



Evolution des surplus azotés et des concentrations en nitrates dans les aires d'alimentation de captage (AAC)

Décembre 2019

www.oieau.org

Titre : Evolution des surplus azotés et des concentrations en nitrates dans les aires d'alimentation de captage (AAC)

Auteur(s) : THIERRY E. (OIEau)

Contributeur(s) : BARREAU S. (OIEau), MAGNIER J. (OIEau), PETIT K. (OIEau), LALLOUETTE V. (OIEau), BOUGON N. (AFB)

Editeur : Office International de l'Eau (OIEau)

Date de publication : 20/12/2019

Résumé : Dix ans après le lancement du dispositif des aires d'alimentation de captage (AAC), des tendances d'évolution sont-elles observées concernant la pollution azotée d'origine agricole ? Si tel est le cas, sur quelles périodes sont-elles observées ? Quels facteurs pourraient les expliquer ? Cette étude vise à apporter des éléments de réponse à ces questions, à partir d'une exploration des tendances d'évolution des surplus azotés et des concentrations en nitrates dans les milieux aquatiques à l'échelle de ces zones.

Le document présente la source des données et la méthodologie employée, les résultats obtenus avec des focus sur certaines AAC, et enfin les perspectives.

Mots-clés : AZOTE, SURPLUS AZOTE, NITRATES, STATISTIQUE, AIRE D'ALIMENTATION DE CAPTAGE, AAC, TENDANCE

Format : PDF

Identifiant : OIE/34234

Langue : fra

Couverture géographique : France métropolitaine

URL du document : <https://www.oieau.fr/eaudoc/notice/Evolution-des-surplus-azot%C3%A9s-et-des-concentrations-en-nitrates-dans-les-aires-d%E2%80%99alimentation>

Droits d'usage : <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/fr/>

Droits de diffusion : libre

Sommaire

1. Contexte et objectif	6
2. Données, méthode et résultats	8
Etape 1 : identification des AAC	8
Etape 2 : calcul des surplus azotés à l'échelle des AAC.....	9
Etape 3 : caractérisation des résultats en fonction des activités agricoles du territoire	14
Etape 4 : tendance d'évolution des surplus azotés.....	19
Etape 5 : tendance d'évolution des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines	21
Etape 6 : mise en regard des tendances d'évolution des surplus et des concentrations en nitrates	22
3. ZOOM SUR DEUX AAC	25
AAC Ville de Niort le Vivier	25
AAC Gué de Sciaux.....	32
4. Conclusion et perspectives	38
5. Annexe 1 - Méthode de calcul des surplus azoté via Cassis-N	40
6. Annexe 2 - Méthode de calcul des tendances	43
7. Annexe 3 - Liste des 115 AAC sélectionnées pour l'étude	45
8. Annexe 4 - Répartition des 115 AAC par tendance de surplus azoté	49
9. Annexe 5 - Répartition des 121 points d'eau par tendance de surplus azoté et tendance de concentration en nitrates	50
10. Annexe 6 - Tableau récapitulatif des résultats par AAC.....	52

Liste des figures

Figure 1 - Sélection des ouvrages prioritaires	6
Figure 2 - Chronologie des programmes d'actions nitrates	7
Figure 3 - Répartition spatiale des 146 AAC répertoriées dans le référentiel Sandre en date du 22 août 2019	8
Figure 4 - Interface de la plateforme CASSIS-N.....	10
Figure 5 - Répartition spatiale des 139 AAC sélectionnées pour le calcul des surplus azotés	10
Figure 6 - Répartition spatiale des 115 AAC disposant de valeurs de surplus azotés	11
Figure 7 - Évolution des surplus azotés pour l'ensemble des 115 AAC sélectionnées.....	12
Figure 8 - Représentation graphique du surplus moyen de chaque AAC sur la période 2009-2015 en fonction de la surface de l'AAC.....	13
Figure 9 - Représentation schématique du lien entre surface de l'AAC, SAU et surface en Grandes cultures (GC)	14
Figure 10 - Représentation graphique du surplus moyen de chaque AAC sur la période 2009-2015 en fonction de la part de SAU de l'AAC	16
Figure 11 - Représentation graphique du surplus azoté moyen de chaque AAC sur la période 2009-2015 en fonction de la part de SAU en grandes cultures (a) ou en prairies (b)	17
Figure 12 - Représentation graphique du surplus moyen de chaque AAC sur la période 2009-2015 en fonction de la part de SAU en blé	18
Figure 13 - Représentation graphique du surplus moyen de chaque AAC sur la période 2009-2015 en fonction de la part de SAU en maïs	18
Figure 14 - Conditions d'application du test statistique de Mann-Kendall	19
Figure 15 - Répartition des 115 AAC selon le résultat du test de Mann-Kendall	20
Figure 16 - Répartition des 153 points d'eau selon le résultat du test de Mann-Kendall.....	22
Figure 17 - Localisation de l'AAC Ville de Niort le Vivier	25
Figure 18 - Résultats des calculs de tendance de surplus azotés pour l'AAC Ville de Niort le Vivier	26
Figure 19 - Résultats des calculs de tendance de concentrations en nitrates pour le point d'eau « Vivier ».....	27
Figure 20 - Résultats des calculs de tendance de concentrations en nitrates pour le point d'eau « Gachet I » ..	28
Figure 21 - Résultats des calculs de tendance de concentrations en nitrates pour le point d'eau « Gachet III »	29
Figure 22 - Localisation de l'AAC Gué de Sciaux.....	32
Figure 23 - Résultats des calculs de tendance de surplus azotés pour l'AAC Gué de Sciaux	33
Figure 24 - Résultats des calculs de tendance de concentrations en nitrates pour le point d'eau « Puits 1 »	34
Figure 25 - Résultats des calculs de tendance de concentrations en nitrates pour le point d'eau « Puits 2 »	35
Figure 26 - Résultats des calculs de tendance de concentrations en nitrates pour le point d'eau « Puits 3 »	36
Figure 27 - Méthode de calcul des surplus avec Cassis-N	40
Figure 28 - Principes de calcul des surplus azotés par Cassis-N	41
Figure 29 - Interface de Cassis-N.....	42
Figure 30 - Interface de la plateforme de calculs ASTA-ENV.....	43
Figure 31 - Chargement du fichier de données sur ASTA-ENV.....	44
Figure 32 - Sélection des modules de traitement sur ASTA-ENV	44

Liste des tableaux

Tableau 1 - Répartition par bassin des 146 AAC disponibles dans le référentiel Sandre.....	9
Tableau 2 - Répartition par bassin des 115 AAC disposant de valeurs de surplus azotés.....	11
Tableau 3 - Tableau synthétique des valeurs des surplus azotés par classe de surface sur la période 1955-2015	12
Tableau 4 – Répartition des 115 AAC en fonction de leur surface et de leur part de SAU	15
Tableau 5 – Répartition des 115 AAC en fonction de leur surface et de la part de SAU en grandes cultures et prairies.....	16
Tableau 6 - Répartition des 115 AAC en fonction de leur SAU et de la part de SAU en grandes cultures et prairies	17
Tableau 7 - Répartition des AAC selon les résultats du test de tendance de Mann-Kendal et selon leur surface	20
Tableau 8 - Résultats des calculs de tendance de concentrations en nitrates	21
Tableau 9 - Répartition des points d'eau par tendance de surplus azotés et tendance de concentrations en nitrates	23

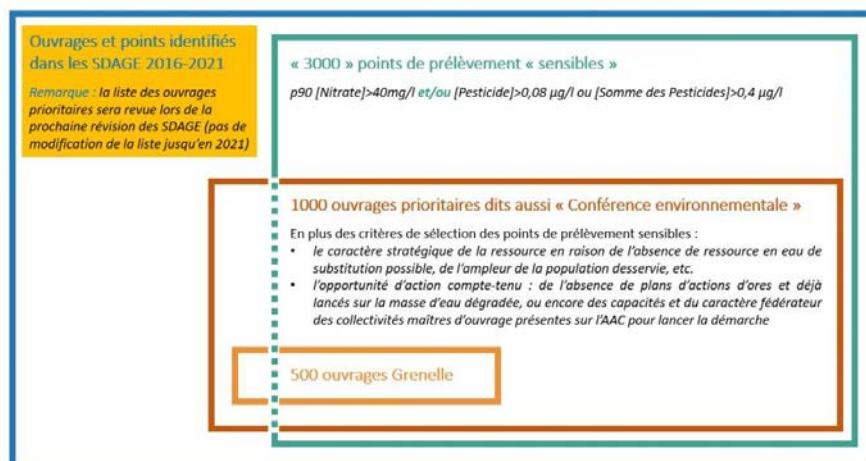
1. CONTEXTE ET OBJECTIF

Pour préserver et améliorer la qualité des eaux brutes des captages et lutter contre les pollutions, la France a mis en place plusieurs dispositifs, dont :

- les périmètres de protection autour des points de captage destinés à la consommation humaine (lois sur l'eau de 1964 et 1992, code de la santé publique) réglementant les activités qui se déroulent à proximité des ouvrages de prélèvement ;
- des mesures de protection sur tout ou partie de l'[Aire d'Alimentation du Captage](#) (AAC), pour les captages présentant un enjeu particulier pour l'approvisionnement actuel ou futur en eau potable, ou pour lesquels un risque lié aux pollutions diffuses est identifié (loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006, code de l'environnement).

Le Grenelle de l'environnement (loi Grenelle 1 de 2009) a confirmé l'importance de l'enjeu de protection des captages en prévoyant la mise en œuvre de plans d'actions d'ici 2012 pour assurer la protection des 500 ouvrages les plus menacés par les pollutions diffuses (nitrates et pesticides). Ces captages, dits « captages Grenelle », figurent parmi les captages classés comme prioritaires dans le cadre des Schémas directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE 2010-2015). Cette démarche de protection a été étendue à 1 000 captages prioritaires par la Conférence environnementale de 2013, visant les territoires les plus sensibles aux pollutions diffuses (Figure 1).

Figure 1 - Sélection des ouvrages prioritaires



Source : <https://aires-captages.fr/page/contexte-reglementaire>

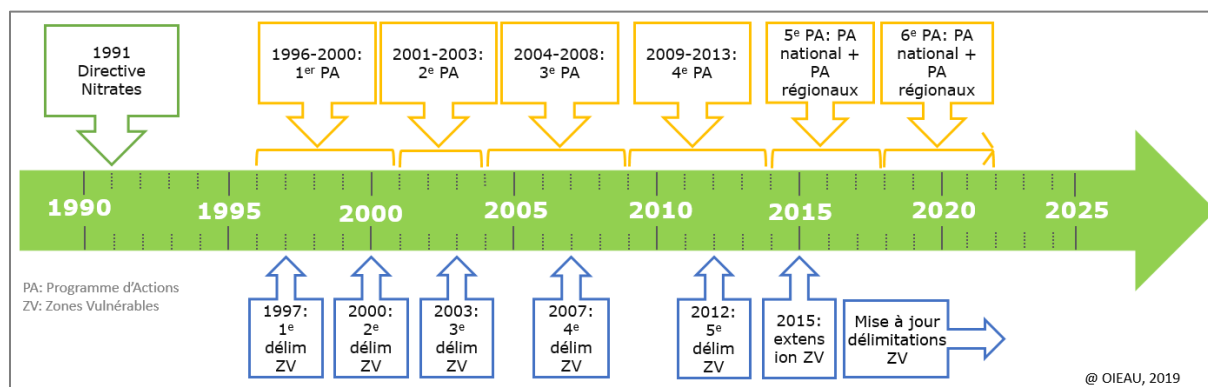
En 2014, les ministères en charge de l'agriculture, de la santé et de l'environnement ont réalisé un bilan de la mise en œuvre des plans d'actions issue de la démarche « Grenelle » et proposé des pistes permettant d'améliorer leur mise en œuvre¹.

