



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Document à accès immédiat

Actualisation de la carte nationale de sensibilité aux remontées de nappe

Rapport final

BRGM/RP-72333-FR

Version 1 du 3 janvier 2023

Étude réalisée dans le cadre des projets d'appui aux politiques publiques

Alexandre Brugeron, Quentin Fabregoul, Hélène Bessièrè

Vérificateur :	
Nom :	S. Urban
Fonction :	Hydrogéologue
Date :	21/12/2022
Signature :	

Approbateur :	
Nom :	L. Gourcy
Fonction :	Responsable d'unité DEPA/EVE
Date :	03/01/2023
Signature :	

Le système de management de la qualité et de l'environnement du BRGM
est certifié selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Contact : qualite@brgm.fr

Avertissement

Ce rapport est adressé en communication exclusive au demandeur, au nombre d'exemplaires prévu.

Le demandeur assure lui-même la diffusion des exemplaires de ce tirage initial.

La communicabilité et la réutilisation de ce rapport sont régies selon la réglementation en vigueur et/ou les termes de la convention.

Le BRGM ne saurait être tenu comme responsable de la divulgation du contenu de ce rapport à un tiers qui ne soit pas de son fait et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

Votre avis nous intéresse

Dans le cadre de notre démarche qualité et de l'amélioration continue de nos pratiques, nous souhaitons mesurer l'efficacité de réalisation de nos travaux.

Aussi, nous vous remercions de bien vouloir nous donner votre avis sur le présent rapport en complétant le formulaire accessible par cette adresse <https://forms.office.com/r/yMgFcU6Ctg> ou par ce code :



Mots clés : Remontée de nappe, inondation, cartographie, France

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Alexandre Brugeron, Quentin Fabregoul, Hélène Bessière (2023) – Actualisation de la carte nationale de sensibilité aux remontées de nappe. Rapport final V1. BRGM/RP-72333-FR, 44 p.

© BRGM, 2023, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.
IM003-MT008-P2-22/09/2022

Synthèse

La dernière version de la carte nationale de sensibilité aux remontées de nappe date de 2018. Depuis, plusieurs travaux ont permis d'augmenter la qualité des informations utiles à cette cartographie, notamment ceux enrichissant substantiellement l'inventaire des observations de terrain de ce type de phénomène mais aussi plusieurs études locales réalisées récemment. Ces dernières ont permis d'analyser plus finement les données source utilisées pour ces cartographies à meilleure résolution ; analyse qui n'est pas possible à l'échelle nationale.

Par conséquent, une actualisation de la cartographie nationale a été menée visant à intégrer ces récentes améliorations. La méthodologie employée est restée identique à celle utilisée en 2018. Seules les données sources ont évolué : ajout des nouvelles observations et des jeux de données vérifiés utilisés dans les études locales. Pour les zones n'ayant pas fait l'objet d'évolution de la connaissance, le jeu de données est resté identique à celui utilisé en 2018.

Le résultat est présenté dans le présent rapport, accompagné d'une analyse comparative des évolutions constatées entre l'ancienne et la nouvelle version dans certaines régions.

Malgré ces avancées, il est nécessaire de rappeler que la réalisation de la carte des zones potentiellement inondables par remontée de nappe reste un exercice délicat qui « in fine » comporte de fortes incertitudes. Ces incertitudes, voire erreurs, restent d'actualité et sont notamment dues à :

- une part non négligeable d'informations incomplètes ou imprécises ;
- l'ordre de grandeur des classes de valeurs recherchées (0 à 2,5m ; 2,5 à 5m de profondeur) qui est parfois proche de l'ordre de grandeur de précision des données utilisées (précision plurimétrique en cote altimétrique) ;
- L'hétérogénéité des milieux considérés.

En conséquence, il n'a pas été possible de réaliser une interpolation avec des mailles de dimension inférieure à 250 m de côté. En outre, les résultats de la carte réalisée sont peu fiables dans certains contextes particuliers tels que les zones karstiques (manifestant un comportement particulier et relativement mal connu sur certains secteurs), les zones urbaines (dont les aménagements modifient les écoulements souterrains) et les secteurs après-mine (subissant des modifications des écoulements souterrains dues aux pompages des eaux d'exhaure ou à l'arrêt des pompages). Le rendu cartographique a donc été réalisé en considérant comme unité de base une maille carrée de 250 mètres.

Cette nouvelle carte fournit, comme la précédente, une simple indication à l'échelle nationale, à partir des données disponibles en bases de données et des informations collectées localement à la date de réalisation de cette actualisation. De ce fait, à cette échelle d'investigation, la qualité de l'information est forcément très hétérogène et varie selon la géologie rencontrée, le relief et le nombre de points disponibles lors de l'interpolation.

L'exploitation de cette carte, au stade actuel, n'est autorisée qu'à une échelle inférieure au 1/100 000ème, donc pour des études à échelle régionale ou nationale.

Comme pour la version précédente, la carte doit être accompagnée pour sa lecture et son interprétation de différents masques à surimposer :

- le masque sur les zones karstiques (en utilisant par exemple la couche des zones karstique du référentiel hydrogéologique BDLISA) ;
- le masque sur les zones urbaines ;
- le masque des EAIP¹ cours d'eau et submersion marine afin de faire apparaître les inondations liées aux phénomènes superficiels ;
- le masque des secteurs imperméables (également basés sur la BDLISA) où des inondations par remontée de nappe ne sont pas susceptibles de se produire ;
- le masque des secteurs après mine (une zone a pu être recensée dans le cadre de cette étude dans le secteur du bassin houiller lorrain).

L'ensemble des données de cette nouvelle cartographie est diffusé sur <https://www.georisques.gouv.fr/>. A noter, concernant les masques, que seul celui des secteurs imperméables a été actualisé, sur la base de la dernière version du référentiel hydrogéologique BDLISA (version 3).

Des améliorations dans la méthode nationale peuvent d'ores et déjà être envisagées. Les études menées localement ont permis de mettre en lumière certains biais dans l'approche statistique et géostatistique de l'échelle nationale qui pourraient être corrigés. De même, il serait intéressant de s'appuyer sur un jeu de données véritablement actualisé au niveau national (avec 5 ans de chroniques supplémentaires pour les données eaux souterraines, une nouvelle version du MNT, etc...). Enfin, les résultats de certaines études locales, en cours lors de la réalisation de cette actualisation nationale, mériteraient d'être également incorporées dans l'analyse : bassin versant de la Chiers et de ses affluents (Chabart *et al.*, 2022), Territoire de Vallée Sud Grand Paris (Dupaigne et Badinier, 2022), Troyes Champagne métropole (Brugeron *et al.*, 2022).

¹ Enveloppe Approchée d'Inondation Potentielle

Sommaire

1. Objectifs et méthode.....	9
2. Enrichissement de la base de données des observations de remontées de nappe	11
2.1. Recherches bibliographiques	11
2.1.1. Espace projet interne CATNAT du BRGM.....	11
2.1.2. Sollicitation des hydrogéologues de région	11
2.1.3. Recherches IntraTerre	11
2.1.4. Export de la base Gaspar.....	12
2.2. Présentation de la base SIG et procédure de digitalisation.....	12
2.2.1. Les couches points et polygones	12
2.2.2. La table attributaire	13
2.2.3. Procédure de digitalisation	13
2.3. Résultats des travaux.....	14
2.3.1. Rappel sur les données préalablement intégrées pour les périodes 2012-2017, 2018 et 2019-2020	14
2.3.2. Actualisation 2021.....	14
2.3.3. Total des actualisations.....	15
2.3.4. Caractérisation et précision de la digitalisation	17
2.3.5. Discussion.....	20
3. Mise à jour de la carte nationale	23
3.1. Modalités d'intégration des nouvelles informations disponibles	23
3.2. Résultats	24
3.3. Réévaluation de la fiabilité des résultats.....	26
3.3.1. Fiabilité vis-à-vis des données « eau souterraine »	26
3.3.2. Actualisation de la fiabilité globale du résultat final.....	28
3.4. Principales évolutions constatées.....	31
3.4.1. Alsace – Sud de Strasbourg.....	31
3.4.2. Seine Amont et Moyenne	33
3.4.3. Bassin versant de l'Authie	38
3.4.4. Secteurs fortement enrichis par l'inventaire des observations	39
4. Conclusion	41
5. Bibliographie	43

Liste des figures

Figure 1 : Carte de positionnement des emprises des études locales réalisées après la parution de la carte nationale de sensibilité aux remontées de nappe	10
Figure 2 : Présentation de la couche « points » digitalisée à l'échelle nationale (1988-2020)...	16
Figure 3 : Exemples de points digitalisés avec un niveau de précision élevé (a) et faible (b) sur le département de l'Aisne (02).....	18
Figure 4 : Exemples de polygones digitalisés avec un niveau de précision élevé (a) et faible (b) sur le département du Calvados (14).....	19
Figure 5 : Localisation des points CATNAT utilisés pour la carte nationale de sensibilité à la remontée de nappe de 2018 et les points rajoutés par la mise à jour.....	23
Figure 6 : Carte des zones potentielles d'inondations par remontée de nappe intégrant l'élimination des zones à forte pente et les masques des secteurs considérés imperméables (marron) et des EAIPce et EAIPsm (bleu).....	25
Figure 7 : Carte de la distance euclidienne au point « eau souterraine » le plus proche	27
Figure 8 : Carte de fiabilité vis-à-vis des données « eau souterraine ».....	28
Figure 9 : Carte de fiabilité globale pour la carte actualisée	29
Figure 10 : Evolution de la fiabilité globale des résultats dans le secteur Seine Amont et Moyenne : (A) fiabilité globale de la carte de 2018 et (B) fiabilité globale de la carte de 2022. Les zones entourées sont celles ayant bénéficié d'une amélioration la plus notable	30
Figure 11 : Localisation des points utilisées pour les cartes nationales 2018 et 2022 (hors EAIP) dans le secteur de l'Alsace – Sud de Strasbourg (A) et des zones ayant changé de classification entre les deux versions de cartes (B).....	31
Figure 12 : Focus sur le secteur de Sélestat (A-changement de classification / B-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2018 / C-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2022).....	32
Figure 13 : Focus sur le secteur d'Obernai (A-changement de classification / B-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2018 / C-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2022).....	33
Figure 14 : Localisation des points utilisées pour les cartes nationales 2018 et 2022 (hors EAIP) dans le secteur Seine Amont et Moyenne (A) et des zones ayant changé de classification entre les deux versions de cartes (B).....	35
Figure 15 : Focus sur un secteur à l'est de Paris, entre Melun et Meaux (A-changement de classification / B-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2018 / C-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2022)	37
Figure 16 : Focus sur un secteur en rive gauche de la Seine Amont, entre Troyes et la confluence avec l'Aube (A-changement de classification / B-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2018 / C-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2022)	37
Figure 17 : Localisation des points utilisées pour les cartes nationales 2018 et 2022 (hors EAIP) dans le bassin versant de l'Authie (A) et des zones ayant changé de classification entre les deux versions de cartes (B).....	39
Figure 18 : Focus sur un secteur en Seine Aval, en amont immédiat de Rouen (A-changement de classification / B-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2018 / C-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2022).....	40
Figure 19 : Focus sur le Grand Paris (A-changement de classification / B-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2018 / C-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2022).....	40

Liste des tableaux

Tableau 1 : Signification des champs employés dans la table attributaire.	13
Tableau 2 : Récapitulatif des résultats de bancarisation et digitalisation (2012-2018 et 2019-2020) [4].....	14
Tableau 3 : Récapitulatif des résultats de bancarisation et de digitalisation (2021).....	15
Tableau 4 : Résultats globaux de la bancarisation et de la digitalisation.....	16
Tableau 5 : Principales limites des informations utiles au remplissage de la base de données tirées des rapports d'expertise.....	21
Tableau 6 : Modalité d'attribution des classes de fiabilité vis-à-vis des données « eau souterraine ».....	27
Tableau 7 : Modalité d'attribution des classes de fiabilité globale pour la méthodologie proposée	28

1. Objectifs et méthode

Cette mise à jour consiste à faire bénéficier à la carte nationale des réflexions plus fines sur les données qui ont pu être menées à des échelles locales, conformément au guide méthodologique national produit par Bessière et al. (2020). En effet, des analyses plus poussées ont été logiquement entreprises pour trier et sélectionner les points véritablement pertinents pour des cartographies à échelle locale. Ceci n'avait pas pu être fait avec cette précision à l'échelle nationale du fait de la quantité trop importante de données à manipuler.

Outre un travail spécifique dans une zone très localisée en Aquitaine (mais avec peu de donnée disponible) pris en compte dans le jeu de données servant à cette nouvelle version de carte, les données de trois autres études menées entre 2019 et 2021 ont été considérées. Ces études sont les suivantes :

- **Cartographie de risque d'inondation par remontée de nappe à l'échelle locale – Application à la nappe d'Alsace au Sud de Strasbourg** (Bessière *et al.*, 2019) → Cette étude est la première à avoir été menée à l'échelle locale suite à la réalisation de la carte nationale. Elle a notamment permis de mettre en place une méthode optimale pour des cartographies à échelle plus locale et d'aboutir à un guide méthodologique nationale (Bessière *et al.*, 2020).
- **Cartographie de sensibilité aux remontées de nappes à l'échelle des bassins de la Seine Amont et Moyenne** (Arnaud *et al.*, 2020).
- **Cartographie de sensibilité aux remontées de nappe sur le bassin versant de l'Authie** (Bessière *et al.*, 2021)

La localisation des emprise de ces études locales est présentée dans la Figure 1 ci-dessous.

