



**RESEAU DE SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES :
ANALYSES DES RESULTATS DE L'ANNEE 2016**

CONTRAT TERRITORIAL DES BASSINS VERSANTS DU TERRITOIRE DU SAGE DE LA BAIE DE
DOUARNENEZ

Février 2017

Sommaire

1. PRESENTATION DU NOUVEAU RESEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES	3
1.1. Historique	3
1.2. Protocole	3
1.3. Cartographie des stations de suivi	4
2. RESULTATS DU SUIVI 2013	6
2.1. Conditions de la campagne	6
2.2. Résultats	8
2.3. Analyse par contexte géologique	11
2.4. Analyse approfondie des données en contexte de schistes briovériens	12
3. CONCLUSION	16

1. Présentation du nouveau réseau de suivi des eaux souterraines

1.1. Historique

Une première étude bibliographique a été conduite durant l'été 2011 pour rassembler les connaissances existantes et tenter de comprendre le fonctionnement des eaux souterraines sur le territoire, ainsi que leur rôle dans la qualité des eaux de surface.

Les principaux résultats ont fait apparaître une réelle complexité du système avec la superposition d'une nappe de surface chargée en nitrates et d'une nappe profonde où le phénomène de dénitrification s'exprime fortement, permettant d'atteindre des valeurs très faibles. La part d'alimentation des cours d'eau par l'ensemble des eaux souterraines est différente entre les terrains schisto-gréseux du Porzay (35 à 50%) et les granitiques du Ris et du Port Rhu (55 à 60%). La nappe superficielle fournirait 70 à 80% de ces apports souterrains. Cela signifie que les cours d'eau des bassins versants granitiques sont alimentés en majorité par les eaux souterraines peu profondes chargées en nitrates. D'autre part, la contribution des eaux souterraines est variable au cours de l'année (bureau d'étude REAGIH, 2013). Elle est souvent maximale en été (proche de 100% localement).

Enfin les temps de transfert de l'eau dans les nappes sont très longs, les sites expérimentaux montrent des résultats variant de 20 à 70 m / an. Ainsi, sur les bassins versants du territoire du SAGE, il faudra 10 à 25 ans en moyenne pour que les eaux infiltrées dans la partie amont rejoignent le ruisseau en bas de versant (REAGIH, 2013).

Une autre étude a été réalisée fin 2012/début 2013 afin d'établir un réseau de suivi des eaux souterraines. Ce réseau est constitué de 28 points d'observation situés principalement au niveau de résurgences d'eau souterraines. Celles-ci présentent un intérêt majeur puisqu'elles correspondent à des résurgences de la nappe superficielle chargée en nitrates. Certains des 28 points retenus ont un bassin d'alimentation situé entièrement en zone « naturelle », ils serviront de référence à l'image du réseau de référence sur les eaux superficielles. La plupart des forages et des puits n'ont pas été retenus car ils possèdent plusieurs inconvénients. D'abord, leur bassin d'alimentation est plus restreint, ensuite le manque d'informations sur les ouvrages induit une méconnaissance du type de nappe captée (superficielle ou profonde) et enfin le protocole d'échantillonnage est plus lourd (un pompage préalable à l'échantillonnage est nécessaire).

1.2. Protocole

Deux types de campagnes sont mis en place, seuls les nitrates sont analysés :

- Campagne de base : une 1^{ère} campagne a été réalisée en septembre 2013 sur les 28 stations identifiées afin d'établir un état des lieux initial de la qualité des eaux souterraines sur le périmètre de la charte de territoire. Le prélèvement est effectué en période d'étiage pour

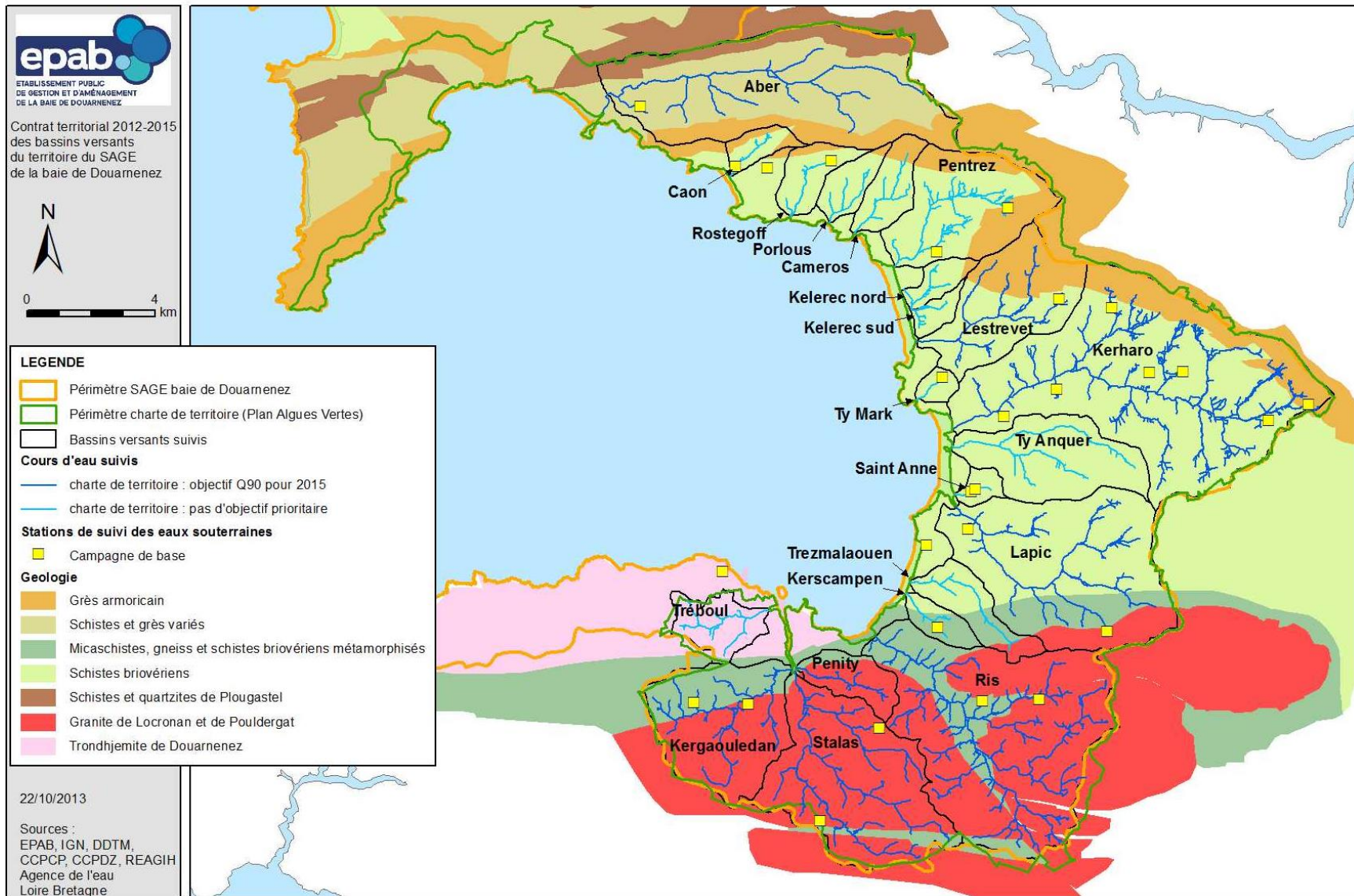
s'assurer de l'origine uniquement souterraine de l'eau recueillie. L'analyse des résultats fait l'objet de ce présent rapport.