D'autres dispositifs réglementaires interviennent dans la protection des captages, comme les programmes d'actions pris en application de la directive nitrates (1991) qui vise à protéger les

¹ [Pour une meilleure efficacité et une simplification des dispositions relatives à la protection des captages d'eau potable](#), Ministères en charge de l'agriculture, de la santé et de l'environnement, 2014

ressources en eau contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles. Ces programmes, élaborés pour la première fois en 1996, comportent des mesures qui doivent être appliquées par les agriculteurs dans les zones vulnérables, c'est-à-dire les zones atteintes ou menacées par cette pollution. Faisant l'objet de révision régulière, six programmes se sont succédé entre 1996 et 2019 (Figure 2).

Figure 2 - Chronologie des programmes d'actions nitrates



Source : OIEau

Dix ans après le lancement des dispositifs AAC, des tendances d'évolution sont-elles observées concernant la pollution azotée d'origine agricole ? Si tel est le cas, sur quelles périodes sont-elles observées ? Quels facteurs pourraient les expliquer ? Est-il possible de les mettre en regard des actions mises en œuvre sur le territoire ?

Cette étude vise à apporter des éléments de réponse à ces questions, à partir d'une exploration :

- des valeurs de surplus azotés calculées entre 1955 et 2015 pour les AAC disposant d'un périmètre géographique validé, et d'une caractérisation de ces AAC par surface agricole utilisée et type de cultures ;
- de l'historique des concentrations en nitrates mesurées dans le milieu.

Le document présente la source des données et la méthodologie employée, les résultats obtenus avec des focus sur certaines AAC, et enfin les perspectives.

2. DONNEES, METHODE ET RESULTATS

Etape 1 : identification des AAC

Qu'est-ce qu'une AAC et quelles sont les délimitations existantes ?

Note méthodologique

- [Définition](#)

L'AAC désigne l'ensemble des surfaces contribuant à l'alimentation du captage ou, autrement dit, l'ensemble des surfaces où toute goutte d'eau tombée au sol est susceptible de parvenir jusqu'au captage, que ce soit par infiltration ou par ruissellement (source : <https://aires-captages.fr/>).

- [Sources des données](#)

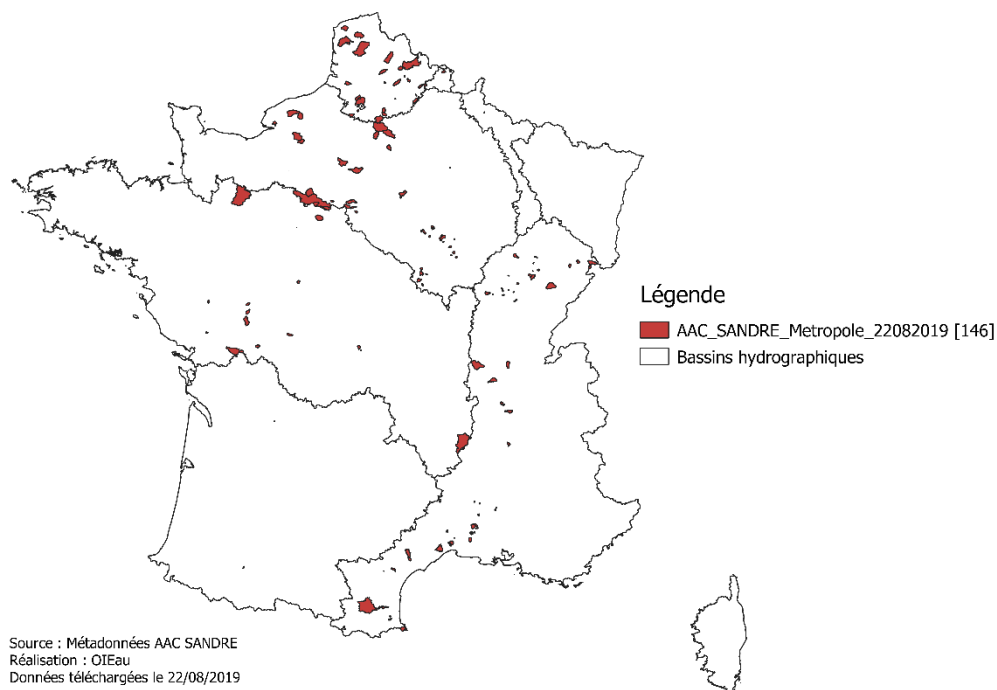
En France, il n'existe pas, actuellement, de bases de données géographiques de l'ensemble des AAC. Cependant [le référentiel Sandre des AAC](#) met à disposition les périmètres géographiques des AAC consolidés et standardisés (référentiel en cours de constitution).

Résultats

En date du 22 août 2019, le jeu de données Sandre répertoriait **146 AAC** en France métropolitaine, en majorité répartie sur les bassins Rhône Méditerranée Corse et Seine-Normandie (Figure 3, Tableau 1).

Figure 3 - Répartition spatiale des 146 AAC répertoriées dans le référentiel Sandre en date du 22 août 2019

Répartition des 146 AAC de France métropolitaine répertoriées dans le SANDRE en date du 22 août 2019



Source : OIEau (d'après les données Sandre)

Tableau 1 - Répartition par bassin des 146 AAC disponibles dans le référentiel Sandre

Bassin hydrographique	Nombre d'AAC Sandre
Adour-Garonne	2
Artois-Picardie	28
Loire-Bretagne	14
Rhin-Meuse	2
Rhône-Méditerranée-Corse	59
Seine-Normandie	41
Total	146

Source : OIEau (d'après les données Sandre)

Etape 2 : calcul des surplus azotés à l'échelle des AAC

Quelles sont les valeurs de surplus azotés à l'échelle des AAC ?

Note méthodologique

- [Définition](#)

Le surplus azoté constitue la quantité d'azote qui reste dans le sol après les récoltes, car non assimilée par les plantes, et qui est susceptible d'atteindre les milieux aquatiques². Ce surplus azoté est estimé via les bilans azotés qui correspondent globalement à la différence entre :

- les apports d'azote (fertilisation minérale, excréments des animaux d'élevage, autres apports organiques d'origine urbaine et industrielle, fixation symbiotique d'azote par les plantes légumineuses, déposition atmosphérique) ;
- et les exportations d'azote (consommation en azote par les cultures et les prairies, pertes sous forme gazeuse).

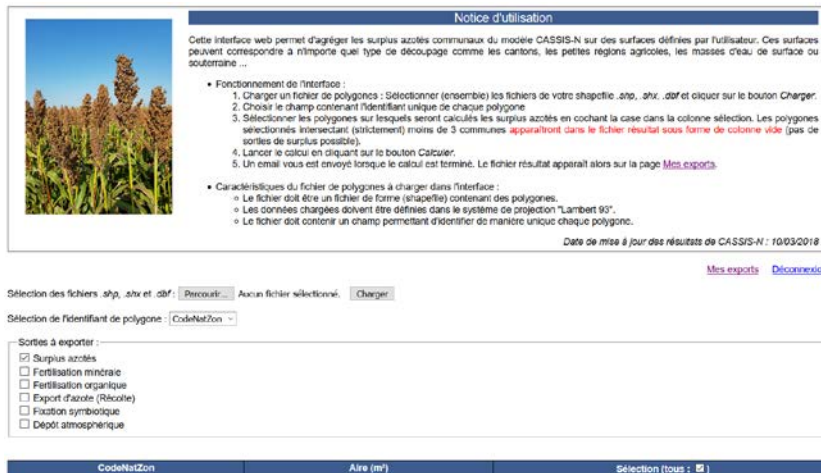
- [Sources des données](#)

Les surplus azotés ont été calculés à partir de la plateforme [CASSIS-N](#) (Calculation of soil simplified surplus of nitrogen) créée par l'Université de Tours, en collaboration avec l'Agence française pour la biodiversité (AFB).

Cet outil calcule le surplus azoté départemental annuel à l'issue d'une année culturale (sans prise en compte des rotations culturales, ni de l'évolution du stock d'azote du sol), sur la base du solde entre les entrées (fertilisation minérale, fertilisation organique, fixation symbiotique et déposition atmosphérique) et les sorties d'azote du sol (export par les récoltes). Puis, à partir d'une désagrégation des valeurs à l'échelle communale, il permet à l'utilisateur d'agréger les surplus communaux sur des surfaces définies (Figure 4). Les modalités de calculs du module sont présentées en Annexe 1.

² Pratiques agricoles et nitrates dans les milieux aquatiques, OIEau/Onema, Décembre 2014

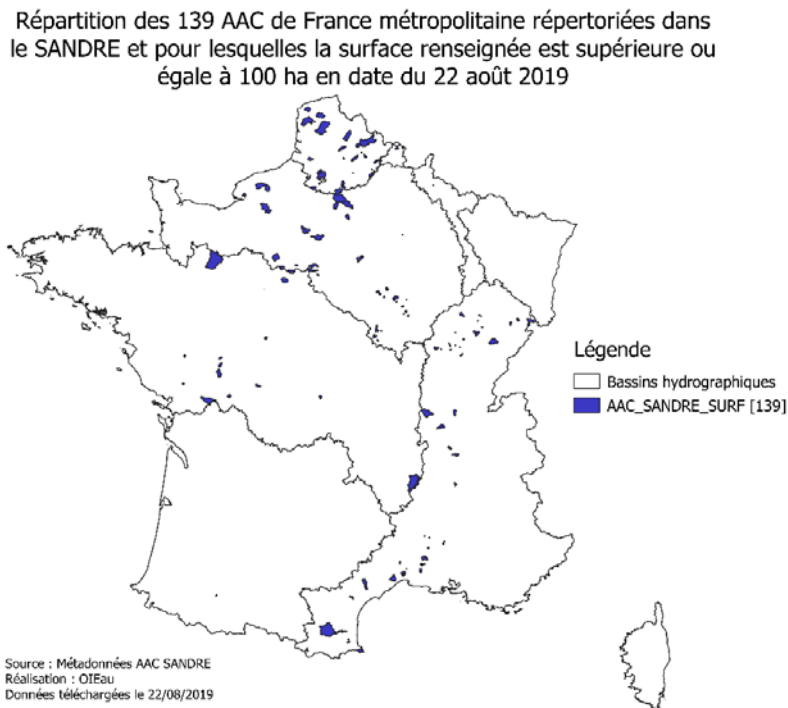
Figure 4 - Interface de la plateforme CASSIS-N



Source : Université de Tours

Le rapport d'étude³ de l'Université de Tours et les personnes responsables du module précisent qu'au vu de certaines limites d'utilisation, telle que l'échelle d'interprétation des résultats, il est préférable d'utiliser l'outil CASSIS-N sur des territoires d'au moins 100 hectares (ha). Un filtre a donc été appliqué sur le jeu de données des 146 AAC pour ne conserver que celles qui ont une surface ≥ 100 ha, soit **139 AAC**⁴ (Figure 5). Les calculs de surplus azotés via la plateforme CASSIS-N ont été lancés sur cet échantillon.