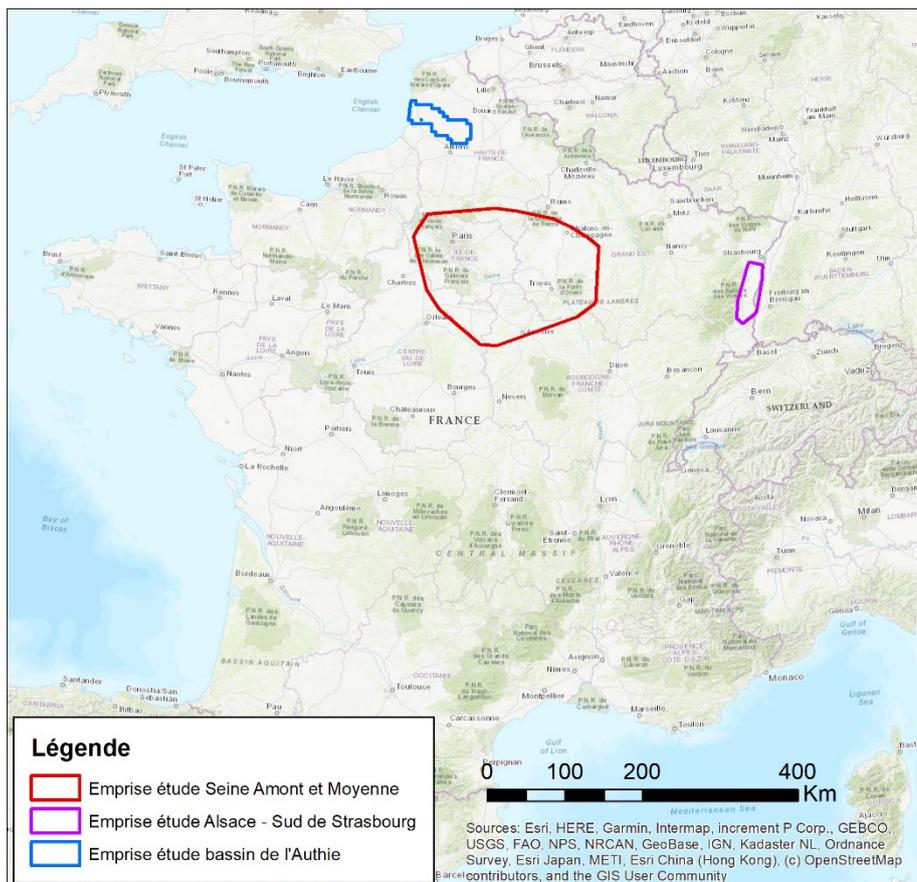


Figure 1 : Carte de positionnement des emprises des études locales réalisées après la parution de la carte nationale de sensibilité aux remontées de nappe

En parallèle, la nouvelle version de la carte intègre également les nouvelles données inventoriées d’observation terrain du phénomène « remontée de nappe » (dont les CATNAT). Un important travail de vérification, mise en cohérence et alimentation d’une base de données géoréférencée a été mené depuis la sortie de la carte nationale (cf. chapitre 2). Ce travail permet de considérablement améliorer la prise en compte de ces observations qui constituent des données précieuses, dans la nouvelle cartographie nationale.

Pour les zones non concernées par les études locales ou la présence d’observation terrain, aucune modification n’a été apportée sur le jeu de donnée qui reste donc de vigueur. Le résultat cartographique est donc identique à celui proposé en 2018.

2. Enrichissement de la base de données des observations de remontées de nappe

2.1. RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES

L'objectif de cette première étape est de récupérer toute information, photographie, rapport, témoignage, qui rende compte de la présence du phénomène d'inondation par remontée de nappe sur le territoire français (métropolitain et outre-mer). Cette thématique étant très suivie par le BRGM, il existe donc plusieurs supports permettant de récupérer des données supplémentaires.

2.1.1. Espace projet interne CATNAT du BRGM

Cet emplacement de travail interne est utilisé par le BRGM pour échanger en interne sur les différentes expertises et éventuellement stocker des fichiers consultables par les agents des différentes directions d'actions territoriales (DAT).

L'ensemble des demandes communales de reconnaissances toutes CATNAT confondues ainsi que les rapports d'expertise y sont centralisés pour la période 2016-2020 et classés selon l'ordre suivant : région, année, département et commune. Un dossier de reconnaissance peut répertorier différents documents qui constituent autant d'informations utiles à la caractérisation du phénomène.

Dans un premier temps, la totalité des documents a été consultée et triée. Une sélection a été faite sur les demandes abouties (complètes) et dont le phénomène de remontée de nappe est confirmé par un rapport d'expertise CATNAT du BRGM. Ces derniers ont été classés dans un tableur Excel.

2.1.2. Sollicitation des hydrogéologues de région

Dans l'objectif d'être le plus exhaustif possible et compte tenu de l'étendue de la zone d'étude, une demande a été faite auprès de 48 hydrogéologues de région, agents du réseau DAT du BRGM. L'objectif de cette démarche est de récupérer, si elles existent, des informations sur le phénomène de remontée de nappe à l'échelle locale, plutôt informelles, qui n'auraient pas été renseignés dans les rapports CATNAT : couches SIG, photographies, commentaires à dire d'experts pour exemples...

2.1.3. Recherches IntraTerre

La suite des recherches s'est orientée vers IntraTerre. Ce site, à destination du personnel du BRGM, est une déclinaison du portail public InfoTerre. Accessible uniquement via le réseau interne du BRGM, il propose l'accès à des données et documents exclusifs pour les agents, avec entre autres des données de production en plus de données de diffusion disponibles sur InfoTerre ou encore des données et rapports confidentiels.

Pour permettre la plus grande exhaustivité des résultats possible, les critères de recherche appliqués sur IntraTerre ont été volontairement génériques (« remontée de nappe »), sans précision de localisation particulière.

172 résultats ont été obtenus pour la France avec ce critère de recherche. Ils correspondent à autant de documents (rapports BRGM ou extérieurs, ouvrages, notes techniques) qui relatent ce phénomène. Après consultation, près de la moitié n'a pas été retenue pour être ajoutée à la base pour plusieurs raisons :

- Certains rapports sont centralisés sur l'Espace projet interne CATNAT et ont donc déjà été traités ;
- Des rapports désavouent le phénomène d'inondation par remontée de nappe (e.g : autre phénomène ayant causé l'inondation) ;
- Certains documents ne traitent finalement pas véritablement de la thématique de l'étude.

2.1.4. Export de la base Gaspar

L'application Gaspar (gestion assistée des procédures administratives relatives aux risques naturels) et sa base de donnée sont gérés par la Direction générale de la prévention des risques (DGPR). Cet outil est le point central du système d'information sur les risques naturels en France. Il réunit, entre autres, des informations sur les plans de prévention des risques (PPR) et sur les procédures de type « reconnaissance de l'état de catastrophes naturelles ».

Ce support mis à jour régulièrement, représente dans le cadre de cette étude un outil très utile puisqu'il recense l'ensemble des reconnaissances toutes CATNAT confondues depuis 1988. La base de données Gaspar, disponible en téléchargement libre sur Géorisques a donc été exportée en avril 2021 au format tableur Excel. Une sélection a été faite afin de n'obtenir que les cas reconnus en « inondation par remontée de nappe ».

2.2. PRESENTATION DE LA BASE SIG ET PROCEDURE DE DIGITALISATION

La réflexion autour de la conception d'une base de données SIG a été initiée en 2018. L'objectif alors, était de trouver un format adapté afin de retranscrire de manière digitalisée les informations de remontée de nappe récupérées dans les différents supports (rapports CATNAT essentiellement et quelques données collectées dans les directions régionales). Depuis la mise en place de cette base, des efforts d'intégration des dernières observations ont été régulièrement menés.

2.2.1. Les couches points et polygones

Le format de la base retenu comprend deux couches SIG de types différents : les points et les polygones. La précision de l'information est le facteur qui a compté dans la prise en compte de ce format. En effet, lorsque dans les supports bibliographiques la surface ou du moins le secteur réellement inondé par la remontée de nappe n'est pas clairement renseigné, l'évènement est classé dans la couche « points ». Un point y est alors ajouté correspondant au centroïde de la commune concernée par la remontée de nappe ou au secteur touché. A contrario si le document renseigne un secteur, une parcelle ou bien une habitation touchée par le phénomène, l'évènement est ajouté à la couche « polygones » qui assigne une surface digitalisée à chaque occurrence.

Remarque : il va de soi que pour être ajouté à la base de données (points ou polygones) l'évènement doit obligatoirement être avéré par le BRGM comme étant lié au phénomène de remontée de nappe.

2.2.2. La table attributaire

La table attributaire correspond aux métadonnées qui caractérisent les points et les polygones digitalisés (Tableau 1).

La trame de la table attributaire retenue est identique pour chacune des deux couches. Elle s'attache à renseigner avec précision :

- La localisation de l'évènement dans le temps et dans l'espace ;
- La caractérisation de l'ampleur et de l'intensité du phénomène.

nom du champs	signification
fid	numéro de série du point ou du polygone
ref	identifiant du rapport d'expertise CATNAT
auteur	auteur(s) du rapport
date_saisi	mois et année de saisie du rapport
catnat*	s'il y a eu reconnaissance de la commune en CATNAT « Inondation par remontée de nappe phréatique (IRNP) »
code_catnat*	code de reconnaissance en CATNAT national (tiré de la BD Gaspar)
region	nom de la région
dep	nom du département
code_insee	code INSEE de la commune
commune	nom de la commune
adresse	adresse(s) de l'évènement
p_cadastre	référence(s) cadastrale(s) de(s) parcelle(s) sinistré(es)
loc_preci	localisation précise ou non
annee_ev	année de l'évènement
date_deb	date du début de l'évènement
date_fin	date de fin de l'évènement
duree	durée de l'évènement
anormal	évènement exceptionnel ou non d'un point de vue recharge et niveau atteint par la nappe ?
prd_retour	période de retour de la recharge et/ou du niveau atteint par la nappe
cave_surf	type d'inondation (inondation de cave et sous-sol / inondation superficielle) et bien(s) inondé(s)
com	commentaire supplémentaire

*champs nouvellement créés en 2021.

Tableau 1 : Signification des champs employés dans la table attributaire.

2.2.3. Procédure de digitalisation

Les rapports BRGM sont les supports de digitalisation les plus importants. Ils constituent des documents formels, structurés, dans lesquels vont apparaître les informations nécessaires au remplissage de la base de données SIG. L'avis émis par le ou les hydrogéologue(s) rédacteur(s) permet de confirmer ou au contraire de désavouer tout ou partie des informations inscrites dans le(s) formulaire(s) de demande communale de reconnaissance en catastrophe naturelle. Ces rapports sont donc les supports principaux de la digitalisation.

Remarque : dans l'essentiel, deux types de rapport permettent de récupérer de l'information : les rapports d'expertise CATNAT et les rapports d'appui aux administrations.

Il s'en suit alors plusieurs étapes formant un protocole répétitif mais nécessaire pour une bancarisation rigoureuse :

- Première lecture du rapport et repérage des informations utiles au remplissage de la base de données ;
- Vérification que les dégâts causés soient bien liés à un phénomène d'inondation par remontée de nappe (avis renseigné dans la conclusion du rapport) ;
- Recherche d'informations sur la localisation de l'inondation selon un niveau de précision de plus en plus fin : secteur(s), nom(s) de lieu(x), adresse(s) postale(s) ou cadastrale(s), bâtiments... Puis, édition d'un ou plusieurs polygones en conséquence.
- Dans le cas où la seule localisation stipulée est la commune, création d'un point au centroïde de celle-ci ;
- Consultation de la base Gaspar : sélection par nom de commune. Précision si elle a été classée en CATNAT « inondation par remontée de nappe » pour l'évènement étudié ;
- Lecture plus attentive du rapport et remplissage des autres champs de la table attributaire.

Remarque : l'utilisation systématique et simultanée des sites suivants a permis de préciser dans de nombreux cas les adresses postales et les parcelles cadastrales qui ont fait l'objet d'inondation par remontée de nappe : geoportail.gouv.fr; google.fr/maps ; cadastre.gouv.fr.

2.3. RESULTATS DES TRAVAUX

La consultation des différents supports a permis d'intégrer à la base de données des centaines d'informations avec une mise à jour plus poussée à chaque période d'actualisation.

2.3.1. Rappel sur les données préalablement intégrées pour les périodes 2012-2017, 2018 et 2019-2020

La majorité des points bancarisés correspondent à des informations ponctuelles, issues des rapports d'expertise CATNAT pour des cas reconnus en CATNAT « inondation par remontée de nappe ». Les résultats pour cette période sont exposés dans le Tableau 2.

Support(s)	Actualisation	Nombre de points et polygones
Dossiers CATNAT	2012-2017	323
Dossiers CATNAT	2018	210
Dossiers CATNAT	2019-2020	166
Total sur ces périodes		699

Tableau 2 : Récapitulatif des résultats de bancarisation et digitalisation (2012-2018 et 2019-2020) [4].

2.3.2. Actualisation 2021

Les travaux d'actualisation menés en 2021 comprend plusieurs nouveautés :

- Prise en compte des évènements reconnus et non reconnus en CATNAT mais dont le phénomène de remontée de nappe est confirmé par le BRGM ;
- Précision de cet aspect dans la table attributaire de la base avec notation du code national de reconnaissance CATNAT ;

- Période de recherche de données étendue aux années avant 2012 ;
- Amélioration de la précision de la bancarisation par digitalisation de polygones à l'échelle d'une parcelle cadastrale ou du bâti sinistré (lorsque c'est possible).

Cette actualisation a permis de traiter 442 cas² supplémentaires et d'ajouter à la base de données 999 points et polygones (Tableau 3) aux 699 préalablement traités (Tableau 2). On obtient donc un total de 1 698 points et polygones.

