

Document à accès immédiat

Forêt-de-Haye (54) : Etat des lieux sur les connaissances d'intérêt pour les ressources en eaux

Rapport final

BRGM/RC-73244-FR

Version 1 du 8 février 2024

Etude, prestation, expertise

Chabart M., Aubert N.



Vérificateur :		Approbateur :	
Nom :	L. GOURCY	Nom :	Nicolas KOEBERLE
Fonction :	Hydrogéologue	Fonction :	Directeur régional Grand Est
Date :	10/01/2024	Date :	16/01/2024
Signature :		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/yMgFcU6Ctq> ou par ce code :



Mots clés :

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

Chabart M., Aubert N. 2024. Forêt-de-Haye (54) : Etat des lieux sur les connaissances d'intérêt pour les ressources en eaux. Rapport final V1. BRGM/RC-73244-FR, 78 p., 34 fig., 7 tableaux, 5 annexes numériques.

Synthèse

Le présent document dresse l'**état des lieux des connaissances géologiques et hydrogéologiques** acquises à ce jour sur le plateau central de la forêt de Haye situé à l'ouest de Nancy. Réalisé par le BRGM entre mai et décembre 2023, il a comme objectif de fournir au Syndicat Mixte de la Forêt de Haye un bilan des données disponibles, une caractérisation des ressources en eaux et une identification des actions prioritaires à mettre en œuvre pour approfondir les connaissances. Le projet est financé par le Syndicat Mixte de la Forêt de Haye, avec la participation du Département de Meurthe-et-Moselle et de la Région Grand Est. Le périmètre d'étude correspond au territoire enserré dans la boucle de la Moselle (au nord, à l'ouest et au sud) et regroupe 21 communes.

Le rapport s'attache dans un premier temps à démontrer l'importance du rôle de la **forêt** et des **zones humides** sur la disponibilité de la ressource en eau et sa qualité.

Les **activités anthropiques** ont depuis longtemps marqué ce territoire et il est apparu important de dresser l'inventaire des **sites industriels** et des substances liées aux activités industrielles ayant pu ou pouvant impacter les sols et les eaux. On compte sur la zone d'étude deux sites militaires, 6 sites et sols appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif (ex-BASOL), 2 sites SIS (Secteurs d'Information sur les Sols), 90 sites ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement), 328 sites répertoriés dans BASIAS (Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Services), 47 accidents/incidents extraits de la base ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents gérée par le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels) et plus d'une cinquantaine de paramètres chimiques associés aux différentes activités concernées. L'**activité minière** a également profondément modifié le sous-sol et les écoulements souterrains entre 1856 et 1968 et transformé le paysage de la forêt de Haye. La cartographie des exploitations et de leurs conséquences s'avère indispensable à la bonne gestion des activités menées sur la forêt de Haye notamment en matière de gestion de la ressource en eau.

Les nombreuses publications d'articles et de rapports sur la forêt de Haye (87 références bibliographiques identifiées sur la période allant de 1864 à 2015) démontrent l'intérêt du secteur en matière de **ressources minérales** (activité minière) mais également en terme de **ressource en eau pour l'alimentation en eau potable** des communes du secteur. On dénombre 21 captages sur le périmètre d'étude avec une emprise des **périmètres de protection des captages** importante par rapport au périmètre de classement de la forêt de Haye (47 %) et par rapport à la zone d'étude (34 %).

Si les publications scientifiques portant sur la forêt de Haye s'intéressent essentiellement à la **géologie** (particularités stratigraphiques et lithologiques, tectonique, phénomènes karstiques...), l'**hydrogéologie** est omniprésente dans les travaux scientifiques notamment en lien avec les Inventaires des Ressources Hydrauliques ou IRH et les besoins d'assurer et de protéger les ressources en eau exploitées par les collectivités du secteur. Les publications donnent lieu à des capitalisations de données dans la Banque de données du sous-sol et des synthèses sous forme de coupes, de cartes hydrogéologiques et piézométriques.

Toutes ces données sont potentiellement exploitables et utilisables dans la mise en œuvre d'une **modélisation géologique 3D** qui présente l'avantage de pouvoir visualiser aisément des configurations géologiques complexes, de construire des outils d'aide à la décision et à la planification voir d'anticiper la gestion des ressources en eau en cohérence avec l'aménagement du territoire et l'impact du changement climatique.

L'**acquisition de mesures** est un prérequis nécessaire à toute modélisation envisagée pour disposer d'un outil opérationnel de gestion de la ressource en eau. Mais il n'existe à ce jour aucun point de surveillance régulière de la piézométrie sur le périmètre de la forêt de Haye. L'implantation d'ouvrage de suivi des niveaux d'eau (récupération d'un ouvrage existant non exploité ou création d'un nouveau piézomètre) ainsi que l'équipement de forage ou de sources mériteraient d'être étudiés au regard des enjeux sur le périmètre d'étude.

La **compilation des données de débits de sources ou d'exhaure actuellement exploitées et des prélèvements réalisés** sur les ouvrages exploités du secteur permettrait à terme de disposer d'une base de données exploitable à des fins statistiques à l'échelle du massif de la forêt de Haye. Ces actions devront être menées dans un objectif d'établir le bilan hydro(géo)logique à l'échelle du massif, de bassins versants ou de bassins d'alimentation de source.

En ce qui concerne les activités anthropiques, des campagnes de reconnaissance sur les sols ou les eaux souterraines (recherche de substances potentiellement polluantes, localisation des affaissements miniers ou autres cavités) pourront être envisagées au cas par cas en fonction des besoins tels que des projets d'aménagement ou des problèmes de gestion de la ressource. Ces actions devront être menées dans un objectif de sécurisation de la ressource en eau afin de garantir l'importance des écoulements actuels (prévenir ou éviter les effondrements qui bloqueraient ou dérouteraient les écoulements actuels) et leur qualité.

Sommaire

1. Introduction	9
1.1. Contexte.....	9
1.2. Priorités et enjeux pour le Syndicat mixte	10
1.3. Objectifs des tâches confiées au BRGM	11
2. Collecte des données	13
2.1. Périmètre d'étude	13
2.2. Organigramme des données collectées	16
3. Traitement préliminaire et analyse des données.....	17
3.1. Forêt et zones humides.....	17
3.1.1. <i>Relations entre forêt et eaux souterraines</i>	17
3.1.2. <i>Importance des zones humides</i>	19
3.2. Risques « pollution des eaux ».....	23
3.2.1. <i>Impact des polluants industriels</i>	23
3.2.2. <i>Impact des polluants des eaux pluviales autoroutières</i>	31
3.3. Contexte géologique et hydrogéologique	32
3.3.1. <i>Géologie et gisements miniers</i>	32
3.3.2. <i>Topographie et hydrogéologie souterraine</i>	33
3.3.3. <i>Piézométrie</i>	34
3.3.4. <i>Log hydrogéologique du plateau de Haye et ressources aquifères associées</i>	43
3.4. Travaux miniers.....	44
3.5. Inventaire des cavités et phénomènes karstiques	49
3.6. Inventaire des ouvrages en BSS et des captages d'eau souterraine	55
3.7. Suivi de la qualité des eaux souterraines	58
3.8. Risque « inondation ».....	60
3.8.1. <i>Risque inondation par débordement de cours d'eau</i>	60
3.8.2. <i>Risque inondation par remontée de nappe</i>	61
4. Préconisations en matière d'approfondissement des connaissances et moyens opérationnels associés	65
4.1. modélisation	65
4.1.1. <i>Rappel sur la modélisation et ses prérequis</i>	65
4.1.2. <i>Modèle conceptuel préliminaire et faisabilité d'une modélisation</i>	66
4.2. Affaissements miniers, cavités, phénomènes et écoulements karstiques	67
4.3. Métrologie des niveaux, débits et prélèvements	68
4.4. Impact des activités industrielles actuelles ou anciennes sur la qualité des eaux souterraines ou des sols	69
5. Conclusions.....	71
6. Bibliographie	73

Liste des figures

Figure 1 – Périmètre d'action du Syndicat Mixte Forêt de Haye	9
Figure 2 – Localisation du secteur d'étude. Fond cartographique : Carte géologique 1/1 000 000 © BRGM (https://infoterre.brgm.fr/)	14
Figure 3 – Localisation du secteur d'étude. Fond cartographique : Carte topographique © IGN15	
Figure 4 – Localisation du secteur d'étude. Fond cartographique : Carte géologique 1/50 000 © BRGM (https://infoterre.brgm.fr/)	15
Figure 5 – Organigramme des données collectées	16
Figure 6 – Visualisation des zones humides inventoriées sur le périmètre d'étude. D'après https://www.geocatalogue.fr/	22
Figure 7 – Extrait de la carte nationale des milieux potentiellement humides centrée sur le périmètre d'étude. D'après http://geowww.agrocampus-ouest.fr/	22
Figure 8 – Présentation de la base de données des corrélations Activités-Polluants [BD ActiviPoll]	29
Figure 9 – Coupes et carte de la topographie souterraine sur la forêt de Haye. D'après IMBEAUX & VILLAIN, 1902.	37
Figure 10 – Carte des circulations aquifères (écoulements mis en évidence par traçage) sur le plateau de la forêt de Haye. D'après LE ROUX J., MAUBEUGE P.L., CORDA R. (1973)	38
Figure 11 – Carte hydrogéologique du Bassin ferrifère lorrain, feuille Nancy. Maubeuge, 1983.	39
Figure 12 - Coupe hydrogéologique du plateau de la forêt de Haye A-A' pour illustrer les ressources en eau du Vallon de Bellefontaine. Extrait du rapport BRGM/RR33142 (ROUGIEUX,1991)	40
Figure 13 - Coupe hydrogéologique du plateau de la forêt de Haye B-B' pour illustrer les ressources en eau du Vallon de Bellefontaine. Extrait du rapport BRGM/RR33142 (ROUGIEUX,1991)	41
Figure 14 – Cartes piézométriques disponibles sur le périmètre d'étude.....	42
Figure 15 – Log hydrogéologique schématique au droit de la forêt de Haye et ressources associées.....	43
Figure 16 – Exploitations et concessions du bassin ferrifère sud	45
Figure 17 – Cartographie de l'aléa « mouvement de terrain » sur le périmètre d'étude. Source : DREAL - données janvier 2013.....	48
Figure 18 – Cartographie de l'aléa « mouvement de terrain » sur le secteur de Chavigny. Source : DREAL - données janvier 2013.....	49
Figure 19 – Cartographie des phénomènes karstiques sur le périmètre d'étude. D'après IKARE déc-2023.....	52
Figure 20 – Exemple de fiche de caractérisation des phénomènes karstiques. D'après IKARE déc-2023.....	53
Figure 21 – Cartographie des cavités sur le périmètre d'étude. D'après Géorisques déc-2023	54
Figure 22 – Cartographie des ouvrages de la BSS sur le périmètre d'étude. Extraction Infoterre sept-2023.....	56

Figure 23 – Exemple de chronique des volumes extraits sur Fond de Monvaux communiqué par le pôle technique de la Communauté de Commune de Moselle & Madon (service de l'eau et de l'assainissement).....	56
Figure 24 – Cartographie des captage AEP et des périmètres de protection sur la zone d'étude. Extraction ARS de 2020.	57
Figure 25 – Cartographie des points d'eau avec suivi de la qualité disponibles sur le site ADES	59
Figure 26 – Exemple de graphiques obtenus après traitement des données de qualité avec l'outil Qualistat 3©	59
Figure 27 - Cartographie des risques « inondation » sur le secteur d'étude d'après https://carto2.geo-ide.din.developpement-durable.gouv.fr/frontoffice/?map=781960b4-cf17-45dc-b235-adc5ca6ad0f9#	61
Figure 28 - Extrait de la carte de sensibilité aux remontées de nappe sur le secteur d'étude (1 couche). D'après https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/	63
Figure 29 - Extrait de la carte de sensibilité aux remontées de nappe sur le secteur d'étude avec ajout du masque Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles des cours d'eau (2 couches). D'après https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/	63
Figure 30 - Extrait de la carte de sensibilité aux remontées de nappe sur le secteur d'étude avec ajout des masques Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles des cours d'eau et formations imperméables BDLISA (3 couches). D'après https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/	64
Figure 31 – Illustration des types de modélisation	66
Figure 32 - Modèle conceptuel préliminaire proposé pour le secteur d'étude	67
Figure 33 – Coupe du forage ATR à Champigneulles (Les Baraques) présélectionné pour la mise en œuvre d'un suivi	68
Figure 34 – Propositions d'actions type	72

Liste des tableaux

Tableau 1 – Liste des zones humides remarquables du SDAGE Rhin-Meuse.....	21
Tableau 2 – Liste des sites BASOL recensés sur la zone d'étude	26
Tableau 3 – Liste des paramètres issus de la BD ActiviPoll (note > 6) pour les 83 sites ICPE de la zone d'étude.....	27
Tableau 4 - Liste des paramètres issus de la BD ActiviPoll (note > 6) pour les 328 sites BASIAS de la zone d'étude	28
Tableau 5 – Nombre d'accidents/incidents recensés dans ARIA sur le secteur d'étude	30
Tableau 6 – Type de composés/produits associés à des accidents/incidents retenus issus de ARIA.....	30
Tableau 7 – Synthèse des données concernant les ouvrages extraits de la BSS (https://infoterre.brgm.fr/)	55

Liste des annexes

Annexes sur support numérique à accès réservé :

Annexe numérique n°1 - Tableau de synthèse des 87 références bibliographiques.

Annexe numérique n°2 - Synthèse sous forme de listes et de statistiques des différents sites industriels (activité passée ou actuelle) retenus par source d'information.

Annexe numérique n°3 – Extraction des ouvrages de la Banque de Données du Sous-sol. Liste des différents ouvrages captant les ressources aquifères sur le périmètre d'étude.

Annexe numérique n°4 – Résultats des traitements des données de l'extraction ADES réalisés avec l'outil BRGM Qualistat3®.

Annexe numérique n°5 - Synthèse des données disponibles en fonction des différentes sources d'information concernant les phénomènes et écoulements karstiques.

1. Introduction

1.1. CONTEXTE

Créé en 1972, le **syndicat mixte de la Forêt de Haye** gère le parc de loisirs avec pour mission de « mettre à la disposition des populations et plus particulièrement des habitants des agglomérations fortement urbanisées, des équipements touristiques et culturels susceptibles de favoriser les loisirs et la détente de plein air... ».

Courant 2024, le syndicat mixte verra ses compétences élargies pour devenir la structure porteuse des projets à l'échelle de la forêt de Haye (Figure 1). Il sera constitué des intercommunalités du Grand Nancy, des Terres Toulaises, de Moselle & Madon, du Bassin de Pompey ainsi que du département de Meurthe-et-Moselle.

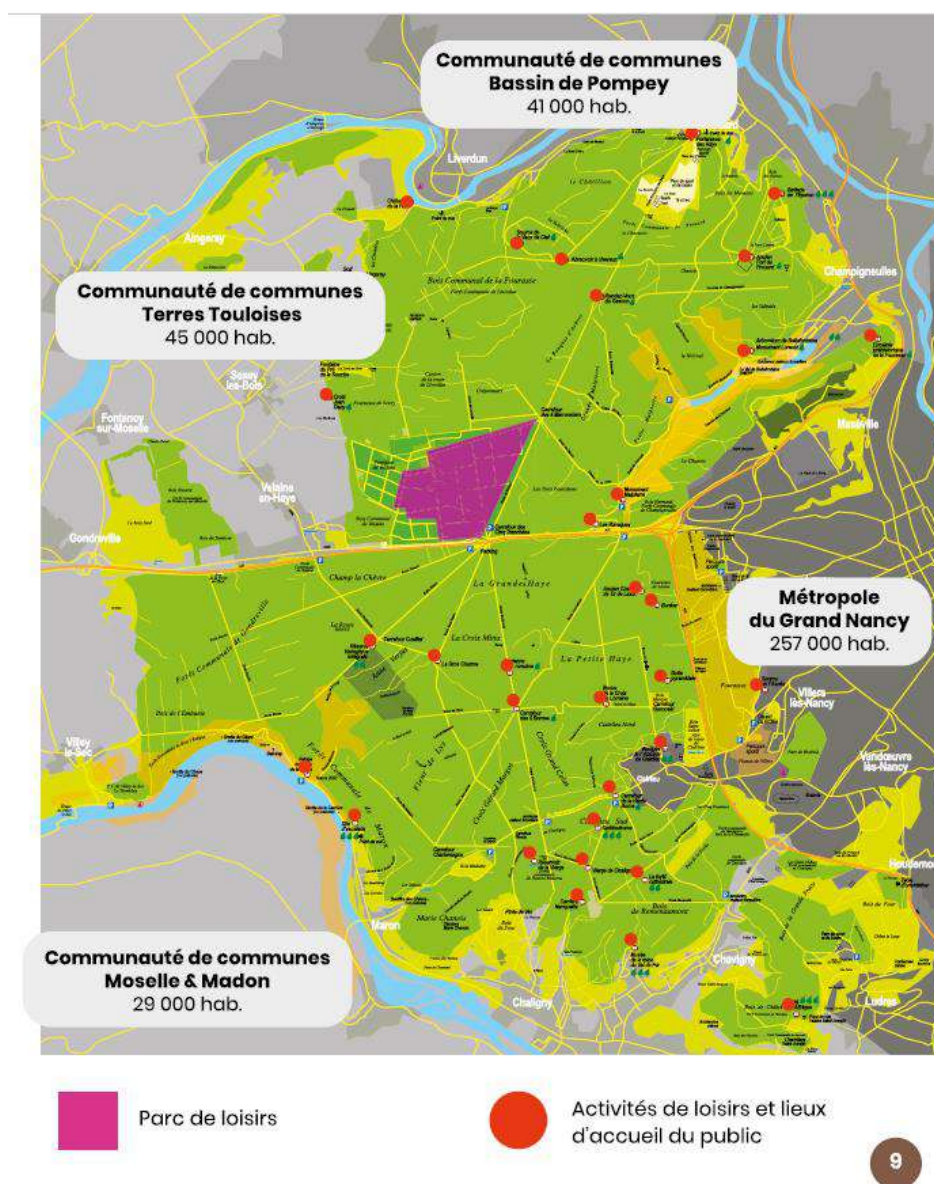


Figure 1 – Périmètre d'action du Syndicat Mixte Forêt de Haye

1.2. PRIORITES ET ENJEUX POUR LE SYNDICAT MIXTE

Le syndicat mixte a identifié trois grandes priorités :

- La nécessité de préserver la forêt en tant que milieu naturel, sujet à des activités d'exploitation sylvicole et cynégétiques ;
- L'importance d'y adapter l'accueil du public dans un esprit de découverte et de protection de la forêt et de son patrimoine ;
- Et enfin le besoin d'un renouveau du Parc de loisirs au prisme des enjeux de société actuels.

Différents enjeux ont été identifiés se situant à des niveaux de réflexion très hétérogènes dont deux impliquant les eaux souterraines :

- La gestion des risques (éboulement de terrain, pollution des **nappes souterraines**, couverture du territoire par des moyens de secours, chenilles processionnaires, etc.) est un enjeu aux facettes multiples, nécessitant une prise en compte tant des risques existants que futurs, notamment de feu de forêt avec l'accentuation des phénomènes de sécheresse ;
- En parallèle à cette gestion des risques, une réflexion est prévue sur les fonctions et services écologiques rendus par la forêt en termes de **protection de la ressource en eau**, de filtration de l'air ou de corridors de déplacement d'espèces, qui doivent être préservés.

Dans le cadre de la nouvelle procédure de « **Charte forestière de territoire**¹ » (en cours d'élaboration depuis 2022), trois documents sont prévus : Un diagnostic territorial (finalisé début 2024), un plan d'orientations et un plan d'actions. Les premiers constats du diagnostic en termes de ressources en eau (compilation des données uniquement) sont les suivants : **manque de connaissances sur le fonctionnement hydrogéologique à l'échelle du massif et sur la résilience face au changement climatique**. Les problèmes récurrents de sécheresse rencontrés par les EPCI² ces dernières années, ainsi que le risque inondation pour certaines communes, suscitent des inquiétudes pour l'avenir et font naître le besoin d'anticipation.

Pour résumer, la charte forestière constitue un enjeu fort pour la pérennité des ressources, de leur accès et de leurs usages au cœur de la forêt de Haye, et la première étape de diagnostic doit permettre au syndicat mixte de disposer d'un regard d'ensemble à l'échelle du massif de la forêt de Haye pour construire un plan d'actions pertinent.

¹ Portée par une collectivité, la charte forestière de territoire rassemble tous les acteurs d'un territoire qui définissent un programme d'actions pour valoriser leurs espaces forestiers. Elle prend en compte tous les usages de la forêt : économique, environnemental et social.

² Etablissements Publics de Coopération Intercommunale

1.3. OBJECTIFS DES TACHES CONFIEES AU BRGM

Pour répondre aux préoccupations du Syndicat Mixte en terme de ressources en eau et identifier les actions prioritaires notamment en terme d'approfondissement des connaissances, le BRGM a été chargé de dresser un **état des lieux des connaissances ayant un intérêt pour la gestion et la protection de la ressource en eau** (notamment géologiques et hydrogéologiques) **sur le plateau de Haye et de définir des préconisations** notamment en termes d'approfondissement des connaissances (suivi ou d'acquisition de données complémentaires par exemple). Le projet est financé par le Syndicat Mixte de la Forêt de Haye, avec la participation du Département de Meurthe-et-Moselle et de la Région Grand Est.

Les travaux se sont déroulés de mai à décembre 2023 suivant le programme suivant :

- La collecte des données portant sur la géologie et l'hydrogéologie du périmètre d'étude ;
- Le traitement préliminaire et l'analyse des données collectées :
 - Bilan des connaissances et données disponibles en jugeant de leurs pertinences et de leurs intérêts ;
 - Liste des ouvrages sur le secteur d'étude (forages, puits, sources, sondages, galerie de mines...) et disponibilité des documents associés ;
 - Identification des données complémentaires à acquérir et des interlocuteurs concernés (collecte spécifique non réalisable sur la durée prévisionnelle) ;
 - Identification des besoins en terme de campagne d'acquisition particulière et ciblée.
- La détermination d'un modèle conceptuel préliminaire de structure et de fonctionnement hydrogéologique du plateau de la Forêt de Haye :
 - Point sur la faisabilité d'un modèle hydrogéologique (périmètre ou emprises, limites, hypothèses simplificatrices, couches géologiques, failles, données d'entrées...) ;
- La formulation de préconisations en terme d'approfondissement des connaissances et des moyens opérationnels associés ;
- La rédaction du présent rapport de synthèse, la mise à disposition des couches cartographiques et des références bibliographiques (sous forme d'annexes numériques) ainsi que la restitution des résultats lors de deux réunions de présentation (5 octobre et 7 décembre 2023).

2. Collecte des données

Le BRGM s'est chargé de collecter, au sein de ses propres archives ou de celles directement accessibles (Agence de l'eau Rhin-Meuse, Université...), les rapports et les données portant sur la géologie et l'hydrogéologie du périmètre d'étude et d'en dresser un premier bilan.

2.1. PERIMETRE D'ETUDE

La zone d'étude se situe (Figure 2, Figure 3, Figure 4) :

- A l'ouest de la zone urbanisée « Métropole du Grand Nancy » ;
- Au cœur des formations géologiques dites du « [Dogger](#) » (Bathonien et Bajocien)³ ;
- A cheval sur 2 cartes géologiques : [n°229 TOUL](#) et [n°230 NANCY](#) ;
- Dans l'[unité paysagère « plateau de Haye »](#) (partie centrale), couvert de forêt et bordé de vallées encaissées (Moselle au sud, à l'ouest et au nord, Meurthe à l'est).

La zone d'étude choisie pour la collecte des données est plus vaste que le périmètre de la forêt domaniale et que le périmètre de classement du Massif de Haye en forêt de protection (décret N°2018-930 du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation du 29 octobre 2018). Ce choix est motivé par la nécessité d'assurer la cohérence avec la géomorphologie⁴ du secteur (boucle de la Moselle), avec la géométrie des couches géologiques et avec les directions d'écoulements.

Elle comprend les 21 communes suivantes :

COMMUNES	INSEE	COMMUNES	INSEE
		LAXOU	54304
AINGERAY	54007	LIVERDUN	54318
CHALIGNY	54111	LUDRES	54328
CHAMPIGNEULLES	54115	MARON	54352
CHAUDENEY-SUR-MOSELLE	54122	MAXEVILLE	54357
CHAVIGNY	54123	NEUVES-MAISONS	54397
DOMMARTIN-LES-TOUL	54167	SEXEY-LES-BOIS	54506
FONTENOY-SUR-MOSELLE	54202	VANDOEUVRE-LES-NANCY	54547
FROUARD	54215	VELAINE-EN-HAYE	54557
GONDREVILLE	54232	VILLERS-LES-NANCY	54578
HOUEMONT	54265	VILLEY-LE-SEC	54583

³ <https://sigesrm.brgm.fr/Caracteristiques-geologiques-des-calcaires-du-Dogger>

⁴ La géomorphologie est une branche de la géographie étudiant les formes du relief terrestre, notamment le rôle de l'érosion dans la formation des paysages. Elle s'intéresse donc au modelé, c'est-à-dire à l'apparence surfacique du relief. Elle est au contact entre géologie, hydrologie, pédologie, agronomie et géographie des paysages.

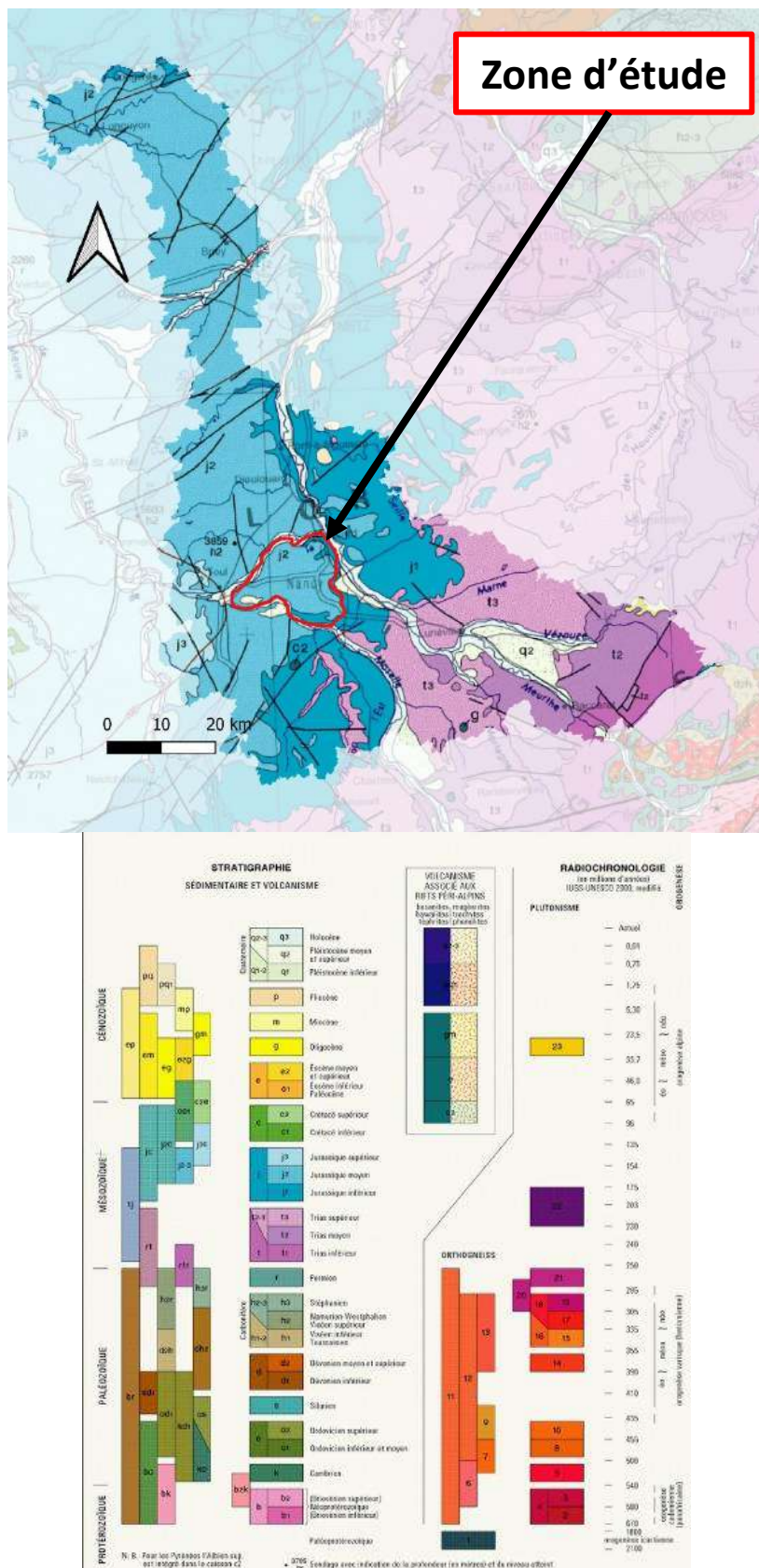


Figure 2 – Localisation du secteur d'étude. Fond cartographique : Carte géologique 1/1 000 000 © BRGM (<https://infoterre.brgm.fr/>)

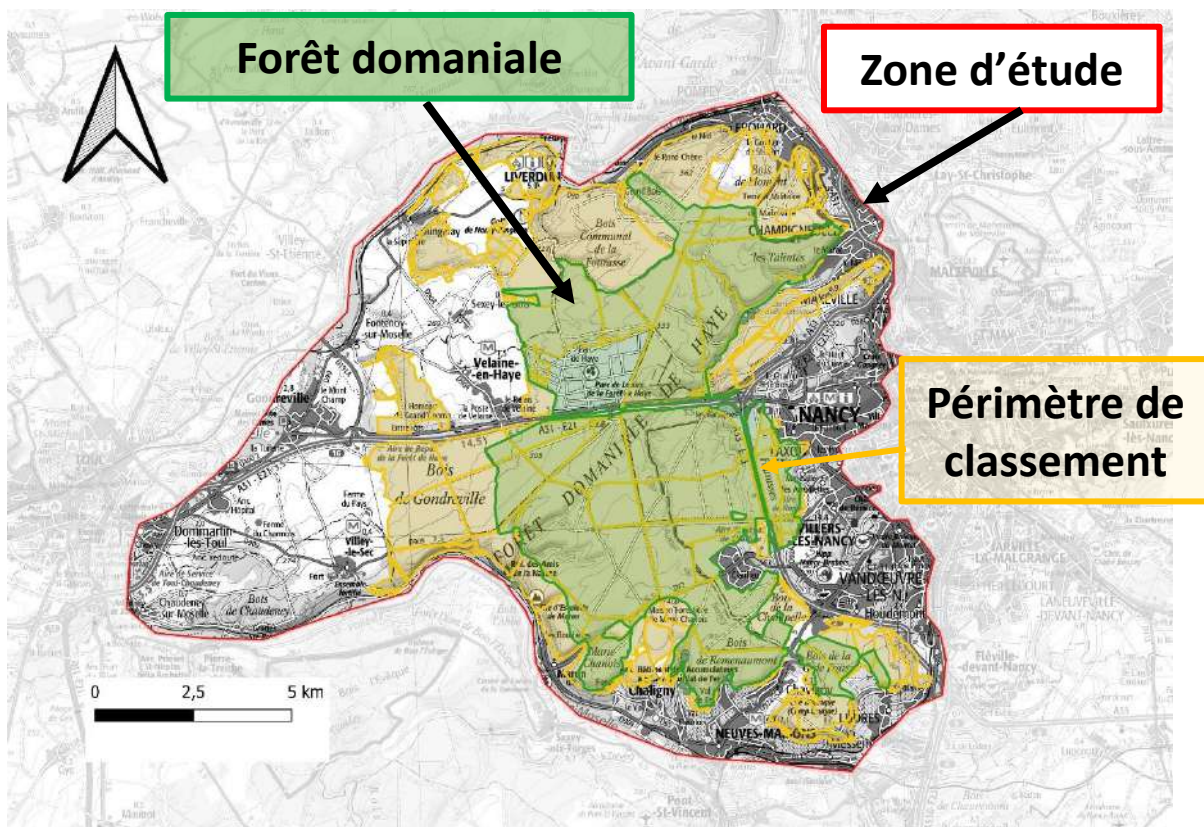


Figure 3 – Localisation du secteur d'étude. Fond cartographique : Carte topographique © IGN

