

Document public

Rapport d'expertise :

Nappe alluviale de Berre : Diagnostic rapide de l'évolution de la qualité des eaux souterraines de 2008 à 2015

BRGM/RP-65772-FR
Avril, 2016

Cadre de l'expertise :

Appuis aux administrations ☐ Appuis à la police de l'eau ☒

Catastrophe naturelle ☐ Autres ☒

Date de réalisation de l'expertise : Mars-Avril 2016

Localisation géographique du sujet de l'expertise : Bouches-du-Rhône

Auteurs BRGM : Rivet F., Moulin M. avec la collaboration de Surdyk N.

Demandeur : DDTM13

Géosciences pour une Terre durable
brgm

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

Ce rapport est le produit d'une expertise institutionnelle qui engage la responsabilité civile du BRGM. Il constitue un tout indissociable et complet ; une exploitation partielle ou sortie du contexte particulier de l'expertise n'engage pas la responsabilité du BRGM.

La diffusion des rapports publics est soumise aux conditions de communicabilité des documents, définie en accord avec le demandeur. Aucune diffusion du présent document vers des tiers identifiés ne sera volontairement engagée par le BRGM sans notification explicite du demandeur.

Ce document a été vérifié et approuvé par :

Vérificateur : Nom : Allier D.	Date : 11 avril 2016
Approbateur : Nom : Arnal C.	Date : 15 avril 2016 Directrice DAT/PACA

Mots-clés : appui à police de l'Eau, nappe alluviale, pesticides, nitrates, Berre

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

Rivet F., Moulin M. avec la collaboration de Surdyk N. (2016) – Nappe alluviale de Berre : Diagnostic rapide de l'évolution de la qualité des eaux souterraines de 2008 à 2015. Rapport BRGM/RP-65772-FR. 27 p., 17 ill.

© BRGM, 2016, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Sommaire

1. Introduction 5

2. Contexte général 7

2.1. CONTEXTE GÉOLOGIQUE 7

2.2. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE 8

2.3. HISTORIQUE 9

3. Evolution de la qualité de l'eau de la nappe 11

3.1. SYNTHESE DES DONNEES RELATIVES AUXNITRATES ET PESTICIDES 11

3.1.1 Les nitrates 12

3.1.2 Les produits phytosanitaires 15

3.2. REMARQUES SUR LA QUALITE VIS-A-VIS DES AUTRES PARAMETRES 19

4. Diagnostic 23

5. Conclusions 25

Liste des illustrations

Illustration 1 : La géologie du secteur de la plaine de Berre (extrait carte géologie BRGM au 1/50 000 n°1020 – Martigues) 7

Illustration 2 : Localisation des points BSS de plus de 50 m de profondeur dans la plaine de Berre 8

Illustration 3 : Localisation des points d'eau disposant de chroniques dans ADES et captant les alluvions de l'Arc de Berre (réseau de suivi DCE) 11

Illustration 4 : Points d'eau du réseau de surveillance DCE des Alluvions de Berre (FRDG370) présentant au moins un dépassement de la Mma ou de la fréquence de dépassement sur la période 2008-2015 pour au moins un paramètre analysé (Légende : dépassement de la Mma ou de la fréquence de dépassement : 1 = non, 2 = oui ; NA = pas d'analyse) 12

Illustration 5 : Localisation des points d'eau analysés en 2008 et points d'eau appartenant au réseau de surveillance DCE (et disposant de données sur ADES). Les points encadrés en vert, présentent une Mma et fréquence de dépassement supérieur à la valeur seuil relative aux nitrates. 13

Illustration 6 : Extrait du rapport BRGM/RP-55508-FR : Evolution des teneurs en nitrates dans la nappe de Berre (mg/L). Sont encadrés les points situés à proximité

des points appartenant au réseau DCE : 10202X0122/P, 10202X0145/P et 10202X0146/P 13

Illustration 7 : Courbes de tendances des concentrations en nitrates pour les points 10202X0122/P, 10202X0145/P et 10202X0146/P 14

Illustration 8 : Localisation des points d'eau présentant un dépassement de seuil pour les critères Mma et Fréquence de dépassement sur des molécules pesticides 16

Illustration 9 : Evolution des teneurs en oxadixyl entre 2008 et 2016 pour le point 10202X0146/P 17

Illustration 10 : Evolution des teneurs en éthidimuron entre 2008 et 2015 pour le point 10202X0148/P 17

Illustration 11 : Evolution des concentrations en Déisopropyl-déséthyl-atrazine mesurées sur le point 10202X0142/P 18

Illustration 12 : Evolution des concentrations en Terbuthylazine désethyl mesurées au point 10202X0142/P 18

Illustration 13 : Evolution des concentrations en déséthyl-terbuméton mesurées sur le point 10202X0142/P 19

Illustration 14 : Tableau des paramètres dépassant la Mma et Fréquence de dépassement pour la période considérée (2008-2015) hors pesticides et nitrates 19

Illustration 15 : Evolution de la conductivité au point 10202X0148/P depuis 2008 20

Illustration 16 : Evolution de la conductivité depuis 2008 mesurée au point 10202X0144/P (données disponibles sur ADES) 21

Illustration 17 : Evolution des teneurs en conductivité pour les points 10202X0145/P et 10202X0146/P (données disponibles dans ADES) 22

1. Introduction

La DDTM des Bouches-du-Rhône a sollicité le 4 mars 2016 le BRGM DR/PACA pour réaliser une rapide mise à jour du diagnostic de l'état de la nappe alluviale de Berre vis-à-vis des teneurs en nitrates et de la présence de produits phytosanitaire depuis 2008.

Les données sont en effet acquises depuis 2001 et la dernière étude sur la qualité de l'eau de cette nappe remonte à 2008 (rapport BRGM/RP-55508-FR d'avril 2008).

Ce diagnostic a été établi par un intervenant du BRGM DR/PAC. Il s'appuie sur le recueil de données ADES entre 2008 et 2015, portant sur l'ensemble des paramètres analysés au droit de la masse d'eau souterraine.

La mission demandée au BRGM par la DDTM 13 est la suivante :

« A partir des données brutes disponibles sur la qualité de l'eau de la nappe de Berre dans la base de données ADES, il est demandé au BRGM de mettre en évidence l'état et l'évolution de la qualité des points d'eau de la nappe depuis 2008.

L'état des points sera évalué à partir de la comparaison de la moyenne des moyennes annuelles (MMA) à une valeur seuil et du dépassement de la fréquence de quantification. Les données utilisées sont celles de la période de 2008-2016. Les valeurs seuils utilisées sont celles proposées par la Circulaire du 23 octobre 2012 présentant les normes et valeurs pour les eaux.

Les tendances et ruptures seront évaluées sur l'ensemble de la chronique disponible sur ADES. Les méthodes statistiques et les outils utilisés (HYPE) sont expliquées en détail dans le rapport (Lopez, 2013, RP-61855-FR).

Les résultats se focaliseront sur les dépassements de seuil et les tendances d'évolution des concentrations des produits phytosanitaires et des nitrates. »

La réalisation de cette expertise s'est appuyée sur la consultation du document suivant :

- Salquèbre D., Gourcy L., Baran N. (2008) – Aquifère alluvial de la plaine de Berre : détermination de l'origine des pollutions diffuses. BRGM/RP-55508-FR, 267 p., 69 ill., 14 ann.

Enfin, une réunion s'est tenue en sous-Préfecture d'Istres le 31 mars 2016, portant sur l'alimentation en eau potable de la commune de Berre-l'Etang, au cours de laquelle une présentation des conclusions du présent rapport a été effectuée.

Cette expertise s'inscrit dans le cadre des missions d'Appui aux Service de Police de l'Eau menées par le BRGM au titre de l'année 2016.

Ce rapport d'expertise ne constitue pas une étude hydrogéochimique de détail mais pointe les éléments pouvant porter atteinte à la sécurité des personnes en particulier et des biens au droit du site expertisé. Il vise également à apporter les premières recommandations en matière de sécurisation, sur la base du diagnostic établi, recommandations qui ont pour partie au moins vocation à être complétées/précisées dans le cadre d'études complémentaires spécifiques.

2. Contexte général

2.1. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La masse d'eau souterraine FRDG370[1] des alluvions de l'Arc de Berre (qui se confond avec l'entité hydrogéologique du même nom[2]) occupe dans sa partie aval la plaine alluviale qui borde le nord de l'étang de Berre, constituée des alluvions récentes déposées par l'Arc (Illustration 1).

Elles présentent une épaisseur généralement comprise entre 10 et 20 m, mais qui pourrait atteindre 40 m d'épaisseur localement. Le matériel alluvial est hétérogène et variable selon les secteurs. Il est constitué de cailloutis, graviers, sables et argiles. Près du lieu-dit "Les Baïsses", trois formations dans le matériel alluvial ont été discernées par forage (10202X0009/S) :

- à la base et reposant sur le Crétacé à 17 m de profondeur, près de 10 m de sable et d'argile sableuse avec des niveaux plus argileux;
- au-dessus, environ 3 m de sable gravelo-argileux à éléments détritiques grossiers (éléments calcaires et gréseux, sables siliceux et menus galets) ;
- au sommet, sur près de 2 m, graviers sablo-argileux et argile sableuse et caillouteuse.