Support(s)	Nombre de cas ¹	Nombre de points	Nombre de polygones
Espace projet interne CATNAT	CATNAT ³ : 97 CATNAT ⁴ : 15 Total : 111	91	218
IntraTerre	CATNAT : 284 CATNAT : 46 Total : 330	233	457
Total sur cette période	CATNAT : 381 CATNAT : 61 Total : 442	324	675

Tableau 3 : Récapitulatif des résultats de bancarisation et de digitalisation (2021).

2.3.3. Total des actualisations

L'actualisation 2021 a permis d'ajouter à la base plusieurs centaines de « points » et « polygones » géoréférencés qui seront utilisés comme points de forçage pour la mise à jour de la carte de sensibilité nationale.

Les différentes périodes d'actualisation successives ont donc permis d'inventorier au total 1 698 points et polygones qui représentent autant de zones où l'inondation par remontée de nappe a été mise en évidence et pour laquelle l'intensité a été caractérisée. Utilisés comme points de forçage, ils seront les supports privilégiés pour la mise à jour de la carte de sensibilité nationale aux remontées de nappes. La quasi-totalité des informations bancarisées et par la suite digitalisées proviennent des rapports d'expertise, supports structurés qui permettent de caractériser l'inondation par remontée de nappe le plus souvent avec précision. Ils renferment deux catégories d'information, utiles au remplissage de la base de données :

- La localisation des zones impactées ;
- L'identification et la caractérisation de l'intensité du phénomène.

Les résultats globaux sont présentés dans le Tableau 4 (valeurs chiffrées).

² Nombre de cas : correspond à une occurrence du phénomène d'inondation par remontée de nappe pour une commune et une échelle de temps donnée (un jour à plusieurs mois)

³ CATNAT : Commune reconnue en état de catastrophe naturelle pour le phénomène d'inondation par remontée de nappe

⁴ ~~CATNAT~~ : commune non reconnue en état de catastrophe naturelle pour le phénomène d'inondation par remontée de nappe mais dont le phénomène est avéré par le BRGM.

Nombre de points	Nombre de polygones	Total
929	769	1 698

Tableau 4 : Résultats globaux de la bancarisation et de la digitalisation.

Remarque : à l'échelle nationale, seuls des « points » digitalisés sont visibles. Pour commencer à distinguer les polygones des points, il faut se descendre à l'échelle communale.

La présentation cartographique des résultats (Figure 2) fait une discrimination chromatique entre les cas reconnus en CATNAT « inondation par remontée de nappe » (en vert) et les cas non reconnus (en rouge) mais dont le phénomène de remontée de nappe est confirmé par le BRGM.

Cette non reconnaissance peut signifier par exemple que :

- La commune a déjà été reconnue(s) pour la même famille de CATNAT (inondation) mais de type différent (ex : inondation par débordement de cours d'eau dans la majorité des cas, ruissellement...) ou d'origine climatique ;
- Les désordres engendrés par la remontée de nappe ne nécessitent pas d'indemnisations de la part de la société d'assurance (ex : parcelle agricole inondée hors période de culture, jardin, cour, d'un particulier inondé sans dégâts notables ;
- Les propriétaires des biens touchés n'ont pas souhaité entamer une démarche de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.

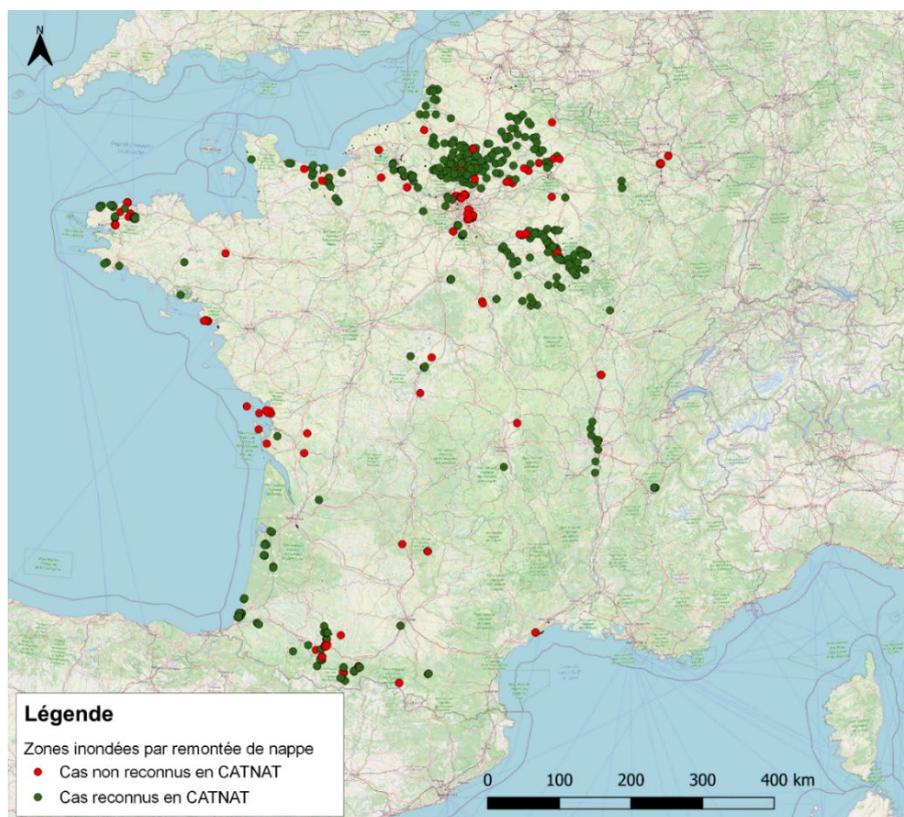


Figure 2 : Présentation de la couche « points » digitalisée à l'échelle nationale (1988-2020)

2.3.4. Caractérisation et précision de la digitalisation

Les points

Un point peut être ajouté à la base de données dans deux cas de figure qui dépendent de la précision de l'information :

- Niveau de précision élevé (Figure 3a) : le point correspond à une donnée ponctuelle qui renseigne avec précision la localisation de l'inondation ;
- Niveau de précision faible (Figure 3b) : le support consulté ne renseigne pas de localisation précise du phénomène d'inondation. Un point arbitraire est alors créé, il correspond au centroïde de la commune touchée.

Les polygones

Un polygone qui est ajouté à la base de données peut correspondre aussi à plusieurs cas de figure en fonction de la précision de l'information :

- Niveau de précision élevé (Figure 4a) : le polygone peut représenter un bâti (habitation, infrastructure industrielles et commerciales, caves et sous-sols, ...) ou une parcelle (jardin, terre agricole, cour, ...) inondés ;
- Niveau de précision faible (Figure 4b) : le support consulté évoque un lieu-dit, un quartier ou un secteur touché. Un polygone est alors créé avec des contours approximatifs dépendant du degré de précision des informations à disposition.



Figure 3 : Exemples de points digitalisés avec un niveau de précision élevé (a) et faible (b) sur le département de l'Aisne (02).



Figure 4 : Exemples de polygones digitalisés avec un niveau de précision élevé (a) et faible (b) sur le département du Calvados (14).

2.3.5. Discussion

Les informations renseignées dans la base de données reposent pour certaines d'entre elles sur des appréciations et des perceptions humaines et pour d'autres sur des méthodes et des données scientifiques. Il est donc important de prendre en considération les limites que ce processus de bancarisation et de digitalisation peut comporter (Tableau 5).

Ces limites sont principalement liées (i) à la part de subjectivité qui réside dans l'interprétation des résultats des rapports d'expertise (dont les conclusions peuvent parfois ne pas être totalement « tranchées ») et (ii) à la localisation de l'évènement qui n'est parfois pas totalement précisée.

Il faut donc garder à l'esprit que ces incertitudes peuvent donner lieu à une surestimation ou sous-estimation de la sensibilité selon les perceptions et les retranscriptions de l'information à chaque étape du travail.

Informations clés	Méthodes, faits et outils permettant de les justifier	Limites perceptibles et causes associées	Conséquences sur la base de données et pour la mise à jour de la carte de sensibilité nationale
Localisation des zones impactées	Cartes, listes, photographies, de localisation des secteurs, parcelles ou habitations touchés.	<p>Une grande majorité des rapports n'expose pas avec précision les zones inondées : cartes imprécises, listes incomplètes, photographies non rattachées à une adresse...</p> <p>Dans des rapports anciens (notamment 2001), les figures qui présentent avec plus ou moins de précision la localisation des zones touchées par l'inondation ont été retirées des rapports dans un souci possible de confidentialité (afin de ne pas montrer les zones qui ont été touchées pour que les habitations gardent leur valeur immobilière).</p>	Cela induit la création de polygones (secteurs) ou points (centroïde communal) peu précis, alors qu'avec une carte ou une liste détaillée des zones sinistrées, les polygones auraient pu être réalisés à l'échelle de parcelles cadastrales ou des habitations touchées. La mise à jour de la carte de sensibilité n'en serait que plus fine.
Identification et validation du phénomène de remontée de nappe	<p>Arrivée d'eau claire dans les habitations (notamment dans les caves) ;</p> <p>Inondation qui perdure plusieurs semaines à plusieurs mois après la décrue de la rivière ;</p> <p>Nécessité d'installer des pompes dans les caves sur une longue durée...).</p>	Difficulté d'identification du phénomène souvent cumulé à d'autres types d'inondation (débordement de cours d'eau ou ruissellement). L'inondation peut aussi être causée par un mauvais fonctionnement du réseau d'assainissement ou la présence d'infrastructures limitant l'écoulement.	Certains cas n'ont pas été ajoutés par manque de précision. Il peut subsister des erreurs d'identification pouvant fausser la mise à jour de la carte de sensibilité.
		Sur l'ensemble des zones inondées recensées par une commune, certaines ne sont pas concernées par la remontée de nappe. Dans certains cas, cette différenciation des zones n'apparaît pas dans les rapports.	Certains points ou polygones ont pu être ajoutés à la base de données alors qu'ils ne correspondaient pas au phénomène de remontée de nappe. Pour autant le rapport a bien validé l'existence de ce type d'inondation sur la commune concernée.
Estimation de la période de retour du niveau atteint par la nappe	Basée sur l'interprétation de chroniques piézométriques de plusieurs années consécutives.	Il n'existe pas toujours de chroniques piézométriques correspondant à des périodes longues. La période de retour n'est estimée que dans peu de cas.	La précision de la caractérisation de l'évènement est diminuée. La véritable intensité du phénomène n'est pas établie. Cela peut induire des lacunes pour la qualification des sensibilités de certaines zones à la remontée de nappe notamment dans la qualification de l'inondation : cave ou en surface.
Évaluation du niveau maximum atteint par la nappe	Basée sur le niveau mesuré par les propriétaires des biens sinistrés qui peut être confirmé par la visite de terrain d'un agent du BRGM.	Les personnes sinistrées ne mesurent pas systématiquement le niveau atteint par l'inondation. Lors de la visite du BRGM qui peut avoir lieu longtemps après l'évènement, le niveau atteint par l'eau n'est parfois plus visible.	

Tableau 5 : Principales limites des informations utiles au remplissage de la base de données tirées des rapports d'expertise.

3. Mise à jour de la carte nationale

3.1. MODALITES D'INTEGRATION DES NOUVELLES INFORMATIONS DISPONIBLES

L'ensemble des jeux de données « eaux souterraines » décrits dans les 3 rapports présentés dans le chapitre 1 ont été vérifiés et utilisés pour aboutir à trois cartographies locales. Par conséquent, ces données, logiquement plus finement expertisées, sont venus simplement remplacer les points « eaux souterraines » du jeu de données utilisée pour la carte nationale d'origine (Brugeron *et al.*, 2018).

Parallèlement, les efforts de précision dans le descriptif des observations inventoriées dans la base de données « remontée de nappe » ont permis d'améliorer la prise en compte des phénomènes dans la cartographie finale. En effet, les phénomènes d'inondation de cave mais n'amenant pas des débordements en surface sont maintenant distinguables. De ce fait, les points identifiés comme tels ont vu leur valeur de cote de référence utilisée pour l'interpolation passer de la simple valeur de la cote topographique (jeu de données initial) à la valeur de la cote topographique moins 2m (jeu de données 2022). Ceci permet ainsi de ne pas faire figurer dans ces secteurs une zone sensible au débordement de nappe mais bien à l'inondation de cave. Des 323 points CATNAT précisément localisés et utilisés pour la carte nationale de 2018 (Tableau 2), nous sommes passés à 8772 points d'observations terrain de phénomènes de débordement de nappe/inondation de cave, qu'ils correspondent à tous les dossiers CATNAT traités (Tableau 4) ou à des observations terrain sur des étendues importantes suite à des événements d'ampleur (Figure 5).