- Campagne « suivi actions » : focalisée sur certaines exploitations engagées dans le cadre du programme Breizh Bocage et/ou du programme d'amélioration des pratiques agricoles. L'objectif sera de déterminer l'impact des actions sur la qualité des nappes. Le nombre de stations suivies est fixé à 10 avec une fréquence de prélèvement annuelle, leur localisation sera décidée au cours de l'année 2014.

1.3. Cartographie des stations de suivi

Les données géologiques proviennent de l'étude réalisée en 2013 par le bureau d'étude REAGIH dans le cadre de l'état des lieux du SAGE de la baie de Douarnenez. Elles représentent les principales formations. Pour plus de détails, il est nécessaire de se référer à la carte géologique du BRGM au 1/50 000^e.

Réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines : campagne de base



2. Résultats du suivi 2016

2.1. Conditions de la campagne

La campagne de prélèvement en hautes eaux a été réalisée les 22 et 23 mars 2016. Les 33 stations ont pu être échantillonnées pour réaliser via un prestataire des analyses accréditées de nitrates et chlorures. Sur place, les paramètres *in situ* basiques ont été mesurés :

- pH
- Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- Oxygène dissous (mg/l) et oxygène en saturation (%)
- Température

Les conditions hydroclimatiques étaient stables, cette campagne a eu lieu après une période de 12 jours consécutifs sans pluie significative ($<1\text{mm}/24\text{h}$) (voir Figure 1)

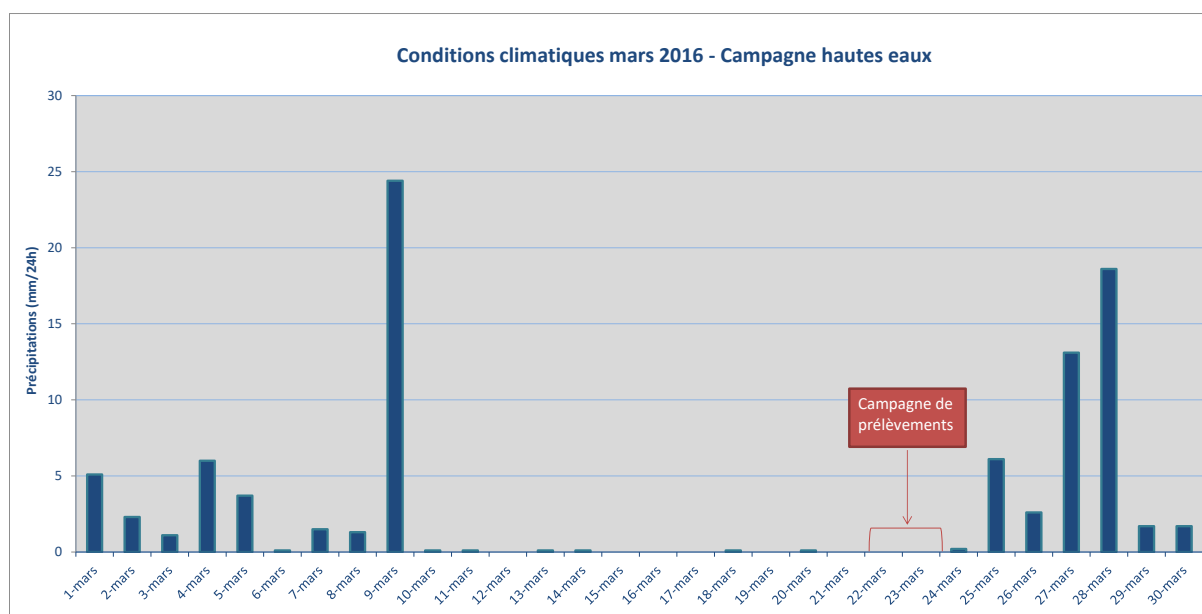
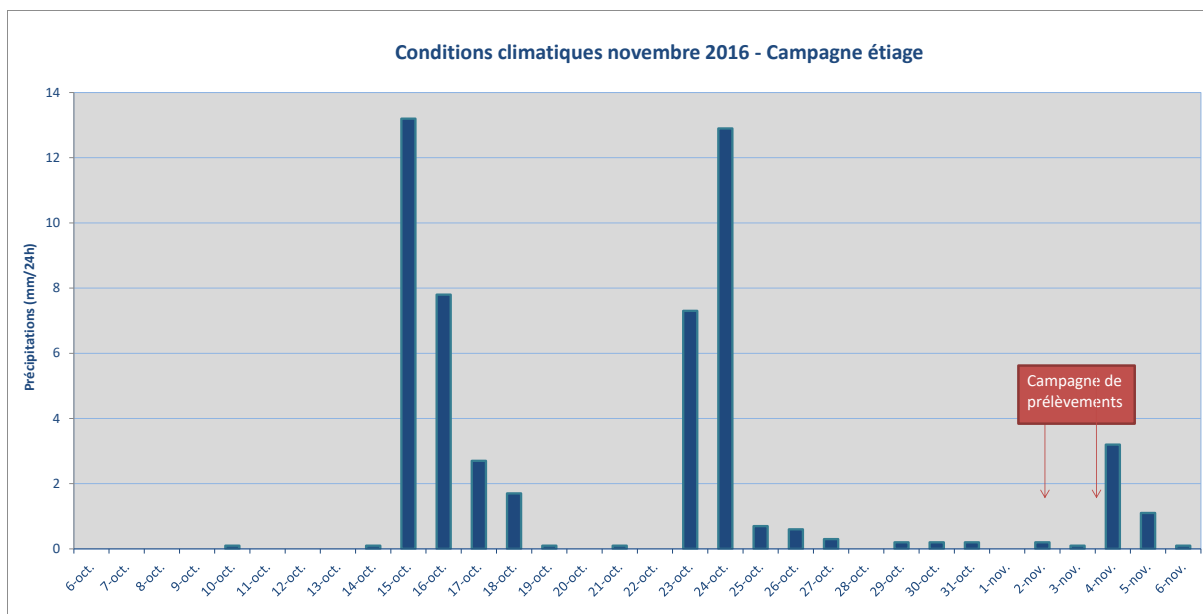


