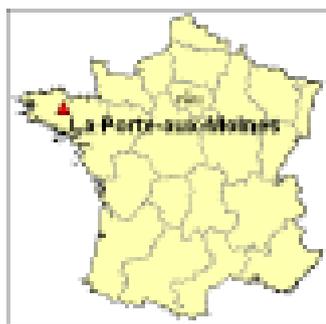


La Porte-aux-Moines

Amas sulfuré polymétallique à Zn-Cu-Pb-Ag



SYNTHESE

L'amas sulfuré de la Porte-aux-Moines appartient à la terminaison orientale de la « ceinture » plombo-zincifère du bassin de Châteaulin. Ces minéralisations de type amas sulfuré volcanogénique sont associées à des roches volcaniques acides et basiques. Le gisement est enraciné dans la partie sommitale d'une zone d'émission, sur le flanc d'un appareil volcanique sous marin.

Les travaux de reconnaissance ont été réalisés par le BRGM, dans le cadre de l'Inventaire minier et ultérieurement du PER Lanfains-Uzel : géochimie stratégique et tactique, sondages percutants et carottés jour et fond, reconnaissance minière à la cote - 150m avec 915 m de descendrière et 990 m de galeries.

Le tonnage exploitable a été estimé à 1,86 Mrt à 7,83% Zn ; 1,60% Pb ; 0,76% Cu et 96,6 g/t Ag, soit 14 500 t Zn + 31 000 t Pb + 14 100 t Cu + 179 t Ag.

La découverte des gîtes de La Porte-aux-Moines (22) et de Bodennec (29) a amené à la mise en évidence en France d'une nouvelle province paléozoïque à amas sulfurés, jusqu'alors insoupçonnée.



3, avenue Claude
Guillemin
BP 6009 - 45060
Orléans Cedex
Tél : 02 38 64 34 34
Fax : 02 38 64 35 18



■ Périmètre des permis de recherche minier en cours d'instruction

DOMPIERRE Localisation
Cu, Zn, Pb, Au, Ag, s.c. Substances

- Substances minérales :**
- Ar : argent
 - Cu : cuivre
 - Pb : plomb
 - Zn : zinc
 - W : tungstène
 - Sn : étain
 - Au : or
 - Mo : molybdène
 - Ge : germanium
 - S.C. : substances connexes

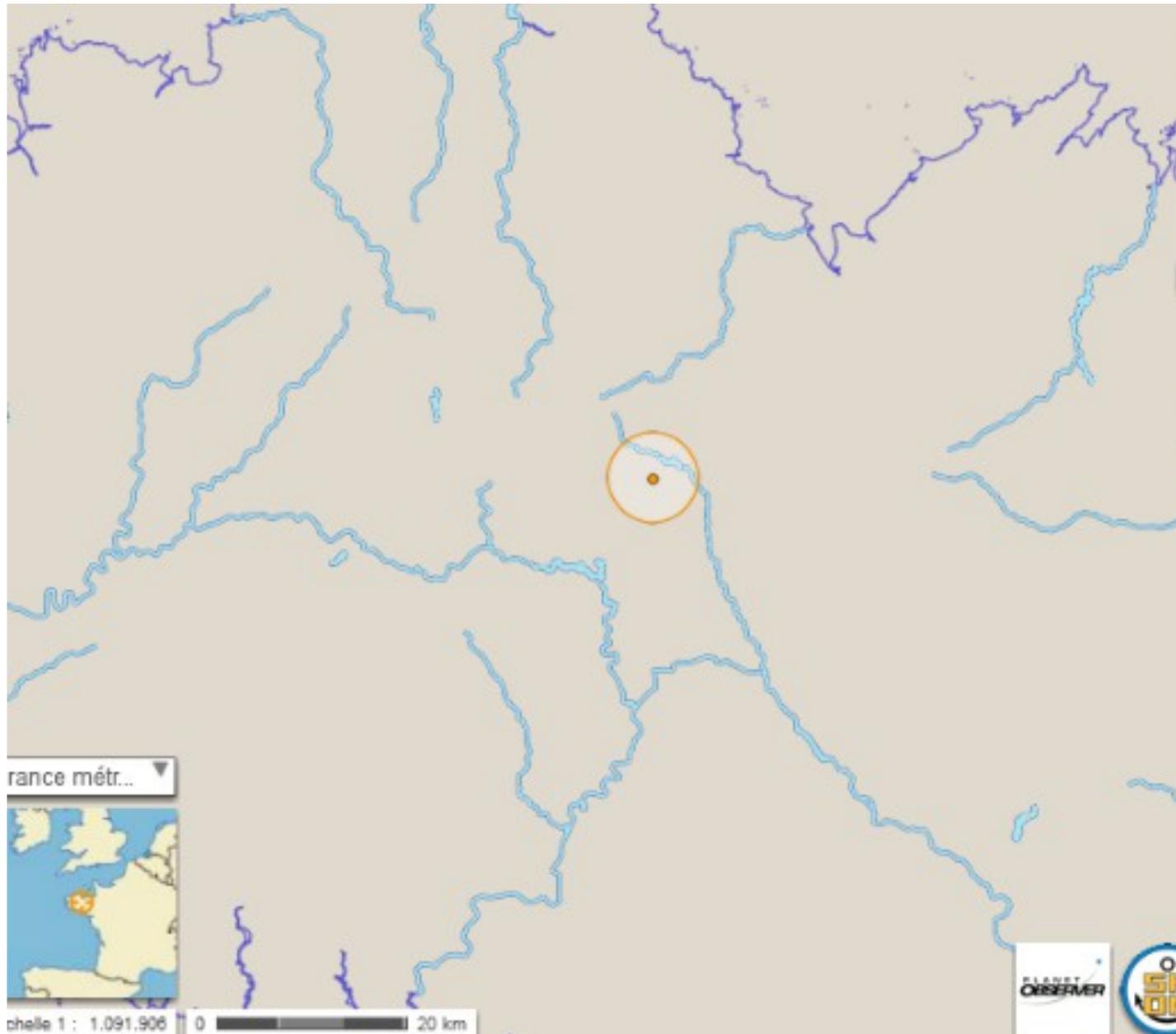


Etude Minelis



Figure 4 : Réseau hydrographique traversant le périmètre du PERM (source : Géoportail)

Centrée sur La Porte aux Moines





France métr...

