



bassin ferrifère

surveillance eau

les chroniques d'information

Actualités marquantes du semestre

PLUVIOMETRIE : excédentaire sur l'ensemble du semestre, avec des passages pluvieux en été (sous forme d'orage) et hiver (novembre et décembre). Seules les pluies hivernales ont contribué à la recharge des réservoirs.

Sommaire :

Indicateur sulfate	2
Bassin Nord	3
Bassin Centre	4
Bassin Sud	5
Suivi des autres paramètres chimiques	6
Rappels hydrogéologiques	7
Sectorisation des réservoirs miniers	9
Accès aux données/liens utiles	10
Liste des stations	11
Carte de localisation des stations	12



Puits Cheminée sud à Boulange (N5)

BASSIN NORD

Piézométrie et débordement

Le réservoir minier continue sa décharge (entamée depuis mars) et atteint des niveaux particulièrement bas (< 208 m). Le volume d'eau qui a débordé en 2017 est de 18,7 millions de m³ contre 30 en 2016.

Qualité des eaux souterraines

En 2017, les concentrations en sulfates mesurées varient de 740 (mai) à 850 mg/l (septembre).

BASSIN CENTRE

Piézométrie et débordement

Le volume d'eau qui a débordé en 2017 est de 6,5 millions de m³ contre 13,4 en 2016.

Les écoulements à la galerie du Bois d'avril n'ont pas été observés en 2017. La cote du réservoir minier présente des niveaux bas jusqu'en décembre.

Qualité des eaux souterraines

Les concentrations en sulfate mesurées restent très contrastées entre la partie ouest (secteurs 1 & 2) où les valeurs sont supérieures à 1 000 mg/l et la partie est (secteurs 3 & 4) où elles fluctuent en 2017 autour de 485 mg/l.

C11 : Nouvel équipement en sonde pression



Déversement des eaux de la galerie du canal de Moyeuve dans l'Orne (S4)

BASSIN SUD

Piézométrie et débordement

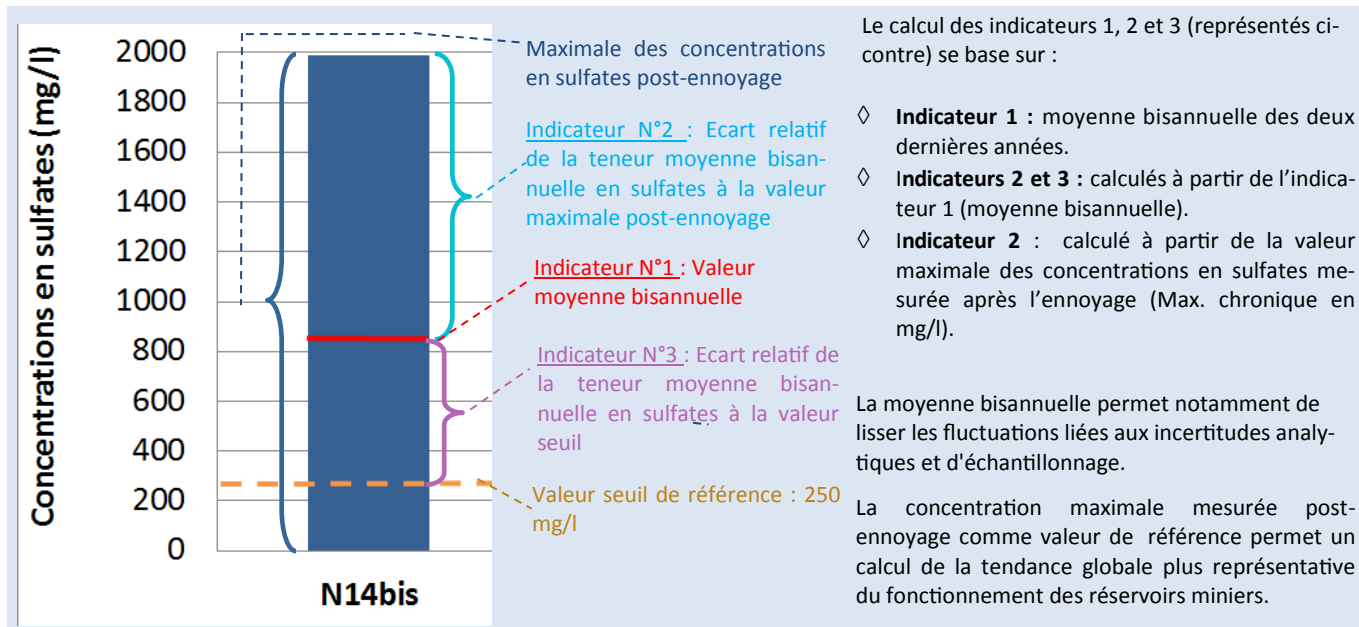
Le réservoir minier se maintient à un niveau bas jusqu'en novembre puis il remonte à un niveau haut au cours du dernier mois de l'année.

Qualité des eaux souterraines

Après une forte baisse, les concentrations en sulfates se stabilisent depuis 2014 autour de 400 mg/l. En 2017, les résultats d'analyse confirment cette tendance avec des concentrations mesurées entre 384 et 420 mg/l.

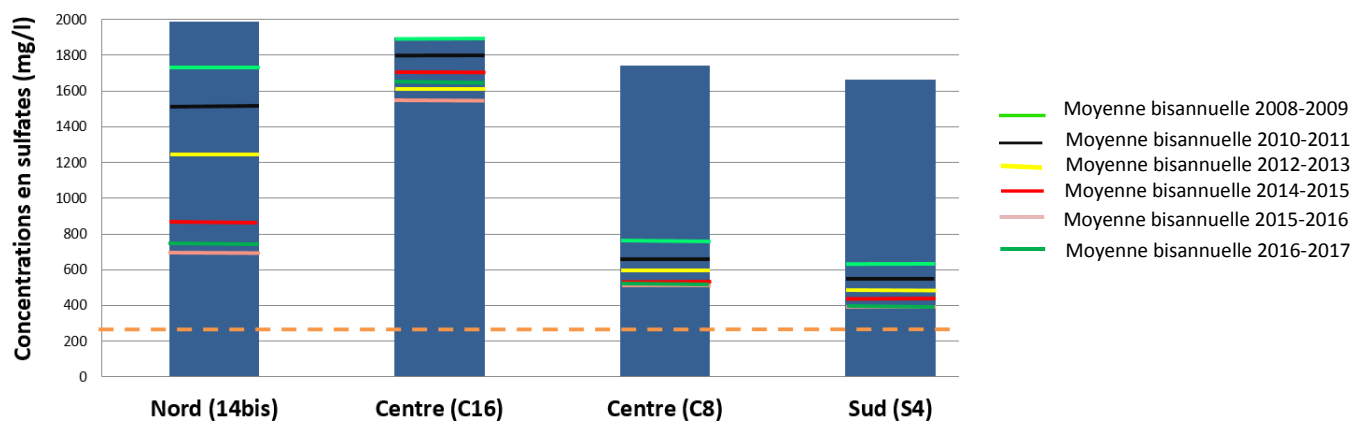
Indicateurs sulfates—Année 2017

3 Indicateurs sont calculés annuellement pour rendre compte de l'évolution de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère vis-à-vis de l'ion sulfate. Ceux-ci sont calculés à partir de stations de référence des réservoirs principaux Nord, Centre et Sud. La station de référence du réservoir Nord est le point de débordement principal de la Paix (N14bis), celle du réservoir Sud est la galerie du Chenal de Moyeuve (S4). Le réservoir Centre dispose de 2 stations de référence du fait de l'hétérogénéité des circulations d'eau souterraine entre la partie Est : puits Saint-Pierremont 2 (C16) et la partie Ouest : piézomètre Chevillon artésien (C8).