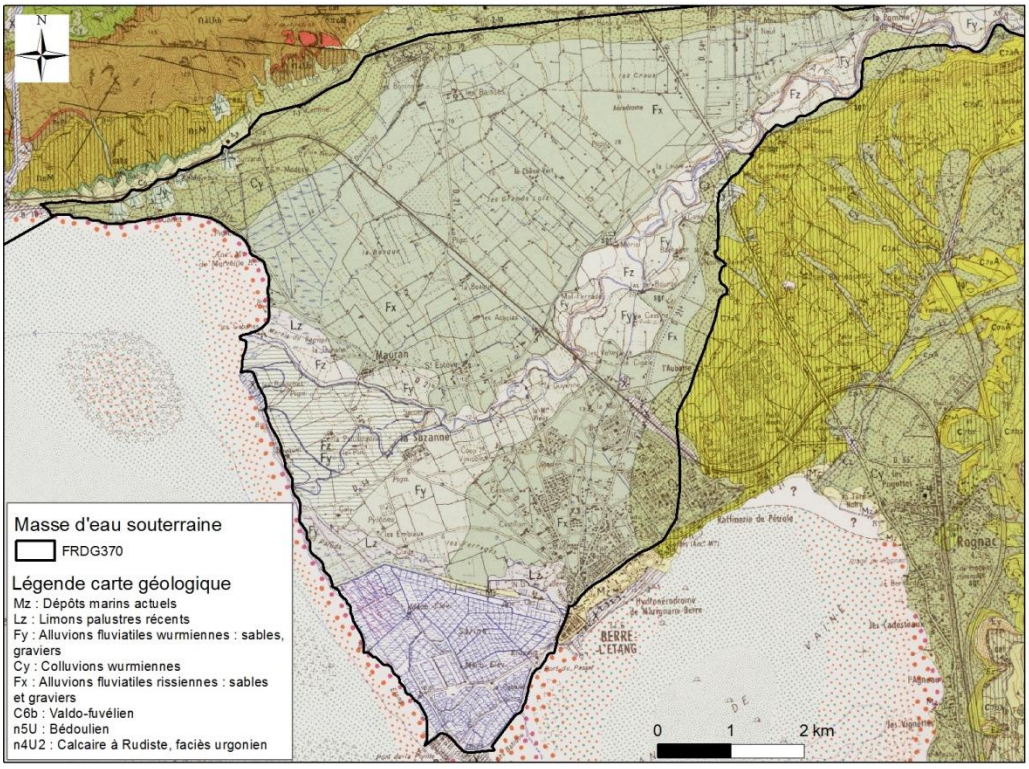


Illustration 1 : La géologie du secteur de la plaine de Berre
(extrait carte géologie BRGM au 1/50 000 n°1020 – Martigues)

[1] Référentiel des masses d'eau souterraine du SDAGE 2016-2020

[2] Référentiel hydrogéologique français BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères)

D'amont en aval de l'Arc, l'épaisseur des niveaux détritiques grossiers diminue, et les niveaux plus argileux de la partie supérieure augmentent d'épaisseur.

Ces formations se terminent sur l'Etang de Berre par une berge de 2 à 3 m de hauteur. L'Arc encaisse son cours dans des formations limoneuses qui s'étalent largement au voisinage de l'Etang.

Le substratum de la plaine alluviale est constitué dans la partie nord par les formations du Crétacé supérieur : marnes sableuses, calcaires marneux du Valdo-Fuvélien, calcaires marneux et marnes du Bégudien[3] (rencontrés dans les sept ouvrages indiqués sur la carte de l'Illustration 2) et au sud par ces formations, elles-mêmes recouvertes par des marnes sableuses et des calcaires du tertiaire (rencontrées sur environ 46 m dans le forage 10202X0092/SB1).

Dans tous les cas, il s'agit des formations carbonatées rencontrées en amont dans le bassin de Gardanne qui se poursuivent sous la plaine de Berre.

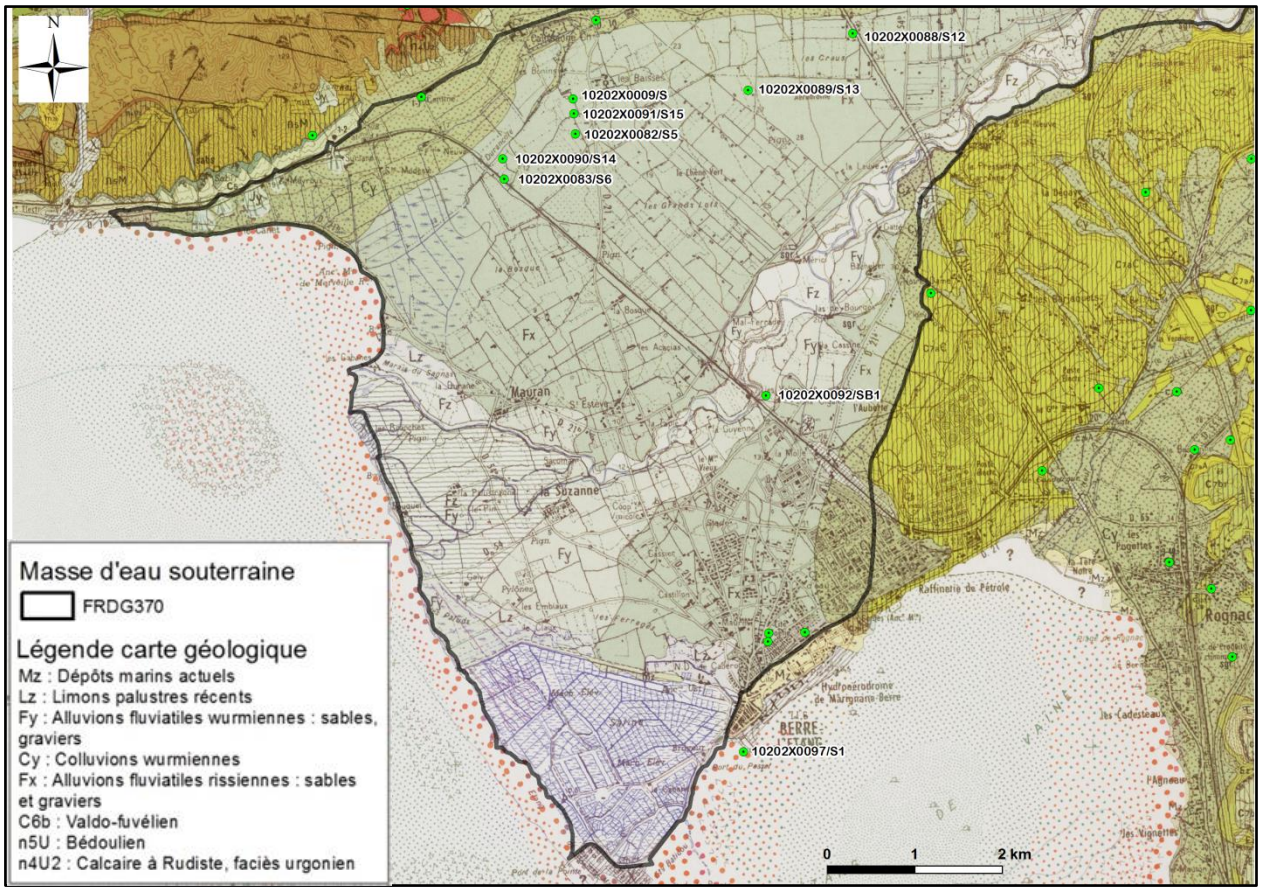


Illustration 2 : Localisation des points BSS de plus de 50 m de profondeur dans la plaine de Berre

Les alluvions de l'Arc sont donc des formations meubles, variées en termes d'épaisseur et de nature, constituant un réservoir aquifère intéressant essentiellement dans la plaine de Berre où l'épaisseur des alluvions est la plus élevée.

2.2. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

L'aquifère présente une hétérogénéité significative liée aux variations de faciès – donc de perméabilité – des alluvions. Ce caractère hétérogène est à l'origine d'écoulements préférentiels plus rapides *via* des

[3] Rapport BRGM/86-SGN-255-PAC

paléochenaux plus perméables. Les alluvions ont une perméabilité modérée, de l'ordre de 10^{-4} m/s, et la vitesse d'écoulement moyenne des eaux de la nappe peut être estimée à environ 1,5 à 2 km/an.

D'une manière générale, la nappe alluviale présente un « profil » piézométrique qui suit la topographie de la plaine, et qui s'écoule vers le sud-ouest, parallèlement à l'Arc. Les échanges entre le cours d'eau et la nappe ne sont pas connus avec précision. Toutefois, il apparaît que le cours d'eau alimente plutôt la nappe dans la partie amont de la plaine, alors qu'il la draine majoritairement dans sa partie aval.

Ce phénomène d'alimentation par les eaux superficielles semble renforcé par les canaux d'irrigation, notamment dans le secteur de la Fare-les-Oliviers.

Par ailleurs, l'étude des cartes piézométriques semble montrer que les coteaux ont une influence significative sur la recharge de la nappe (coteau de la Fare-les-Oliviers notamment, d'où émerge la source de la Calissanne).

Enfin, d'après des suivis piézométriques réalisés entre 2004 et 2006, il semble que le niveau de la nappe varie peu au cours de l'année sur les piézomètres de suivi, situés sur les secteurs central et aval de la plaine (amplitudes de 0,5 à 2 m). Il est possible que les pompages en nappe soient compensés par l'irrigation à partir des canaux de l'Arc.

La nappe de la plaine de Berre constitue ainsi une ressource en eau significative en termes de quantité.

Cependant, son intérêt est limité par la mauvaise qualité des eaux, du fait d'une part de la présence de nitrates et de pesticides, d'autre part de composés d'origine industrielle en rive gauche.

Elle est exploitée essentiellement par des puits et forages agricoles et localement par des ouvrages domestiques, notamment dans les secteurs non desservis par les réseaux publics d'eau potable.