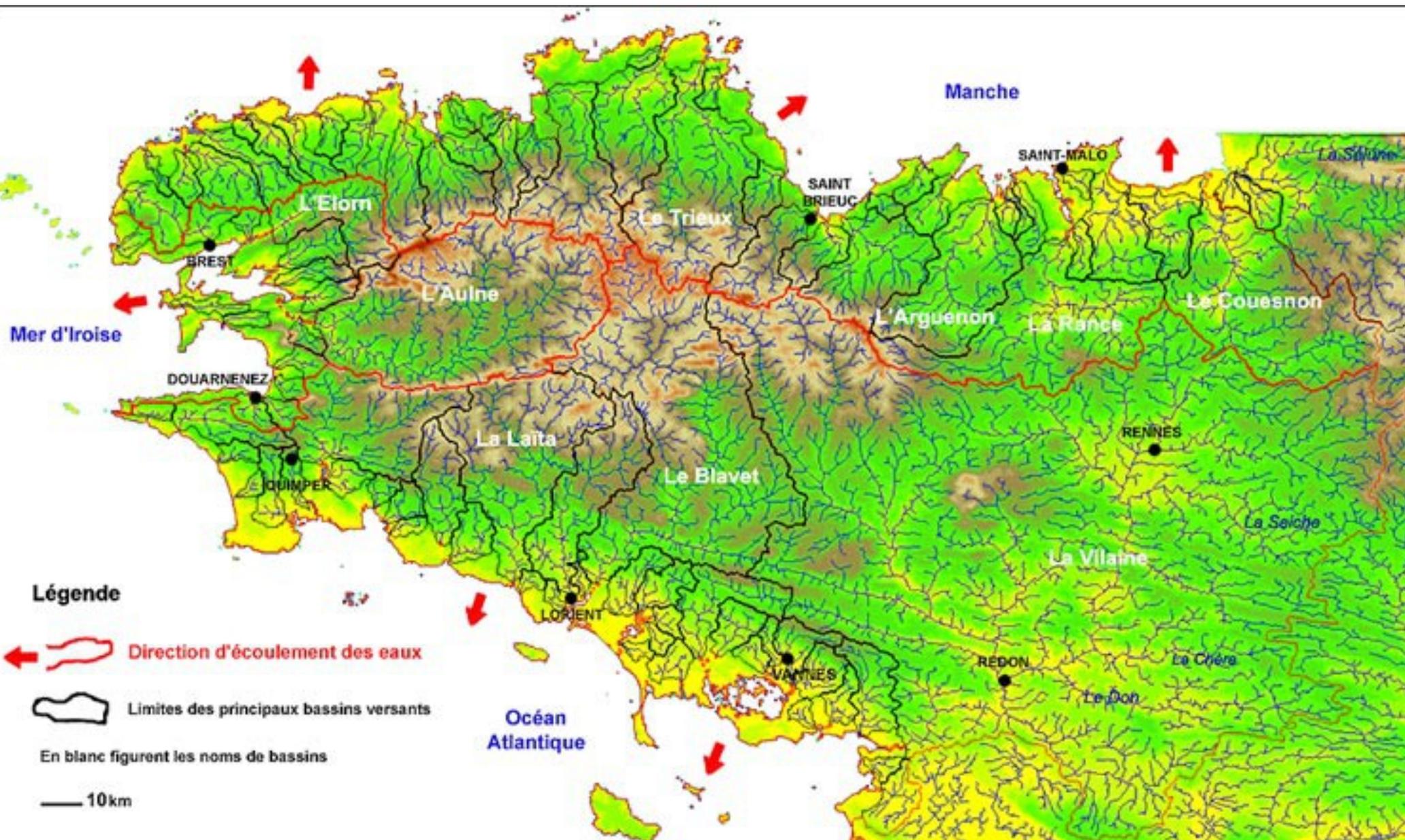


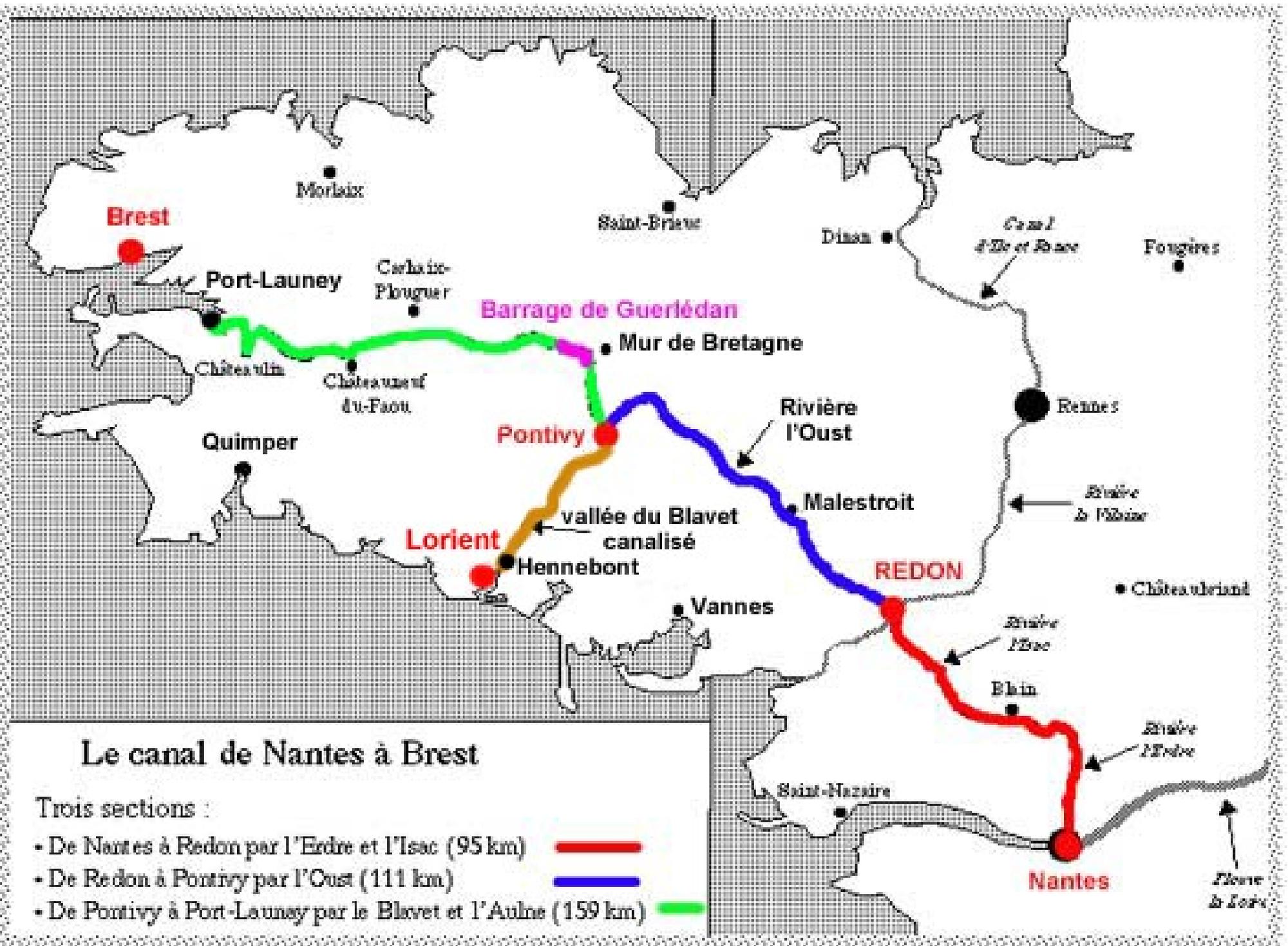
Echelle 1 : 2,183,812 0 50 km



Replier la carte

Partage des eaux

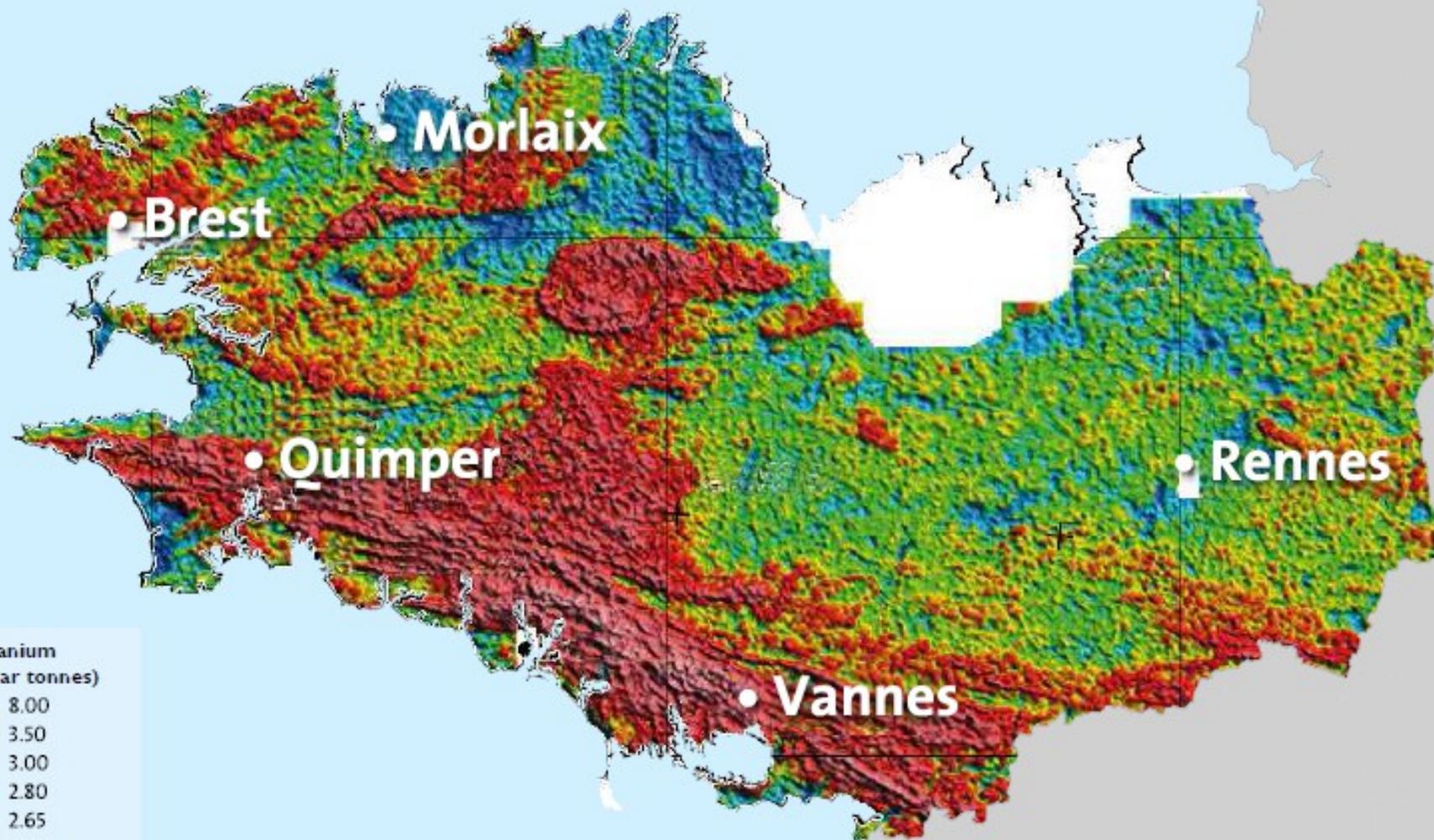




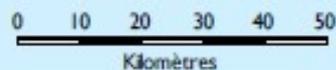
Le canal de Nantes à Brest

Trois sections :

- De Nantes à Redon par l'Endre et l'Isac (95 km) —
- De Redon à Pontivy par l'Oust (111 km) —
- De Pontivy à Port-Launey par le Blavet et l'Aulne (159 km) —



Equivalent Uranium
(en gramme par tonnes)



Données : carte aéro-spectrométrique uranium de la Bretagne © BRGM, extraite de la revue Géosciences n°5, mars 2007
Fonds : © IGN GEOLIA © Départements

Cartographie : GIP Bretagne environnement
Réalisation septembre 2010

ÉTAT D'AVANCEMENT DES SCHÉMAS D'AMÉNAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (SAGE) EN BRETAGNE - Novembre 2015