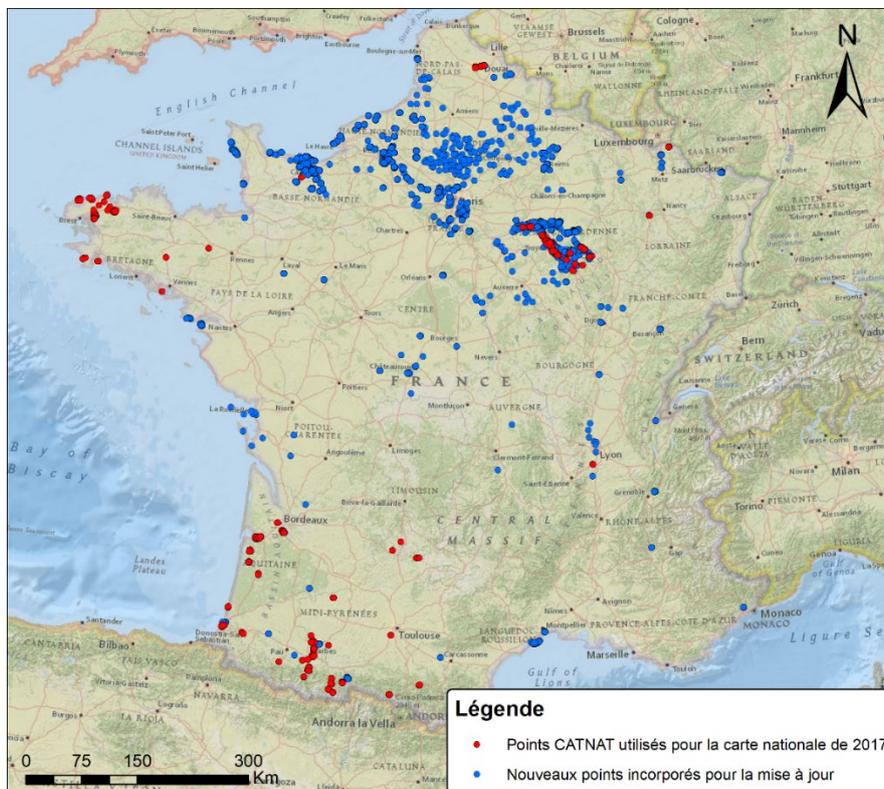


Figure 5 : Localisation des points CATNAT utilisés pour la carte nationale de sensibilité à la remontée de nappe de 2018 et les points rajoutés par la mise à jour

Par souci de cohérence avec les autres régions du territoire national et pour éviter les effets en limite avec les secteurs étudiés localement, les données « EAIP cours d'eau » et « EAIP submersion marine » utilisées à l'époque pour la carte nationale sont conservées pour cette nouvelle version, y compris dans les zones ayant fait l'objet d'études locales. Pour rappel, ces données avaient été utilisées pour contraindre l'interpolation, en partant de l'hypothèse que ces phénomènes se surimposent généralement avec celui de remontée de nappe quand celui-ci a lieu (Brugeron *et al.*, 2018).

3.2. RESULTATS

L'approche méthodologique de 2018 de Brugeron *et al.* a été reprise pour la production de cette nouvelle version de carte nationale. La méthode géostatistique utilisée reste la même (krigeage linéaire sans dérive⁵). Les corrections liées aux facteurs « pente » et aux terrains imperméables à l'affleurement restent également valables. La nouvelle carte obtenue est présentée en Figure 6.

A noter que le masque des entités hydrogéologiques imperméables affleurantes de la BDLISA a été également mis à jour, suite à la sortie de la version 3 du référentiel.

⁵ Cette méthode est celle qui donne en général les meilleurs résultats, lorsqu'une analyse géostatistique calée avec un modèle de variogramme n'est pas possible ou n'a pas de sens. En effet cette méthode permet de « déclusteriser » les données lorsque celles-ci présentent des densités très différentes (beaucoup de données dans certaines zones, très peu dans d'autres).

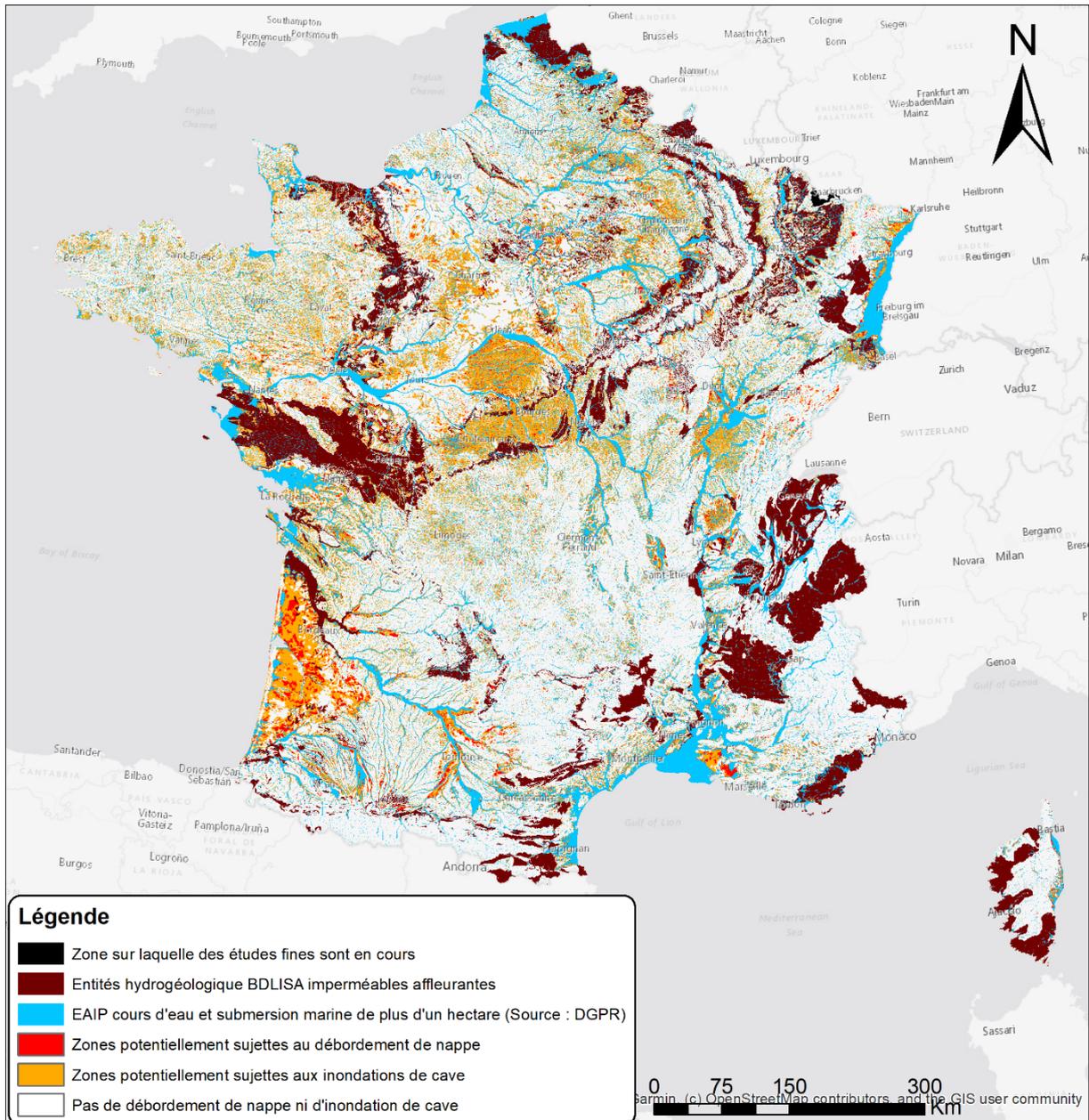


Figure 6 : Carte des zones potentielles d'inondations par remontée de nappe intégrant l'élimination des zones à forte pente et les masques des secteurs considérés imperméables (marron) et des EAIPce et EAIPsm (bleu)

3.3. REEVALUATION DE LA FIABILITE DES RESULTATS

La fiabilité des résultats obtenus à cette échelle a été réévaluée, en croisant 2 indicateurs : la fiabilité vis-à-vis des données « eau souterraine » utilisées et la fiabilité du MNT (Modèle Numérique de Terrain).

Du fait de la nature des évolutions précédemment décrites, seule la fiabilité des données « eau souterraine » a évolué, car le MNT utilisé pour cette révision est strictement identique à celui de la précédente version.

3.3.1. Fiabilité vis-à-vis des données « eau souterraine »

Par données « eau souterraine », on entend les données utilisées pour l'interpolation du niveau piézométrique extrême ayant pour origine les banques de données ADES et BSS EAU, les cartes piézométriques, les modèles hydrodynamique, les points de hautes eaux issus des dossiers CATNAT ainsi que ceux issus des observations de terrain du phénomène « remontée de nappe ». Sont exclues les données de surface en eau (plans d'eau, tronçons de cours d'eau, EAIP).

Ce calcul intègre lui-même deux notions : la fiabilité de la donnée source et la distance euclidienne à la donnée source la plus proche.

a) *La fiabilité de la donnée source*

En terme de niveau de hautes eaux, une observation CATNAT ou de terrain sera logiquement d'une fiabilité très supérieure à celle d'un point d'eau ayant fait l'objet d'une mesure piézométrique unique.

Pour rappel, la fiabilité des données source du jeu de données nationale a été définie de la manière suivante :

- points d'eau ADES et BSS EAU ayant moins de 9 ans de données et/ou moins de 120 valeurs/an : fiabilité faible = 1 ;
- toutes les autres sources de données : fiabilité forte = 3 (points à chroniques longues, CATNAT, autres observations).

Concernant les données issues des études locales, les niveaux de fiabilité décrits dans ces travaux ont été simplement repris. A noter que, pour certains types de données, une fiabilité moyenne (=2) a pu être appliquée.

b) *La distance euclidienne à la donnée source la plus proche*

Plus cette distance est faible, plus la fiabilité de l'interpolation peut être considérée comme élevée. Au regard de la résolution de travail, les classes de distance ont été définies de la manière suivante :

- < 2,5 km (soit 10 mailles) : fiabilité forte ;
- Entre 2,5 et 10 km : fiabilité moyenne ;
- > 10 km : fiabilité faible.

La carte résultant de ce calcul appliqué sur le nouveau jeu de données est présenté en Figure 7 (à noter que le calcul n'a pas été relancé sur la Corse car les données sont strictement identiques à celles de 2018).

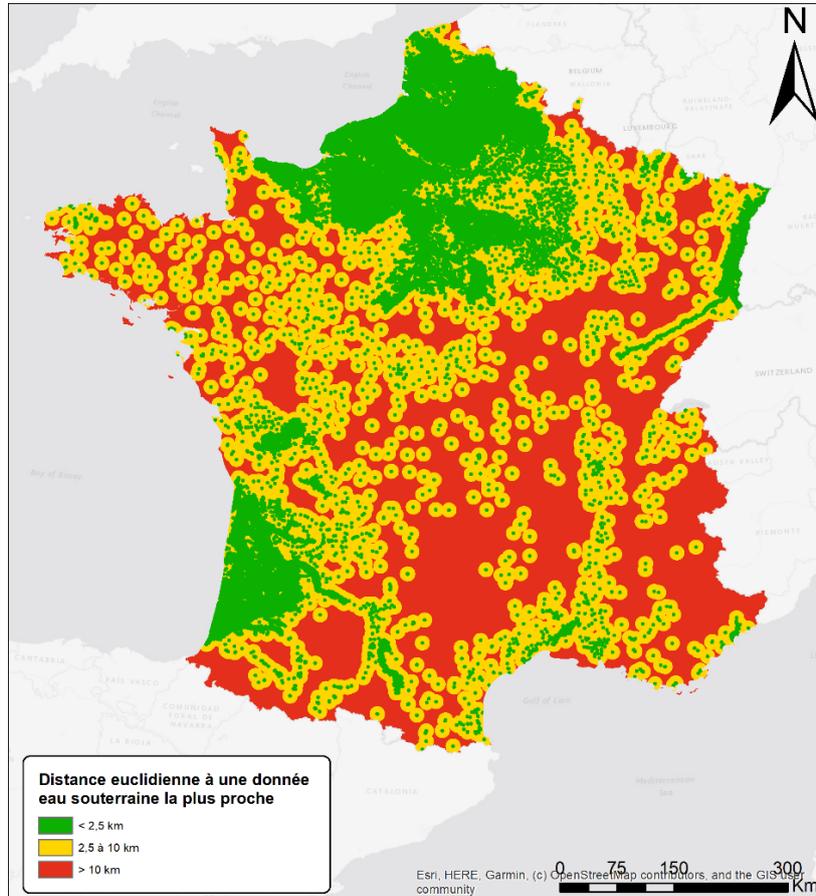


Figure 7 : Carte de la distance euclidienne au point « eau souterraine » le plus proche

La répartition de la fiabilité reflète une faible densité de points de mesure en région montagneuse et a contrario une forte densité dans les vallées de grandes rivières et de fleuves ainsi que dans les régions de plaine.

c) Croisement et cartographie du niveau de fiabilité général

Le Tableau 5 ci-dessous rappelle la façon dont ont été croisées ces deux notions pour aboutir à des classes de fiabilité vis-à-vis des données « eau souterraine » :

		Fiabilité "Type de données source"	
		FAIBLE	MOYENNE A FORTE
Fiabilité "distance à la donnée source"	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	MOYENNE	FAIBLE	MOYENNE
	FORTE	FAIBLE	FORTE

Tableau 6 : Modalité d'attribution des classes de fiabilité vis-à-vis des données « eau souterraine »

Lorsque la fiabilité de la donnée source est faible, le facteur distance à cette donnée n'influe pas et l'indice de fiabilité vis-à-vis des données « eau souterraine » est systématiquement faible. Par contre, lorsque la fiabilité de la donnée source est moyenne à élevée, le facteur distance à cette donnée devient prépondérant.