Figure 5 - Répartition spatiale des 139 AAC sélectionnées pour le calcul des surplus azotés



Source : OTEau (d'après les données Sandre et aires-captages.fr)

³ Evolution des surplus azotés (1960-2010) : déploiement national, étude des temps de transfert et de l'impact du changement des pratiques agricoles - Evaluation des pressions azotées - Résultats et guide d'interprétation, Université de Tours/Onema, 2016

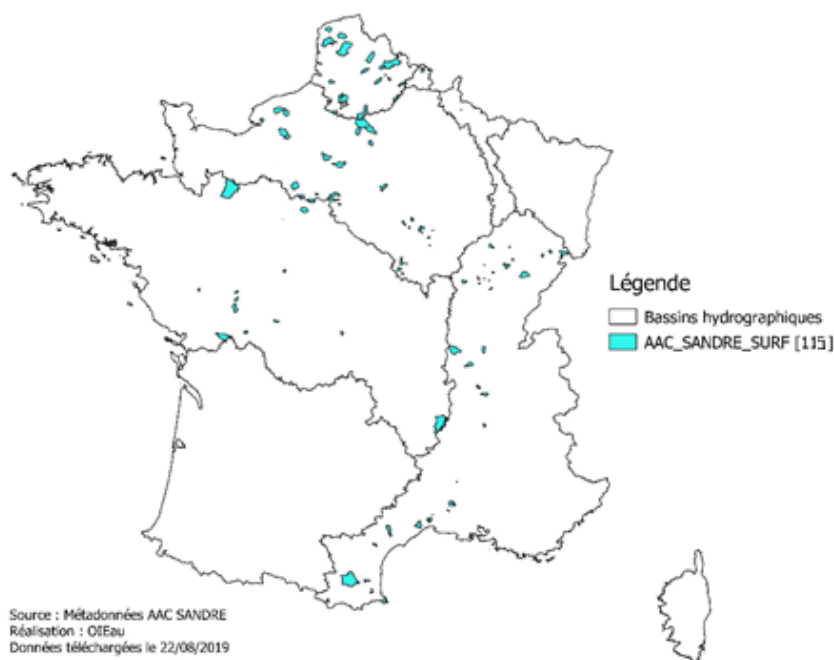
⁴ Les données de surface des AAC utilisées proviennent sur du site <https://aires-captages.fr/>

Résultats

- [Nombre d'AAC concernées par des calculs de surplus azotés](#)

Sur les 139 AAC sélectionnées, la plateforme CASSIS-N a pu calculer des surplus azoté pour **115 AAC** car elle ne prend en compte que les polygones intersectant strictement plus de 3 communes (Figure 6, Tableau 2).

Figure 6 - Répartition spatiale des 115 AAC disposant de valeurs de surplus azotés
Répartition des 115 AAC de France métropolitaine filtrées post-CASSIS-N a en date du 22 août 2019



Source : OIEau (d'après les données Sandre, aires-captages.fr et Cassis-N)

Tableau 2 - Répartition par bassin des 115 AAC disposant de valeurs de surplus azotés

Bassin hydrographique	Nombre d'AAC
Adour-Garonne	0
Artois-Picardie	25
Loire-Bretagne	12
Rhin-Meuse	1
Rhône-Méditerranée-Corse	43
Seine-Normandie	34
Total	115

Source : OIEau (d'après les données Sandre, aires-captages.fr et Cassis-N)

- [Valeurs des surplus azotés pour les 115 AAC](#)

La plateforme CASSIS-N présente les valeurs de surplus azoté calculées en kg d'azote par année, sur la période 1955 à 2015, pour la surface totale de l'AAC donnée (kgN/surface AAC). La valeur annuelle minimale constatée est de -281 608 kgN/surface AAC, et la valeur annuelle maximale de 4 106 078 kgN/surface AAC.

Pour rendre les résultats comparables entre AAC, les résultats ont été rapportés à la surface de l'AAC, en kgN/ha. Le Tableau 3 présente les intervalles de valeurs observées par classe de surface d'AAC.

Tableau 3 - Tableau synthétique des valeurs des surplus azotés par classe de surface sur la période 1955-2015

Classe de surface AAC (ha)	Nombre d'AAC	Valeurs minimales (kgN/ha)	Valeurs moyennes (kgN/ha)	Valeurs médianes (kgN/ha)	Valeur maximales (kgN/ha)
< 1000	33	De -81,4 à 32,8	De 5,5 à 64,4	De 2,3 à 63,8	De 22,1 à 121,4
>= 1000 et <5000	50	De -26,9 à 54,6	De 2,2 à 109,2	De 4,1 à 110,7	De 14,9 à 165,9
>= 5000	32	De -81,4 à 54,6	De 6,9 à 77,7	De 6,9 à 79,6	De 9,3 à 147,7

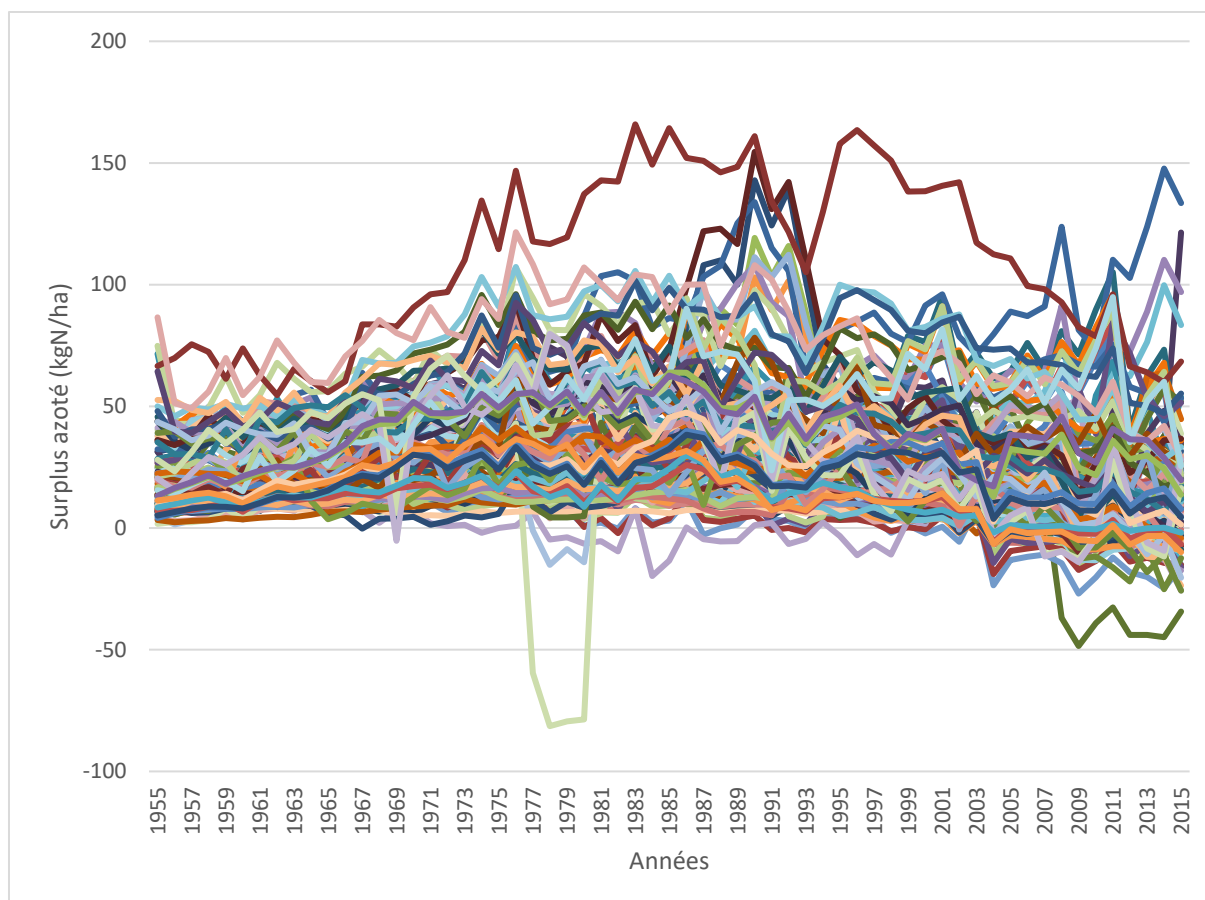
Source : OIEau (d'après les données Sandre, Cassis-N et aires-captages.fr)

A titre d'information, en 2010, l'activité agricole en France métropolitaine a engendré un surplus azoté estimé à 902 000 tonnes, soit en moyenne 32 kg d'azote par hectare de surface agricole utilisée par les exploitants.

Source : [Les surplus d'azote et les gaz à effet de serre de l'activité agricole en France métropolitaine en 2010](#), Commissariat général au développement durable, 2013

La Figure 7 présente l'évolution des surplus azotés rapportés à la surface pour l'ensemble des 115 AAC sélectionnées sur la période 1955-2015.

Figure 7 - Évolution des surplus azotés pour l'ensemble des 115 AAC sélectionnées



Source : OIEau (d'après les données Sandre, Cassis-N et aires-captages.fr)

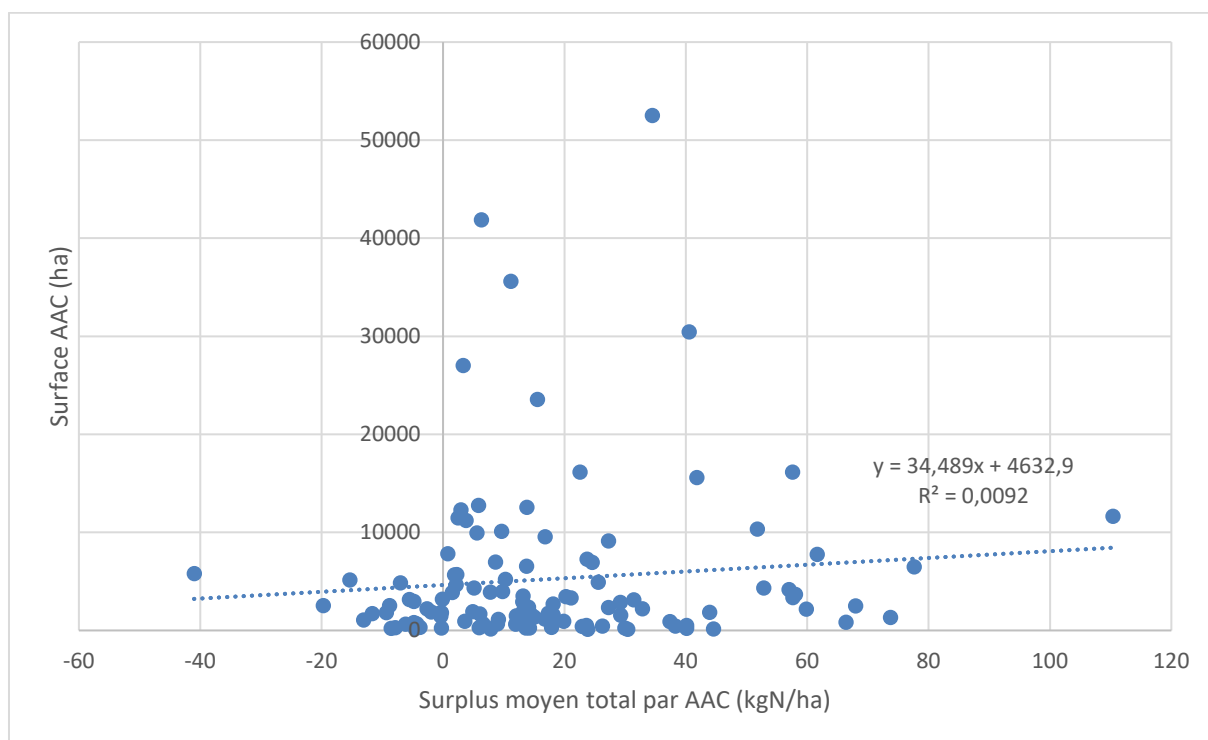
- [Mise en regard des surplus moyens avec la taille des AAC](#)

Les résultats suivants présentent les valeurs moyennes de surplus azotés sur la période 2009-2015, 2009 correspondant à l'entrée en vigueur de la loi Grenelle 1 et le lancement des démarches AAC.