Mise en œuvre de la directive-cadre sur l'eau

Pour un bon état des eaux en 2015



3.3.2

Eaux souterraines

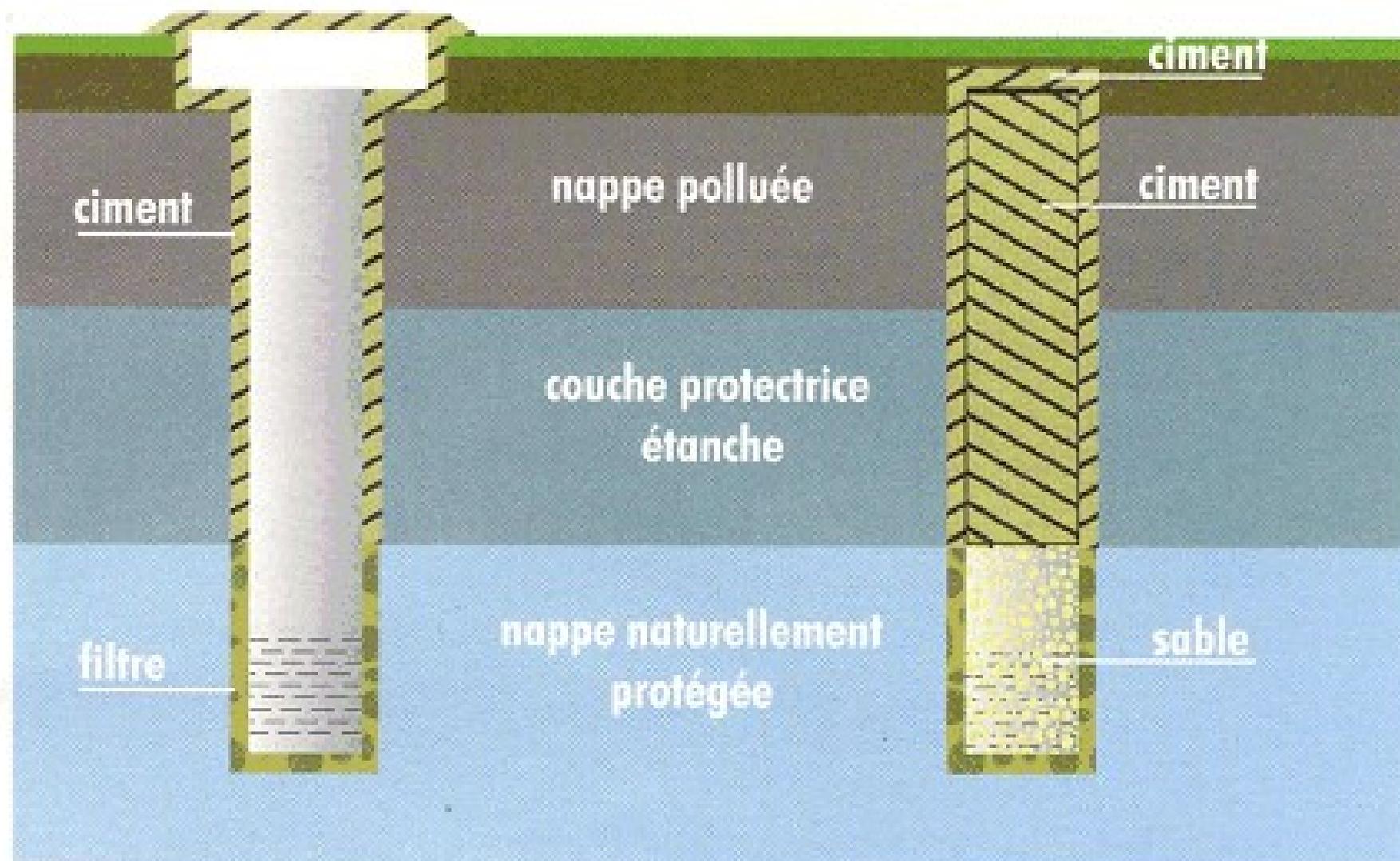
Le périmètre du PERM Merléac est situé dans le domaine de socle du Massif Armoricaïn qui est composé de roches le plus souvent siliceuses, métamorphisées et fracturées. L'eau souterraine est alors présente dans les fissures profondes et dans les zones altérées de surface.

La nappe d'eau souterraine échantillonnée par l'agence de l'eau Loire-Bretagne sur le secteur est de très bonne qualité pour les nitrates et de bonne qualité pour les pesticides(annexe)

Sur le portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines³(ADES), les Piézomètres disponibles les plus proches du périmètre du PERM se situent sur la commune de Plouguenast (02796X0044/PZ) au Sud-Est et sur la commune de Bréhand (02794X0063/PZ) au Nord- Est.

Ils ont pour coordonnées respectives (222544, 2375131) et (234607, 2390480) dans le système de projection Lambert II étendu. Les masses d'eau concernées sont la Vilaine et le Golfe de Saint-Brieuc. Les profondeurs moyennes mesurées NGF sont respectivement de 237.91m et 68.13m