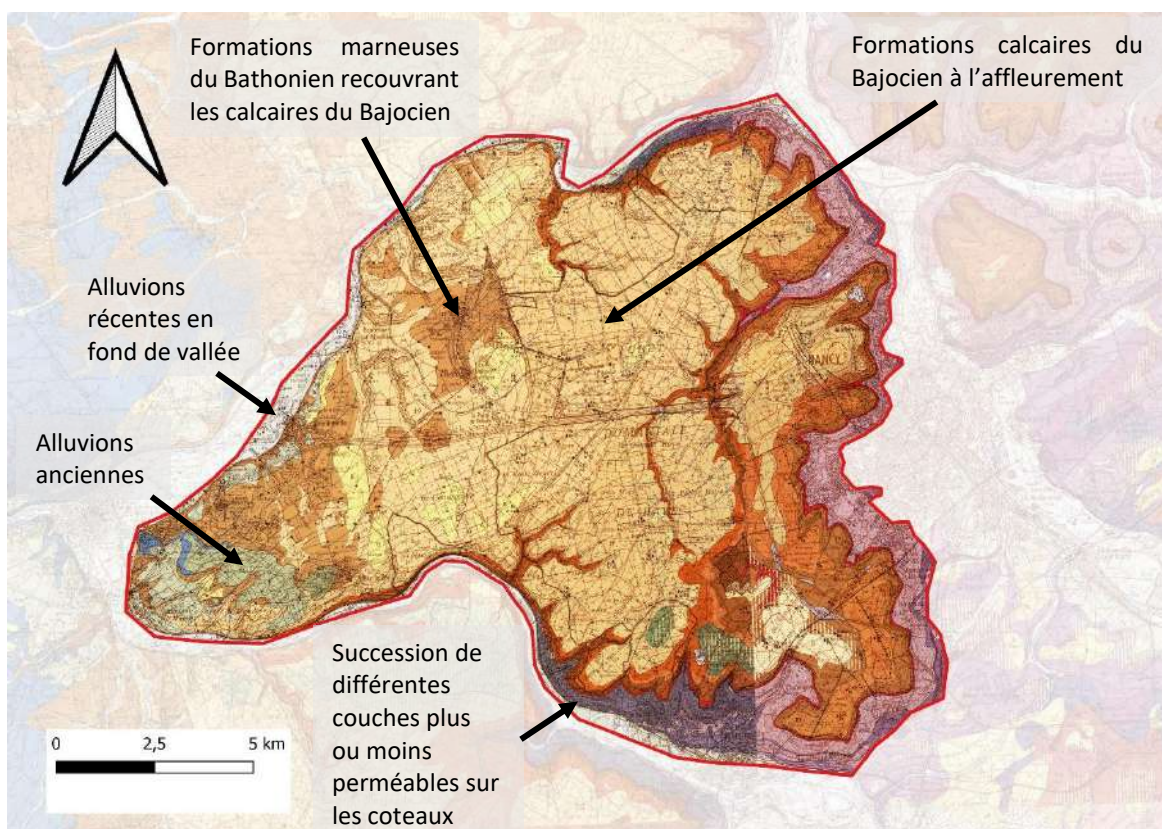


Figure 4 – Localisation du secteur d'étude. Fond cartographique : Carte géologique 1/50 000 © BRGM (<https://infoterre.brgm.fr/>)

L'**annexe numérique n°1** présente le tableau de synthèse des 87 références bibliographiques identifiées dans le cadre de l'étude [période couverte : 1864 à 2015]. 66 % des références sont disponibles au format numérique. Pour 30 %, la disponibilité du document est indéterminée (extraction de l'inventaire spéléo-karstologique IKARE) et serait à confirmer auprès de l'Université de Lorraine (LOTERR). Les 4 % restant sont au format papier (non consulté ou intérêt moindre).

2.2. ORGANIGRAMME DES DONNEES COLLECTEES

Sur le périmètre d'étude défini ci-dessus, la recherche s'est intéressée à plusieurs thématiques (Figure 5) : les milieux naturels (zones humides et forêt), les activités anthropiques (sites industriels, travaux miniers), les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques. Le chapitre suivant en dresse un bilan à l'échelle de la zone d'étude.

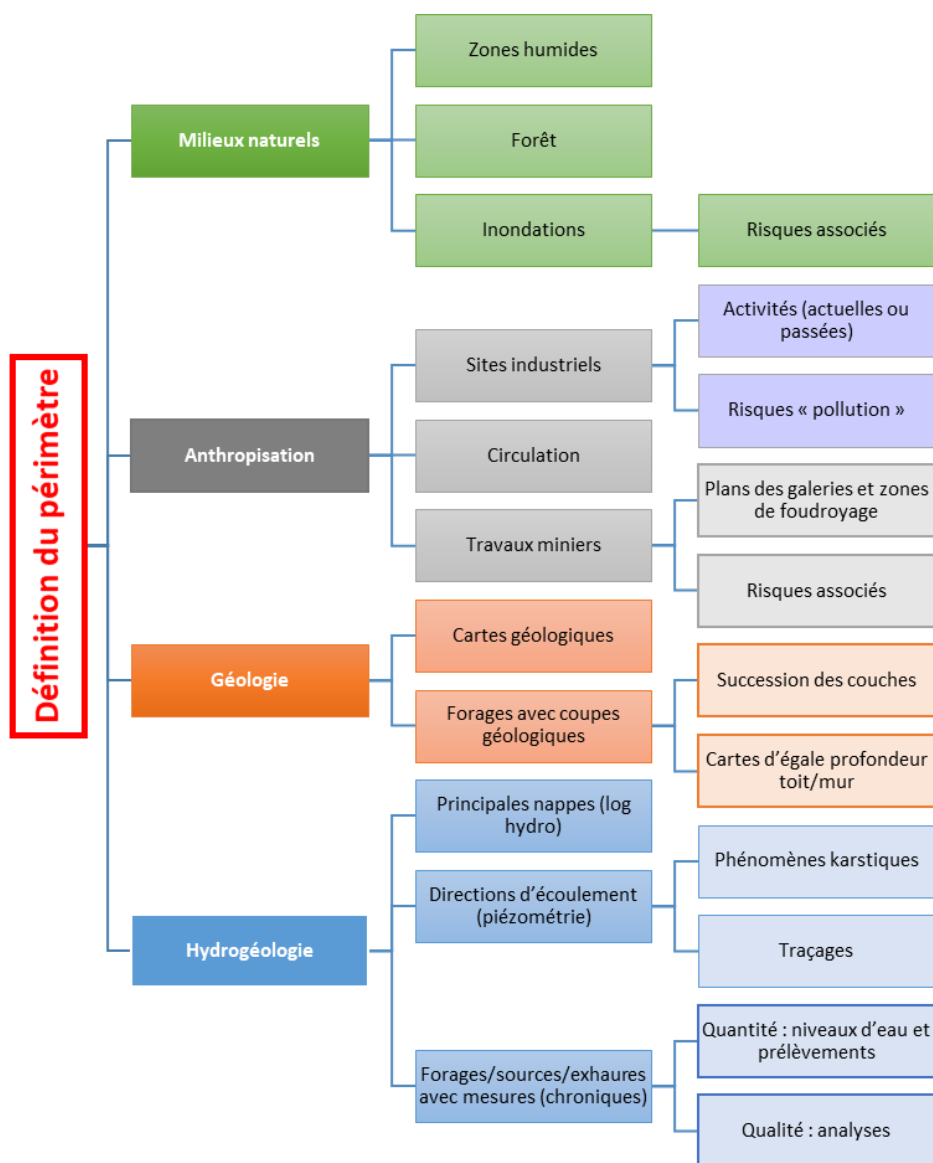


Figure 5 – Organigramme des données collectées et/ou traitées

3. Traitement préliminaire et analyse des données

Ce chapitre 3 détaille l'état des lieux des connaissances et les données disponibles sur le périmètre d'étude en jugeant de leurs pertinences, de leurs intérêts et des besoins complémentaires (perspectives). Dans la mesure du possible, il a été proposé de différencier les données disponibles dans le cadre de l'étude, les données nécessitant des actions de collecte spécifiques non réalisables sur la durée de l'étude (interlocuteurs et lieux de collecte envisagés) et celles relevant d'une campagne d'acquisition particulière (cf. précisions dans le chapitre 4).

3.1. FORET ET ZONES HUMIDES

3.1.1. Relations entre forêt et eaux souterraines

La forêt de Haye constitue un vaste massif forestier, de 11 600 hectares, dont 6 500 de forêt domaniale appartenant à l'État et ceinturée de forêts communales (3500 ha) et de forêts privées. La forêt de Haye est classée « forêt de protection » depuis le 29 octobre 2018 (décret N°2018-930 du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation).

Parmi les caractéristiques qui font sa spécificité on notera :

- La proximité des zones urbanisées (notamment l'agglomération nancéienne en bordure est) ;
- Le passage de l'autoroute A31 reliant Nancy et Toul, qui coupe le massif forestier en deux parties nord et sud, depuis les années 1970 ;
- Un passé industriel (extraction minière) et militaire (batterie de l'Éperon à Frouard, base de l'US Army fermée en 1969...) dont les traces sont toujours visibles ;
- L'implantation d'un parc de loisirs (200 hectares) en plein cœur de la forêt domaniale de Haye (pour partie sur l'emprise de l'ancienne base de l'US Army) pour la pratique de nombreuses activités sportives et de loisirs ;
- Des vestiges archéologiques qui témoignent de la présence de l'homme depuis la préhistoire (cité d'Affrique, enceinte préhistorique de la Fourasse, voie romaine, vestige de l'abbaye de Clairlieu) ;
- La mise en œuvre sur la forêt de Haye d'une couverture LiDAR⁵ dès 2007 (premier massif forestier français à être étudié à l'aide de cette technologie de prospection), qui a permis de révéler que le massif était largement occupé par des exploitations agricoles durant l'époque gallo-romaine avant d'être recouvert par la forêt⁶ ;

⁵ Technologie aéroportée (avion, hélicoptère ou drone) qui permet la cartographie 3D du sol et du sursol à des échelles variables

⁶ <https://hal.science/hal-01067845>

- En complément de l'information précédente, précisons qu'un programme national d'acquisition et d'interprétation de données LiDAR HD (haute densité⁷) est mené actuellement par l'IGN depuis 2021 (<https://geoservices.ign.fr/lidarhd>). L'avancement du programme prévoit un vol à l'hiver 2023-2024 sur le périmètre d'étude⁸. Les informations disponibles font état d'un vol est en cours au 22 janvier 2024. Les données acquises dans le cadre du programme LiDAR HD correspondent à des nuages de points 3D classifiés en plusieurs classes (sol, eau, végétation, bâtiments, ponts, sursol pérenne) puis donnent lieu à la production de MNT (modèles numériques de terrain), MNS (modèles numériques de surface) et MNH (modèles numériques de hauteur) ;
- La publication de deux ouvrages de référence :
 - « *La forêt de Haye : Protection d'un patrimoine remarquable* » rédigé par FLORE 54 aux éditions Gazette Lorraine avril 2021 ;
 - « *Le passé sous les arbres. Archéologie en forêt de Haye* » rédigé par Murielle Georges-Leroy et Marc Leroy, édité par la Gazette Lorraine en 2023.

L'intérêt de prendre en compte les **relations entre la forêt et les eaux souterraines** à un double objectif quantitatif et qualitatif. La synthèse suivante est extraite d'une publication qui dresse un état des lieux intéressant de ce point de vue : « [Etude bibliographique sur la relation forêt-eau souterraine](#) » de V. MAITRE et R. JENNI de novembre 2007.

- **La forêt favorise l'infiltration de l'eau dans les sols, comparée aux autres couvertures végétales.** En effet, la forêt influence la conductivité hydraulique⁹, donc la capacité d'infiltration du sol : sous la forêt, les sols se caractérisent par une porosité efficace plus importante, en raison d'une activité biologique intense et du développement de racines pérennes et profondes, et le couvert végétal permanent diminue le risque de formation de croûtes et les pertes par ruissellement ;
- **La forêt consomme plus d'eau que les autres couvertures végétales** (plus d'évaporation mais moins de transpiration) et diminue la part des précipitations qui arrive au sol. Mais les conditions d'enracinement profondes et la structure du sol diminuent les pertes par ruissellement ;
- **La forêt constitue la meilleure couverture du sol dans les bassins d'alimentation des captages d'eau souterraine.** L'écosystème forestier joue un rôle de filtre ou d'épuration et a une influence positive sur la qualité des eaux souterraines. L'activité biologique dans le sol (bactéries, champignons, invertébrés) contribue au recyclage de composés organiques et minéraux. Ces processus de décomposition et de transformation permettent notamment de rendre certains éléments disponibles pour la végétation (cycle de l'azote) ou d'en éliminer d'autres. Un sol neutre ou basique avec une forte activité biologique aura alors un impact plus favorable qu'un sol acide faiblement actif. Le sol est aussi capable de stocker certaines substances, notamment par adsorption sur les particules organo-minérales qui le forment. Seules les substances qui ne peuvent ni être utilisées par les plantes, ni être stockées dans le sol, atteignent les eaux souterraines ;

⁷ cible visée : 10 points par mètre carré en moyenne

⁸ <https://macarte.ign.fr/carte/322ea69dab4c7e5afabc6ec7043b5994/acquisitions lidarhd>

⁹ La conductivité hydraulique d'un sol est une grandeur qui exprime l'aptitude d'un milieu poreux à laisser passer un fluide sous l'effet d'un gradient de pression ; elle traduit sa capacité à transmettre l'eau.

- **La qualité des eaux varie selon le type de forêt** : Dans une forêt feuillue tempérée (milieu neutre ou basique et bien aéré), il y a peu de pertes en nitrate vers les eaux souterraines. Dans une forêt de résineux (milieu acide et mal aéré) l'ammonification est le processus dominant. Les sols ont un effet tampon moins important et les forêts reçoivent alors un supplément d'azote qui peut dépasser les besoins des arbres. Il y a saturation et risques d'entraînement de nitrate et d'ammonium vers les eaux souterraines ;
- **La gestion forestière peut avoir un impact quantitatif et qualitatif sur les eaux souterraines** :
 - **L'influence d'une coupe** se traduit généralement par une augmentation des débits des cours d'eau en aval du bassin versant (augmentation de la part ruissellement au détriment de la part infiltration). Il existe peu de documentation concernant l'impact sur les eaux souterraines, qui sera très dépendant des caractéristiques hydrogéologiques du milieu souterrain. Les coupes peuvent conduire également à des modifications de la qualité des eaux superficielles et souterraines (augmentation des teneurs en nitrate par exemple suite au déséquilibre de l'écosystème forestier provoqué) ;
 - **Le choix des espèces et l'âge des peuplements** impacte l'infiltration des eaux. La documentation consultée tend à montrer que l'infiltration sous feuillus est plus importante que sous résineux ou que l'infiltration au droit des jeunes peuplements est plus importante que dans une futaie mais également que ces différences s'atténuent lors de périodes soit très sèches soit très humides. Sur le volet qualitatif, il est observé moins de pertes en nitrates sous feuillus (cycle de l'azote mieux équilibré) que sous résineux et moins de pertes en nitrates sous une forêt en plein croissance que sous une vieille forêt.

En complément, citons deux sources documentaires :

- Le CNPF qui a publié en 2014 dans un guide pratique « Protéger et valoriser l'eau forestière », ciblant la protection de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine en forêt.
<https://www.cnpf.fr/nos-actions-nos-outils/focus-sur-quelques-projets/foret-et-eau>
- Le projet INTERREG « Alpeau » lancé en 2008 (<https://www.alpeau.org/>), dont l'objectif était de consolider et de pérenniser, dans les zones périalpines franco-suisses, le rôle protecteur de la forêt pour la préservation durable de la ressource en eau potable. Il a conduit notamment à l'édition d'un guide « Protection des eaux souterraines en forêt » édité en 2012.
<https://www.alpeau.org/images/GuideAlpeau.pdf>

3.1.2. Importance des zones humides

On considère deux types de zones humides : les zones humides liées au cours d'eau et aux vallées alluviales qui dépendent essentiellement du débit de la rivière et les zones humides de plateau qui favorisent l'emmagasinement de volumes d'eau précipitée pendant les périodes d'hiver et de printemps et permettent la restitution lente (par l'inertie du milieu) des volumes stockés en été et en automne.

Dans le contexte de la forêt de Haye, les zones humides de plateau sont particulièrement intéressantes à étudier qu'elles soient issues par exemple du réseau hydrographique du karst (grottes) ou des fissures, qu'elles proviennent de l'affleurement d'une nappe phréatique qui circule à faible profondeur dans le sol ou qu'elles contribuent à alimenter un aquifère plus profond.

En général, les liens fonctionnels entre les eaux souterraines et les zones humides dépendent de la géologie (présence de niveaux imperméables, fracturation...), des niveaux d'eau relatifs pour la zone humide et l'aquifère et des conditions climatiques (période de crues ou de sécheresse) qui peuvent conduire à de fortes fluctuations au cours du temps et des possibles inversions d'écoulement.

La plupart des informations sont disponibles sur le site <https://www.zones-humides.org/> et sur la plateforme de la DREAL Grand Est¹⁰ donnant accès à la **carte des zones humides sur le Grand Est**¹¹.

Une des sources de données disponible à l'échelle du territoire lorrain est la **carte des zones potentiellement humides réalisée par le CEREMA Est** pour la DREAL Grand Est (Figure 6). Elle résulte d'un travail de modélisation au 1/25 000ème par superposition de 8 masques, pondérés entre 1 et 3 selon l'échelle et la pertinence des données utilisées : topographie, cartes d'Etat-Major, hydrographie, inondations, remontée de nappe, indice de développement et de persistance des réseaux, pédologie, géologie. La couche cartographique est disponible à l'échelle du secteur d'étude.

Parmi les remarques formulées sur cet inventaire, on notera que :

- la modélisation mise en œuvre par le CEREMA ne prend pas en compte les facteurs anthropiques et peut donc parfois sous-estimer la présence de zones humides. En effet les zones humides sont parfois liées à des causes anthropiques telle que les trous d'obus favorables à la présence de mares, ou les remontées de nappe à la fin de l'exploitation minière (arrêt des pompes d'exhaure) ;
- la modélisation peut indiquer une zone potentiellement humide dans des secteurs imperméabilisés et bâtis car les zones urbanisées n'ont pas été exclues de l'analyse.

Parmi les zonages particuliers impliquant le territoire de la Forêt de Haye, figurent les **zones humides remarquables du SDAGE Rhin-Meuse** (Tableau 1 et Figure 6) : elles abritent une biodiversité exceptionnelle, présentent un état écologique préservé a minima et font l'objet de dispositions particulières dans le SDAGE Rhin-Meuse. La couche cartographique est également disponible à l'échelle du secteur d'étude. On ne retiendra pas le polygone du Bois des Fourasses (ZNIEFF de type 1) non représentatif à cette échelle d'une zone humide remarquable (une seule partie de cette grande zone est concernée).

¹⁰ Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Grand Est

¹¹ <https://carto2.geo-ide.din.developpement-durable.gouv.fr/frontoffice/?map=2d4373e3-e921-47c3-b086-89d50eb628af>

CODE	NOM_SITE	SITE_RETENU
54A72	PRAIRIES DE LA MOSELLE ET FORT DE GONDREVILLE	Oui
54M94	MARAIS DES ETROITS PRES	Oui
54F70	BOIS DES FOURASSES ET PLATEAU DE VILLERS	Non
54F83	VALLON DE BELLEFONTAINE	Oui
54F62	VALLONS DES BOUCLES DE LA MOSELLE	Oui

Tableau 1 – Liste des zones humides remarquables du SDAGE Rhin-Meuse

On identifie comme autres sources d'informations sur les zones humides, les **inventaires réalisés localement et ayant fait l'objet de prospections terrain**. Ces diagnostics terrains mis à disposition et regroupés par département ne sont pas exhaustifs. Ils sont généralement réalisés dans un contexte qui lui est propre et nécessite de se renseigner sur la nature de ce qui a été inventorié, la méthodologie utilisée et l'échelle de travail. Sur le périmètre de la forêt de Haye, on compte deux inventaires réalisés spécifiquement par la Communauté de Commune des Terres Toulaises et par la Métropole du Grand Nancy (Figure 6) :

- CC Terres Toulaises : Base de données des Zones Humides réalisée en 2018 par [TTI](#) Production en partenariat avec Floragis (terrain) → la cartographie n'est pas disponible à ce stade de l'étude ;
- Métropole du Grand Nancy : Inventaire réalisé en 2017 et actualisé en 2020 par le bureau d'études Elément 5, en complément à une étude sur la [Trame Verte et Bleue](#) et en préalable à l'élaboration du [Plan Local d'Urbanisme intercommunal \(PLUi\)](#) du Grand Nancy. Les zones humides dégradées ont notamment été identifiées ainsi qu'une hiérarchisation des zones humides → La couche cartographique de juin 2020 est téléchargeable sur le portail « [géocatalogue](#) ».

Les référentiels utilisés pour ces diagnostics locaux dépendent de chaque étude ou inventaire ayant servi à constituer les présentes données (entre le 1/5000e et le 1/25000e). De même, la date d'actualité de ces référentiels varie en fonction de la date de l'étude ou de l'inventaire sélectionné.

Dernier élément exploitable à l'échelle de la zone d'étude, la **carte nationale des milieux potentiellement humide**¹² élaborée par l'INRAE et l'Agrocampus de Rennes (Figure 7), au 1/100 000ème et consultable sur le portail de l'Information Géographique de l'UMR SAS – INRAE – l'Institut agro Rennes Angers ([GEOSAS](#)). Les zones potentiellement humides sont classées par probabilité assez forte, forte et très forte.

12

<http://geowww.agrocampus-ouest.fr/portails/?portail=mph&mode=viewer&viewer=http://geowww.agrocampus-ouest.fr/mapfishapp>

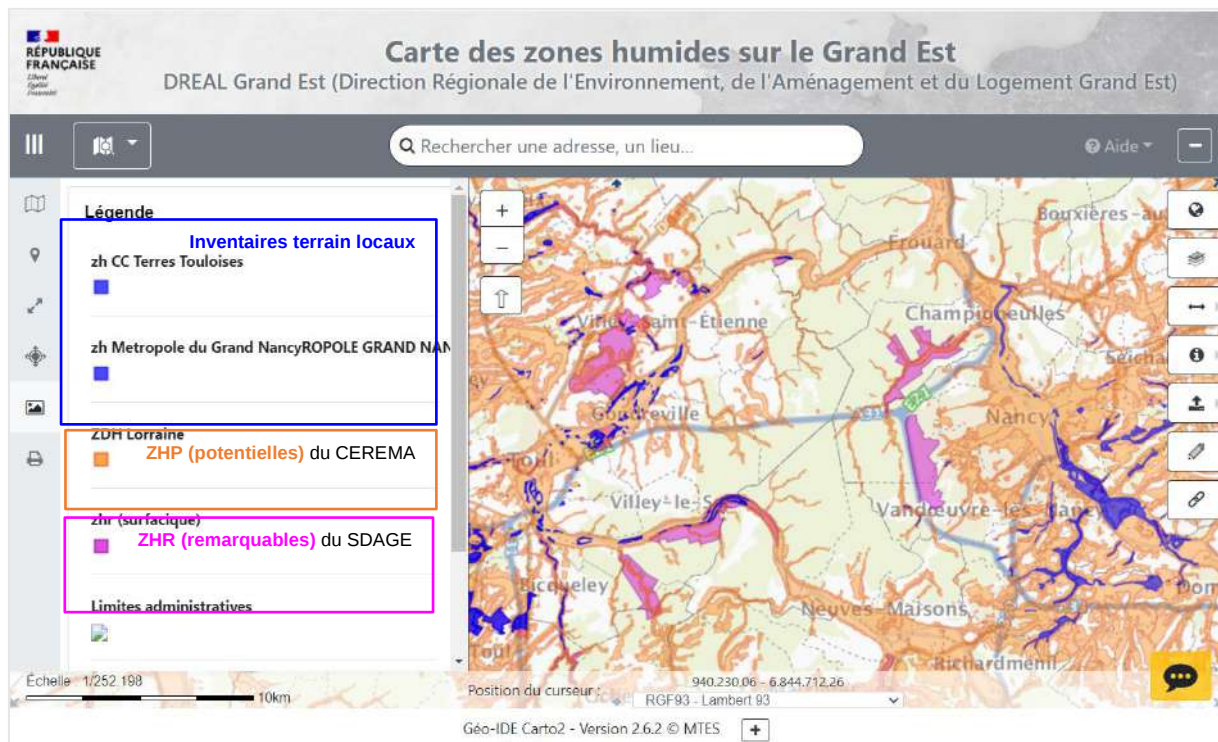


Figure 6 – Visualisation des zones humides inventoriées sur le périmètre d'étude.
D'après <https://www.geocatalogue.fr/>

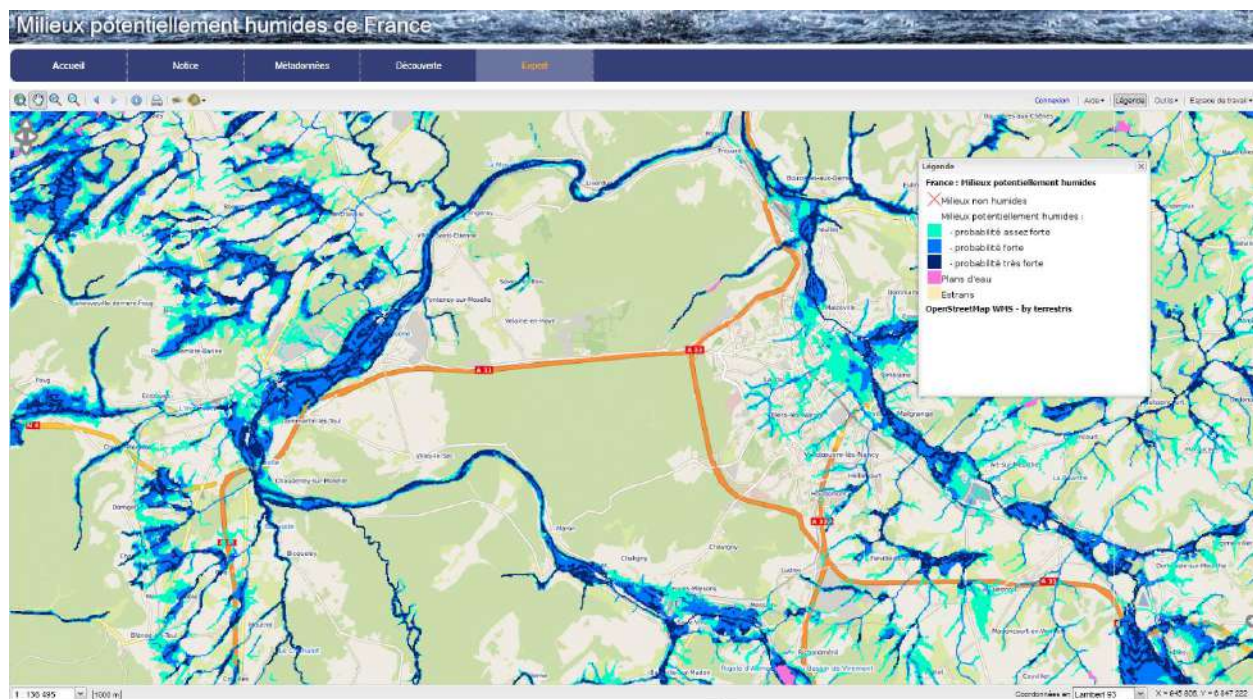


Figure 7 – Extrait de la carte nationale des milieux potentiellement humides centrée sur le périmètre d'étude. D'après <http://geowww.agrocampus-ouest.fr/>

Perspectives :

Les informations pertinentes dans le cadre du présent état des lieux doivent faire référence aux zones humides ayant des échanges directs avec les eaux souterraines. De ce point de vue, la caractérisation n'est pas réalisable dans le cadre de l'étude et devra faire l'objet d'une analyse spécifique ultérieure, voire d'un inventaire terrain complémentaire.

Etant donné l'importance du rôle de la forêt et des zones humides sur la disponibilité de la ressource en eau et sa qualité, il préconisé d'en dresser un inventaire précis sur le territoire de la Forêt de Haye et notamment sur les périmètres de protection des captages (cf. 3.6). L'objectif est de mieux connaître le fonctionnement et les interactions afin d'assurer un suivi et un mode de gestion adaptés à la préservation future de la ressource en eau.

3.2. RISQUES « POLLUTION DES EAUX »

3.2.1. Impact des polluants industriels

Ce paragraphe établit la synthèse des risques de pollution des eaux souterraines en dressant notamment l'inventaire des différents sites industriels d'intérêts à l'échelle du secteur d'étude. L'**annexe numérique n°2** propose la synthèse sous forme de listes et de statistiques des différents sites retenus par source d'information.

a) Sites militaires

Deux anciens sites militaires sont situés sur le plateau de Haye (LABRUDE P. et PARISOT M., 2014 et LABRUDE P., 2021).