La Figure 8 expose le surplus moyen par AAC sur la période 2009-2015 en fonction de leur surface. La valeur du coefficient de détermination R^2 (0,0092) ne démontre pas de relation forte entre la surface de l'AAC et la valeur moyenne de surplus. Les valeurs de surplus moyen les plus importantes (supérieure à 50 kgN/ha) concernent des AAC de surface variant entre 850 ha et 16 150 ha.

R^2 est le coefficient de détermination. Il permet de mesurer la qualité de la prédiction d'une régression linéaire multiple. Sa valeur varie de 0 à 1 : plus le coefficient de détermination se rapproche de 0, plus le nuage de points se disperse autour de la droite de régression. Au contraire, plus le R^2 tend vers 1, plus le nuage de points se resserre autour de la droite de régression. Quand les points sont exactement alignés sur la droite de régression, alors $R^2 = 1$. Si le nuage de points est totalement dispersé, il n'y a pas de relation entre les deux paramètres. Si le nuage de points est totalement aligné sur la droite, il y a une relation forte entre les deux paramètres.

Figure 8 - Représentation graphique du surplus moyen de chaque AAC sur la période 2009-2015 en fonction de la surface de l'AAC



Source : OIEau (d'après les données Sandre, Cassis-N et aires-captages.fr)

Etape 3 : caractérisation des résultats en fonction des activités agricoles du territoire

Observe-t-on une relation entre les valeurs de surplus et les types d'activités agricoles (cultures, élevage) ?

Note méthodologique

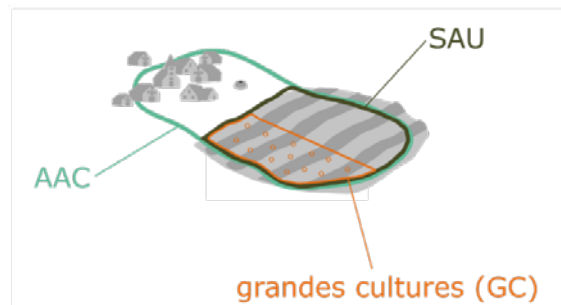
- [Sources des données](#)

Afin de mieux comprendre l'échantillon et analyser les résultats des calculs de surplus azotés, les AAC ont été catégorisées sur la base de :

- ✓ la part de surface agricole utilisée (SAU) pour identifier les AAC avec une activité agricole importante ;
- ✓ et la part de SAU en grandes cultures et en prairies pour caractériser les activités agricoles (Figure 9).

Ces informations ont été obtenues à partir d'un croisement entre le registre parcellaire graphique (RPG) de 2017 et les périmètres des AAC. Le [RPG](#) est une base de données géographique servant de référence à l'instruction des aides de la politique agricole commune (PAC). Ce système d'information géographique, géré par l'Agence de Service et de Paiement (ASP) permet l'identification des parcelles agricoles et fournit des informations détaillées sur l'occupation du sol et les structures foncières. Les données RPG sont organisées autour des îlots⁵ du RPG anonyme de l'année N et des parcelles agricoles elles-mêmes. Ces données correspondent à l'ensemble des limites des îlots dits « anonymisés » et des parcelles agricoles contenues dans ces îlots déclarés l'année N, dans leur situation connue et arrêtée au 1^{er} janvier de l'année N+1.

Figure 9 - Représentation schématique du lien entre surface de l'AAC, SAU et surface en Grandes cultures (GC)



Source : OIEau

L'ASP signale que les données du RPG doivent être maniées avec prudence, surtout pour les analyses du foncier agricole (évolution, morcellement, accessibilité, etc.) car :

- il manque des surfaces agricoles (surfaces des exploitations non aidées par exemple) ;
- ces manques ne sont pas les mêmes d'une année sur l'autre (évolution des aides, surfaces non déclarées pour une raison relative à la vie d'une exploitation, projet d'aménagement commencé puis différé, ...)
- le dessin d'un îlot donné peut être modifié par l'exploitant alors même qu'il n'y a aucun changement sur le terrain.

⁵ Groupe de parcelles contiguës, cultivées par le même agriculteur.

- [Traitement des données](#)

Le croisement géographique entre les périmètres des AAC et le RPG 2017 a permis de calculer :

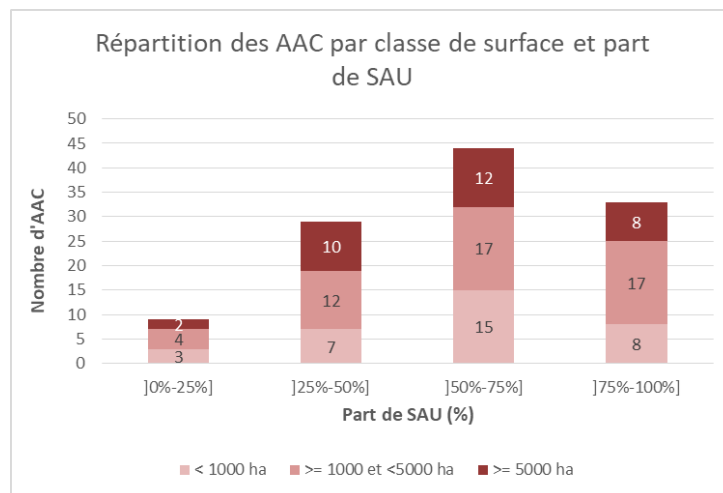
- ✓ la part de surface agricole utilisée (SAU) de l’AAC ;
- ✓ la part de surface agricole en « grandes cultures » en sommant les parts de surface en blé tendre, maïs grain et ensilage, orge, autres céréales, colza, tournesol, autre oléagineux, protéagineux ;
- ✓ la part de surface agricole en « prairies » en sommant les parts de surface en prairies permanentes et prairies temporaires, permettant de qualifier l’importance de l’activité d’élevage (élevage hors sol mis à part) dans les AAC.

Résultats

- [Caractérisation des AAC par classe de SAU](#)

Le Tableau 4 présente la répartition des AAC sélectionnées pour l’étude par classe de surface et part de SAU. Il indique que 67% des 115 AAC sont couvertes par au moins 50% de surface agricole : 44 AAC ont une part de SAU comprise entre 50 et 75%, et 33 entre 75 et 100%. Parmi ces 77 AAC, 44% ont une surface totale comprise entre 1 000 et 5 000 ha.

Tableau 4 – Répartition des 115 AAC en fonction de leur surface et de leur part de SAU



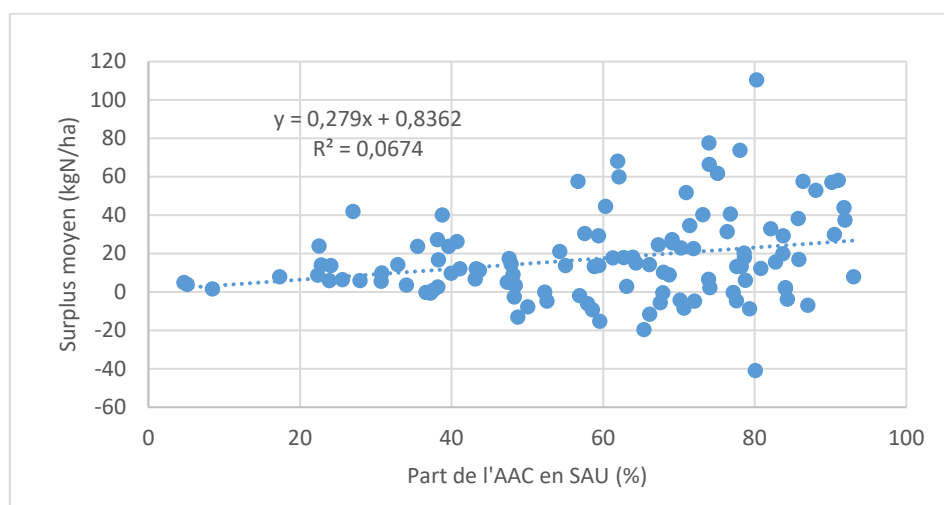
Surface AAC (ha)	Part de SAU (%)				Total
]0%-25%]]25%-50%]]50%-75%]]75%-100%]	
< 1000	3	7	15	8	33
>= 1000 et <5000	4	12	17	17	50
>= 5000	2	10	12	8	32
Total	9	29	44	33	115

Source : OIEau (d’après les données Sandre, Cassis-N, aires-captages.fr et RPG)

- [Mise en regard des surplus moyens avec la part de SAU de l’AAC](#)

La Figure 10 présente le surplus azoté moyen par AAC sur la période 2009-2015 en fonction de leur surface en SAU. La valeur du coefficient de détermination R^2 (0,0674) montre une relation faible entre la SAU de l’AAC et la valeur moyenne de surplus. Toutefois, les valeurs de surplus moyen les plus importantes (supérieure à 50 kgN/ha) concernent des AAC avec une part de SAU supérieure à 50%.

