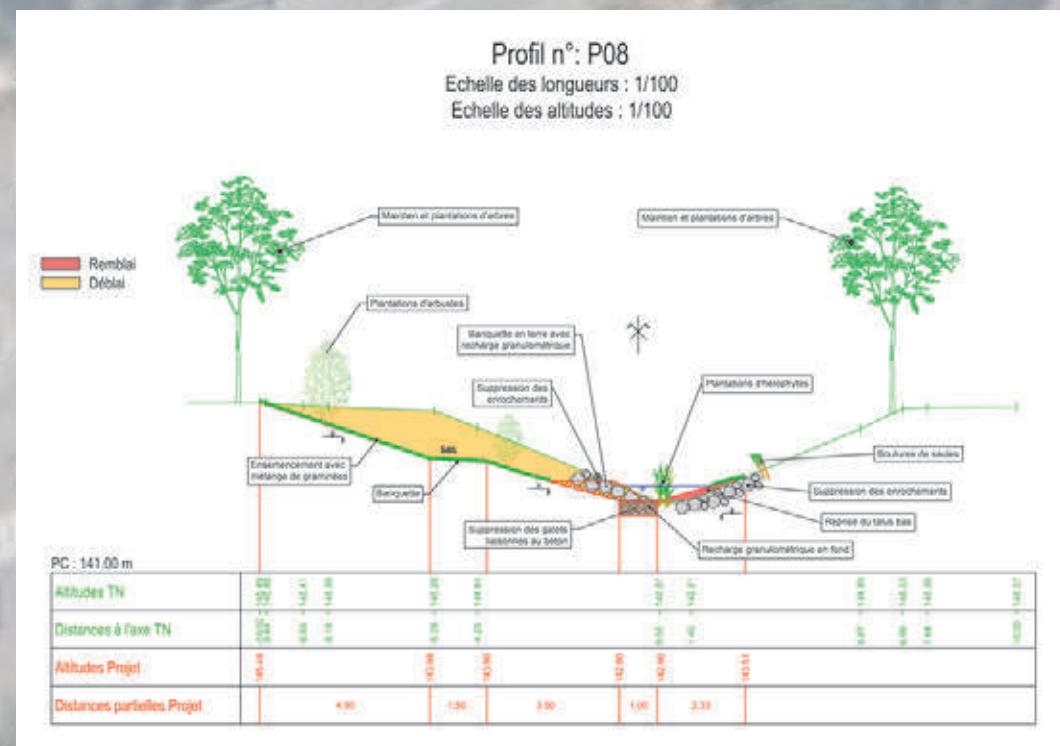


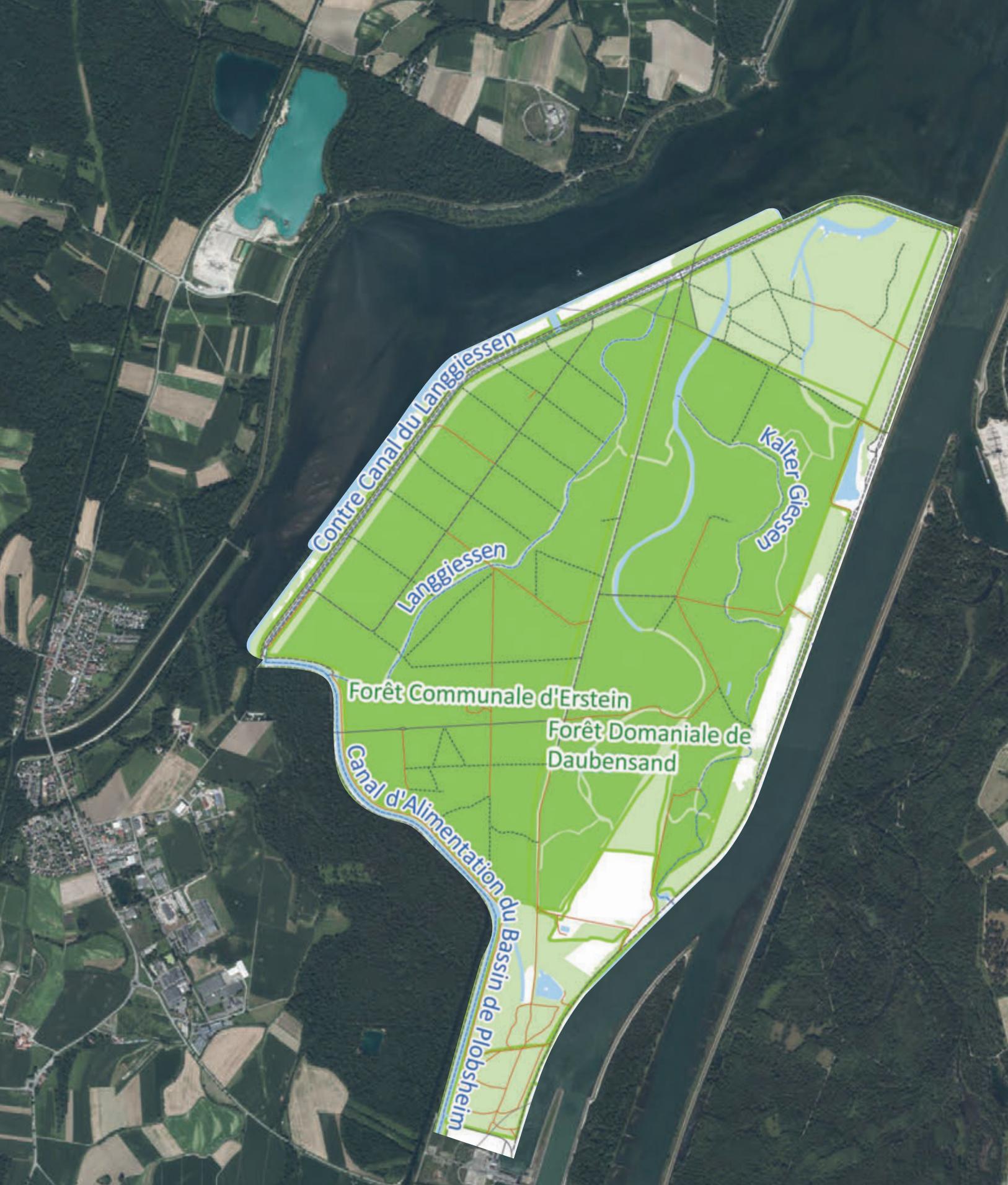
LE REMÉANDRAGE DU RIOU

LIEU : PARC DU GRAND NOBLE,
BLAGNAC (HAUTE-GARONNE)
Date : 2024

Le Riou, affluent de la Garonne, long de 4,5 km, prend sa source sous l'aéroport de Blagnac. Il a été artificialisé sur 2 km avec un cuvelage béton avant de redevenir plus naturel. Le projet de renaturation a permis la suppression du béton, la création de méandres selon les contraintes spatiales ainsi que des plantations de végétation adaptées aux milieux aquatiques sur environ 2 km. L'objectif recherché est de restaurer les fonctions écologiques du cours d'eau,







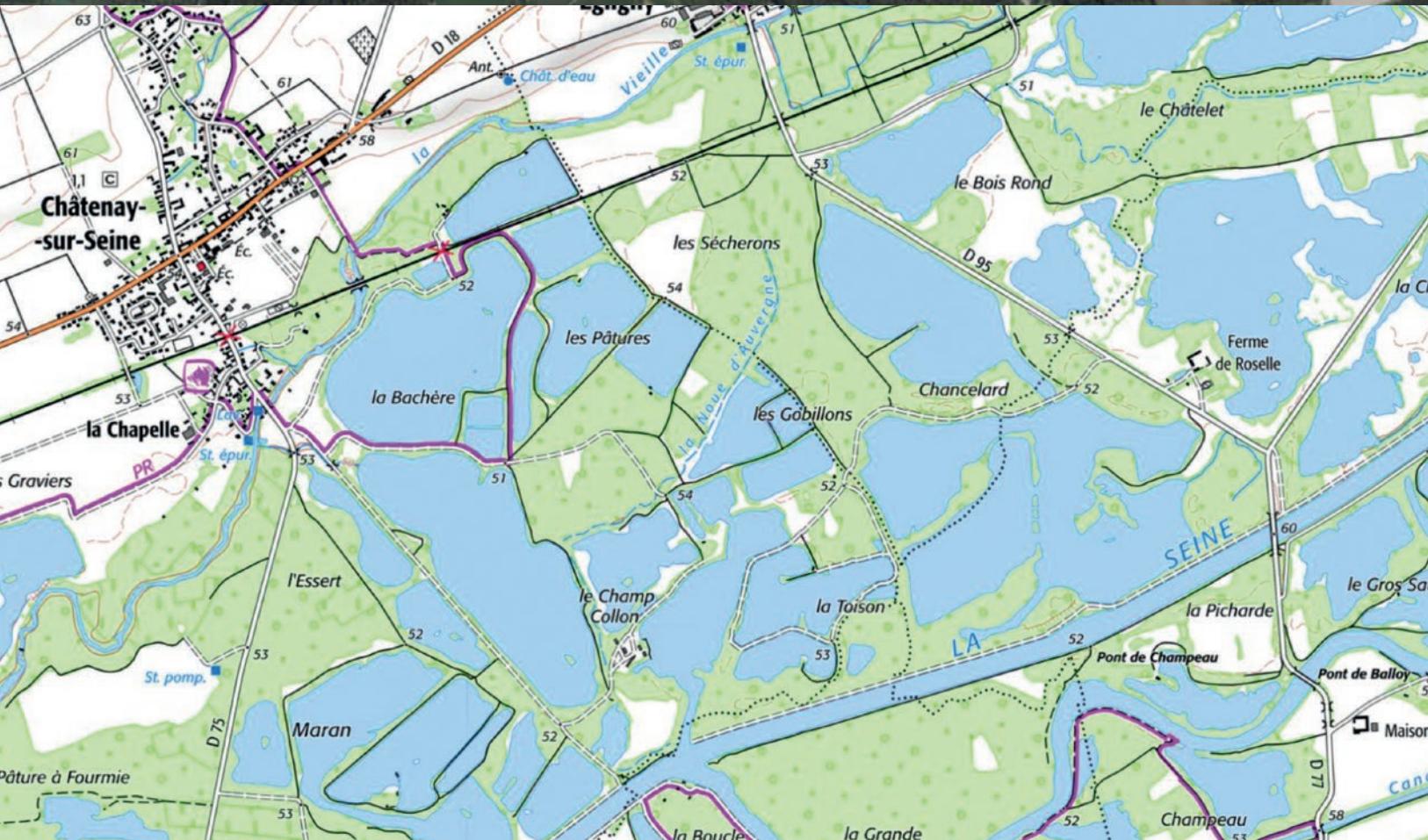
UN POLDER POUR RETENIR

LES CRUES

LIEU : ERSTEIN (BAS-RHIN)

Date : 2025

C'est un ouvrage original, situé à quelques kilomètres en amont de Strasbourg, contribuant à l'écratage des crues du Rhin, avec une vocation écologique : zone de rétention de 600 hectares, le polder d'Erstein permet de stocker près de 8 millions de m³ d'eau. La mise en eau du site, prévue régulièrement en dehors des cas de crues, a aussi une visée écologique puisqu'elle simule les débordements du Rhin, qui avaient lieu régulièrement avant sa canalisation au XIX^e siècle, alimentant en alluvions la forêt d'Erstein. Riche d'une diversité de faune et de flore exceptionnelle, elle est d'ailleurs classée comme réserve naturelle nationale. Ce visuel est une superposition d'une vue aérienne issue du Géoportail et d'une carte issue de la BD TOPO® de l'IGN.



**UN CASIER POUR RÉGULER
LES CRUES DE LA SEINE**
LIEU : LA BASSÉE (SEINE-ET-MARNE)
Date : vue aérienne de 2024

La mise en service du casier pilote de Seine Bassée, situé en amont de Paris, est prévue courant 2025. Grâce à la construction d'une station de pompage et d'une digue de 7,8 km, cet ouvrage de 360 ha, dont on voit les contours sur cette photo aérienne, pourra retenir en cas de besoin 10 millions de m³ d'eau, et faire ainsi baisser de 3 à 15 cm les crues de la Seine. Ce projet est porté par l'établissement public territorial de bassin (EPTB) Seine Grands Lacs. La carte du bas, réalisée par l'IGN, représente la zone avant la construction de l'ouvrage.

INONDATION & CRISE

ACCOMPAGNER LES
POPULATIONS ET GÉRER
LES CONSÉQUENCES SUR
LES INFRASTRUCTURES

Quand l'inondation menace, c'est une course contre la montre qui s'engage. Chaque instant gagné sauve des vies, limite les dégâts sur les territoires, facilite le retour à la normale. Pour agir vite, il faut être préparé. Une réactivité décisive à l'heure où le dérèglement climatique rend ces événements plus fréquents et parfois plus violents. Car derrière chaque risque inondation, il y a des habitants qui peuvent tout perdre et des territoires qui devront se reconstruire. En reconnaissant, il y a plus de quarante ans, la situation de catastrophe naturelle, la France s'est mise en ordre de marche pour savoir comment agir rapidement. C'est alors tout un écosystème qui s'est organisé pour anticiper, alerter et intervenir au plus juste. Et tenter de remporter la course contre la montre.

Quand l'eau déborde, la menace devient réalité : routes coupées, populations à évacuer, secours à organiser... Face à l'urgence, une mécanique de gestion de crise se met en place, où la coordination entre acteurs est cruciale. Une ressource s'impose comme stratégique : l'information. Données cartographiques, modélisation des crues, repérage des enjeux sensibles... la capacité à partager les données d'un territoire en crise conditionne directement l'efficacité des secours ; puis, lorsque l'événement est passé, la reconstruction des vies et des biens touchés. ↴

PENDANT ET APRÈS L'INONDATION : LES COULISSES D'UNE GESTION DE CRISE

Les événements météorologiques et hydrologiques qui touchent régulièrement le territoire français peuvent avoir des conséquences graves pour les personnes, les biens et les infrastructures. Quand la crue menace, le premier levier d'action, c'est la surveillance. En France, elle est assurée par Vigicrues, un service rattaché au ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche, qui supervise la vigilance sur les principaux cours d'eau de France métropolitaine. Créé en 2006 à la suite des grandes inondations de Vaison-la-Romaine et de la Somme, ce service permet d'observer l'évolution des cours d'eau sous surveillance et d'avertir la population en cas de prévision d'un phénomène dangereux dans les vingt-quatre heures. Lucie Chadourne-Facon, directrice du service central Vigicrues, rappelle que ce dispositif est le tout dernier rempart de prévention avant l'inondation. « *On se situe juste avant la crise, dans ce petit laps de temps essentiel pour alerter la sécurité civile, prévenir les autorités de gestion de crise, mettre autant que possible les biens et les personnes à l'abri et déployer les équipements et les matériels de la sécurité civile là où c'est nécessaire.* »

VIGICRUES, DERNIÈRE VIGIE AVANT LA CRISE

Vigicrues s'appuie sur un réseau de 450 agents répartis sur l'ensemble du territoire, incluant 17 services de prévision des crues et 20 unités d'hydrométrie intégrés aux DREAL¹.