Ancien hôpital militaire Jeanne d'Arc :

L'hôpital militaire Jeanne d'Arc est à la fois un établissement sanitaire, un casernement et une école. L'emprise sur lequel il est construit occupe d'abord l'ancien quartier de cavalerie du même nom, soit seize hectares concédés en 1951 auxquels sont ajoutés quarante-neuf hectares acquis sur des terres agricoles en 1952, et sur lesquelles l'hôpital est édifié. D'une capacité théorique de mille lits, il n'en ouvre que quelques dizaines et sert aussi et surtout d'école (puis également de lycée), de casernement, et d'école de pontage. Le site est divisé en trois zones : l'hôpital où stationne aussi une compagnie du 97^e bataillon du Génie, l'ancien quartier qui abrite des éléments de l'Arme du Train, et une zone d'exercice où les soldats construisent des ponts, par exemple Bailey. Il existe une quatrième zone, pour les exercices de pontage, en bordure de la Moselle, près des terrains de sport à Dommartin.

Ancienne base militaire occupée par l'US Army / Nancy Ordnance Depot (NOD) :

Le dépôt de la Forêt de Haye ou Nancy Ordnance Depot (NOD) est, dans sa forme initiale, un grand entrepôt de matériels de toutes sortes : véhicules divers, camions, chars, munitions de petit calibre, etc., à l'intérieur de bâtiments et sur des aires qui ont entraîné des déboisements. La surface initiale est de mille hectares (994 de forêt domaniale et 9 hectares acquis spécialement pour le terrain de sport) situés au nord de la route Toul-Nancy et concédés en 1951. L'US Army n'en utilise que la moitié située directement contre la route, soit cinq cents hectares dont elle en déboise la moitié, ce qui entraîne d'importantes difficultés avec la direction générale des Eaux & Forêts, qui exige et obtient la restitution de ce qui n'est pas employé. Au fil des transformations structurelles que la ligne de communication subit peu à peu, NOD est transformé en General Depot, puis il reçoit l'appellation de Nancy Installations, et il acquiert à ce moment le statut de centre principal pour tous les dépôts de la grande région, depuis Vitry-le-François et Brienne-le-Château jusqu'à Verdun et au nord de Metz.

b) Bases de données ex-BASOL et SIS

Les bases de données relatives à l'information de l'administration concernant une pollution suspectée ou avérée (ancienne dénomination : BASOL)¹³ et aux Secteurs d'Information sur les Sols (SIS)¹⁴ ont été consultées. Un total de 8 sites (6 sites ex-BASOL et 2 SIS) sont situés dans la zone d'étude (Tableau 2). 4 de ces sites, situés en bordure de la Moselle ou en bas de coteau, ont été écartés.

¹³ <https://www.georisques.gouv.fr/articles-risques/pollutions-sols-sis-anciens-sites-industriels/basol>

¹⁴ <https://www.georisques.gouv.fr/articles-risques/pollutions-sols-sis-anciens-sites-industriels/secteurs-information-sols>

Identifiant	Identifiant	Type de site	Ancienne ref BASOL	Nom	Commune	Site retenu ?	Localisation	Description	polluants associés
SSP00024540101	SSP00024540101	SIS	54.0067	Ancienne cokerie	Neuves-Maisons	non	situé en contrebas de la zone d'étude, en bordure de la Moselle	Le site a accueilli une ancienne usine sidérurgique, avec hauts fourneaux, agglomération et canal. Ces installations étaient de nature à être soumises à autorisation au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. L'ayant-droit de l'ancien et dernier exploitant est ARCELORMITTAL FRANCE. Observations: Le site présente une pollution en métaux (plomb, zinc) dans les sols.	Cyanures, HCT, HAP, BTEX, phénols, Pb, Zn, Mn,
SSP00022290201	SSP00022290201	SIS	54.0083	ANCIENNE USINE A GAZ NEUVES MAISONS	Neuves-Maisons	non	situé en contrebas de la zone d'étude, en bordure de la Moselle	La société Gaz de France exerçait des activités de fabrication de gaz à partir de houille sur le site de l'usine à gaz de Neuves-Maisons. Ces activités étaient de nature à être soumises à la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Observations: Des investigations ont été menées en 2004, une cuve renfermant des goudrons a été découverte au droit d'un bâtiment. Techniquement il n'est pas possible d'extraire cette cuve.	-
SSP000764201	SSP000764201	BASOL	54.0002	Ancienne décharge	Chaligny	oui	situé sur le plateau	Le site, qui est une ancienne gravière ayant servi de décharge communale, a été utilisé pour le dépôt des boues cyanurées provenant d'une station d'épuration de gaz de hauts fourneaux. A noter que la décharge avait depuis été remblayée. Le site a fait l'objet d'une surveillance environnementale afin d'évaluer l'état du milieu, suite à la détection de traces de cyanure en surface. On note la présence d'un captage AEP à proximité du site. Ce site n'appelle plus d'action de la part de l'administration.	Cyanures
SSP000835001	SSP000835001	BASOL	54.0025	STATION SERVICE BP-MOBIL	Dommartin-Les-Toul	non	située le long de l'autoroute à 500 m de la Moselle	La société BP FRANCE exploite à DOMMARTIN-LES-TOUL une station-service, soumise à déclaration selon la législation des installations classées pour la protection de l'environnement. L'ancien exploitant de cette station-service est MOBIL située sur l'autoroute A 31. Une pollution aux hydrocarbures totaux a été découverte par la société de l'autoroute en 1996 (présence d'hydrocarbures dans le fossé). Le 3 février 2011, la société BP FRANCE a informé Monsieur le Préfet de Meurthe-et-Moselle de son projet de reconstruction de la station avec augmentation des capacités de stockage et de distribution de carburants.	HCT, HAP, Pb, Zn
SSP000841201	SSP000841201	BASOL	54.0061	Dépôt de pneus MULTIPLUS, PREST SCOP, LIPS	Neuves-Maisons	non	situé dans le bas de coteau menant à Neuves Maisons	Dépôt de pneus de 7 à 8 000 m3 constitué par les entreprises qui se sont succédées : - MULTIPLUS qui a déposé le bilan fin 1992, début 1993 - Coopérative ouvrière de production PREST SCOP qui a déposé le bilan le 20 août 1996 - LIPS qui a repris l'activité sans reprendre le site La plus grande partie des pneus se trouve sur le terrain du district de Neuves Maisons. L'instruction a été ouverte suite à l'identification d'un risque d'incendie fort à proximité de la voie ferrée. Ce site est traité libre de toutes restrictions.	-
SSP000917001	SSP000917001	BASOL	54.0127	Garage Peugeot, Réparation Automobile Nancéenne (RAN)	Laxou	oui	site situé sur le plateau	La société SARL Réparation Automobile Nancéenne (RAN) a exploité, au 122 boulevard Emile Zola, un atelier de réparation mécanique et un atelier d'application de peinture. Ces activités étaient soumises au régime de la déclaration au titre de la législation sur les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et avaient fait l'objet d'un récépissé de déclaration délivré en date du 5 juin 1980. Par courrier du 19 mars 2014, cet exploitant a fait part au préfet de sa cessation d'activité. Le site a fait l'objet d'une cessation d'activités en 2014.	HCT, HAP, Pb, Zn

Identifiant	Identifiant	Type de site	Ancienne ref BASOL	Nom	Commune	Site retenu ?	Localisation	Description	polluants associés
SSP001094601	SSP001094601	BASOL	54.0124	EDF GDF Services Heillecourt	Bois de Haye	oui	localisé sur le plateau d'après les coordonnées malgré une adresse à Heillecourt	Le site EDF GDF Services situé à Heillecourt est soumis au régime de la déclaration au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) par le récépissé du 5 octobre 2004 pour l'activité de stockage d'appareils, de matériels imprégnés usagés ou de produits neufs ou usagés contenant des polychlorobiphényles (PCB). Suite au renversement de transformateurs lors d'une effraction sur le site en février 2011, des huiles contaminées aux PCB ont été déversées sur le sol. Lors d'un acte de malveillance survenu en février 2011, trois transformateurs contenant des PCB en teneur supérieure à 50 ppm ont été ouverts et le contenu des transformateurs a été renversé en dehors de la rétention prévue à cet effet. Environ 400 litres d'huile contaminée aux PCB ont été déversés sur des sols nus et des enrobés.	PCB
SSP55300901	SSP55300901	BASOL	-	Ancien hôpital militaire Jeanne d'Arc	Dommartin-Les-Toul	oui	localisé sur le plateau	L'hôpital a été construit sur des champs agricoles dans les années 50. Les installations classées pour la protection de l'environnement successivement exploitées en son sein furent les suivantes : 1953-1969 : Exploitation par l'Armée Américaine de 3 cuves cylindriques aériennes de fuel (2 cuves de fuel lourd d'environ 7 à 8 m de hauteur et de 4,5 m de diamètre et 1 cuve de fuel léger d'environ 5,5 m de longueur et 1,5 m de diamètre à l'extérieur du bâtiment et canalisations associées) alimentant des chaudières dont les puissances thermiques sont inconnues. 1969-2001 : Exploitation assurée par le CHRU de Nancy sous le couvert des actes préfectoraux ci-après : - du récépissé préfectoral de déclaration n° 14 584 du 24 octobre 1986 pour 3 transformateurs au pyralène, - de l'arrêté préfectoral 13649 du 9 décembre 1980 (abrogé le 17 octobre 1984) pour une chaufferie de 3 000 à 8 000 thermies et un dépôt de fuel de 310 m3, - de l'arrêté préfectoral du 17 octobre 1984 (abrogé par un de l'arrêté préfectoral du 28 mai 2001*) pour 3 générateurs thermiques dont 2 fonctionnant au fuel lourd et 1 au charbon, 2 réservoirs aériens de 155 m3 de fuel lourd dans une cuvette de rétention et 1 dépôt de charbon d'une capacité inférieure à 300 tonnes. Depuis 1995, un bâtiment L'hôpital était utilisé pour le stockage des archives du CHRU sous le couvert du récépissé préfectoral de déclaration n° 16945 du 5 décembre 1995. Depuis 2001 était exploitée une installation de combustion alimentée au gaz naturel d'une puissance thermique supérieure à 2 MW mais inférieure à 20 MW, formée de 3 chaudières, sous le couvert du r récépissé préfectoral de déclaration n° 2001-313 du 28 mai 2001. Les installations de combustion ont été mises à l'arrêt définitivement le 10 novembre 2011. Quant au stockage des archives, il a été fermé en juin 2015. Par courrier du 22 décembre 2021, Monsieur le préfet de Meurthe-et-Moselle a donné récépissé sans frais de la notification de cessation déclarée en 2017	-

Tableau 2 – Liste des sites BASOL recensés sur la zone d'étude

c) Bases de données ICPE

L'extraction de la base des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), mise à disposition du BRGM par la DREAL en 2023, comporte 90 sites présents dans la zone d'étude (cf. **Annexe numérique n°2**).

Chaque site industriel dispose en principe d'un code NAF (Nomenclature d'Activité Française), à vocation principalement statistique, composé de quatre chiffres et d'une lettre et qui permet d'identifier la **branche d'activité principale**. Sur le périmètre d'étude, 83 sites disposent d'un code NAF sur les 90 sites recensés.

La base de donnée ActiviPoll (Figure 8) répertorie les composés chimiques associés à chacune des activités industrielles. En tenant compte des corrélations supérieures à la note de 6 (indice de confiance élevé), **51 paramètres ont été retenus**. Le tableau suivant présente par paramètre le nombre de sites ICPE avec des activités associées (notes supérieures à 6 dans BD Activipoll).

paramètres	nb site ICPE	paramètres	nb site ICPE
Hydrocarbures et indices liés	29	Paramètres phosphorés	8
Autres éléments minéraux	24	Dérivés du Benzène	8
Chrome et ses dérivés	23	Autres Pharmaceutiques et hormones	7
Nickel et ses dérivés	22	Amiante	6
Cuivre et ses dérivés	21	Aldéhydes et cétones	5
Zinc et ses dérivés	21	Organochlorés	5
BTEX	21	Molybdène et ses dérivés	4
Composés soufrés	20	Divers (autres organiques)	4
Plomb et ses dérivés	20	Phtalates	3
Cadmium et ses dérivés	19	Radioactifs, isotopes et traceurs	2
phénol, crésol et dérivés	18	Chlorophénols	2
Fer et ses dérivés	17	Dioxines et Furanes (PCDD, PCDF)	2
Autres métaux et métalloïdes	17	Magnésium et ses dérivés	1
Solvants chlorés	17	Acides carboxyliques	1
HAP (Hydrocarbures, aromatiques, polycyclique, pyrolytique et dérivés)	17	Additifs d'essence (MTBE, ETBE, DIPE...)	1
Paramètres azotés	16	Anilines et dérivés	1
Arsenic et ses dérivés	16	Autres COHV	1
Composés chlorés	15	Carbamates	1
Alcools et polyols	15	Organophosphorés	1
Mercure et ses dérivés	14	PBDE et PBB	1
Composés cyanurés	13	Acaricides	1
PCB	13	Fongicides	1
Aluminium et ses dérivés	10	Herbicides	1
Manganèse et ses dérivés	10	Insecticides	1
Chlorobenzènes et autre mono-aromatiques chlorés	9	Autres Phytosanitaires	1
Triazines et métabolites	9		

Tableau 3 – Liste des paramètres issus de la BD ActiviPoll (note > 6) pour les 83 sites ICPE de la zone d'étude

d) Base de données BASIAS

Débuté à la fin des années 90, la réalisation d'inventaires historiques régionaux (IHR) des sites industriels et activités de service, en activité ou non, s'est accompagnée de la création d'une base de données nationale : « **BASIAS** », la **Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Services**. Les inventaires ont été réalisés à l'échelle départementale et à la précision des cartes 1/25 000, variables en fonction de la qualité des plans d'archives disponibles parfois très anciens. Ils ont pu être complétés par des inventaires historiques urbains (IHU) réalisés par certaines communes et agglomérations à l'échelle du parcellaire cadastral et avec une meilleure exhaustivité.

En novembre 2021, le système d'information géographique constitué par la **carte des Anciens Sites Industriels et Activités de Services dite « CASIAS »** (système évolutif avec enrichissement progressif), a intégré les sites répertoriés dans BASIAS. La base de donnée accessible via le site [GéoRisques](#), a permis l'extraction de 328 sites BASIAS dans la zone d'étude.

La base de donnée ActiviPoll (Figure 8) répertorie les composés chimiques associés à chacune des activités industrielles. En tenant compte des corrélations supérieures à la note de 6 (indice de confiance élevé), **54 paramètres ont été retenus**. Le tableau suivant présente par paramètre le nombre de sites BASIAS avec des activités associées (notes supérieures à 6 dans BD Activipoll).

paramètres	nb site BASIAS	paramètres	nb site BASIAS
Hydrocarbures et indices liés	309	Chlorobenzènes et autre mono-aromatiques chlorés	109
Autres métaux et métalloïdes	298	Divers (autres organiques)	104
Fer et ses dérivés	296	Amiante	99
Paramètres azotés	293	Mercure et ses dérivés	90
Zinc et ses dérivés	292	Organophosphorés	87
Composés soufrés	289	Radioactifs, isotopes et traceurs	46
Cuivre et ses dérivés	283	Triazines et métabolites	46
Nickel et ses dérivés	276	Aldéhydes et cétones	33
phénol, crésol et dérivés	276	Autres COHV	31
Autres éléments minéraux	268	Chlorophénols	31
Composés chlorés	255	Molybdène et ses dérivés	26
Chrome et ses dérivés	254	Organochlorés	26
Arsenic et ses dérivés	252	Magnésium et ses dérivés	22
Alcools et polyols	249	Phtalates	21
PCB	242	PFC (PFOA, PFOS)	17
Composés cyanurés	239	Dioxines et Furanes (PCDD, PCDF)	14
Solvants chlorés	236	Autres Phytosanitaires	11
Plomb et ses dérivés	233	Alkylphénols, nonylphénols et bisphénols A	9
HAP (Hydrocarbures, aromatiques, polycyclique, pyrolytique et dérivés)	233	Fongicides	8
BTEX	230	Fréons	4
Aluminium et ses dérivés	224	Anilines et dérivés	3
Manganèse et ses dérivés	184	Herbicides	2
Cadmium et ses dérivés	178	Additifs du 1,1,1 TCA	1
Autres Pharmaceutiques et hormones	134	amines	1
Additifs d'essence (MTBE, ETBE, DIPE...)	130	Carbamates	1
Dérivés du Benzène	118	PBDE et PBB	1
Paramètres phosphorés	116	Acaricides	1

Tableau 4 - Liste des paramètres issus de la BD ActiviPoll (note > 6)
pour les 328 sites BASIAS de la zone d'étude

- ❑ La **BD ActiPoll** répertorie et qualifie les corrélations entre les activités industrielles et les polluants qui peuvent leur être associés d'après le croisement de diverses sources d'information (bases de données françaises et littérature internationale spécialisée).
- ❑ La **fiabilité de l'association** est appréciée par des notes allant de 0 à 8 (indice de confiance). Afin de ne conserver que les paramètres présentant des corrélations fortes avec les activités, seules les corrélations supérieures à 6 sont retenues.
- ❑ Les corrélations de la BD ActiPoll sont mises à disposition par deux canaux :
 - **l'Outil de recherche BD ActiPoll en ligne**. C'est ce mode de consultation, plus ergonomique, qui est recommandé pour un accès complet et convivial aux corrélations entre activités et substances (ou familles de substances),
 - la **Matrice Activités-Polluants** (tableur à télécharger). C'est le format historique de consultation de la base, plus adapté aux besoins des utilisateurs experts.
- ❑ Les activités industrielles sont bancarisées dans la BD ActiPoll sous la forme d'un libellé (exemple : « Laboratoires d'analyses médicales ») et d'un code basé sur la nomenclature NAF 2008 et adapté au domaine des sites et sols pollués (exemple : « Q86.90B »). De même, les substances sont enregistrées par leur nom et par leur code SANDRE (exemple : « 1371 - Chrome hexavalent »).

Pour en savoir plus et télécharger l'outil :

<https://ssp-infoterre.brgm.fr/fr/base-de-donnees/bd-activipoll>

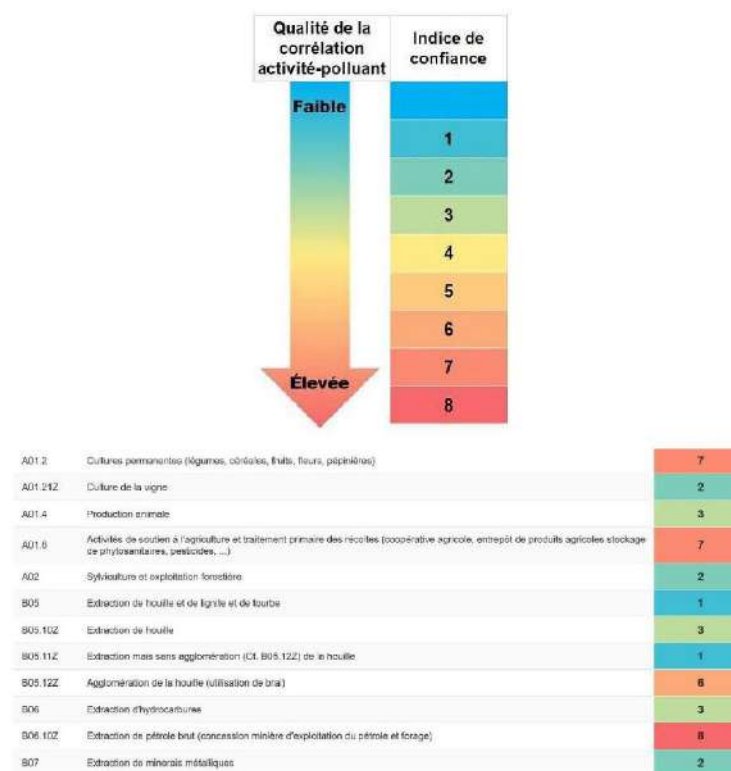


Figure 8 – Présentation de la base de données des corrélations Activités-Polluants [BD ActiPoll]

e) Base de données BARPI - ARIA

Le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (BARPI), au sein de la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du ministère de la Transition écologique est chargé de rassembler, d'analyser et de diffuser les informations et le retour d'expérience en matière d'accidents industriels et technologiques. Les équipes du BARPI maintiennent ainsi à jour la base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents).

L'exploitation de la base ARIA a permis l'identification sur la zone d'étude de 47 accidents/incidents ayant pu avoir un impact sur les eaux souterraines (ESO) entre 1986 et 2021 dont 22 incendies (14 communes concernées). Les tableaux suivants reprennent par commune de la zone d'étude le nombre d'accident et le nombre d'incendie ayant pu avoir un impact sur les eaux souterraines ainsi que les principaux paramètres ou produits associés.

Commune	Code INSEE	Nb accident/incendie ayant pu avoir un impact sur les ESO	dont nombre d'incendie
AINGERAY	54007	0	0
CHALIGNY	54111	0	0
CHAMPIGNEULLES	54115	6	2
CHAUDENEY-SUR-MOSELLE	54122	0	0
CHAVIGNY	54123	1	0
DOMMARTIN-LES-TOUL	54167	0	0
FONTENOY-SUR-MOSELLE	54202	1	0
FROUARD	54215	7	5
GONDREVILLE	54232	0	0
HOUEMONT	54265	2	0
LAXOU	54304	2	0
LIVERDUN	54318	1	0
LUDRES	54328	7	4
MARON	54352	1	0
MAXEVILLE	54357	3	1
NEUVES-MAISONS	54397	7	4
SEXAY-LES-BOIS	54506	0	0
VANDOEUVRE-LES-NANCY	54547	5	3
VELAINE-EN-HAYE	54557	3	2
VILLERS-LES-NANCY	54578	0	0
VILLEY-LE-SEC	54583	1	1
Total		47	22

Tableau 5 – Nombre d'accidents/incidents recensés dans ARIA sur le secteur d'étude

Type de composés / produits	nombre d'occurrence
[] INCONNU / INDETERMINE	7
[64741-88-4] HUILE DE GRAISSAGE / FLUIDE HYDRAULIQUE	2
[68476-30-2] FUEL DOMESTIQUE	8
[68476-34-6] GAZOLE	1
[9003-07-0] POLYPROPYLENE	1
[A-C018] HYDROCARBURE	9
[A-C021] MATIERE PLASTIQUE	3
[A-M017] DECHET NON DANGEREUX DES MENAGES	2
[A-M044] PNEUMATIQUE	1
[A-M049] RESINE	2
[A-M070] MACHEFERS, SCORIES, LAITIER, CENDRES, REFIOM...	1
BROMOBENZENE	1
MOUSSE INCENDIE	23
PRODUITS PHARMACEUTIQUES	1
PRODUITS PHYTOSANITAIRES	1
TRIMETHYLENEDIAMINE	1

Tableau 6 – Type de composés/produits associés à des accidents/incidents retenus issus de ARIA

Perspectives :

Ce paragraphe illustre combien les activités anthropiques ont depuis longtemps marqué ce territoire. L'inventaire réalisé des sites industriels et des substances liées aux activités industrielles ayant pu ou pouvant impacter les sols et les eaux est une première étape qui pourra conduire à un diagnostic global à l'échelle du territoire de la forêt de Haye ou local à l'échelle d'un site avec projet de réaménagement. L'action préliminaire pourrait être la recherche des substances potentiellement polluantes dans les eaux souterraines voire dans les sols.

3.2.2. Impact des polluants des eaux pluviales autoroutières

a) Impact sur les eaux souterraines

Concernant la **gestion des eaux pluviales au droit des autoroutes** la réglementation impose la réalisation de bassins artificiels en béton, étanches, de part et d'autre des voies qui évitent la dégradation des milieux naturels par les rejets d'eaux pluviales polluées (confinement des pollutions chroniques ou accidentelles) et protègent du risque d'inondation des zones situées à proximité des autoroutes. Ces ouvrages rentrent dans la nomenclature des opérations soumises à déclaration au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement.

On compte 3 types de bassins :

- Des bassins anti-pollution : bassin étanche permettant le confinement d'une pollution accidentelle et le traitement des eaux issues de l'autoroute ;
- Des bassins de régulation : bassin étanche permettant le traitement par décantation puis le déversement des eaux issues de l'autoroute dans un cours d'eau à proximité ;
- Des bassins d'infiltration : bassin étanche permettant le traitement par décantation puis l'évaporation des eaux issues de l'autoroute dans le sol.

La gestion de l'autoroute A31, autoroute non concédée (sans péage) appartenant à l'État (Ministère de la Transition Ecologique), est assurée par la Direction interdépartementale des Routes Est ([DIR Est](#)).

Une étude réalisée en 2018 par le Cerema tend à montrer que l'incidence de l'infiltration des eaux pluviales sur la qualité de la ressource en eau souterraine reste le plus souvent limitée :

https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/590312/l-infiltration-des-eaux-pluviales-et-son-impact-sur-la-ressource-en-eau-souterraine-note-de-problema?_lg=fr-FR

Des mesures de vérifications devront sans doute être menées en concertation avec la DIR Est et la Direction Départementale des Territoires de la Meurthe-et-Moselle (DDT54).

b) Impact sur les eaux superficielles

De nombreux polluants, présents à la surface des routes, peuvent potentiellement être transportés par ruissellement et contaminés les cours d'eau. Le Cerema¹⁵ a développé une nouvelle méthodologie basée sur un indice biologique pour étudier et mettre en évidence, l'impact d'une pollution chronique liée à l'infrastructure et au trafic ou d'une pollution saisonnière (fondants routiers et herbicides). Les pollutions émises lors de la phase de travaux ou les pollutions accidentelles ne sont pas prises en comptes. Le site étudié par le Cerema est localisé en région Grand-Est le long de l'A31, près de Thionville (trafic allant jusqu'à 75.000 véhicules par jour) et porte sur le ruisseau du Veymerange (perturbations anthropiques autres que celle de la route jugées minimales).

Les éléments bibliographiques suivants laissent penser que le contexte de la Forêt de Haye traversée par l'autoroute A31 conviendrait pour appliquer cette méthodologie.

- <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/limpact-des-polluants-des-eaux-pluviales-routieres-sur-un-cours-deau-enfin-demontre-115392/>
- <https://www.cerema.fr/fr/actualites/methode-du-cerema-evaluer-impact-polluants-eaux-pluviales>

Perspectives :

Il conviendra de prendre contact avec la DIR Est¹⁶ et la DDT54 pour connaître précisément les dispositifs de rétention et de traitement des eaux pluviales en place sur le tronçon de l'A31 traversant la forêt de Haye : le type de bassins (anti-pollution/régulation/infiltration), leur mode de gestion (entretien, maintenance, contrôle, travaux) et leur localisation. Ces éléments pourront être pris en compte dans le cadre d'une étude globale sur la vulnérabilité des eaux souterraines et superficielles à l'échelle du secteur d'étude.

3.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

3.3.1. Géologie et gisements miniers

Le plateau de Haye est un revers de côte en faible pente vers l'ouest (cuesta¹⁷), formé par les calcaires bajociens et bathoniens, érodés au tertiaire et creusés par un réseau de vallées sèches plus ou moins encaissées. L'émergence des eaux infiltrées sur le plateau calcaire (sources) est visible à flanc de coteau en périphérie notamment au nord, est et sud-est.

¹⁵ Le Cerema, établissement public relevant du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, accompagne l'État et les collectivités territoriales pour l'élaboration, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques d'aménagement et de transport.

¹⁶ dir-est@developpement-durable.gouv.fr

¹⁷ La cuesta est une forme de relief dissymétrique constituée d'un côté par un talus à profil concave (le front), en pente raide et, de l'autre, par un plateau doucement incliné en sens inverse (le revers).

Les formations géologiques présentes sur le plateau de Haye sont, de la plus récente en surface à la plus ancienne en profondeur, les suivantes :

- Le Bathonien, constitué de formations calcaires surtout marneuses, présent à l'affleurement sur la partie ouest du plateau en dehors de la zone boisée. Cette zone bénéficiant de sols plus favorables à la culture a depuis longtemps été défrichée ;
- Le Bajocien, constitué d'une alternance de formations calcaires principalement oolithique, présent pour partie à l'affleurement et à flanc de coteau. Cette zone est essentiellement occupée par la forêt ;
- L'Aalénien, constitué d'une alternance de marnes micacées et de calcaires ferrugineux, que l'on retrouve en profondeur sur le plateau et à l'affleurement en flanc de coteau. Ces couches sont caractérisées de « productrices » et forment le gisement de minerai de fer lorrain pour lequel on distingue 4 niveaux producteurs N1 à N4, dont l'épaisseur respective est voisine de 2 m. Sur le plateau de Haye seuls les niveaux N1, N3, N4 sont représentés. Le gisement principal N4 est exploitable de Ludres jusqu'au Fond de Monvaux. Les gisements secondaires ne sont exploitables que localement (épaisseurs variables, changement de faciès) : à l'Est de Chaligny pour N3 et sur Clairlieu pour N1 ;
- Le Toarcien sous-jacent, formé de plus de 100 m d'argiles et de marnes, qui affleure sur la plus grande partie des pentes de la cuesta, là où elles ne sont pas masquées par les éboulis calcaires.

L'ensemble sédimentaire du Dogger (Bathonien, Bajocien, Aalénien) et du sommet du Lias a été affecté à l'époque tertiaire par un certain nombre de déformations se traduisant notamment par l'existence de failles et le découpage en compartiments (impact sur le gisement, son exploitation et l'écoulement des eaux souterraines).

- Des failles sud-ouest/nord-est telles que la faille du Val-d'Osne (limite pratiquement à l'Ouest la partie utile du gisement), la faille du Val-de-Fer et la faille de la Vierge (rejet de 10 à 15 m avec soulèvement du compartiment Est sur Ludres et limite pour deux systèmes distincts d'écoulement des eaux souterraines) ;
- Une faille nord-ouest/sud-est, dite « de Clairlieu », qui soulève la partie est-ouest aux dépens de la partie nord-est du gisement.

3.3.2. Topographie et hydrogéologie souterraine

Le contexte si particulier du plateau de Haye, sa situation à proximité de Nancy et ses ressources en minerai de fer, en ont fait un secteur d'étude scientifique majeur et ça depuis la fin du XIX^{ème} siècle. Les travaux de [Edouard Imbeaux](#), François Villain et [Gustave-Marie Bleicher](#) entre 1887 et 1902 ont posés les bases de la connaissance géologique et hydrogéologique du secteur. Les apports scientifiques se formalisent sous forme d'ouvrages, de coupes et de cartes de la topographie souterraine (courbes de niveau du toit des formations toarciennes - Lias) (Figure 9).

En dehors de l'intérêt porté à l'exploitation minière, la motivation principale était à l'époque l'alimentation en eau de la ville de Nancy, qui avait vu ses besoins considérablement augmenter suite à l'annexion allemande de 1871 et l'afflux de population sur l'agglomération en provenance des zones annexées (actuels départements du Bas-Rhin, du Haut-Rhin et de la Moselle).

L'alimentation en eau de la ville de Nancy était autrefois dépendante de sources issues du plateau calcaires (le vallon de Boudonville, l'Asnée, le Montet et la Malgrange) et de puits dans la nappe des alluvions de la Meurthe. Après 1871, l'alimentation en eau potable devient un problème en terme de quantité aussi bien que de qualité.