Figure 10 - Représentation graphique du surplus moyen de chaque AAC sur la période 2009-2015 en fonction de la part de SAU de l'AAC

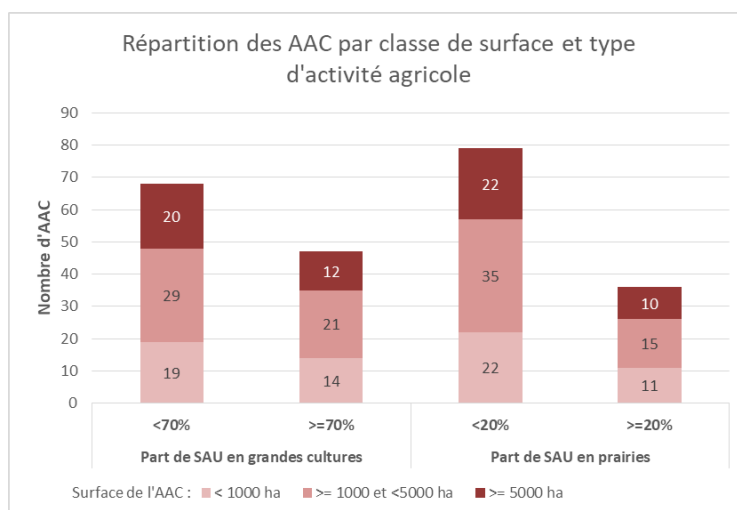


Source : OIEau (d'après les données Sandre, Cassis-N, aires-captages.fr et RPG)

- [Mise en regard des surplus moyens avec la part de SAU en grandes cultures \(GC\) et en prairies \(P\)](#)

Le Tableau 5 et le Tableau 6 montrent que 41% des 115 AAC sélectionnées ont une part de SAU en grandes cultures supérieure ou égale à 70%, et que 31% une part de SAU en prairies supérieure ou égale à 20%.

Tableau 5 – Répartition des 115 AAC en fonction de leur surface et de la part de SAU en grandes cultures et prairies



Surface AAC (ha)	Part de SAU en grandes cultures		Part de SAU en prairies		Total
	<70%	>=70%	<20%	>=20%	
< 1000	19	14	22	11	33
>= 1000 et < 5000	29	21	35	15	50
>= 5000	20	12	22	10	32

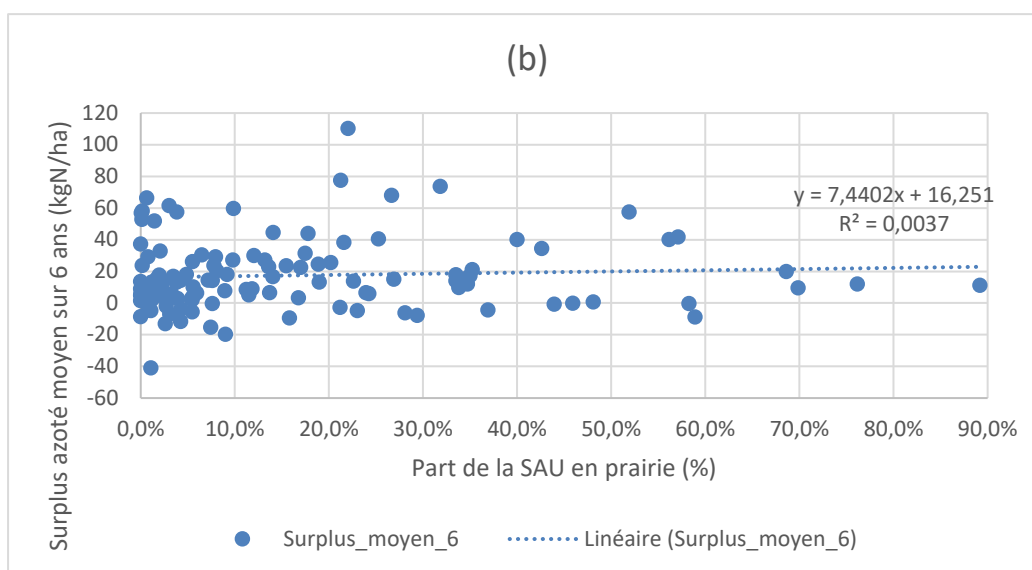
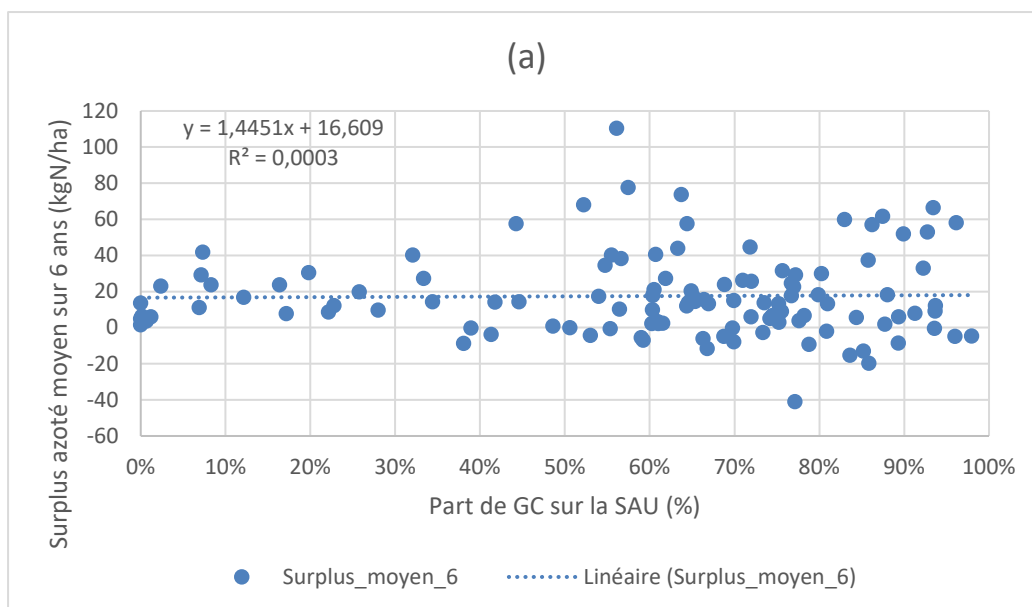
Tableau 6 - Répartition des 115 AAC en fonction de leur SAU et de la part de SAU en grandes cultures et prairies

Part de SAU (%)	Part de SAU en grandes cultures		Part de SAU en prairies		Total
	<70%	>=70%	<20%	>=20%	
[0-25]	8	1	7	2	9
]25-50]	21	8	17	12	29
]50-75]	23	21	29	15	44
]75-100]	16	17	26	7	33

Source : OIEau (d'après les données Sandre, Cassis-N, aires-captages.fr et RPG)

La Figure 11 représente le surplus azoté moyen de chaque AAC en fonction de la part de SAU en grandes cultures ou en prairies. Dans les deux cas, la valeur du coefficient de détermination R^2 est proche de 0, ce qui permet de dire qu'il n'y a pas de relation entre la valeur moyenne de surplus et les parts de SAU en grandes cultures ou prairies dans l'échantillon de notre étude.

Figure 11 - Représentation graphique du surplus azoté moyen de chaque AAC sur la période 2009-2015 en fonction de la part de SAU en grandes cultures (a) ou en prairies (b)



Source : OIEau (d'après les données Sandre, Cassis-N, aires-captages.fr et RPG)

Les valeurs les plus importantes de surplus azotés concernent des AAC avec une part de grandes cultures comprises entre 44 et 96%. Pour les parts de surface en prairies, cela varie de 0 à 52%.

- [Focus sur le blé et le maïs](#)

En France, les cultures les plus importantes en termes de surface sont, dans l'ordre, le blé (53% de la surface agricole française), l'orge (20%) et le maïs grain (15%)⁶. Parmi ces cultures, ce sont le blé et le maïs qui reçoivent les doses moyennes d'azote minéral les plus importantes (enquête PhytoGC 2014).

La répartition des surplus azotés moyens par rapport à la part de SAU en blé ou maïs montre que la relation entre ces deux paramètres est faible.

Figure 12 - Représentation graphique du surplus moyen de chaque AAC sur la période 2009-2015 en fonction de la part de SAU en blé

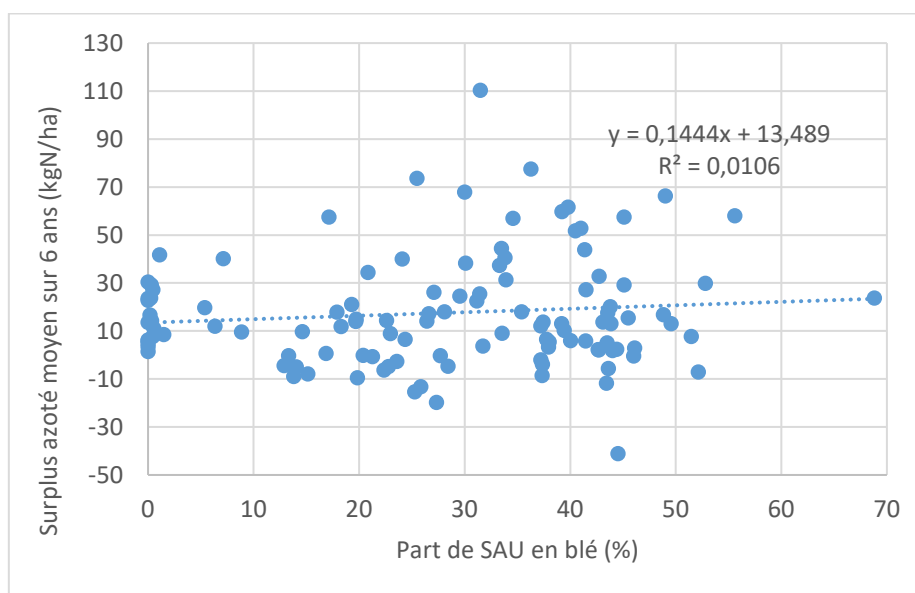
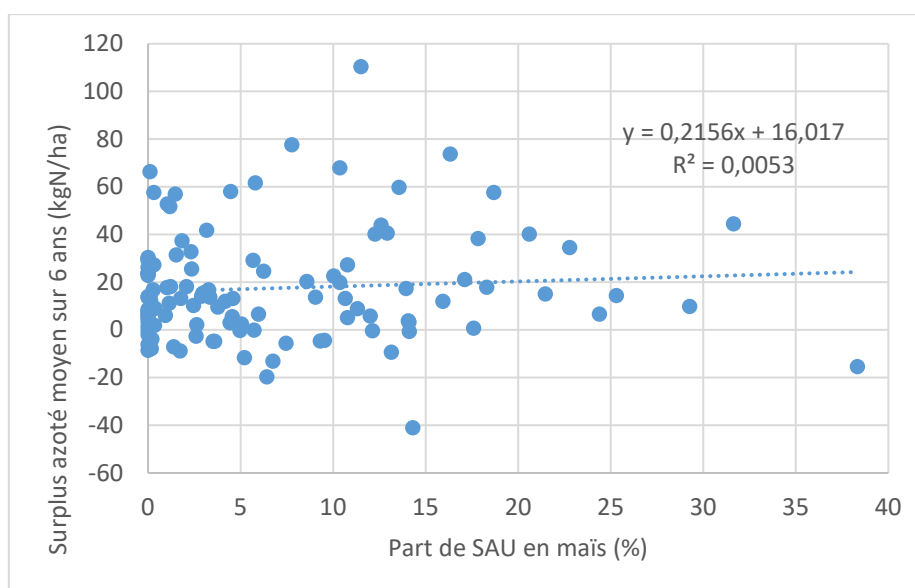


Figure 13 - Représentation graphique du surplus moyen de chaque AAC sur la période 2009-2015 en fonction de la part de SAU en maïs



Source : OIEau (d'après les données Sandre, Cassis-N, aires-captages.fr et RPG)

⁶ Source : Agreste, 2018, http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Graf1841_-_COP.pdf

Etape 4 : tendance d'évolution des surplus azotés

Quelles sont les tendances d'évolution (hausse, baisse) des valeurs de surplus azotés ?