Indicateurs 2017

Nb : Les indicateurs sont calculés à partir des valeurs mesurées au droit des stations de référence des réservoirs miniers. En raison de la complexité des circulations d'eaux souterraines, les indicateurs ne peuvent être représentatifs de la situation sur l'intégralité des réservoirs.



Indicateur	NORD (N14bis)	CENTRE (C16)*	CENTRE (C8)**	SUD (S4)***
1	748	1610	522	394
2	-62	-15	-70	-76
3	199	544	109	58

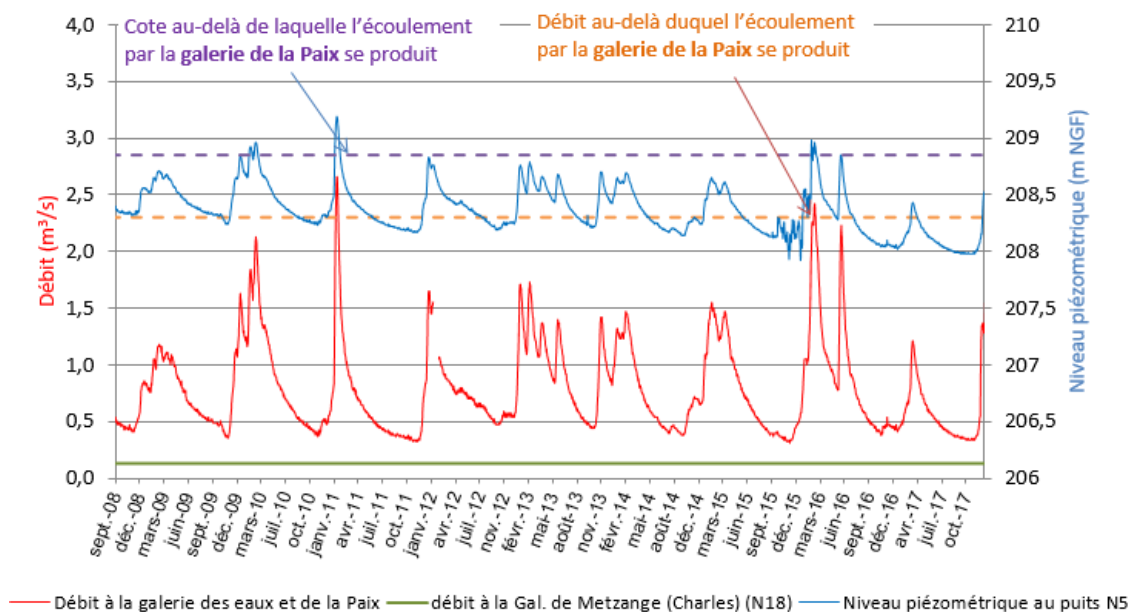
*Max chronique du C5 (galerie du Woigot)
 **Max. chronique du C18 (source La Chapelle)
 *** Max. chronique du S5 (galerie du

Les indicateurs sulfate montrent une forte tendance à la baisse des concentrations depuis l'ennoyage jusqu'en 2014—2015 (de -58 à -74%) en dehors de la partie Ouest du réservoir Centre (C16). Depuis ces indicateurs restent relativement stables étayant des diminutions de concentrations plutôt faibles ces 3 dernières années. Les moyennes bisannuelles 2016-2017 s'échelonne autour de 750 mg/l pour le réservoir Nord, 500 mg/l pour le réservoir Centre et 400 mg/l pour le réservoir Sud.

La situation reste très contrastée au droit des secteurs où l'eau est peu renouvelée et présente des concentrations supérieures à 1 000 mg/l (secteurs 1 & 3 du réservoir Nord, secteur 1&2 du réservoir Centre et secteur 6 du réservoir Sud).

Les moyennes des concentrations mesurées sur l'ensemble des réservoirs restent cependant bien supérieures au seuil de potabilité de 250 mg/l (trait pointillé orange).

Réservoir Nord – Piézométrie et débordement



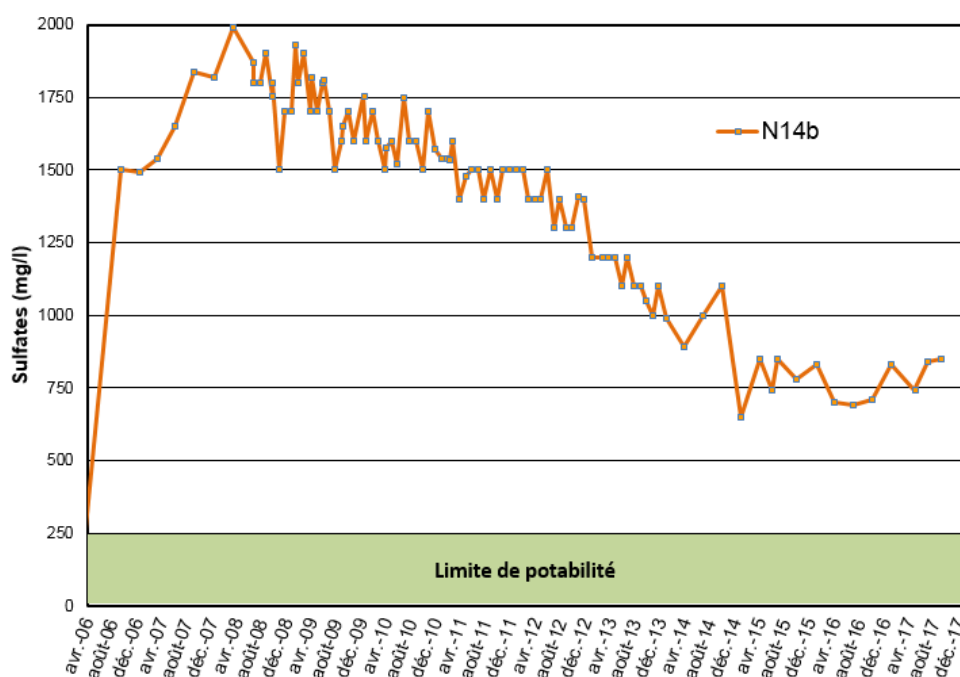
Débit de débordement de la galerie de la Paix et piézométrie du réservoir Nord.

Le niveau du réservoir minier est contrôlé par ces deux points de débordement situés à la cote 207,57 m (galerie des eaux - N14bis) et 208,85 m (galerie de la Paix). Depuis la fin de l'ennoyage, le niveau piézométrique du réservoir minier évolue entre les cotes 207,9 et 209,3 mètres avec un battement de 1,4 mètres et un niveau moyen situé à 208,4 mètres.

2017 se caractérise par des niveaux particulièrement bas avec 92% des jours de l'année en dessous du niveau moyen. La faible recharge du début de printemps n'a pas permis de retrouver les niveaux habituels. Le réservoir entame sa décharge à partir du mois de mars et passe sous la cote 208 m à partir de septembre jusqu'à fin novembre. Le niveau remonte au cours du dernier mois de l'année.

Le débit de débordement suit la même tendance que le niveau piézométrique. **Le volume d'eau qui a débordé au cours de l'année 2017 au droit du réservoir Nord est de 18,7 millions de m³** (dont 12,6 au cours du 1er semestre), **soit 38% inférieur à celui de 2016** (30 millions de m³).