« *Notre organisation est cohérente à l'échelle hydrographique, dépassant les frontières administratives afin d'assurer une continuité de l'action publique* », précise Lucie Chadourne-Facon. La vigilance aux crues repose sur trois piliers : la mesure des rivières (hauteur d'eau et débit) grâce à quelque 3 000 stations hydrométriques ; les prévisions météorologiques (cumuls de pluie, intensité, temporalité) ; et la modélisation du comportement des rivières. Les crues sont modélisées pour chaque tronçon surveillé, en tenant compte des cumuls de pluie attendus, de l'humidité des sols et de l'état des réserves d'eau. Ces simulations permettent d'anticiper les débordements, parfois jusqu'à vingt-quatre heures à l'avance, avec une précision variable selon la réactivité du cours d'eau. « *Des événements récents, comme la tempête Kirk, en octobre 2024, illustrent la capacité du service Vigicrues à déclencher une vigilance rouge plus de dix-huit heures à l'avance, évitant ainsi des drames. À l'inverse, certaines crues soudaines, notamment en zone de montagne, sont encore difficiles à anticiper précisément à plus de quelques heures* », nuance Lucie Chadourne-Facon.

DE LA VIGILANCE À L'ALERTE : UN TRAVAIL COORDONNÉ

La vigilance Vigicrues (niveaux jaune, orange, rouge) est déclenchée sur la base de seuils « *fixés en amont avec les préfectures et les DDT², pour bien caler nos seuils en regard de l'importance des enjeux susceptibles d'être touchés* »,

explique Lucie Chadourne-Facon. Ils croisent hauteurs d'eau et présence d'enjeux sur la zone exposée – un centre-ville dense, un hôpital, etc. En situation de crue, les services de prévision sont en contact avec les autorités de gestion de crise – les préfectures et les référents départementaux inondation des DDT – pour les éclairer sur la situation en cours et à venir. En cas de vigilance orange ou rouge, Vigicrues entre en lien direct avec le COGIC³ et les COZ⁴ pour les éclairer sur les situations zonales et nationales, et transmettre toute information utile à l'organisation des équipes de sécurité civile sur le terrain.

Lors de ces épisodes de vigilance élevée, Vigicrues produit jusqu'à quatre cartes de vigilance par jour, y compris de nuit. Les bulletins sont disponibles sur le site et l'application Vigicrues, permettant à chacun de consulter en temps réel les prévisions, les cinétiques de crue et les zones à risque. Pendant ce temps, sur le terrain, les hydromètres surveillent les rivières, assurent la fiabilité des mesures et recalibrent les modèles si nécessaire. Les modélisateurs affinent les prévisions grâce à des outils intégrant l'intelligence artificielle. Les prévisionnistes, quant à eux, assurent l'analyse opérationnelle.

Il s'agit ensuite d'alerter. Parmi les systèmes mis en place pour informer les personnes susceptibles d'être affectées par la montée des eaux, la société Predict Services joue un rôle central. En appui aux collectivités locales et aux assureurs, elle contribue à l'information et à la prévention des populations. Aujourd'hui, près de 25 000 municipalités utilisent déjà le système d'alerte de Predict Services. Ce sont donc plus de 20 millions de foyers prévenus de l'arrivée imminente d'une inondation – via un SMS de leur assureur. « Ce service permet de réduire la sinistralité. Les messages d'alerte évitent la destruction de nombreux biens de valeur », explique son fondateur et président Alix Roumagnac.

LE DÉCLENCHEMENT DE LA CRISE INONDATION

L'eau déborde. Dès les premiers signaux de la crise, les services de secours entrent en jeu. « Chez les sapeurs-pompiers, la crise commence au premier appel de secours reçu au 18 ou au 112, explique Coline Delvoye, cheffe du bureau des informations géographiques du SDIS⁵ de l'Isère. Si la situation le requiert, on monte rapidement en puissance, jusqu'à la mise en place d'un commandement structuré – le CODIS⁶ renforcé, activé pour suivre une intervention importante ou de longue durée –, voire dans certains cas le déploiement de postes de commandement mobiles. » Au centre de traitement de l'alerte (CTA), une salle de débordement peut être activée en cas de saturation du standard pour filtrer spécifiquement les appels en lien avec l'événement. Sur leur écran, les opérateurs géolocalisent les points d'appel pour une sectorisation dynamique et une coordination large des interventions sur le terrain.

Les missions prioritaires sont clairement définies : sauvetage des personnes en danger immédiat, mise en sécurité préventive des populations, protection des établissements sensibles (campings, écoles, etc.), reconnaissance des vulnérabilités et des zones à risque (sites industriels travaillant

1 Directions régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement.

2 Directions départementales des territoires.

3 Centre opérationnel de gestion interministérielle des crises.

4 Centres opérationnels de zone.

5 Service départemental d'incendie et de secours.

6 Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours.

91,9 %

des alertes aux crues de 2024 ont été déclenchées plus de 6 heures avant l'atteinte des niveaux correspondants à cette vigilance.

Source : bilan annuel 2024 Vigicrues.

« Des événements récents, comme la tempête Kirk, en octobre 2024, illustrent la capacité du service Vigicrues à déclencher une vigilance rouge plus de 18 heures à l'avance, évitant ainsi des drames. »

LUCIE CHADOURNE-FACON, directrice du service central Vigicrues



↑ Construction d'une passerelle par l'équipe spécialisée Unité de sauvetage d'appui et de recherche (USAR) du SDIS 38 en collaboration avec les équipes du parc national des Écrins, dans le cadre des crues torrentielles au hameau de La Bérarde (Isère).
© Parc national des Écrins

↓ Cette carte représente les axes de vol de l'équipage d'imagerie aérienne de l'IGN. Ces vols, du 21 juin 2024, ont servi à capturer les images de la crue de l'Oudon (Maine-et-Loire). ●



23 300 km

de cours d'eau surveillés par Vigicrues,
selon 329 tronçons, aux abords desquels
se situent plus de 75 % de la population.

Source : ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche.

Plus de 30 000 communes françaises

ont été touchées par au moins une inondation,
depuis 1982. Et un tiers d'entre elles l'ont été
à trois reprises ou davantage.

Source : Caisse centrale de réassurance.

avec des produits chimiques, etc.) et actions de soutien aux communes sinistrées (pompage, bâchage des toitures, déblaiement, etc.). L'accompagnement humain est essentiel, y compris pour des relogements d'urgence quand les habitations sont devenues invivables.

APRÈS LA CRUE, RETOUR À LA NORMALE ET SOLIDARITÉ NATIONALE

Une fois les eaux retirées, une nouvelle phase commence : celle du retour à la normale, souvent long et difficile. C'est là que la solidarité nationale entre en jeu avec le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles (Cat-Nat), mis en place en 1982. Ce dispositif, unique en son genre et spécifiquement français, permet aux particuliers, aux entreprises et aux collectivités d'être indemnisés en cas de situation déclarée « catastrophe naturelle ». Chaque année, entre 6 000 et 10 000 demandes sont traitées. « *C'est un dispositif unique au monde, qui mutualise les risques à l'échelle nationale via une surprime d'assurance*, précise Matthieu Herbelin, adjoint au chef de la mission catastrophes naturelles au ministère de l'Intérieur. *La création de ce dispositif a permis de pallier une carence de couverture des risques naturels qui n'étaient que très peu assurés jusqu'alors.* » Désormais, chaque sinistré peut obtenir réparation à condition que l'événement soit reconnu « catastrophe naturelle » par arrêté interministériel. La procédure est enclenchée par la commune auprès de la préfecture. En matière d'inondation, un dossier est constitué, incluant des rapports météorologiques (Météo-France) et hydrologiques (Vigicrues). Il est instruit à l'aune de deux critères : il doit s'agir à la fois d'un phénomène d'origine strictement naturel et d'une intensité anormale avec une période de retour des précipitations supérieure ou égale à dix ans. Une fois l'arrêté interministériel validé et publié, les sinistrés ont trente jours pour déclarer leur dommage. Les biens, s'ils sont assurés, peuvent alors faire l'objet d'une indemnisation, à condition de prouver le lien entre le sinistre et l'événement reconnu.

Face au changement climatique, la gestion de l'après-crise ne cesse de s'adapter. « *Avec l'augmentation des épisodes naturels extrêmes, certains événements qui étaient auparavant exceptionnels deviennent plus fréquents*, rappelle Matthieu Herbelin. *Les critères d'éligibilité – comme la fréquence décennale minimale – peuvent exclure des situations localement difficiles.* »

Une commission nationale sera prochainement installée pour veiller à la pertinence des critères de reconnaissance des sinistres et aux conditions d'indemnisation, dans un contexte d'événements de plus en plus fréquents. En outre, le ministère de l'Intérieur, conjointement avec les autres ministères, travaille sur le « relèvement » des territoires touchés par une inondation pour accompagner les élus et les populations dans les suites de la crise. ●

L'IMAGERIE AÉRIENNE, UN OUTIL DE PRÉCISION POUR MODÉLISER LES CRUES



Hélène Buijsart est une ingénierie formée à l'ENSG-Géomatique en imagerie, photogrammétrie et télédétection. En plus de vingt ans d'expérience à l'IGN, elle a notamment fondé l'unité de photogrammétrie à Creil et piloté des projets innovants. Aujourd'hui, elle dirige le service de l'imagerie et de l'aéronautique, chargé des couvertures aériennes du territoire national.

Mobilisée en appui des services de prévision des crues, l'imagerie aérienne permet de cartographier avec précision l'emprise réelle des inondations. Hélène Buijsart revient sur le déclenchement de ces opérations complexes, menées en lien étroit avec Vigicrues.

Dès qu'une vigilance orange est émise sur une zone mal connue ou sortant des crues de référence, l'IGN est aussitôt alerté par Vigicrues, notre partenaire depuis 2012. L'équipe d'imagerie aérienne se prépare aussitôt à intervenir. Objectif : réaliser des prises de vues des zones inondables dans un créneau très serré, au plus près du pic de crue. À partir des tronçons d'intérêt transmis par Vigicrues – avec un point amont et un point aval –, les opérateurs élaborent plusieurs plans de vol, à différentes altitudes, pour s'adapter aux contraintes météorologiques, qui peuvent compromettre l'acquisition. Le plafond nuageux est en effet un facteur limitant, car nous ne réalisons pas d'acquisition sous les 1 500 pieds (environ 450 mètres). Plus on peut voler haut, plus le champ capté est large, ce qui permet de réduire les axes de vol et de gagner du temps. À titre de comparaison, une mission classique ortho-image se fait à 21 000 pieds

(6 400 mètres) et une mission PCRS (pour de l'image haute résolution à 5 centimètres) à 6 000 pieds (environ 1 800 mètres).

Pendant cette phase préparatoire, les échanges sont constants entre la cheffe des opérations et Vigicrues, qui peut ajuster la zone et l'horaire cible jusqu'au dernier moment. Une fois le feu vert donné, l'équipage embarque : deux pilotes et deux photographes, dont l'un ajuste en temps réel le plan de vol en fonction de l'évolution des conditions ou des directives de Vigicrues, qui peut intervenir même pendant la mission pour adapter le périmètre.

Les images capturées ne servent pas immédiatement à la gestion de crise, mais sont traitées dans les jours qui suivent. Elles sont assemblées pour produire un dallage d'images géoréférencées, superposable aux cartes. Ce matériau permet de définir avec exactitude l'emprise de la crue, donnée précieuse pour la modélisation et la mise à jour des scénarios de vigilance. Le délai de livraison est généralement inférieur à dix jours, hors météo défavorable. Cette technologie aérienne, mature et éprouvée, complète utilement les données satellites. Ces dernières, bien qu'efficaces, ne survolent pas toujours les zones ciblées au bon moment. L'aérien reste donc un outil de terrain agile et réactif, indispensable à la compréhension fine des dynamiques hydrologiques en période de crue.



Lucie Chadourne-Facon est ingénierie des ponts, des eaux et des forêts. Elle est directrice du service central Vigicrues depuis 2024, après avoir été directrice adjointe de la délégation de Toulouse du Cerema Sud-Ouest et directrice DDT du Tarn-et-Garonne.



Coline Delvoye est géomaticienne depuis quinze ans au SDIS 38. Elle y est actuellement cheffe du bureau du système d'informations géographiques (SIG). Sa mission : la production de cartes sur le risque courant à destination des sapeurs-pompiers, de cartes thématiques (risques inondation, feux de forêt...) et de cartes d'analyses d'aide à la décision.



Matthieu Herbelin est diplômé de Sciences Po Lille. Attaché d'administration de l'État, il commence sa carrière en tant que chargé de suivi parlementaire des lois EGALIM pour le compte du ministère de l'Agriculture. En 2024, il rejoint l'université de la sécurité civile au poste d'adjoint au chef de la mission CatNat, au ministère de l'Intérieur.



Alix Roumagnac est ingénieur hydraulique de formation. Il a d'abord travaillé dans un bureau d'études montpelliérain spécialisé dans les domaines de l'eau, de l'environnement et de l'aménagement du territoire. Il fonde Predict Services en 2006 à la suite de violentes inondations dans l'Aude et le Gard. Son entreprise est aujourd'hui un acteur incontournable de la prévention et de la gestion des risques naturels en France et à l'international.

ASSURANCE ET RÉASSURANCE, ÉTAT DES LIEUX

En cas de risques majeurs, notamment de catastrophes naturelles, les assurances ne disposent pas toujours de ressources suffisantes pour indemniser les assurés. C'est le moment où l'État intervient. Le régime des catastrophes naturelles, instauré par la loi du 13 juillet 1982, vise à compenser la carence des garanties proposées par les assurances. La prise en charge des sinistres est réalisée par la Caisse centrale de réassurance (CCR), qui fonctionne sur un partenariat public-privé entre l'État et les assurances. La CCR, dont la solvabilité est garantie par l'État, joue le rôle de réassureur des assureurs. Cependant, le déséquilibre de ce modèle de réassurance, causé par le dérèglement climatique et la multiplication des catastrophes naturelles, impose son adaptation.

LE MODÈLE DE RÉASSURANCE FRANÇAIS

PUBLIC ET AU SERVICE DE L'INTÉRÊT GÉNÉRAL

LE RÉGIME CAT-NAT

Il repose sur un partenariat public-privé entre les assureurs et l'État qui garantit, via la CCR, la mutualisation solidaire des risques et la solvabilité du système.