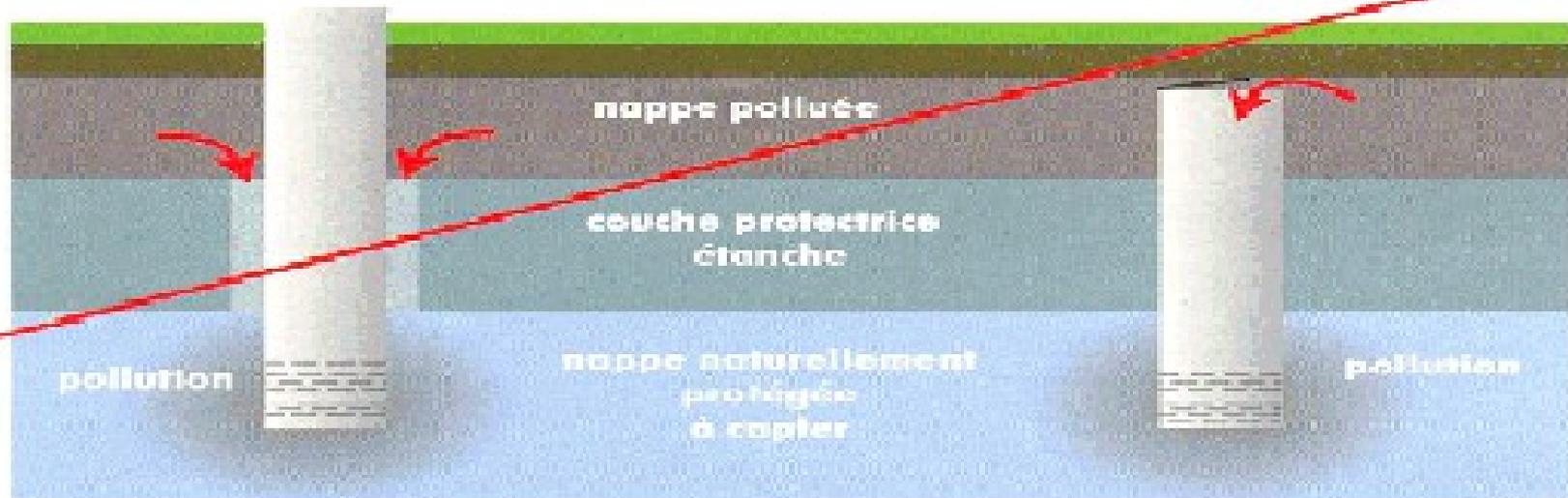
Réalisations correctes



Forage en service
correctement isolé

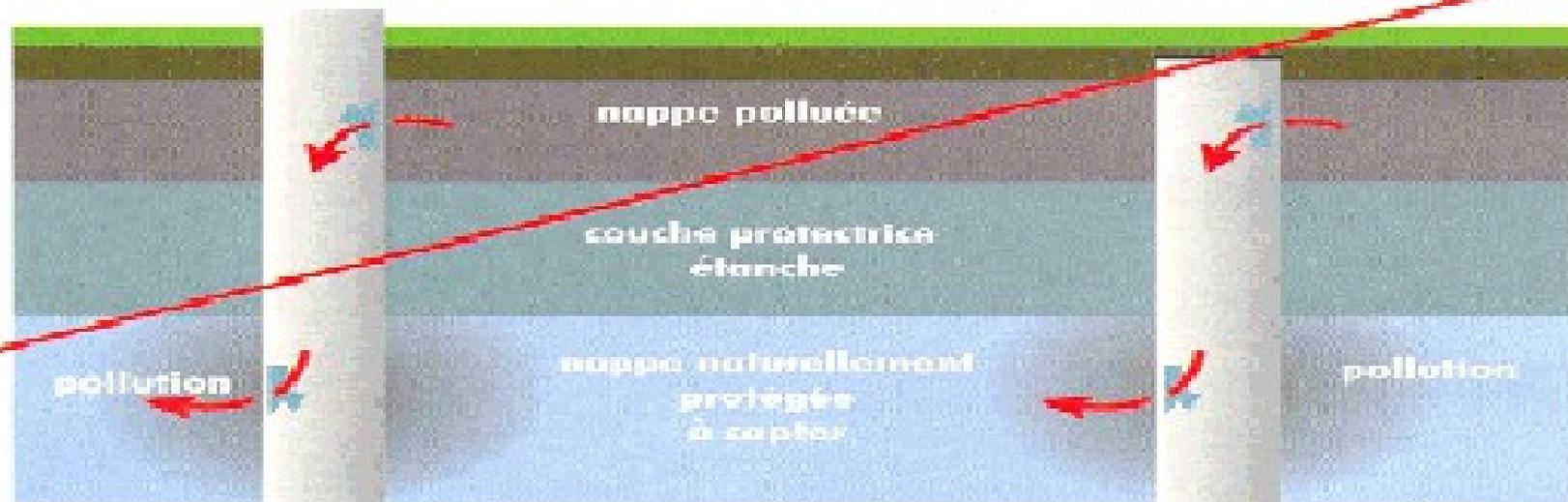
Forage abandonné
comblé et cimenté

Réalisations incorrectes



Forage en service
pas ou mal cimenté

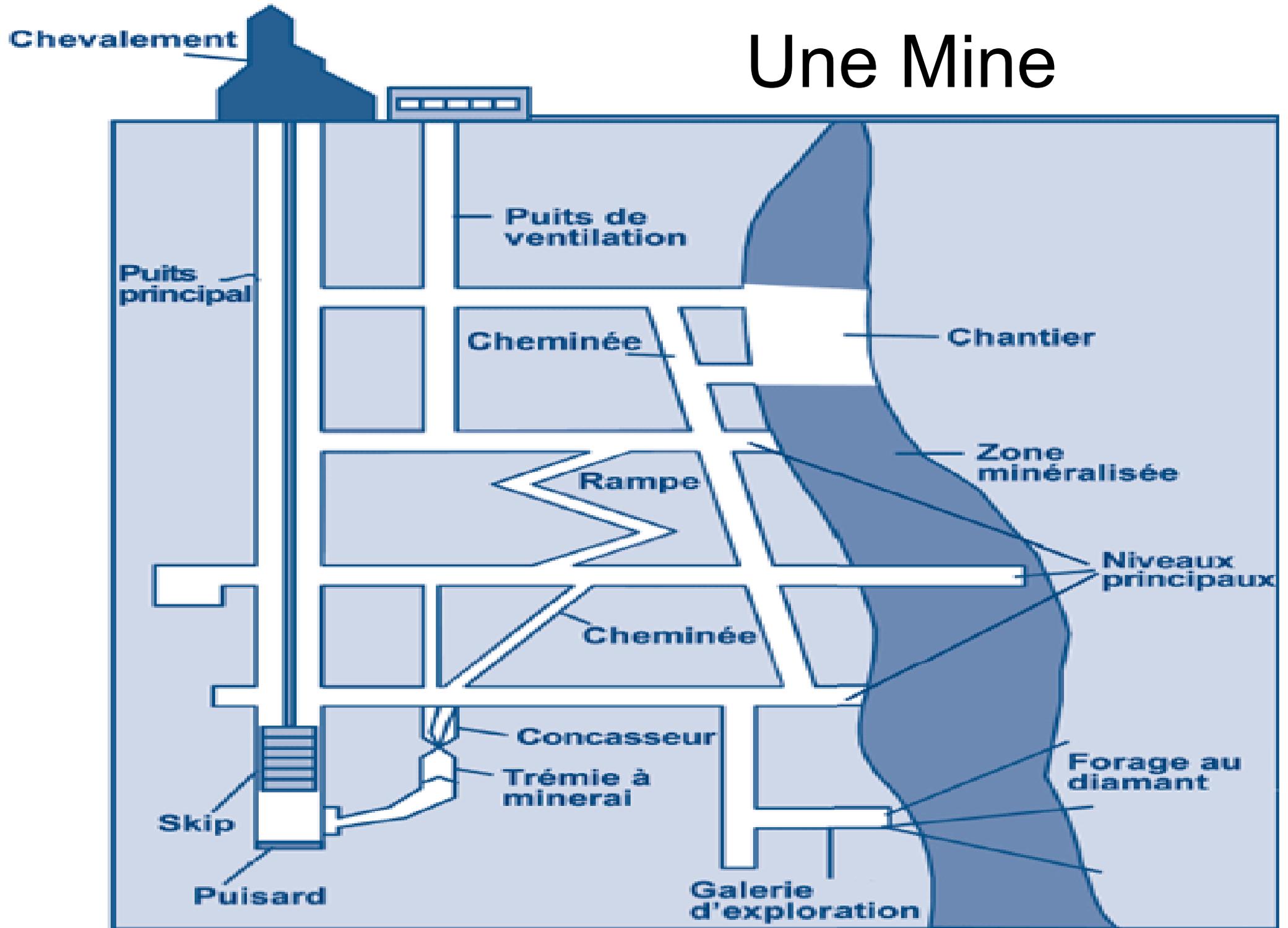
Forage abandonné
sans précautions



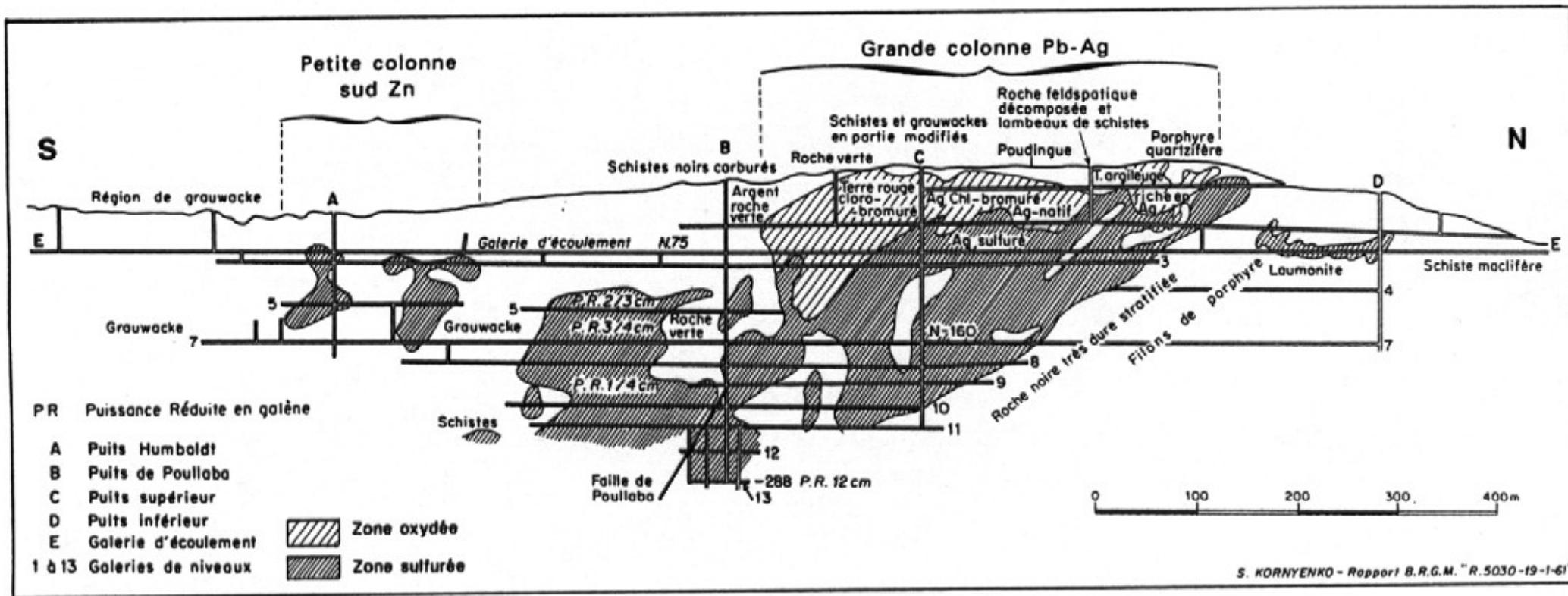
Forage en service
perforé

Forage perforé et
abandonné sans précautions

Une Mine



Coupe de la mine existante



**Principales espèces minérales des minerais français
et spectre d'éléments traces associés.**

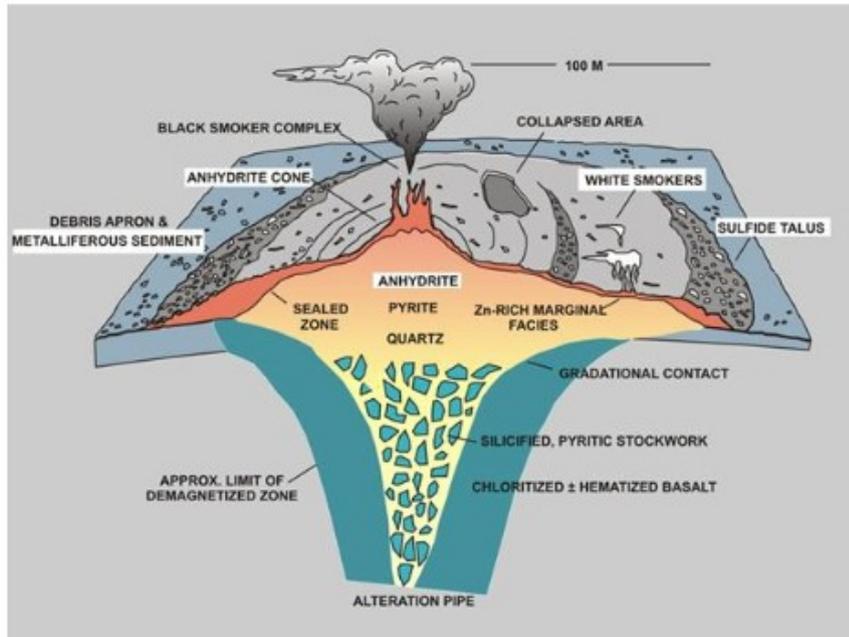
Substance principale	Minéraux	Composition majeurs	Eléments traces fréquents.
Cu	chalcopryrite malachite azurite pyrite	CuFeS ₂ Cu(CO ₃)Cu(OH) ₂ 2CuCO ₃ Cu(OH) ₂ FeS ₂	Mn, As, Ag, Pb, Zn Bi, Cd, Co, Sb
Zn	blende calamine smithsonite	ZnS (ZnOH) ₂ SiO ₃ ZnCO ₃	Pb, Ag, As, Cd, Cu, Fe, Hg, In, Mn, Sb Ge, Ga,
Pb	galene cerusite anglesite	PbS PbCO ₃ PbSO ₄	Zn, Ag, Ba, As, Bi, Sb, Se
Sb Sb-Ag Ag-As	stibine pyrargyrite proustite	Sb ₂ S ₃ 3Ag ₂ S.Sb ₂ S ₃ 3Ag ₂ S ₃ .As ₂ S ₃	As, Ag, Au
Au	Au natif mispickel pyrite	FeAsS FeS ₂	Mo, Ni, Co, As, Hg, Sb.
F	fluorite	CaF ₂	Li, Ba, Cu, Pb, Zn
Ba	barytine	BaSO ₄	Pb, Zn, Hg, Cu, F
Sn	cassitérite	SnO ₂	Li, Nb, Ta, W, As
W	wolframite scheelite	(Fe, Mn)WO ₄ CaWO ₄	As, Li, Bi Cu, S, Sn

PERM MERLÉAC



■ PERM Merléac

- AM du 03/11/2014 pour Cu, Zn, Pb, Au, Ag et substances connexes
- 411 km² sur 34 communes (Côtes d'Armor)
- Centré sur la Porte-aux-Moines (BRGM, 1970's-1980's)
- Un amas sulfuré volcanogénique (VMS): d'autres?
- 1,86 Mt à 7,83 % Zn, 1,68 % Pb, 0,76 % Cu, 96,6 g/t Ag (BRGM, 1981)



(d'après Hannington et al., 1998)



Equivalent actuel:
les fumeurs noirs
(Ifremer ©)



Sulfures massifs (sondage PAM8)

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Sulfate>

En volcanologie les gaz sulfatés correspondent à l'aérosol d'acide sulfurique (H_2SO_4) formé par le contact de l'eau et de l'ion sulfate (SO_4) dans l'atmosphère.