Réservoir Nord – Suivi des concentrations en sulfate



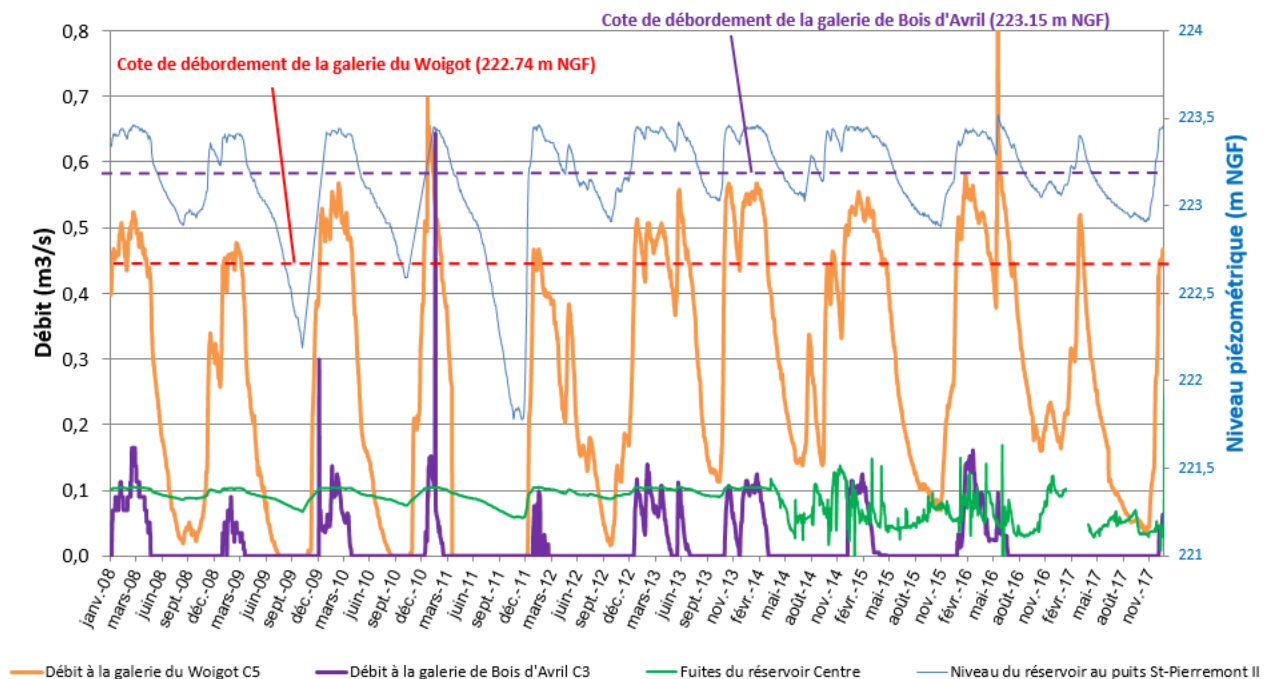
Concentrations en sulfates mesurées à la galerie de la Paix (N14bis)

Après une forte baisse de la concentration en sulfate mesurée au point de débordement du réservoir Nord (galerie de la Paix—N14bis) depuis l'ennoyage (-62%), la concentration fluctue autour de 750 mg/l depuis 2014.

Au cours de l'année 2017, les concentrations en sulfates mesurées sont comprises entre 740 (mai 2017) et 850 mg/l (septembre 2017). On constate que la concentration en sulfate est plus forte en période de basses eaux qu'en période de hautes eaux.

Ces concentrations restent bien supérieures au seuil de potabilité de 250 mg/l.

Réservoir Centre – Piézométrie et débordement



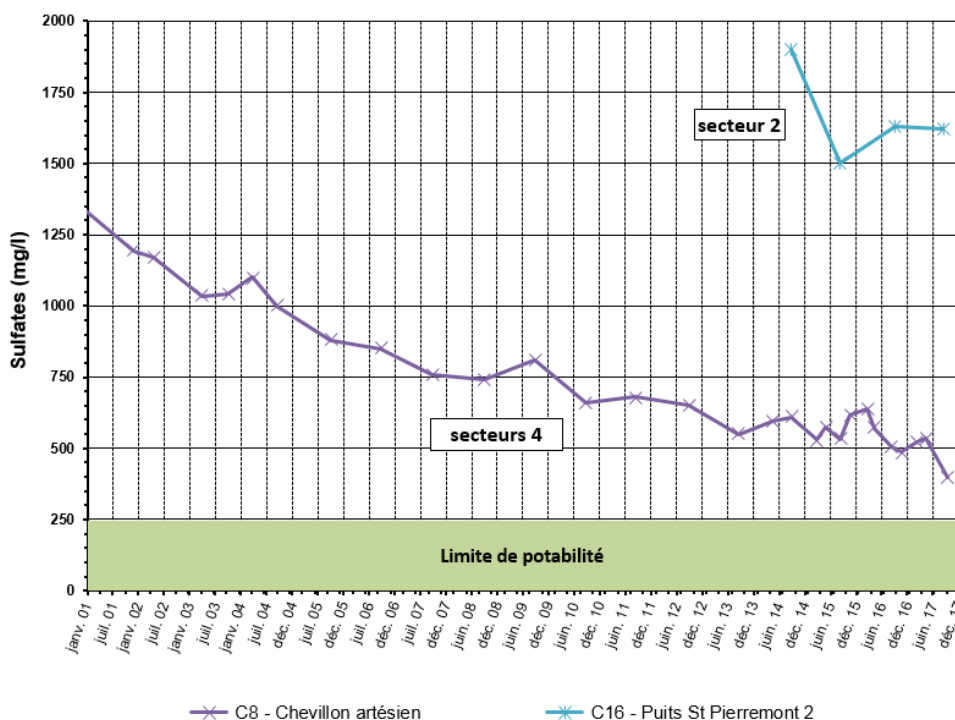
Débit de débordement et piézométrie du réservoir Centre

Le réservoir minier présente une grande inertie (battement observé de 0,60 m) du fait de son contrôle par les points de débordement situés à la cote 222,75 m (galerie du Woigot - C5) et 223,15 m (galerie de Bois d'Avril—C3) et des fuites au niveau du Chevillon.

En 2017, les écoulements à la galerie de Bois d'avril n'ont pas été observés. Les écoulements à la galerie du Woigot enregistrent un débit moyen de 0,2 m³/s avec des débits supérieurs à 0,4 m³/s observés en mars et décembre ; entre ces 2 événements les débits sont en baisse constante et passent sous le régime de 0,1 m³/s de juillet à novembre.

Le volume d'eau qui a débordé en 2017 est de 6,5 millions de m³ (dont 5,6 au cours du 1^{er} semestre) contre 13,4 en 2016.