Note méthodologique

- [Sources des données](#)

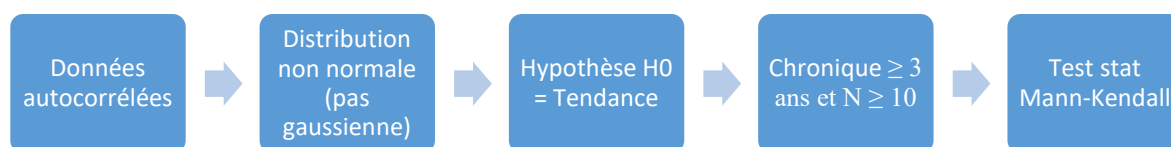
Les données utilisées sont les valeurs de surplus azotés calculés via la plateforme Cassis-N pour les 115 AAC sur la période 1955-2015 (soit près de 7 000 valeurs).

- [Traitement des données](#)

Les tendances d'évolution ont été étudiées à l'aide du test statistique de Mann-Kendall. Il s'agit d'un test non paramétrique permettant de détecter des tendances dans une série temporelle qui comprend éventuellement une composante saisonnière. Il s'appuie sur le calcul du τ de Kendall mesurant l'association entre deux échantillons et lui-même basé sur les rangs à l'intérieur des échantillons.

Le test a été appliqué à partir de la plateforme de calcul [ASTA-ENV](#) qui utilise le [module HYPE](#). Le module ne réalise les calculs qu'après vérification de certaines conditions⁷ précisées ci-dessous :

Figure 14 - Conditions d'application du test statistique de Mann-Kendall



Source : OIEau, d'après BRGM

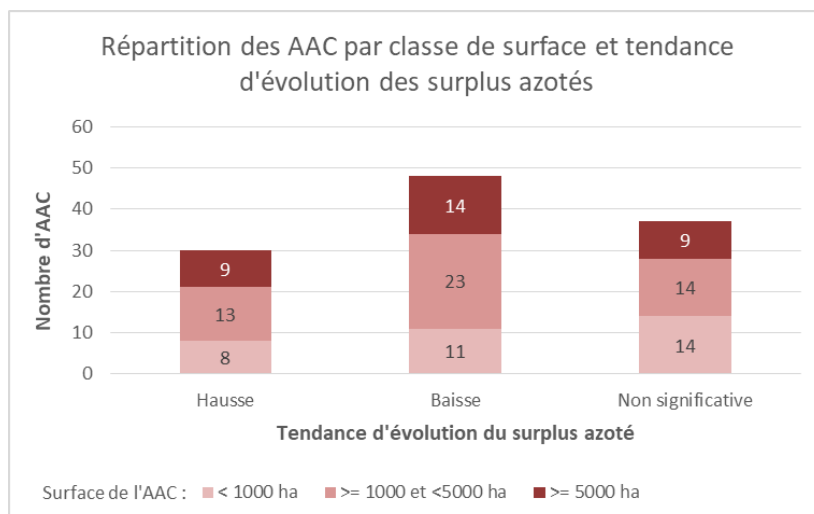
Les différentes fonctionnalités de la plateforme ASTA-ENV sont présentées en Annexe 2.

Résultats

Sur les 115 tests de tendances effectués, 68% sont significatifs (p -value < 5%). Cela signifie que pour 78 des 115 AAC, il y a statistiquement une évolution des surplus azotés sur l'ensemble de la chronique 1955-2015. 42% (soit 48 AAC) présentent une tendance à la diminution, tandis que 26% (30 AAC) présentent une tendance à l'augmentation.

⁷ Evaluation des tendances d'évolution des concentrations en polluants dans les eaux souterraines, BRGM, 2011

Tableau 7 - Répartition des AAC selon les résultats du test de tendance de Mann-Kendal et selon leur surface



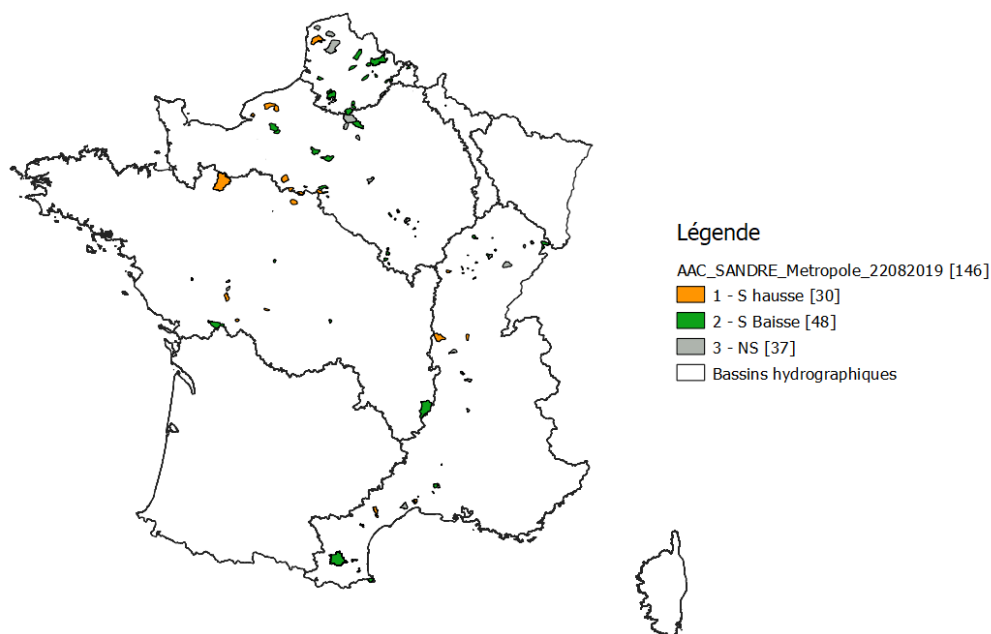
Surface AAC (ha)	Tendance à la hausse (Code 1)	Tendance à la baisse (Code 2)	Tendance non significative (Code 3)	Total
< 1000	8	11	14	33
>= 1000 et < 5000	13	23	14	50
>= 5000	9	14	9	32
Total	30	48	37	115

Source : OIEau (d'après les données Sandre, Cassis-N et aires-captages.fr)

Les annexes 3 et 4 listent les 115 AAC avec les informations de surface et les résultats des calculs de tendance.

Figure 15 - Répartition des 115 AAC selon le résultat du test de Mann-Kendall

Répartition des 115 AAC de France métropolitaine filtrées selon le test de tendance de Mann-Kendall en date du 04 septembre 2019



Source : Métadonnées AAC SANDRE
Réalisation : OIEau
Données téléchargées le 22/08/2019

Source : OIEau (d'après les données Sandre, Cassis-N et aires-captages.fr)

Etape 5 : tendance d'évolution des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines

Quelles sont les tendances d'évolution (hausse, baisse) des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines de l'AAC ?

Note méthodologique

- [Sources des données](#)

Avant de collecter les données du suivi des concentrations en nitrates dans les milieux aquatiques, il a fallu récupérer la liste des points d'eau associés à chaque AAC. Ces informations ont été récupérées sur le site <https://aires-captages.fr> pour 82 AAC. Pour les autres AAC, une recherche manuelle a été effectuée sur le [site faisant de l'état d'avancement des démarches de protection](#) des ressources en eau contre les pollutions diffuses pour les ouvrages de prélèvement d'eau potable identifiés comme prioritaires dans les SDAGE 2016-2021. Ce travail a permis de récupérer les codes des points d'eau (codes BSS) de 13 AAC supplémentaires. Sur la liste totale, 10 codes BSS ont été retirés, car ils étaient associés à 2 AAC différentes (doublons). La liste finale contient donc 168 codes BSS pour 91 AAC.

Dans un second temps, les données du suivi de la qualité des eaux souterraines pour le paramètre nitrates (code Sandre 1340) ont été téléchargées sur le site [ADES](#) en date du 9 septembre 2019. Le croisement de ces données avec la liste des codes BSS a permis d'obtenir des chroniques pour 152 codes BSS concernant 91 AAC.

- [Traitement des données](#)

Les tendances d'évolution des concentrations en nitrates ont été calculées à l'aide du test statistique de Mann-Kendall, via la plateforme ASTA-ENV.

Résultats

Le module de calcul vérifie les conditions d'application des différents tests statistiques⁸ : dans l'échantillon de l'étude, un test de Mann-Kendall a pu être réalisé pour 121 points d'eau.

Les résultats indiquent une concentration en nitrates avec une tendance à la baisse pour 25% des points d'eau, et une tendance à la hausse pour 26%. L'annexe 5 liste les codes BSS selon leurs résultats au test de tendance.

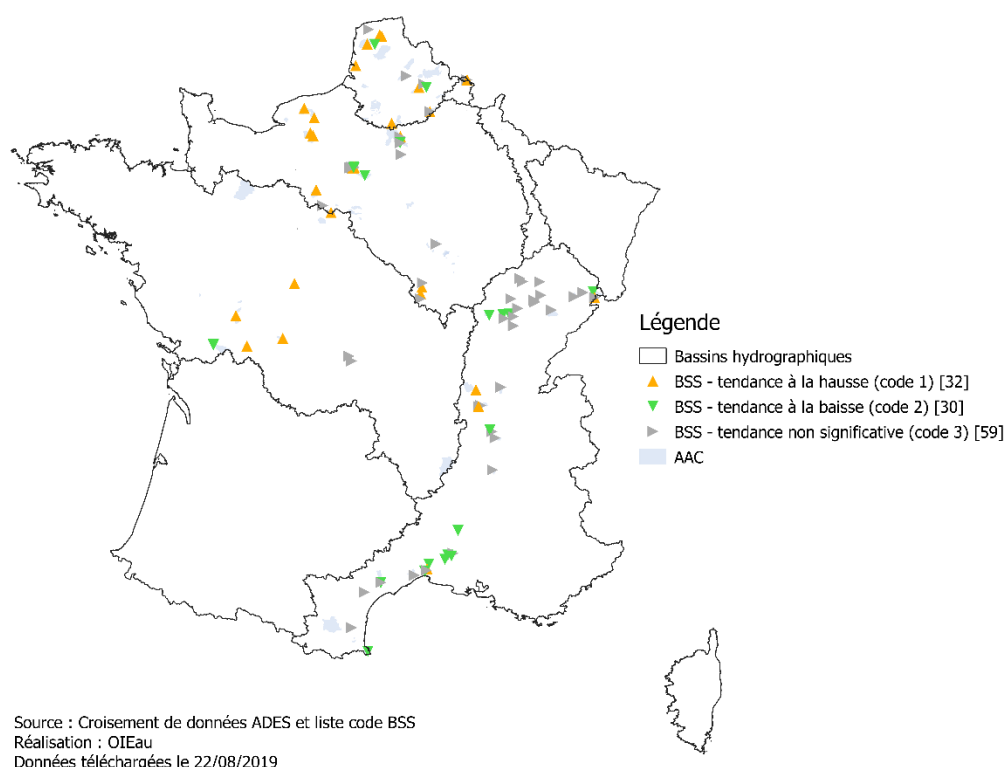
Tableau 8 - Résultats des calculs de tendance de concentrations en nitrates

	Tendance à la hausse (code 1)	Tendance à la baisse (code 2)	Tendance non significative (code 3)	Total
Nombre de points d'eau	32	30	59	121

Source : OIEau (d'après les données ADES)

⁸ [HYPE, outil d'analyse statistique des séries temporelles d'évolution de la qualité des eaux souterraines, manuel d'utilisation, BRGM](#)

Figure 16 - Répartition des 153 points d'eau selon le résultat du test de Mann-Kendall



Source : OIEau (d'après les données ADES)

Etape 6 : mise en regard des tendances d'évolution des surplus et des concentrations en nitrates

Note méthodologique

- [Sources des données](#)

Les données utilisées sont les résultats des calculs réalisés dans le cadre de l'étude pour caractériser les tendances des surplus azotés à l'échelle des AAC sur la période 1955-2015 et les tendances des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines des points d'eau des AAC sélectionnées.