Hormis le réservoir constitué par les alluvions, les formations sous-jacentes sont également susceptibles de contenir de l'eau. Toutefois on sait très peu de choses sur leurs potentialités : constituées par les calcaires et marnes du Tertiaire et/ou du Crétacé, aucune indication n'est portée dans les ouvrages présents en BSS. Par analogie avec d'autres situations, on peut penser que des ressources importantes y prennent place. Il reste à en connaître précisément la répartition et la qualité. Il est probable que de l'eau y circule car ces formations appartiennent au grand synclinal mieux connu dans le secteur de Gardanne dont on pense que les écoulements régionaux sont dirigés dans le centre du synclinal vers l'étang de Berre. Les charges hydrauliques qui sont susceptibles de s'exercer dans ces formations peuvent être importantes, et supérieures à celles qu'il y a dans les formations alluviales, ce qui pourrait induire une alimentation *per ascensum* de la nappe alluviale par les nappes sous-jacentes en cas de continuité hydraulique.

2.3. HISTORIQUE

Faisant suite au rapport IPSEAU de 2001, le BRGM a réalisé une étude en 2008[4] portant sur une meilleure connaissance du fonctionnement de la nappe alluviale, sur un nouvel état des lieux concernant les pollutions en nitrates et en produits phytosanitaires, en en déterminant l'origine et en proposant des pistes d'action pour les réduire.

Les principaux résultats issus de cette étude pour ce qui concerne les produits phytosanitaires étaient les suivants :

- Nombreuses molécules détectées, en général identiques à celles détectées en 2001
- Faibles concentrations à l'exception de quatre molécules dont les teneurs dépassent le seuil de qualité eau potable de 0,1 µg/l (éthidimuron, métalaxyl, oxadixyl, imidaclopride)
- Les teneurs analysées en 2006 étaient inférieures à celles de 2001

[4] Rapport BRGM/RP-55508-FR

Parmi ces molécules, l'éthidimuron a clairement une origine non agricole ; en revanche le métalaxyl et l'oxadixyl peuvent être employés tous deux dans les cultures maraîchères, mais aussi dans la vigne.

En termes de pistes d'action pour réduire ces contaminations, il était proposé de privilégier les pratiques alternatives à l'emploi des produits phytosanitaires, et, quand cela s'avère indispensable, de favoriser l'emploi des substances les moins rémanentes telles que l'imidaclopride et le méfénoxam (en remplacement du métamaxyl). Enfin il était préconisé la mise en pratique de techniques de "protection intégrée" (auxiliaires naturels) dans les cultures sous serre. Etait aussi préconisée la poursuite du suivi de la qualité des eaux souterraines à travers le réseau opérationnel de l'Agence de l'Eau, avec notamment une nouvelle "photographie" de la qualité en 2010.

Pour ce qui concerne les nitrates, les principaux résultats étaient les suivants :

- Les teneurs en nitrates dans la nappe restent élevées (peu de variations par rapport à 2001) ;
- Le centre de la Plaine en rive droite de l'Arc est le secteur où les teneurs sont les plus fortes (> 300 mg/l) ;
- Les teneurs fluctuent au cours de l'année, avec un maximum en été et un renouvellement rapide des eaux de la nappe ;
- Les nitrates sont majoritairement d'origine agricole comme le montrent l'occupation des sols à l'époque et l'analyse isotopique de l'azote. Le rejet des STEP et l'assainissement individuel non contrôlé constituent cependant également une source d'apport des nitrates.

L’appui demandé par la DDTM13 a consisté à compléter cette analyse de 2008 afin d’identifier l’évolution de la qualité des eaux vis-à-vis des pesticides et nitrates à partir d’un traitement statistique des données d’ADES. C’est l’objet du chapitre ci-dessous.

3. Evolution de la qualité de l'eau de la nappe

La circulaire du 23/10/2012[5] définit le bon état chimique d'un point d'eau si les deux conditions ci-dessous sont vérifiées :

- la moyenne des moyennes annuelles (Mma) ne dépasse pas la valeur seuil (ou norme) du paramètre étudié ;
- la fréquence de dépassement de la norme ou valeur seuil (Freq) n'excède pas 20% (les chroniques doivent compter au moins 5 valeurs sinon on ne pourra pas appliquer ce critère de 20%).

Si l'une de ces deux conditions n'est pas respectée, alors le point d'eau est déclaré en mauvais état chimique. Les valeurs seuils utilisées sont celles définies dans l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

3.1. SYNTHESE DES DONNEES RELATIVES AUX NITRATES ET PESTICIDES

Dans le cadre du présent appui, il est demandé d'identifier l'évolution de la qualité de la nappe vis-à-vis des pesticides et nitrates depuis la dernière étude menée en 2008. Pour mener à bien ce travail, les données disponibles sur Ades et portant sur la masse d'eau souterraine « Alluvions de Berre » (FRDG370) ont été exploitées. La masse d'eau souterraine compte 11 points d'eau appartenant au réseau DCE (Illustration 3).

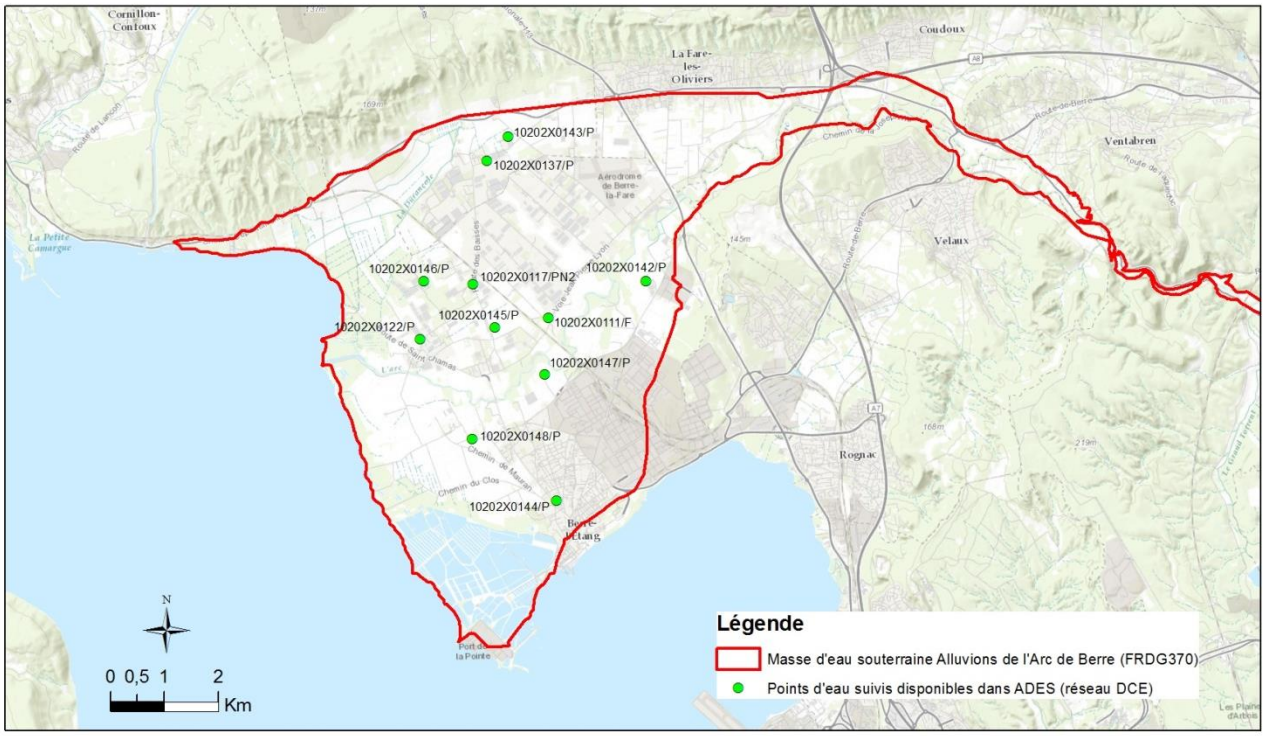


Illustration 3 : Localisation des points d'eau disposant de chroniques dans ADES et captant les alluvions de l'Arc de Berre (réseau de suivi DCE)

La Mma et les fréquences de dépassement des normes sur les produits phytosanitaires et les nitrates ont été calculées sur la période considérée (2008-2015[6]). Sur l'ensemble des 11 points, 6 points d'eau

[5] NOR : DEVL1227826C

[6] Pas d'analyses disponibles en 2016 sur Ades lors de l'extraction des données réalisée en mars 2016

présentent au moins un dépassement de la Mma ou de la fréquence de dépassement sur l'un des paramètres analysés sur la période 2008-2015. Le tableau ci-dessous (Illustration 4) présente les résultats sur les 6 points d'eau concernés.