Le projet et les travaux de réalisation du captage des eaux souterraines du plateau de la forêt de Haye au moyen de galeries de drainage (réseau de Hardeval) est initié et conduit de 1899 à 1906 par Edouard Imbeaux et François Villain. Par la suite, les dépôts de calcite et l'obstruction des conduits provoque la diminution des débits (difficultés signalés dès 1919) et l'arrêt de l'exploitation dès les années 1930. Ces galeries existent toujours et ont été réhabilitées pour la pratique de la spéléologie (cf. [Spéléodrome de Nancy](#)).

Durant les décennies 1930 à 1960, les publications scientifiques portant sur la forêt de Haye s'intéressent essentiellement à la géologie (particularités stratigraphiques et lithologiques, tectonique, phénomènes karstiques...).

A partir des années 1960, l'hydrogéologie est omniprésente dans les travaux scientifiques notamment en lien avec les Inventaires des Ressources Hydrauliques ou IRH (initiés à cette période et réalisés par le BRGM à l'échelle nationale dans le cadre de ses missions de service public) et les besoins d'assurer et de protéger les ressources en eau exploitées par les collectivités du secteur. Les publications donnent lieu à des capitalisations de données dans la Banque de données du sous-sol (BSS - accessible via [Infoterre](#)) et des synthèses sous forme de coupes et de cartes hydrogéologiques (Figure 10, Figure 11, Figure 12, Figure 13).

Toutes ces données sont potentiellement exploitables et utilisables dans la mise en œuvre d'une modélisation géologique 3D qui présente l'avantage de pouvoir visualiser aisément des configurations géologiques complexes, de construire des outils d'aide à la décision et à la planification voir d'anticiper la gestion des ressources en eau en cohérence avec l'aménagement du territoire.

3.3.3. Piézométrie

La **piézométrie** c'est la mesure de profondeur de la surface de la nappe d'eau souterraine exprimée en mètre par rapport la surface du sol au point de mesure ou en cote altimétrique (altitude en m NGF - Nivellement Général Français).

La piézométrie est mesurée **ponctuellement** sur des ouvrages donnant accès à la nappe (forages, puits ou piézomètres) avec une sonde manuelle, ou **en continu** à l'aide de capteurs de pression, d'un enregistreur automatique et d'un modem de télétransmission (selon nécessité).

Les **cartes piézométriques**, obtenues après interpolation des données ponctuelles de préférence synchrones, sont une représentation cartographique de la surface des nappes libres ou de la pression hydrostatique des nappes captives. Elles peuvent être lues comme des cartes topographiques, les courbes de niveau (ou isopièzes) correspondant aux altitudes de la nappe au moment de la mesure piézométrique. Elles donnent des indications sur la situation de la nappe en hautes eaux, basses eaux ou moyennes eaux (en fonction de la date des mesures), sur le sens des écoulements (des cotes piézométriques les plus hautes vers les cotes piézométriques les plus basses et perpendiculairement aux isopièzes) et sur leur vitesse (gradient hydraulique ou pente de la nappe d'eau souterraine). L'analyse des fluctuations des niveaux piézométriques permet de déterminer des cycles de recharge et de vidange de la nappe, hautes eaux et basses eaux, à des échelles de temps annuelles ou pluriannuelles. La précision de la carte dépend de la densité de points de mesure et le tracé des isopièzes dépend de la méthode d'interpolation.

La piézométrie est indispensable à la compréhension du comportement d'un aquifère, à la caractérisation de la ressource, à l'évaluation des capacités de production, à l'évaluation des impacts d'un ou plusieurs pompages (effets cumulés) ...

Sur le périmètre de la forêt de Haye (Figure 14), on dispose :

- D'une version numérique à l'échelle 1/250 000 de la piézométrie moyenne interannuelle du Dogger avant l'ennoyage du bassin ferrifère (rapport Le Nindre de 1976 - BRGM/RR-38618-FR). cf. [espace cartographique du SIGES Rhin-Meuse](#) ;
- D'une version papier de la surface piézométrique moyenne du Dogger (esquisse) d'après le rapport BOULY de 1979 élaborée à l'échelle locale (Toul-PAM) à 1/100 000.

Par ailleurs, une étude AERM-BRGM est actuellement en cours (2023-2024) pour dresser une nouvelle carte piézométrique du Dogger post ennoyage à l'échelle régionale.

Les écoulements s'avèrent complexes du fait des impacts de l'exploitation des gisements miniers (cf. § 3.3.4) et la mise en contact d'horizons aquifères théoriquement distincts par le biais des effondrements naturels ou des foudroyages¹⁸ et des phénomènes karstiques présents sur le plateau (cf. § 3.5).

¹⁸ Éboulement du toit (volontairement provoqué) à l'arrière des fronts de taille pour en combler le vide.

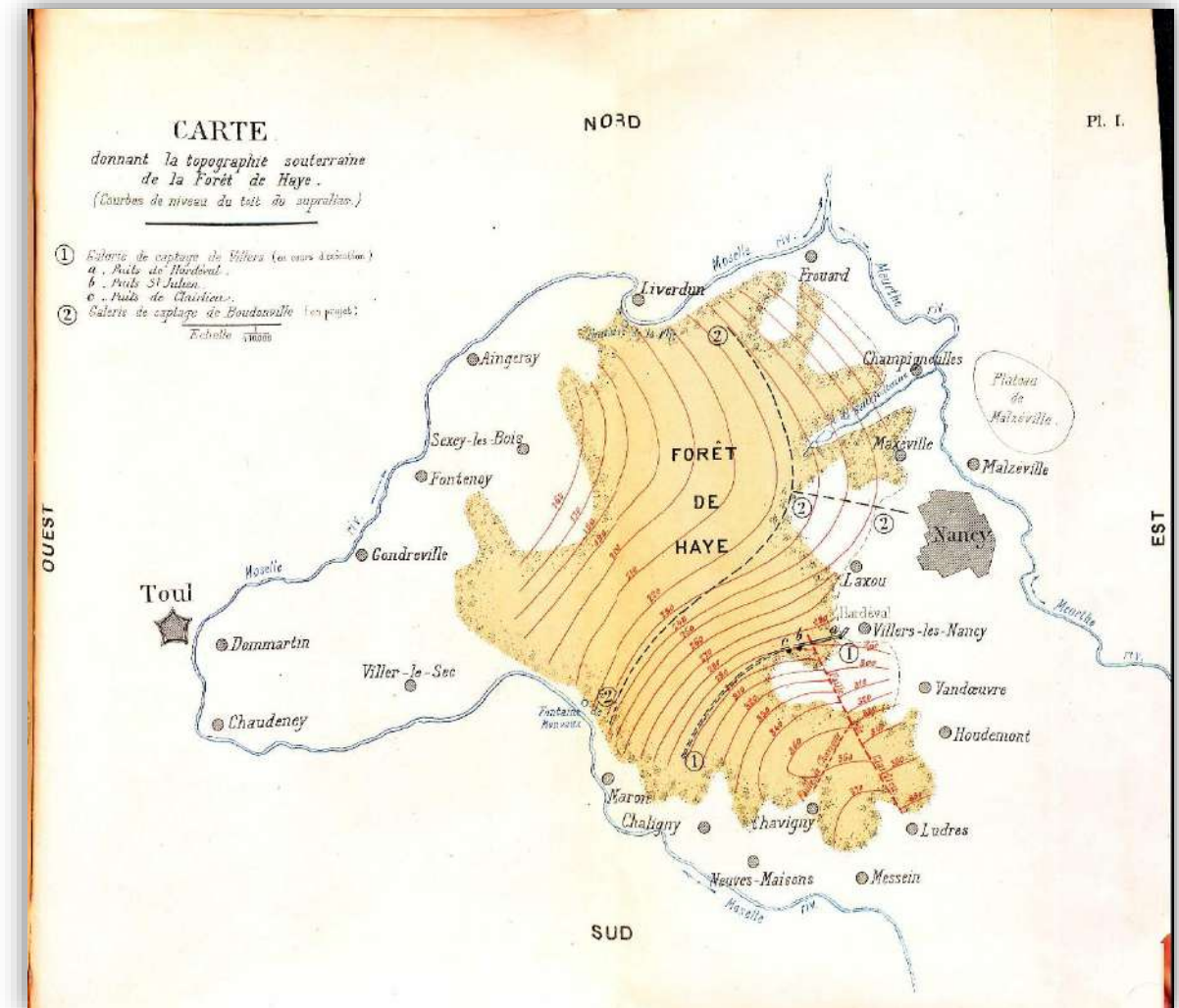
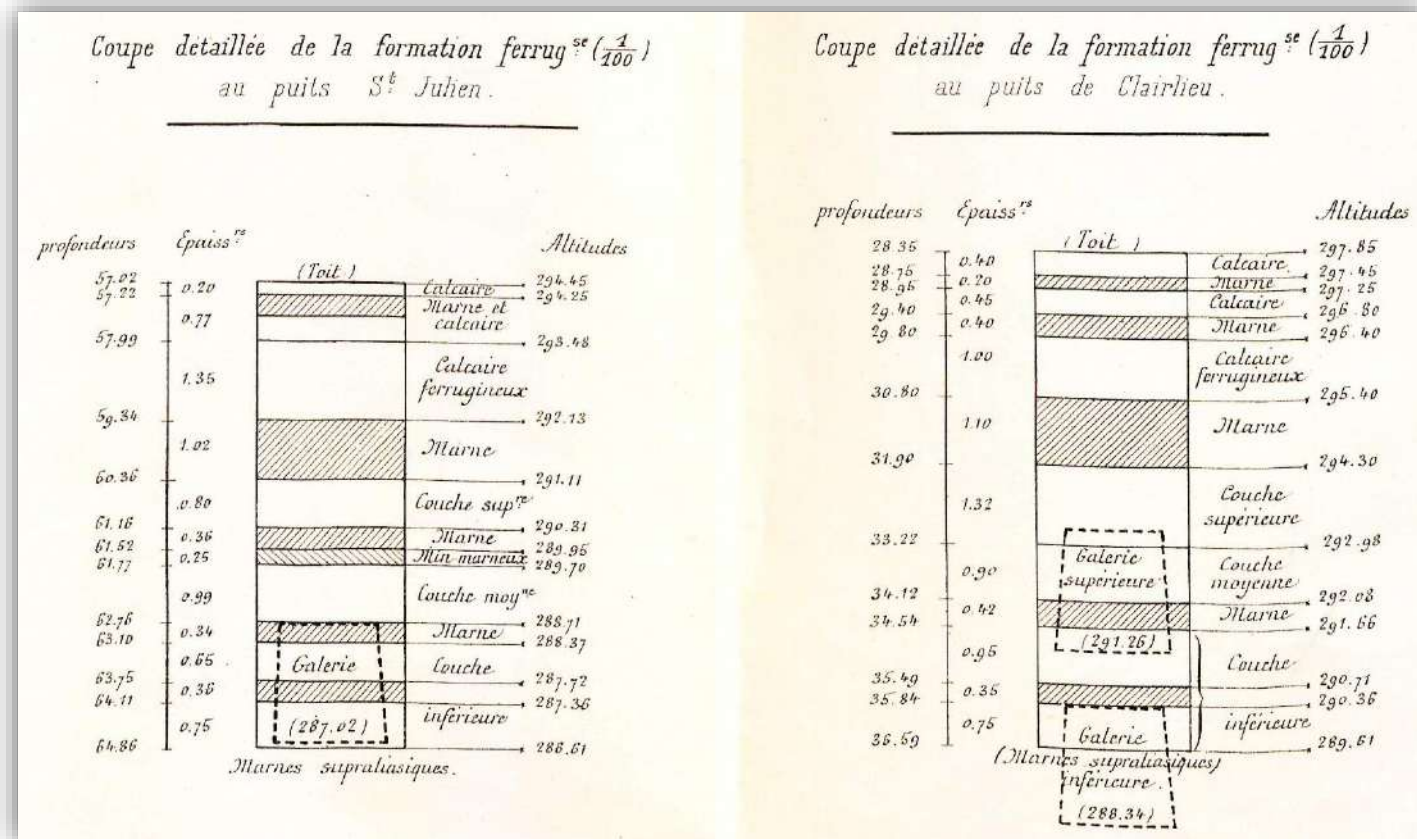
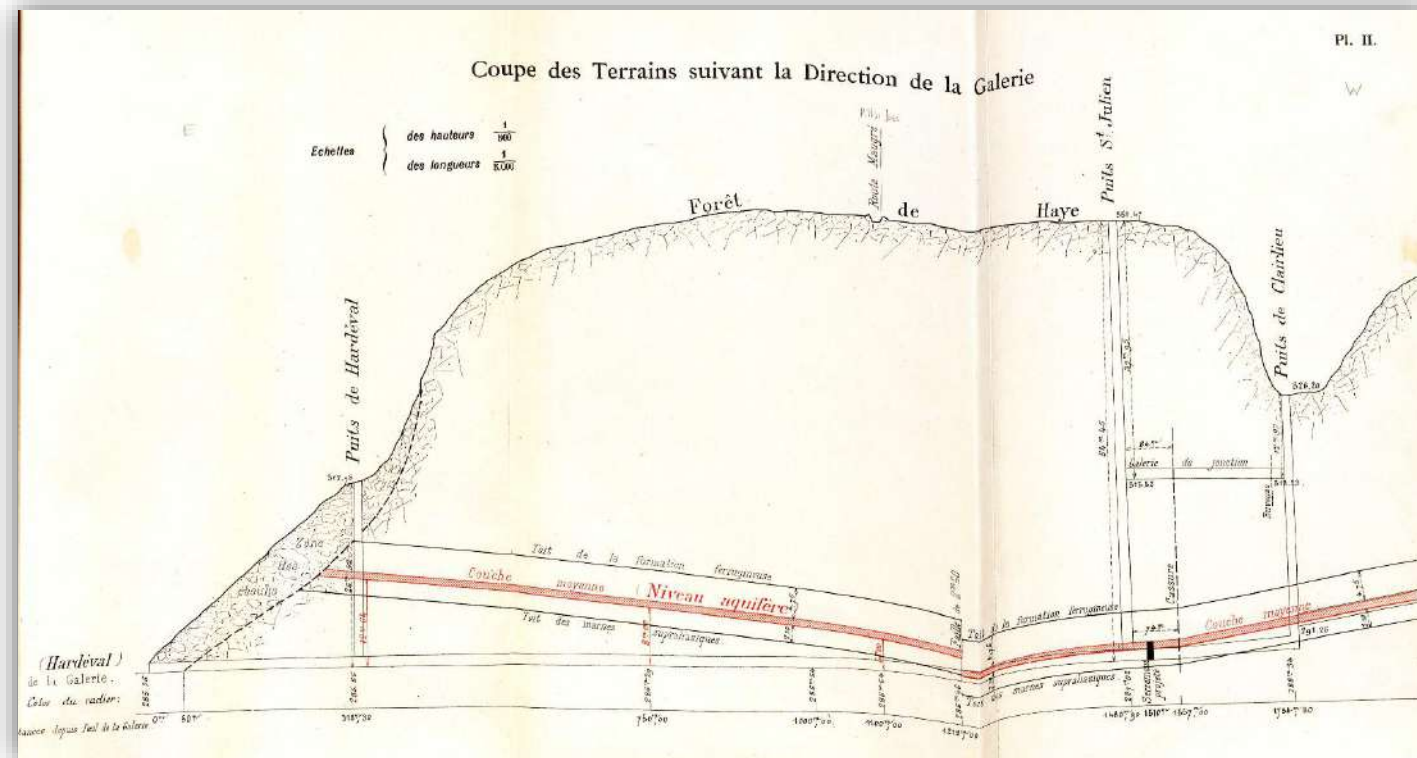


Figure 9 – Coupes et carte de la topographie souterraine sur la forêt de Haye. D'après IMBEAUX & VILLAIN, 1902.

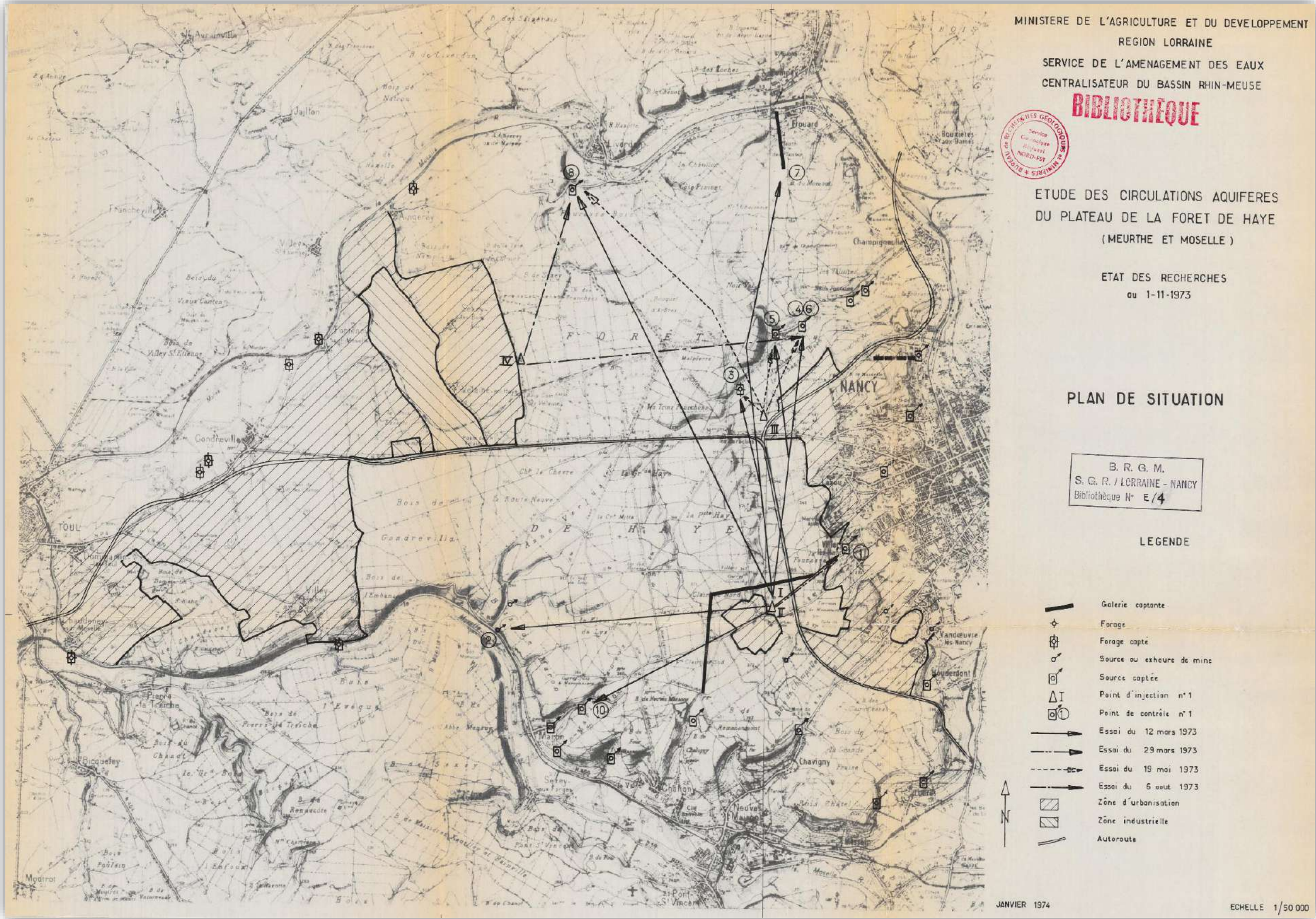
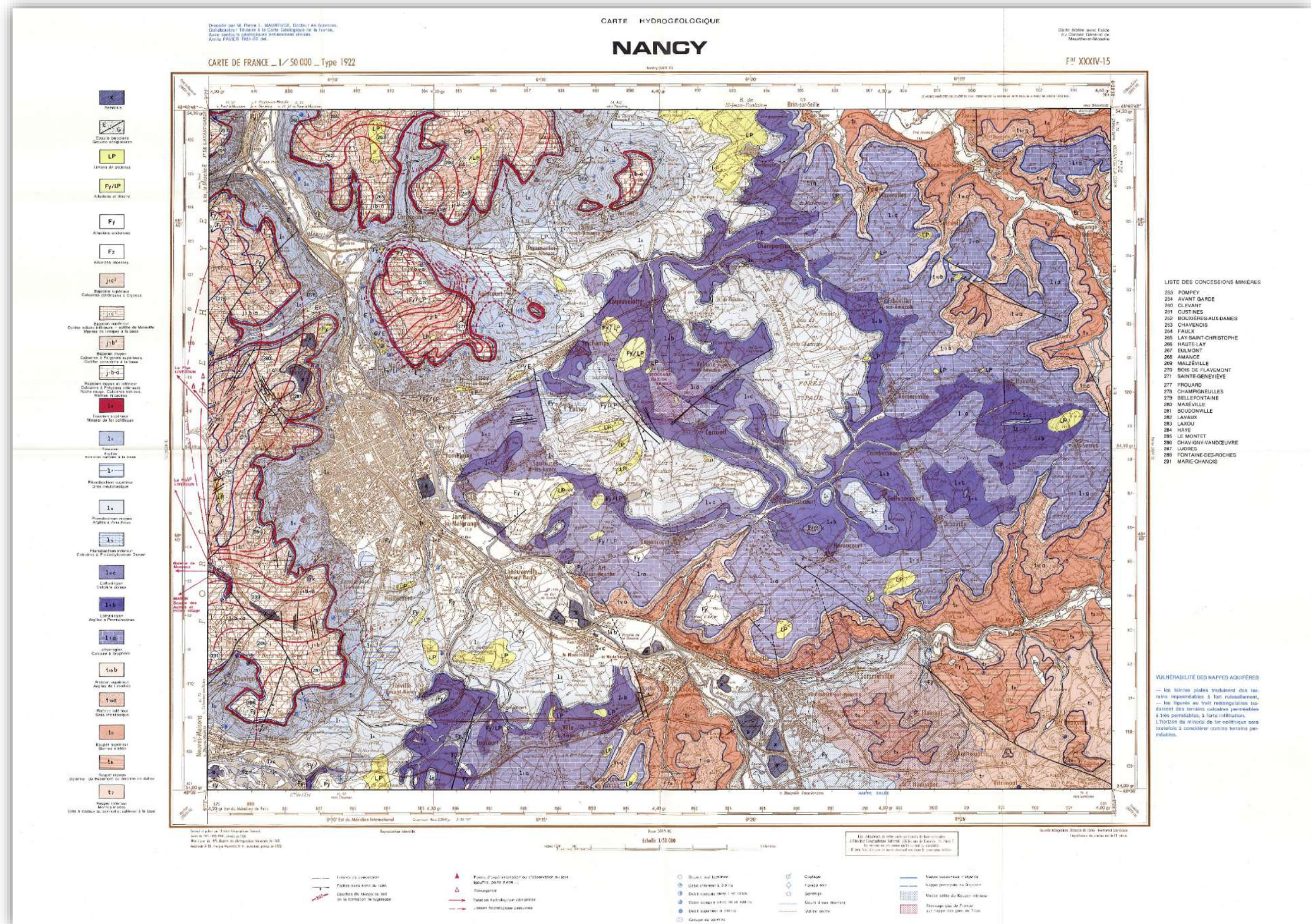


Figure 10 – Carte des circulations aquifères (écoulements mis en évidence par traçage) sur le plateau de la forêt de Haye. D'après LE ROUX J., MAUBEUGE P.L., CORDA R. (1973)



Orientation
NW-SE puis WVN-EES

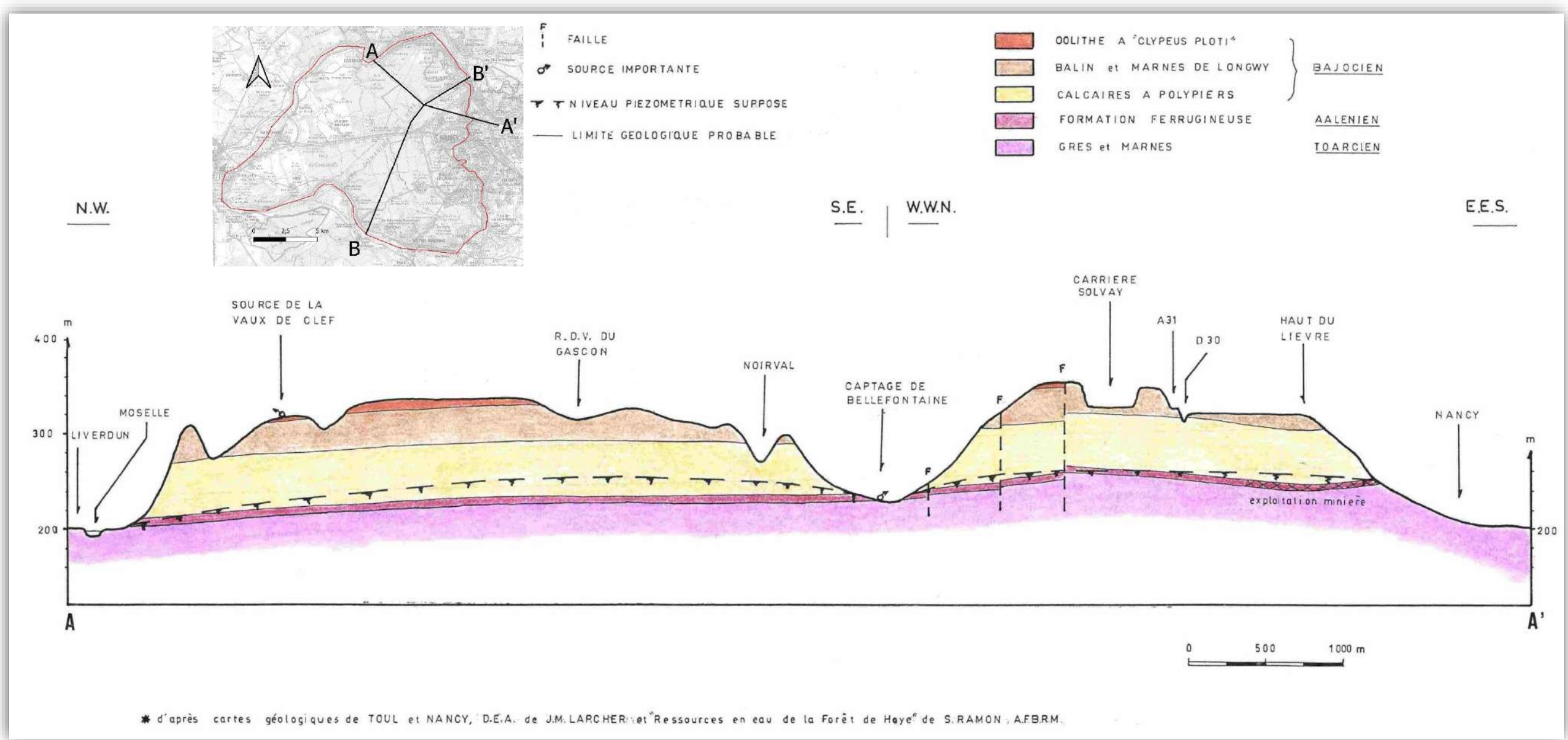


Figure 12 - Coupe hydrogéologique du plateau de la forêt de Haye A-A' pour illustrer les ressources en eau du Vallon de Bellefontaine. Extrait du rapport BRGM/RR33142 (ROUGIEUX,1991)

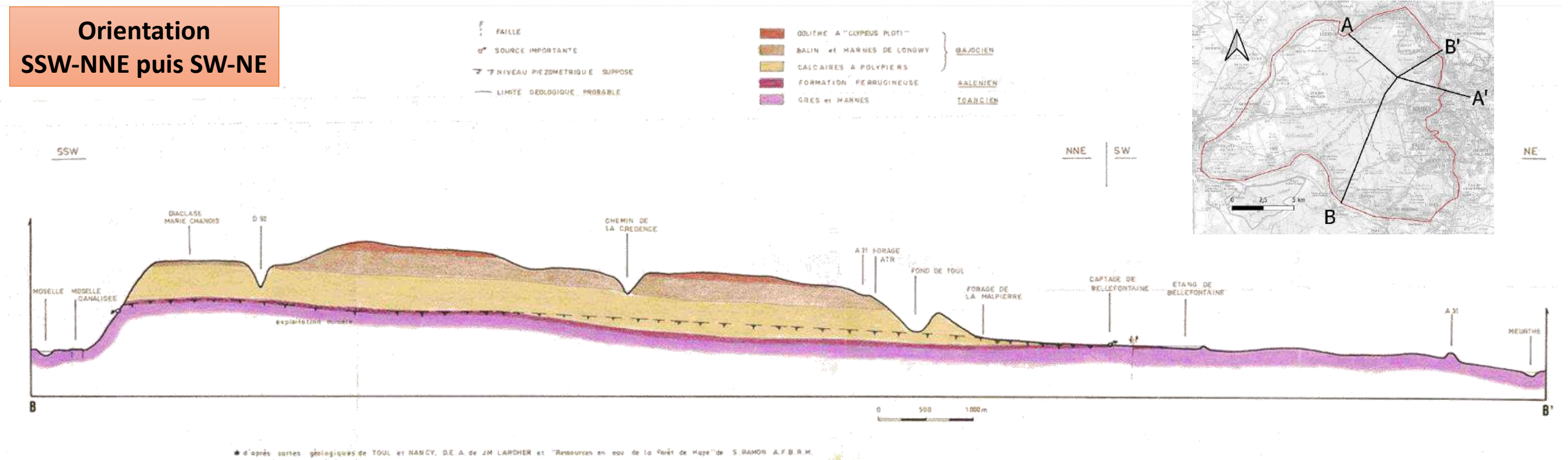


Figure 13 - Coupe hydrogéologique du plateau de la forêt de Haye B-B' pour illustrer les ressources en eau du Vallon de Bellefontaine. Extrait du rapport BRGM/RR33142 (ROUGIEUX,1991)

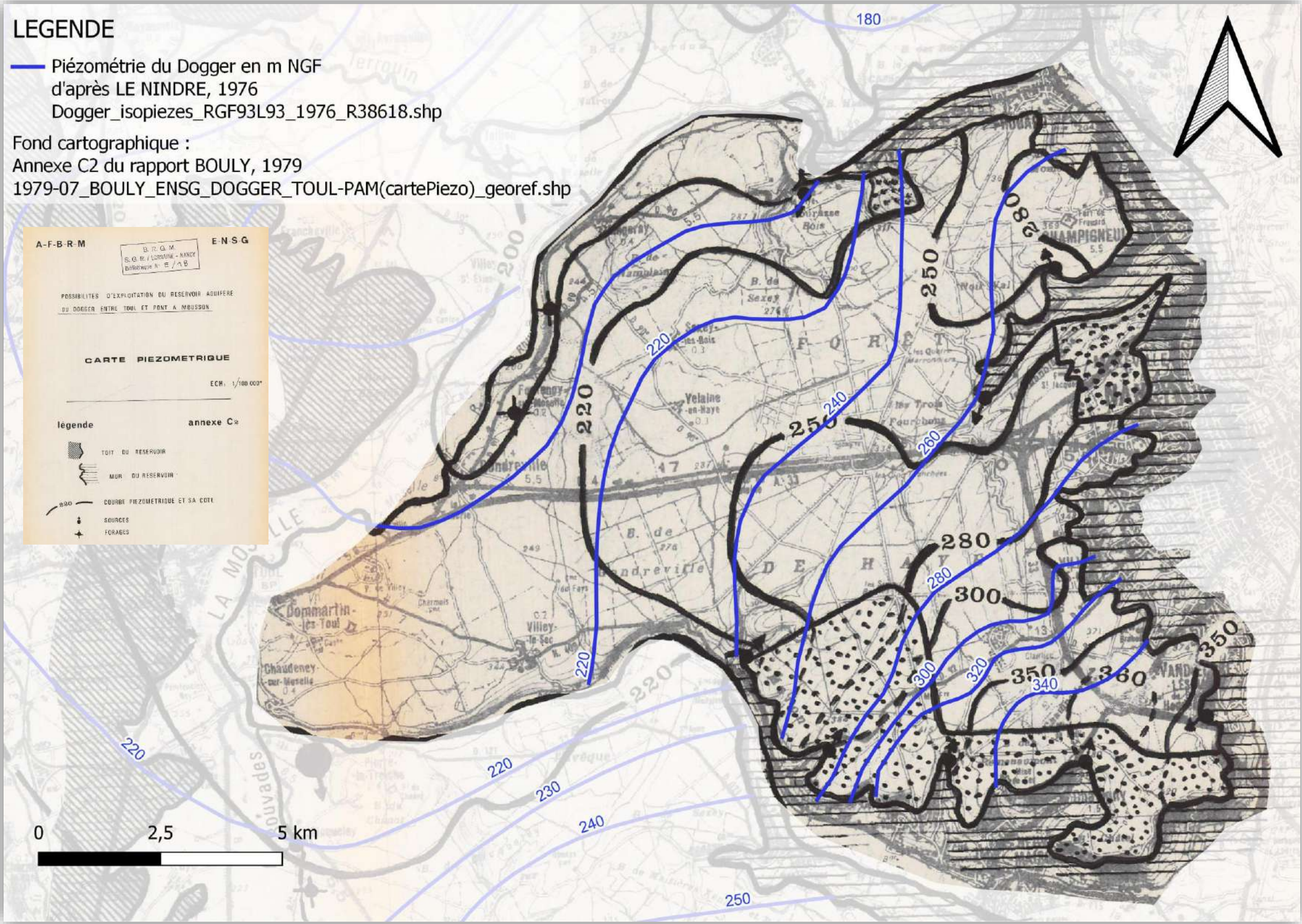


Figure 14 – Cartes piézométriques disponibles sur le périmètre d'étude

3.3.4. Log hydrogéologique du plateau de Haye et ressources associées

Les ressources disponibles et/ou exploitées sur la zone d'étude (Figure 15) sont principalement le **Bajocien inférieur** avec des sources pérennes qui émergent à la faveur de fissures ou diaclases : citons par exemple les sources de Bellefontaine ([02301X0082/G](#)) à Champigneulle, du Château de la Flie ([02294X0014/HY](#)) à Liverdun, de la Sarrazine ([02298X0019/HY](#)), de Haut-Perrier ([02298X0022/HY](#)) et des Aunes ([02298X0021/HY](#)) toutes trois à Maron.