Figure 1 : Conditions climatiques de la campagne de mars 2016

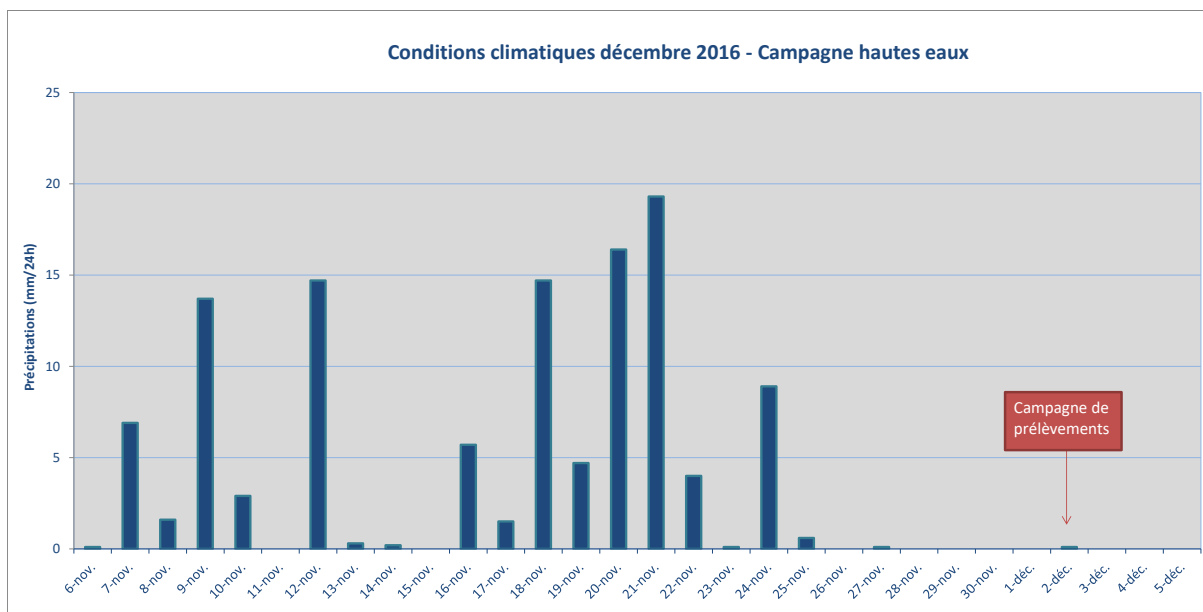
Une seconde campagne de prélèvement a été réalisée en fin d'été au mois de Novembre. Les protocoles de mesures étaient similaires. Cette campagne a été fractionnée, en raison de certaines stations en assés, mais également en suivant les aléas climatique automnaux.

Les 2 et 4 Novembre, 19 stations ont été échantillonnées. Lors de ces campagnes, 5 stations ont été identifiés comme étant en assés. Les conditions hydrologiques étaient stables, après une période sans pluie de 9 jours.

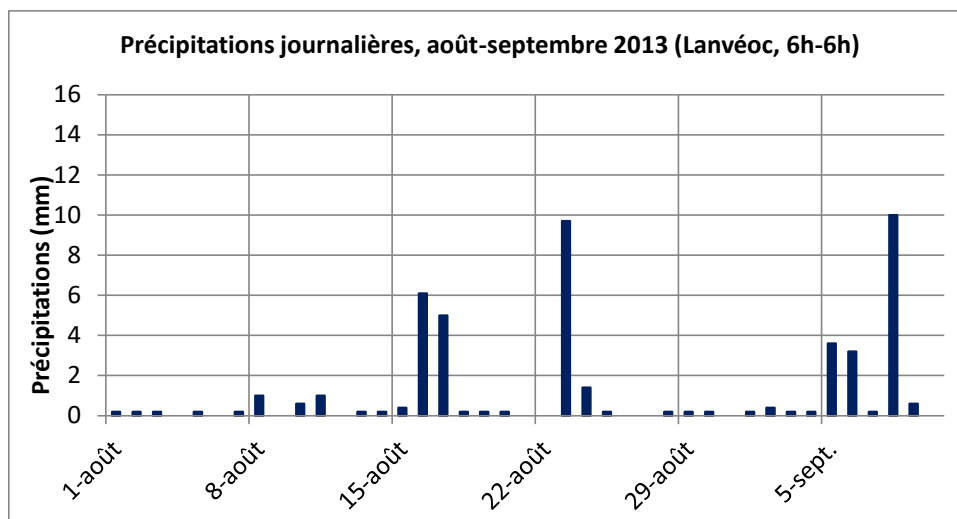
Il est à noter que les prélèvements effectués le 4 Novembre ont été réalisés avant la pluie indiquée sur le graphique, celle-ci ayant eu lieu pendant la nuit du 4 au 5 novembre.



La seconde partie des prélèvements ont été faits le 2 décembre et ont concerné 9 stations. Les conditions climatiques étaient favorables, voir .



La campagne a été réalisée le 5 septembre 2013, en période d'étiage, après une succession de 11 jours sans pluie (graphique suivant). A noter que le graphique suivant indique 3,6 mm le 5 septembre qui sont tombés entre le 5 septembre à 23h et le 6 septembre à 6h (source : meteociel.fr)



Source : météo france

L'une des 28 stations (n° 2 – Pen Ar Stang) était asséchée. 27 prélèvements ont donc été effectués. Certaines stations présentaient un écoulement très faible, d'autres une eau stagnante. Les résultats des prélèvements en eau stagnante sont à interpréter avec précaution puisque l'absence d'écoulement peut engendrer des phénomènes de dénitrification et donc une sous-estimation de la concentration réelle en nitrates dans les eaux souterraines.

2.2.Résultats

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant. Les conditions d'écoulement au moment du prélèvement sont indiquées dans la dernière colonne. Lorsque l'écoulement n'est pas perceptible à l'oeil nu, la température peut être un indice de l'écoulement effectif d'eau souterraine. Une température relativement fraîche est plutôt révélatrice d'une arrivée effective d'eau souterraine. Le bureau d'étude REAGIH a réalisé des mesures à l'aide de bandelettes colorimétriques en octobre 2012. Ces résultats sont également présentés dans le tableau à titre comparatif.

Une représentation cartographique permet de visualiser les résultats en fonction de la géologie. Les classes d'état du SEQ eau de surface (2003) sont utilisées afin de comparer les résultats avec les concentrations aux exutoires des cours d'eau (le 4 septembre pour les 8 cours d'eau PAV et le 28 août pour les autres). Ces classes d'état ne correspondent pas à des valeurs réglementaires actuelles. Les captages d'eau souterraine utilisés pour l'alimentation en eau potable sont également représentés. Les données de qualité des captages proviennent de la base de donnée en ligne ADES et sont disponibles depuis l'année 1998 à une fréquence annuelle : ces valeurs sont donc une référence fiable.