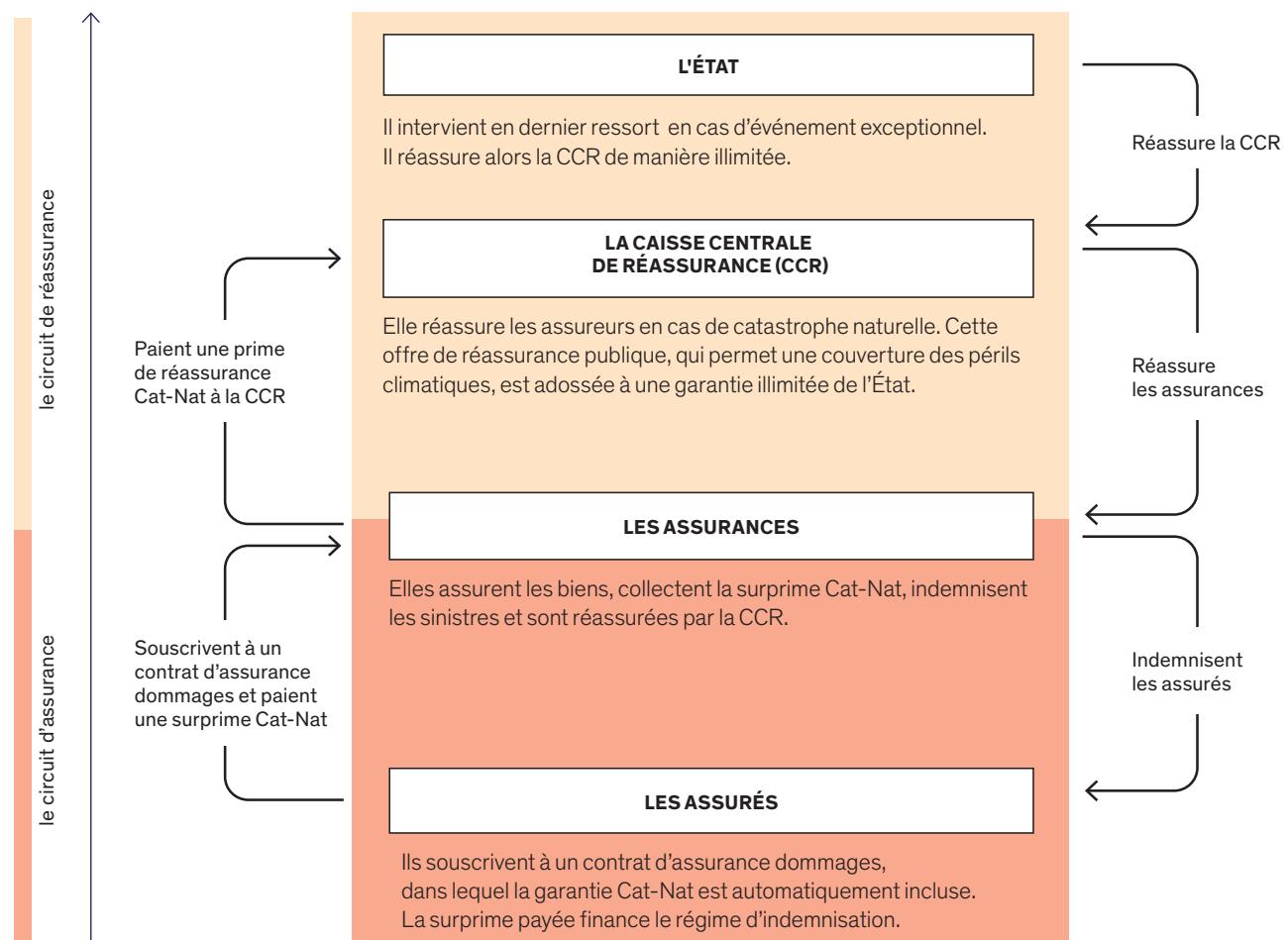
LE CIRCUIT DE L'INDEMNISATION

Les fonds de la CCR proviennent des surprimes, de placements financiers réalisés par la CCR et de la garantie de l'État français.

61,2 MD€

c'est le coût des Cat-Nat Non-Auto tous périls confondus depuis 1982*.

LE CIRCUIT D'ASSURANCE ET DE RÉASSURANCE



* Sinistralité Non-Auto cumulée. Le terme « Non-Auto » désigne l'ensemble des sinistres n'impliquant pas l'assurance automobile.

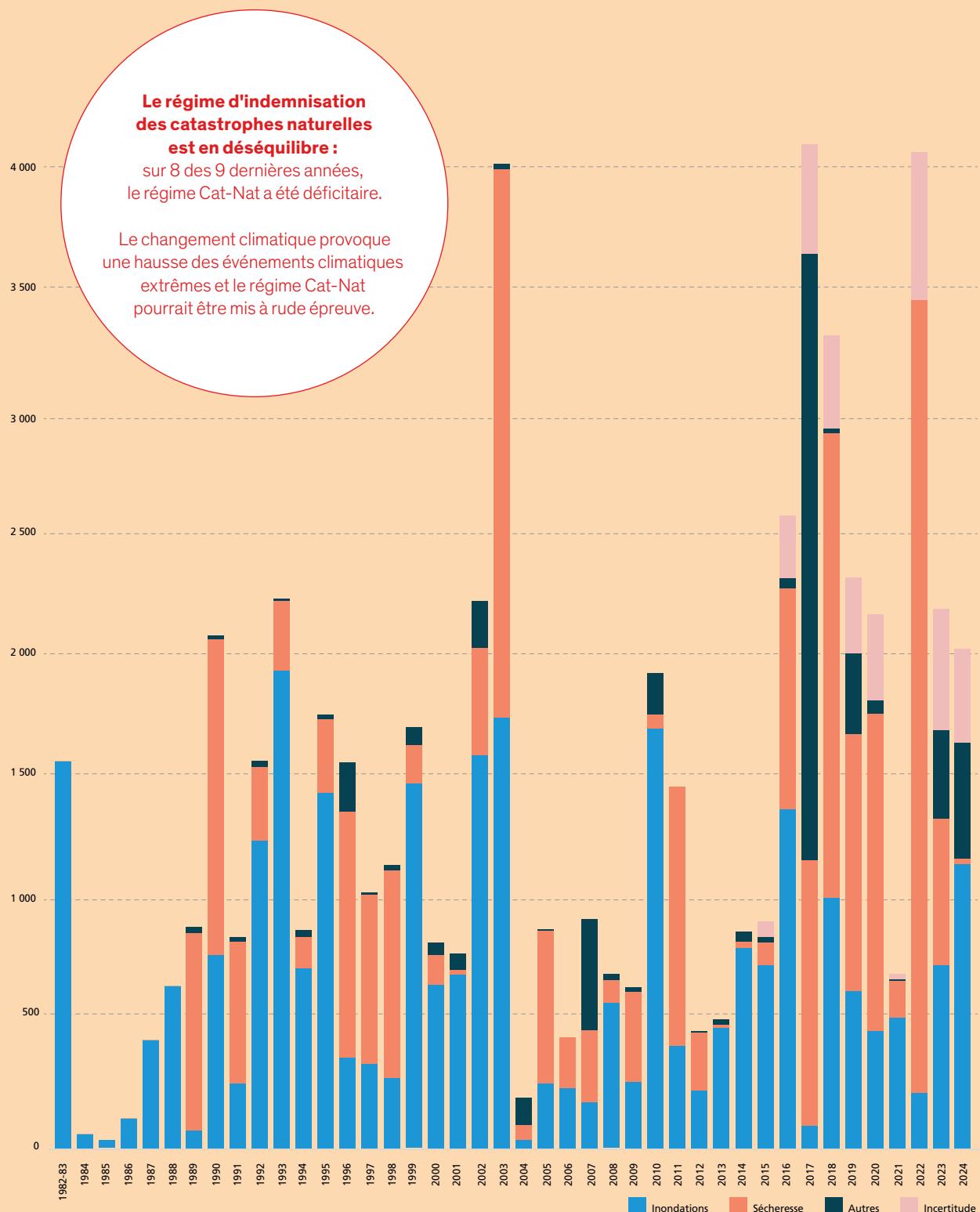
Il regroupe notamment les dommages aux biens (habitations, entreprises, bâtiments publics) causés par des catastrophes naturelles.

DES SINISTRES PLUS NOMBREUX ET PLUS COÛTEUX

La sinistralité est le rapport entre le montant des sinistres indemnisés et les primes collectées pour les couvrir sur une période donnée. Depuis 1982, la sinistralité concerne principalement les inondations (49 %) et la sécheresse (41 %).

Le ratio sinistre/prime, qui mesure la proportion des sinistres par rapport aux primes collectées, se dégrade sur la dernière décennie : les indemnisations versées sont plus importantes que les primes collectées.

LA SINISTRALITÉ CATASTROPHES NATURELLES NON-AUTO DE 1982 À 2024 (ACTUALISÉE EN MILLIONS D'EUROS EN 2024)



Source : Caisse centrale de réassurance, bilan 1982-2024.

Secteur 3



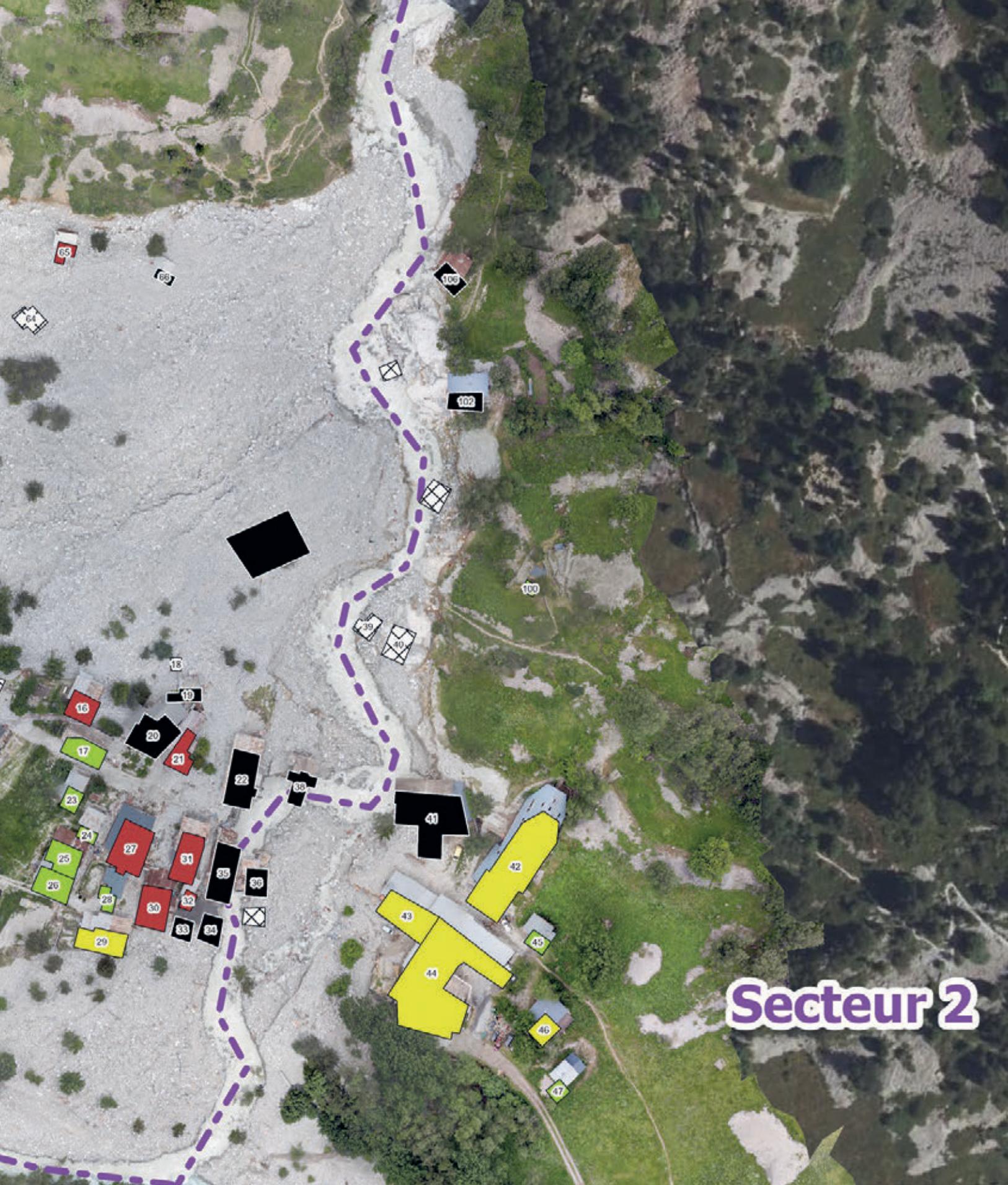
ÉVALUATION BÂTIMENTAIRE

APRÈS LA CRUE

LIEU : LA BÉRARDE (ISÈRE)

Date : juin 2024

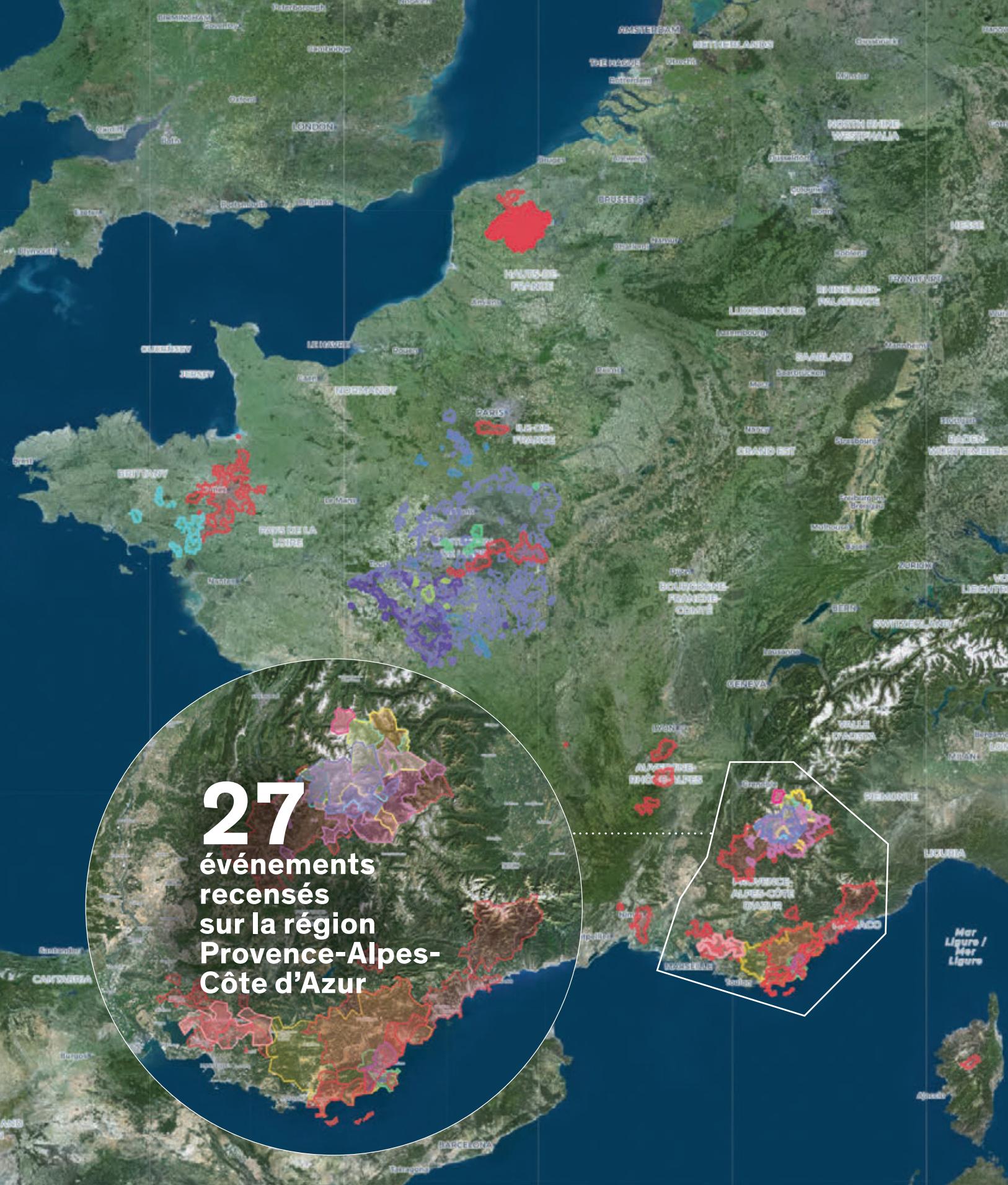
Les phénomènes météorologiques extrêmes (tempêtes, tremblements de terre, inondations) causent d'importants dégâts aux bâtiments. La formation des sapeurs-pompiers en évaluation bâimentaire est essentielle pour garantir la sécurité des intervenants et appuyer le commandant des opérations de secours dans ses choix tactiques. Évolutive, elle commence par la numérotation des bâtiments, parfois difficile : à La Bérarde, certaines maisons



étaient ensevelies sous les blocs de roche, les gravats et le sable, d'autres emportées par la force du phénomène. Bien qu'elle ne soit pas une expertise assurantielle, cette évaluation a aussi permis d'estimer les risques pour les habitants lors de la récupération de leurs biens personnels. Cette carte a été réalisée par le bureau des informations géographiques des sapeurs-pompiers d'Isère (SDIS 38).