Code BSS	Nom Parametre	Unité	Valeur Seuil	MMA	Fréquence de dépassement (période 2008-2015)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Nb d'analyses sur la période 2008-2015	Dépassement de la MMA	Dépassement de la fréquence de dépassement	Dépassement de la MMA ou de la fréquence de dépassement
10202X0122/P	Nitrates	mg/L	50	87	0,88	NA	130	120	96	86	32	64	90	25	2	2	2
10202X0122/P	Déisopropyl-déséthyl-atrazine	µg/L	0,1	0,075	0,26	0,11	0,078	0,11	0,05	0,07	0,068	0,078	0,05	31	1	2	2
10202X0142/P	Terbuthylazine désethyl	µg/L	0,1	0,29	0,97	0,32	0,33	0,26	0,25	0,25	0,32	0,2	0,37	32	2	2	2
10202X0142/P	Déisopropyl-déséthyl-atrazine	µg/L	0,1	0,43	0,87	0,37	0,5	0,61	0,26	0,67	0,18	0,5	0,3	31	2	2	2
10202X0142/P	Déséthyl-terbuméton	µg/L	0,1	0,65	0,96	NA	NA	0,73	0,52	0,68	0,8	0,59	0,6	24	2	2	2
10202X0143/P	Indice Dithio Carbamates	µg/L	0,1	0,12	0,08	NA	NA	0,05	0,48	0,05	0,05	0,05	0,05	24	2	1	2
10202X0145/P	Nitrates	mg/L	50	120	0,97	180	140	130	110	100	110	77	93	30	2	2	2
10202X0146/P	Oxadixyl	µg/L	0,1	0,07	0,34	0,13	0,18	0,11	0,068	0,038	0,01	0,01	0,011	32	1	2	2
10202X0146/P	Nitrates	mg/L	50	110	0,96	NA	140	120	120	110	84	100	100	28	2	2	2
10202X0148/P	Ethidimuron	µg/L	0,1	0,17	0,68	0,098	0,3	0,28	0,11	0,12	0,07	0,19	0,18	31	2	2	2

Illustration 4 : Points d'eau du réseau de surveillance DCE des Alluvions de Berre (FRDG370) présentant au moins un dépassement de la Mma ou de la fréquence de dépassement sur la période 2008-2015 pour au moins un paramètre analysé (Légende : dépassement de la Mma ou de la fréquence de dépassement : 1 = non, 2 = oui ; NA = pas d'analyse)

Ce premier traitement statistique permet d'identifier les points d'eau présentant des problèmes de qualité vis-à-vis des nitrates et pesticides, et les paramètres qui posent problème. Il est intéressant ensuite de regarder les tendances d'évolution des concentrations de chacun de ces paramètres, afin d'identifier si l'on peut dégager une évolution à la hausse (dégradation de l'était chimique) ou à la baisse (amélioration de l'état chimique).

3.1.1 Les nitrates

Trois points présentent un mauvais état chimique vis-à-vis des nitrates sur la période 2008-2015 (Illustration 5) :

- 10202X0122/P : puits, profondeur 12 m
- 10202X0145/P : puits, profondeur 6,5 m
- 10202X0146/P : puits, profondeur 8 m

Ces derniers présentent des Mma largement supérieures à 50mg/L, jusqu'à 120mg/L pour le puits 10202X0145/P.

Ces trois points sont positionnés à côté de points d'eau échantillonnés lors de l'étude 2008, et présentant également des valeurs élevées en nitrates. Pour mémoire, les concentrations mesurées dans les points d'eau à proximité sont rappelées ci-dessous (Illustration 6).

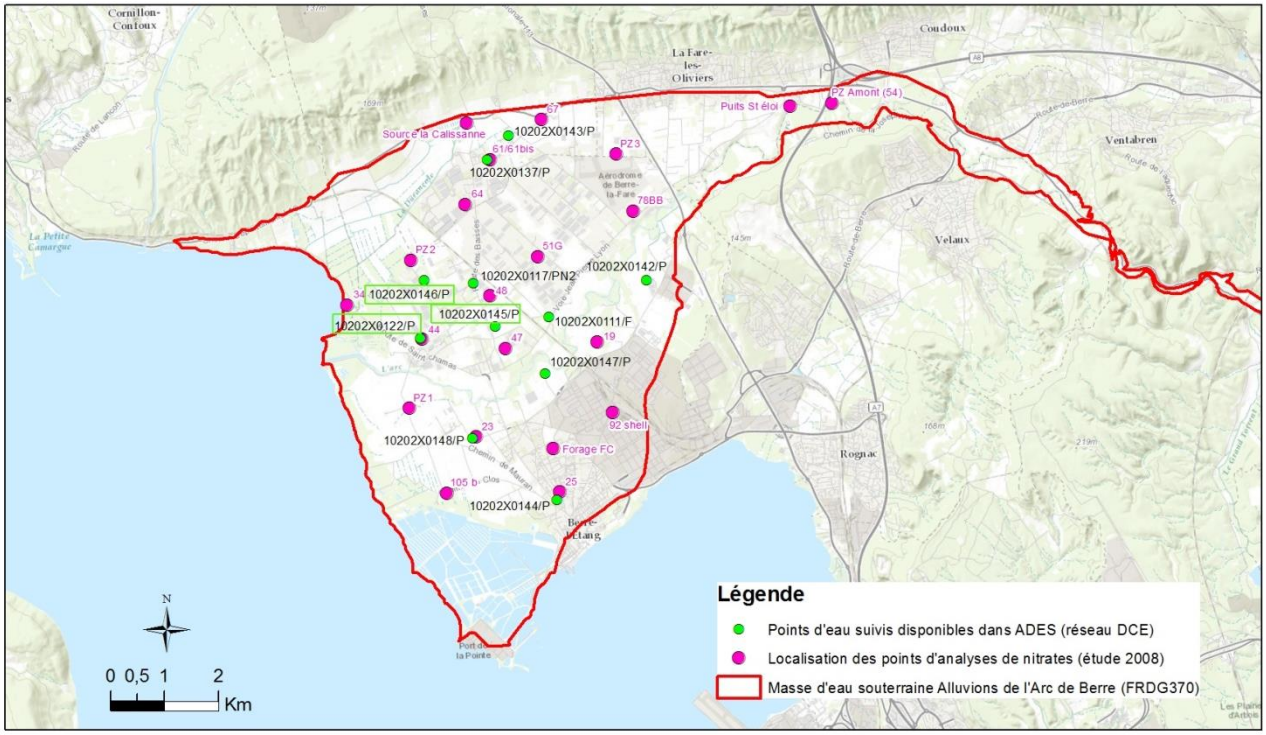


Illustration 5 : Localisation des points d'eau analysés en 2008 et points d'eau appartenant au réseau de surveillance DCE (et disposant de données sur ADES). Les points encadrés en vert, présentent une Mma et une fréquence de dépassements supérieures à la valeur seuil relative aux nitrates.

Réf	Description/lieu-dit	Prof_m (/sol)	25/10/05	11/4/06	1/8/06	15/11/06	18/10/07
19	Les cigalons	8,50	31	38	23	51	/
23	La Suzanne	5,00	/	13	12	11	/
25	La Bertranne	2,60	/	29	17	18	/
34	Merveilles	11,50	/	45,2	/	/	/
44	Mauran	13,00	125	128,4	/	/	/
47	St Estève	14,00	/	161	307	141	178,2
48	St Joseph	6,00	/	/	165		/
51G	Les grands lots	12,00	136	96	100	108	/
61/61bis	Baisses	12,00	/	61	49	50	/
64	Les Peyres	10,00	66,3	59	/	/	59,4
67	La Duranne	14,00	44,8	70	/	/	/
78BB	Les Cravons	18,00	105	42	134	71	/
PZ1	La Palustranne	13,00	24,9	22	/	24	/
PZ2	La Grande Bosque	13,00	/	90	84	83	/
PZ3	Les Craus	15,00	/	34	34	29	/
Forage FC	La Molle	25,00	/	<LQ	/	/	/
105 b	Le Clos	n.c.	/	10,1	/	/	/
Puits St éloi	/	n.c.	25,2	/	/	/	/
PZ Amont (54)	Saint-Jean, Près pts BSS 10203X0054	11,50	/	1,1	/	/	/
92 shell	Site shell	25,00	/	<LQ*	/	/	/

*LQ : Limite quantification
/ : pas d'analyses

Illustration 6 : Extrait du rapport BRGM/RP-55508-FR : Evolution des teneurs en nitrates dans la nappe de Berre (mg/L). Sont encadrés les points situés à proximité des points appartenant au réseau DCE : 10202X0122/P, 10202X0145/P et 10202X0146/P

Afin d'identifier les évolutions des concentrations en nitrates sur ces 3 points, l'outil statistique HYPE développé par le BRGM[7] a été utilisé. L'outil permet de tracer plusieurs courbes de tendances (test de Mann-Kendal si données non auto-corrélées, test de la régression linéaires si données auto-corrélées). Les trois graphiques d'évolution des concentrations sont présentés ci-dessous (Illustration 7).