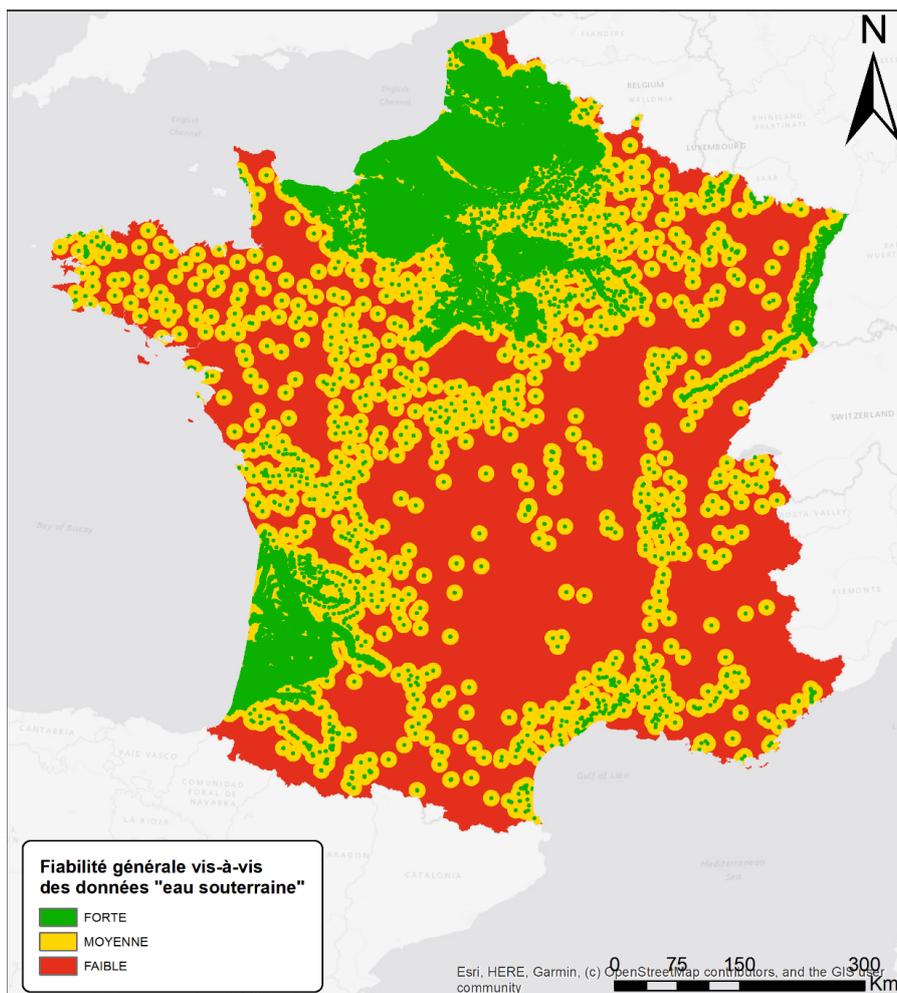


Figure 8 : Carte de fiabilité vis-à-vis des données « eau souterraine »

Cette carte accentue surtout les zones où la densité de données sources est initialement faible. L'impact de la fiabilité intrinsèque de la donnée y est logiquement plus prégnant.

3.3.2. Actualisation de la fiabilité globale du résultat final

Finalement, cet indice de fiabilité « données eau souterraines » actualisé été croisés avec celui associé au MNT utilisé, le même que celui utilisé pour la carte précédente (Brugeron *et al.*, 2018). Pour rappel, les modalités d'attribution des classes de fiabilité globale sont décrites dans le ci-dessous.

		FIABILITE VIS-A-VIS DU MNT	
		FAIBLE	FORT
FIABILITE VIS-A-VIS DES DONNEES « EAU SOUTERRAINE »	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
	FORT	MOYEN	FORT

Tableau 7 : Modalité d'attribution des classes de fiabilité globale pour la méthodologie proposée

La représentation cartographique de cet indice de fiabilité global est proposée en Figure 9.

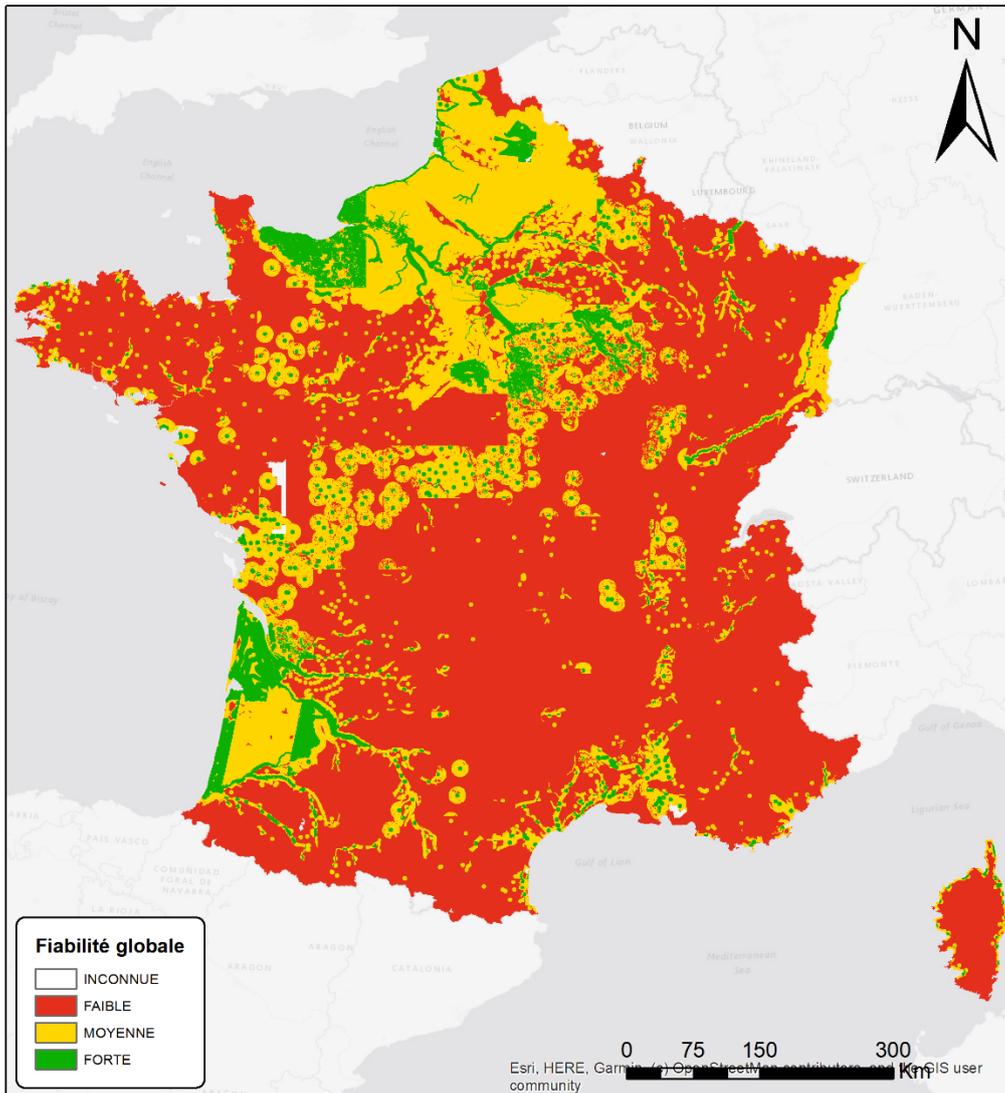


Figure 9 : Carte de fiabilité globale pour la carte actualisée

Une très large majorité du territoire national reste caractérisée par une fiabilité faible. Ceci peut s'expliquer de différentes manières : forte hétérogénéité spatiale pour les données « eau souterraine », densité de points insuffisante pour les besoins de l'exercice, précision altimétrique assez faible sur une large part du territoire....

Vu l'absence de changement sur le MNT et la méthode d'estimation de la fiabilité globale présentée dans le Tableau 7, la fiabilité globale a surtout évolué dans des secteurs où les données « eau souterraine » se sont fiabilisées et où le MNT est déjà assez fiable. Ceci s'observe plus particulièrement dans le bassin Seine Amont et Moyenne où la superficie des zones de fiabilité forte et moyenne a globalement augmenté (Figure 10), du fait d'une collecte de données plus exhaustive (inclusion notamment d'une extraction très hautes eaux du modèle Aquibrie de la nappe du Champigny et d'une cartographie des secteurs inondés par remontée de nappe en 2013 et 2018 le long de la Seine et de l'Aube).

C'est moins visible pour les deux autres secteurs, du fait de la faible fiabilité du MTN et du choix fait sur la densité de données (notamment pour le bassin de l'Authie – cf. 3.4.3).

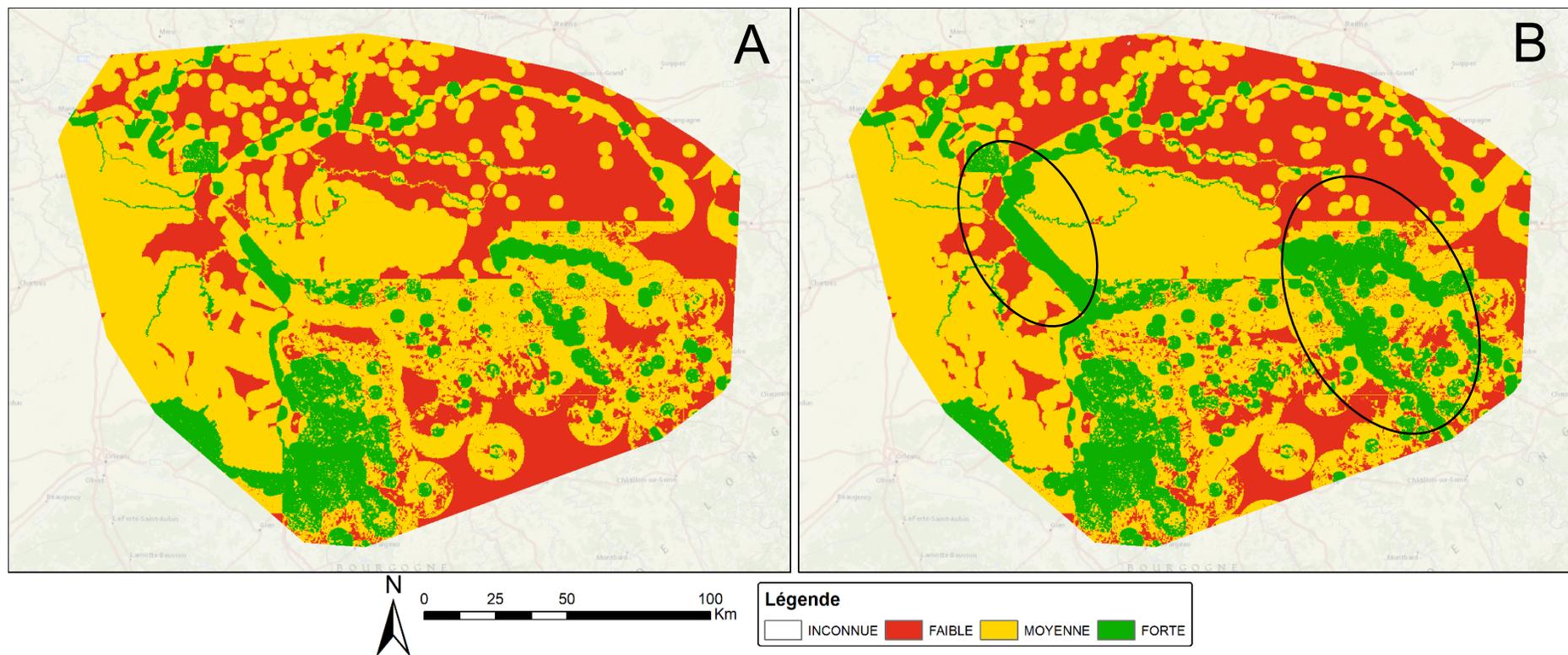


Figure 10 : Evolution de la fiabilité globale des résultats dans le secteur Seine Amont et Moyenne : (A) fiabilité globale de la carte de 2018 et (B) fiabilité globale de la carte de 2022. Les zones entourées sont celles ayant bénéficié d'une amélioration la plus notable

3.4. PRINCIPALES EVOLUTIONS CONSTATEES

3.4.1. Alsace – Sud de Strasbourg

La Figure 11 synthétise les évolutions apportées au niveau de l'emprise Sud-Strasbourg, que ce soit en termes de points « eau souterraine » utilisés qu'en termes de changements sur les classes nationales de sensibilité aux remontées de nappe induits par cette mise à jour.

Au final, 595 points « eau souterraine » restent communs aux deux versions de la carte, 37 points de 2018 ont été retirés du jeu de données et 203 points ont été rajoutés pour la nouvelle version.