Transfert des métaux D.M.A.

Le Drainage de mines représente un danger potentiel pour les écosystèmes situés en aval et pour la qualité des ressources en eau. La connaissance du transfert des métaux s'avère capitale pour maîtriser cette pollution.

Les sites miniers abandonnés laissent en surface de grandes masses de déchets, riches en sulfures métalliques, qui libèrent en s'oxydant des eaux acides fortement chargées en métaux.



CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



Dossier : Climat

La recherche française sur le climat

▶ Les thèmes de recherche

Cycle de l'eau



Transfert des métaux dans les bassins sous impact minier

Extrait de la [Lettre n°11 du Programme International Géosphère](#)

Le drainage de mines représente un danger potentiel pour les écosystèmes situés en aval et pour la qualité des ressources en eau. La connaissance du transfert des métaux s'avère capitale pour maîtriser cette pollution.

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim1/rechfran/4theme/cycledeleau/contre-transfert>

La croissance régulière de la population et de l'occupation des sols, une activité industrielle en constante évolution, la conscience de la fragilité de notre environnement naturel et de la nécessité de le préserver, nous poussent à comprendre l'origine des contaminations qui affectent notre cadre de vie. En présence d'un contaminant minéral, le premier réflexe est de rechercher une cause anthropique. Toutefois, la nature peut receler de nombreux "pièges" naturels, et bien des secteurs vierges de toute activité humaine peuvent s'avérer totalement "pollués" par une géologie très discrète.

© 2008 CMA - 111 811 111

L'eau, facteur de libération de l'arsenic naturel



Par M Bonnemaïson



Michel Bonnemaïson

DR. ES SCIENCES
SERVICE DES RESSOURCES
MINÉRALES - BRGM
m.bonnemaïson@brgm.fr

Notre environnement naturel est constitué de roches très variées. La banalité de cette évidence est telle que nous finissons par oublier totalement que ces mêmes roches, modèlent nos paysages et définissent notre cadre de vie. Souvent masquée par une couverture végétale, l'omniprésence de cette géologie se révèle parfois de manière brutale et inattendue, mais également de manière insidieuse en introduisant dans notre environnement des "contaminations naturelles" qu'il est parfois très difficile de distinguer des pollutions accidentelles.

Si trois particules fondamentales, le proton, le neutron et l'électron, se combinent en 115 atomes différents, ces atomes se groupent à leur tour en minéraux pour former la majeure partie de la matière solide que nous connaissons ; les roches dures, la terre ou le sable que nous foulons, mais également la majeure partie des matériaux que nous produisons, sont composés de ces minéraux. Ceux-ci, nombreux d'environ 3500 espèces, sont les briques fondamentales de notre environnement.

Ces minéraux, aux compositions très variées, offrent des caractéristiques physico-chimiques bien précises qui peuvent influencer directement sur notre cadre de vie et notre santé.

MESURES PHYSICO-CHIMIQUES IN SITU

<u>Echantillons prélevés</u> <u>le 25.02.81 pour analyses</u>	pH	Eh mv	Conductivité à 20° C (μ S/cm)
C	5,2	485	157
D aval	3,3	635	285
E	5,2	485	114
C'	6,5	465	134
<u>Echantillons d'eau prélevés</u> <u>les 10 et 11.03.81</u>			
Exhaure	3,7	565	303
D amont	3,0	675	660
D aval	3,6	625	387
Rejet (= sortie du chantier)	3,1	675	541
Herbage aval des bassins	6,4	480	167
Drain Nord-Ouest	5,1	485	102
C	4,35	555	236
Fossé de récupération Sud	2,55	675	2730
Fossé au Sud de l'exhaure	2,2	725	3700
Flaques base des déblais au Sud	2,15	715	4610
Base minéral non recouvert	2,25	635	9950
Base des déblais à l'Est	2,15	685	7200

lixiviation



Photo de Mr Lebret



Un ruissellement d'eaux ferrugineuses, sur l'amas sulfuré d'El-Halia, un gisement pyriteux. Algérie, 2006. © BRGM - Patrick Lebret

Les Eaux d'Exhaure

Matières en suspension et acidification des eaux

Environ 80 carrières en Bretagne sont ainsi soumises à l'auto-surveillance de leurs rejets d'eau.

Pour les besoins de l'extraction, les carriers pompent l'eau puis la rejettent dans le milieu naturel. **C'est ce qu'on appelle les eaux d'exhaure.**

Les industriels font transiter les eaux d'exhaure dans des bassins de décantation ou traitent ces eaux avant leur retour au cours d'eau. Les eaux utilisées pour le lavage des matériaux et des engins sont obligatoirement recyclées en circuit fermé.

L'un des principaux paramètres surveillés est la teneur en matières en suspension et en éventuels polluants issus de l'exploitation. **Un excédent de matières en suspensions peut par exemple provoquer l'asphyxie des espèces aquatiques.**

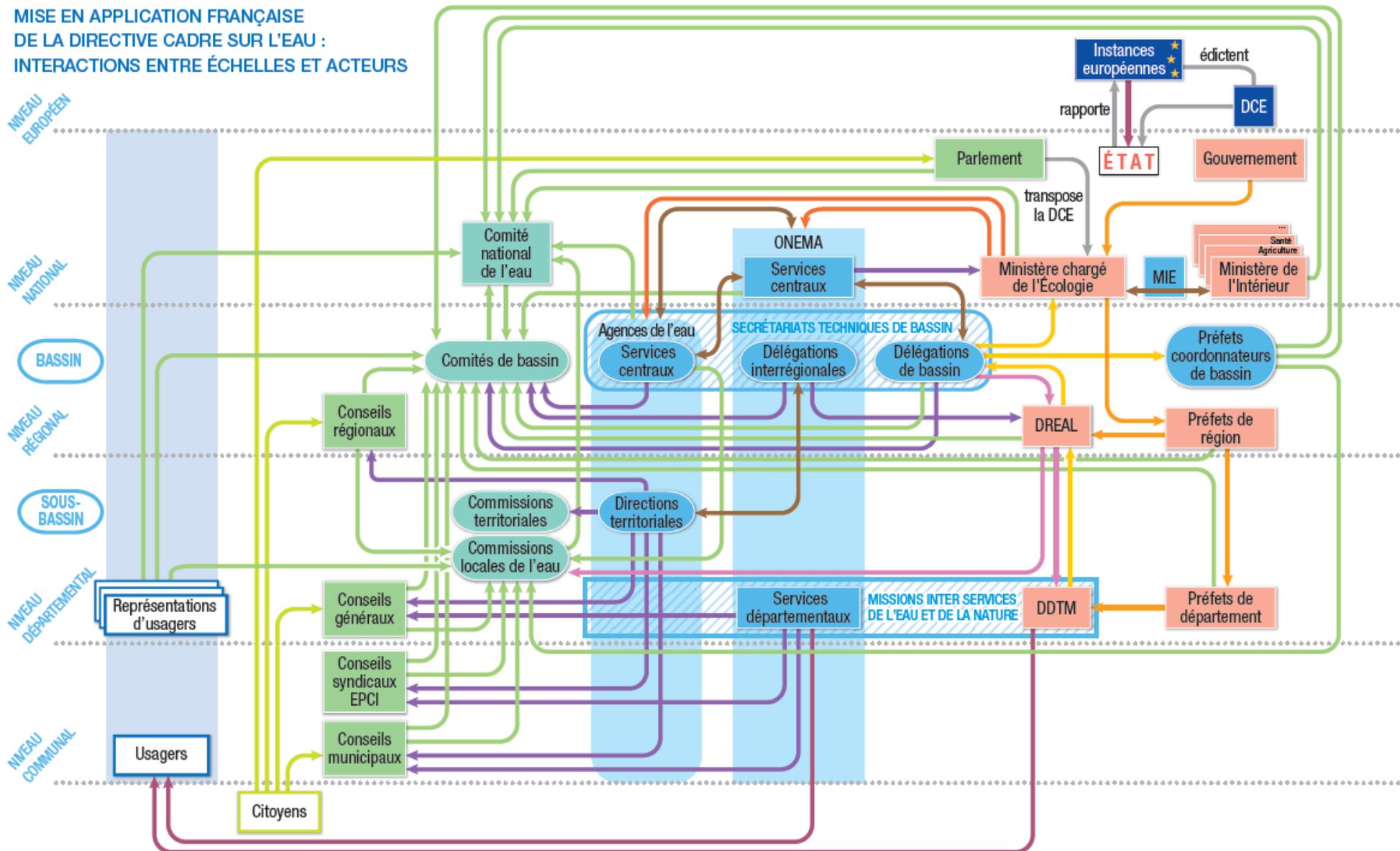
IMPACTS POSSIBLES

- Acidification « naturelle » masses d'eau, rivières
- Contami. par dilution de composés métalliques
- Contami. par les minéraux radioactifs
- Contami. par l'industrie minière, extraction et ou concentration
- Ouvertures de layons sur des zones sensibles
- Impact sur les masses d'eau, assèchement de puits et sources environnants

IMPACTS SUR

- Diminution de la ressource
- Traitements supplémentaires eau réseau
- Qualité et en volume des forages
- Piscicultures
- Pratique de la pêche
- Agriculture
- Elevage
- Tourisme
- etc

MISE EN APPLICATION FRANÇAISE
DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU :
INTERACTIONS ENTRE ÉCHELLES ET ACTEURS



- Instance élue
- Instance de concertation
- Instance/Organisme dédié à l'eau
- Instance exécutive de l'État
- Enceinte de coopération