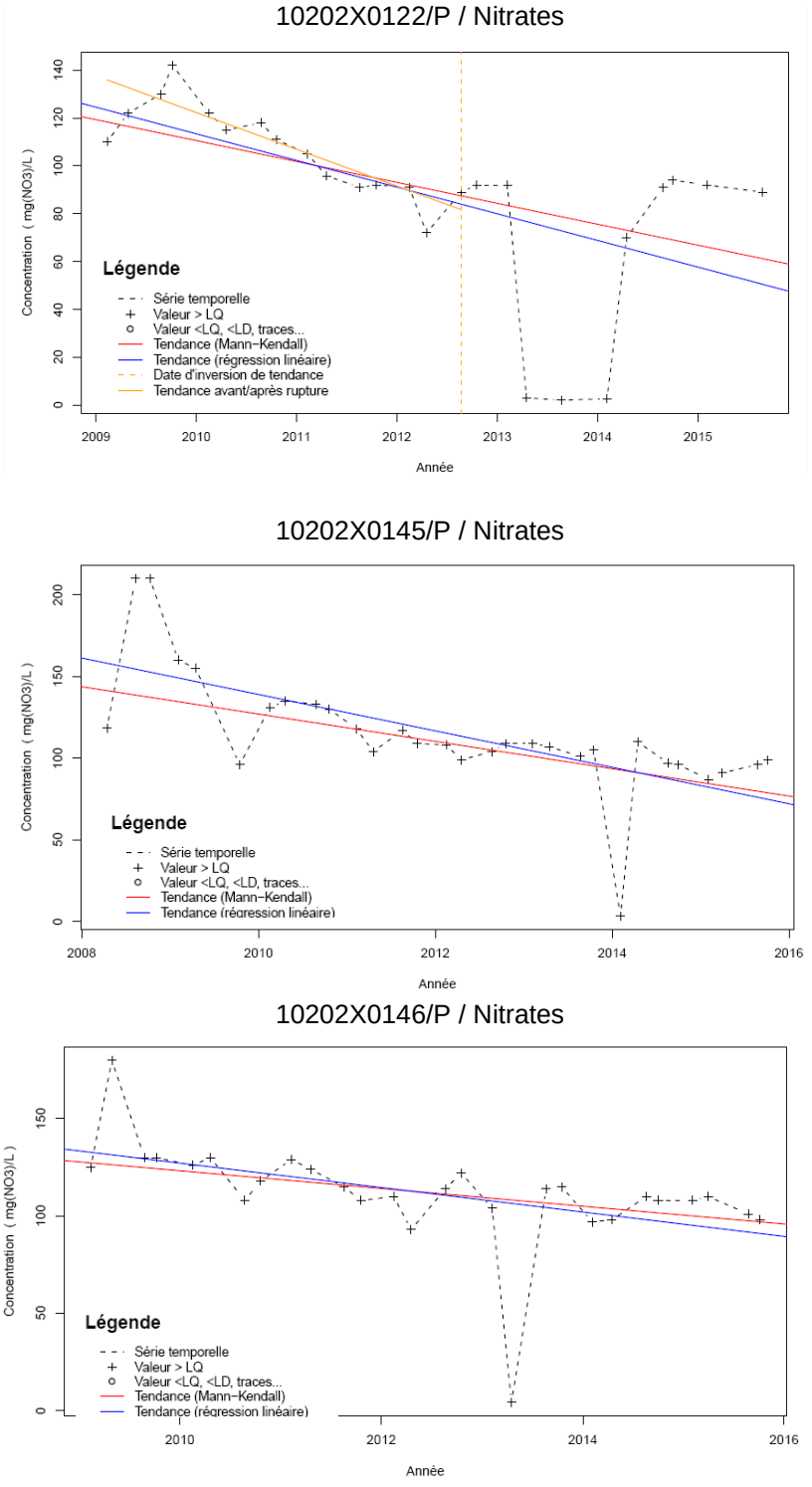


Illustration 7 : Courbes de tendances des concentrations en nitrates pour les points 10202X0122/P, 10202X0145/P et 10202X0146/P

[7] BRGM/RP-63066-FR – Manuel d'utilisation

L'origine des valeurs proches de 0 observées ponctuellement sur chacun des points reste inconnue. Il s'agit peut-être d'erreur de saisie de base de données. La mesure n'est pas liée à un changement de laboratoire (qui aurait pu induire des modifications dans les méthodes d'analyse et éventuellement sur les résultats). En effet, depuis 2010, les analyses ont été réalisées par le LDA de la Drôme. A part ces valeurs ponctuelles extrêmement basses, les concentrations en nitrates restent majoritairement élevées pour ces trois points, avec néanmoins une tendance (Mann-Kendal et linéaire) significative à la baisse pour les trois points d'eau.

Comme en 2008, la pollution aux nitrates observée sur les 3 points d'eau semble localisée dans le secteur central de la plaine. En 2008, l'étude des données sur l'occupation des sols avait montré que les apports d'azote étaient majoritairement d'origine agricole.

3.1.2 Les produits phytosanitaires

Les molécules suivantes ont été détectées dans un certain nombre de points, avec un dépassement de seuil :

- Deisopropyl-déséthyl-atrazine* (usage herbicide) : points 10202X0122/P et 10202X0142/P
- Terbuthylazine désethyl* (usage : herbicide) : points 10202X0142/P
- Déséthyl-terbuméton* (usage : herbicide) : point 10202X0142/P
- Indice dithio-carbamates** (usage : herbicide ou fongicide): point 10202X0143/P
- Oxadixyl (usage : fongicide) : point 10202X0146/P
- Ethidimiuron (usage : herbicide) : point10202X0148/P

** : métabolites des produits appliqués*
*** : les dithiocarbamates sont une famille de composés organiques qui peut être utilisée comme herbicide ou comme additif dans certains fongicides*

L'ensemble de ces molécules avait également été détecté lors de l'étude de 2008, à des concentrations plus ou moins importantes. Pour chaque produit phytosanitaire détecté (quantifié), une synthèse des connaissances avait été réalisée, apportant des informations sur les usages liés à l'emploi des molécules, et également sur l'autorisation ou interdiction d'utilisation.

Seul l'Indice dithio-carbamate n'avait manifestement pas été quantifié car non analysé à l'époque. La carte de la figure ci-dessous (Illustration 8), représente les points d'eau du réseau DCE présentant les dépassements de seuils pour les critères Mma et fréquence de dépassement.

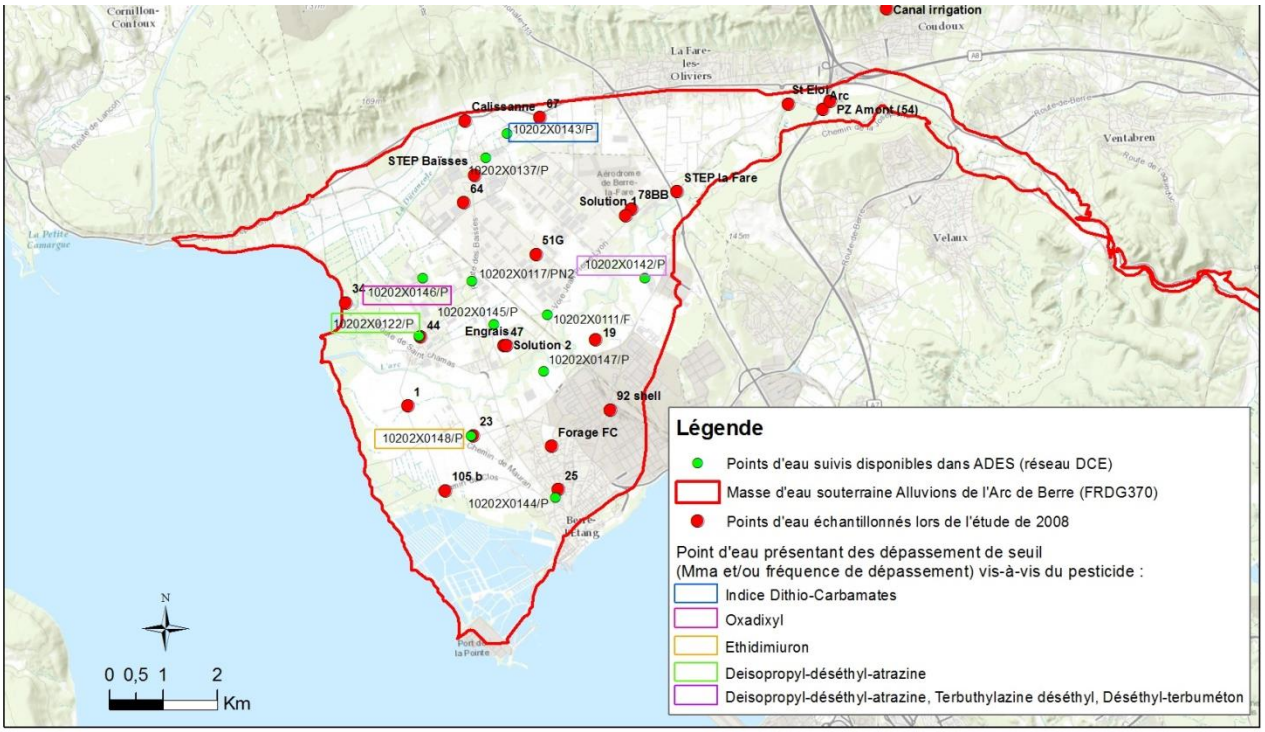


Illustration 8 : Localisation des points d'eau présentant un dépassement de seuil pour les critères Mma et Fréquence de dépassement sur des molécules pesticides

Concernant l'**Indice dithio-carbamate**, il n'est quantifié que dans un seul point (10202X0143/P), il n'y a que deux analyses sur la période considérée permettant d'évaluer la Mma. Il n'est pas possible d'effectuer une évaluation des tendances avec si peu d'analyses. Il faudrait une chronique plus longue pour voir si ce sont des mesures ponctuelles et isolées, ou si elles correspondent à une réelle problématique.

Concernant l'**oxadixyl**, le point 10202X0146/P présente une fréquence de dépassement de la valeur seuil (0,1 µg/L) de 34 %. En s'intéressant aux tendances à l'aide de l'outil HYPE, il apparaît clairement que l'évolution des teneurs est à la baisse. A partir de 2014, les valeurs mesurées sont proches ou égales à la LQ. (Illustration 9). Il conviendra de poursuivre le suivi de cette molécule pour vérifier que la situation poursuit son évolution positive (baisse des concentrations).

Concernant l'**ethidimuron**, le point 10202X0148/P présente un dépassement de la Mma (0,17 µg/L) et de la fréquence de dépassement (68%) sur la période considérée (2008 à 2015). Jusqu'en 2013, il n'y a pas de réelle tendance observée pour ce point, mais à partir de cette date, les teneurs semblent augmenter (rupture de tendance à la hausse) (Illustration 10). Les concentrations sont globalement élevées sur toute la période de mesure, et elles semblent varier en fonction des périodes de prélèvements. Pour pouvoir interpréter ces variations, il serait nécessaire de mieux connaître les pratiques agricoles, et également de replacer ces variations dans le contexte hydrologique et hydrogéologique. Ce n'est pas l'objet du présent appui qui porte uniquement sur l'évolution des concentrations en produits phytosanitaires (et nitrates).