Plus localement les formations du **Bajocien supérieur** donnent également naissance à des sources comme celle de la Vaux de Clef ([02294X0017/HY](#)) et peuvent être localement exploitées par forage comme à Aingeray ([02293X0159/F](#)).

Les formations sous-jacentes de l'**Aalénien** (exhaure des mines) sont également une ressource importante pour les collectivités, moyennant des contraintes importantes liées aux risques d'effondrement minier : Fond de Monvaux ([02298X0112/SOURCE](#)) à Maron, Val Fleurion ([02298X0126/EXHAUR](#)) à Chaligny, mine de Boudonville ([02301X0083/EX](#)) à Maxéville ou Hardillon ([02301X0321/G](#)) à Frouard.

La liste des différents ouvrages captant ces ressources figure en **annexe numérique n°3** (cf. § 3.6). On notera que les **formations alluviales** qui occupent le fond de la vallée de la Moselle ont également toute leur importance dans la gestion globale de la ressource à l'échelle du territoire de la forêt de Haye et sont alimentées pour partie par les formations du Dogger.

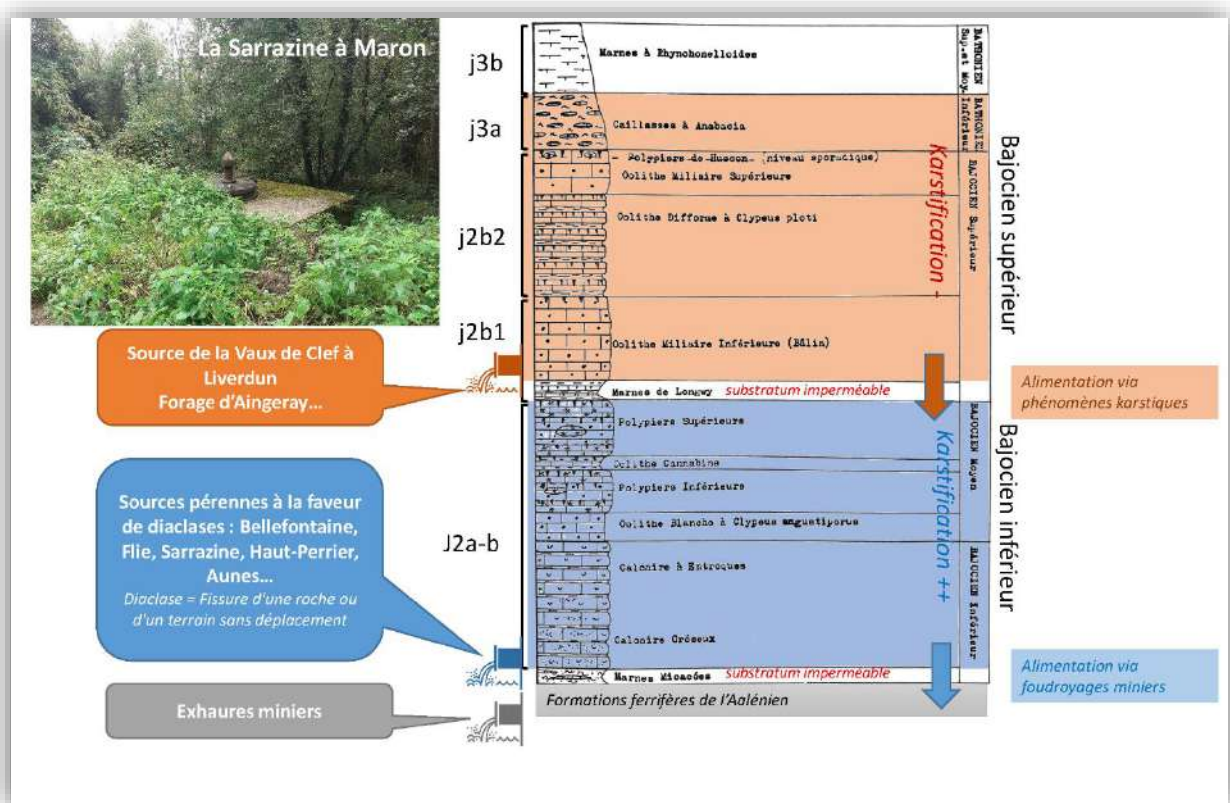


Figure 15 – Log hydrogéologique schématique au droit de la forêt de Haye et ressources associées

Perspectives :

Ce paragraphe n'a pas pour objectif de dresser une synthèse exhaustive du contexte géologique et hydrogéologique de la forêt de Haye mais de démontrer, par l'abondance des publications scientifiques rassemblées que l'on dispose de données potentiellement exploitables et utilisables dans la mise en œuvre d'une modélisation géologique 3D.

L'avantage serait de pouvoir visualiser aisément des configurations géologiques complexes, de construire à terme des outils d'aide à la décision et à la planification voire d'anticiper la gestion des ressources en eau en cohérence avec l'aménagement du territoire et l'impact du changement climatique.

L'acquisition de mesures est un prérequis nécessaire à toute modélisation envisagée pour disposer d'un outil opérationnel de gestion de la ressource en eau. Or il n'existe à ce jour sur le périmètre de la forêt de Haye aucun point de surveillance régulière de la piézométrie et pas de données bancarisées. L'implantation d'ouvrage de suivi des niveaux d'eau (récupération d'un ouvrage existant non exploité ou création d'un nouveau piézomètre) ainsi que l'équipement de forage ou de sources mériteraient d'être étudiés au regard des enjeux sur le périmètre d'étude.

3.4. TRAVAUX MINIERS

Sur le bassin ferrifère lorrain (BFL), l'exploitation minière porte sur la « minette » de Lorraine, dénomination en relation avec la relativement faible teneur en fer du minerai, en moyenne de l'ordre de 30 à 35 %. On distingue deux grands bassins exploités pour ses gisements de fer :

- Au nord, le bassin de Longwy-Briey-Thionville (Pays-Haut), le plus important ;
- Au sud, le bassin de Metz-Nancy, dont un certain nombre d'exploitations se situe sur le périmètre d'étude (Figure 16).

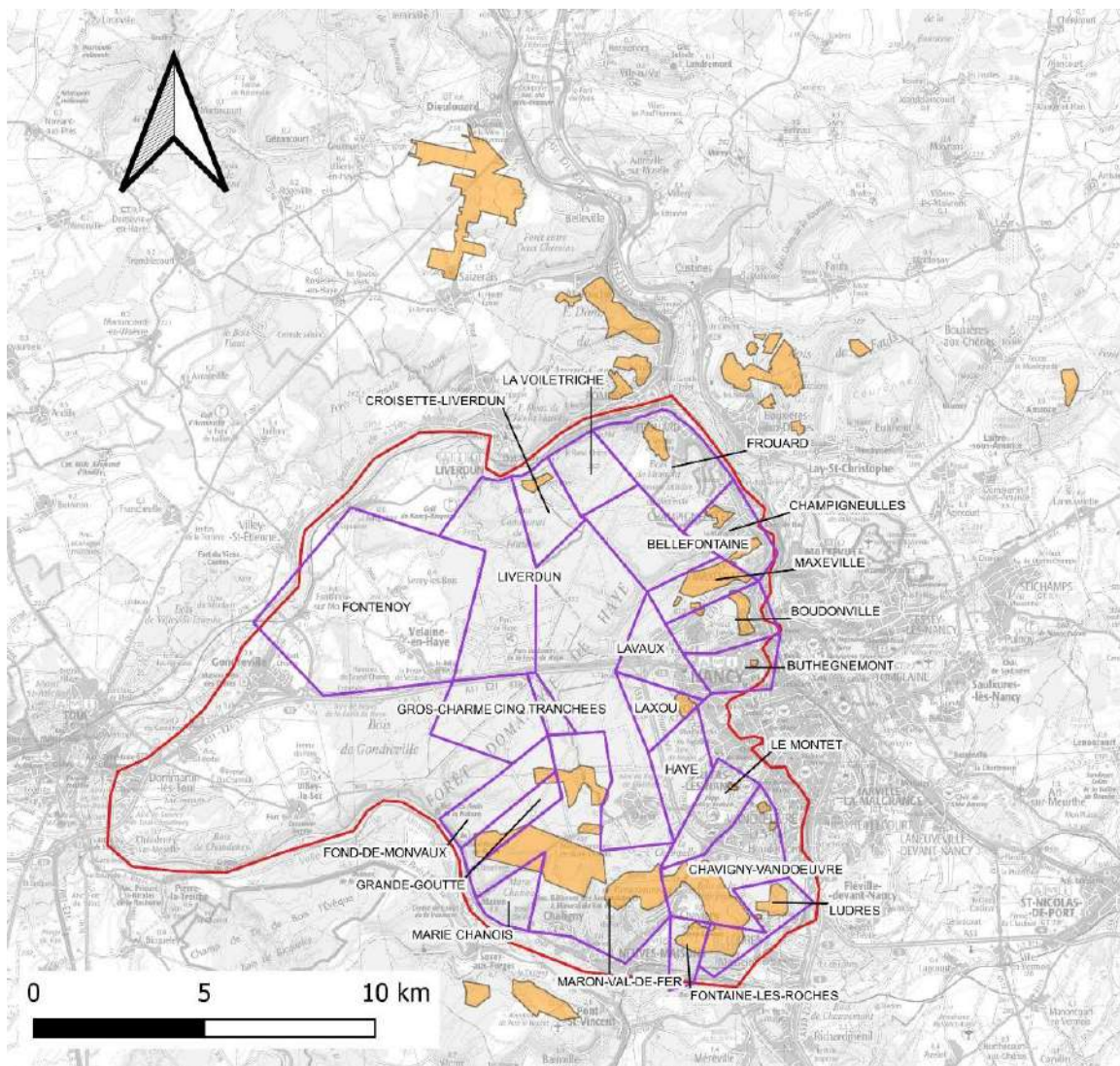


Figure 16 – Exploitations et concessions du bassin ferrifère sud

Sources d'information :

- <http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/>
- https://www.persee.fr/doc/rgest_0035-3213_1988_num_28_2_1639

Le bassin ferrifère de Nancy a principalement été exploité par des mines à ciel ouvert (exploitations anciennes d'époque mérovingienne) puis par des mines à flanc de coteau.

La première concession a été accordée en 1856, sur le territoire de Chavigny, Vandœuvre et Ludres. Elle a été réunie à deux autres, accordées en 1867 sur les territoires de Vandœuvre et de Villers pour former la concession dite de **Chavigny-Vandœuvre** (regroupée en 1900 au profit de la Société des Forges et Aciéries du Nord et de l'Est).

Deux autres concessions ont été octroyées à l'est de la D974 qui relie Vandœuvre à Neuves-Maisons, limitrophes de la précédente et chevauchant le rebord de la cuesta : celle de la **Fontaine des Roches** en 1870 (passée en 1910 à la Société minière de Meurthe-et-Moselle) et celle de **Ludres** en 1873 (appartenant à la Société des Forges et Aciéries de Pompey). A l'ouest et au nord-ouest de la D974, la Société de Pompey était également titulaire de la concession du **Montet** (1873).

Le principal domaine minier (constitué au profit de la compagnie de Neuves-Maisons Châtillon), regroupe sept concessions voisines :

- **Val-de-Fer, Val-Fleurion, Chaligny Ouest et Maron-Nord**, (permis accordés en 1874 et 1875 pour les 3 premières et fondus avec la quatrième en 1910 sous le nom de Maron-Val-de-Fer) ;
- Celles de **Marie Chanois** (1882) et la **Grande-Goutte** (1869), qui ne pouvaient être exploitées qu'à partir de la concession de Maron - Val-de-Fer (sortie minéral) ;
- Celle du **Fond de Monvaux** (1869) qui ne pouvait être atteinte qu'à travers la Grande-Goutte (sortie minéral par Maron - Val-de-Fer).

La partie centrale de la forêt de Haye n'a pas fait l'objet de concessions, en partie à cause de l'opposition des militaires, dont les ouvrages fortifiés ne devaient pas être menacés par l'existence de travaux souterrains.

Ces différentes mines ont fait l'objet d'une exploitation très inégale par leur durée et par le volume de minéral extrait :

- La **concession du Montet** a fait surtout l'objet de travaux de reconnaissance de la couche supérieure (1864 à 1903). La dernière étude du site (cinq puits forés entre 21 et 49 m) a pu ainsi mettre en évidence de petites lentilles de minéral de bonne qualité, mais trop discontinues pour que l'exploitation soit économiquement rentable ; le projet a donc été abandonné ;
- La **concession de la Fontaine des Roches** a été reconnue dès 1873 au moyen de deux puits de recherche de 30 m de profondeur. L'exploitation s'est faite à partir de 1875 par un système de galeries peu profondes dont l'entrée se faisait à flanc de coteau (lieudit Les Roches) et qui se prolongeait jusqu'au Fond de Renonvaux, à la limite nord de la concession. La fermeture de la mine a dû coïncider approximativement avec la guerre de 1914 ;
- La **concession de Ludres** a été exploitée à partir de deux entrées distinctes, à l'ouest, et au nord-est de la commune et correspond à un réseau de galeries très étendu (19 km). L'exploitation a duré de 1875 à 1921, date de son interruption définitive ;
- La **concession de Chavigny-Vandœuvre** (789 ha) a été exploitée de 1856 à 1932 avec près de 8,6 millions de tonnes de minéral de fer extraits au total sur cette période. Les mines ouvertes à Houdemont et Vandœuvre ont été fort peu actives, la couche moyenne n'y ayant été exploitée que sur 2 et 2,5 ha respectivement. En revanche, la mine de la Faille, à Chavigny, fut la seconde en importance après celle de Maron - Val-de-Fer. Si la couche supérieure a été peu touchée, la couche moyenne l'a été sur 130 ha et la couche inférieure sur 60 ha. L'entrée de la mine, se situait à l'extrémité nord du village de Chavigny. Sur le plateau, un peu plus haut, le « puit de la Faille », équipé d'un chevalement, permettait l'aération, la visite et l'élévation du minéral ;

- Les **concessions de Marie-Chanois, Grande-Goutte et du Fond de Monvaux** ont été maintenues en activité pour l'alimentation de l'usine sidérurgique de Neuves-Maisons jusqu'en 1964 pour la première et 1966 pour les deux autres. Celle de Marie-Chanois ne fut exploitée que dans la couche de minerai inférieure sur 30 ha. Dans les deux autres, on a pu tirer parti des trois couches sur des superficies respectives de haut en bas de 52, 85 et 19 ha. Sauf celle de Marie-Chanois, ces concessions possédaient leurs propres entrées de galeries et leurs puits d'aération (par exemple près du carrefour forestier des Six-Bornes) ;
- La **concession de Maron - Val-de-Fer** a été exploitée jusque fin 1968, date de fermeture de la dernière mine de la partie sud du bassin de Nancy. Au total, l'exploitation, dans les 3 couches s'est étendue sur plus de 410 ha : respectivement 130, 280 et 6 ha de haut en bas. Il y avait quatre entrées de mines qui correspondaient aux 4 concessions primitives ainsi que plusieurs puits situés dans la forêt. Depuis l'origine, la production cumulée extraite de Maron - Val-de-Fer et des mines qui lui étaient reliées souterrainement peut être évaluée à plus de 46 millions de tonnes.

Les traces des activités minières ont transformé le paysage de la forêt de Haye et sont encore visibles de nos jours. La faible profondeur de l'exploitation a eu des conséquences variables en fonction des méthodes d'extraction utilisées.

Voir deux exemples d'affaissements miniers sous forme de sillons de 1 à 2 m de profondeur ou d'entonnoirs proposés par l'Université Numérique Des Humanités (UOH) et la lecture des paysages lorrains :

- https://rpn.univ-lorraine.fr/UOH/LEPALOR/co/b_01_d_33.html
- https://rpn.univ-lorraine.fr/UOH/LEPALOR/co/b_04_d_29.html#schld00

A partir de 1977, la Municipalité de Neuves-Maisons et l'association Atelier Mémoire Ouvrière (AMO) ont œuvré pour valoriser le site. Créée en 2011, l'Agence du Patrimoine et de la Culture des Industries (APCI) a pris la relève de l'AMO avec pour vocation le développement du carreau de la mine du Val de Fer (visite guidée, marches pédagogiques et autres manifestations).

Depuis l'arrêt des exploitations de mines de fer, la gestion de l'après-mine est devenue l'un des enjeux importants traités par la **DREAL Grand-Est pôle après-mine Est**¹⁹. Devant la complexité des problèmes à traiter le groupement d'intérêt public **GEODERIS**²⁰ a été créé en 2001, regroupant des experts de l'INERIS et du BRGM, afin d'assurer un appui technique et d'expertise aux DREAL. Les domaines d'appui couverts par cette structure sont :

- L'évaluation des aléas et des risques miniers ;
- L'expertise des dossiers d'arrêt de travaux et de renonciation aux concessions minières ;
- La rédaction de propositions de gestion de sites miniers.

Enfin, en application du décret n°2006-402 du 4 avril 2006, le BRGM est mandaté par l'Etat pour assurer des missions de gestion opérationnelle de l'après-mine, dont les travaux de mise en sécurité des ouvrages miniers, la surveillance et le maintien en état de fonctionnement des installations hydrauliques de sécurité, ainsi que la surveillance des risques miniers résiduels. Cette mission est assurée au moyen d'un département spécialisé du BRGM, le département prévention et sécurité minière (**DPSM**²¹).

¹⁹ <https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/dans-le-domaine-des-mines-a12221.html>

²⁰ <https://geoderis.fr/>

²¹ <https://dpsm.brgm.fr/page/utam>

La DREAL et GEODERIS ont mené une étude sur les communes du bassin ferrifère (notamment sur les 12 communes du BFL sud entre 2005 et 2011) avec pour objectif l'identification des zones d'aléas « mouvement de terrain » et des investigations détaillées de ces zones d'aléa fontis. Les cartes, tableau et couches d'informations sont disponibles au téléchargement sur le site de la DREAL Grand Est (Figure 17 et Figure 18) : <https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/cartes-d-aleas-du-bassin-ferrifere-lorrain-a13992.html>

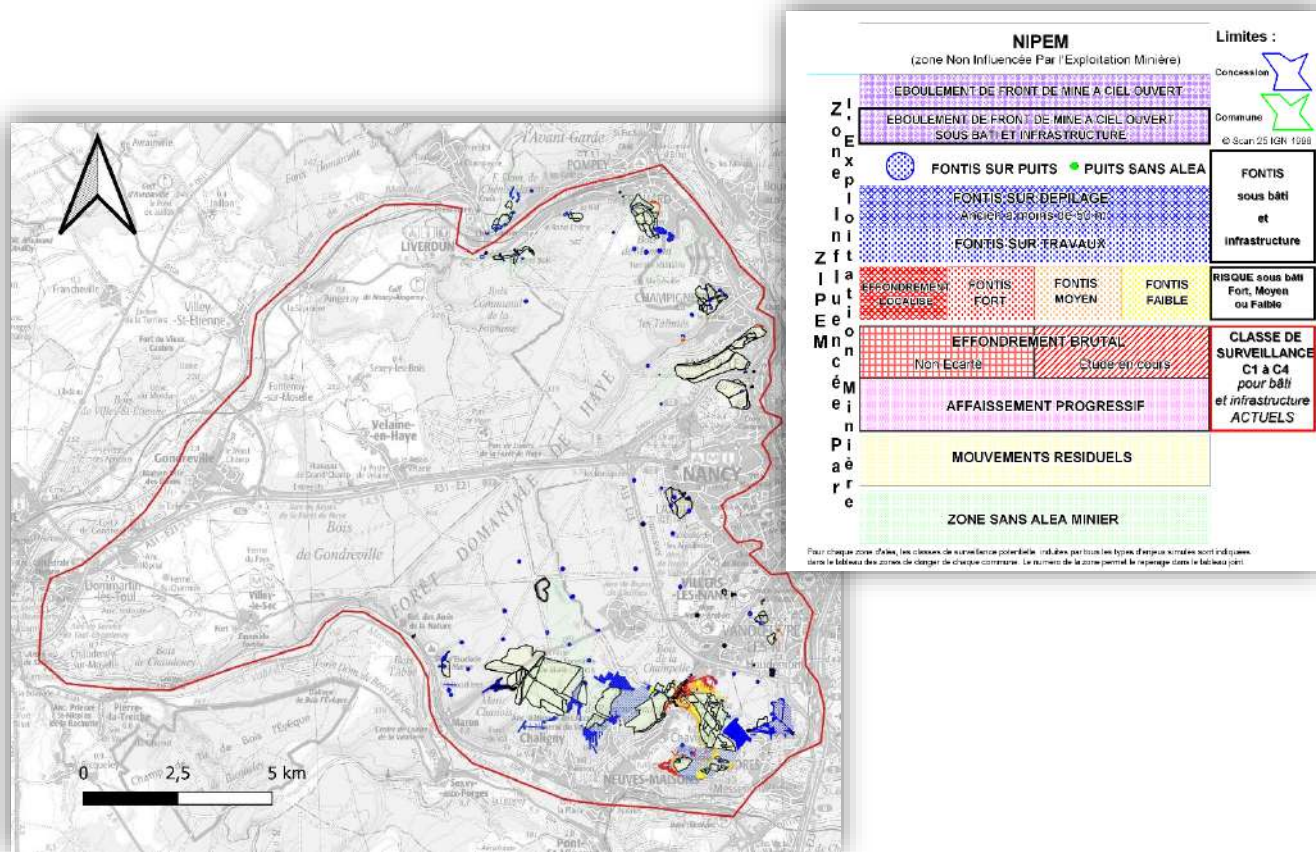


Figure 17 – Cartographie de l'aléa « mouvement de terrain » sur le périmètre d'étude.
Source : DREAL - données janvier 2013

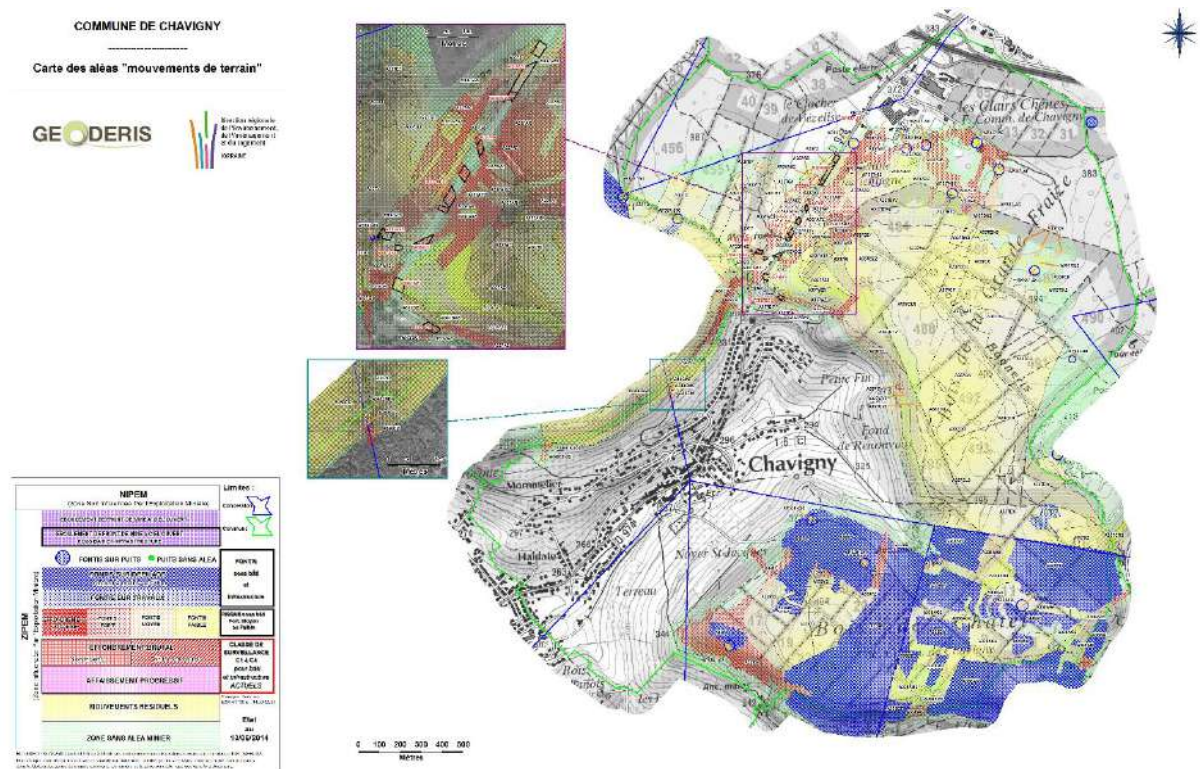


Figure 18 – Cartographie de l'aléa « mouvement de terrain » sur le secteur de Chavigny.
Source : DREAL - données janvier 2013

Perspectives :

L'activité minière a profondément modifié le sous-sol et les écoulements souterrains entre 1856 et 1968 et transformé le paysage de la forêt de Haye. La prise en compte des exploitations et de leurs conséquences (affaissements, effondrements) s'avère indispensable à la bonne gestion des activités menées sur la forêt de Haye notamment en matières de gestion de la ressource en eau. Elle permettrait de contribuer à la conception d'un modèle géologique 3D.

3.5. INVENTAIRE DES CAVITES ET PHENOMENES KARSTIQUES

IKARE²² est un inventaire spéléo-karstologique, mis à disposition en ligne, sous la forme d'une Base de Données et d'une application cartographique. D'un point de vue géographique, il porte sur le bassin Rhin-Meuse et pour partie sur la frange des régions limitrophes. L'étude est le fruit d'un partenariat initial entre l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, la Ligue Spéléologique Lorraine (LISPEL), devenue Ligue Grand Est de spéléologie (LIGES) en 2017, le bureau d'études GEREEA et le laboratoire LOTERR de l'Université de Lorraine.

22 <https://ikare.loterr.univ-lorraine.fr/GRAV/fr>

Sur le périmètre d'étude (Figure 19 et Figure 20), IKARE recense **263 phénomènes** dont :

- 53 % de gouffres ou grottes, 17 % de sources, 7 % de pertes et 5 % de dolines pour les phénomènes principaux ;
- 68 % des phénomènes sont sans circulation d'eau ;
- Les communes les plus concernées (> 15 phénomènes) sont les suivantes :
 - Pierre-la-Treiche (rive droite) ;
 - Maron ;
 - Aingeray ;
 - Velaine-en Haye (commune ayant depuis fusionné avec une autre pour former celle de Bois-de-Haye) ;
 - Villey-le-sec.

La **base de donnée Géorisques**, réalisée en partenariat entre le Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires et le BRGM, est le site internet de référence pour la gestion des risques naturels et industriels.

Concernant la **thématique « cavités »**, les données, régulièrement actualisées, sont issues d'enquêtes locales, des connaissances géologiques et pour partie de la base IKARE. Elle se distingue de la base IKARE notamment par la compilation des données anthropiques.

On trouve sur le périmètre d'étude (Figure 21) **165 cavités** dont :

- 88 % avec un positionnement précis ;
- 89 % de type « naturel » ;
- Les communes les plus concernées par les cavités naturelles (> 15 phénomènes) sont les suivantes :
 - Pierre-la-Treiche ;
 - Maron ;
 - Gondreville ;
 - Villey-le-sec ;
 - Velaine-en Haye (commune ayant depuis fusionné avec une autre pour former celle de Bois-de-Haye).

L'**annexe numérique n°5** dresse la synthèse des données disponibles en fonction des différentes sources d'information et notamment la liste des traçages identifiés sur le secteur d'études (Figure 10 et Figure 20) et recensés dans la base IKARE.