Réservoir Centre – Suivi des concentrations en sulfate



Concentrations en sulfates mesurées au droit du réservoir Centre

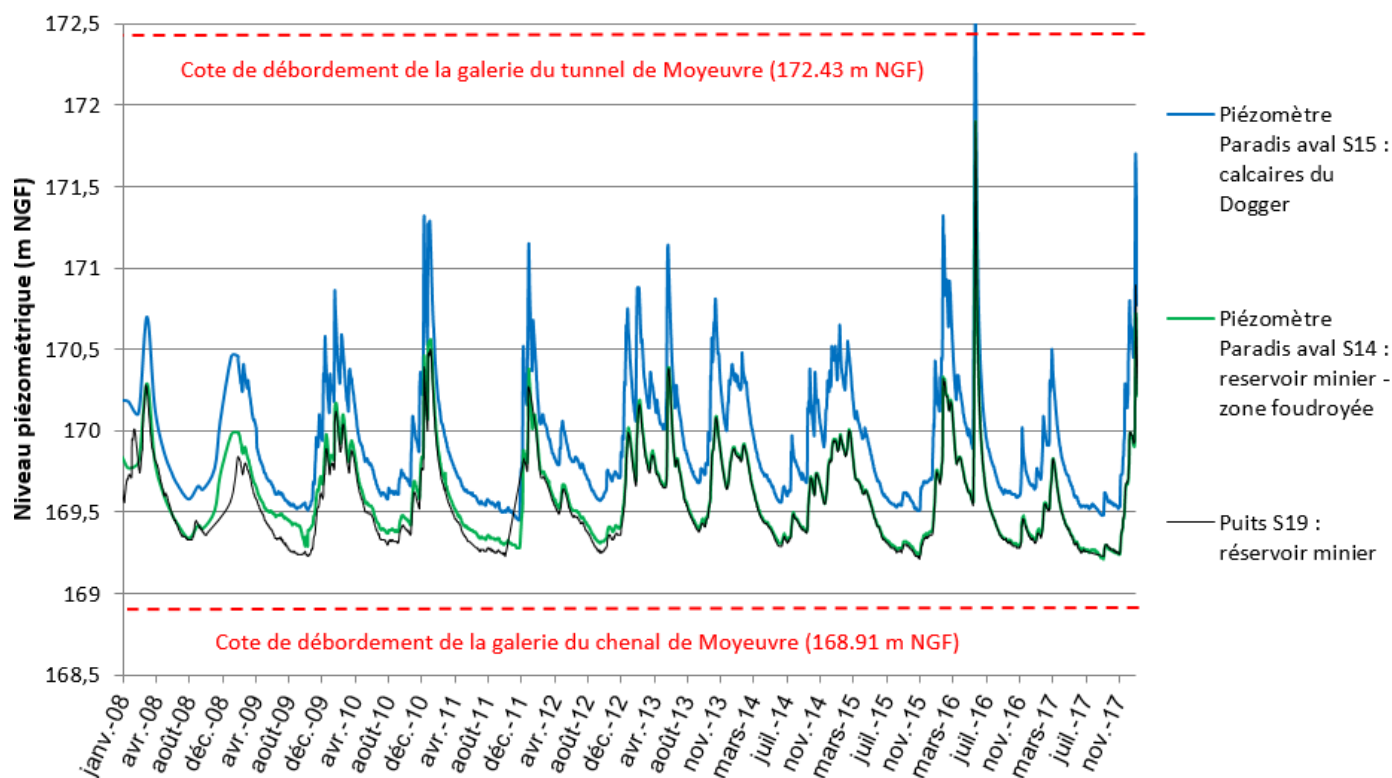
Deux situations très contrastées sont mises en évidence sur le réservoir Centre :

- A l'ouest (secteur 2) où les concentrations en sulfate mesurées au droit du qualitomètre C16 restent très élevées malgré une baisse observée entre 2014 et 2015. Depuis 2016 les concentrations restent stables autour de 1 600 mg/l.

- A l'est (secteurs 3 & 4) où l'on observe une diminution progressive et constante des concentrations en sulfate, signe d'un bon renouvellement en eau. Au cours de l'année 2017, les concentrations en sulfates mesurées sont comprises entre 535 (mai 2017) et 398 mg/l (octobre 2017).

Toutefois, ces concentrations restent supérieures au seuil de potabilité de 250 mg/l.

Réservoir Sud – Piézométrie et débordement



Les conditions de recharge du réservoir minier sont liées aux niveaux piézométriques de l'aquifère des calcaires du Dogger sus-jacent qui l'alimente directement à travers les zones foudroyées. Très réactif à la pluviométrie, l'aquifère du Dogger, mesuré à la station S15, s'est légèrement rechargé avec les précipitations du mois de mars. Depuis les niveaux sont en baisse avec des cotes mesurées basses. Le réservoir minier suit la même tendance dans sa partie foudroyée (S14) et au centre (S19). Les précipitations abondantes du mois de novembre ont fait remonter le niveau des réservoirs en décembre.

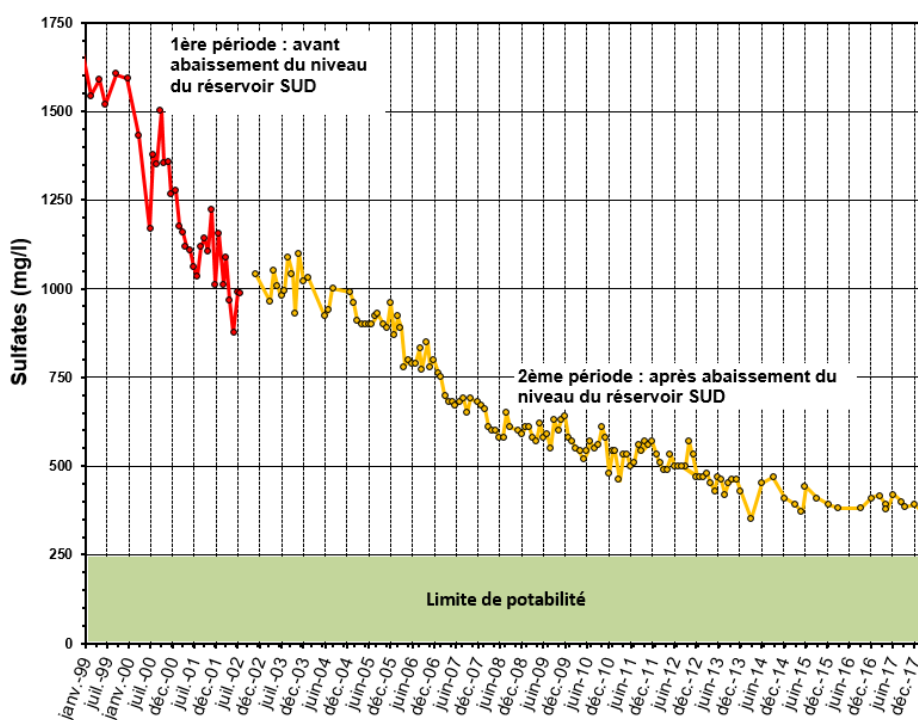
Réservoir Sud – Suivi des concentrations en sulfate

Au sein du réservoir Sud, le suivi des concentrations en sulfate est réalisé depuis 2003 à partir de la station de la galerie du chenal de Moyeuve (S4).

Avant l'abaissement du niveau du réservoir, ce suivi était réalisé depuis la galerie du Tunnel de Moyeuve (S5). La valeur maximale de référence post-ennoyage est prise au niveau de cette station.

Après une forte tendance à la baisse des concentrations en sulfate observée au cours des premières années jusqu'en 2013 (- 71% des concentrations en sulfates par rapport à la valeur maximale post-ennoyage), cette tendance se stabilise autour de 400 mg/l depuis 2014.

En 2017, les résultats d'analyse confirment cette tendance avec des concentrations en sulfate mesurées entre 384 et 420 mg/l.



Concentrations en sulfates mesurées au droit de l'ancien point de débordement : galerie du Tunnel de Moyeuve (S5) - courbe rouge puis de la galerie du Chenal de Moyeuve (S4)

Suivi des autres paramètres

Les éléments chimiques en excès dans l'eau des réservoirs miniers proviennent des réactions de mise en solution des sels minéraux lors de l'envoyage. Ce stock d'éléments ne se renouvelant pas, cette situation est transitoire jusqu'à ce que le stock d'eau minéralisée initial soit évacué par le jeu des circulations souterraines.

Une surveillance de la qualité des eaux souterraines des réservoirs miniers a été mise en place. Elle intègre l'analyse annuelle des paramètres suivants :

- éléments majeurs : calcium, magnésium, sodium, potassium, sulfate, chlorure, bicarbonate
- composés azotés : ammonium, nitrite, nitrate ;
- métaux caractéristiques de l'eau d'envoyage des réservoirs miniers : fer, manganèse, bore ;
- polluants potentiellement présents dans l'eau des réservoirs miniers : hydrocarbures totaux, indice phénol, phytosanitaires.