Dommages bâtimentaires

- Nuls à Légers
- Modérés
- Importants
- Danger immédiat
- Disparu
- Indeterminé
- Limites Secteurs
- PK départemental
- H Drop zone
- ▲ Route endommagée
- X Route fermée
- Passerelle



**DES PLATEFORMES POUR
CENTRALISER LES DONNÉES**

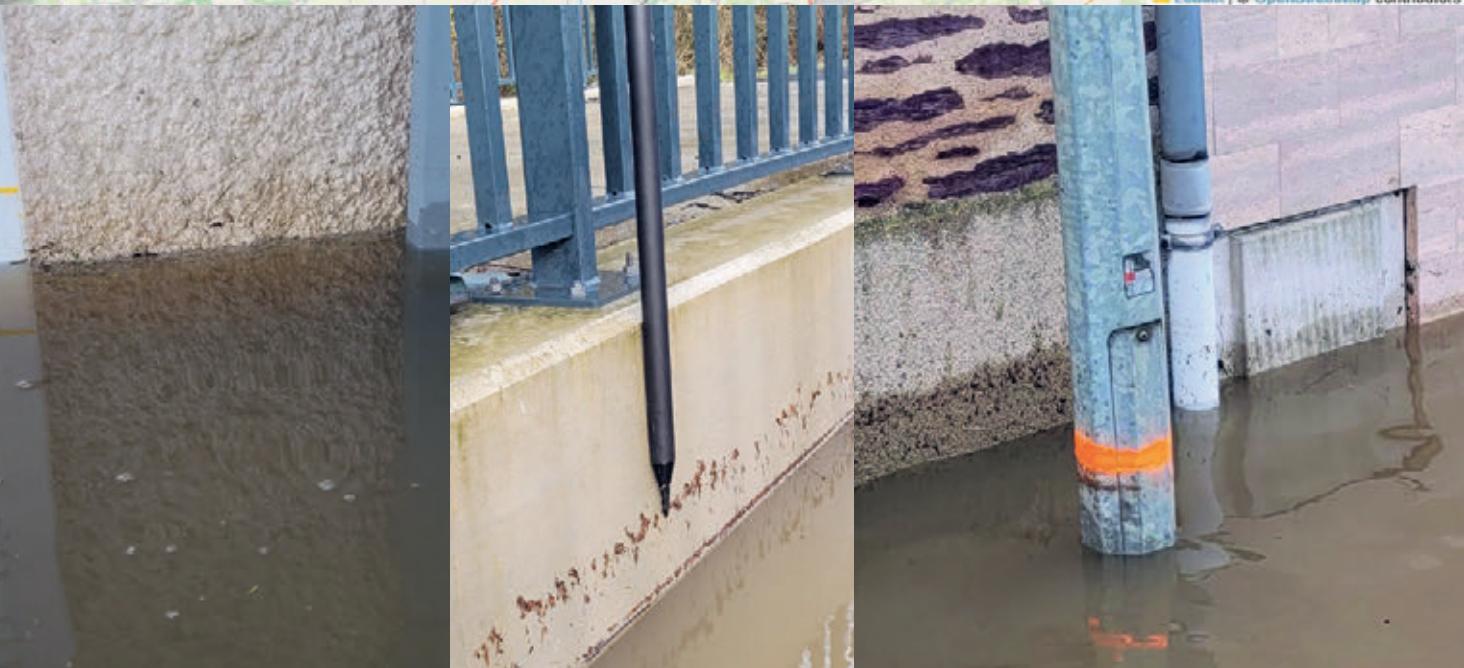
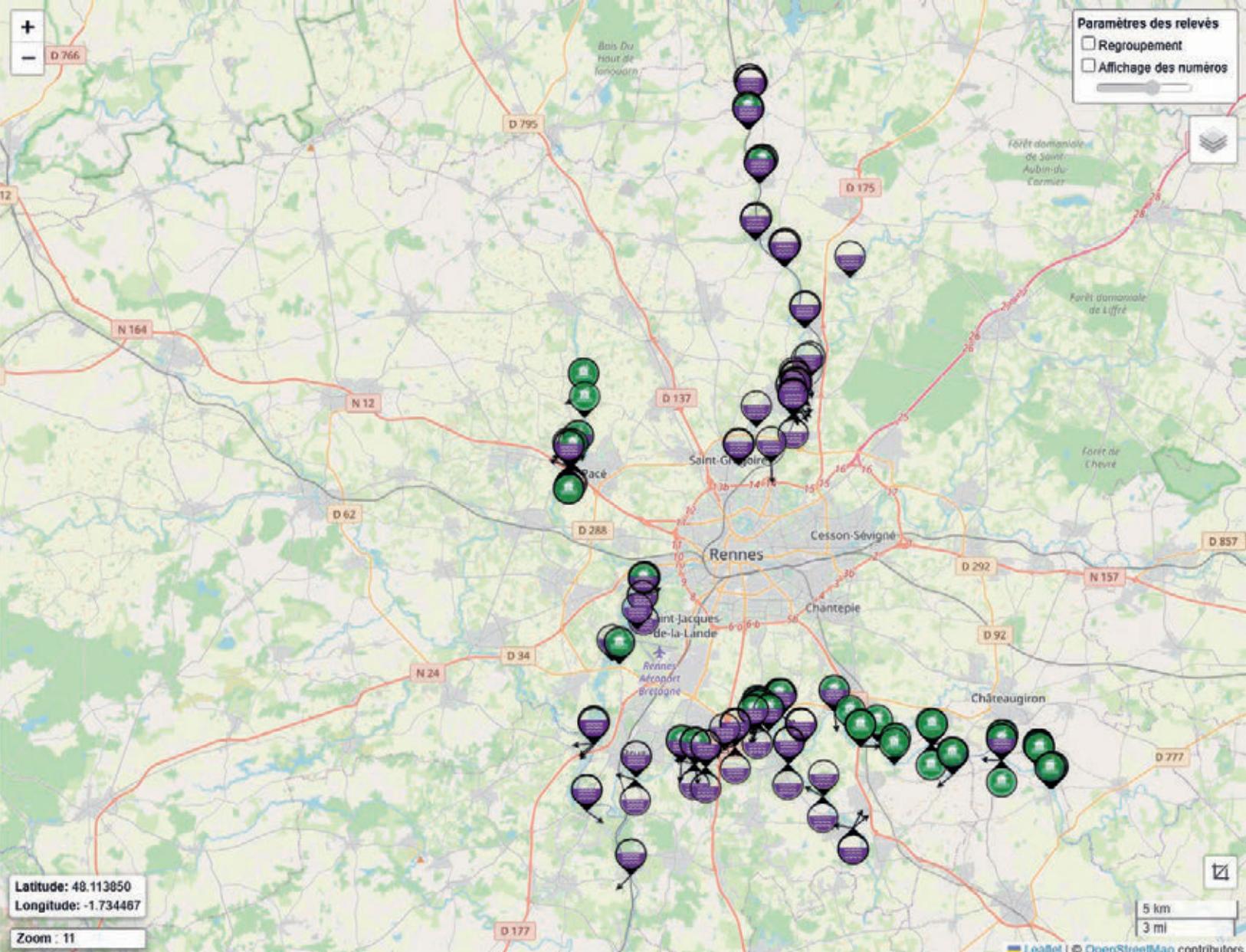
LIEU : FRANCE
Date : juillet 2025



CARTOGRAPHIER
L'ANTHROPOCÈNE

Ces cartes proviennent de la plateforme Murex, développée par le Cerema à l'intention des collectivités locales, de l'État et des opérateurs. Elle leur offre la possibilité de mettre en commun et de visualiser, au sein d'une carte interactive, des données de dommages après une inondation, des laisses d'inondations et d'autres types de ressources géolocalisées. Après la crise, seuls les relevés de laisses d'inondation (plus hautes eaux, traces éphémères, etc.) sont capitalisés dans la plateforme nationale Repères de crues portée par Vigicrues. Murex, quant à elle, garde en mémoire toutes les données de dommages.

ATLAS IGN
2025



**LES LAISSES D'INONDATION,
DES TRACES À RELEVER
DANS L'URGENCE**
LIEU : RENNES (ILLE-ET-VILAINE)
Date : janvier 2025

SCOUT

L'application Scout, développée par le Cerema, a pour objectif d'assister les agents lors de visites d'inspection ou de collecte de données sur le terrain. Ils peuvent ainsi réaliser et indexer des observations couvrant la majorité des besoins : photographie, vidéo, commentaire audio, texte, formulaire personnalisé et géolocalisation. L'application intègre le module Crisi qui permet de relever les laisses d'inondation indiquant le niveau d'eau maximum atteint à différents endroits, avant que ces traces ne soient effacées par les riverains. Ces relevés peuvent être exportés vers les plateformes Murex et Repères de crues et ainsi enrichir leurs données.



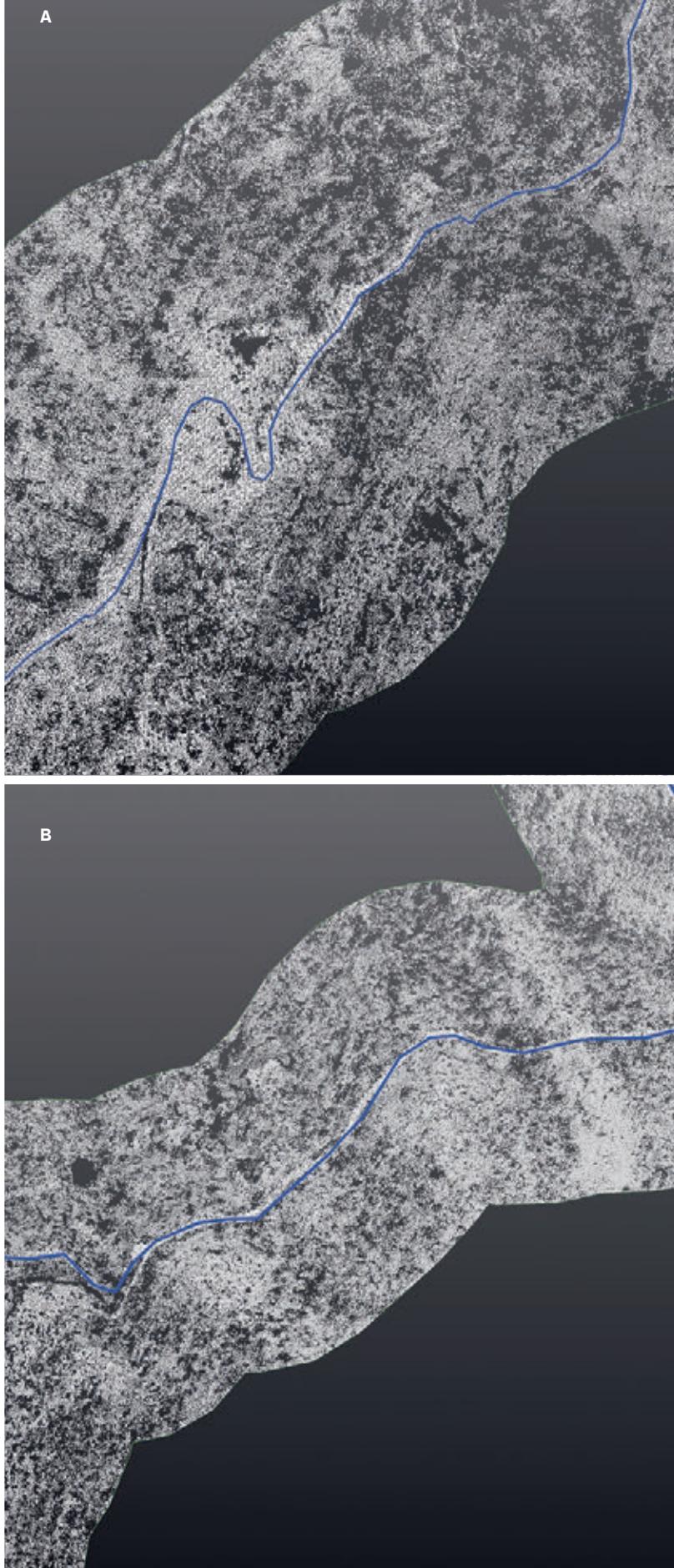
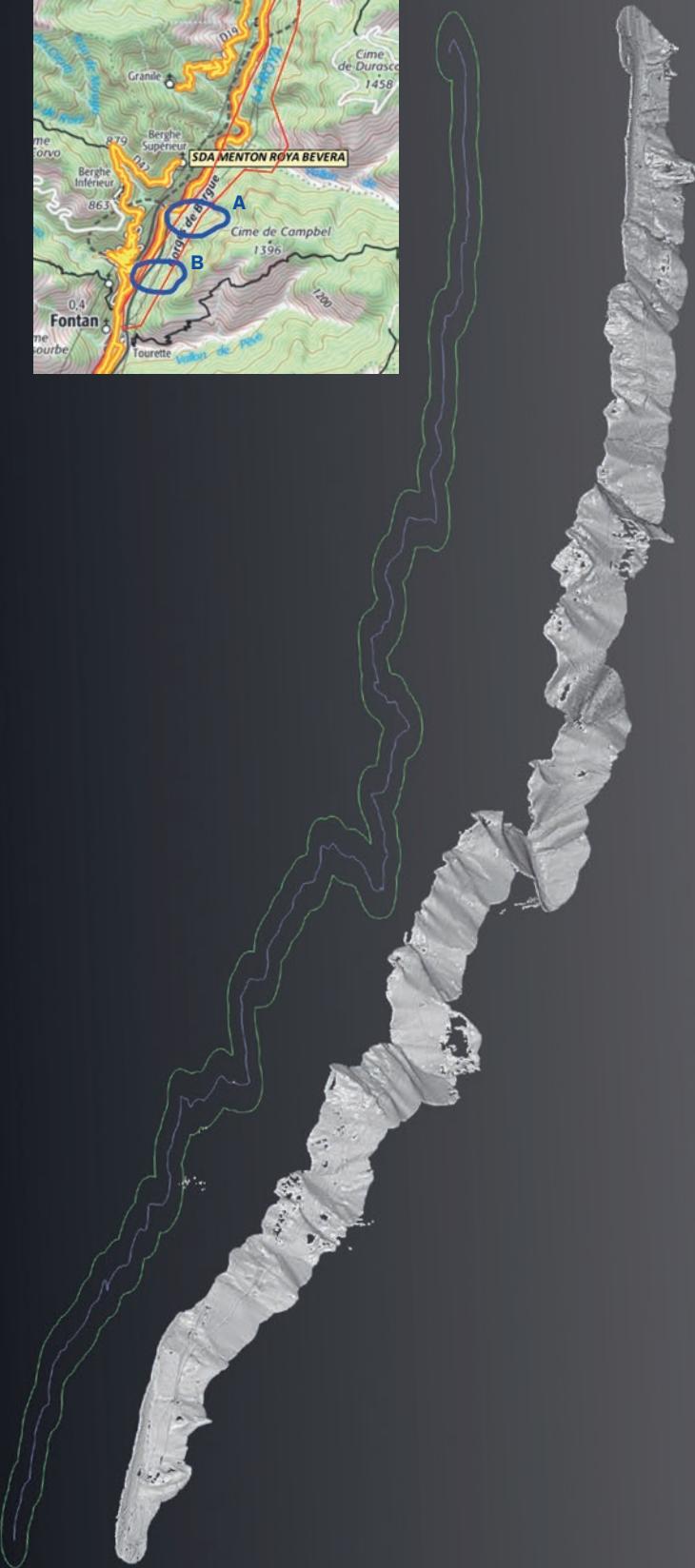
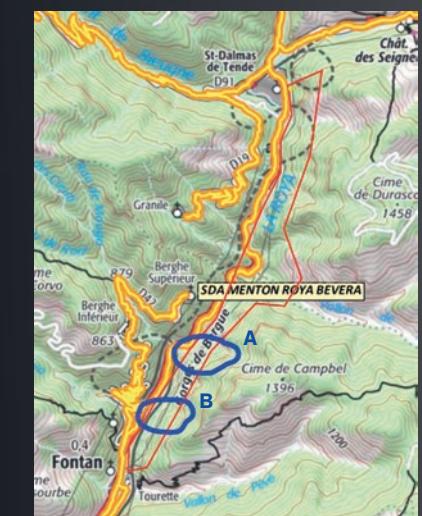
**DANS LA VALLÉE DE LA ROYA,
LES RAVAGES D'UNE TEMPÈTE**
LIEU : VALLÉE DE LA ROYA
(ALPES-MARITIMES)
Date : 2020