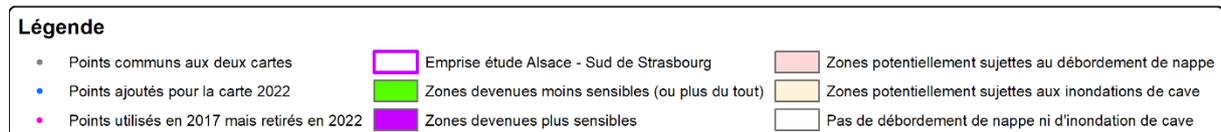
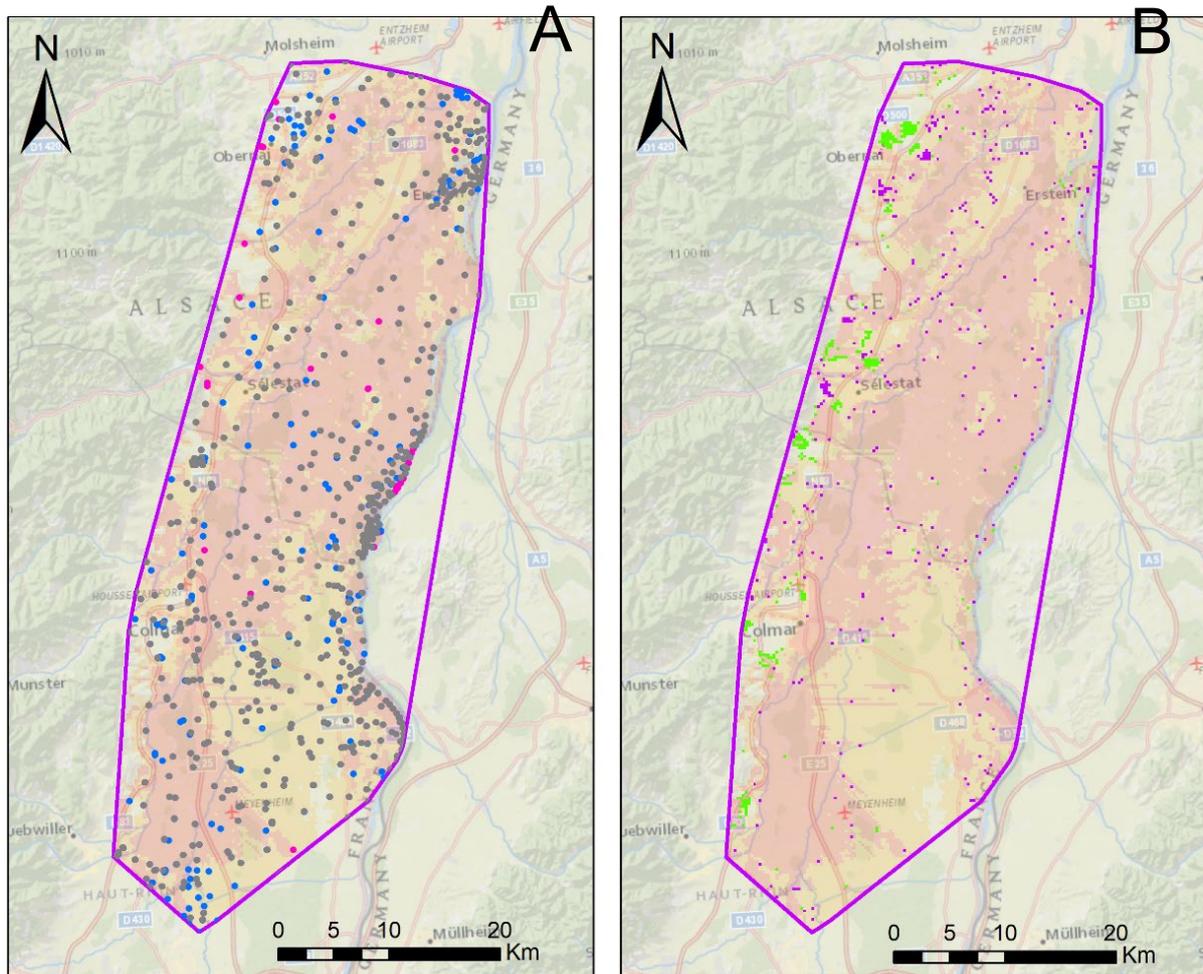


Figure 11 : Localisation des points utilisés pour les cartes nationales 2018 et 2022 (hors EAIP) dans le secteur de l'Alsace – Sud de Strasbourg (A) et des zones ayant changé de classification entre les deux versions de cartes (B)

Une zone « moins sensible » est une zone qui voit la cote piézométrique extrême s’abaisser par rapport à la version précédente de telle sorte que cette zone évolue vers une classe de sensibilité inférieure. A contrario, une zone « plus sensible » voit, à l’inverse, la cote piézométrique extrême s’élever, entraînant un changement de classe vers une plus forte sensibilité.

Les changements de classification des zones de sensibilité sont assez limités et concernent principalement certaines zones en bordure ouest de l’emprise d’étude (proche des piémonts vosgiens / zone de bordure de la nappe d’Alsace).

C’est notamment le cas à proximité de Sélestat (Figure 12) et d’Obernai (Figure 13) où l’évolution de la répartition des points utilisés semble avoir impacté par endroits le niveau extrême de la nappe interpolé et donc la classification finale en zone sensible aux remontées de nappe.

Il faut toutefois garder à l’esprit que l’influence des points EAIP « cours d’eau » utilisés dans la méthode nationale (masque bleu ciel dans les cartes suivantes) est globalement prédominante sur le rendu final et a donc probablement limité ces variations dues à la mise à jour des données « eau souterraine ».

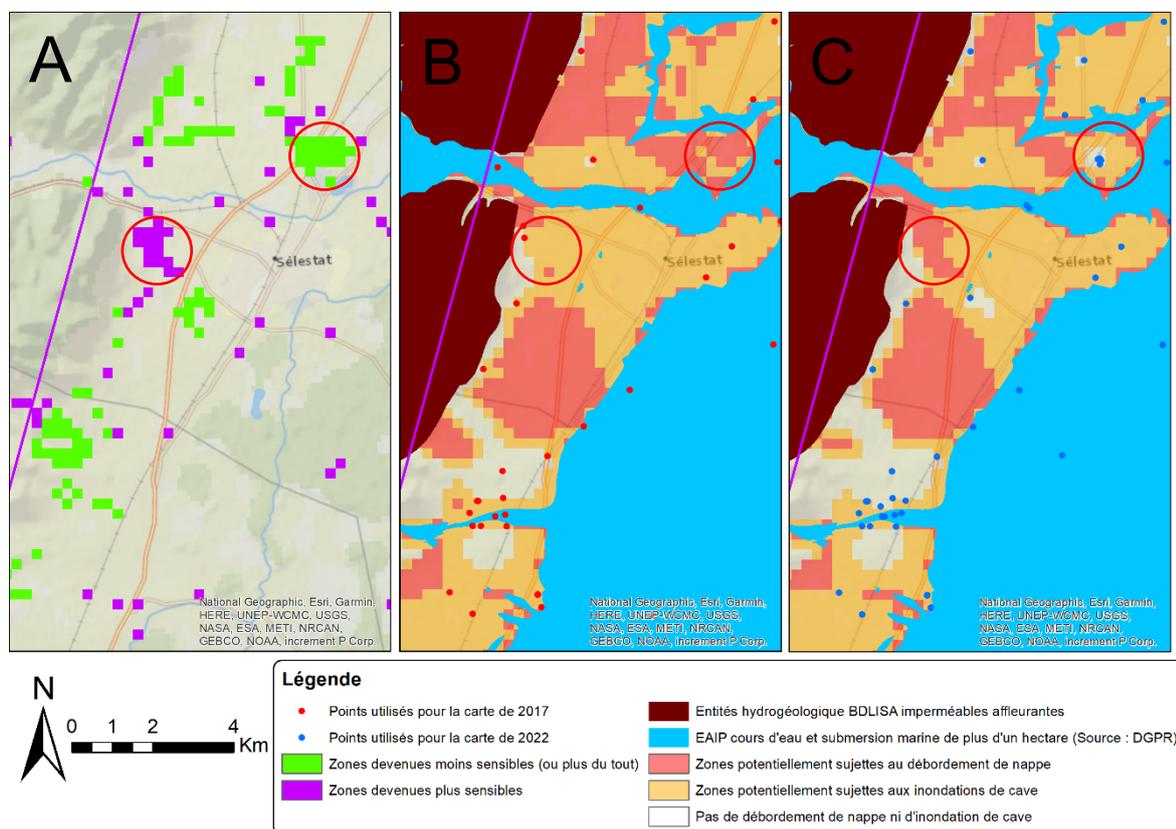


Figure 12 : Focus sur le secteur de Sélestat (A-changement de classification / B-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2018 / C-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2022)

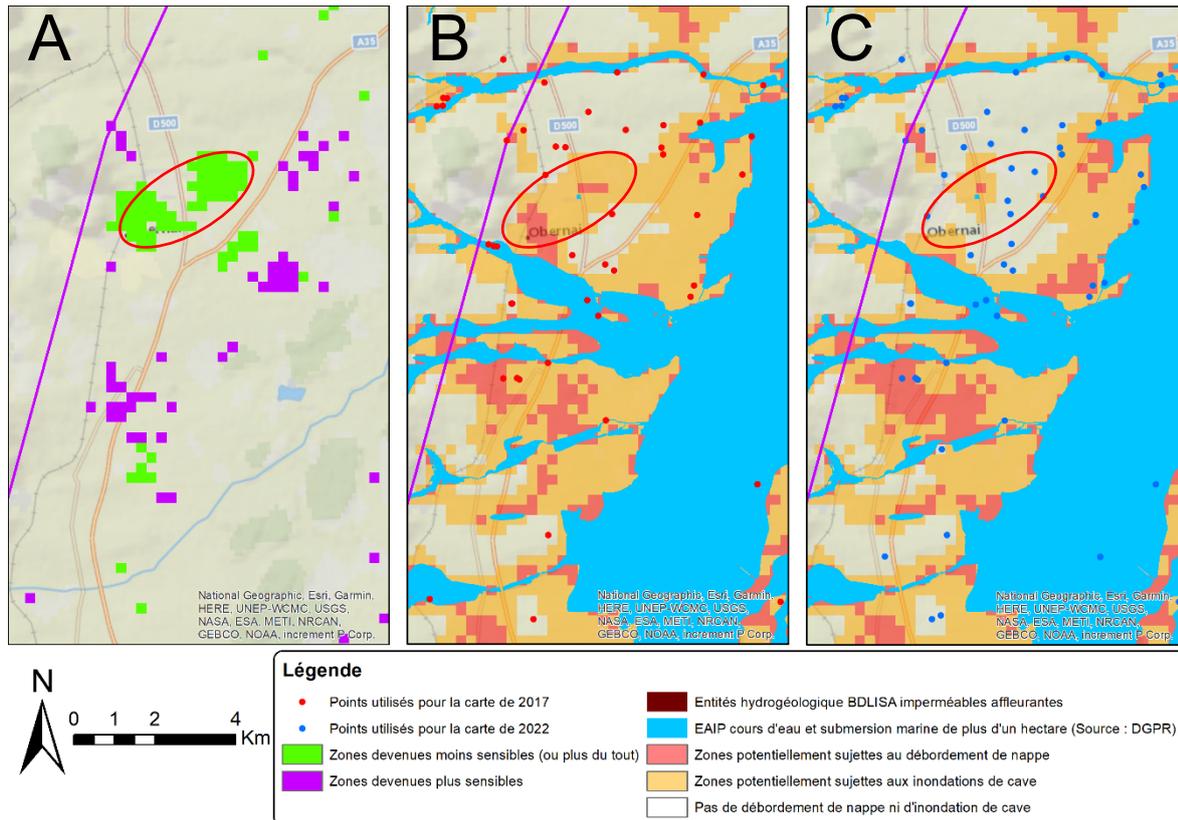


Figure 13 : Focus sur le secteur d'Obernai (A-changement de classification / B-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2018 / C-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2022)

3.4.2. Seine Amont et Moyenne

Dans le cadre de l'étude menée sur la Seine Amont et Moyenne, un certain nombre de choix forts ont été fait sur les points utilisés pour la carte régionale qui se distinguent de ceux pris en 2018 pour la carte nationale (Figure 14).

Les principales différences sont les suivantes :

- Récupération et exploitation des données du modèle de la nappe du Champigny (AQUI'Brie) – Amas de points bleus en partie centrale ;
- Réduction du nombre et/ou meilleure répartition géographique des points tirés des cartes piézométriques (en bordure Sud-Ouest notamment) ;
- Récupération de données d'observation terrain suite aux événements récents d'inondation par remontée de nappe dans le département de l'Aube (points bleus le long de la Seine et de l'Aube en moitié Est).

L'interpolation réalisée sur la base du nouveau jeu de données impacte plusieurs petits secteurs dans cette emprise d'étude. La classification a ainsi pu évoluer entre les deux versions de la carte. A ce titre, la zone de la nappe de Champigny a évolué sensiblement (Figure 15 entre Melun et Meaux) car le jeu de données « eau souterraine » 2022 apparaît plus consistant avec une bonne répartition géographique des points, au contraire de la version 2018 qui s'appuyait essentiellement sur les isopièzes d'une carte piézométrique Hautes Eaux ancienne.

De même, le secteur des bassins versants de petites affluents en rive gauche de la Seine Amont (entre Troyes et la confluence avec l'Aube) a évolué. Le jeu de données « eau souterraine » 2022 s'est enrichi, essentiellement dans la vallée de la Seine, de nombreux points de phénomènes de remontée de nappe observés sur le terrain suite aux événements de 2013 et 2018 (Figure 16).

En dehors de la vallée, en particulier dans les parties amont de ces petits bassins versants, certaines cotes extrêmes ont été revues à la baisse. Ceci a eu comme conséquence de diminuer l'emprise des zones classées sensibles au débordement par remontée de nappe, zones qui étaient probablement surestimées dans ces parties en amont dans la version 2018.