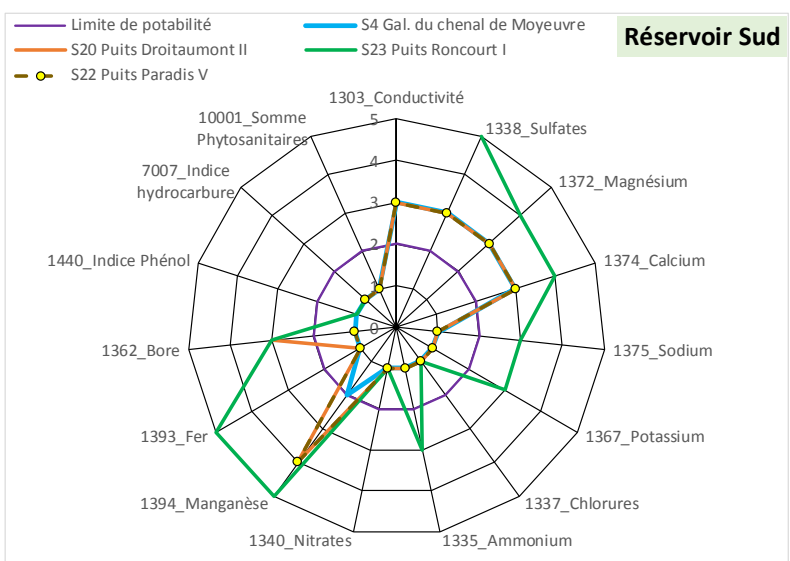
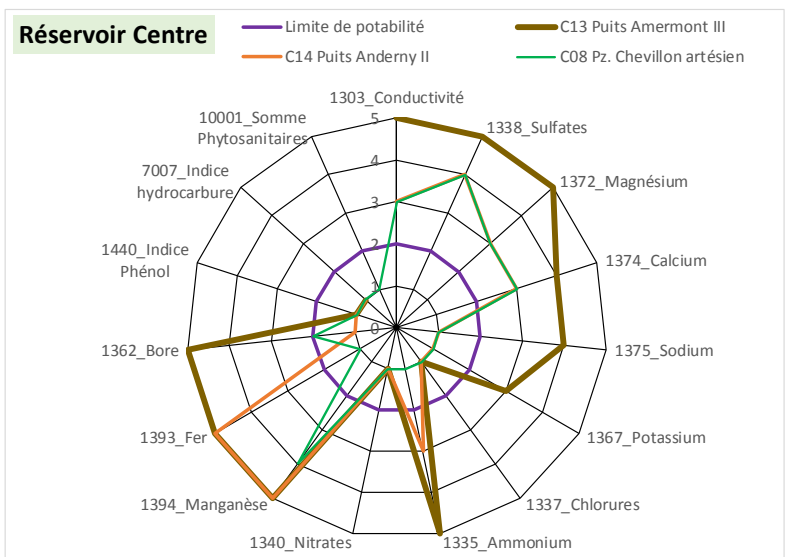
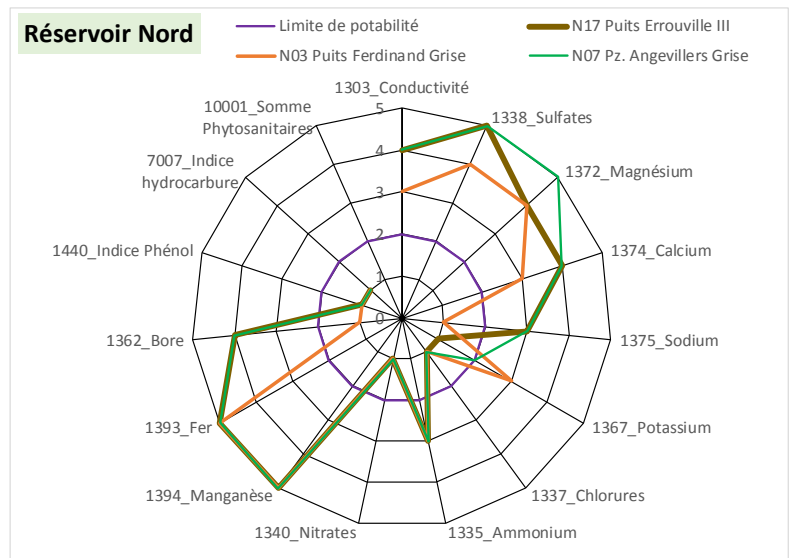
Bilan 2015—2017 :

Pour chaque point de surveillance des trois principaux bassins, ont été calculées la moyenne des moyennes annuelles des 3 dernières années, soit de 2015 à 2017. Cette moyenne, nommée Mma, a été répartie par classe de valeur, allant de 1 à 5. Les bornes des classes ont été définies en fonction de l'écart relatif de la Mma à la valeur seuil DCE, la valeur seuil étant fixée à 1.

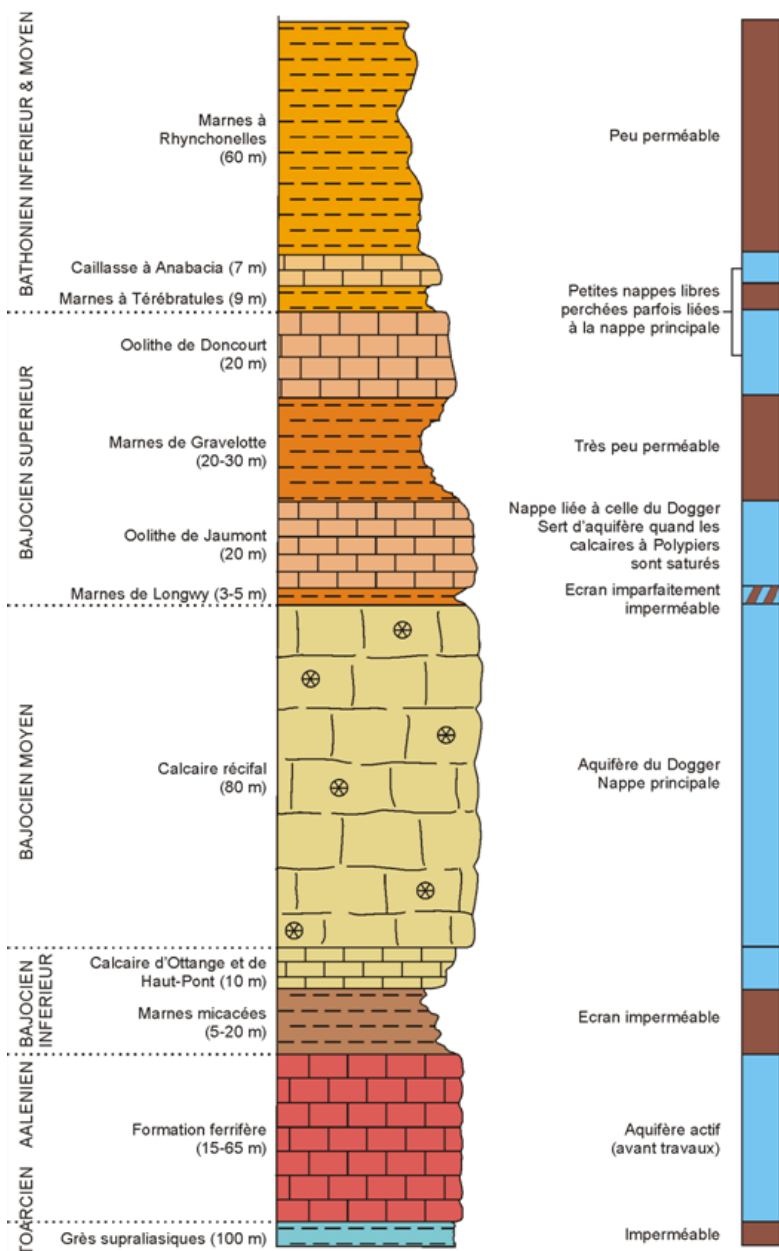
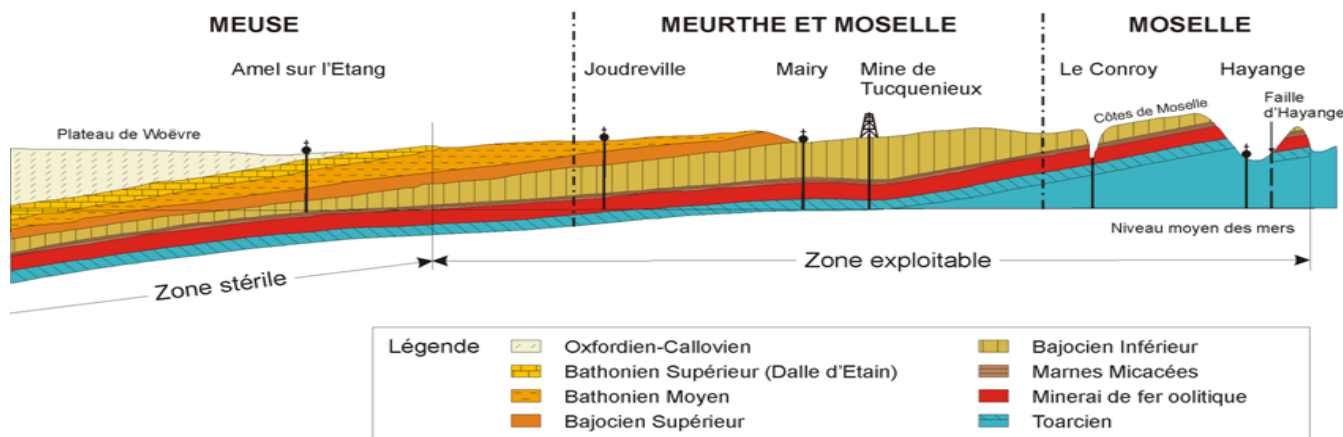
CLASSE RESULTAT	BORNE_CLASSE p/r au seuil DCE
1	Mma < 0,75
2	0,75 < Mma < 1
3	1 < Mma < 2
4	2 < Mma < 5
5	Mma > 5