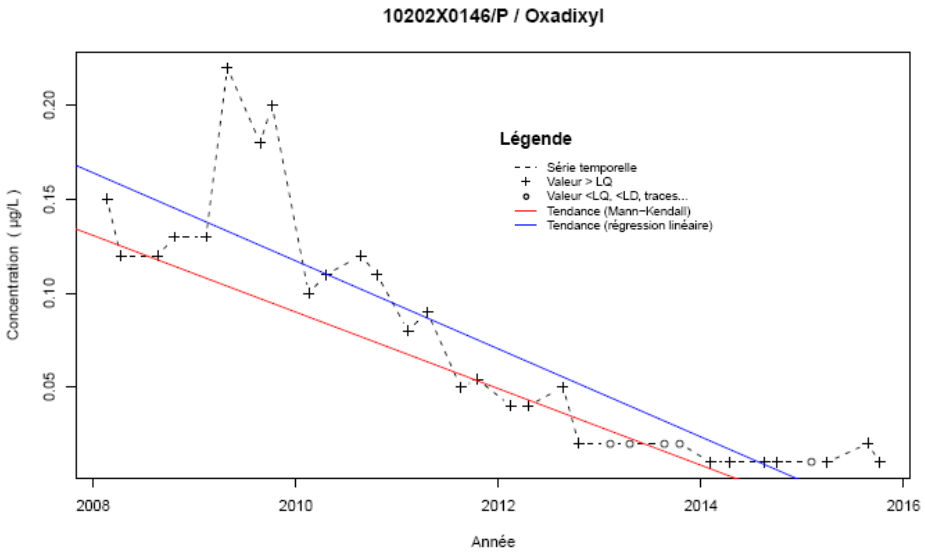


Illustration 9 : Evolution des teneurs en oxadixyl entre 2008 et 2016 pour le point 10202X0146/P

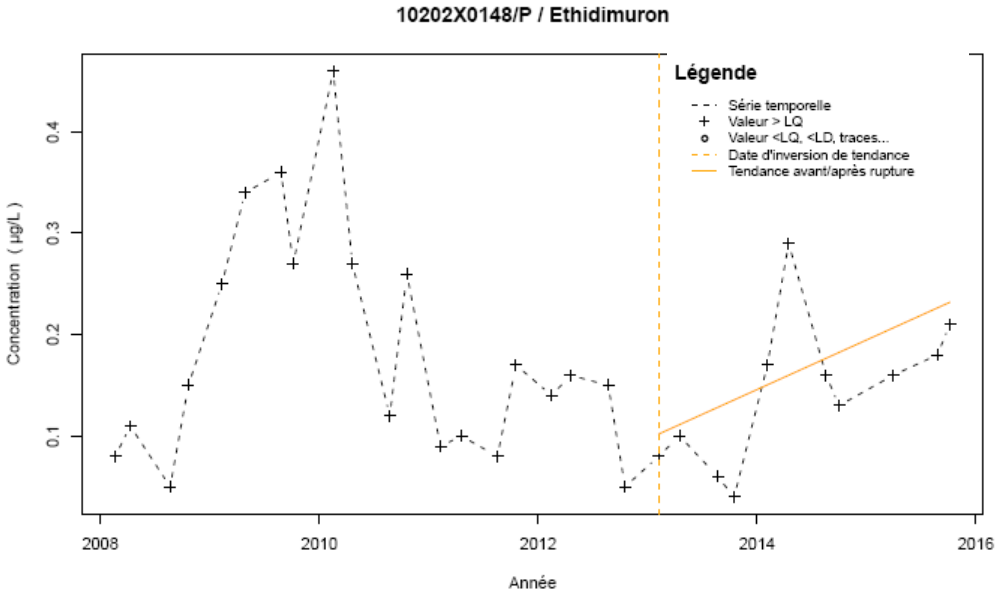


Illustration 10 : Evolution des teneurs en éthidimuron entre 2008 et 2015 pour le point 10202X0148/P

Concernant le d**eisopropyl-déséthyl-atrazine,** les critères de qualité sont dépassés sur les points 10202X0122/P (fréquence de dépassement de 26%) et 10202X0142/P (Mma de 0,29 µg/L et fréquence de dépassement de 87%). Sur le point 10202X0122/P, sur les 31 analyses disponibles sur la période, le taux de quantification est inférieur à 50%, ce qui ne permet pas de détecter des tendances. Sur le point 10202X0142/P, aucune tendance ne se distingue (Illustration 11), les concentrations sont toujours élevées (supérieures à 0,1 µg/L). Le deisopropyl-déséthyl-atrazine est un produit de dégradation de produits de dégradations de l'atrazine (par voie biotique). Cette molécule a été interdite en France en 2003, et l'on continue de voir de type de métabolite dans la nappe maintenant. De la même façon, une étude plus fine sur les pressions (historique), et comportement hydrodynamique et chimique de la nappe dans le secteur, permettrait de préciser la source de cette pollution et l'origine des variations. Celles-ci sont dues à l'imbrication de plusieurs voies métaboliques par voie biotique.

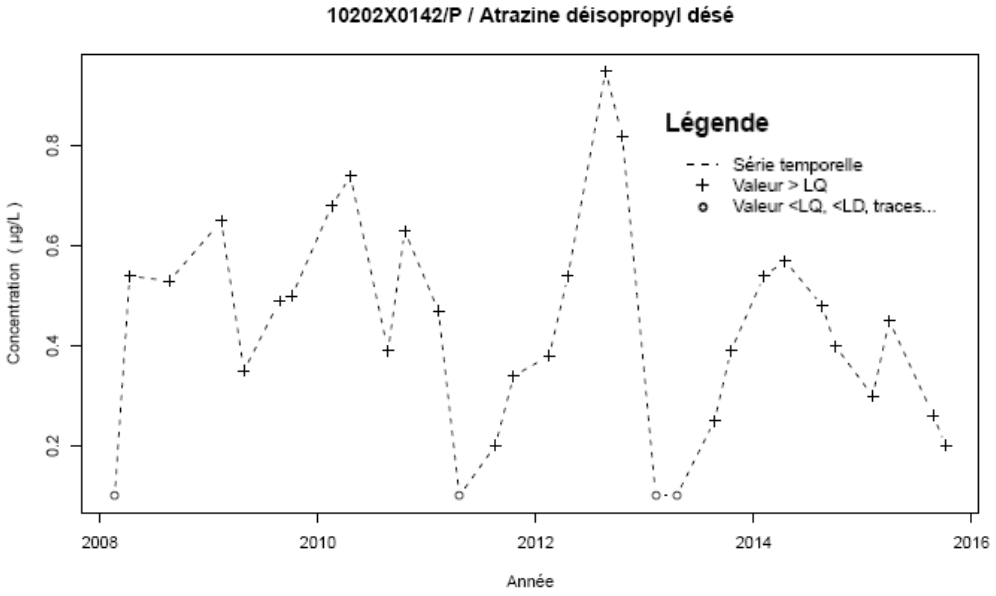


Illustration 11 : Evolution des concentrations en Déisopropyl-déséthyl-atrazine mesurées sur le point 10202X0142/P

Concernant la **désethylterbuthylazine**, le point 10202X0142/P présente un dépassement de la Mma (0,29 µg/L) et de la fréquence de dépassement (97 %). Aucune tendance n'a pu être dégagée à partir des mesures disponibles sur la période considérée (2008-2015). Néanmoins, il s'agit aussi d'un métabolite d'une molécule interdite en 2003. Un parallèle peut être tracé avec l'évolution de concentration de la deisopropyl-déséthyl-atrazine.

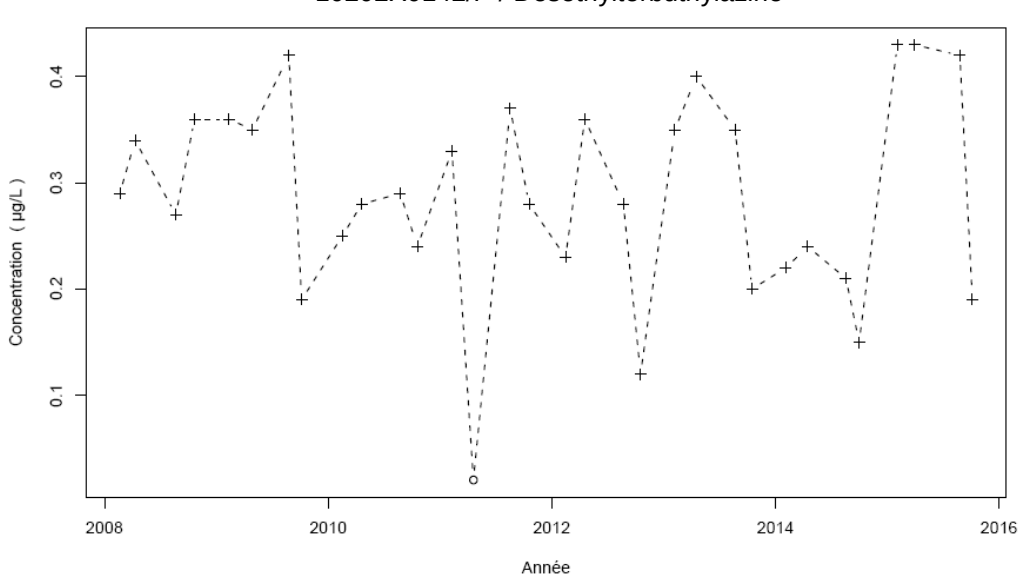


Illustration 12 : Evolution des concentrations en Terbuthylazine désethyl mesurées au point 10202X0142/P

Concernant le **déséthyl-terbuméton**, la Mma est largement dépassée sur le point 10202X0142/P (0,65 µg/L), ainsi que la fréquence de dépassement qui atteint 96% pour ce même point. Les concentrations sont particulièrement élevées, mais aucune tendance ne se dessine (Illustration 13). Ces valeurs interpellent, car la molécule est un métabolite du terbuméton, substance active qui n'est plus autorisée depuis 02/04/1998 (cf. tableau p94, rapport BRGM/RP-55508-FR). Cela est probablement dû aux caractéristiques des molécules (mère et fille). Néanmoins, il est difficile de juger car le déséthylterbuméton comme tous les métabolites a des propriétés (sorption et dégradation) assez mal connues.