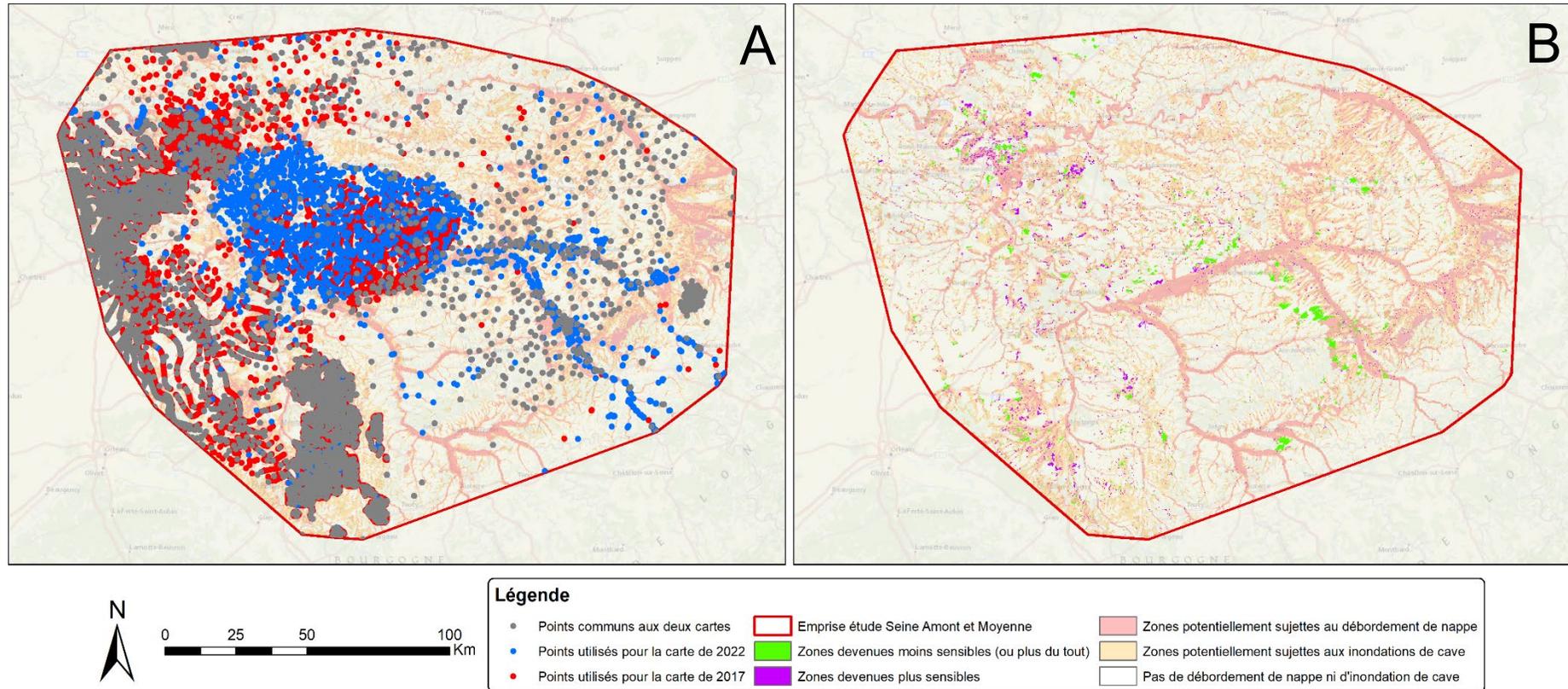


Figure 14 : Localisation des points utilisés pour les cartes nationales 2018 et 2022 (hors EAIP) dans le secteur Seine Amont et Moyenne (A) et des zones ayant changé de classification entre les deux versions de cartes (B)

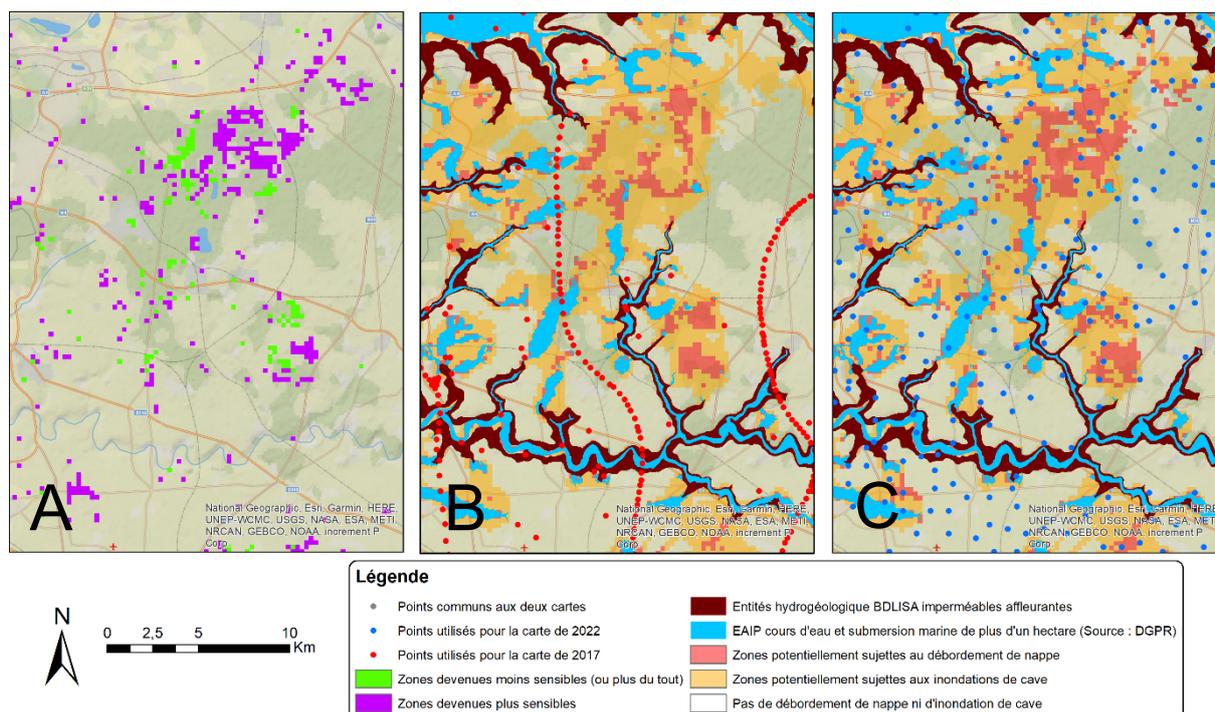


Figure 15 : Focus sur un secteur à l'est de Paris, entre Melun et Meaux (A-changement de classification / B-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2018 / C-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2022)

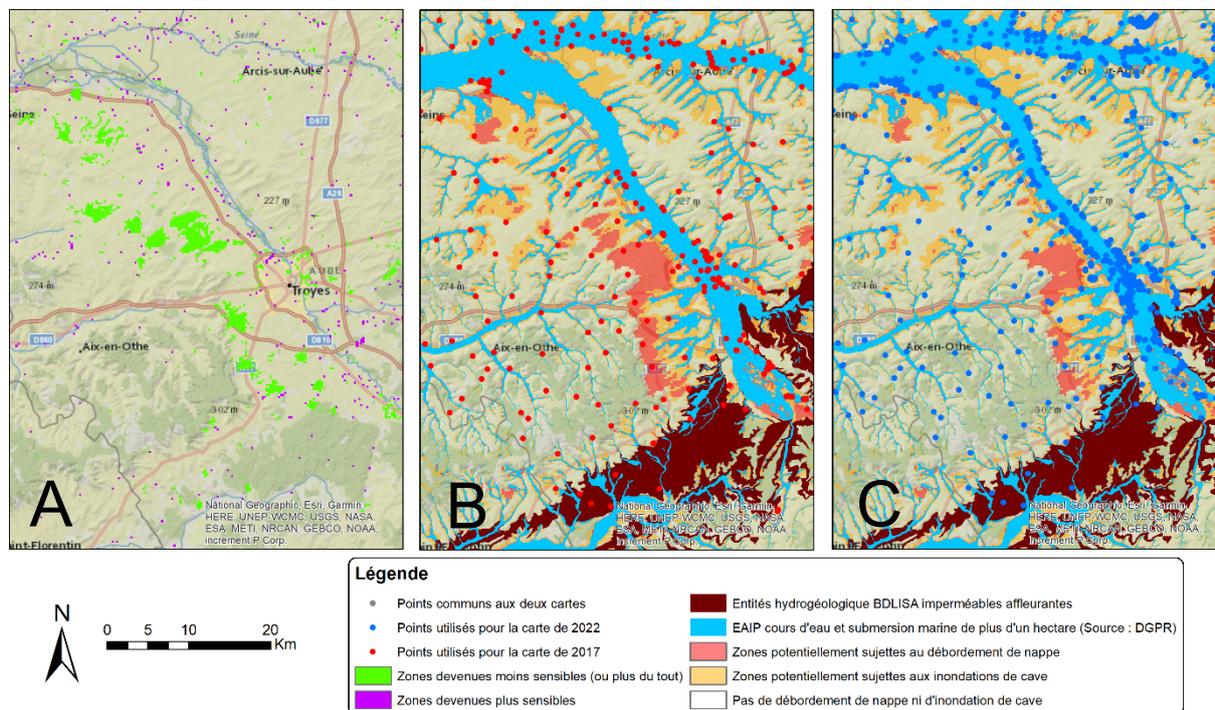
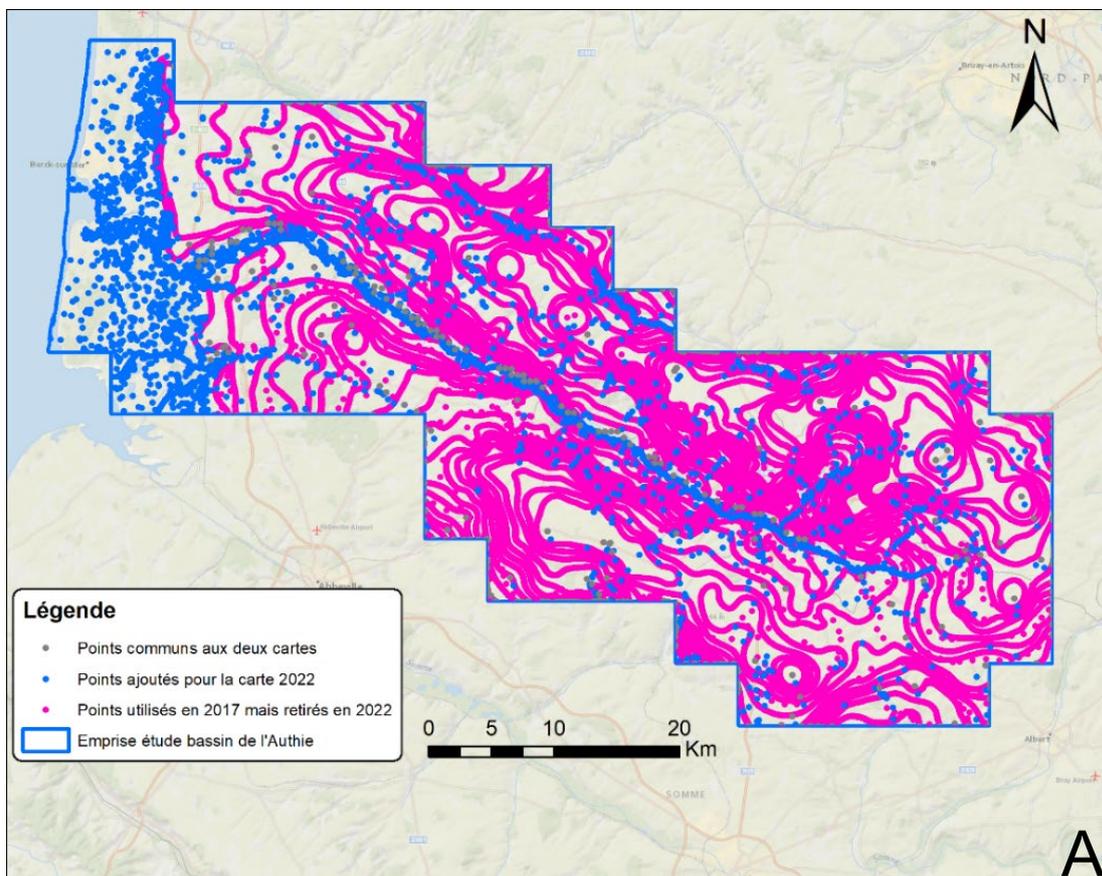


Figure 16 : Focus sur un secteur en rive gauche de la Seine Amont, entre Troyes et la confluence avec l'Aube (A-changement de classification / B-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2018 / C-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2022)

3.4.3. Bassin versant de l'Authie

Dans le bassin de l'Authie, le choix avait été fait, lors de la réalisation de la carte de 2021 à l'échelle locale, de ne pas repartir des isopièzes de la carte piézométrique HE 2011 de la Craie (utilisée pour la carte nationale) mais plutôt des points de mesures tirées de la campagne piézométrique correspondante, ce qui réduit drastiquement le nombre de points utilisés à cet endroit, comme le montre la carte A en Figure 17. Néanmoins la réduction importante de points n'a pas abouti à une remise en cause complète des résultats de l'interpolation à la résolution nationale mais plutôt à une série de petits ajustements (carte B - Figure 17).

En parallèle, les données en partie aval du bassin (Marquenterre) semblent avoir augmenté en 2022 mais il ne faut pas oublier que les données des EAIP « cours d'eau » et « submersion marine », non représentées dans ces cartes, sont toujours utilisées, ce qui lisse grandement les différences entre les deux versions de cartes.



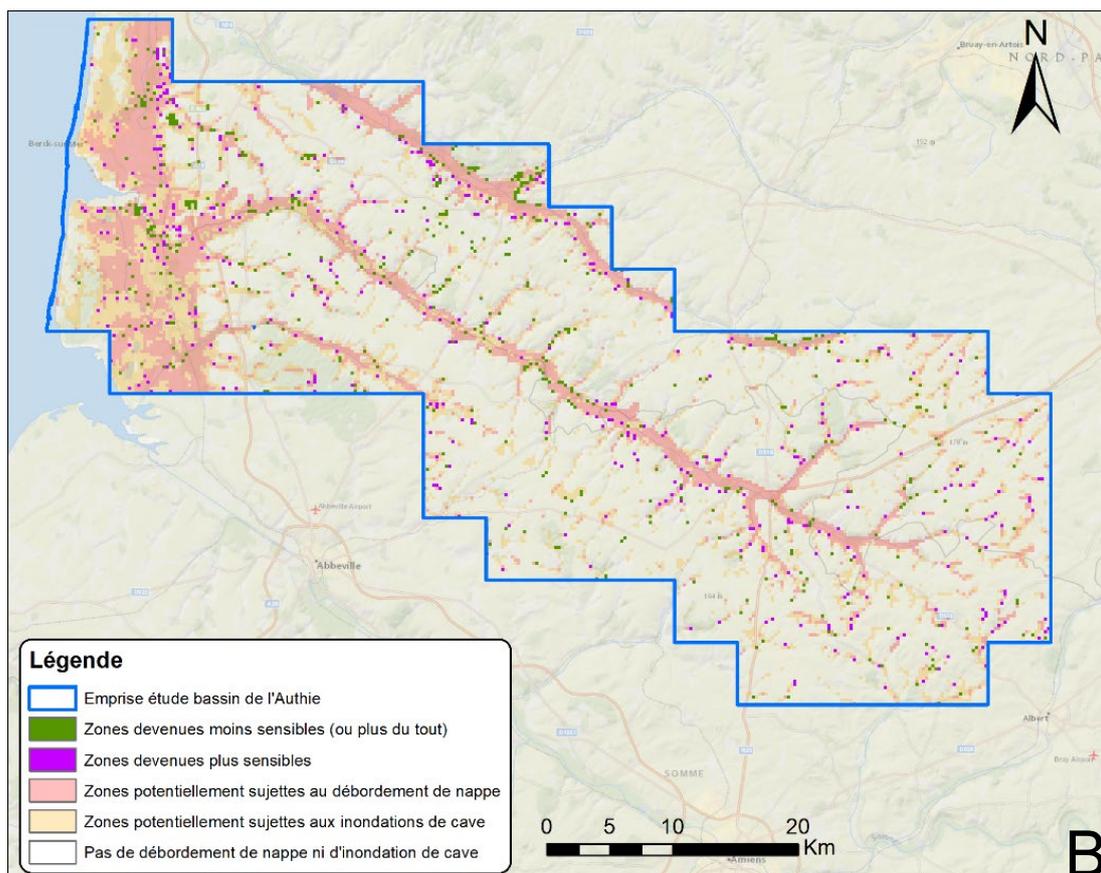


Figure 17 : Localisation des points utilisés pour les cartes nationales 2018 et 2022 (hors EAIP) dans le bassin versant de l'Authie (A) et des zones ayant changé de classification entre les deux versions de cartes (B)

3.4.4. Secteurs fortement enrichis par l'inventaire des observations

L'influence des données d'observation nouvellement collectées ne se fait véritablement sentir que dans les zones où leur densité est assez importante. Les points isolés n'influencent que très peu le résultat final induit par l'interpolation géostatistique à cette résolution (échelle nationale).