N° station	Nom de la station	Bassin versant	Typologie	Alt. (m)	géologie	Occupation des sols (% BV)			[NO3], mg/l, REAGIH oct.2012	[NO3], mg/l, 05-09-2013	Observation d'un écoulement (O/N, détails), 05-09-2013
						agri.	nat.	urb.			
1	Fontaine Le Caon	Caon	résurgence	18	schistes briovériens	35	15	50	25-50	37	oui, minime
2	Pen Ar Stang	Pen Ar Stang	résurgence diffuse	63	schistes briovériens	84	8	8	40-50	-	non, à sec
3	Aval Croas Semeno	Rostegoff	ruisseau	85	schistes briovériens	74	6	20	25-50	33	oui, faible
4	Fontaine Ar Zont	Pentrez	résurgence	50	schistes briovériens	95	0	5	25-50	8,8	non mais eau fraîche
5	Fontaine Chapelle Neuve - Coatherel	Pentrez	résurgence	122	grès armoricains	0	100	0	0-10	3	non mais eau fraîche
6	Toul Douar (amont)	Lestrevet	ruisseau	93	schistes briovériens	40	57	3	10-25	8,8	oui, minime
7	Fontaine St Corentin	Kerharo	résurgence	83	schistes briovériens	95	5	0	50	26	non mais eau fraîche
8	Fontaine St Sébastien	Ty Mark	résurgence	48	schistes briovériens	80	0	20	25-50	50	oui
9	Fontaine de Kergonan	Kerharo	résurgence	25	schistes briovériens	80	0	20	50-100	55	non mais eau très fraîche
10	Kerchouren aval	Kerharo	ruisseau	26	schistes briovériens	95	0	5	50	50	oui, moyen
11	Forage Kerdalae	Kerharo	nappe phréatique	55	schistes briovériens	100	0	0	50	69	-
12	Source Goarem Richard	Kerharo	résurgence	65	schistes briovériens	100	0	0	50	32	non mais eau fraîche
13	Lavoir de Cast	Kerharo	résurgence	90	schistes briovériens	82	0	18	40-50	39	non, eau tiède (exposition au soleil lors du prélèvement)
14	Fontaine St Gildas	Kerharo	résurgence	155	grès armoricains	5	90	5	10-25	6,1	oui, faible
15	Fontaine St Anne	St Anne	résurgence	25	schistes briovériens	20	80	0	50	64	oui, moyen
16	Ruisseau St Anne	St Anne	ruisseau	27	schistes briovériens	86	3	11	40-50	63	oui, moyen
17	Fontaine Le Reun	Lapic	résurgence	42	schistes briovériens	100	0	0	40-50	56	oui, moyen
18	Kervel	"Kervel"	ruisseau	25	schistes briovériens	94	0	6	50	63	oui, moyen
19	Fontaine St Germain	Kerscampen	résurgence	63	micaschistes, gneiss et schistes métamorphisés	40	20	40	40-50	32	oui, moyen
20	Fontaine Kerjacob	Lapic	résurgence	135	granite de Locronan	0	75	25	25-50	10	oui, moyen
21	Fontaine St Pierre	Ris	résurgence	57	granodiorite de Plogonnec	75	15	10	25	42	oui, faible
22	Kermarc	Ris	ruisseau	48	granite de Locronan	8	87	5	0-10	6	oui, moyen +
23	Fontaine Kroaz Kerloc'h	Stalas	résurgence	67	granite de Pouldergat	70	0	30	50-100	52	oui, moyen +
24	Fontaine Bodonap	Stalas	résurgence	73	granite de Pouldergat	100	0	0	60-100	75	oui, faible
25	Fontaine St Vendal	Kergaoulédan	résurgence	30	granite de Pouldergat	90	10	0	50-100	58	oui, faible
26	Fontaine St They	Kergaoulédan	résurgence	47	micaschistes, gneiss et schistes métamorphisés	75	10	15	25-50	35	non en sortie de fontaine mais oui en entrée (minime)
27	Fontaine St Pierre	"Gorléoc'h"	résurgence	38	trondhjemite de Douarnenez	35	15	50	50	65	oui, faible
28	Lavoir de Lesquervenec	Aber	résurgence	35	schistes et grès	100	0	0	20	16	non mais eau fraîche

Concentration en nitrates dans les eaux souterraines : résultats de la campagne du 5 septembre 2013



LEGENDE

- Périmètre charte de territoire
- Cours d'eau
- Bassins versants
- X Captage AEP d'eaux souterraines

Conc. NO₃ eau surface (CE PAV : 04/09/2013; hors PAV : 29/08/2013)

- Très bon état (0-2 mg/l)
- Bon état (2-10 mg/l)
- Etat moyen (10-25 mg/l)
- Etat médiocre (25-50 mg/l)
- Mauvais état (> 50 mg/l)

Conc. NO₃ eau souterraine (05/09/2013, mg/l): classes d'état SEQ eau

- ▲ Très bon état (0-2 mg/l)
- ▲ Bon état (2-10 mg/l)
- ▲ Etat moyen (10-25 mg/l)
- ▲ Etat médiocre (25-50 mg/l)
- ▲ Mauvais état (> 50 mg/l)

Geologie

- Grès armoricain
- Schistes et grès variés
- Micaschistes, gneiss et schistes briovériens métamorphisés
- Schistes briovériens
- Schistes et quartzites de Plougastel
- Granite de Locronan et de Pouldergat
- Trondhjemitite de Douarnenez