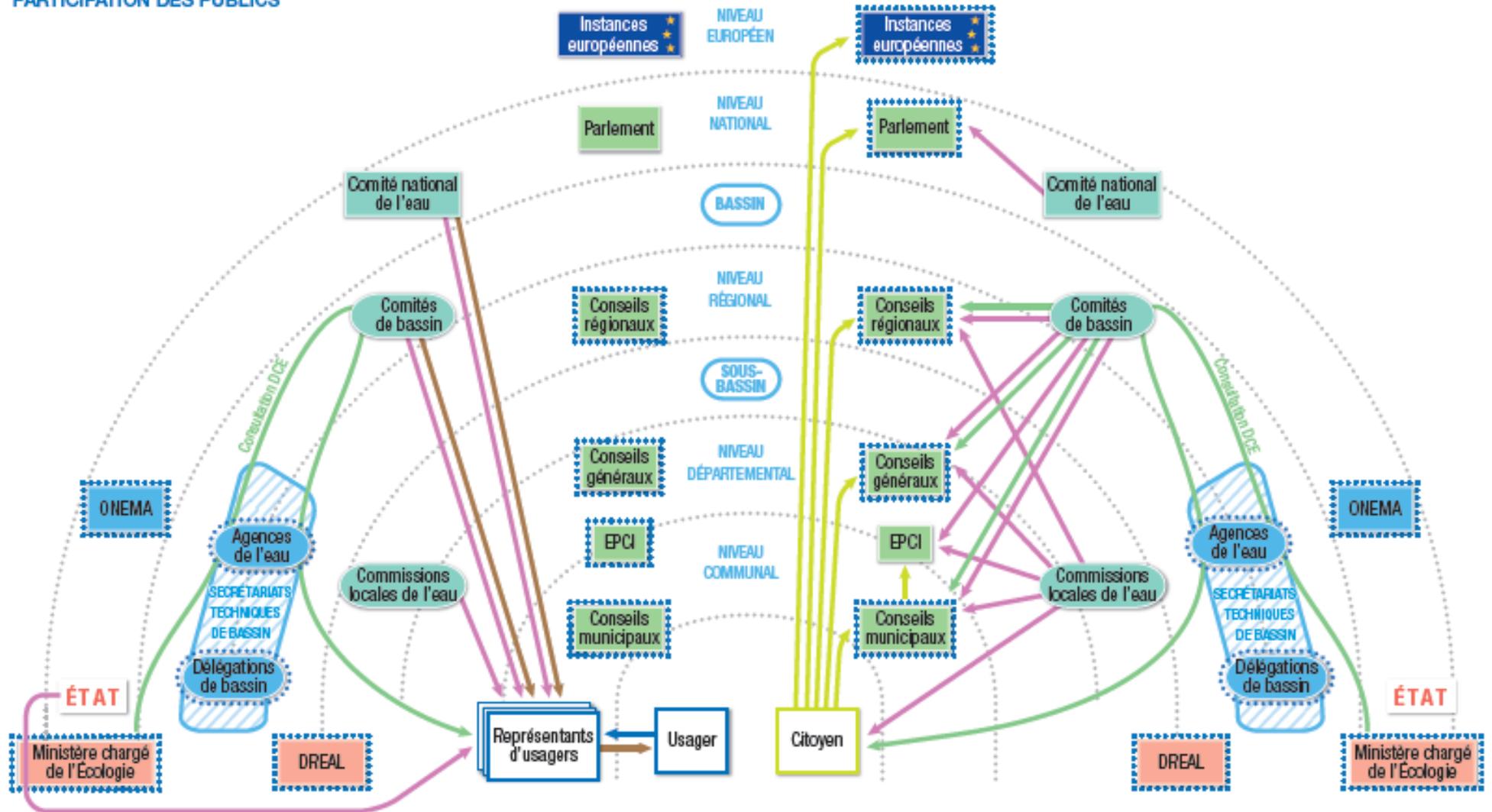
Liens de participation / dépendance

- Élit
- Se fait représenter au sein de
- Rend compte à
- Confie la mise en oeuvre à
- Exerce la tutelle sur

Liens d'action

- Contrôle la conformité des actions de... dans le domaine de l'eau
- Apporte un appui technique à
- Favorise les échanges et la cohérence des actions de
- Coopèrent

MISE EN APPLICATION FRANCAISE DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU :
PARTICIPATION DES PUBLICS



- Instance élue
- Instance de concertation
- Instance/Organisme dédié à l'eau
- Instance exécutive de l'État
- Enceinte de coopération
- Organisme émettant de l'information sur l'eau

- Élit/désigne sa représentation au sein d'instances démocratiques
- Élit/désigne sa représentation au sein d'instances dédiées à l'eau
- Communique à l'intention de
- Organise la consultation de
- Organise la concertation de
- Négocie

Accueil >> Thématiques

THÉMATIQUES



Créé par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006, l'Onema est un établissement public qui a pour finalité la reconquête du bon état des masses d'eau, un objectif fixé par la directive cadre européenne sur l'eau (DCE) du 23 octobre 2000. Le bon état de l'eau et des milieux aquatiques passe par : la préservation de sa qualité, la restauration physique des cours d'eau et de leur continuité, la gestion quantitative de la ressource en eau, la protection de la biodiversité ou le contrôle des usages ; autant d'enjeux sociétaux pris en charge avec les partenaires de l'Onema.

Pour chacune de ces thématiques, l'Onema coordonne ses efforts en matière de :

- connaissance scientifique et technique
- suivi de l'état des eaux
- contrôle des usages
- sensibilisation aux politiques publiques.

Les thématiques sont ici présentées avec les résultats récents et le témoignage des partenaires de l'Onema.

➤ PRÉSERVER ET ÉVALUER LA QUALITÉ DE L'EAU

- ▶ Contaminants et pollutions aquatiques
- ▶ Les méthodes de surveillance de la qualité de l'eau
- ▶ La surveillance de la qualité des eaux
- ▶ Pollutions diffuses agricoles : une « boîte à outils » à transférer aux maîtres d'ouvrage

➤ RESTAURER L'HYDROMORPHOLOGIE DES COURS D'EAU

- ▶ Restauration de la continuité des cours d'eau : un outil pour accompagner les actions
- ▶ La prise en compte de l'impact environnemental de l'autoroute A89

Légifrance > Fac-similé JO du 21/03/2014, texte 21

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DU REDRESSEMENT PRODUCTIF

Arrêté du 13 mars 2014 acceptant la renonciation totale du Bureau de recherches géologiques et minières à la concession de mines de plomb, zinc, cuivre, argent et substances connexes dite « Porte-aux-Moines » (département des Côtes-d'Armor)

NOR : PROL1405271A

Par arrêté du ministre du redressement productif en date du 13 mars 2014, la renonciation du Bureau des recherches géologiques et minières à la concession de mines de plomb, zinc, cuivre, argent et substances connexes dite « Concession Porte-aux-Moines » (Côtes-d'Armor) est acceptée.

En conséquence, il est mis fin à cette concession et les mines correspondantes sont replacées dans la situation de gisement ouvert aux recherches.

file:///C:/Users/Proprietaire/Documents/Mines/Merleac/Fac-simil%C3%A9%20JO
%20du%2021_03_2014,%20texte%2021%20_%20Legifrance.htm

Zones géographiques fragilisées

- 34 Communes impactables 37.000 habitants
- Et par les réseaux hydrographiques.....
- Plus tout le littoral correspondant

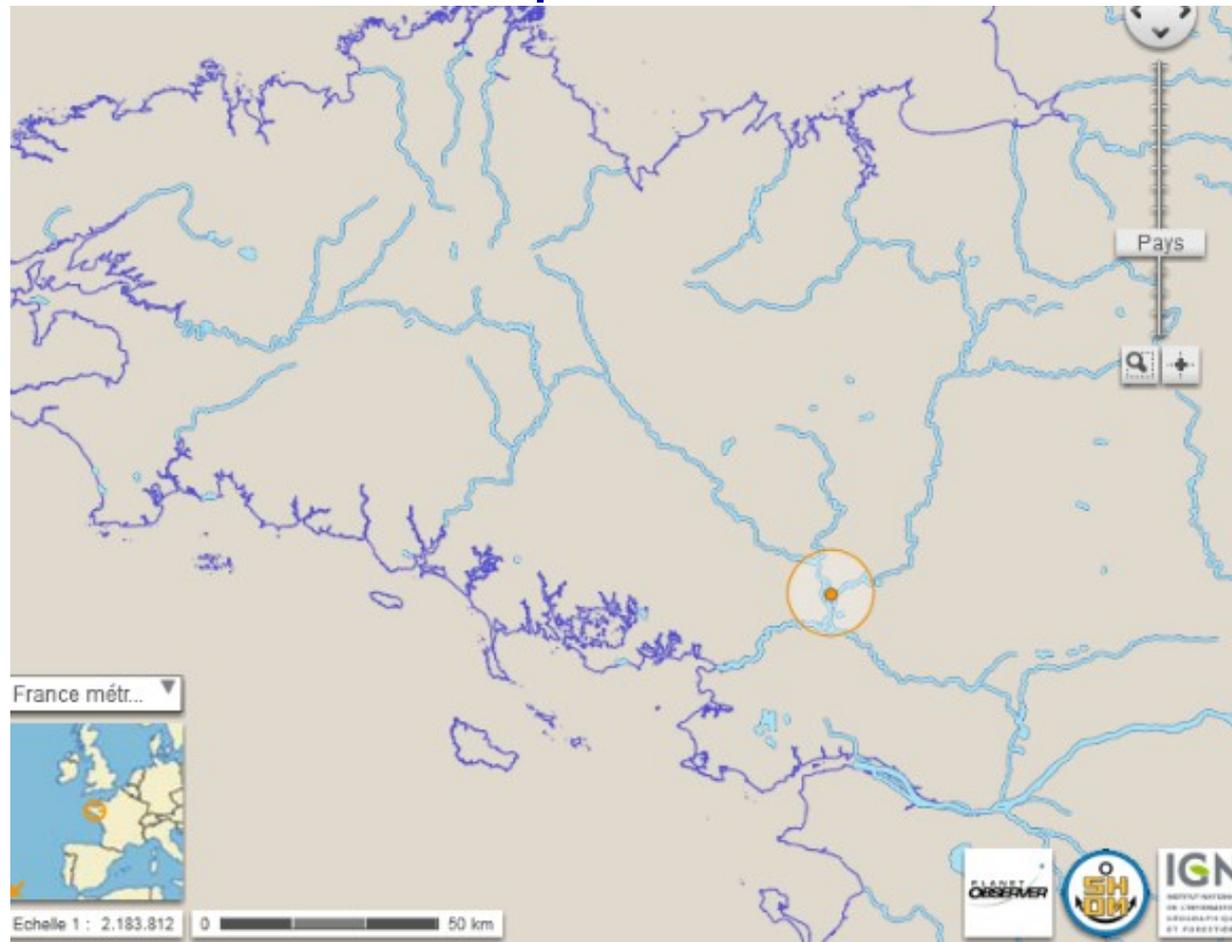


schéma départemental d'interconnexions et de sécurisation



-  réservoir sur tour
-  réservoir au sol
-  usine d'eau potable
-  station de pompage
- MUIZILLAC** collèges Eau du Morbihan
- LE SOURIN** collectivités non membres
-  feeder SDE 5G
-  feeder L.A.V.
-  feeder projeté
-  feeder L.A.V. projeté