Les diagrammes ci-contre représentent la classe de valeur des Mma par rapport aux valeurs seuil de référence.

On constate un dépassement quasi-systématique de la conductivité, sulfate, magnésium et calcium pour les composés majeurs, du manganèse et du fer pour les métaux, de l'ammonium pour les composés azotés. Les produits phytosanitaires et les hydrocarbures sont inférieurs aux valeurs seuils.



Rappels hydrogéologiques – les formations aquifères



Du point de vue hydrogéologique, on peut distinguer, au droit des zones exploitées, trois ensembles aquifères superposés. Du haut vers le bas, on trouve :

Quelques nappes alluviales de faible importance : alluvions du Conroy et de l'Orne (non représentés sur le log ci-contre).

Plusieurs petites nappes perchées et discontinues, les nappes des oolithes de Jaumont, Doncourt qui reposent sur des niveaux marneux.

La nappe principale du Dogger : contenue dans les calcaires à polypiers du Bajocien moyen et dans les calcaires du Bajocien inférieur.

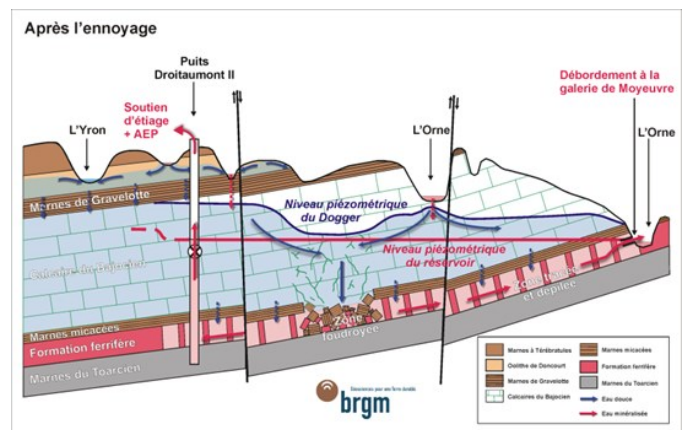
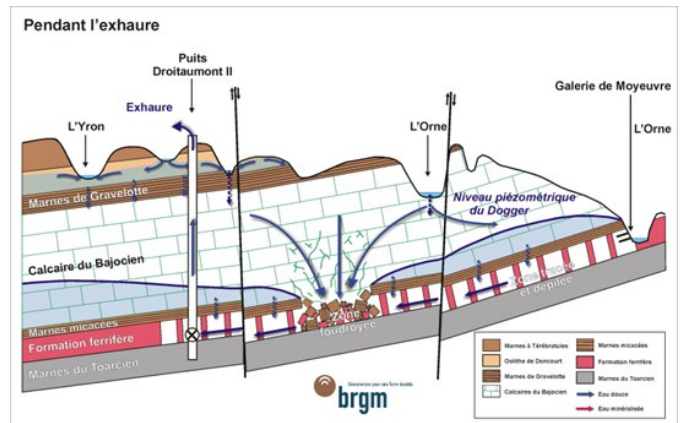
Les réservoirs miniers, dans la formation ferrifère : cet aquifère, modeste à l'état naturel, devient un véritable « réservoir » d'eau souterraine artificiel, lorsqu'il est percé de galeries ; un réservoir peut être rempli ou non d'eau (il peut être ennoyé, partiellement ennoyé ou non ennoyé).

Fonctionnement hydrogéologique du bassin ferrifère Lorrain

Par convention, le **réservoir minier** peut être défini comme un aquifère artificiel constitué de l'ensemble des vides laissés par l'homme dans la formation ferrifère. On distingue dans un réservoir minier les **zones ennoyées** (dans lesquelles les anciennes galeries abandonnées sont remplies d'eau et débordent généralement vers des points de débordements aménagés) ; et les **zones non ennoyées** (qui collectent et conduisent l'eau qui s'y infiltre vers les zones ennoyées).

Après l'arrêt des exhaures, l'eau d'ennoyage a rempli les vides artificiels laissés par l'activité minière. La remontée du niveau d'ennoyage des différents réservoirs a été limitée par la présence d'un ou **plusieurs points de débordement**, qui jouent le rôle de déversoirs des eaux d'ennoyage vers les cours d'eau. Généralement, le

débordement le plus bas, même en période de hautes eaux. En effet, la plupart des points de débordement sont aménagés pour laisser passer des débits de crue très importants, ce qui limite la possibilité d'élévation du niveau du réservoir. Lors de l'ennoyage, la remontée du niveau dans les réservoirs s'est accompagnée de la reconstitution de la nappe des calcaires du Dogger sus-jacente. Toutefois, cette reconstitution n'a été que partielle, puisque la remontée du niveau d'un réservoir est limitée par l'existence des points de débordement. D'autre part, la nappe des calcaires du Dogger continue à être en très forte relation avec les réservoirs miniers, par l'intermédiaire des **zones foudroyées**. Le réservoir minier ennoyé conserve donc son **rôle de drainage général de la nappe du Dogger**.

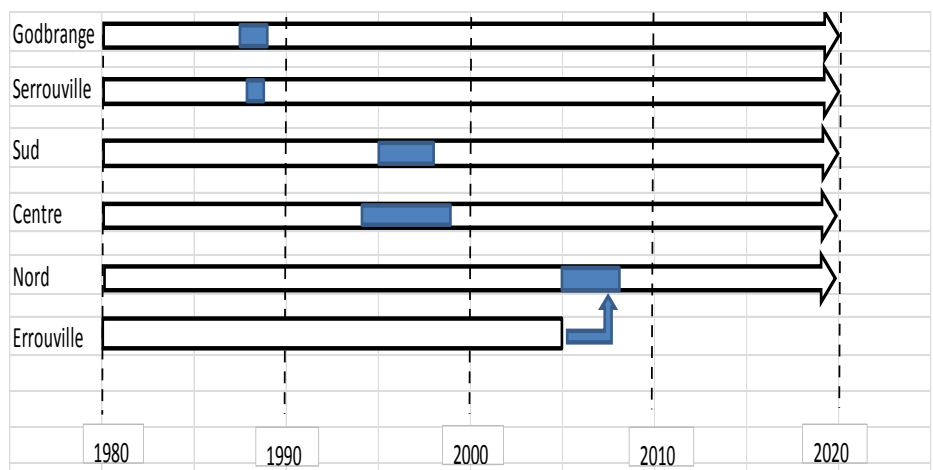


L'ennoyage des principaux réservoirs

L'illustration ci-contre représente les périodes d'ennoyage des principaux réservoirs miniers (représentées en bleu sur les échelles chronologiques horizontales).