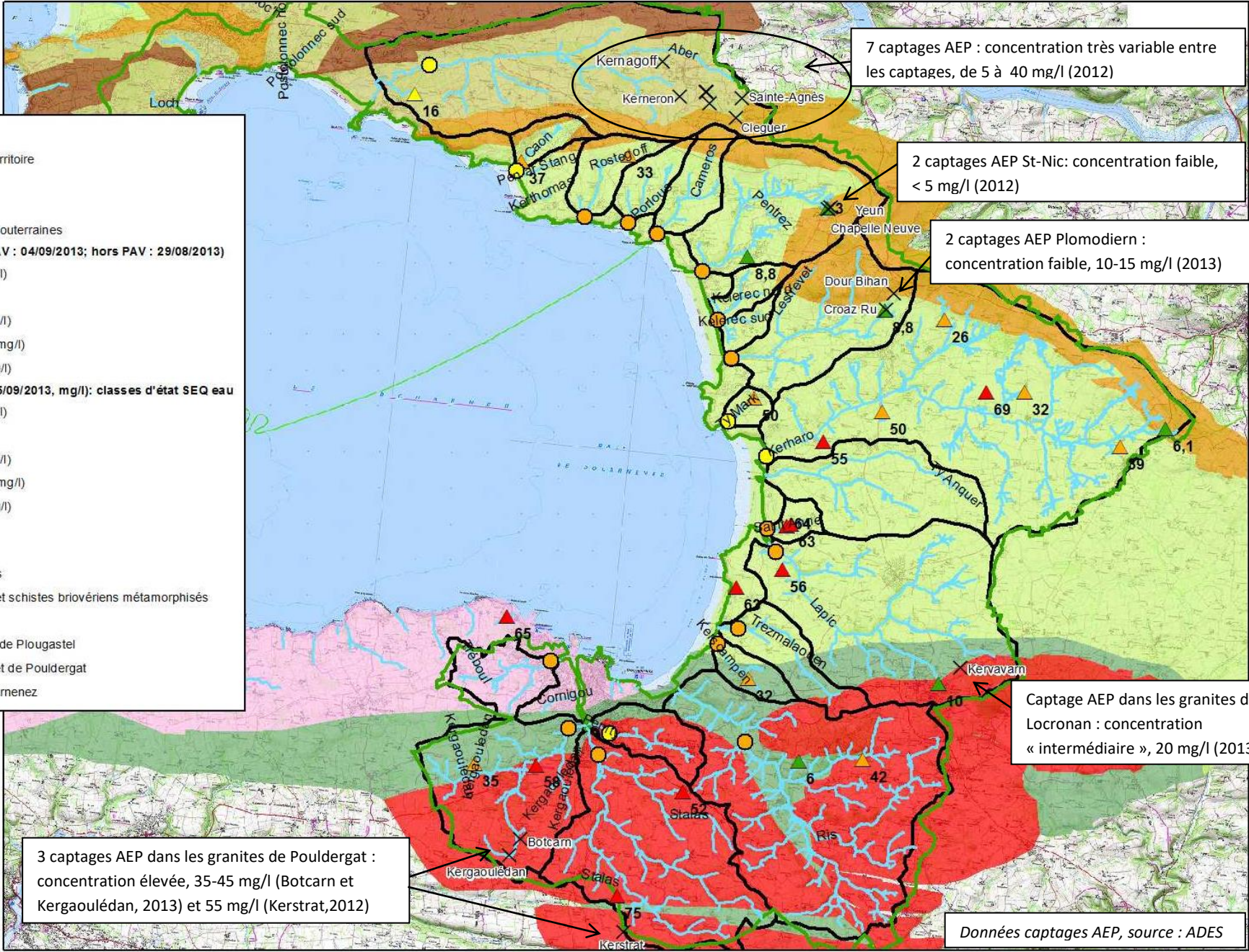
N

1:140 000

0 2 000 Mètres

Date de création : 17/04/2014

Sources : EPAB, REAGIH, IGN



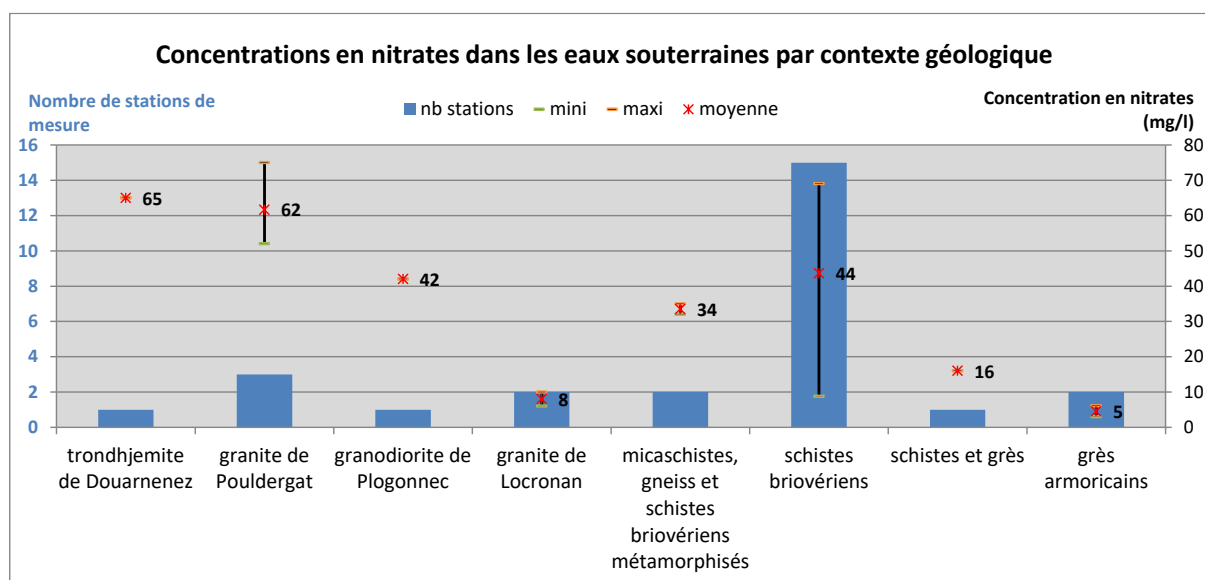
Les concentrations en nitrates dans les eaux souterraines varient de 3 mg/l (grès armoricain) à 75 mg/l (granite de Pouldergat).

Le lien avec les concentrations aux exutoires des cours d'eau n'est pas évident. La plupart des bassins versant comportent peu de stations de prélèvement des eaux souterraines, ce qui limite les corrélations. De plus, la contribution des points de mesures d'eau souterraine au débit à l'exutoire ne peut être évaluée, faute de mesure de débit.

Nous allons étudier les différences de concentration en nitrates dans les eaux souterraines en fonction de la géologie.

2.3. Analyse par contexte géologique

Le graphique suivant présente les statistiques sur les concentrations en fonction de la géologie de la station de mesure. La carte précédente permet de faire le lien avec les données des captages d'eau souterraine utilisés pour l'alimentation en eau potable.



	Trondhjémite de Douarnenez	granite de Pouldergat	Granodiorite de Plogonnec	granite de Locronan	micaschistes, gneiss et schistes métamorphisés	schistes briovériens	schistes et grès	grès armoricains
nb stations	1	3	1	2	2	15	1	2
mini	65	52	42	6	32	9	16	3
maxi	65	75	42	10	35	69	16	6
moyenne	65	62	42	8	34	44	16	5
médiane	65	58	42	8	34	50	16	5
Ecart-type	-	12	-	3	2	19	-	2

L'analyse est effectuée par type de formation puis par type de roche. L'occupation des sols des bassins d'alimentation est prise en compte.