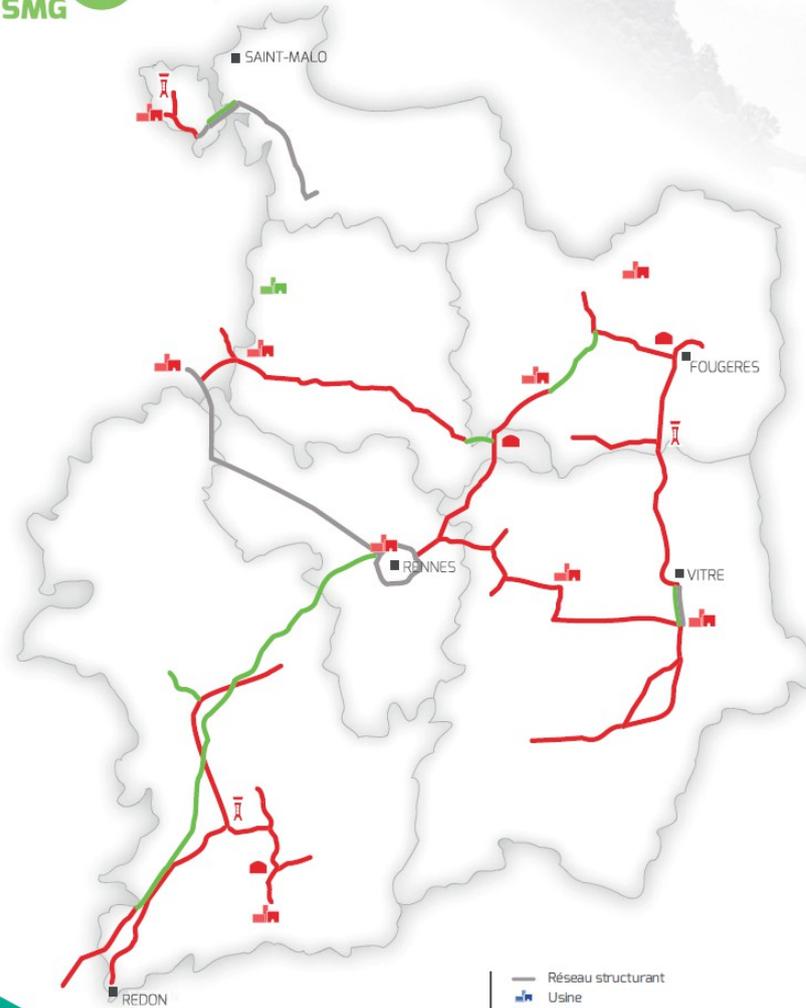
☰ Protection de la ressource



<http://www.smg35.fr/>

Schéma départemental

Décembre 2014



- Réseau structurant
- Usine
- ⌘ Réservoir sur tour
- Bache

**Travaux inscrits
au schéma départemental**

- Travaux réalisés ou en cours (fin 2014)
- Travaux projetés
- SMP

www.smg35.fr Crédits Photos © SMGES

Pollution de l'environnement par les boues de forage

Les boues peuvent directement ou indirectement (via les nappes ou le milieu superficiel), éventuellement accidentellement contaminer l'environnement, en mer notamment.

Les boues sont elles-mêmes (intrinsèquement), à des degrés divers selon les cas, toxiques et écotoxiques.

Certaines boues peuvent aussi contenir des perturbateurs endocriniens et résidus pétroliers également perturbateurs actifs à faibles doses ;

Outre une toxicité intrinsèque, la boue peut développer une toxicité acquise ; en effet, selon la profondeur, les couches rencontrées, et les additifs qu'on y a ajouté, la boue remontée peut acquérir du substrat des molécules ou composés toxiques ou indésirables (métaux lourds, métalloïdes (tel que de l'arsenic), du H₂S ou d'autres produits soufrés indésirables, voire des radionucléides.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Boue_de_forage#Pollution_de_l.27environnement_par_les_boues

Fluide et système de circulation du fluide

Le fluide dans un forage est un élément clé, car il évacue les déblais qui s'accumulent au fond du puits, il stabilise les parois du puits lorsque ce dernier est encore « nu » (sans cuvelage) et enfin il peut aussi lubrifier et refroidir l'outil en activité. Le choix d'un fluide ne s'arrête pas là : les eaux souterraines (parfois potables) peuvent être contaminées par certains fluides utilisés.

Pour évacuer les déblais de forage, soit le fluide doit circuler très vite (air comprimé), soit le fluide, alors liquide, doit être d'une densité et d'une viscosité contrôlées régulièrement par le foreur. L'ajustement de ces paramètres se fait par ajout de bentonite et de polymères pour la viscosité, ainsi que de baryte, formiate de césium ou de sels de sodium ou de potassium pour la densité. Le problème de l'évacuation des cuttings ne dépend pas uniquement des propriétés du fluide - la pression et le débit qui lui sont imposés, la surface de la colonne d'évacuation et les pertes sont d'autres facteurs dont il faut tenir compte.

Les divers fluides de forage sont :

l'air comprimé ;

l'eau ;

la bentonite (ou « boues bentonitiques ») ;

les gels de polymère - utilisés pour la fabrication des boues ou comme additifs ;

les mousses ;

le formiate de césium saturé dans l'eau est assez dense (densité $d=2,3$) pour que certains sédiments flottent ;

la baryte en émulsion et les sels de sodium et de potassium augmentent aussi la densité des fluides.