Néanmoins, quelques zones voient leur niveau de sensibilité aux remontées de nappe être modifié du fait de ces points. C'est le cas notamment en vallée de la Seine en amont de Rouen (Figure 18) et à Paris (Figure 19).

Il faut noter que ces zones inventoriées se trouvent généralement, et assez logiquement, à l'intérieur des enveloppes d'inondation par les cours d'eau (« EAIP cours d'eau ») et donc sous le masque bleu qui concerne cet autre type d'inondation dans la carte nationale. Toutefois, la présence de ces points peut influencer sur le résultat obtenu dans les secteurs à proximité et en dehors de ces enveloppes bleues.

Il faut néanmoins conserver une certaine vigilance et un regard critique sur le résultat apporté par cette carte, à cette échelle, et dans des secteurs assez densément urbanisés.

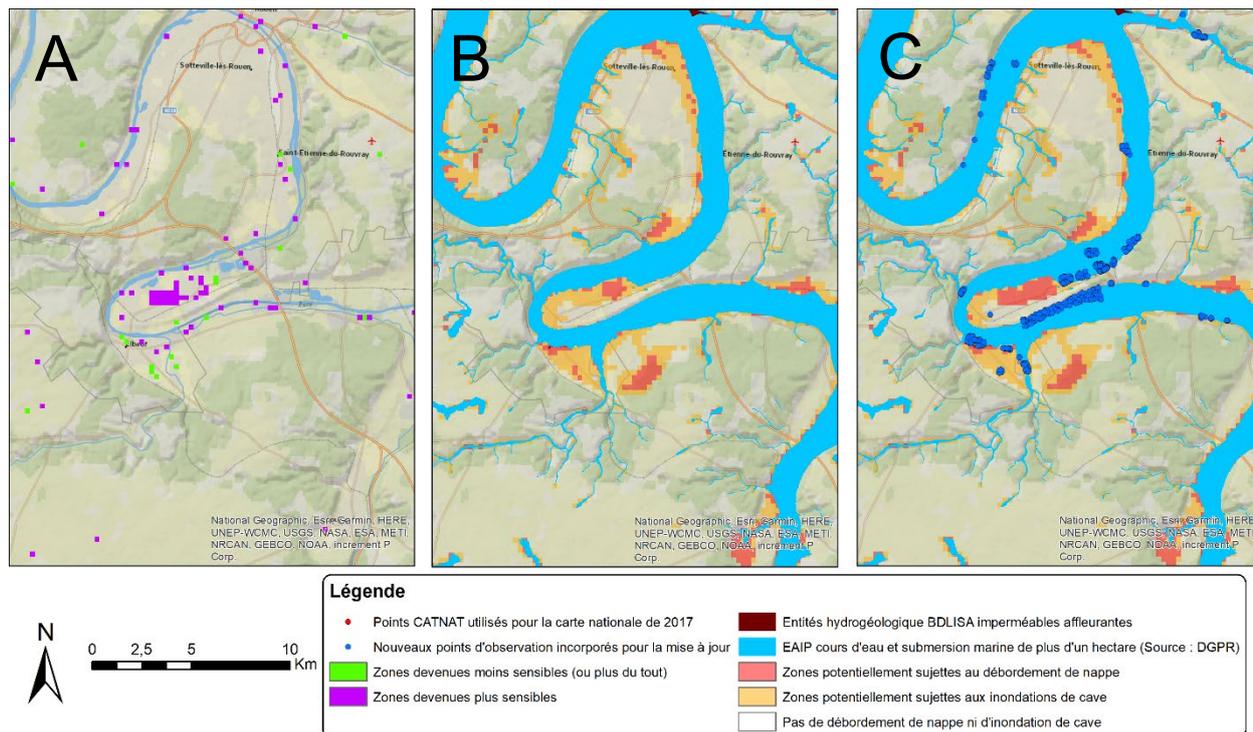


Figure 18 : Focus sur un secteur en Seine Aval, en amont immédiat de Rouen (A-changement de classification / B-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2018 / C-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2022)

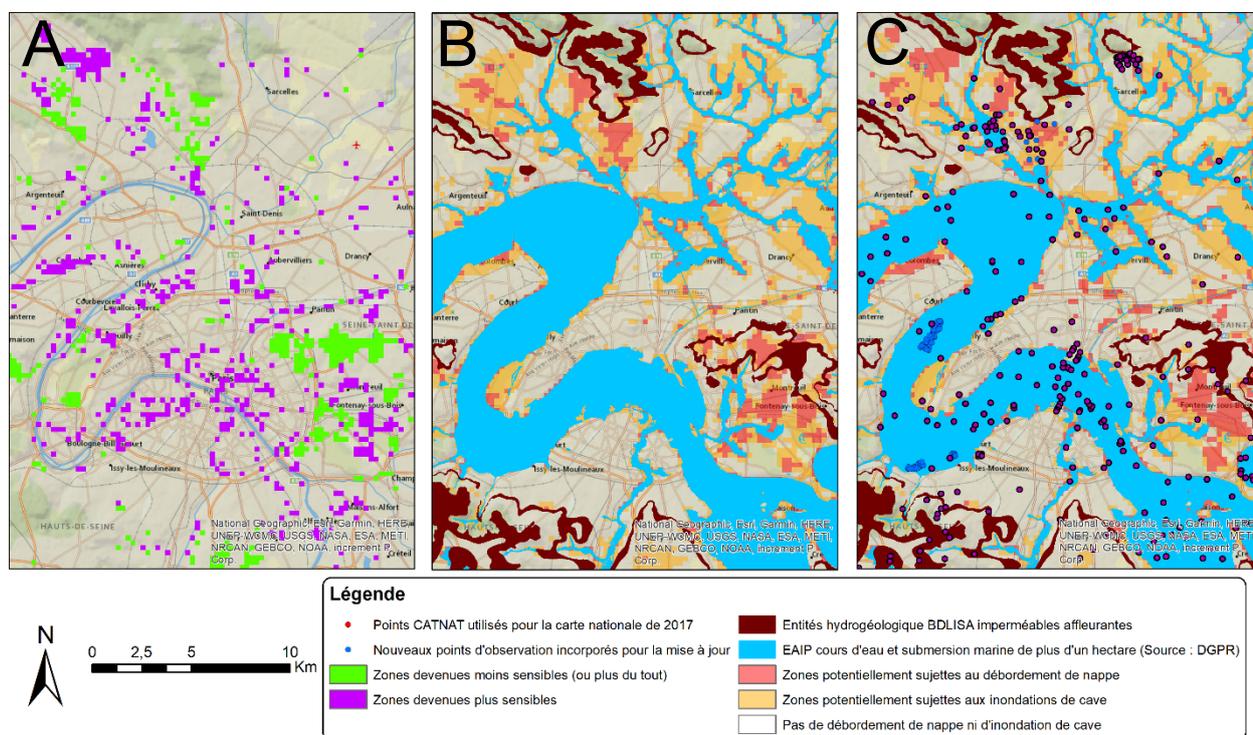


Figure 19 : Focus sur le Grand Paris (A-changement de classification / B-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2018 / C-carte et points (hors EAIP) utilisés en 2022)

4. Conclusion

L'apport des nouvelles données telles que les observations de terrain collectées dans la base de données nationales et les jeux de données vérifiés pour les études locales ont permis d'améliorer sensiblement la qualité des données utiles pour la réalisation de la carte nationale de sensibilité aux remontées de nappe, du moins dans certaines zones locales bien précises. Ailleurs, le jeu de données est resté identique à celui utilisé en 2018.

Cette nouvelle carte fournit, comme la précédente, une simple indication à l'échelle nationale, à partir des données disponibles en bases de données et des informations collectées localement à la date de réalisation de cette actualisation. De ce fait, à cette échelle d'investigation, la qualité de l'information est forcément très hétérogène et varie selon la géologie rencontrée, le relief et le nombre de points disponibles lors de l'interpolation.

Malgré ces avancées, il est donc nécessaire de rappeler que la réalisation de la carte des zones potentiellement inondables par remontée de nappe reste un exercice délicat qui « in fine » comporte de fortes incertitudes. Ces incertitudes, voire erreurs, sont notamment dû à :

- une part non négligeable d'informations incomplètes ou imprécises ;
- l'ordre de grandeur des classes de valeurs recherchées (0 à 2,5m ; 2,5 à 5m de profondeur) qui est parfois proche de l'ordre de grandeur de précision des données utilisées (précision plurimétrique en cote altimétrique) ;
- L'hétérogénéité des milieux considérés.

L'exploitation de cette carte, au stade actuel, n'est autorisée qu'à une échelle inférieure au 1/100 000ème, donc pour des études à échelle régionale ou nationale.

Comme pour la version précédente, les données de cette nouvelle cartographie sont diffusées sur <https://www.georisques.gouv.fr/>. Pour rappel, la carte doit être accompagnée pour sa lecture et son interprétation de différents masques à surimposer :

- le masque sur les zones karstiques (en utilisant par exemple la couche des zones karstique du référentiel hydrogéologique BDLISA) – *non fourni dans Géorisques* ;
- le masque sur les zones urbaines – *non fourni dans Géorisques* ;
- le masque des EAIP cours d'eau et submersion marine afin de faire apparaître les inondations liées aux phénomènes superficiels ;
- le masque des secteurs imperméables (également basés sur la BDLISA) où des inondations par remontée de nappe ne sont pas susceptibles de se produire – seul masque qui a été actualisé du fait de la sortie récente d'une nouvelle version de la BSLISA ;
- le masque des secteurs après-mine (une zone a pu être recensée dans le cadre de cette étude dans le secteur du bassin houiller lorrain).

5. Bibliographie

Arnaud, L., Papageorgiou, E., Assy, Y., Foumelis, M., Brugeron, A., Manceau, J.-C., Dupaigne, T. (2020) - Cartographie de sensibilité aux remontées de nappes à l'échelle des bassins de la Seine Amont et Moyenne. [Rapport final. BRGM/RP-69607-FR](#), 89 p., 2 ann.

Bessière, H., Tillier, L., Bourgine, B., Brugeron, A., Foumelis, M. (2019) - Mise en place d'une méthodologie de cartographie de risque d'inondation par remontée de nappe à l'échelle locale – Application à la nappe d'Alsace au Sud de Strasbourg. [Rapport final. BRGM/RP-68600-FR](#), 86 p.

Bessière, H., Brugeron, A., Bourgine, B., Papageorgiou, E., Foumelis, M. (2020) - Guide méthodologique pour l'établissement de cartes de sensibilité aux remontées de nappe à l'échelle locale. [Rapport final. BRGM/RP-69653-FR](#), 199 p., 7 ann.

Bessière, H., Brugeron, A., Cochery, R., Assy, Y., Bault, B. (2021) – Cartographie de sensibilité aux remontées de nappe sur le bassin versant de l'Authie. Rapport final. BRGM/RP-70431-FR, 122 p., 67 ill., tabl., 2 ann.

Brugeron, A. Urban, S., Bessière, H., Assy Y. (2022) – Cartographie de la sensibilité aux remontées de nappe & inventaire des impacts et enjeux en milieu urbain : application sur Troyes Champagne Métropole. Rapport final. BRGM/RP-72337-FR, *étude en cours*.

Brugeron, A., Bessière, H., Bourgine, B., Stollsteiner P. (2018) – Etude méthodologique pour l'amélioration de la cartographie de sensibilité aux remontées de nappes et réalisation d'une carte nationale - BRGM/RP-65452-FR.

Chabart, M., Bourouay, O., Javaux, B. (2022) - Evaluation des zones à risque de remontée de nappe dans le bassin versant de la Chiers et ses affluents. Rapport final BRGM/RP-71344-FR, 189 p.

Dupaigne, T., Badinier, G. (2022) – Étude hydrogéologique du territoire de Vallée Sud Grand Paris. Rapport final V1. BRGM/RP-71455-FR, 62 p.



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Centre scientifique et technique
Direction Eau, Environnement et Procédés analytiques
Unité « Evaluation et Valorisation des données sur
l'Eau »**

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34



Géosciences pour une Terre durable

brgm

www.brgm.fr