Formations plutoniques

- **Trondhjemite de Douarnenez et granite de Pouldergat** : concentrations élevées, entre 52 et 75 mg/l. Résultats cohérents avec les données de captages AEP situés à proximité (Botcarn, Kestrat et Kergaoulédan). Les 3 stations sur les granites de Pouldergat ont un bassin d'alimentation à dominante agricole tandis que la station sur trondhjemite est sur un bassin à 50% urbain et 35% agricole.
- **Granodiorite de Plogonnec** : concentration assez élevée, 42 mg/l. Bassin d'alimentation majoritairement agricole.
- **Granite de Locronan** : concentration faible, moyenne sur 2 stations = 8 mg/l, assez cohérent avec la concentration au captage AEP de Kervavarn de 20 mg/l. Les 2 stations ont un bassin d'alimentation naturel à plus de 75%.

Les stations situées en domaine plutonique montrent des différences de concentration en fonction de l'occupation des sols de leur bassin d'alimentation. Les stations sur granite de Locronan ont des concentrations faibles, en lien avec un bassin naturel à 75 %.

Formations métamorphiques

- **Micaschistes, gneiss et schistes briovériens métamorphisés** : 2 stations avec une concentration similaire autour de 35 mg/l. La concentration est légèrement plus importante (+ 3 mg/l) à la station ayant le bassin d'alimentation le plus agricole.

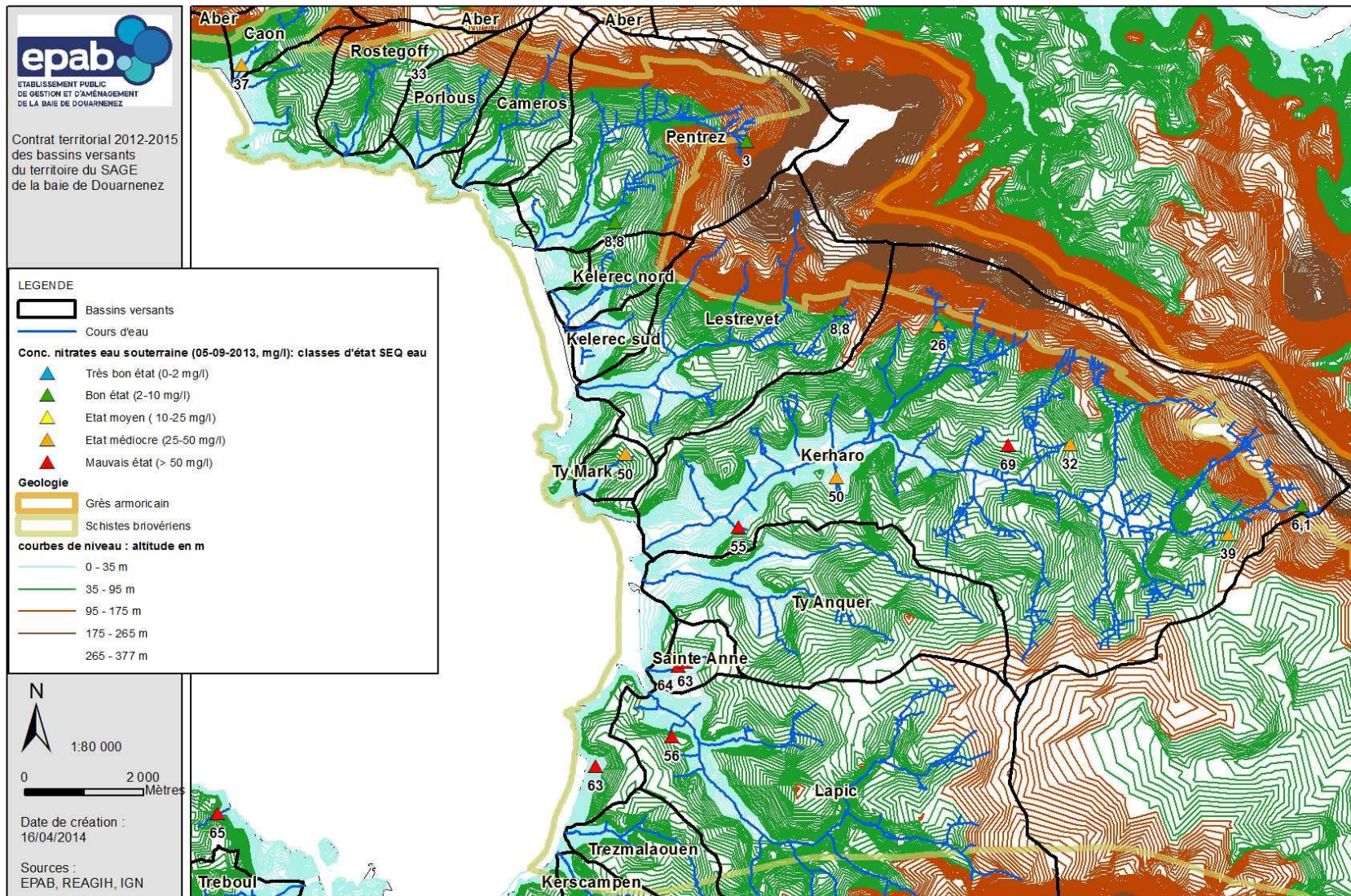
Formations sédimentaires

- **Schistes briovériens** : résultat très hétérogène sur les 15 stations, variant entre 9 et 69 mg/l avec une moyenne de 44 mg/l et un écart type élevé de 19. Ces résultats font l'objet d'une analyse approfondie dans le prochain paragraphe.
- **Schistes et grès** : concentration assez faible, 16 mg/l (une seule station en contexte agricole).
- **Grès armoricains** : concentration faible, 5 mg/l sur 2 stations, en lien avec des bassins d'alimentation boisés. Résultat cohérent avec les 2 captages de Saint-Nic.