1 Composition et typologies des boues

1.1 Les additifs

1.2 Boues dite « lourdes » ou ultra-lourdes

2 Fonctions des boues de forage

2.1 Lubrification / Refroidissement

2.2 Remontée des déblais de forage

2.3 Rôle d'équilibrage des pressions sur les parois du forage

2.4 Soutien du train de tiges et du matériel à descendre dans le puits

2.5 Transmission de l'énergie hydraulique de la surface vers les outils profonds

2.6 Transmission au foreur en surface d'informations nécessaires

2.7 Contrôle de la corrosion (à un niveau acceptable)

3 Circulation contrôlée

4 Analyse et monitoring des boues

5 Contamination des boues, pollution par les boues

5.1 Pollution de l'environnement par les boues

5.2 Solutions testées ou réglementaires

6 Problèmes fréquents

6.1 Hausse de pression

6.2 Endommagement de la formation géologique



Gestion des mines et dénoyage



Approvisionnement en eau



Services hydrogéologique

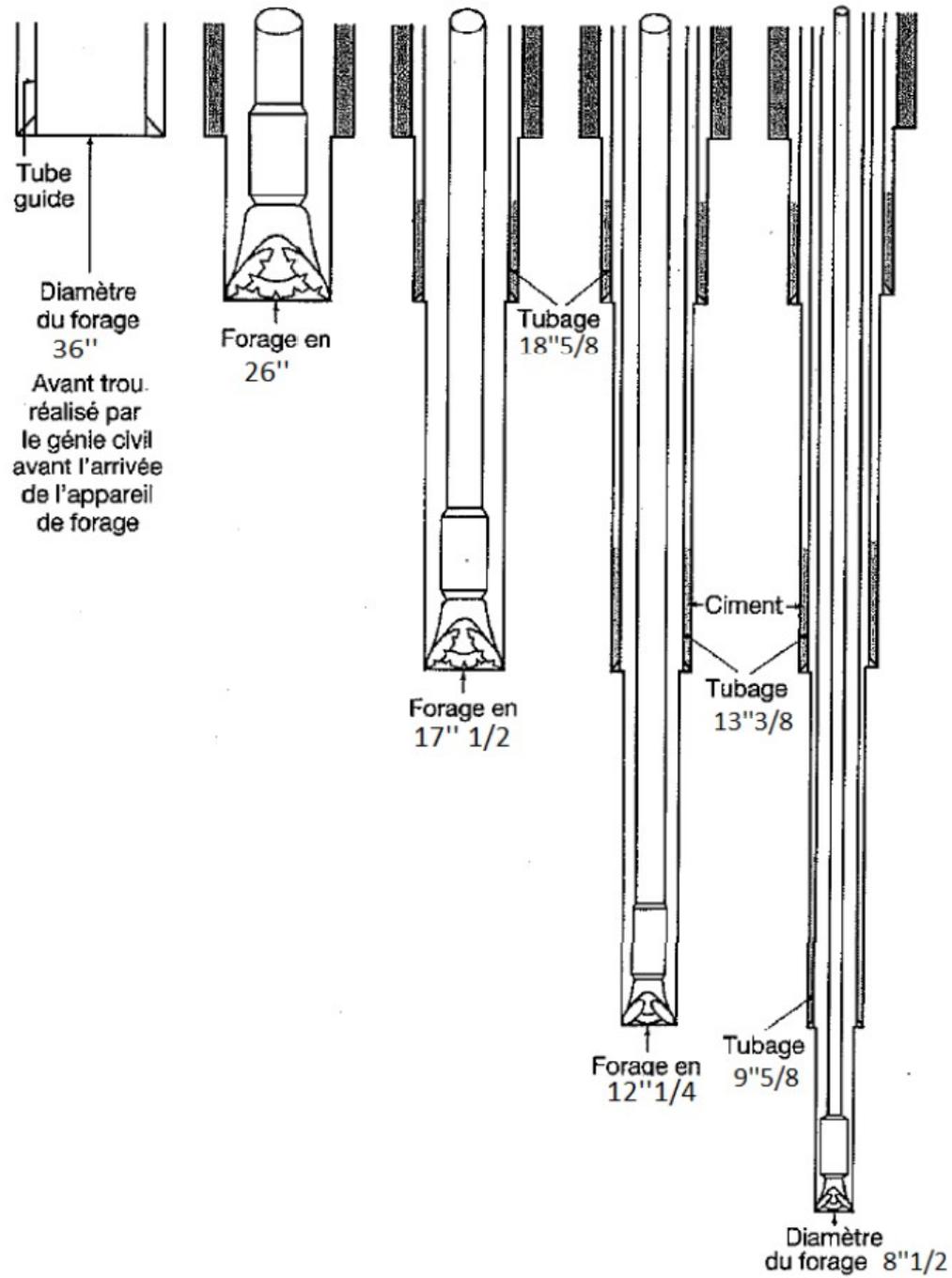


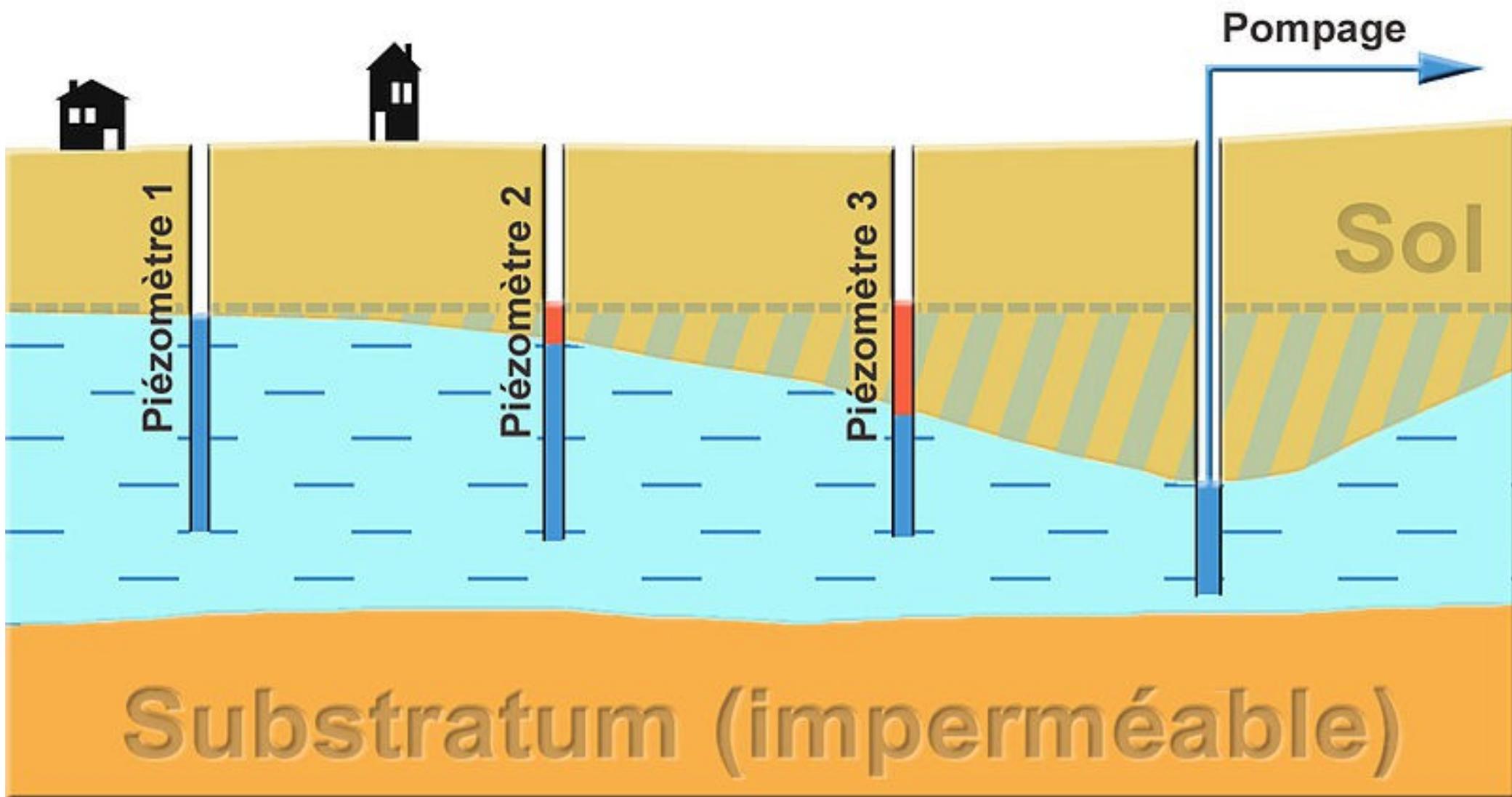
Evaluation de la qualité de l'eau



**Fermeture des mines et récupération
des eaux souterraines**

L'image ci-dessous représente une coupe technique de notre puits phase par phase.
L'image ci-dessous représente une coupe technique de notre puits phase par phase.





Une eau parfaite



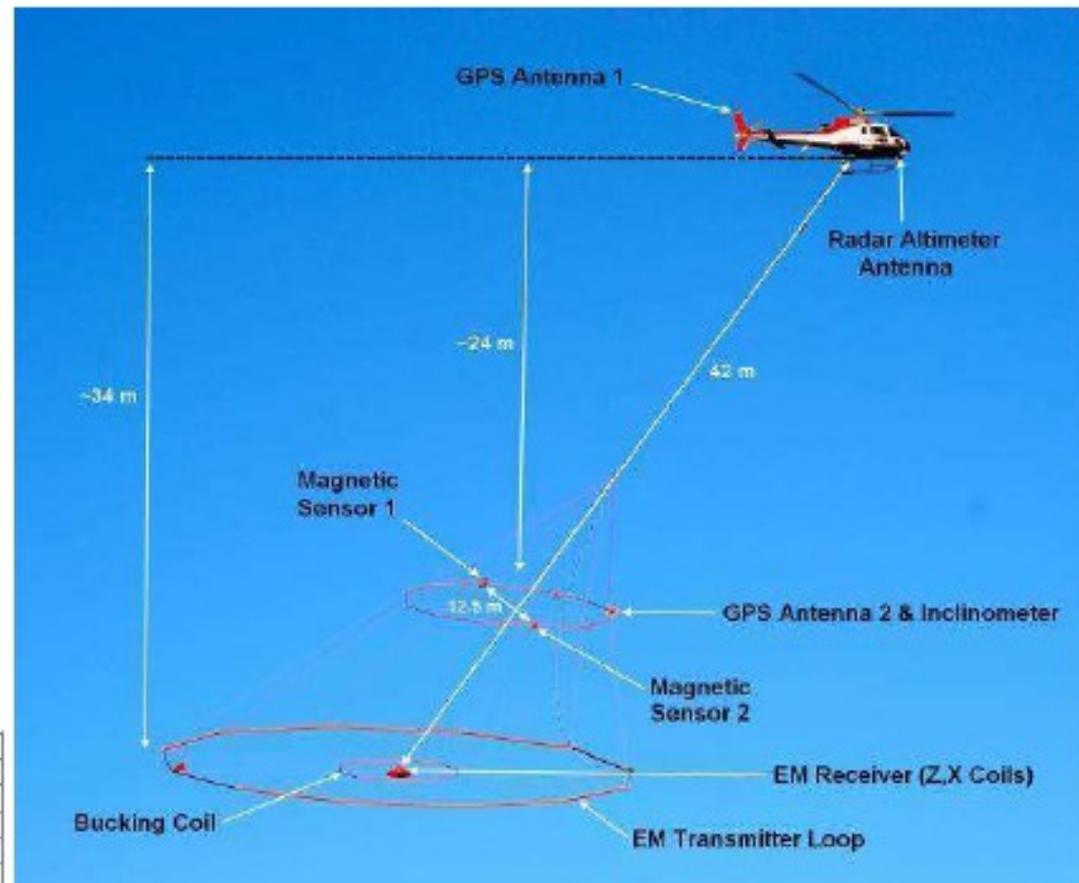
GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉE

- **Représentation 3D sous-sol**
- **Quels impacts? (Note technique BRGM)**
 - Exposition très brève (plus de 500 m parcourus en 30 s)
 - Intensité du champ électromagnétique émis (à 35 m) très faible

	Intensité du champ (μT)
Rasoir électrique*	15-1500 (à 3 cm)
Téléphone cellulaire**	1 000 000 (à 2 cm)
Four micro ondes*	4-8 (à 30 cm)
Lave-linge*	0,15-3 (à 30 cm)
Téléviseur*	0,01-0,15 (à 1 m)
Fil électrique (0,5 A)	0,5 (à 20 cm)
Câble d'alimentation électrique des trains (4 x 100 A)	53 (à 1,5 m)
Norme réglementaire pour les lignes à haute tension (50 Hz)***	100
Ligne haute tension**	1 (à 100 m)
Imagerie médicale (IRM)	10 ⁵
Champ magnétique terrestre	40
SkyTEM	0,57 (à 35 m)

Tableau 1 - Valeurs caractéristiques de l'intensité du champ magnétique.

Sources : ** Office fédéral de protection contre les rayonnements, Allemagne 1999. ** Rayonnements électromagnétiques des téléphones portables, cahier documentaire INRS ND 2112-176-99 - N° 176, 1999. *** AMF-RTE, lignes électriques haute et très haute tension et champ magnétiques de très basse fréquence, septembre 2010.



VTEM (Geotech Airbone Ltd ©)





Pouvons nous laisser saccager
notre Réserve en Eau ?



La meilleure banque c'est la terre



**Tu y mets tes semences
et elle les fait fructifier gratuitement**

planetemerline.kazeo.com