← Avant

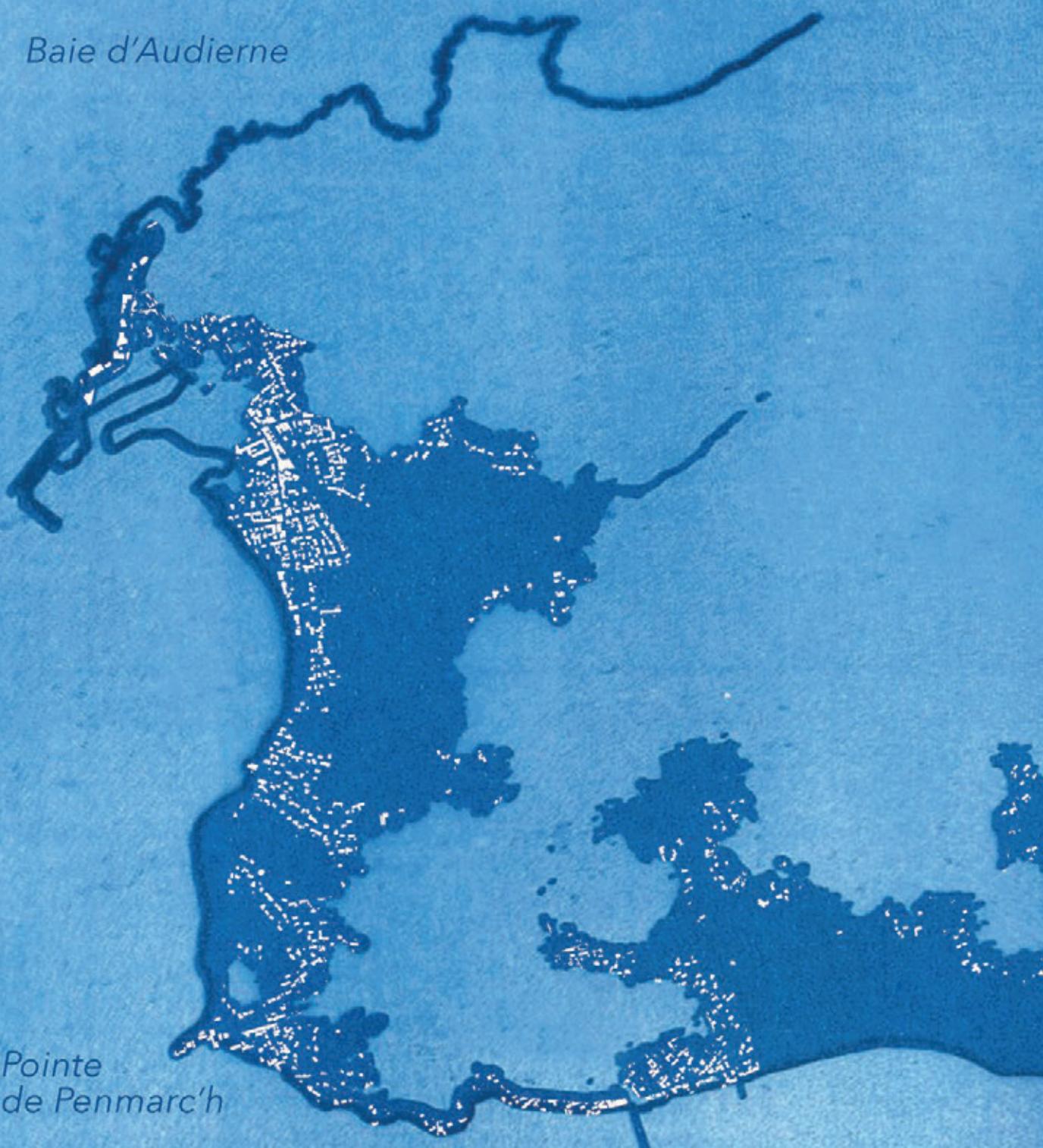
→ Après

«En 2020, le passage de la tempête Alex a causé d'importantes inondations dans la vallée de la Roya. L'utilisation de données LiDAR acquises juste après la catastrophe a alors permis l'identification à distance de sentiers d'accès sécurisés pour relier les villages. L'analyse de ces données à large emprise géographique, en complément de celles issues de l'unité Drone du département des Alpes-Maritimes, a facilité la mesure des dégâts occasionnés et ainsi accéléré la mise en place d'un plan d'action.» Gabriel Vatin, chef de projet géomatique 3D au département des Alpes-Maritimes.



La zone entourée en rouge sur la carte correspond à la zone d'acquisition des données LiDAR à la suite de la catastrophe. Ces données ont permis de retranscrire le relief du terrain en 3D dans le logiciel RealWorks (visuel vertical). Première modélisation de la vallée, cette retranscription est devenue une référence encore utilisée aujourd'hui pour suivre son évolution. Les deux zones entourées en bleu ont quant à elles fait l'objet de gros plans du nuage de points acquis par le LiDAR (visuels A et B). La ligne bleue en leur centre montre le tracé de la piste d'accès numérisée en 3D. Elle a été par la suite utilisée sur les plans d'accès et de réaménagement de la zone.

Baie d'Audierne



Océan Atlantique

LA PART DE L'EAU

LIEU : PENMARC'H (FINISTÈRE)

Date : 2024

Quel avenir pour les territoires exposés à la montée des eaux ?

« La part de l'eau » explore la pointe finistérienne de Penmarc'h, un territoire qui d'ici à 2100 sera exposé à un risque d'épisodes de submersion. Élaborée à partir du répertoire du bâti de la BD TOPO® de l'IGN et de la carte de l'aléa de submersion à échéance cent ans du plan de prévention des risques littoraux Ouest Odet, cette carte

« Le Finistère s'est imposé à moi pour illustrer le risque de submersion marine. Depuis mon enfance, j'y ai vu le paysage se transformer : urbanisation, changement de la végétation, recul du trait de côte... »

Gabriel Barrès, géographe



CARTE LAURÉATE DU CONCOURS CARTO 2024,
DANS LA CATÉGORIE CARTOGRAPHIE ARTISTIQUE

Réalisée par **Tram-Anh Vo**, graphiste et illustratrice, et **Gabriel Barrès**, géographe.



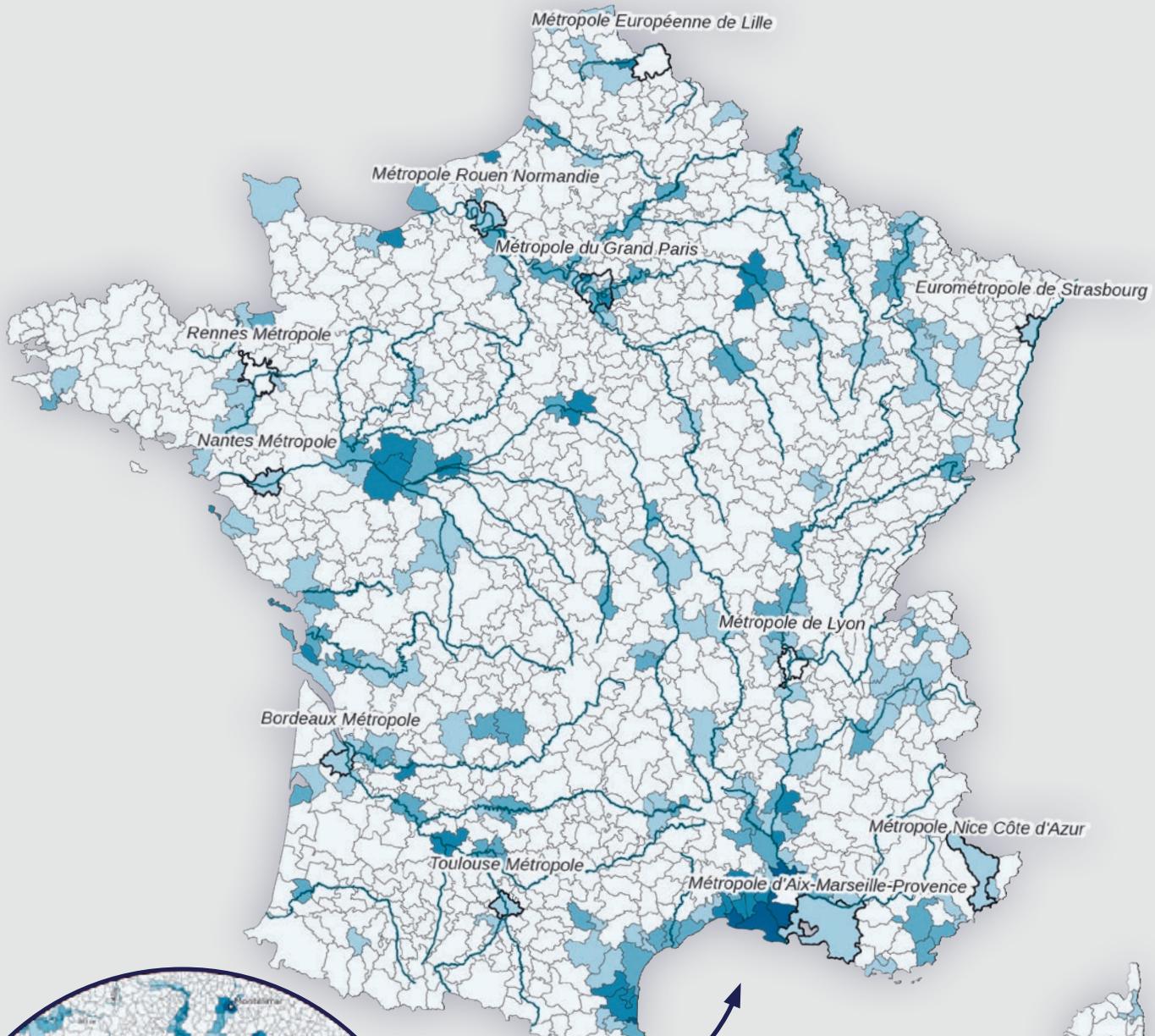
propose à l'échelle d'une commune et du bâti une approche sensible de ces espaces, dont il faudra sans doute repenser « l'habiter ». Quitte à peut-être, comme on fait la part du feu, devoir faire la part de l'eau.

Réalisée avec la technique du cyanotype, cette carte a été littéralement immergée dans l'eau.

Aléa de submersion
à échance 2100
« fort » et « très fort »

Bâti actuel

Trait de côte actuel

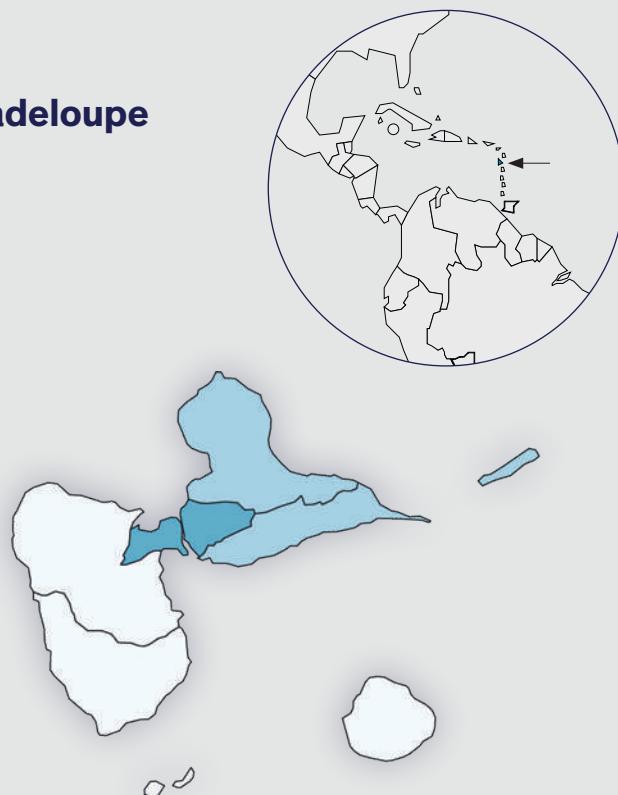


L'EXPOSITION DES POPULATIONS AU RISQUE INONDATION

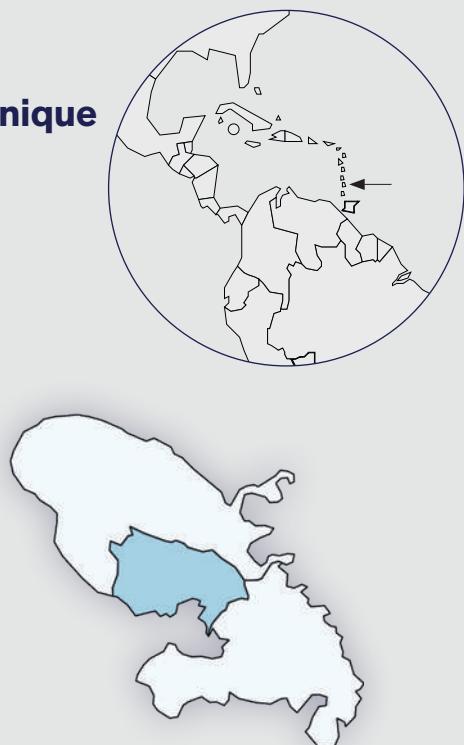
LIEU : FRANCE HEXAGONALE
ET CORSE
Date : 2025

Tous les territoires ne sont pas exposés au même niveau de risque. Ces cartes représentent la part de la population, par commune ou regroupements de communes – plus précisément par établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) – vivant dans une zone à risque inondation, que ce soit par débordement de cours d'eau, par ruissellement ou par submersion marine.

Guadeloupe



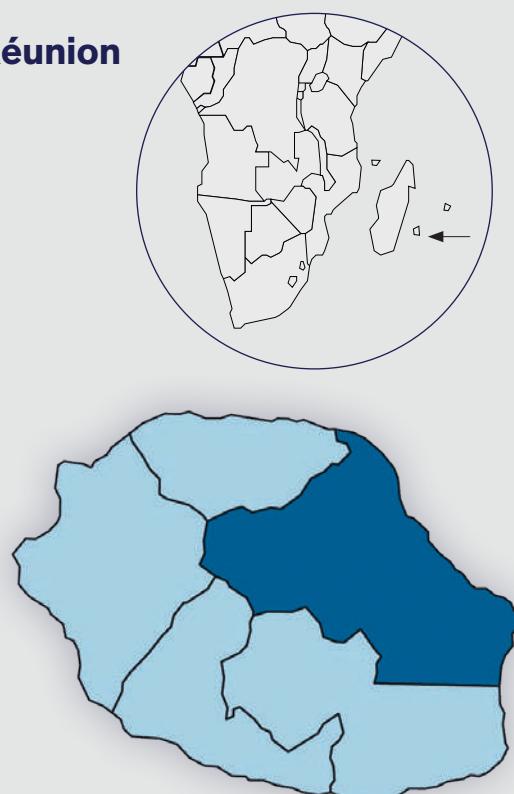
Martinique



Guyane



La Réunion



LIEUX : DÉPARTEMENTS
ET RÉGIONS D'OUTRE-MER (DROM),
HORS MAYOTTE
Date : 2025

Réalisation : Atelier de cartographie
thématique de l'IGN.