2.4. Analyse approfondie des données en contexte de schistes briovériens

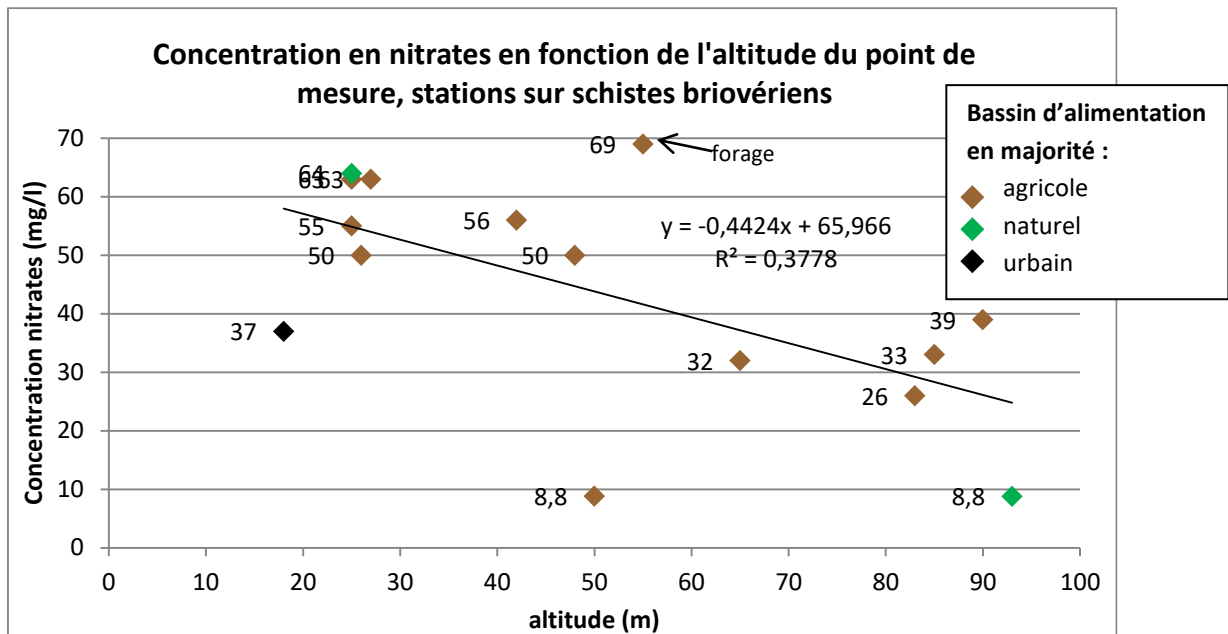
La carte suivante présente les résultats au niveau des bassins versants schisteux. Les courbes de niveau permettent d'identifier une certaine influence de l'altitude du point de mesure : les points situés en amont de bassin versant semblent subir une pression azotée inférieure à ceux situés en aval de bassin versant, à quelques exceptions près.

Concentration en nitrates dans les eaux souterraines (campagne du 5 septembre 2013) : bassins versants schisteux



EPAB – Réseau eaux souterraines : résultats de la campagne de base 2013

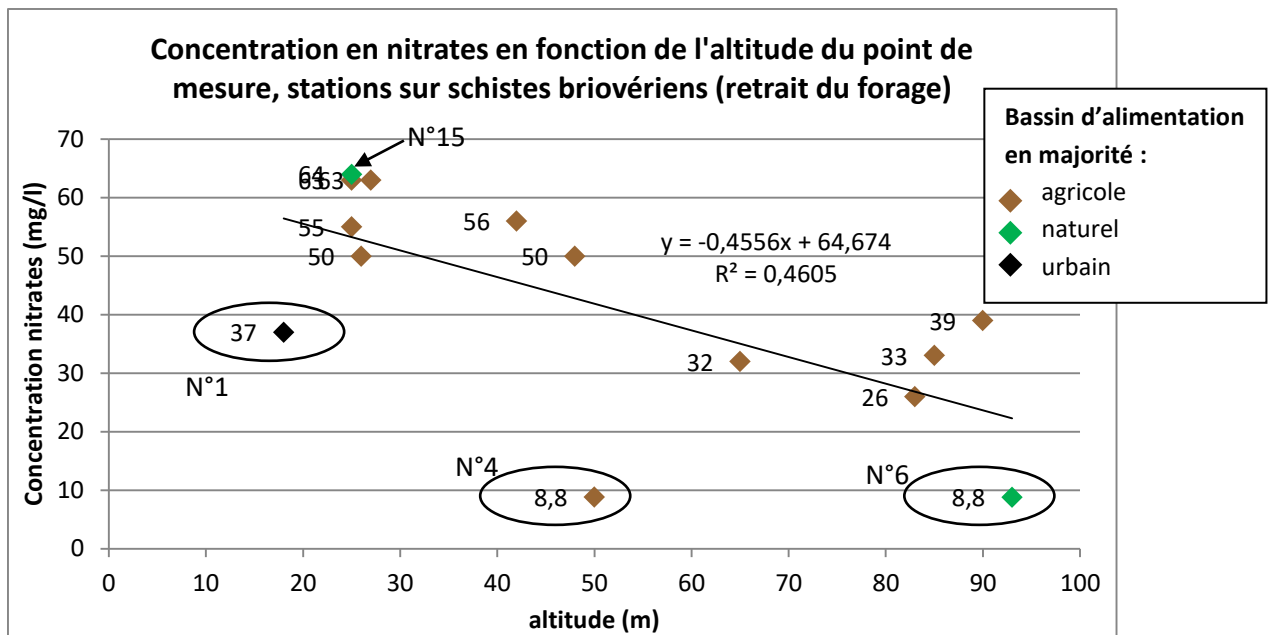
Les graphiques suivants représentent la concentration en nitrates des stations en contexte schisteux en fonction de leur altitude.



Ce premier graphique fait ressortir le point de mesure au niveau du forage Kerdalae, à une concentration de 69 mg/l. D'après son propriétaire, le forage atteint une profondeur d'environ 50 m. Ce qui signifie qu'il capte potentiellement des eaux plus profondes que les autres stations de mesure. Néanmoins cela ne signifie pas que les eaux plus profondes sont plus chargées en nitrates. En effet, suivant l'équipement de l'ouvrage, des fissures superficielles peuvent être en contact avec des fissures plus profondes (REAGIH, 2014¹). Cela peut induire une circulation d'eau du haut vers le bas et donc une chimie de la colonne d'eau du forage influencée soit uniquement par la chimie des eaux souterraines superficielles, soit par un mélange d'eaux profondes et superficielles.

Sur le graphique suivant nous avons retiré le forage.

¹ Echanges par mail avec le bureau d'étude REAGIH en avril 2014



On remarque une corrélation plus importante ($R^2=0,46$ contre $0,38$ précédemment). Cependant plusieurs points sont éloignés de la courbe de régression (entourés en noir). Essayons de trouver une explication parmi les autres paramètres.

2 points présentent des faibles concentrations :

- *Station n°6 : 8,8 mg/l – altitude 93 m.* Cette station est la seule à cette altitude avec un bassin versant essentiellement naturel (57%). Les 3 autres stations à une altitude supérieure à 80m (n°7,3,13), avec des concentrations autour de 30-40mg/l, ont un bassin versant agricole à 75-95%.
- *Station n°4 : 8,8 mg/l – alt. 50m.* Le prélèvement a été effectué en eau stagnante. De plus, on remarque une forte différence avec le résultat de 2012 de 25-50 mg/l. La concentration relevée en 2013 est probablement sous-estimée en lien avec le phénomène de dénitrification en eau stagnante.

Un point à basse altitude présente une concentration de 37 mg/l contre 50-60 mg/l pour les 5 autres stations à basse altitude (<30m) :

- *Station n°1 : 37 mg/l – alt. 18m.* Cette station est la seule avec un bassin d'alimentation essentiellement urbain (50%). La part agricole est de 35%. La plus faible concentration serait donc due à une pression agricole moindre.