Perspectives :

Ce paragraphe rend compte de l'important travail d'inventaire des phénomènes karstiques réalisé ces dernières années. Suite aux échanges réalisés avec les universitaires et spéléologues ayant travaillé ou travaillant actuellement sur le périmètre de la Forêt de Haye, il s'avère que l'inventaire actuel des phénomènes karstiques d'origine naturelle est relativement complet et ne nécessite pas d'action particulière. L'opportunité de pouvoir le compléter par l'inventaire des affaissements miniers serait à étudier.

Les traçages inventoriés sont anciens (1973, 1975 et 1988 pour le dernier connu) et parfois douteux (fiabilité discutable). La possibilité de mettre en place de nouvelles actions de traçage est envisageable mais se révèle très complexe à mettre en œuvre au regard de l'impact des travaux miniers sur les écoulements et de l'absence de pertes concentrées (essentiellement diffuses). La préparation (identification des points d'injection et de restitution probables, autorisations), la réalisation et l'interprétation de nouveaux traçages devront être confiés à des universitaires ou bureaux d'étude expert du domaine et tenir compte des connaissances acquises, des contraintes techniques et financières pour suivre la restitution dans de bonnes conditions et sur le long terme sans nuire à l'usage AEP.

Ces actions devront être menées dans un objectif de sécurisation de la ressource en eau afin de garantir l'importance des écoulements actuels (prévenir ou éviter les effondrements qui bloqueraient ou dérouteraient les écoulements actuels) et leur qualité.

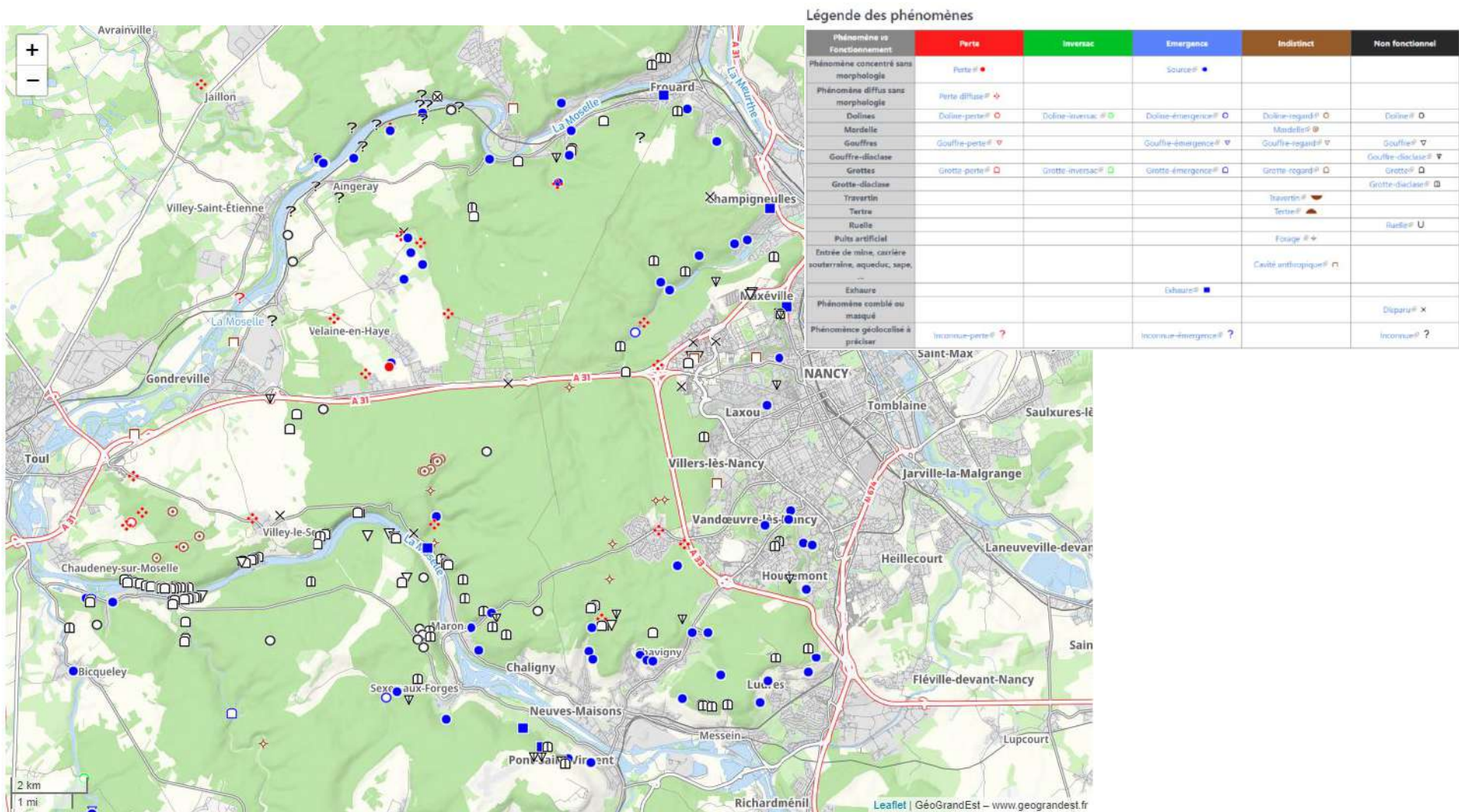


Figure 19 – Cartographie des phénomènes karstiques sur le périmètre d'étude. D'après [IKARE](#) déc-2023

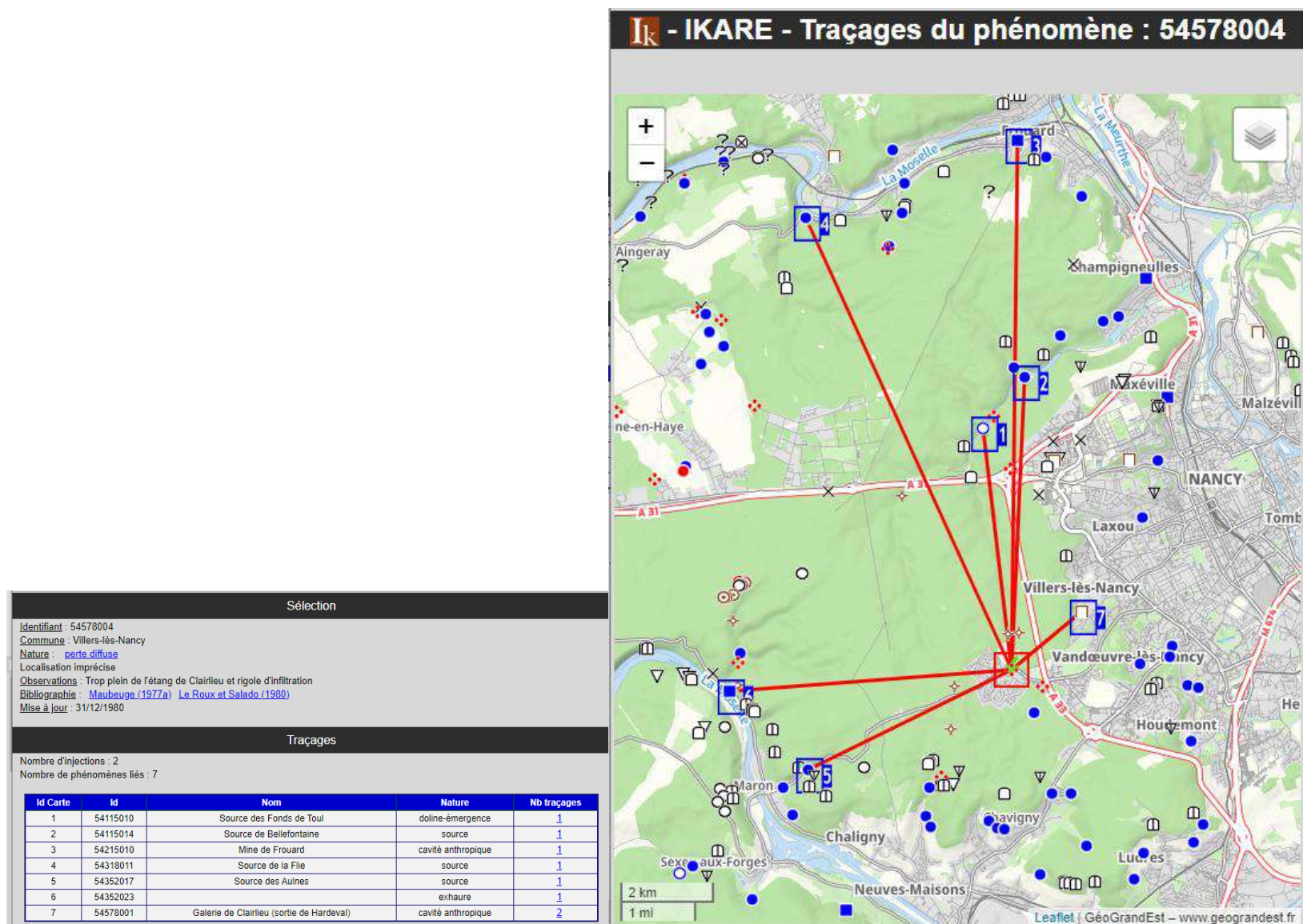


Figure 20 – Exemple de fiche de caractérisation des phénomènes karstiques. D'après [IKARE](#) déc-2023

Forêt-de-Haye (54) : Etat des lieux sur les connaissances d'intérêt pour les ressources en eaux

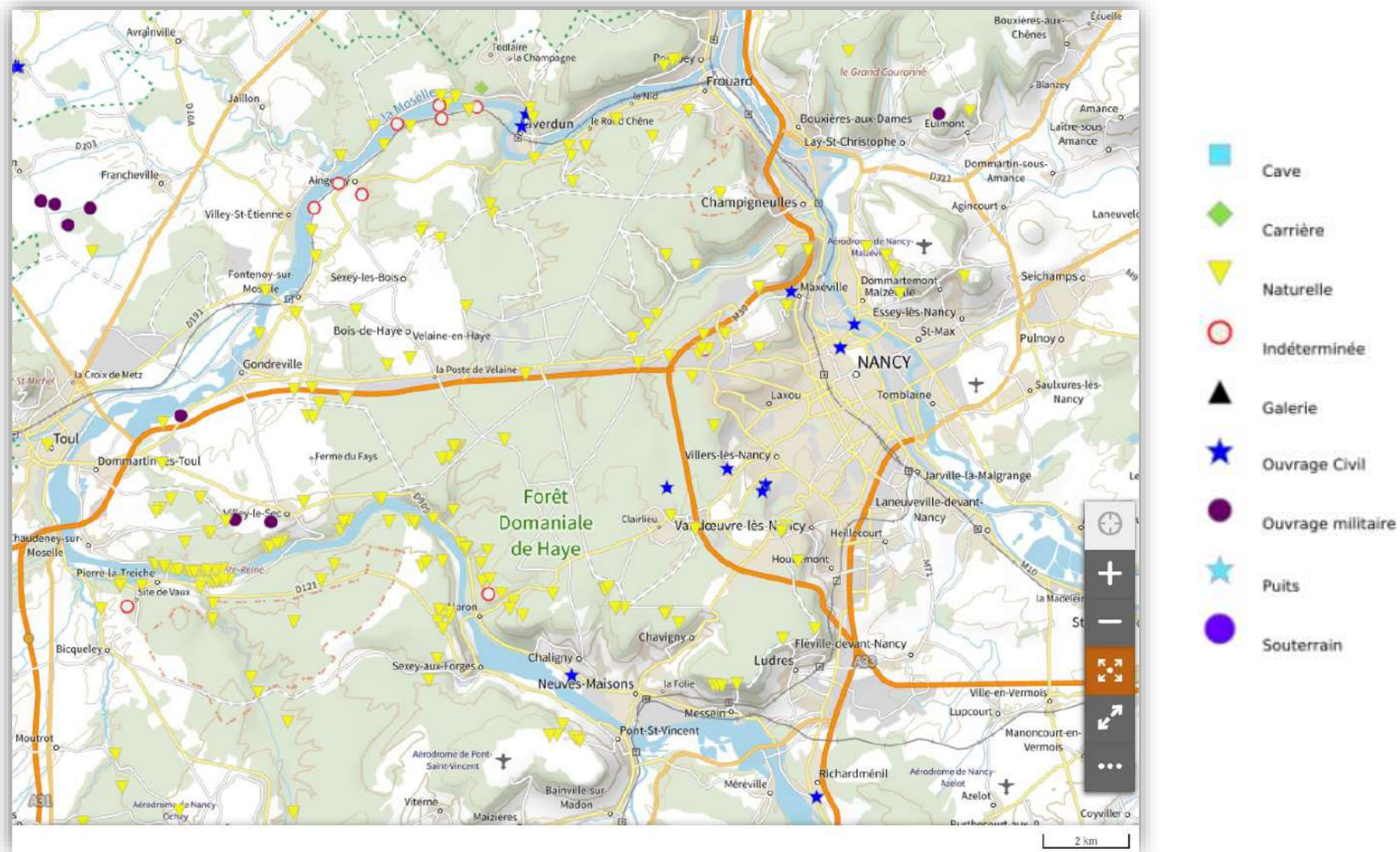


Figure 21 – Cartographie des cavités sur le périmètre d'étude. D'après [Géorisques](#) déc-2023

3.6. INVENTAIRE DES OUVRAGES EN BSS ET DES CAPTAGES D'EAU SOUTERRAINE

Les travaux ont permis d'établir à partir d'une extraction de la Banque de données du Sous-sol (BSS) la liste des ouvrages sur le secteur d'étude [forages, puits, sources, sondages, galerie drainante, exhaure de mines...] (Figure 22), et de préciser la disponibilité des documents associés (**Annexe numérique n°3**). On compte 2089 ouvrages (Tableau 7) dont 9 % sont des points d'eau (ouvrages potentiellement utilisables pour estimer les niveaux d'eau ou les débits). 81 % des ouvrages disposent de coupes géologiques qui pourraient être utilisées pour la définition d'un modèle géologique numérique 3D.

Ouvrages en BSS	Nombre d'ouvrages	Commentaire n°1	Nombre d'ouvrages	Typologie	Nombre d'ouvrages	Commentaire n°2
Points d'eau	194	intéressant pour capitaliser les mesures de niveau d'eau si forage ou puits	135	Forage/puits	81	avec mesure de niveau d'eau (a minima 1)
					54	sans mesure de niveau d'eau / il faudra vérifier la possibilité de récupération de mesures anciennes ou actuelles notamment sur les 9 ouvrages ayant comme motif de reconnaissance "fluctuation-nappe"
		intéressant pour capitaliser les mesures de débit si source ou exhaure	57	Source/galerie drainante/exhaure	?	l'existence de mesure de débit ponctuelle ou régulière demande un travail particulier de collecte et de bancarisation
		sans intérêt	2	affleurement eau		sans intérêt
Pas point d'eau	1895	intéressant pour la modélisation géologique 3 D si une coupe existe	208	Sans coupe		sans intérêt
			1687	Coupes présentes		vérifier la disponibilité numérique des logs géologiques sinon les saisir
	2089		2089			

Tableau 7 – Synthèse des données concernant les ouvrages extraits de la BSS (<https://infoterre.brgm.fr/>)

La liste des références bibliographiques compilées dans le cadre de l'étude à partir du fond documentaire facilement accessible (BRGM, AERM, université) devrait permettre de compléter les informations sur le périmètre de l'étude, notamment en matière de coupes géologiques, mesures piézométriques, paramètres hydrodynamiques et plus largement rapports hydrogéologiques.

Les sollicitations faites dans le cadre de l'étude auprès des producteurs d'eau du secteur n'ont pas permis de collecter de nouvelles données mais la démarche pourra être poursuivie dans le cadre d'un plan d'actions visant à actualiser et compléter l'inventaire actuel (Figure 23).

Concernant les **ouvrages destinés à l'alimentation en eau potable (AEP)**, le croisement des sources de données du BRGM (BSS) et de l'ARS (SISEAUX) a permis l'identification de 21 captages sur le périmètre d'étude avec, comme précédemment évoqué, des besoins d'actualisation et de complément d'informations. La cartographie des **périmètres de protection** rapproché (PPR) et éloigné (PPE) montre que l'emprise est importante au regard du périmètre d'étude (Figure 24). Il conviendra de s'assurer avec l'ARS de la cohérence et du suivi des prescriptions et des besoins en termes de gestion et d'aménagement du territoire (actuels et futurs).

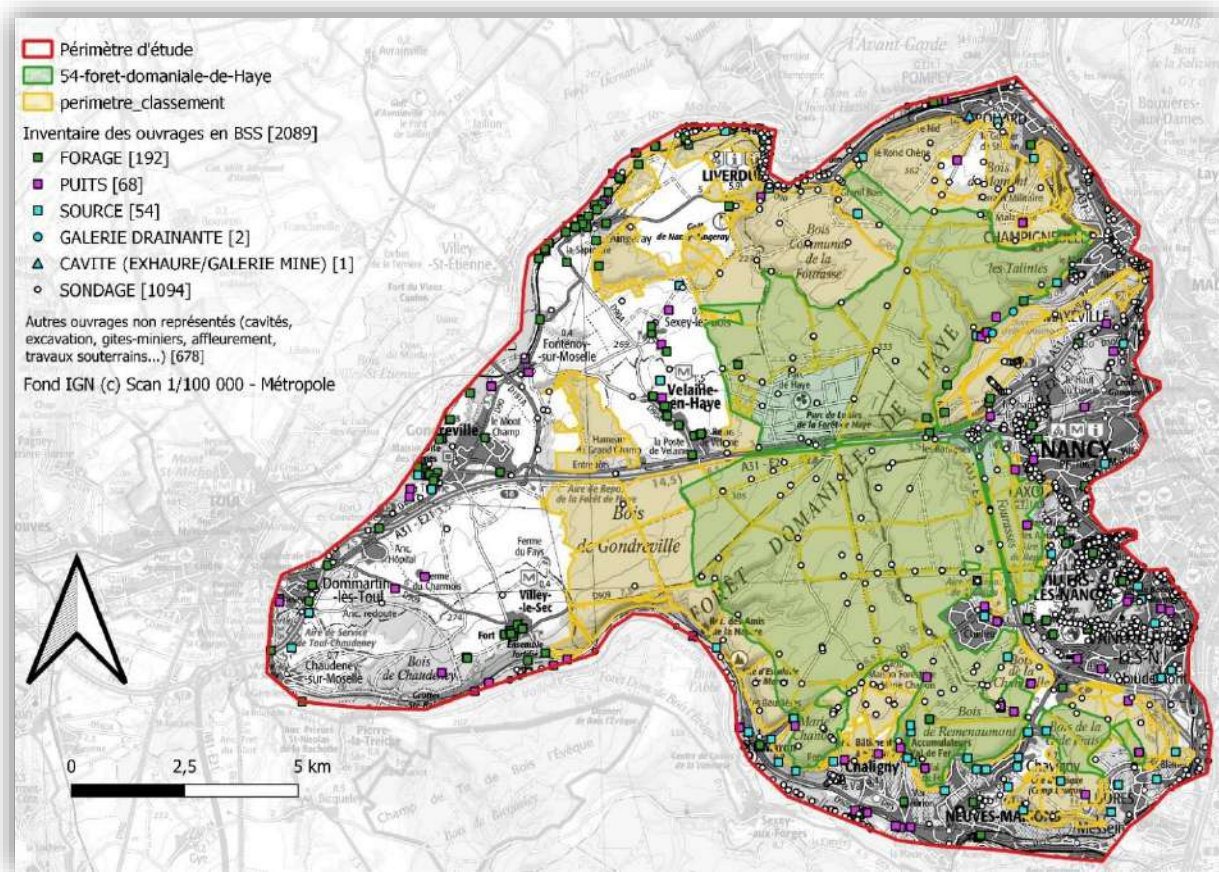


Figure 22 – Cartographie des ouvrages de la BSS sur le périmètre d'étude. Extraction [Infoterre](#) sept-2023



Figure 23 – Exemple de chronique des volumes extraits sur Fond de Monvaux communiqué par le pôle technique de la Communauté de Commune de Moselle & Madon (service de l'eau et de l'assainissement)

Les périmètres de protection des captages (PPC) d'alimentation en eau potable destinée à la consommation humaine, visent à assurer la protection de la qualité des eaux distribuées et de la santé humaine. Ils sont instaurés par une déclaration d'utilité publique (DUP) des travaux de prélèvement d'eau. On distingue 3 types de périmètres :

- le périmètre de protection immédiate (PPI), instauré autour du point de prélèvement pour les terrains à acquérir en pleine propriété ;
- le périmètre de protection rapprochée (PPR), celui à l'intérieur duquel peuvent être interdits ou réglementés toutes sortes d'installations, travaux, activités, dépôts, ouvrages, aménagement ou occupation des sols de nature à nuire directement ou indirectement à la qualité des eaux ;
- le périmètre de protection éloignée (PPE), à l'intérieur duquel peuvent être réglementés le même type d'installations, travaux, activités...

Ces périmètres font partie des servitudes d'utilité publique affectant l'utilisation des sols et ont, à ce titre, vocation à être annexées aux plans locaux d'urbanisme (PLU, PLUi) et aux cartes communales (si les territoires concernés sont couverts par ces documents d'urbanisme) et à figurer sur le Géoportail de l'urbanisme. Ils s'imposent par ce biais aux autorisations d'occupation du sol (permis de construire...).

NATURE OUVRAGE	ALLUVIONS QUATERNAIRES	FORMATION FERRUGINEUSE AALENIEN et/ou BAJOCIEN MOYEN ET INFÉRIEUR	BAJOCIEN SUPÉRIEUR
EXHAURE DE MINE			3
GALERIE DRAINANTE	1		3
SOURCE			1
FORAGE			2
PUITS	9		1

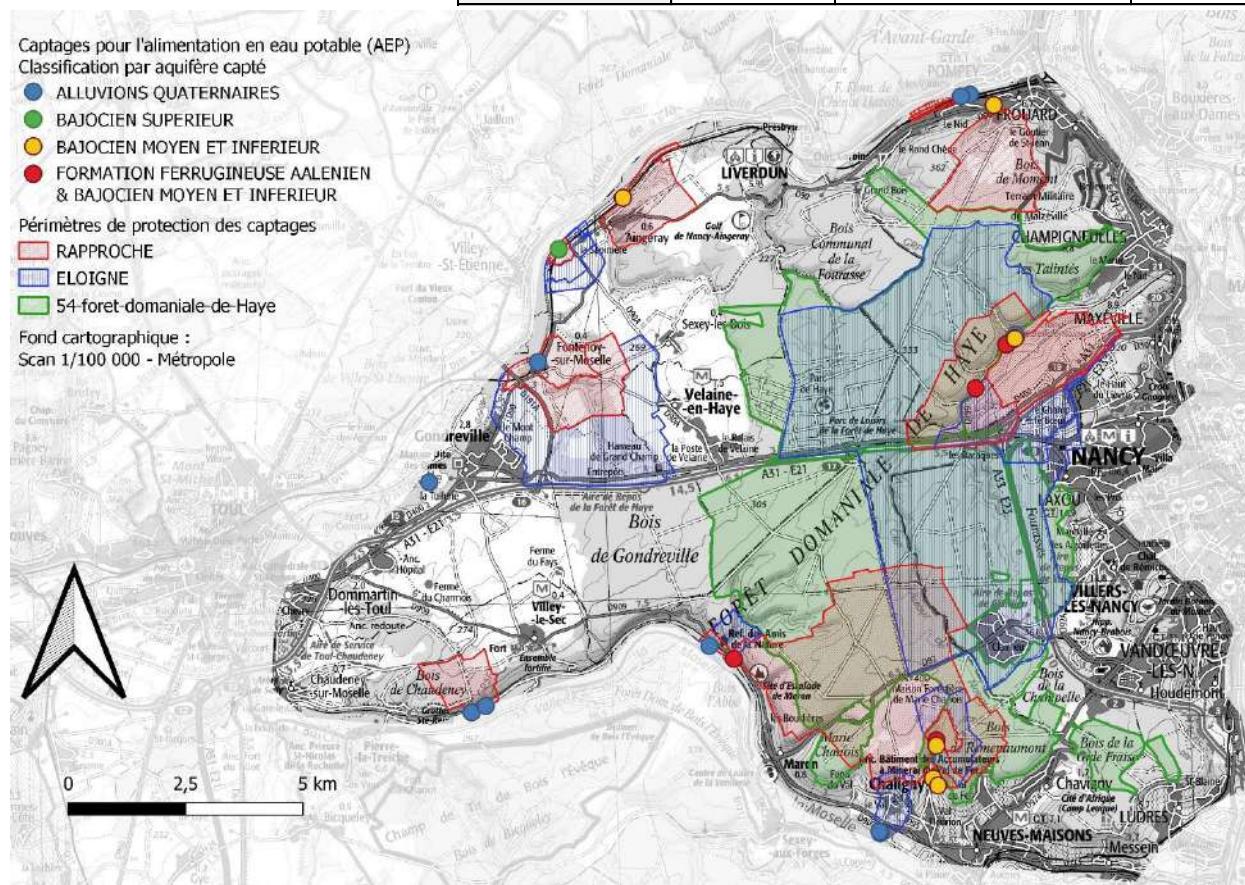


Figure 24 – Cartographie des captage AEP et des périmètres de protection sur la zone d'étude.
Extraction ARS de 2020.

Perspectives :

Ce paragraphe démontre la grande quantité d'ouvrages inventoriés en BSS, disposant de données géologiques et hydrogéologiques ou potentiellement utilisables pour mettre en place des actions d'acquisition de données complémentaires ou de suivi sur le long terme.

On notera d'autre part l'importance de l'usage des eaux souterraines pour l'alimentation en eau potable (AEP) : 21 captages sur le périmètre d'étude avec une emprise des périmètres de protection des captages importante par rapport au périmètre de classement de la forêt de Haye (47 %) et par rapport à la zone d'étude (34 %).

La compilation des données de débit de sources ou d'exhaures actuellement exploitées et des prélèvements réalisés sur les ouvrages exploités du secteur permettrait à terme de disposer d'une base de données exploitable à des fins statistiques à l'échelle du territoire de la forêt de Haye.

Ces actions devront être menées dans un objectif d'établir le bilan hydro(géo)logique à l'échelle du territoire de la Forêt de Haye, de bassins versants ou de bassins d'alimentation de source, voire de contribuer à la réalisation d'une modélisation géologique 3D intégrant les écoulements hydrodynamiques.

3.7. SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

Le Portail d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines ([ADES²³](https://ades.eaufrance.fr/)) rassemble les données quantitatives et qualitatives relatives aux eaux souterraines issues de divers producteurs. A titre d'exemple, on citera le BRGM pour la production des **données quantitatives** de suivi des niveaux de nappes sur les piézomètres du réseau DCE (Directive Cadre européenne sur l'eau) ou l'ARS pour les **données qualitatives** concernant les contrôles sanitaires effectués sur les ouvrages AEP.

L'extraction réalisée à partir d'ADES en septembre 2023 sur le périmètre d'étude montre :

- Un suivi de la qualité sur 16 points d'eau utilisés comme AEP public ou privé et captant les calcaires du Dogger (Figure 25) ;
- La bancarisation de 491 prélèvements soit 114 266 analyses entre 1996 et 2022 dont 10 842 analyses dans le domaine de validité (> seuil de détection).
- L'analyse de 1 050 paramètres différents.

Le traitement préliminaire des données (chroniques des 11 principaux paramètres²⁴ recherchés) a été réalisé avec l'outil BRGM Qualistat 3®. Les résultats sont compilés dans l'**annexe numérique n°4**. La Figure 26 présente un exemple de résultats sous forme de graphiques pour l'un des points d'eau étudié.