Illustration 13 : Evolution des concentrations en déséthyl-terbuméton mesurées sur le point 10202X0142/P

3.2. REMARQUES SUR LA QUALITE VIS-A-VIS DES AUTRES PARAMETRES

L'appui demandé portait sur l'évolution des teneurs en nitrates et pesticides des points suivis dans ADES, mais afin de disposer d'une vision exhaustive, l'analyse statistique a été réalisée sur l'ensemble des paramètres analysés depuis 2008. Il convient de lister les paramètres dépassant les critères Mma et fréquence de dépassement hors pesticides et nitrates. Ces derniers sont recensés dans le tableau ci-dessous (Illustration 14) :

Code BSS	Paramètre	Unité	Valeur Seuil	MMA	Fréquence de dépassement (période 2008-2015)
10202X0142/P	Ammonium	mg/L	0,5	0,54	0,04
10202X0144/P	Sulfates	mg/L	250	200	0,50
10202X0144/P	Conductivité à 25°C	µS/cm	1100	1200	0,71
10202X0145/P	Conductivité à 25°C	µS/cm	1100	1100	0,57
10202X0146/P	Conductivité à 25°C	µS/cm	1100	1100	0,61
10202X0148/P	Chlorures	mg/L	200	300	1,00
10202X0148/P	Sodium	mg/L	200	330	0,75
10202X0148/P	Sulfates	mg/L	250	260	0,50
10202X0148/P	Conductivité à 25°C	µS/cm	1100	1600	1,00

Illustration 14 : Tableau des paramètres dépassant la Mma et Fréquence de dépassement pour la période considérée (2008-2015) hors pesticides et nitrates

En 2008, les analyses réalisées sur le point 23 (cf. Illustration 5), situé à proximité du point 10202X0148/P, montraient de fortes concentrations en chlorures et sodium. L'analyse des données disponibles sur ADES entre 2008 et 2015 sur le point 10202X0148/P, ces mêmes paramètres dépassent les critères Mma et fréquence de dépassement. Il en est de même pour les sulfates et la conductivité. En 2008, l'excès de sodium mesuré sur le point 23 par rapport à l'eau de mer avait amené à penser à une origine anthropique ou évaporitique pour la présence des chlorures et sodium. Les teneurs élevées en bore analysées en 2008 confirmaient ces hypothèses sur l'origine de ces molécules. La forte concentration en sulfate est également corrélée.

Il est possible de tracer la courbe de tendance à partir de l'outil HYPE pour l'évolution de la conductivité depuis 2008 (Illustration 15).

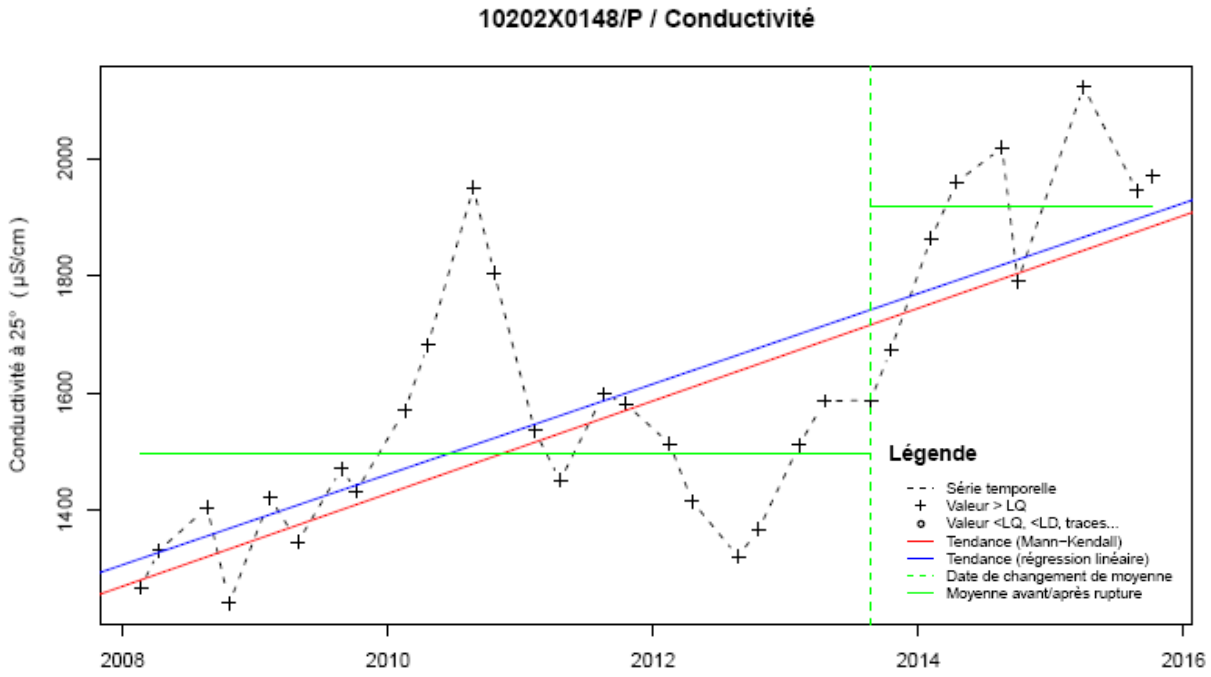


Illustration 15 : Evolution de la conductivité au point 10202X0148/P depuis 2008

Pour mieux comprendre l'origine de cette évolution, il faudrait pouvoir comparer les tendances des autres paramètres qui amènent à une augmentation de la conductivité. Sur ce même point, il a été observé une augmentation des teneurs en Ethidimuron, mais il conviendrait de tracer l'évolution des tendances pour les autres paramètres, notamment, sodium, chlorures et sulfates pour pouvoir identifier d'éventuelles corrélations avec les teneurs en conductivité. Malheureusement, les données disponibles sur ces paramètres sont trop peu nombreuses pour distinguer des tendances.

Le point 10202X0144/P, qui présente également le dépassement de Mma et de fréquence de dépassement pour le paramètre conductivité, présente aussi une évolution à la hausse de la conductivité.