Elles s'appuient sur un scénario de probabilité moyenne utilisé comme référence dans les plans de prévention des risques d'inondation (PPRI).

Sources : IGN, Insee, Géorisques. Données de répartition de population indisponibles sur Mayotte.

■ Moins de 3 %
■ Entre 3 et 10 %
■ Entre 10 et 20 %
■ Entre 20 et 35 %
■ Plus de 35 %

« NOUS POUVONS FAIRE DE NOTRE ÉCO-ANXIÉTÉ UNE BOUSSOLE. »



Alice Desbiolles est médecin, épidémiologiste, spécialisée en santé publique. Elle a exercé dans divers contextes, notamment à l'hôpital, au ministère de la Santé, à l'Institut Pasteur et lors de missions sanitaires internationales. Autrice de plusieurs ouvrages sur l'éco-anxiété, elle est l'une des premières professionnelles de santé à avoir médiatisé ce concept et les conséquences sanitaires du réchauffement climatique. En complément de ses publications, elle anime des ateliers, tels que la « Fresque de l'éco-anxiété ». •

Les inondations frappent de plus en plus fréquemment nos territoires. Comment ces événements climatiques extrêmes affectent-ils notre santé mentale ?

A. D. Les catastrophes naturelles, comme les inondations, laissent des traces profondes dans la population. Au-delà des pertes matérielles et humaines, ces événements, soudains et brutaux, engendrent des troubles psychopathologiques aujourd’hui bien documentés, du stress post-traumatique

à l’anxiété généralisée ou la dépression. Les victimes directes sont bien sûr les plus touchées. Mais l’onde de choc va bien au-delà. La répétition des images de villes submergées, de maisons détruites, de personnes déplacées... alimente chez certains ce que l’on appelle de « l’éco-anxiété ».

Qu'est-ce que l'éco-anxiété ? En quoi diffère-t-elle d'un trouble post-traumatique ?

A. D. À ce jour, il n'existe pas de définition de l'éco-anxiété qui fasse l'objet d'un consensus d'un point de vue médical. Ce que l'on peut dire néanmoins, c'est que l'éco-anxiété n'est pas une maladie mentale, mais une réaction adaptative face à une prise de conscience environnementale. Peur, colère, impuissance, culpabilité... elle regroupe tout un panel d'émotions et de questionnements face à l'ampleur des menaces climatiques. L'éco-anxiété peut être déclenchée par des événements – comme voir son quartier inondé – ;

des informations rationnelles – via la lecture des rapports du GIEC ou autres – ; ou par sa propre observation des changements en cours – le recul de la biodiversité dans son jardin, la disparition des haies dans le paysage, etc. Elle interroge notre rapport à la nature, à l'avenir, à la société, et même à notre rôle dans le système, jusqu'à nous inspirer des questionnements plus existentiels : comment habiter le monde, se déplacer, se divertir, se vêtir, avoir ou non un enfant, etc.

L'éco-anxiété peut-elle conduire à des troubles cliniques ?

A. D. Aujourd’hui, il n'y a pas de réelles données épidémiologiques pour connaître les conséquences psychopathologiques de l'éco-anxiété. Face à une menace objective, l'être humain a plusieurs solutions : fuir, rester figé, ou bien agir en partant au combat. De mon expérience, j'observe que l'éco-anxiété induit souvent une forme de lucidité qui met en mouvement et permet de s'adapter. L'éco-anxiété nous pousse

alors à agir pour changer les choses à notre échelle – dans nos choix de consommation, de mobilité, d'engagement citoyen – et à se sentir en accord avec soi-même. Les interactions sociales, la coopération, les démarches associatives, en contribuant à redonner du sens à l'avenir, peuvent être les leviers d'une éco-anxiété vécue plus sereinement.

Peut-on transformer l'éco-anxiété en force de transition ?

A. D. Oui, à la condition de ne pas se laisser submerger par un sentiment d'impuissance et l'impression de n'avoir aucune prise sur les grandes orientations de notre société. Il est important de se recentrer sur son environnement proche, là où il est possible d'agir directement, en lien avec les risques spécifiques de son territoire. Un Brésilien confronté à la déforestation

ne mènera pas les mêmes combats qu'un habitant du Var ayant vu sa maison emportée par une inondation. S'engager localement, s'informer sur les risques, apprendre les gestes qui sauvent, se former pour s'adapter... tout cela permet de rester en prise avec son environnement et de se projeter avec lucidité dans un monde en transition. ◉

« L'éco-anxiété n'est pas uniquement un problème. Elle peut être transformée en énergie de transformation et ouvrir des perspectives d'action concrète, personnelle et collective. »

22 à 55 %

de la population seraient éco-anxieuse, d'après une étude portant sur 25 pays européens. Les femmes seraient plus concernées.

Source : Niedzwiedz & Katikireddi, 2023.

L'EAU NE CONNAÎT PAS DE FRONTIÈRES



Nicolas Paparoditis
directeur général adjoint (IGN)

Les risques climatiques, dont les inondations constituent l'une des manifestations les plus critiques, nous imposent de penser collectif.

Les événements récents, qu'ils frappent un bassin fluvial, un littoral ou une vallée de montagne, rappellent que leurs effets ignorent les frontières. À toutes les échelles – locale, nationale, continentale, mondiale – la coordination devient un levier indispensable. Et cette exigence s'incarne déjà dans de nombreuses initiatives : entre agences scientifiques, instances publiques et privées, État, organisations paneuropéennes ou internationales...

En France, par exemple, l'IGN et Météo-France collaborent de longue date sur la mesure en continu de la vapeur d'eau atmosphérique, à l'aide des observations des stations GNSS, essentielles pour la compréhension et la modélisation météorologique du cycle de l'eau, et donc essentielles aussi pour mieux anticiper les sécheresses, voire les famines dans certaines parties du globe.

Les autres pays avancent également, chacun avec ses priorités, ses outils, son exposition. À l'instar de l'IGN, les Pays-Bas ont mis en place, mais bien plus tôt, une couverture LiDAR HD de leur territoire leur permettant de connaître avec grande précision le relief de leur plat pays et d'ainsi mieux maîtriser leur vulnérabilité face aux inondations et aux risques de submersion marine.

Mais ces initiatives nationales, bien que nécessaires, trouvent leurs limites face à des phénomènes plus globaux, s'étendant au-delà des frontières administratives, comme la crue d'un fleuve traversant plusieurs pays.

Pour affronter ces dynamiques complexes, la coopération, le partage des savoirs, voire des outils, devient nécessaire.

C'est dans cet esprit que l'IGN est engagé dans EuroSDR, réseau européen de recherche appliquée rassemblant les agences nationales de cartographie. Au-delà de la recherche, cette coopération passe aussi par le partage de connaissances et de savoir-faire plus opérationnels, via EuroGeographics, l'association des IGN européens, qui aujourd'hui coordonne aussi les efforts pour bâtir des référentiels communs de données paneuropéennes à haute valeur (high-value dataset). Un projet emblématique incarne cette ambition : OME2 (Open Maps For Europe 2), un prototype de production de données harmonisées, à grande échelle et continues aux frontières, couvrant déjà trois volets cruciaux pour la gestion du risque : les limites administratives, les réseaux routiers... et les réseaux hydrographiques. Autant d'éléments structurants pour les politiques publiques européennes, et notamment sur le sujet du risque inondation.

Sur le plan bilatéral, l'IGN collabore étroitement avec son homologue allemand, le Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), pour, d'une part, produire et diffuser des données stratégiques qui alimenteront à terme des initiatives européennes plus vastes, comme le projet visant à produire une extension EU-27+ du projet OME2, et, d'autre part, pour travailler à des cas d'usage communs transfrontaliers de jumeaux numériques nationaux très détaillés pour préfigurer un jumeau numérique à l'échelle européenne. Ces jumeaux coupleront de manière étroite la donnée fine de terrain à des modèles de simulations physiques, urbanistiques, socio-économiques, etc. pour aider à la décision dans des situations complexes. Ils pourront être eux-mêmes couplés à des jumeaux plus locaux (BIM, smart cities) ou plus globaux à l'échelle continentale pour simuler le climat et ses risques.

Au cœur de ces ambitieux dispositifs, l'IGN joue un rôle de trait d'union en facilitant l'usage de la donnée fine de terrain pour stimuler les usages.

Face à des phénomènes qui ignorent les frontières, il relie le national à l'européen, le local au global, pour poser les fondations d'une stratégie européenne coordonnée, basée sur des données d'autorité, à haute valeur et interopérables, au service d'une gestion des risques plus efficace. >>



FRANCE,
Vaison-la-Romaine,
1992

Revenir à l'année 1992, c'est évoquer l'une des catastrophes inondation les plus meurtrières du XX^e siècle : celle de Vaison-la-Romaine. Par son ampleur et la médiatisation des images, cet événement choque. La crise vécue, comme un déclencheur, amorce des prises de conscience. L'année 1992 constitue un moment décisif dans l'évolution des politiques publiques de prévention du risque inondation.





FRANCE,
Pas-de-Calais,
2024

À la fin 2023 et au début 2024, la concentration de nuages pluvieux provoque des crues et des débordements dans la moitié nord du pays. La région du Pas-de-Calais enregistre des records de précipitations jamais atteints depuis le début des enregistrements en 1959. Alors que les sols sont déjà saturés, une perturbation arrose cette zone, entraînant des crues historiques des bassins-versants. Ici, à Aire-sur-la-Lys, les rues sont inondées à la suite du débordement de l'Aa.





BELGIQUE,
Grammont,
2024

En janvier 2024, en Belgique, les pluies torrentielles provoquent la montée et l'augmentation du débit de plusieurs cours d'eau. Le territoire subit une multiplication des crues, notamment en Flandres où la Dendre sort de son lit. Ici, à Grammont, une partie du village a dû être évacuée.





ESPAGNE,
Valence,
2024

L'inondation de Valence est considérée comme l'une des catastrophes naturelles les plus meurtrières ayant touché l'Espagne au XXI^e siècle. En trois heures, il pleut davantage que pendant les vingt et un mois précédents. Débordements de cours d'eau, torrents de boue, ruisseaux gonflés par les pluies, etc. concourent à l'inondation du sud de l'agglomération de Valence. L'urbanisation des zones touchées, ne permettant pas à l'eau de s'écouler librement, emprisonne les eaux dans la ville. Près de 240 morts et disparus sont à déplorer.



INONDATION & COOPÉRATION

ALLIER LES SAVOIR-FAIRE PUBLICS ET PRIVÉS FACE AUX DÉFIS CLIMATIQUES

Au même titre que le réchauffement climatique implique une coopération renforcée des États à l'échelle de la planète, la prévention des inondations repose sur une collaboration étroite entre tous les acteurs économiques et territoriaux du pays. D'abord à l'échelle des acteurs publics, puisque l'IGN collabore notamment avec Météo-France, les métropoles, les ministères... Ensuite entre les acteurs publics et privés, qui doivent apprendre à mettre en commun leurs savoir-faire et leurs informations pour faire émerger des solutions de prévention et d'anticipation des risques au-delà des frontières. En matière de résilience, c'est bien l'intelligence collective qui fait la différence.



**JUMEAU NUMÉRIQUE SIMULANT
UNE INONDATION SIMILAIRE
À LA CRUE CENTENNALE DE 1995**

LIEU : ANGERS (MAINE-ET-LOIRE)

Date : 2025

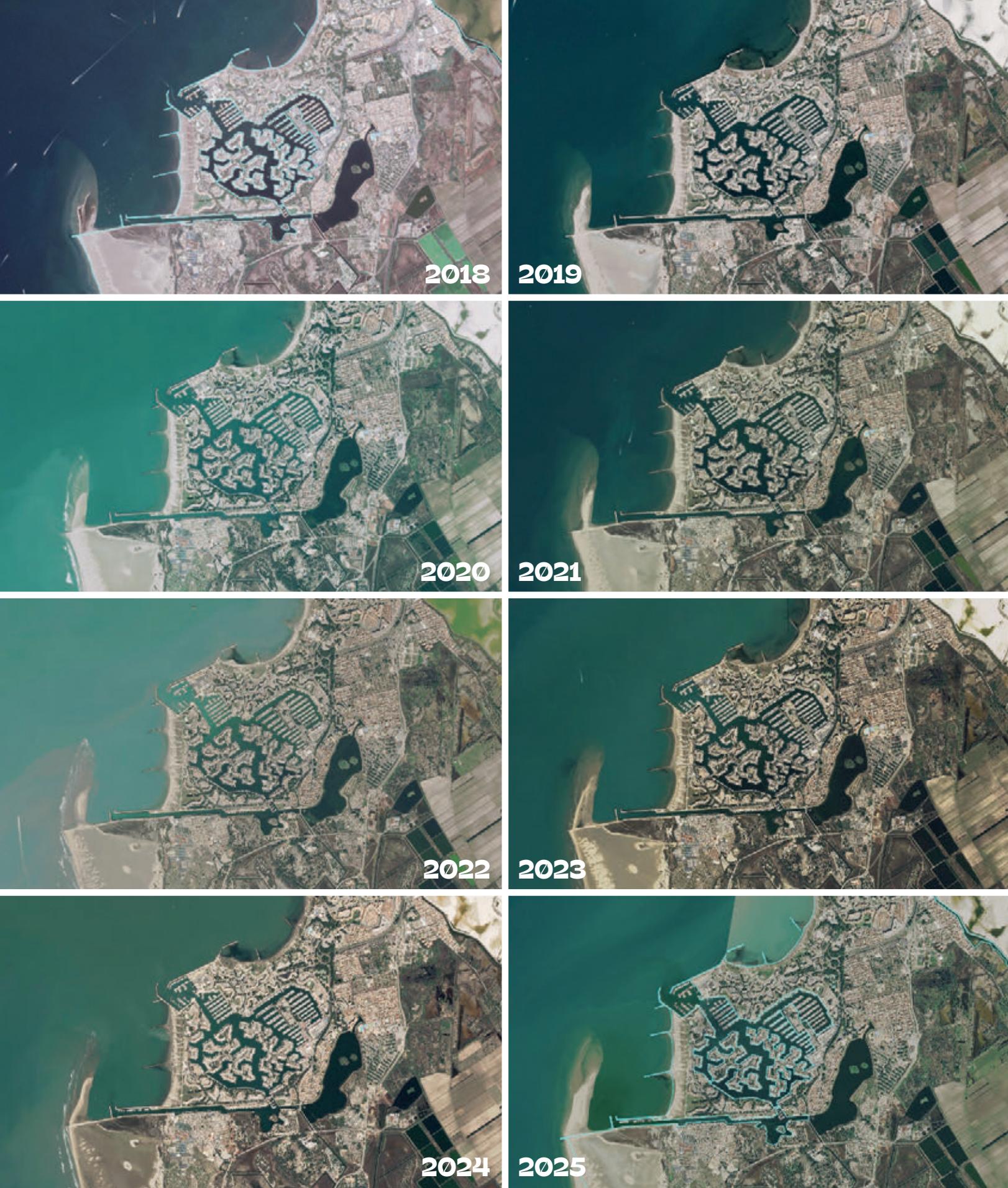
A sein d'Angers Loire Métropole, dans le cadre du projet Territoire intelligent, le jumeau numérique de territoire a pour objectif de répondre à des besoins de simulations d'inondation afin de préparer au mieux la collectivité dans un contexte de gestion de crise liée au changement climatique.

À partir de données historiques ou prévisionnelles, notamment de la Direction départementale des territoires de Maine-et-Loire et du réseau Vigicrues, ce jumeau numérique, en lien avec l'hyperviseur du centre de pilotage de la collectivité, est à la fois un outil d'aide à la décision, un outil de sensibilisation et un outil pédagogique pour aider entre autres à l'élaboration de plans d'action de prévention et d'intervention pour la mise en sécurité et la protection de la population.