- [Traitement des données](#)

Le croisement des résultats a consisté :

- à mettre les résultats des tendances d'évolution des concentrations en nitrates de chaque point d'eau en regard des résultats de tendances d'évolution des surplus azotés de l'AAC à laquelle le point d'eau est associé ;
- à indiquer pour chaque AAC la tendance d'évolution des concentrations en nitrates en prenant en compte les résultats des points d'eau qui lui sont associés en appliquant les règles suivantes :
 - **tendance à la hausse** : si tous les points d'eau d'une AAC ont une tendance à la hausse ou si l'AAC présente des points d'eau avec une tendance à la hausse et des points sans tendance significative ;

- **tendance à la baisse** : si tous les points d'eau d'une AAC ont une tendance à la baisse ou si l'AAC présente des points d'eau avec une tendance à la baisse et des points sans tendance significative ;
- **tendance mixte** : si les points d'eau d'une AAC présentent des tendances à la hausse, à la baisse et sans tendance significative ;
- **sans tendance significative** : si l'ensemble des points d'eau de l'AAC ne présentent pas de tendance significative.

Résultats

Avertissement : les chroniques utilisées pour évaluer les tendances ne portent pas forcément sur les mêmes périodes. Les chiffres ci-dessous ne sont donc fournis qu'à titre indicatif.

Sur les 32 points d'eau présentant une tendance à la hausse en termes de concentration en nitrates dans les eaux souterraines, 41% sont associés à des AAC avec une tendance à la hausse pour le surplus azoté, et 41% avec une tendance à la baisse.

Sur les 30 points d'eau présentant une tendance à la baisse en termes de concentration en nitrates dans les eaux souterraines, 27% sont associés à des AAC avec une tendance à la hausse pour le surplus azoté, et 53% avec une tendance à la baisse.

Tableau 9 - Répartition des points d'eau par tendance de surplus azotés et tendance de concentrations en nitrates

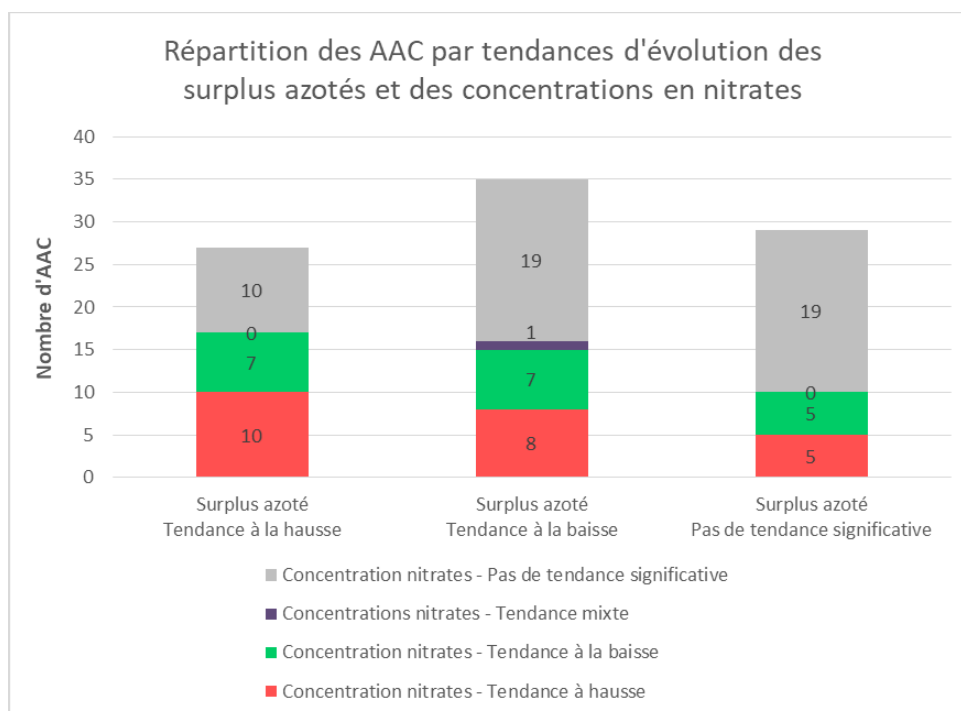
Nombre de points d'eau	Surplus azoté - Tendance à la hausse	Surplus azoté - Tendance à la baisse	Surplus azoté - Pas de tendance significative	Total
Concentration nitrates - Tendance à hausse	13	13	6	32
Concentration nitrates - Tendance à la baisse	8	16	6	30
Concentration nitrates - Pas de tendance sign.	12	24	23	59
Total	33	53	35	121

Source : OIEau (d'après les données Sandre, Cassis-N, aires-captages.fr et ADES)

Les résultats par AAC montrent que parmi les 27 AAC qui ont une tendance à l'augmentation des surplus azotés, 37% ont également une tendance à l'augmentation de la concentration en nitrates tandis que 26% présentent une tendance à la diminution.

Parmi les 35 AAC présentant une tendance à la diminution des surplus azotés, 23% montrent une tendance à l'augmentation des concentrations en nitrates et 20% une tendance significative à la diminution.

Tableau 10 - Répartition des AAC par tendance de surplus azotés et tendance de concentrations en nitrates



Nombre d'AAC	Surplus azoté - Tendance à la hausse	Surplus azoté - Tendance à la baisse	Surplus azoté - Pas de tendance significative	Total
Concentration nitrates - Tendance à hausse	10	8	5	23
Concentration nitrates - Tendance à la baisse	7	7	5	19
Concentrations nitrates - Tendance mixte	0	1	0	1
Concentration nitrates - Pas de tendance significative	10	19	19	48
Total	27	35	29	91

Source : OIEau (d'après les données Sandre, Cassis-N, aires-captages.fr et ADES)

3. ZOOM SUR DEUX AAC

Afin de vérifier les résultats et de trouver des pistes d'interprétation, des entretiens ont été réalisés avec les personnes impliquées dans la gestion de deux AAC sélectionnées :

Nom de l'AAC	Département	Code AAC	Tendance surplus	Tendance concentration nitrates
Ville de Niort le Vivier	Deux-Sèvres	1457	Baisse	Baisse
Gué de Sciaux	Vienne	1707	Hausse	Hausse

AAC Ville de Niort le Vivier

Emprise administrative

L'AAC de Ville de Niort le Vivier se situe dans le département des Deux-Sèvres en Nouvelle Aquitaine. Située dans le bassin Loire-Bretagne, elle représente une superficie de 16 154 ha et alimente en eau 12 communes.

Figure 17 - Localisation de l'AAC Ville de Niort le Vivier



Source : aires-captages.fr

Le RPG 2017 de niveau 1 permet de dire que les surfaces agricoles recouvrent 71,9% du territoire de la zone d'étude de l'AAC. Sur cette surface, les principales orientations sont :

- « Grandes cultures » avec 78,2% des surfaces agricoles dont 39,9% de blé tendre, 16,2% de tournesol, 12,8% de maïs grain et ensilage et 11,1% de colza ;
- « Prairies et fourrages » avec 20,1% des surfaces agricoles dont 68,4% de prairies permanentes, 16,1% de prairies temporaires et 15,3% de fourrage.

Le PNR du Marais Poitevin recoupe au moins partiellement le périmètre de l'AAC.

L'AAC contient un ouvrage nommé « Niort » de code SOG LB_gr450. Cet ouvrage était prioritaire pour le SDAGE 2010-2015 mais pas pour le SDAGE 2016-2021. L'AAC est concernée par un ou plusieurs ouvrages Grenelle et la principale problématique rencontrée est la pollution aux nitrates.

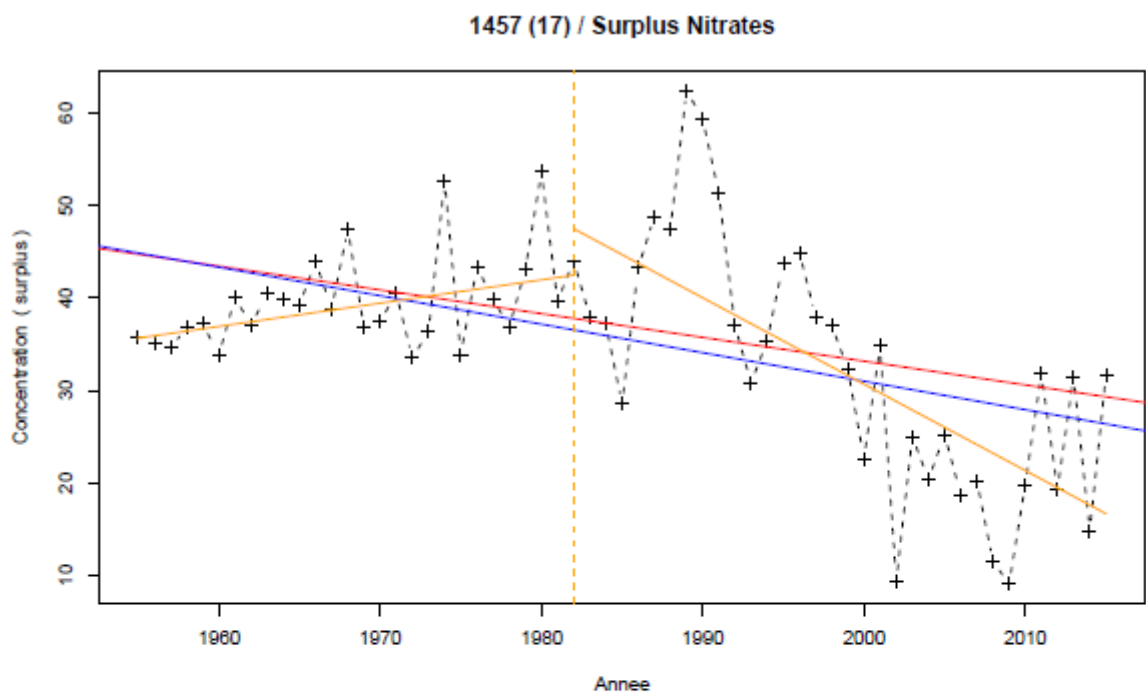
L'ouvrage présente 3 points d'eau : Vivier (06107X0024/SOURCE), Gachet I (06107X0038/F) et Gachet III (06107X0039/F).