L'illustration met en évidence le caractère récent de l'ennoyage du réservoir Nord par rapport aux réservoirs Godbrange et Serrouville, ennoyés dans les années 1980.

Le réservoir d'Errouville est connecté avec le réservoir Nord depuis l'ennoyage de ce dernier.



Ennoyage achevé

Depuis 30 ans dans les réservoirs Serrouville et Godbrange

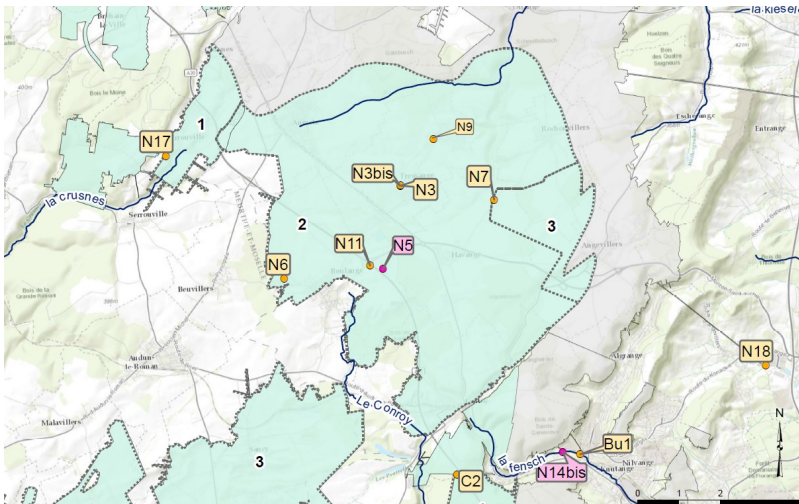
Depuis 20 ans dans le réservoir Sud

Depuis 19 ans dans le réservoir Centre

Depuis 10 ans dans le réservoir Nord

Sectorisation des réservoirs miniers Nord, Centre et Sud

Les travaux de simulation hydrologiques et chimiques des trois grands réservoirs miniers ennoyés ont mis en évidence une compartimentation des réservoirs (BRGM/RP-62998-FR – Vaute, 2013). La sectorisation des réservoirs a été obtenue par le croisement entre l'analyse détaillée des plans miniers et les tendances observées d'évolution des concentrations de l'ion sulfate. La différence de comportement de l'ion sulfate entre secteurs traduit un taux variable de renouvellement du stock d'eau minéralisée initialement formé lors de l'ennoyage des travaux miniers. Ce travail de sectorisation a abouti à la délimitation des secteurs suivants (avec leurs qualitomètres associés) :



Réservoir Nord

Trois secteurs ont été identifiés au sein du Réservoir Nord : secteur 1 (N17), secteur 2 (N3, N3bis, N5, N6, N11, N14bis, N18) et secteur 3 (N7).

D'après l'analyse de l'évolution des concentrations en sulfates mesurées au droit de ces 3 secteurs, deux types de comportement se distinguent :

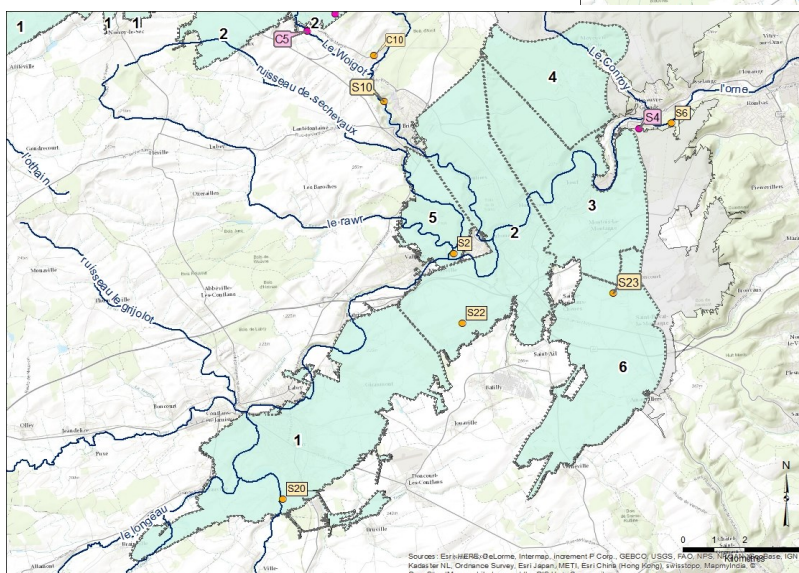
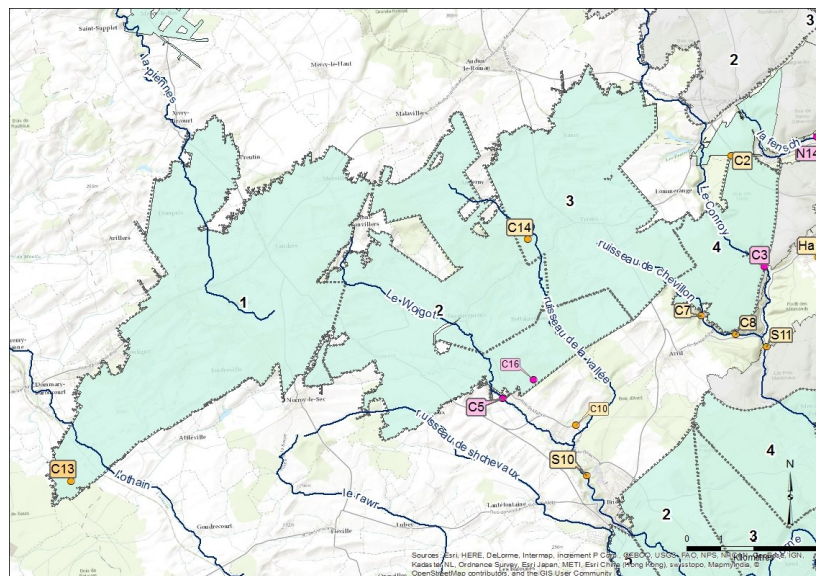
- **Secteurs 1 et 3** : tendance lente à la baisse avec des concentrations en sulfates qui restent élevées (1500 et 2225 mg/l) → **eau peu renouvelée**
- **Secteur 2** : forte tendance à la baisse durant les 6 premières années suivant l'ennoyage puis com-

Réservoir Centre

Quatre secteurs ont été identifiés au sein du Réservoir Centre : secteur 1 (C13), secteur 2 (C16, C5), secteur 3 (C14, C3) et secteur 4 (C8, C2).

La situation est très contrastée entre :

- la partie Ouest du réservoir (secteurs 1 et 2) et l'extrême nord est (4 nord) où les concentrations se maintiennent à des valeurs très élevées (2800, 1500 et 1200 mg/l) → **eau peu renouvelée**
- la partie Est (secteurs 3 et 4 sud) où les concentrations baissent fortement depuis l'ennoyage puis comportement asymptotique → **eau bien renouvelée**



Réservoir Sud

Six secteurs ont été identifiés au sein du Réservoir Sud : secteur 1 (S20), secteur 2 (S22), secteur 3 (S4), secteur 4, secteur 5 (S2, S3) et secteur 6 (S23).

Le réservoir Sud présente une meilleure qualité globale de l'eau minière par rapport aux autres réservoirs. La partie nord-ouest (secteur 5) est utilisée pour l'alimentation en eau potable. Les secteurs 1, 2 et 3 indiquent une eau bien renouvelée avec une forte baisse des concentrations en sulfates depuis l'ennoyage avec une stabilisation autour de 400 mg/l.

Le secteur 6 se démarque avec une forte concentration en sulfate (supérieure à 1 000 mg/l).