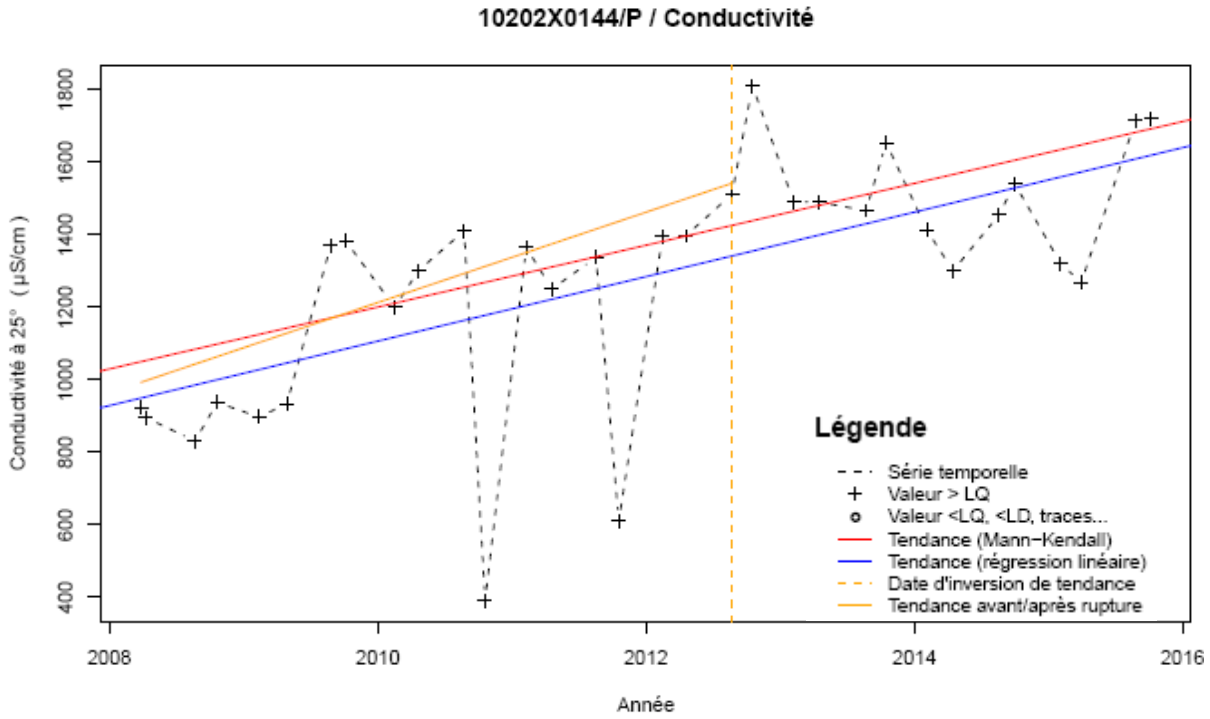
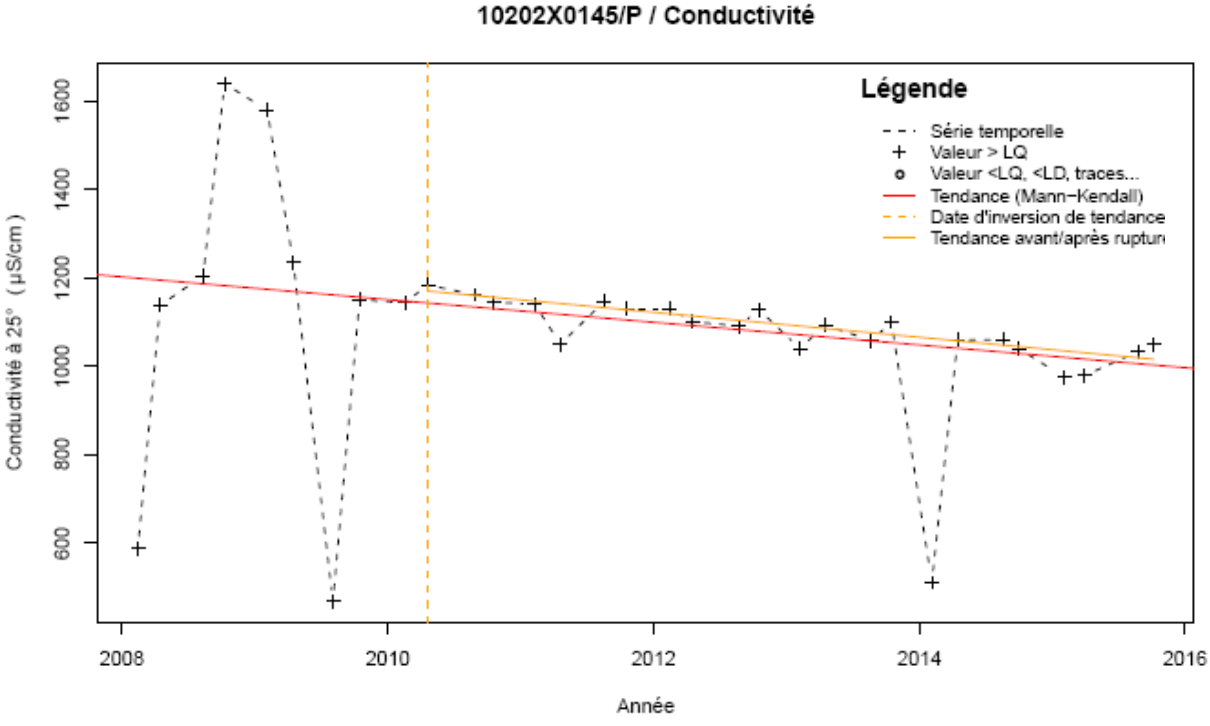


Illustration 16 : Evolution de la conductivité depuis 2008 mesurée au point 10202X0144/P (données disponibles sur ADES)

Le point 10202X0144/P est également situé au sud de la nappe alluviale (cf. Illustration 5). Et de même, l'évolution de la conductivité est à noter. L'origine de ces teneurs élevées et la cause de l'augmentation de la conductivité mériteraient d'être déterminées précisément, afin d'identifier les solutions pour retrouver un bon état chimique et inverser la tendance qui est préoccupante.

Concernant les dépassements de seuil notés pour la conductivité sur les points 10202X0145/P et 10202X0146/P situés dans la partie centrale de la nappe alluviale (cf. Illustration 5), les évolutions des teneurs montrent une évolution légèrement à la baisse.



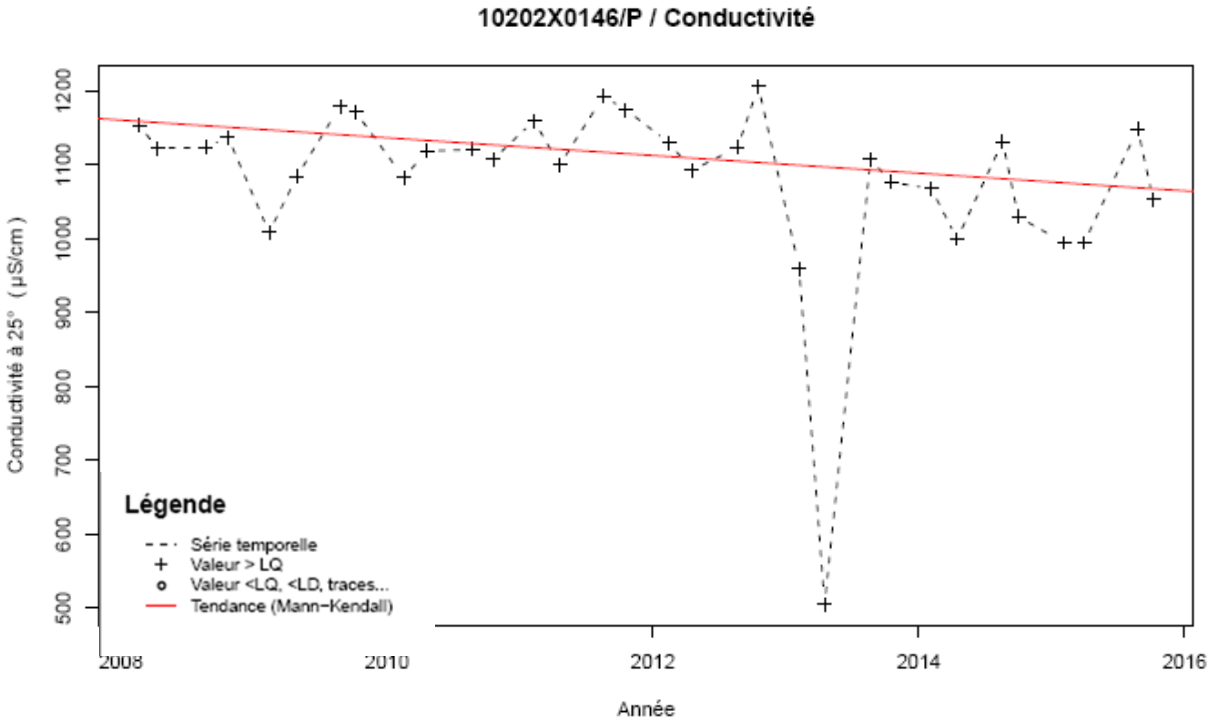


Illustration 17 : Evolution des teneurs en conductivité pour les points 10202X0145/P et 10202X0146/P (données disponibles dans ADES)

4. Diagnostic

La nappe ne montre pas d'évolution claire quant aux teneurs en produits phytosanitaires ou en nitrates. Sur les 3 points (10202X0122/P, 10202X0145/P et 10202X0146/P) présentant un dépassement des valeurs seuils pour la Mma et la fréquence de dépassement, on observe une baisse significative pour les nitrates et seul un point montre une baisse significative pour les produits phytosanitaires. Les baisses comme les hausses ne semblent pas traduire une tendance générale. En plusieurs points, les valeurs seuils sont dépassées, à des fréquences qui indiquent que la contamination est chronique mais ces dépassements concernent surtout des métabolites de molécules interdites. L'identification des profils environnementaux de ces molécules apporteraient des informations complémentaires sur les caractéristiques de ces molécules (solubilité, constante d'adsorption sur la matière organique des sols, demi-vie).

La conductivité qui présente un dépassement des valeurs seuil pour la Mma et la fréquence de dépassement sur les points situés dans la partie sud (10202X0148/P et 10202X0144/P) montre une tendance à la hausse pour ces mêmes points depuis 2008. L'origine de ces fortes teneurs et l'augmentation de la conductivité mériteraient d'être identifiées afin d'inverser la tendance qui est préoccupante.

5. Conclusions

Le BRGM a effectué un travail de recueil des données dans ADES sur l'ensemble des qualitomètres présents sur la masse d'eau souterraine FRDG370 (Alluvions de l'Arc de Berre) depuis 2008, ce qui a permis de détecter les points pour lesquelles les Moyennes des Moyennes Annuelles (Mma) depuis 2008 étaient au-dessus des seuils et où les fréquences de dépassement excédaient 20%. Six points voient ainsi au moins un de ces deux paramètres répondre à ces critères pour ce qui concerne les produits phytosanitaires, et deux points pour ce qui concerne les nitrates.

Une rapide analyse des molécules et des points concernés montrent une convergence avec l'étude plus détaillée menée par le BRGM en 2008, que ce soit pour les produits phytosanitaires ou pour les nitrates, les mêmes molécules se retrouvant une fois encore au-dessus des seuils. Il n'y a pas de tendance visible à l'échelle de la nappe, même si ponctuellement, et pour certaines d'entre elles des baisses ou des hausses sont visibles.

La conductivité des points situés au sud de la nappe présente une augmentation croissante depuis 2008 et des Mma supérieures aux valeurs seuil de potabilité avec des fréquences de dépassement supérieures à 20%. Une analyse plus fine des données (corrélation avec l'évolution des autres paramètres), et une identification plus précise (origine marine ? évaporitique ? anthropique ?) mériteraient cependant d'être menées.



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France
Tel. 02 38 64 34 34

Direction Régionale Provence-Alpes-Côte d'Azur
117, avenue de Luminy
BP168 – 13276 Marseille Cedex09 – France
Tél. : 04 91 17 74 77