Sources : © DDT 49 2022, © Angers Loire Métropole 2021-2025.

Réalisation : Angers Loire Métropole,
DSIN – Service information géographique,
avril 2024.

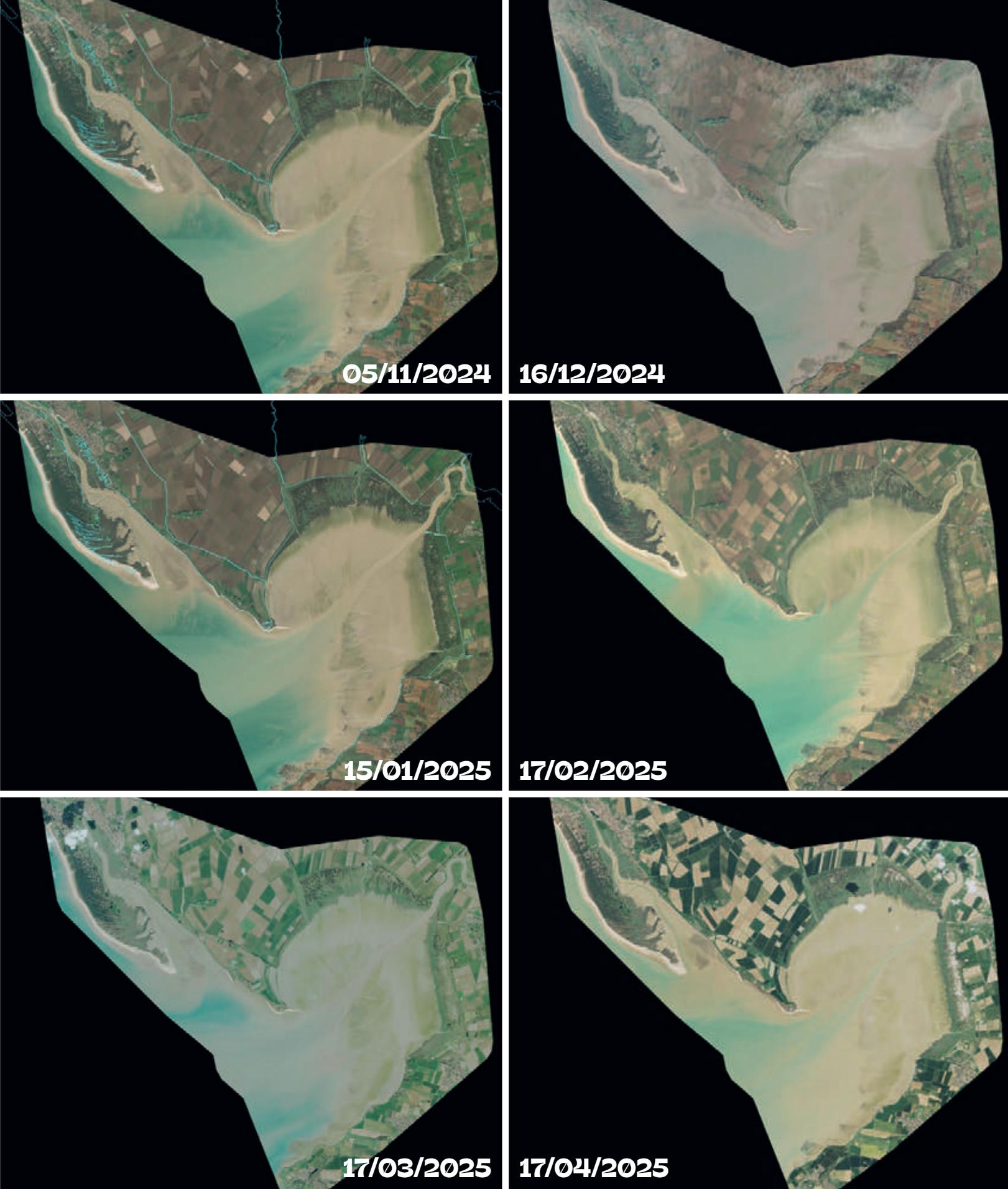


**CONTRE LE RISQUE SUBMERSION,
LE SUIVI DU TRAIT DE CÔTE**

LIEU : PORT-CAMARGUE,
GRAU-DU-ROI (GARD)

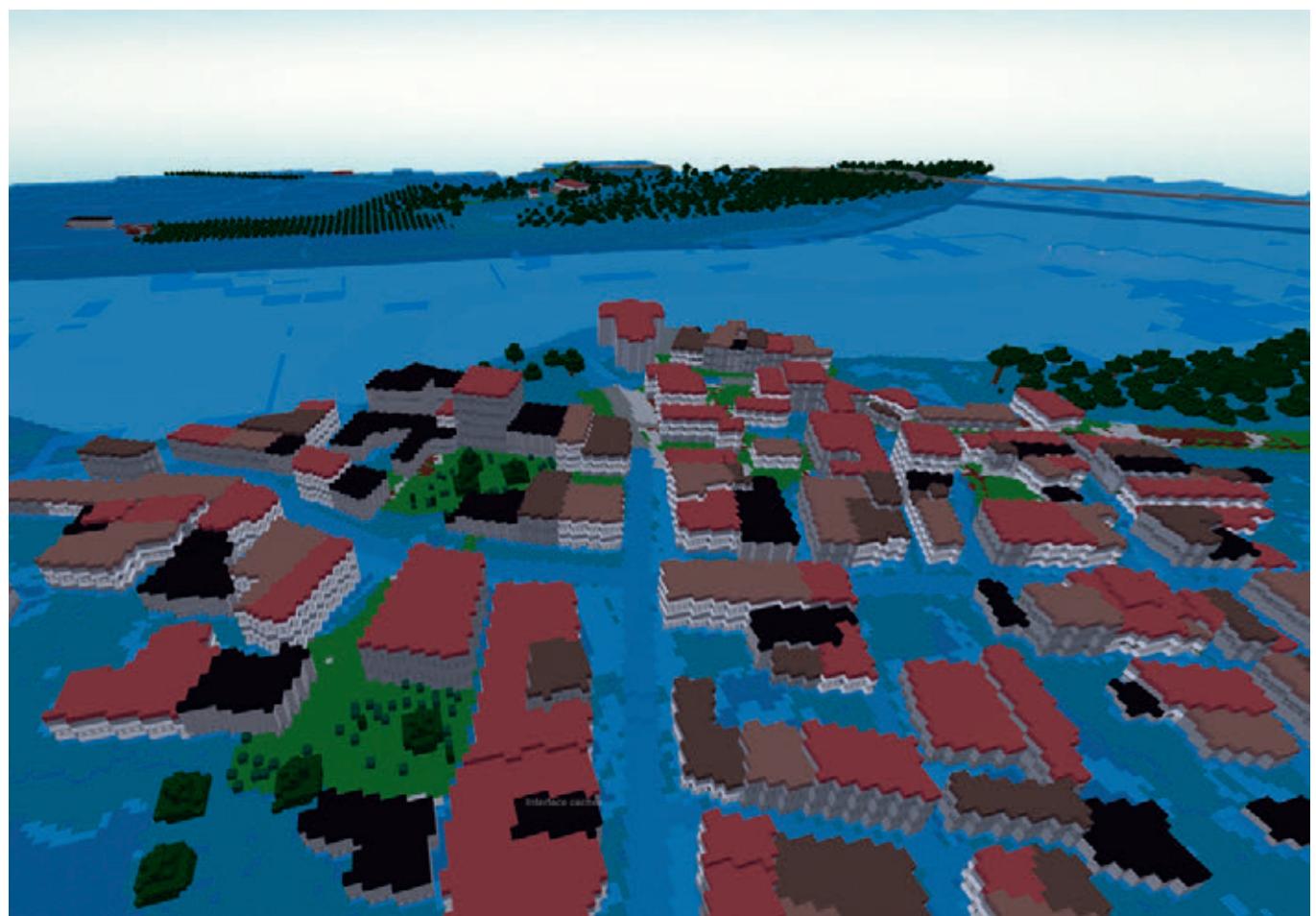
Date : 2018-2025

Le recul du trait de côte menace de nombreux milieux littoraux. Comme l'érosion, la submersion marine est, en effet, un risque majeur auquel doivent faire face les territoires côtiers, tant sur les plans humain qu'environnemental et économique. Il s'agit d'une inondation temporaire de la zone côtière par la mer qui peut durer de quelques heures à quelques jours, en fonction des conditions météorologiques et de marée. Grâce à la photographie aérienne



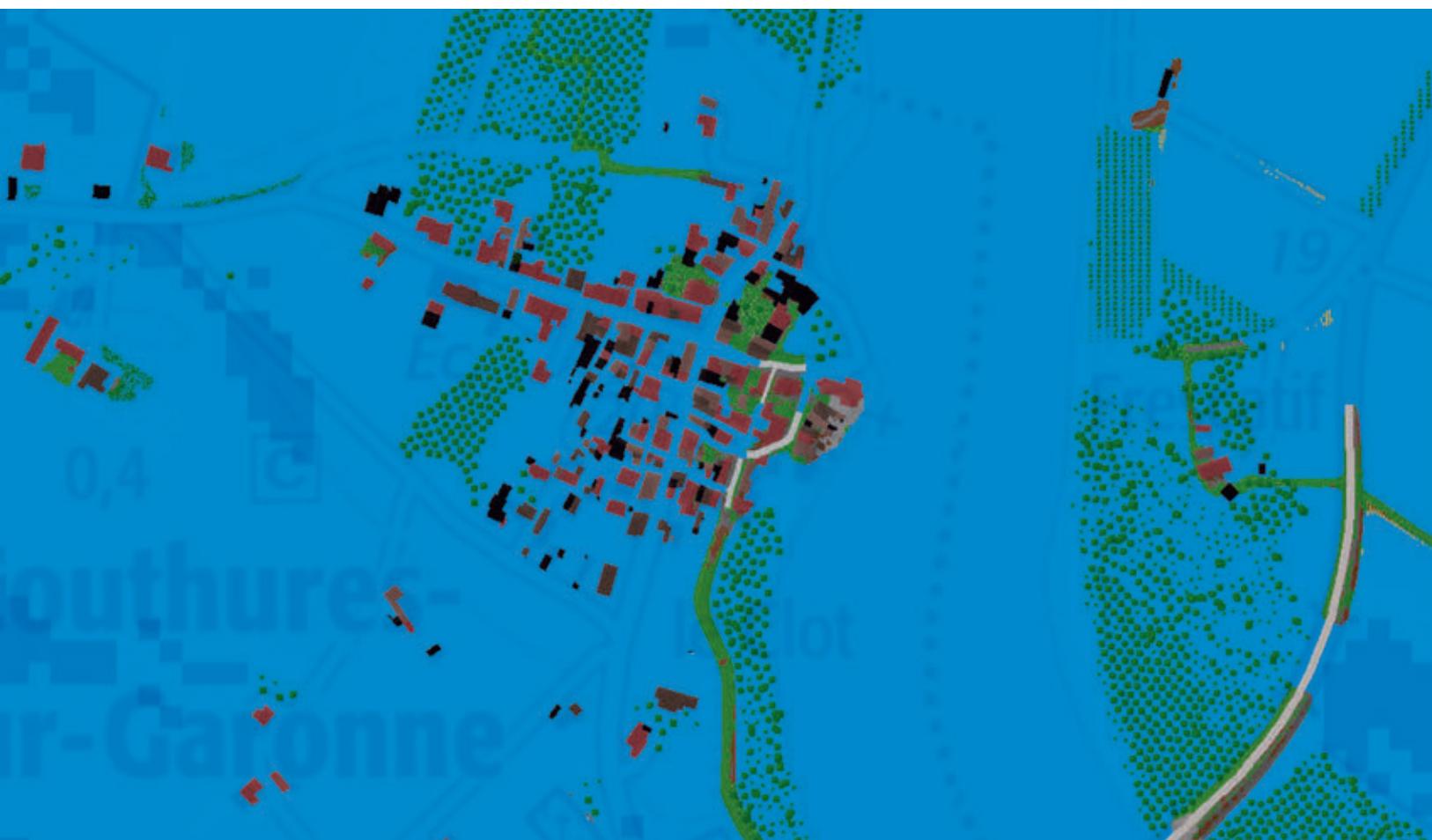
LIEU : BAIE DE L'AIGUILLON (VENDÉE
ET CHARENTE-MARITIME)
Date : de novembre 2024 à avril 2025

et satellitaire, les travaux de l'IGN, en collaboration avec le Cerema et le CNES, permettent de suivre l'évolution de la limite entre terre et mer (le trait bleu, sur certaines images) au fil des mois et des années. Sur ces séries d'images issues des satellites Pléiades, Port-Camargue et la baie de l'Aiguillon illustrent l'importance de ce suivi pour des zones habitables, touristiques, ou encore des espaces naturels sensibles.

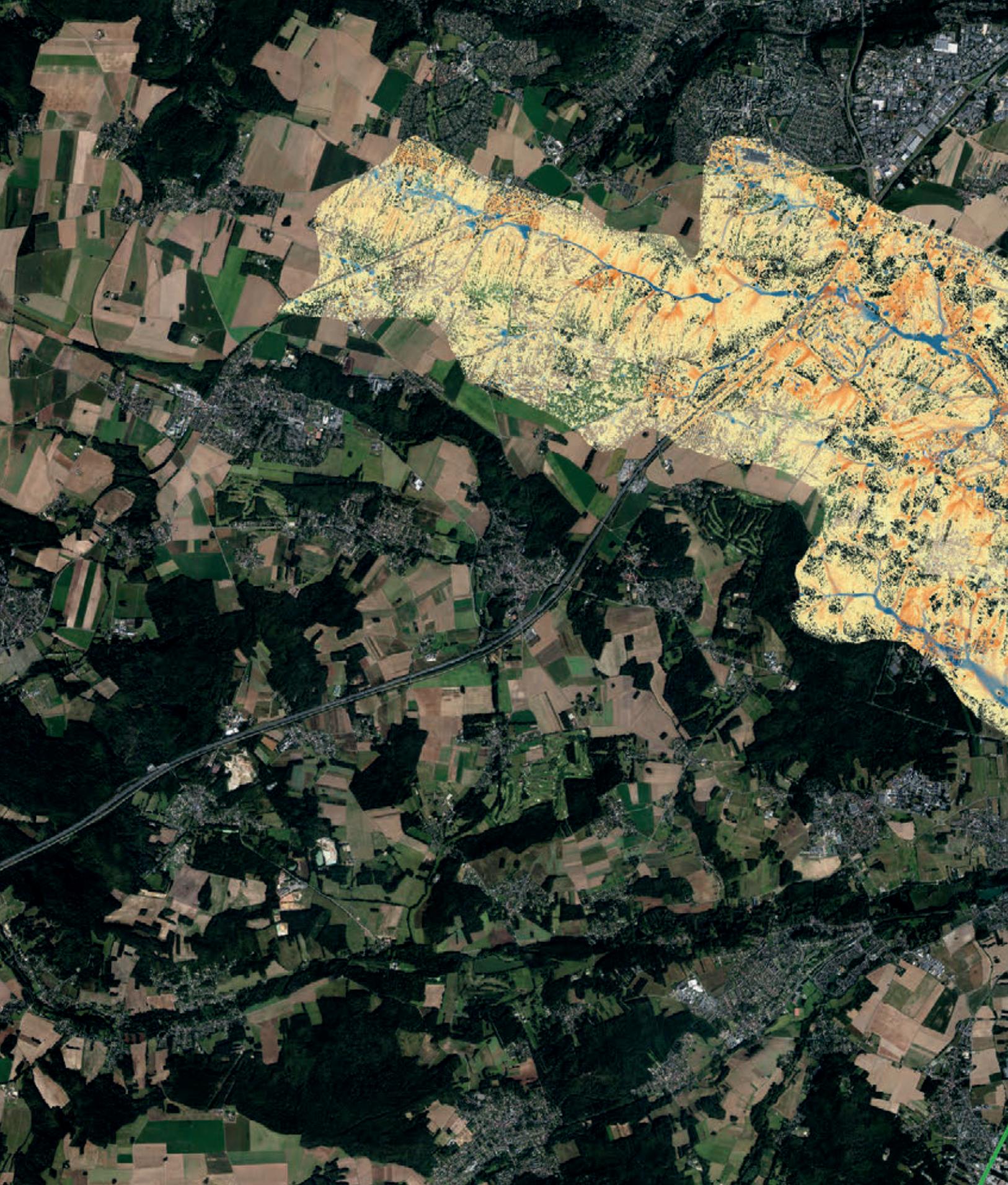


**ENSEIGNER ET SENSIBILISER
PAR LE JEU ET LA SIMULATION**
LIEU : COUTHURES-SUR-GARONNE
(LOT-ET-GARONNE)
Date : 2025

Pour aider les enseignants à sensibiliser leurs élèves aux risques naturels allant des inondations aux avalanches en passant par les éruptions volcaniques, l'IGN a développé des outils innovants et pédagogiques dans le cadre d'un appel à projets du ministère de l'Éducation nationale. Le jeu Minetest/Kidscode reprend les mécanismes et les principes du célèbre jeu vidéo Minecraft. Il permet en plus de réaliser des simulations de certains risques naturels sur la base de cartes obtenues avec le service Minetest à la carte, développé aussi par l'Institut.