Enfin, une station avec un bassin d'alimentation naturel à 80% (et 20% agricole) attire l'attention : station n°15 (fontaine St-Anne) située à 25m d'altitude avec une concentration de 64 mg/l. Un écoulement était visible durant le prélèvement. De plus, la concentration relevée en 2012 était également élevée (50mg/l). Par ailleurs, la concentration relevée dans le ruisseau est identique, mais sans lien direct puisque la fontaine est située en hauteur par rapport au ruisseau qui est encaissé. Si l'on regarde de plus près la géologie du bassin d'alimentation (annexe 1), on remarque qu'il est constitué en partie d'un dépôt de sable dunaire. Ce sable peut masquer en surface un horizon géologique sous-jacent de nature différente : le bassin d'alimentation de la fontaine St Anne serait

différent du bassin topographique, il engloberait une partie du bassin versant située en contexte agricole.

Globalement en contexte schisteux, le facteur altitude semble influencer en partie les concentrations en nitrates dans les eaux souterraines. Les concentrations sont moindres à une altitude supérieure à 60 m. Les concentrations élevées (> 50 mg/l) correspondent aux stations situées en aval de bassin versant à des altitudes entre 20 et 50m, ainsi qu'au forage. Pour ce dernier, aucune conclusion ne peut être tirée.

3. Conclusion

Les concentrations en nitrates dans les eaux souterraines varient en fonction de plusieurs facteurs : la géologie, l'occupation des sols et l'altitude du point de mesure notamment.

Les formations plutoniques (secteur Ris-Port-Rhu) présentent des concentrations élevées (> 50 mg/l) à l'exception des stations situées dans les granites de Locronan aux bassins d'alimentation naturels.

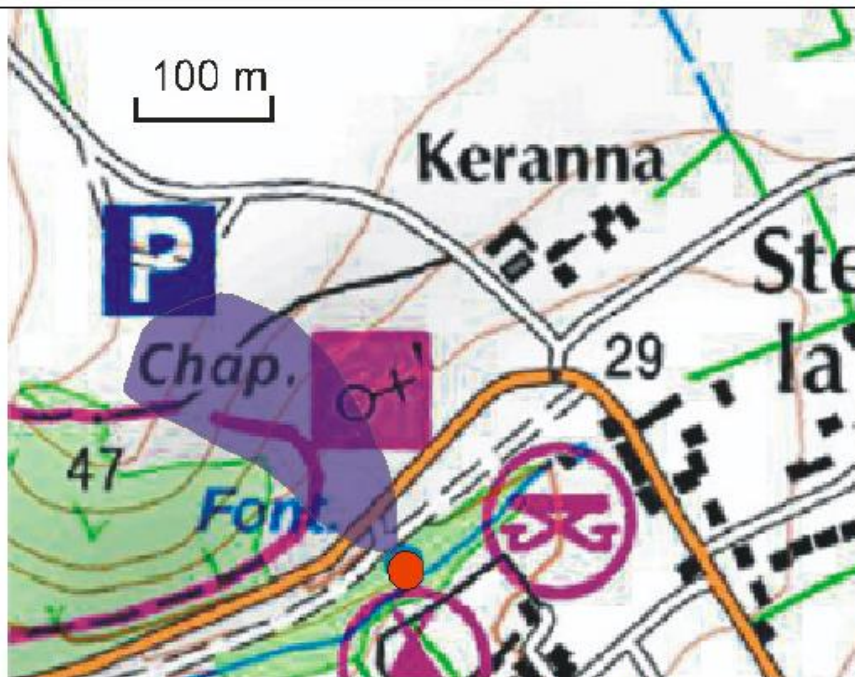
Les formations métamorphiques, situées en bordure des massifs granitiques montrent des concentrations « intermédiaires » de 35 mg/l.

Les formations sédimentaires du Porzay sont très contrastées. On distingue d'une part des concentrations faibles (5 mg/l) dans les grès armoricains avec un relief élevé et des zones peu cultivées, essentiellement boisées. Et d'autre part des concentrations allant de 10 à 70 mg/l dans les schistes briovériens avec des plus fortes valeurs souvent relevées en aval des bassins versants et dans le seul forage échantillonné.

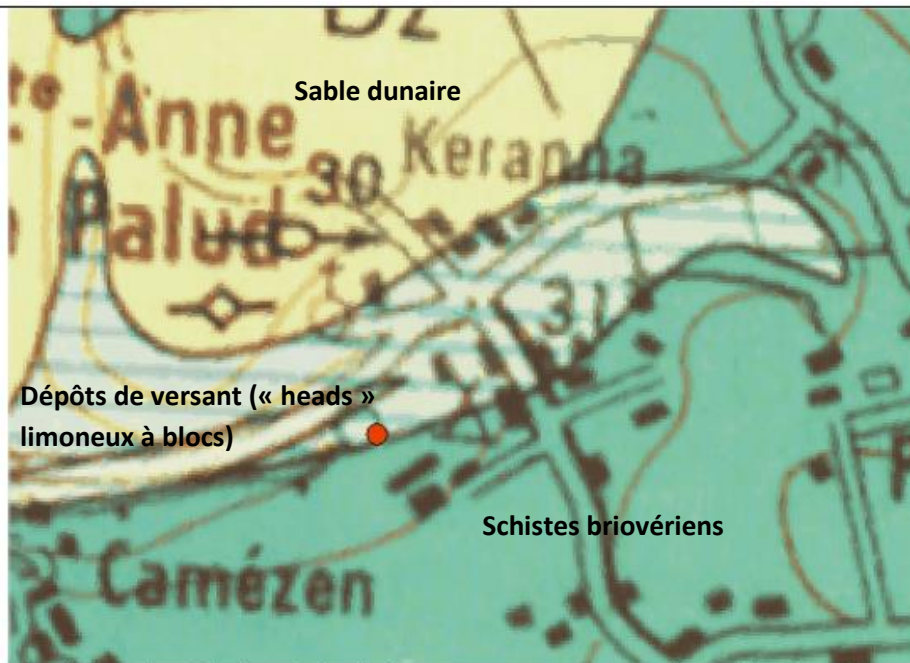
Pour la prochaine campagne à l'étiage 2015, il semble nécessaire de mesurer la température aux stations de suivi afin de mieux apprécier la fiabilité des données.

Annexe 1 : cartographie du bassin d'alimentation de la station n°15 – fontaine St Anne

15- Nom du point d'observation : Fontaine St Anne (secteur 5)



Estimation occupation des sols	agricole	naturel	résidentiel
	20%	80%	0%



Géologie : Schiste Briovérien + recouvrement de sable dunaire



Photo