²³ <https://ades.eaufrance.fr/>

²⁴ Sulfates, Chlorures, Bicarbonates, Calcium, Potassium, Magnésium, Sodium, Ammonium, Nitrates, Fer, Manganèse

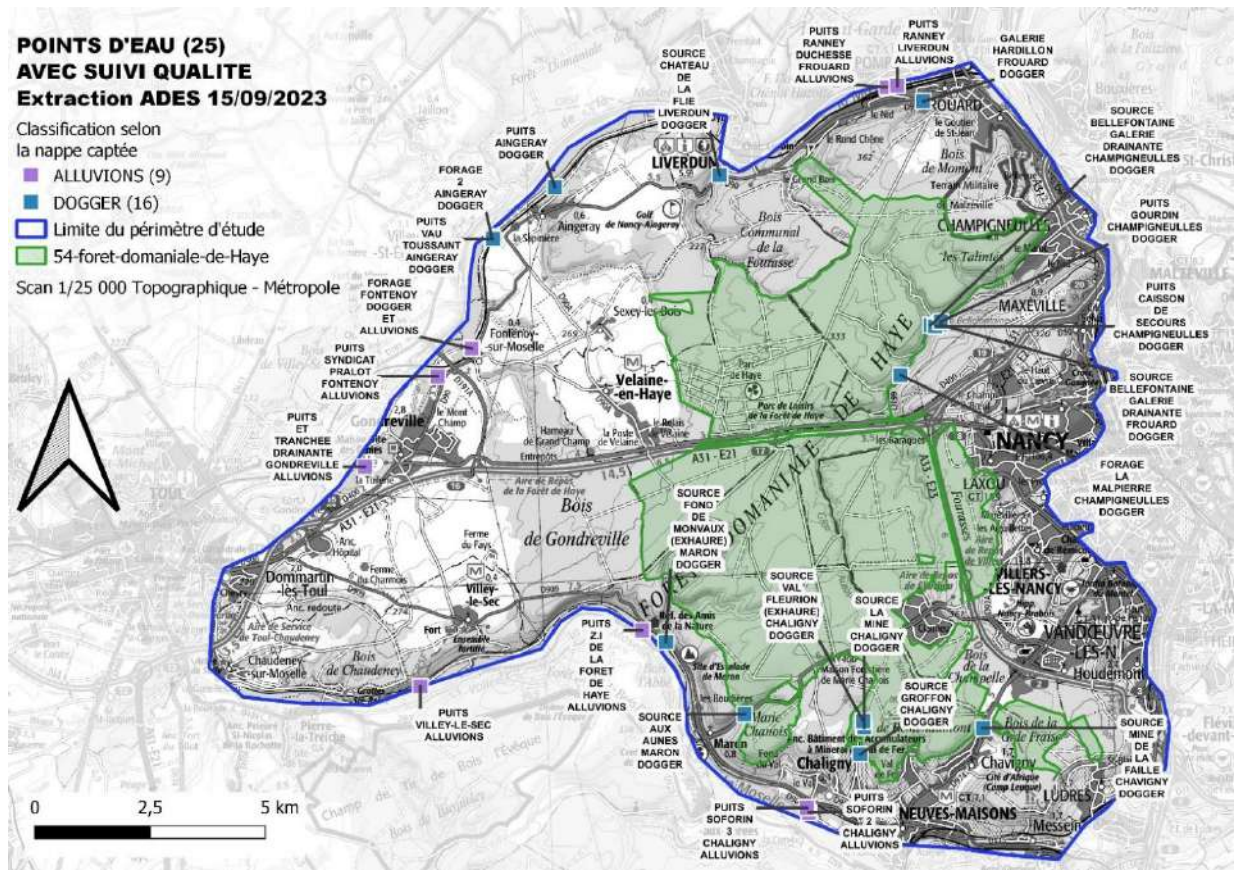


Figure 25 – Cartographie des points d'eau avec suivi de la qualité disponibles sur le site [ADES](#)

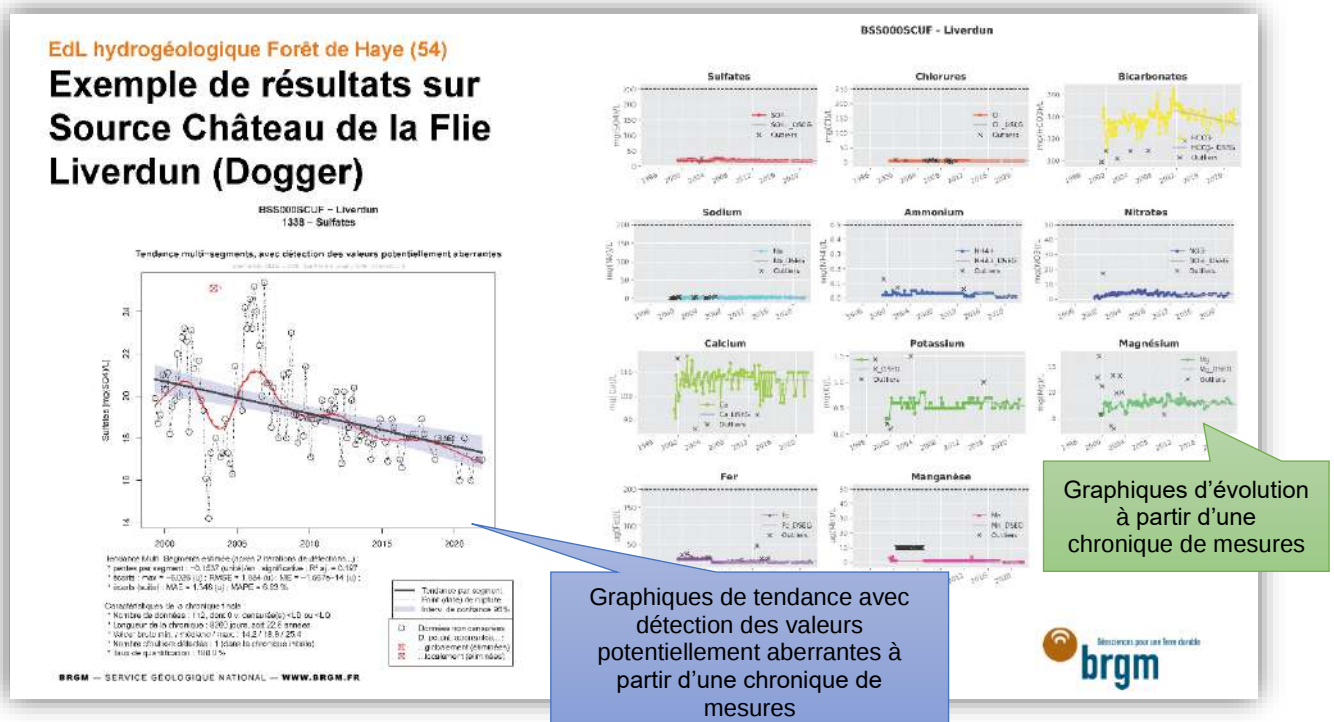


Figure 26 – Exemple de graphiques obtenus après traitement des données de qualité avec l'outil Qualistat 3©

L'outil Qualistat 3, développé par le BRGM, permet d'explorer et de visualiser automatiquement les résultats des analyses chimiques (celles disponibles dans ADES ou celles acquises en complément) en produisant facilement des statistiques, des graphiques et des fichiers cartographiques relatifs à la qualité des eaux souterraines.

<https://www.brgm.fr/fr/reference-projet-acheve/qualistat-3-outil-valorisation-donnees-qualite-eaux-souterraines>

Perspectives :

L'analyse effectuée sur les éléments majeurs (SO₄, Cl, HCO₃, Ca, K, Mg, Na, NH₄, NO₃, Fe, Mn) reste préliminaire et démontre l'intérêt d'une analyse approfondie de ces données facilement exploitables via l'extraction ADES et l'outil BRGM Qualistat 3©. Il s'agirait notamment de regarder les micropolluants peu recherchés qui pourraient être intéressants en lien avec les pressions anthropiques (industrielles, minières), de caractériser les différents types d'eau en fonction de l'aquifère capté ou de préciser la qualité ou la pertinence des suivis effectués, voire d'établir des propositions d'amélioration (paramètres complémentaires à suivre, nouvelles fréquences ou suivi sur d'autres points d'eau).

3.8. RISQUE « INONDATION »

3.8.1. Risque inondation par débordement de cours d'eau

L'étude menée par le BRGM est orientée sur la **gestion de la ressource en eaux souterraines sur le plateau de la forêt de Haye** ; ainsi la thématique « eau superficielle » n'a pas été retenue en première approche.

Néanmoins, il est important de préciser que le risque inondation est pris en compte pour un certain nombre de communes sur le périmètre d'étude, notamment par :

- des **Plans de prévention des risques inondation (PPRI)** approuvés par arrêtés préfectoraux entre 2000 et 2012 pour les 8 communes suivantes (cf. [site de la préfecture 54](#)) : Chaligny, Chaudeney-sur-Moselle, Dommartin-Les-Toul, Frouard, Liverdun, Maron, Maxéville, Neuves-Maisons ([date de révision 01/03/2022 - cf. catalogue](#)) ;
- des **Plans des Surfaces Submersibles (PSS)** valant PPR sur les 5 communes suivantes : [Aingeray](#), [Champigneulles](#), [Fontenoy-Sur-Moselle](#), [Gondreville](#) et [Villey-Le-Sec](#) ([date de révision 01/03/2022 - cf. catalogue](#)) ;
- Un **atlas des zones inondables ou inondées en Meurthe-et-Moselle** (enveloppe) hors PPRI ou PSS ([couche mise-à-jour le 29/10/2021 pour Consulta'Risques](#))
- L'enveloppe générée par le scénario de **crue extrême sur le Territoire à Risque Important d'Inondation (TRI)** en Meurthe-et-Moselle pour les 2 communes de Maxéville et de Champigneulles ([couche mise-à-jour le 12/10/2022 pour Consulta'Risques](#)).

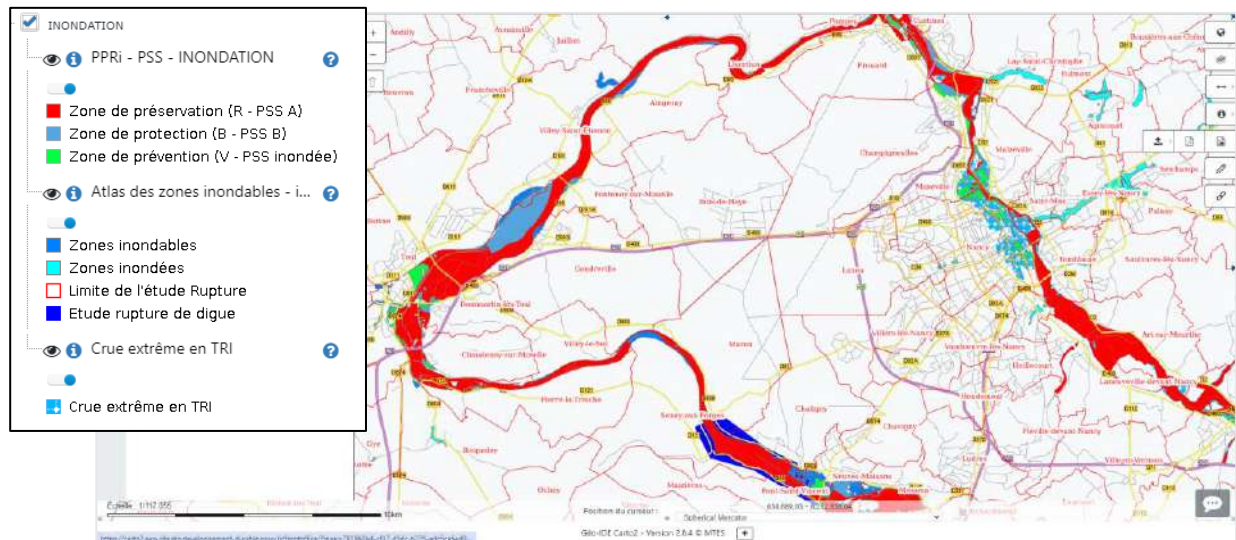


Figure 27 - Cartographie des risques « inondation » sur le secteur d'étude d'après <https://carto2.geo-idc.din.developpement-durable.gouv.fr/frontoffice/?map=781960b4-cf17-45dc-b235-adc5ca6ad0f9#>

3.8.2. Risque inondation par remontée de nappe

On distingue parmi les phénomènes d'inondations ceux qui sont provoqués par la **remontée du niveau de la nappe phréatique jusqu'à la surface du sol**. La remontée de nappe intervient après la survenance d'évènements pluvieux engendrant une recharge exceptionnelle.

La cartographie nationale des zones sensibles aux inondations par remontée de nappe a été dressée en 2017 par le BRGM pour ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES) afin d'améliorer, de valider et de fiabiliser la méthode de cartographie de la sensibilité des territoires au « risque d'inondation par remontée de nappe ».

La réalisation de cette carte nationale a reposé principalement sur l'exploitation de données piézométriques et de leurs conditions aux limites d'origines diverses qui, après avoir été validées, ont permis, par interpolation, de créer une grille nationale des cotes maximales probables de la nappe d'eau souterraine pour une période de retour d'environ 100 ans.

Par soustraction aux cotes du modèle numérique de terrain de la BDALTI, les valeurs de débordement potentielles ont ensuite pu être obtenues. Par ailleurs, la fiabilité des résultats (cotée en faible, moyenne, forte ou inconnue) a été évaluée en s'appuyant sur deux critères : la fiabilité du modèle numérique de terrain et fiabilité des données eaux souterraines.

Cette cartographie nationale est donc à considérer comme un outil d'identification maximisant de grandes zones potentiellement soumises à la remontée de nappe, telles que :

- Les zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe, lorsque la différence entre la cote altimétrique du MNT et la cote du niveau maximal interpolée est négative ;
- Les zones potentiellement sujettes aux inondations de cave, lorsque la différence entre la cote altimétrique du MNT et la cote du niveau maximal interpolée est comprise entre 0 et 5 m ;
- Les zones sans débordement de nappe ou inondation de cave, lorsque la différence entre la cote altimétrique du MNT et la cote du niveau maximal interpolée est supérieure à 5 m.

Les résultats de ces travaux sont publics et mis à disposition sur les sites suivants :

Pour la cartographie sur le site [georisques](https://www.georisques.gouv.fr/).

- Dossier expert : <https://www.georisques.gouv.fr/articles-risques/inondations/les-inondations-par-remontee-de-nappe>)

Pour les rapports sur le site infoterre :

- <https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-65452-FR.pdf>
- <https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-72333-FR.pdf>

L'utilisateur de cette cartographie doit garder en mémoire la liste des recommandations suivantes pour toute utilisation de la carte de sensibilité aux remontées de nappe :

L'exploitation de la carte de sensibilité aux remontées de nappe n'est possible qu'à une échelle inférieure à 1/100 000. Autrement dit, pour des études locales, ayant besoin d'une résolution fine (échelle parcellaire ou au 1/25 000, au 1/50 000), cette carte nationale ne doit pas être utilisée.

En outre la carte doit être accompagnée pour sa lecture et son interprétation de différents masques à surimposer :

- Ajout du masque sur les secteurs avec terrains affleurants imperméables (fourni avec la carte, source BRGM) : dans ces secteurs, la présence d'une couche imperméable empêche le débordement en surface de nappes captives pouvant présenter des niveaux piézométriques maximaux supérieurs au terrain naturel. Cependant, il n'est pas complètement exclu que des problématiques liées aux remontées de nappe aient lieu dans ces secteurs : non continuité des couches imperméables BD LISA, aménagements souterrains sous la couche imperméable, débordement plus important au niveau des limites perméables/imperméables, etc. ;
- Ajout du masque Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles des cours d'eau (fourni avec la carte, source DGPR) : les contours et points intérieurs des EAIPce ont été utilisés comme « points de forçage » pour l'interpolation du niveau maximal piézométrique probable → ces zones correspondent donc à des secteurs dans lesquels il peut y avoir concomitance de 2 phénomènes cumulatifs : débordement de cours d'eau + remontée de nappe ;
- Ajout d'un masque sur les zones karstiques : les aquifères karstiques présentent une forte hétérogénéité des écoulements et l'approche globale mise en œuvre ici ne peut pas avoir de réalité physique dans ces contextes spécifiques ;
- Ajout d'un masque sur les zones urbaines : dans les zones urbaines, les écoulements souterrains sont perturbés par les différents aménagements souterrains. Ces perturbations piézométriques ne sont pas prises en compte dans l'approche globale mise en œuvre ;
- Ajout d'un masque sur le bassin houiller lorrain (source DREAL Grand Est) : Comme pour les zones urbaines, les modifications des écoulements souterrains dans ce secteur résultant de l'arrêt des exhaustes minières, de la baisse des volumes d'eau prélevés par les industriels et pour l'alimentation en eau potable, ne sont pas prises en compte dans cette approche globale.

Les trois cartes suivantes montre la couche de de sensibilité aux remontées de nappe avec ajout des masques Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles des cours d'eau puis formations imperméables BDLISA.

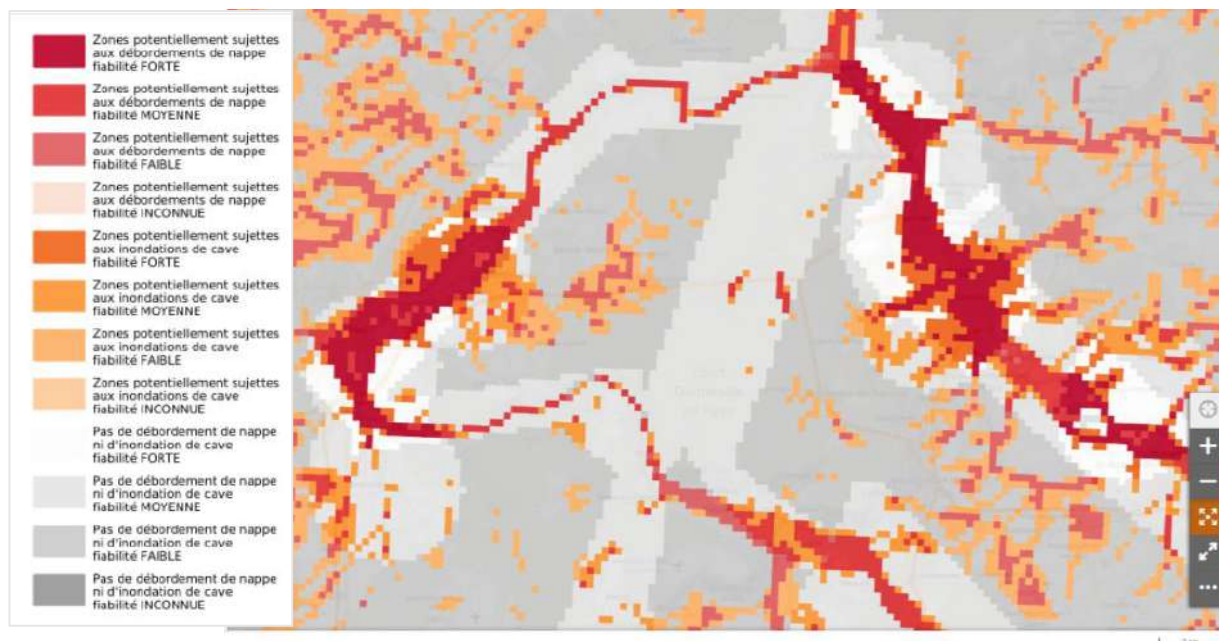


Figure 28 - Extrait de la carte de sensibilité aux remontées de nappe sur le secteur d'étude (1 couche).
D'après <https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/>

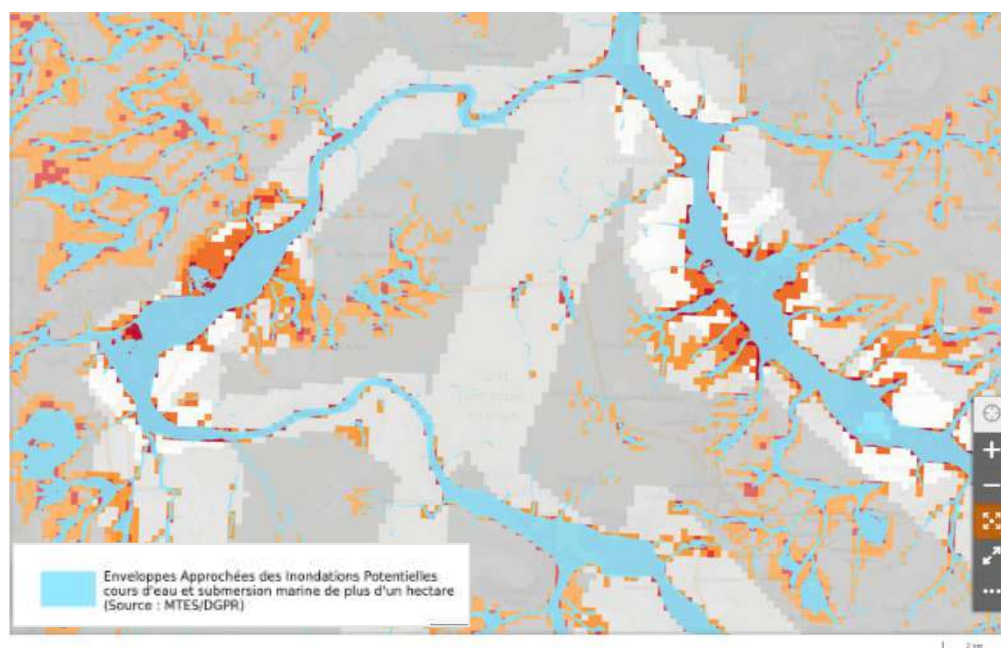


Figure 29 - Extrait de la carte de sensibilité aux remontées de nappe sur le secteur d'étude avec ajout du masque Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles des cours d'eau (2 couches). D'après
<https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/>

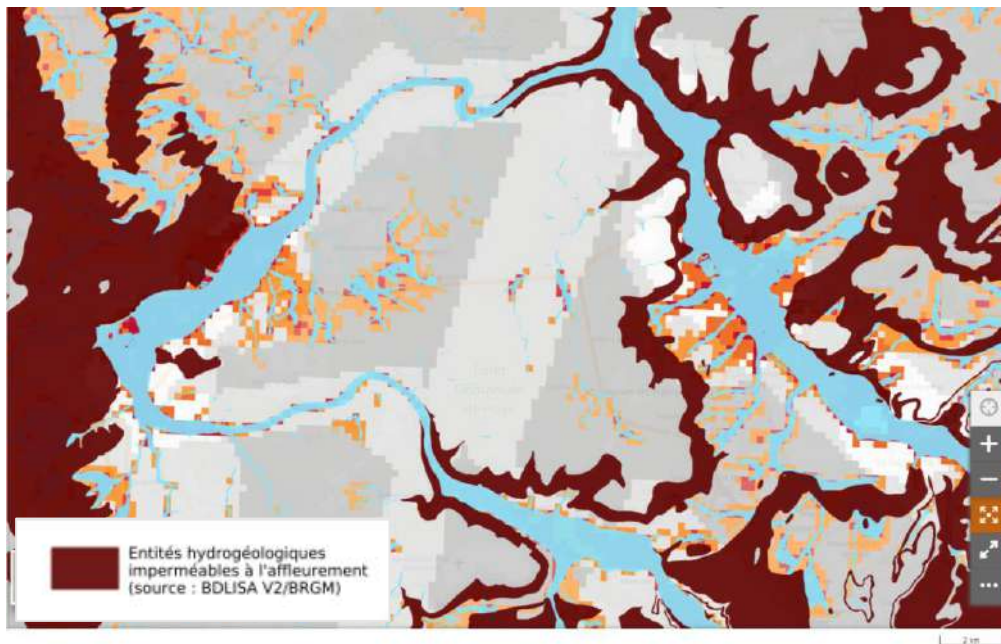


Figure 30 - Extrait de la carte de sensibilité aux remontées de nappe sur le secteur d'étude avec ajout des masques Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles des cours d'eau et formations imperméables BDLISA (3 couches). D'après <https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/>

Perspectives :

Bien que la thématique « inondation » ne soit pas directement concernée par l'étude, qui s'intéresse aux ressources en eaux souterraines, le risque débordement de cours d'eau a été brièvement abordé à la demande du Syndicat Mixte suite aux échanges menés en réunion de restitution. Le risque « inondation » (par débordement de cours d'eau ou remontée de nappe) est relativement bien documenté sur le secteur d'étude. Il est néanmoins conseillé de se rapprocher de la Direction Départementale des Territoires de la Meurthe et Moselle (DDT 54) pour acquérir la documentations nécessaire (notamment cartographique), connaître les développements récents ou les projets envisagés. La DDT 54 travaille actuellement sur le secteur de la boucle de la Moselle à l'émergence d'une gouvernance et d'une structure GEMAPI.

4. Préconisations en matière d'approfondissement des connaissances et moyens opérationnels associés

Ce paragraphe est dédié à la définition des actions d'un programme opérationnel, permettant de répondre aux enjeux précités en les priorisant. Il reprend les perspectives figurant en conclusion des paragraphes consacrés aux différentes données collectées (§ 3).

4.1. MODELISATION

4.1.1. Rappel sur la modélisation et ses prérequis

Pour répondre aux enjeux précités, un modèle des écoulements souterrains est un outil efficace de connaissance et de gestion de la ressource, mais il n'est pas possible à ce stade d'en mesurer la faisabilité (disponibilité de la mesure, contraintes et coût de mise en œuvre).

Pour rappel, la finalité d'un modèle est de représenter schématiquement une entité ou un processus réel dans le but de comprendre et d'expliquer son fonctionnement mais également de prévoir son comportement. Ainsi en hydrogéologie, la modélisation hydrodynamique s'applique à retranscrire, à l'aide d'un programme informatique, l'écoulement des eaux souterraines à travers un ou plusieurs systèmes aquifères.

Les modèles hydrodynamiques ou hydrogéologiques spatialisés ou maillés (Figure 31) représentent l'approche de modélisation la plus complète pour rendre compte d'une réalité complexe. Ils sont incontournables pour la représentation des systèmes aquifères multicouches mais ils nécessitent beaucoup de données en tout point du territoire et s'avèrent délicats à mettre en œuvre en domaine karstique ou très anthropisés (travaux miniers).

- A titre d'exemple, le BRGM dispose du logiciel [MARTHE](#) développé en interne, qui sert à la modélisation en 3D des écoulements et des transferts de masse et d'énergie dans les hydrosystèmes. La modélisation intègre les aquifères, les cours d'eau et la zone non saturée.

Les modèles hydro(géo)logiques globaux (Figure 31) permettent de calculer, à l'échelle d'un bassin versant et à partir de chroniques météorologiques (précipitations, évapotranspiration potentielle), le débit à l'exutoire d'un cours d'eau (ou d'une source) et / ou le niveau piézométrique en un point de la nappe libre sous-jacente. Leur calage nécessite des chroniques longues de débits ou de niveaux d'eau.

- A titre d'exemple, le logiciel [GARDÉNIA](#), développé par le BRGM, est un modèle hydrologique global à réservoirs, qui simule les principaux mécanismes du cycle de l'eau dans un bassin versant (pluie, évapotranspiration, infiltration, écoulement) par des lois physiques simplifiées. Ces lois physiques simplifiées correspondent à un écoulement à travers une succession de réservoirs.

EdL hydrogéologique Forêt de Haye (54)

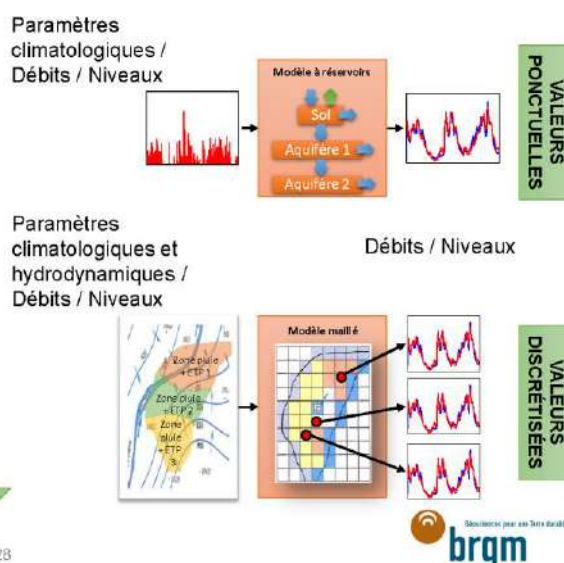
La « modélisation hydrogéologique »

Plusieurs types de modèles en fonction des données disponibles

C'est une **représentation simplifiée des écoulements souterrains** avec comme objectif

- Comprendre le fonctionnement d'un ou plusieurs aquifères
- Disposer d'un d'outil d'aide à la gestion de la ressource en eau
 - Tester plusieurs alternatives (scénarios de pluie, pompage, pollution...)
 - Calculer les volumes exploitables
 - Dimensionner les forages ou optimiser les réseaux de surveillance
- Prévoir les impacts naturels ou anthropiques à court, moyen ou long terme
 - Pompage, injection, infiltration, stockage, pollution...
 - Changement climatique ou phénomènes naturels (sécheresse, inondation)

Complexité croissante



BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR

28

Figure 31 – Illustration des types de modélisation

4.1.2. Modèle conceptuel préliminaire et faisabilité d'une modélisation

Sur la base des données collectées, un modèle conceptuel préliminaire de structure et de fonctionnement hydrogéologique du plateau de la Forêt de Haye est proposé (Figure 32). Il permet d'envisager favorablement la faisabilité **dans un premier temps d'un modèle géologique 3G** notamment sur la base des nombreuses données issues des recherches minières.

La modélisation hydrodynamique requière des données qui, à ce jour ne sont pas disponibles. Son développement ne pourra être envisagé qu'après l'étape précédente (modélisation géologique 3D), un inventaire exhaustif des données disponibles sous forme de chroniques, la réalisation de campagnes de mesure (niveau d'eau et débit) et la mise en œuvre de suivis adaptés aux caractéristiques hydrogéologiques et aux enjeux notamment en terme d'AEP.

L'objectif de cette action est de disposer d'un outil d'aide à la décision pour les acteurs de l'eau sur le territoire de la forêt de Haye, notamment pour accompagner la bonne gestion de la ressource en eau dans le contexte de changement climatique.

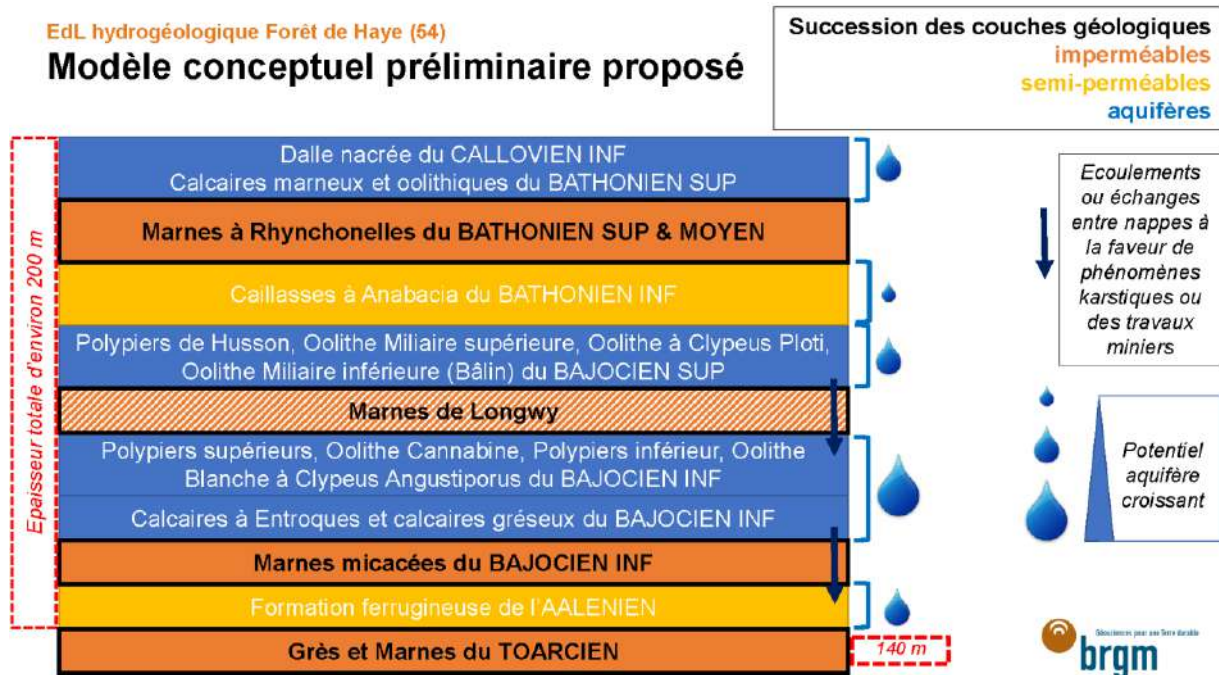


Figure 32 - Modèle conceptuel préliminaire proposé pour le secteur d'étude

4.2. AFFAISSEMENTS MINIER, CAVITES, PHENOMENES ET ECOULEMENTS KARSTIQUES

La présente étude a permis de dresser l'état des lieux des connaissances en terme de phénomènes et écoulements karstiques (cf. § 3.5). Suite aux échanges réalisés avec les universitaires et spéléologues ayant travaillé ou travaillant actuellement sur le périmètre (intervention de l'USAN²⁵ pour les exhaures exploités par CCMM²⁶), il s'avère que :

- L'inventaire actuel des phénomènes karstiques d'origine naturelle est relativement complet mais pourrait être complété par les phénomènes d'origine anthropique (par exemple les affaissements miniers) ;
- Les traçages sont anciens (1973, 1975 et 1988 pour le dernier connu) et parfois douteux (fiabilité discutable). La possibilité de mettre en place de nouvelles actions de traçage est envisageable mais se révèle très complexe à mettre en œuvre au regard de l'impact des travaux miniers sur les écoulements et de l'absence de pertes concentrées (essentiellement diffuses). La préparation (identification des points d'injection et de restitution probables, autorisations), la réalisation et l'interprétation de nouveaux traçages devront être confiés à des universitaires ou bureaux d'étude expert du domaine et tenir compte des connaissances acquises, des contraintes techniques et financières pour suivre la restitution dans de bonnes conditions et sur le long terme sans nuire à l'usage AEP.