Ces images sont des simulations de l'inondation qui a frappé le village de Couthures-sur-Garonne, en 2021 : sur la page de gauche, deux vues 3D, avant et pendant la crue. Sur la page de droite, une photo aérienne prise par l'IGN et sa comparaison avec la simulation en 2D.



**RUISSELLEMENT
SUR LE BASSIN-VERSANT
DE 120 KM² DE LA RN20**

LIEU : COMMUNAUTÉ
D'AGGLOMÉRATION PARIS SACLAY
Date : novembre 2024

Les infrastructures routières suivent la topographie et sont traversées par de multiples axes de ruissellement. Ces derniers peuvent créer des inondations locales, saturer les réseaux et engendrer des conditions routières dangereuses.

La route nationale 20 (RN20), en région parisienne, est par exemple sujette à des désordres réguliers dus à sa configuration en cuvette, sa chaussée totalement imperméable et des ouvrages d'eaux pluviales insuffisants. Un Projet Partenarial d'Aménagement (PPA) a été lancé pour transformer la RN20 en un boulevard vert sur un linéaire de 5 km.



La Communauté d'agglomération Paris Saclay a adopté la solution Bluemapping pour simuler, pour la première fois, le ruissellement à large échelle (300 km^2) et haute résolution (5 m). La carte présente la hauteur (en bleu) et la vitesse (en orange) sur le bassin-versant et la RN20 (en vert). Cette modélisation est une première en France. Outre la connaissance inédite de l'aléa ruissellement, elle permet de dimensionner des ouvrages de manière optimale. Les simulations prédictives sur les prévisions Météo-France permettent une alerte complémentaire en temps réel pour aider les acteurs du territoire à anticiper et à se prémunir contre le risque résiduel.





Pagny-la-Ville

0 0,5 1 km



0 0,5 1 km

**RECONSTITUTION DE LA CRUE
DE LA SAÔNE AVEC UN MODÈLE
DE PROPAGATION EN TEMPS RÉEL**

LIEU : LA SAÔNE, DE LA CÔTE-D'OR
À COUZON-AU-MONT-D'OR

Date : novembre 2023

La crue historique de 2023, dont la période de retour est estimée à deux ans, a été reconstituée à partir de mesures de débits effectuées sur l'amont de la Saône et ses affluents durant l'événement. Grâce à un modèle de propagation de crue réalisé sous hydra, logiciel de modélisation développé par setec hydratec et immergé dans le logiciel SIG open-source QGIS, sa dynamique et son emprise maximale ont pu être reproduites.



Sans modélisation
Avec modélisation



Ouroux-sur-Saône

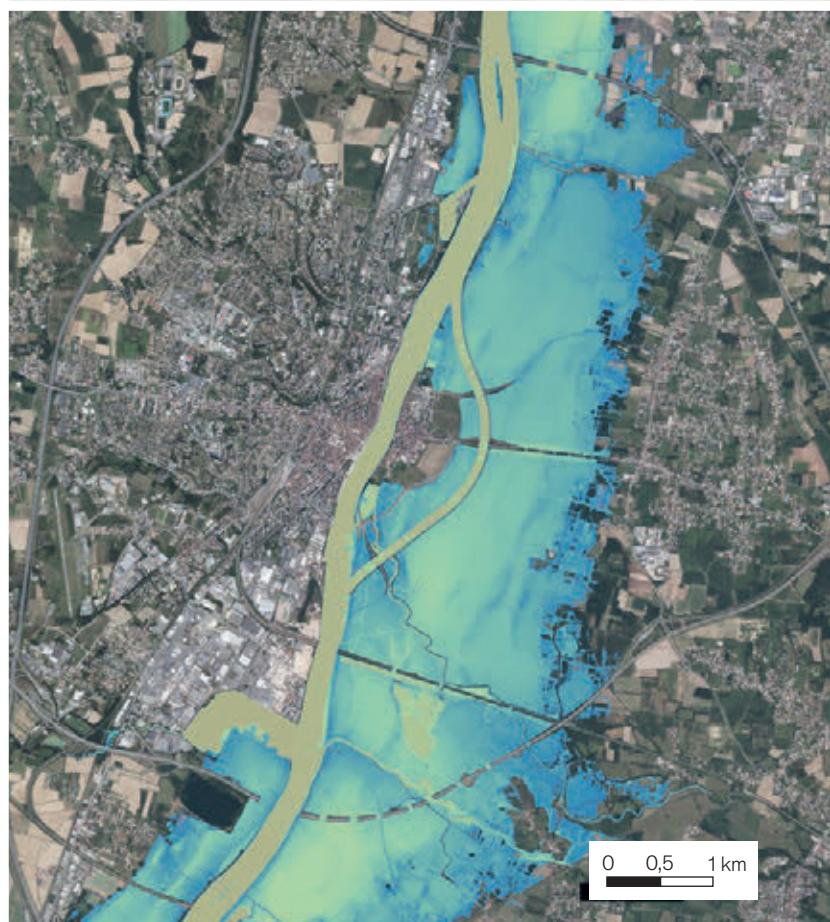


Mâcon



Plus globalement, ce modèle offre une meilleure compréhension des enjeux auxquels sont confrontées les infrastructures situées dans le lit de la Saône. Il pourra également être utilisé comme outil de prévision des crues pour estimer leur dynamique et anticiper la gestion des ouvrages du secteur.

Sources : DDT21, VNF, IGN, setec hydratec, 2025.



**Propagation de la crue
Hauteur d'eau (m)**



BD ORTHO® 50cm

 **hydra software**
modélisation hydraulique
avec QGIS



Sans modélisation
Avec modélisation

ET SI LA FRANCE DEVENAIT UNE HYDROCRATIE?

Une carte de Perrin Remonté, cartographe indépendant, reproduite ici avec son aimable autorisation.



Démocratie, oligarchie, autocratie... et pourquoi pas hydrocratie, pour désigner un type de gouvernance basé sur l'eau ? On a bien dans la langue française « thalassocratie », un état dont la puissance est fondée sur la domination de la mer. Cette carte propose juste d'étendre l'idée aux rivières, lacs et fleuves ! La devise de ce nouveau pays divisé en régions calquées sur les bassins-versants ? « Régénérer, renaturer, laisser couler. » L'eau y guiderait la manière de penser le territoire, de se déplacer. Et la gouvernance s'efforcerait de la préserver comme bien commun, naturel, économique et culturel, en allant jusqu'à octroyer aux fleuves et aux rivières une personnalité juridique pour leur défense et leur maintien. ➤ ↗



Perrin Remonté est un cartographe indépendant de 27 ans publié dans *National Geographic*, *Visual Capitalist*, *Science & Vie*, *We Demain*, *Climax* et d'autres journaux et magazines. À mi-chemin entre plusieurs disciplines – cartographie, photographie, géographie, sciences de la Terre –, il explore le monde naturel et humain à travers des œuvres originales portant sur nos territoires un regard artistique et poétique. Pour illustrer ce monde en mutation permanente, il a choisi des outils modernes et la donnée, des scénarios entre réalité et fiction, couplés à une esthétique et des concepts cartographiques ancestraux tout en adoptant une narration forte et une approche originale dans ses représentations et les sujets abordés. www.perrinremonte.com

Et si la France devenait une HYDROCRATIE ?

Une carte détaillée de l'hydrocratie française au XXI^e siècle



L'HYDROCRATIE

Dans ce tout nouveau type de régime, l'eau définit la gouvernance : les bassins-versants des grands fleuves français dessinent les nouvelles régions hydro-administratives, qui se prolongent dans les pays voisins pour une gestion partagée et une politique en harmonie avec la géographie. Les questions liées à l'eau droit, écologie, économie, agriculture – sont réglées dans les tribunaux de l'eau où les fleuves et rivières peuvent faire valoir leur statut juridique d'individu. L'aménagement du territoire, canaux et ports notamment, a été repensé pour tirer partie du réseau hydrographique et mettre l'eau au cœur de la vie quotidienne.

- soit, écologie, économie, agriculture – sont dans les tribunaux de l'eau où les fleuves et rivières peuvent faire valoir leur statut juridique divisé. L'aménagement du territoire, canaux surtout notamment, a été repensé pour tirer le meilleur du réseau hydrographique et mettre l'eau au cœur de la vie quotidienne.

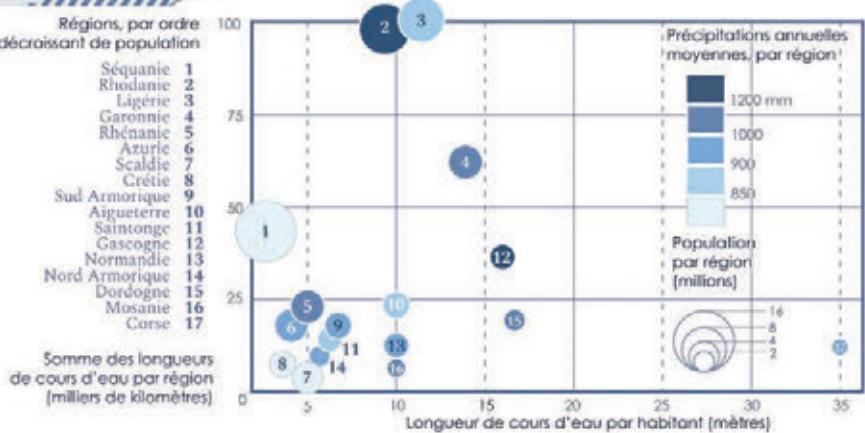
The logo consists of a 2x2 grid of squares, with the top-left square being dark blue and the other three being light blue.

Régions soeurs (continuation des bassins-versants à l'étranger)

Régions hydro-administratives

EBRO

-  Hydropôles
(capitale des bassins-versants)
 -  Ville majeure
 -  Autre ville
 -  Port fluvial majeur
 -  Tribunal de l'eau
 -  Canal



REMERCIEMENTS

L'IGN remercie l'ensemble des contributeurs à ce nouvel Atlas consacré cette année au « risque inondation ».

INONDATION & RISQUE

- **Vivian Bonnetain**, géomaticien à ONF/RTM
- **Cédric Bourillet**, directeur général de la prévention des risques au ministère chargé de la Transition écologique
- **Emma Hazizia**, hydrologue, experte en adaptation climatique
- **Swann Lamarche**, chargé de relations partenariales à l'IGN
- **Véronique Lehideux**, cheffe du service des risques naturels et hydrauliques à la Direction générale de la prévention des risques (DGPR)
- **François Milhau**, directeur adjoint du service central Vigicrues
- **Benoit Thomé**, directeur des relations institutionnelles de Météo-France

INONDATION & CRISE

- **Gabriel Barrès**, géographe
- **Hélène Buissart**, cheffe du service de l'imagerie et de l'aéronautique à l'IGN
- **Lucie Chadourne-Facon**, directrice du service central Vigicrues
- **Coline Delvoye**, Superviseur/chef de bureau du Service départemental d'incendie et de secours de l'Isère (SDIS 38)
- **Alice Desbiolles**, médecin de santé publique et autrice
- **Matthieu Herbelin**, adjoint au chef de la mission catastrophes naturelles au ministère de l'Intérieur
- **Nicolas Paparoditis**, directeur général adjoint de l'IGN
- **Alix Roumagnac**, président de Predict Services
- **Gabriel Vatin**, chef de projet géomatique 3D au département des Alpes-Maritimes
- **Tram-Anh Vo**, graphiste et illustratrice

INONDATION & AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

- **Yann Deniaud**, responsable du secteur d'activité risques naturels au Cerema
- **Julie Gaujard**, responsable éditoriale du Cerema
- **Mary Juteau**, responsable du service donnée et information géographique, Angers Loire Métropole
- **Sophie Morin**, chargée de recherche à l'Office français de la biodiversité (OFB)
- **Véronique Pereira**, responsable du service des projets et prestations à l'IGN
- **Sandrine Winant**, cheffe du service GEMAPI à la métropole de Toulouse

INONDATION & COOPÉRATION

- **Mathilde Amor**, chargée de communication de setec hydratec
- **Alexandre Bredimas**, CEO de Bluemapping
- **Perrin Remonté**, cartographe indépendant

Remerciements particuliers à tous les agents de l'IGN qui ont participé à la conception de cet Atlas dont Swann Lamarche, Guillaume Mellier, Bertrand Pailhès, Alexandre Tisserant, Clément Godin, Stéphane Canalis, Patrick Bouron, Lionel Gaudiot, Sébastien Bourdeau, Erik Parisot, Loïc Commagnac, Louise Le Bellec, Guillaume Marchand, François Lecordix, Jonathan Chenal, Nicolas Lambert, Liliane Dedryver, Jean-Luc Acquitter, Mélanie Chenault (pour les visuels LiDAR HD dont l'image de couverture), Éric Bonneau, Fanny Clauzel, Valérie Derégnaucourt, Julie Thuillier et tous les membres de l'**Atelier de cartographie thématique** qui ont élaboré des cartes sur mesure : Benjamin Saglio, Camille Salou, Didier Blaquier, Marie Stretti, Pierre Philippe, Simon de Jaeghere et Mathilde Raymond.

L'IGN et l'agence All Contents remercient conjointement les illustratrices Hélène Blanc et Sophie Glover ainsi que les journalistes Pascal Beria, Grégory Fléchet et Caroline Mouy pour leur contribution à cet Atlas.



all contents



Directeur de publication : Sébastien Soriano • **Direction éditoriale :** Dominique Jeandot et Matthieu Ravaud • **Conception, réalisation, rédaction :** All Contents • **Illustrations :** Hélène Blanc, Sophie Glover • **Crédits photos :** Belga News Agency/Alamy, Víctor Bascárán/Adobe Stock, Charles Caby/AFP, Michel Clément/AFP • **Crédits visuels :** IGN, sauf précisé • **Visuels de couverture :** LiDAR HD, Avignon, 2025, et MNT issu des nuages de points LiDAR HD, Modane, juin 2025 • **Imprimé en France par :** ITF Imprimeur