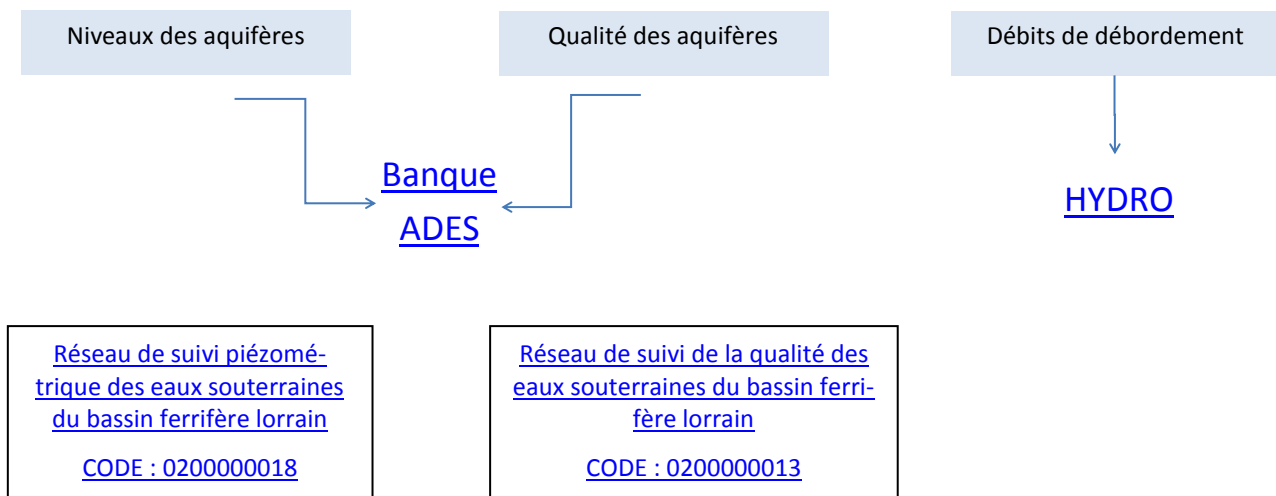
Accès aux données

Les réseaux de suivi des eaux souterraines du bassin ferrifère lorrain permettent d'acquérir des données :

- sur le niveau des aquifères,
- sur les débits de débordement des réservoirs miniers,
- sur la qualité des aquifères.

Les données sont bancarisées après un circuit de validation :

- Dans la banque nationale d'accès aux données sur les eaux souterraines (ADES),
- Dans la banque HYDRO qui stocke les mesures de hauteur d'eau et de débit



Puits de Bure



Piézomètre Fontoy Nord



Débordement de la Paix

Liens utiles

Site internet du BRGM : www.brgm.fr

Site internet de la banque ADES : www.ades.eaufrance.fr




Site internet de la banque HYDRO : www.hydro.eaufrance.fr

Site internet du SAGE du bassin ferrifère lorrain : www.lorraine.eu/sagebf

Les chroniques d'information semestrielles du bassin ferrifère lorrain sont téléchargeables sur le site du SIGES Rhin-Meuse : <http://sigesrm.brgm.fr/>

Stations permettant la surveillance du bassin ferrifère Lorrain

RESERVOIR	CODE_BSS	INDICE BFL	TYPE	COMMUNE	AQUIFERE_CAPTE
NORD	01137X0174/PZ-16	N16	Piézomètre	KNUTANGE	Alluvions de la Fensch
	01138X0185/PZ-15	N15	Piézomètre	KNUTANGE	Alluvions de la Fensch
	01137X0159/F	N21	Piézomètre	FONTOY	Calcaires du Dogger
	01137X0160/F	N20	Piézomètre	FONTOY	Calcaires du Dogger
	01137X0172/PZ-13	N13	Piézomètre	BOULANGE	Calcaires du Dogger
	01137X0173/PZ-12	N12	Piézomètre	BOULANGE	Calcaires du Dogger
	01137X0175/PTS-5	N5	Puits	BOULANGE	Réservoir minier
	01132X0164/PUITS	N17	Puits	ERROUVILLE	Réservoir minier
	01133X0052/P1	N9	Puits	TRESSANGE	Réservoir minier
	01137X0169/PZ-7	N7	Piézomètre	HAVANGE	Réservoir minier
	01137X0182/N3BIS	N3bis	Puits	TRESSANGE	Réservoir minier
	01138X0147/P	N18	Galerie	THIONVILLE	Réservoir minier
	01137X0099/P1	N6	Puits	BOULANGE	Réservoir minier
	01137X0143/S	N3	Puits	TRESSANGE	Réservoir minier
	01138X0184/G14BIS	N14bis	Galerie	KNUTANGE	Réservoir minier
	01137X0170/PTS-8	N8	Puits	FONTOY	Réservoir minier
01137X0171/PZ-11	N11	Piézomètre	BOULANGE	Réservoir minier - Zone foudroyée	
BURBACH	01138X0172/BURBAC	Bu1	Galerie	ALGRANGE	Réservoir minier
CENTRE	01373X0131/A15	C6	Piézomètre	AVRIL	Calcaires du Dogger
	01372X0206/F	C1	Forage	MANCE	Calcaires du Dogger
	01373X0132/P01	C11	Piézomètre	AVRIL	Calcaires du Dogger
	01373X0133/P02	C12	Piézomètre	AVRIL	Calcaires du Dogger
	01373X0176/PREL	C21	Cours d'eau	MOYEUUVRE-GRANDE	Cours d'eau Conroy
	01372X0211/PZBIS	C10	Piézomètre	MANCE	Formation ferrifère non exploitée
	01373X0130/A25	C7	Piézomètre	AVRIL	Formation ferrifère non exploitée
	01373X0158/PZ	C8	Piézomètre	AVRIL	Formation ferrifère non exploitée
	01137X0157/PUITS	C2	Forage	FONTOY	Réservoir minier
	01364X0042/P3	C13	Puits	DOMMARY-BARONCOURT	Réservoir minier
	01136X0148/P	C14	Puits	TUCQUEGNIEUX	Réservoir minier
	01372X0197/EX	C5	Galerie	MANCIEULLES	Réservoir minier
	01373X0134/EXHAUR	C3	Galerie	NEUFCHÉF	Réservoir minier
01372X0198/P2	C16	Puits	MANCIEULLES	Réservoir minier	
HAYANGE SUD	01374X0268/S	Ha1	Piézomètre	NEUFCHÉF	Réservoir minier
SUD	01372X0210/BRIEYA	S9	Piézomètre	BRIEY	Calcaires du Dogger
	01376X0149/H01	S13	Piézomètre	HATRIZE	Calcaires du Dogger
	01632X0071/V19	S17	Piézomètre	VILLE-SUR-YRON	Calcaires du Dogger
	01377X0212/M02	S15	Piézomètre	MOINEVILLE	Calcaires du Dogger
	01632X0070/V105	S16	Piézomètre	VILLE-SUR-YRON	Calcaires du Dogger
	01372X0204/M52	C9	Piézomètre	MANCE	Calcaires du Dogger
	01377X0205/F3	S18	Piézomètre	VERNEVILLE	Calcaires du Dogger
	01372X0209/BRIEYB	S10	Piézomètre	BRIEY	Formation ferrifère non exploitée
	01373X0160/PZAVAL	S11	Piézomètre	NEUFCHÉF	Formation ferrifère non exploitée
	01378X0121/RC1	S23	Puits	RONCOURT	Réservoir minier
	01374X0273/G	S4	Galerie	MOYEUUVRE-GRANDE	Réservoir minier
	01377X0211/M01	S14	Piézomètre	MOINEVILLE	Réservoir minier - Zone foudroyée
	01377X0099/FM	S19	Puits	AUBOUE	Réservoir minier

-  Surveillance qualitative
-  Surveillance quantitative
-  Surveillance qualitative et quantitative