²⁵ Union Spéléologique de l'Agglomération Nancéienne

²⁶ Communauté de communes Moselle et Madon

Ces actions devront être menées dans un objectif de sécurisation de la ressource en eau afin de garantir l'importance des écoulements actuels (prévenir ou éviter les effondrements qui bloqueraient ou dérouteraient les écoulements actuels) et leur qualité.

4.3. METROLOGIE DES NIVEAUX, DEBITS ET PRELEVEMENTS

Comme expliqué précédemment l'acquisition de mesures est un prérequis nécessaire à toute modélisation envisagée pour disposer d'un outil opérationnel de gestion de la ressource en eau.

Le **suivi des niveaux d'eau** sur le plateau pourrait être mis en œuvre sur la base de forages existants. A titre d'exemple, il est proposé sur la commune de Champigneulle un forage d'indice national [02294X0105](#), réalisé en 1986 au lieu-dit les baraques jusqu'à une profondeur de 80 m pour une alimentation en eau individuelle de la zone d'activité. Il n'est a priori plus utilisé mais nécessiterait des recherches plus approfondies sur sa possible récupération à des fins de suivi piézométrique. Il serait représentatif de la nappe du Bajocien inférieur (Figure 33) et potentiellement utilisable pour la mise en place d'un matériel de mesure et d'enregistrement des variations du niveau d'eau.

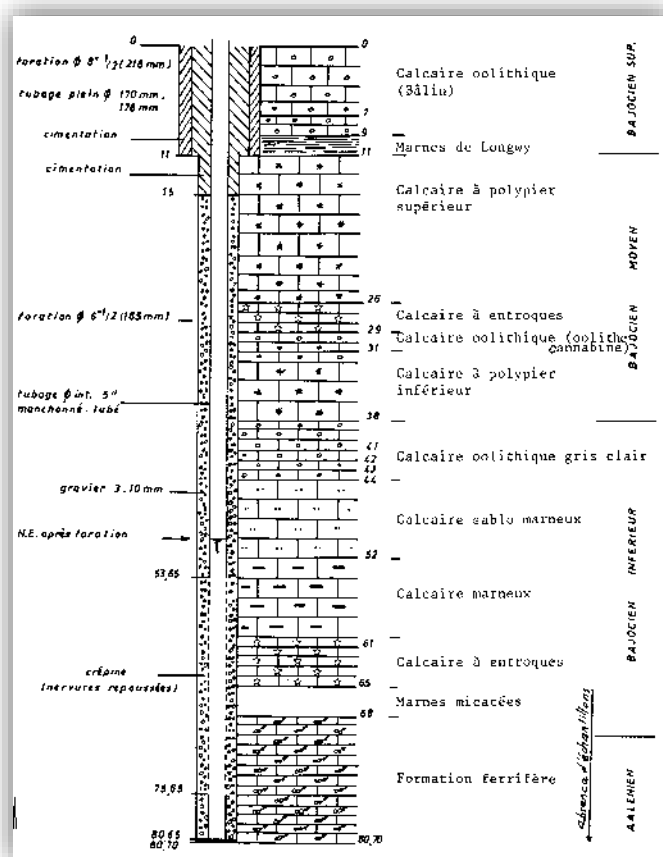


Figure 33 – Coupe du forage ATR à Champigneulle (Les Baraques) présélectionné pour la mise en œuvre d'un suivi

La compilation des **données de débits de sources ou d'exhaures** actuellement exploitées et des **prélèvements** réalisés sur les ouvrages exploités du secteur n'a pas pu être réalisé dans le cadre de la présente étude. Elle permettrait à terme de disposer d'une base de données exploitable à des fins statistiques à l'échelle du massif de la forêt de Haye.

En fonction de la répartition cartographique des données disponibles et des suivis réalisés régulièrement, il sera possible de sélectionner les secteurs les plus pertinents pour la mise en œuvre d'un suivi complémentaire sur des sources représentatives d'un bassin versant à enjeux. Les sources seront à sélectionner parmi la liste des sources communiquée en **annexe numérique n°3** et après une visite préliminaire permettant de s'assurer de la faisabilité de la mesure ponctuelle ou de la mise en place d'équipements pour le suivi sur le long terme (définition des travaux et chiffrage).

Ces actions devront être menées dans un objectif d'établir le bilan hydrologique à l'échelle du territoire de la Forêt de Haye, de bassins versants ou de bassins d'alimentation de source.

4.4. IMPACT DES ACTIVITES INDUSTRIELLES ACTUELLES OU ANCIENNES SUR LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES OU DES SOLS

Le paragraphe 3.2 a dressé le bilan des sites industriels (actuels ou anciens) ainsi que des sites potentiellement pollués qui ont été référencés ces dernières années sur le territoire (bases de données ex-BASOL, SIS, ICPE, BASIAS et ARIA). L'analyse réalisée à partir la BD ActiviPoll a permis d'établir la liste des substances polluantes associées aux différentes activités industrielles.

Il est proposé sur la base de cette liste de paramètres de se rapprocher des acteurs locaux DREAL, ARS, distributeurs d'eau afin de vérifier l'intérêt de procéder à un contrôle des teneurs dans les eaux des principaux captages AEP voire dans certaines sources non captées et représentatives des différentes formations aquifères du périmètre. Il conviendra de tenir compte pour le choix des points de prélèvement des connaissances sur les directions d'écoulement.

Des campagnes de prélèvement de sol pour la recherche de substances potentiellement polluantes pourront être envisagées au cas par cas en fonction des projets d'aménagement.

Ces actions devront être menées dans l'objectif de mieux caractériser et protéger les ressources en eaux (recherche des micropolluants représentatifs des pressions anthropiques, caractérisation des différents types d'eau en fonction de l'aquifère capté, analyse des suivis effectués et amélioration).

5. Conclusions

L'état des lieux réalisés courant 2023 par le BRGM a permis de rassembler l'information directement accessible sur le périmètre de la forêt de Haye et de mettre à disposition du Syndicat Mixte de la Forêt de Haye les **fonds documentaires** (liste bibliographique et fichiers au format numérique pour 66% des références) et **cartographiques** (Système d'Information Géographique au format QGIS) ainsi constitués.

L'ensemble des données compilées dans les domaines des milieux naturels en lien avec les eaux souterraines (zones humides), des activités anthropiques (mines, sites industriels et risques associés), de la géologie et de l'hydrogéologie sont disponibles au format excel et/ou shapefile.

Certaines informations ont pu être traitées et exploitées de façon préliminaire pour illustrer les différentes perspectives offertes et démontrer leurs intérêts dans un objectif de maîtrise, d'amélioration et d'anticipation de la gestion de la ressource en eau sur le territoire de la Forêt de Haye dans un contexte de changement climatique :

- Analyse et visualisation des **résultats des analyses chimiques** sur la période 1996-2022 (extraction ADES) sous forme de statistiques, de graphiques et de fichiers cartographiques relatifs à la qualité des eaux souterraines avec l'outil Qualistat 3©, développé par le BRGM ;
- Proposition d'un **modèle conceptuel préliminaire de structure et de fonctionnement hydrogéologique** du plateau de la Forêt de Haye permettant d'envisager favorablement la faisabilité dans un premier temps d'un modèle géologique 3D notamment sur la base des nombreuses données issues des recherches minières ;
- Recommandations pour l'**acquisition en continu de nouvelles mesures** sur les niveaux d'eau et les écoulements superficiels ou souterrains ainsi que la **compilation des données existantes et futures** dans des bases de données appropriées.

Certaines données demandent encore à être vérifiées, actualisées, complétées voire nécessitent des autorisations de mise à disposition (secteur minier) mais on peut d'ores et déjà envisager au terme de l'étude une liste d'actions type définies ci-dessous selon une priorisation décroissante (Figure 34) :

- L'analyse des besoins des différents acteurs du périmètre et la capitalisation des données disponibles ;
- Constitution d'un réseau de surveillance des eaux souterraines et superficielles sous l'aspect quantitatif (niveaux d'eau, débits d'exhaure, de sources ou de cours d'eau) ;
- Constitution d'un réseau de surveillance des eaux souterraines et superficielles sous l'aspect qualitatif (prise en compte des risques de pollution, de campagnes de prélèvements, de dispositif d'alerte...) ;
- La mise en œuvre d'une modélisation géologique 3D voire hydrogéologique si la nature et la quantité des données le permet et en fonction des enjeux remontés dans l'analyse des besoins ;

- La définition d'indicateurs de gestion répondant aux préoccupations des acteurs en matière d'eau sur le périmètre de la forêt de Haye ;
- La création d'une plateforme de diffusion et d'échanges sur les différentes thématiques répondant aux préoccupations des acteurs en matière d'eau sur le périmètre de la forêt de Haye.

Priorisation décroissante	Propositions d'actions types	
	ANALYSE DES BESOINS ET DES DONNEES DISPONIBLES - COLLECTE	
	Réalisation d'enquêtes, entretiens ou ateliers auprès des utilisateurs et producteurs de données	
	Validation des besoins/attentes, des contraintes et collecte des données (bancairisation)	
	CONSTITUTION D'UN RÉSEAU DE SURVEILLANCE "QUANTITE"	
	Intégration des points de surveillance des producteurs publiques ou privés (niveau d'eau, débits, prélèvements)	
	Mise en œuvre d'un réseau de suivi complémentaire (niveau d'eau, débit) : recherche de points pertinents en fonction des enjeux et problématiques ==> vision globale et intégratrice (forages et sources)	
	Analyse préliminaire et mise en œuvre de campagnes de traçage (fonction des besoins de connaissances ou des enjeux)	
	CONSTITUTION D'UN RÉSEAU DE SURVEILLANCE "QUALITE"	
	Les données "qualité" sur les points de surveillance des producteurs sont a priori déjà bancairisées dans ADES	
	Analyse précise des risques de pollution des eaux souterraines sur la base du recensement des activités industrielles actuelles et passées (pollution des sols selon nécessité)	
	Choix des points de prélèvement et des paramètres à rechercher (substances potentiellement polluantes)	
	Mise en œuvre d'une campagne de prélèvement exceptionnelle (eau, sol ==> à définir)	
	Mise en œuvre d'un réseau complémentaire de suivi (dispositif d'alerte par exemple)	
	MODELISATION GEOLOGIQUE - HYDROGEOLOGIQUE	
	Collectes complémentaires sur l'ensemble du périmètre	
	Réalisation d'un modèle géologique 3D (y compris domaine minier)	
	Analyses de la faisabilité réelle d'une modélisation (sur la base des données collectées et interprétées)	
	Choix d'un type de modélisation	
	Valorisation sous forme d'outil(s) d'aide à la décision	
	DEFINITION DES INDICATEURS DE GESTION	
	Quantité de la ressource en eau	
	Qualité de la ressource en eau	
	Ecosystème	
	Relations socio-économiques	
	PLATEFORME DE DIFFUSION ET D'ECHANGES	
	Identifier et valider les besoins/attentes des utilisateurs et les contraintes : Réalisation d'enquêtes, d'entretiens ou ateliers ==> approche « terrain » + participation citoyenne	
	Choisir des scénarios et phaser le travail : contraintes versus priorisations des actions	
	Définir les spécifications fonctionnelles et techniques, développer, vérifier et valider le produit (tests) ==> déploiement opérationnel	
	Maintien en conditions opérationnelles	

Figure 34 – Propositions d'actions type

6. Bibliographie

ALLEMMOZ Michel (1984) - A.T.R. - réalisation d'un assainissement individuel et étude géologique préliminaire à une reconnaissance par forage pour recherche d'eau au lieu-dit "les baraques", commune de Champigneulle (54). 8 p., 2 ann.

ALLEMMOZ Michel (1986) - A.T.R forage de recherches d'eau aux baraques de Champigneulle (54) rapport de fin de travaux. NOTE/86-LOR-045, 8 p., 4 ann.

ALLEMMOZ Michel (1990) - Commune de Liverdun - inventaire des points d'eau et ressources existantes en rive droite de la Moselle à Liverdun (54) Rapport d'étude. NOTE/90-LOR-118, 6 p, 1 fig.

ASHM (1971a) - Principaux travaux effectués de janvier 1970 à janvier 1971. Bulletin A.S.E., Association spéléologique de l'Est, n° 8, pp. 74-90.

ASHM (1971d) - Activités ASHM en Meuse, Meurthe-et-Moselle et Vosges. Spélé Eau Boue, Association spéléologique de Haute-Marne, Saint-Dizier, n° 6, pp. 47-68.

ASHM (1972b) - Principaux travaux effectués de février 1971 à mars 72. Bulletin A.S.E., Association spéléologique de l'Est, n° 9, pp. 241-260.

ASHM (1985b) - Grotte du Chaos - Gondreville (54). Spéléo L, Ligue spéléologique lorraine, Nancy, n° 15 spécial, p. 62.

AYNAUD F. (1983) - Les vallées sèches du plateau de Haye ; étude géomorphologique. Mémoire de maîtrise, Université Nancy II, 151 p.

BATTAREL J.M. (1971) - Etude préliminaire en vue de l'amélioration des ressources en eau potable. Commune de FROUARD (54). 4 p - 2 ann.

BATTAREL J.M. (1974) - Etude géologique préliminaire en vue de l'exploitation d'une source sur le territoire de la Commune de LAXOU (54). Rapport ENSG 4 p - 2 ann.

BEBIEN J. - PROST J.P. (1968) - CARTE HYDROGEOLOGIQUE PROVISOIRE DE NANCY

BLEICHER G. (1887) - Guide du géologue en Lorraine (Meurthe-et-Moselle, Vosges, Meuse). Berger-Levrault, Nancy, 210 p.

BLEICHER G. (1899a) - Compte-rendu détaillé des excursions de la session extraordinaire annuelle de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie tenue du 15 au 21 août 1898 à Nancy et dans les Vosges. Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, Hayez, Bruxelles (avril 1900), t. XIII, pp. 85-107.

BLEICHER G. (1899b) - Sur la dénudation du plateau central de Haye ou Forêt de Haye (Meurthe-et-Moselle). Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, Hayez, Bruxelles (avril 1900), t. XIII, pp. 182-186.

BLEICHER, G. (1900) Le plateau central de Haye : étude de géographie physique régionale. Bulletin de la Société de géographie de l'Est, Nancy. Nouvelle série. p. 181-204. 1 carte.

BLEICHER G. (1900) Note sur les phénomènes de métamorphisme, de production de minéral de fer consécutifs à la dénudation du Plateau de Haye. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, séance du 5 février 1900. 130 n° 6. p. 346-348.

BLEICHER G. (1900) Sur la dénudation du plateau central de Haye ou forêt de Haye Meurthe et Moselle. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, séance du 15 janvier 1900. t. 130 n° 3., n° 146-148.

BODY M., DEVAUX F., GOUILLY J., GOULLET M., LOUIS M., TROGNON R. (1973) - Recherche et travaux 72 et 73. Spélé Eau Boue, Association spéléologique de Haute-Marne, Saint-Dizier (1974), n° 7 (1972-1973), pp. 12-35.

BONVALLET J. ; RUCQUOI Denis (1981) - ARTEC est ingénierie. Country club du Clair chêne à Chavigny (54). Recherche de vides résiduels après foudroyage de la mine de fer de Chavigny (54). BRGM/81-SGN-409-LOR, 23 p. 6 pht., 3 cartes

BOULY S. (1985) - Rapport géologique relatif à la détermination des périmètres de protection des captages AEP - commune de Champigneulle (54). Rapport ENSG 8 p., 5 ann

BOULY S. (1982) - Commune de FONTENOY-sur-MOSELLE - Rapport hydrogéologique réglementaire relatif à la détermination des périmètres de protection du puits A.E.P. EXTE/RE-HA-LOR-00074, 5 p - 5 ann

BOULY S. (1983) - Département de Meurthe et Moselle (54) - Ville de NEUVES-MAISONS - Rapport géologique relatif à la détermination des périmètres de protection des captages A.E.P. Rapport ENSG 9 P - 7 ANN

BOULY S. (1985) - Commune de FROUARD - Rapport géologique relatif à la détermination des périmètres de protection des captages A.E.P. 15 p - 12 ann.

BOULY S. (1993) - Commune de MARON (54) - Projet de captage d'eau du Fond de Monvaux - Anciennes mines de Maron - val de fer -Rapport d'étude hydrogéologique préalable à la définition des périmètres de protection. Rapport ENSG 19 p ; 13 ann.

BRGM (1985) - A.T.R. - projet de réalisation d'un forage de recherche d'eau dans les calcaires bajociens au lieu-dit "les baraques", commune de Champigneulle (54) Cahier des clauses techniques et particulières, bordereau des prix et devis estimatif. NOTE/85-LOR-081, 16 p.

CHALUMEAU G., CRAMPON, N. LACHAISE S., MAUBEUGE P.L. (1975) - Vulnérabilité et protection des ressources en eau des calcaires bajociens dans le bassin ferrifère lorrain. Bull. du BRGM 1975, sechin III, n°2 pp137-144, 3 fig.

CLERMONT J. (1971) - Ville de Champigneulle - enquête géologique réglementaire en vue de définir les périmètres de protection relatifs au forage de la Malpierre. 8 p., 2 ann.

Collectif (1994) - Désobstructions... désobstructions... & autres recherches. Hadès, les cahiers spéléologiques de Lorraine, Cercle lorrain de recherches spéléologiques, Nancy, n° 8, pp. 92-131.

COSQUER Roger (2013) - Compte rendu d'activités DPSM année 2012 - Lorraine. BRGM/RP-62060-FR, pp106-107.

DEMASSIEUX Laurent (1971) - Brasserie de Champigneulle - enquête géologique règlementaire concernant la protection des captages et de l'étang du pont des vaches. 9 p., 2 ann.

DEVAUX F., LOUIS M., GOULLET M. (1970) - Activités de l'association de décembre 1969 à octobre 1970. Spélé Eau Boue, Association spéléologique de Haute-Marne, Saint-Dizier, n° 5, pp. 14-48.

DORNIOL Y. (1997) - Etude morphologique de la vallée de la Moselle entre Neuves-Maisons et Chaudeney-sur-Moselle. Mémoire de maîtrise, Université Nancy II, 108 p.

DUMONT F. (1962) - Activités dans l'Est depuis nov. 61 (technique des désobstructions). Travaux et recherches spéléologiques, Union spéléologique autonome de Nancy, t. I, pp. 2-8.

ERRARD S. (1938a) - Les cavernes de la vallée de l'Esse et leur rapport avec la tectonique régionale. Bulletin de la Société des sciences de Nancy, Nancy (mars 1938), t. 3, n° 3, pp. 59-67.

ERRARD S. (1938b) - Notes sur l'origine et la formation des grottes de Pierre-la-Treiche. Revue de la section vosgienne du Club alpin français, CAF, Nancy, n° 15, pp. 1-12.

ERRARD S. (1942) - Le problème de la " capture " de la Moselle. Mémoire de DES histoire-géographie, Université de Nancy, 2 vol., 217 p. (+ 49 photos).

FLAGEOLLET J.C., LE ROUX J. et VINCENT P.L. (1985) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Toul (229). Orléans : BRGM. Notice explicative par Vincent P.L., Le Roux J., Flageollet J.C., Timbal J., Ch. Guillaume, J. Delaunay, J. Ricour, Vogt J. (1984), 5

GARDET G. (1928) - Les systèmes de terrasses de la trouée Pont-Saint-Vincent, Toul, Foug, Commercy. Bulletin de la Société des sciences de Nancy, Nancy (1926), s. IV, t. III, fasc. III, pp. 237-280.

GARDET G. (1943) - Faciès à Polypiers du Bajocien supérieur (Dubisien) de l'Est de Toul (M.-et-M.). Bulletin de la Société géologique de France, SGF, Paris, s. 5, t. 13, fasc. 4-5-6, pp. 193-206.

GOUGOUSSIS Evangelos, GOUGOUSSIS-DELPY Catherine (1979) - Etude hydrodynamique de l'exhaure de la mine de Maron. 80 p. ill.30 cm

GURY M. et BECKER M. (1972). Carte pédologique du plateau de Haye. Notice explicative. Centre de pédologie biologique, Vandoeuvre, France. 46 p.

HALTER P. (1976a) - Diaclase des Anges. Etroiture, Groupe Hadès, n° 1, pp. 13-15.

HUSSON N. (1864) - Origine de l'espèce humaine dans les environs de Toul par rapport au diluvium alpin. Imprimerie P. Toussaint, Pont-à-Mousson, 63 p.

IMBEAUX E., VILLAIN F. (1902) - Captation des eaux souterraines de la forêt de Haye. Imprimerie nancéenne, Nancy, 30 p.

IMBEAUX E. (1897) Recherche de nouvelles eaux de source : avant-projet de captation des eaux souterraines de la forêt de Haye (partie Sud-Est). Imprimerie nancéenne, Nancy, France. 51 p. 8 fig., 1 carte.

LABRUDE P. (2021) - Les installations militaires américaines dans le Toulinois de 1950 à 1967. Académie de Stanislas – 10 décembre 2021. [Lien](#).

LABRUDE P. et PARISOT M. (2014) - Des empreintes militaires américaines presque inconnues de l'époque de la Zone de communication : les dépôts annexes - Projet Empreinte militaire en Lorraine. [Lien](#).

LARCHER J.M. (1972) - ETUDE PRELIMINAIRE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DU PLATEAU DE LA FORET DE HAYE. DEA ENSG

LAUGIER R. (1965) - Ville de Champigneulle Alimentation en eau potable Forage de la Malpierre Enquête géologique. Dossier administratif.

LE ROUX J., MAUBEUGE P.L., CORDA R. (1973) - ETUDE DES CIRCULATIONS AQUIFERES DU PLATEAU DE LA FORET DE HAYE - ETAT DES RECHERCHES AU 01/11/1973. Rapport SRAEL

LE ROUX J., SALADO J. (1980) - Fonctionnement des aquifères calcaires lorrains déduit des expériences de traçages colorimétriques. Service régional de l'aménagement des eaux de Lorraine, Metz, 177 p.

LOSSON B. (1996) - Approche sédimentologique pour l'identification des remplissages endokarstiques à Pierre-la-Treiche (sud-est de Toul). Mémoire de DEA, Université de Metz (octobre 1996), 102 p.

LOSSON B. (2003) - Karstification et capture de la Moselle (Lorraine, France) : vers une identification des interactions. Thèse de doctorat, Université de Metz (novembre 2003), 3 vol., 825 p.

LOSSON B. (2004) - Karstification et capture de la Moselle (Lorraine, France) : vers une identification des interactions. Mosella, Université Paul Verlaine - Metz, t. XXIX, n° 1-2, thèse de doctorat, Université de Metz (novembre 2003), 492 p. + CD-Rom.

LOUIS M. (inédit) - Communications écrites, octobre et novembre 1997 ; notes de prospection de terrain.

LOUIS M., LEHMULLER D. (1966) - Contribution à l'avancement du catalogue des cavités de Meurthe-et-Moselle. Travaux et recherches spéléologiques, Association spéléologique de Haute-Marne et Union spéléologique autonome de Nancy, t. 3, 2 vol., 133 p. (+ 34 planches).

MAIAUX Claude (1977) - Commune de Liverdun (54). Domaine des "eaux bleues". Alimentation en eau potable de la propriété de Monsieur MAUCHAUSSEE. NT-77-LOR-043 8 p - 5 ann

MAIAUX Claude (1977) - Service de la navigation de Nancy. Commune de Liverdun (Meurthe-et-Moselle). Alimentation en eau complémentaire. Compte rendu de l'opération de traçage à la fluorescéine. BRGM/77-SGN-579-LOR, 9 p.

MAIAUX Claude (1977) - Service de la navigation de NANCY - Domaine des "eaux bleues" à LIVERDUN (54) - Compte-rendu de l'expertise réalisée sur le puits de l'ancien corps de ferme, propriété de Monsieur MAUCHAUSSEE. NT-77-LOR-108 6 p - 2 ann.

MAIAUX Claude (1978) - Service de la navigation de Nancy, commune de Villey-le-sec (Meurthe-et-Moselle). Compte rendu de la surveillance hydrogéologique de travaux de forages d'alimentation en eau potable. BRGM/78-SGN-340-LOR, 25 p. 9 pht.

MAIAUX Claude (1981) - ATERC-EST ingénierie, s.a. clairs chênes country club à Chavigny (54) Recherche d'eau pour le complexe : C.R. de travaux effectués ou suivis par le SGR/LORRAINE. NOTE/81-LOR-083, 8 p, 1 fig, 2 ann

MAIAUX C., MAROTEL C. (1976) - Commune de LIVERDUN (54) - Domaine des "Eaux bleues" - Alimentation en eau potable de la propriété de Monsieur MAUCHAUSSEE - Contrôle hydrogéologique de l'approfondissement du puits de l'ancien corps de ferme. NT-76-LOR-113 8 p - 3 ann

MANIA, RAMON (1980) - Reconstitution du débit journalier de trois sources karstiques de l'est de la France. 14 p., 2 ann. 3 tableaux, 5 fig.

MAUBEUGE P.-L. (1955) - Observations géologiques dans l'Est du bassin de Paris (terrains triasiques moyens-sup. et jurassiques inf.-moyens). Thèse, Nancy, 2 t., 1082 p.

MAUBEUGE P.-L. (1977a) - Structure géologique et hydrologie des Fonds de Toul, Val de Bellefontaine (ouest de Nancy). Bulletin de l'Académie et de la Société lorraines des sciences, Faculté des sciences, Nancy, t. 16, n° 2, pp. 51-70.

MAUBEUGE P.L. (1944). Sur deux particularités stratigraphiques du Bajocien moyen du Sud Est du plateau de Haye. C. R. Sommaire de la Société géologique de France. n°14. p. 163-165.

MAUBEUGE P.-L. (1983) Carte hydrogéologique du Bassin ferrifère lorrain, feuille Nancy. Bulletin des Académie et Société lorraines des sciences. t. 21-22 n° 1. p. 2-3. ISSN : 0567-6576. Site : 1983, Carte hydrogéologique du Bassin ferrifère lorrain, feuille Nancy commentaire.pdf.

NOËLLE F. (1984) - Commune de Chaligny (54) - rapport hydrogéologique définissant les périmètres de protection des captages d'eau potable. Rapport ENSG 11p, 5 ann

NOËLLE F. (1988) - Commune de Chaligny (54) - compte-rendu d'un essai de traçage à la fluorescéine entre la carrière Nanquette et les captages communaux d'eau potable. Rapport ENSG 6 p, 3 ann

NOLLET J. et MEYNIEL C. (2013) Étude hydrogéologique des écoulements sous le plateau de Haye. Rapport Ecole des mines, Nancy. 38 p.

PEJOUX M.-A. (1970) - Etude biospéléologique de trois cavités de la région de Pont-Saint-Vincent (M&M). Hadès, les cahiers spéléologiques de Lorraine, Cercle lorrain de recherches spéléologiques, Nancy, n° 1, pp. 10-49.

PREVOT D. (1999a) - Echo des profondeurs gondrevilloises. Le P'tit Usania, Union spéléologique de l'agglomération nancéienne, Nancy (2e année, juin 1999), n° 10, p. 3.

PREVOT D. (1999b) - Echo des profondeurs gondrevilloises (suite et fin). Le P'tit Usania, Union spéléologique de l'agglomération nancéienne, Nancy (2e année, juillet 1999), n° 11, p. 1.

RAMON S. (1977) - Ressources en eau du plateau de la forêt de Haye

REVOL P. (2014) - Diaclase de la Sainte Famille. Le P'tit Usania, Union spéléologique de l'agglomération nancéienne, Nancy (17e année, février 2014), n° 186, pp. 1-2.

ROBAUX A. (1934) - Etude géologique de la région de la forêt de Haye. Bulletin trimestriel de la Société industrielle de l'Est, Grandville, Nancy (avril - septembre 1934), n° 213-214, pp. 27-56.

ROUGIEU, L. (1991) - Brasseries Kronenbourg, usine de Champigneulle, 54 - ressource en eau de Bellefontaine, premier compte rendu de travail. BRGM/RR-33142-FR, 60 p. 41 pht., 7 cartes

ROUGIEUX L. (1992) - Brasseries Kronenbourg - usine de Champigneulle (54) - ressource en eau de Bellefontaine - bilan débit/qualité et prospective. BRGM/RR-34331-FR, 65 p. 53 pht.

ROUGIEUX L. (1993) - Brasserie Kronenbourg - suivi qualité et protection de la ressource en eau du vallon de Bellefontaine - Champigneulle (54) - compte-rendu annuel/1992. BRGM/RR-36668-FR, 31 p.

SAUTER Marc (2015) - Syndicat Intercommunal des Eaux et de l'Assainissement de Sexey-Velaine-Aingeray (54) - Déclaration d'Utilité Publique du nouveau forage d'Aingeray (02293X0159) Avis de l'Hydrogéologue agréé. 15p, 4 ann.

SC Metz (1972a) - Travaux effectués au " Chaos " - 54 - Gondreville. Le Cairn, Spéléo-club de Metz, n° 7, p. 29.

SCAPOLI J. (1988) - Travaux USBL. Spéléo L, Ligue spéléologique lorraine, Nancy, n° 14, pp. 75-90.

Service de la navigation de Nancy (1978), A.E.P de Villey-le-sec, projet de réalisation d'un nouveau forage aux calcaires bajociens (sond.2 bis) Cahier des prescriptions techniques particulières. NOTE/78-LOR-016, 11p

SONGIS B. (1977) - A propos de la grotte du Chaos. Spéléo L, Ligue spéléologique lorraine, Nancy, n° 9, pp. 54-55.

TESSIER D., GRAS F., GRANIER A. (1996) - Etude des propriétés hydriques des sols et de leur rôle dans le bilan hydrique. Application à des sols situés sur le Dogger lorrain en forêt de Haye. AERM ; CNRS ; INRA. 30 p.

VAUCEL G. (1960) - Contribution à l'étude géologique de la région de Bayon : étude stratigraphique, pétrographique et tectonique de la feuille au 1/20000ème de Bayon 1-2. Etude d'un dossier sur les grottes de Meurthe-et-Moselle. Mémoire de DES géologie (2 sujets), Université de Nancy, faculté des sciences (30-6-1960), 59 et 7 p.

VINCENT P.L. (1976) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Nancy (230). Orléans : BRGM. Notice explicative par Vincent P.L., Le Roux J., Haguenauer B., Flageollet J.C., Gury M., Timbal J., Billoret R., Guillaume Ch., Thomas A., Ricour J. (1976), 44 p.

WEBER A. (1974) - Mini première. Spéléo L, Ligue spéléologique lorraine, Nancy (mai 1974), n° 4, p. 64.

WILSIUS Régis (2013) - Bassin ferrifère lorrain. Travaux de traitement de vide d'exploitation minière à Chavigny (54230). Mémoire de fins de travaux. BRGM/RP-62818-FR, 55 p., 9 ann.



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin

BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34

Direction régionale Grand Est – Site de Nancy

1 rue Jean Zay

54500 Vandœuvre-lès-Nancy - France

Tél. : 03 83 44 81 49

www.brgm.fr



Géosciences pour une Terre durable

brgm