Résultats

- [Tendance d'évolution pour les surplus azotés](#)

La Figure 18 présente les tendances d'évolution des surplus azotés sur l'AAC Ville de Niort de Vivier de 1955 à 2015 : les résultats montrent une tendance significative à la diminution. Le test de Darken a permis de montrer une inversion significative de tendance en 1982 ($p=3,2e(-6)$) avec une tendance significative à l'augmentation entre 1955 et 1982 ($p=1,8e(-2)$) et une tendance significative à la diminution entre 1982 et 2015 ($p=3,3(-6)$).

Figure 18 - Résultats des calculs de tendance de surplus azotés pour l'AAC Ville de Niort le Vivier



Legende

- - - Serie temporelle
- + Valeur > LQ
- o Valeur <LQ, <LD, traces...
- Tendance (Mann-Kendall)
- Tendance (regression lineaire)
- - - Date d'inversion de tendance
- Tendance avant/apres rupture

Tendances identifiées sur la longueur totale de la chronique

Test	Pente	P-value
Mann-Kendall	-2.57e-01 surplus /an	7.4e-04
Mann-Kendall modifié	Tendance non significative si prise en compte de l'autocorrelation	1.1e-01
Regression lineaire	-3.08e-01 surplus /an	6e-05

Ruptures identifiées

Test	Date	P-value
Changement de moyenne (Petitit)		
Inversion de tendance	01/01/1982	3.2e-06

Caracteristiques de la chronique

Nombre de données : 61
 Longueur de la chronique : 21915 jours (60 années)
 Taux de quantification : 100 %

Données autocorrélées
 (pval<0.05)
 Données non normalement distribuées
 (pval-Shapiro= 4.5e-02)

Tendance avant/apres inversion

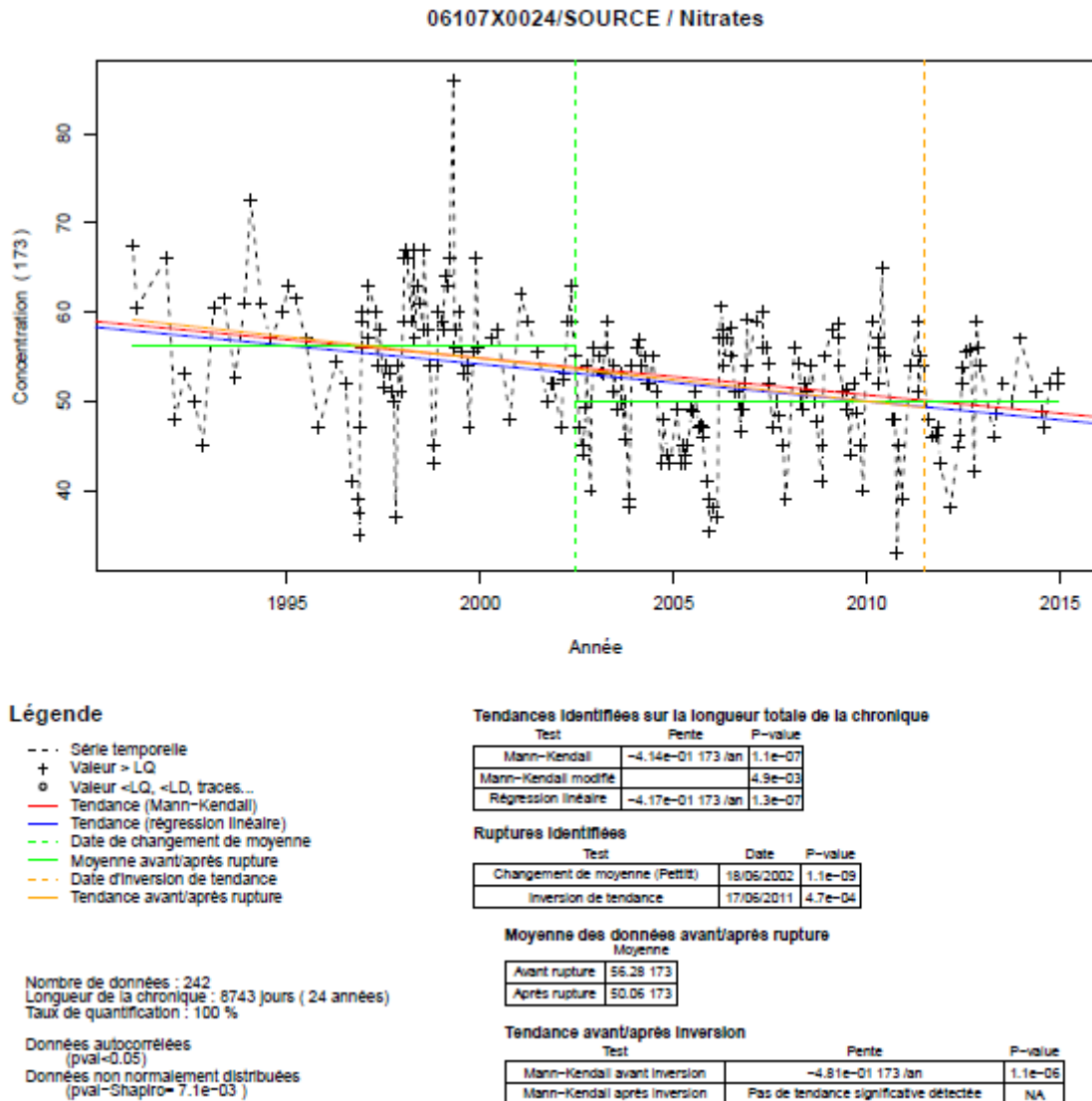
Test	Pente	P-value
Mann-Kendall avant inversion	2.52e-01 surplus /an	1.8e-02
Mann-Kendall apres inversion	-9.34e-01 surplus /an	3.3e-06

Source : OIEau (d'après les données Sandre et Cassis-N)

- [Tendance d'évolution pour les concentrations en nitrates sur le point d'eau « Vivier »](#)

La Figure 19 présente les tendances d'évolution des concentrations en nitrates dans l'eau sur le point BSS « Vivier » de 1990 à 2015. Les résultats montrent une tendance significative à la diminution : Mann-Kendall ($p=1,1e(-7)$) et régression linéaire ($p=1,3e(-7)$). Le test de Darken a permis de montrer une inversion significative de tendance en 2011 ($p=4,7e(-4)$) avec une tendance significative à la diminution entre 1990 et 2011 ($p=1,1e(-6)$). Le test de Pettitt (données non normalement distribuées) permet de montrer en 2002 un changement significatif de moyenne des concentrations en nitrates ($p=1,1e(-9)$) : moyenne 1990-2002 : 56mg/L et moyenne 2002-2015 : 50mg/L.

Figure 19 - Résultats des calculs de tendance de concentrations en nitrates pour le point d'eau « Vivier »

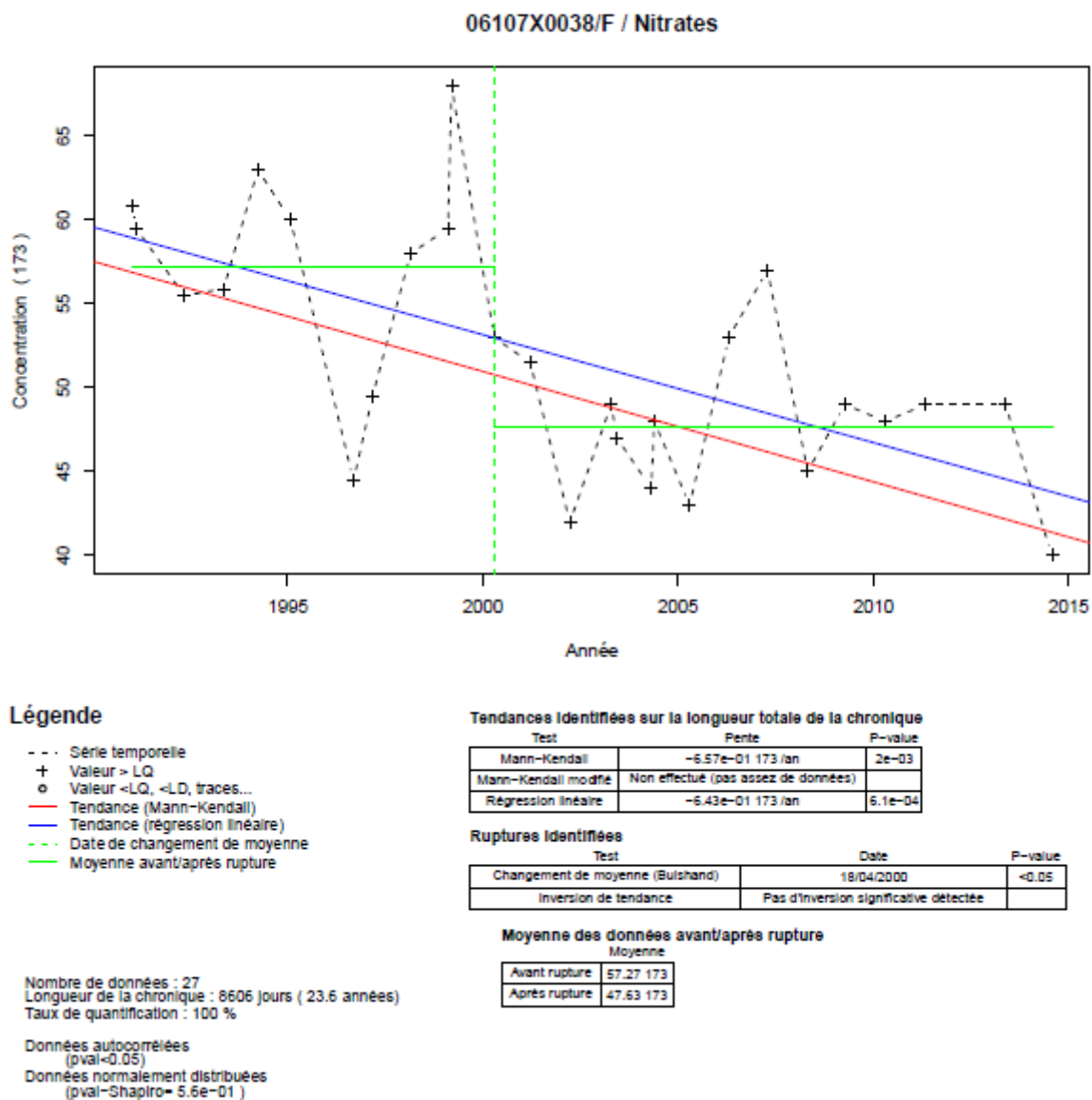


Source : OIEau (d'après les données ADES)

- [Tendance d'évolution pour les concentrations en nitrates sur le point d'eau « Gachet I »](#)

La Figure 20 présente les tendances d'évolution des concentrations en nitrates dans l'eau sur le point BSS « Gachet I » de 1990 à 2015. Les résultats montrent une tendance significative à la diminution : Mann-Kendall ($p=2e(-3)$) et régression linéaire ($p=6,1e(-4)$). Le test de Buishand (données normalement distribuées) permet de montrer en 2000 un changement significatif de moyenne des concentrations en nitrates ($p<5\%$) : moyenne 1990-2000 : 57mg/L et moyenne 2000-2015 : 47mg/L.

Figure 20 - Résultats des calculs de tendance de concentrations en nitrates pour le point d'eau « Gachet I »

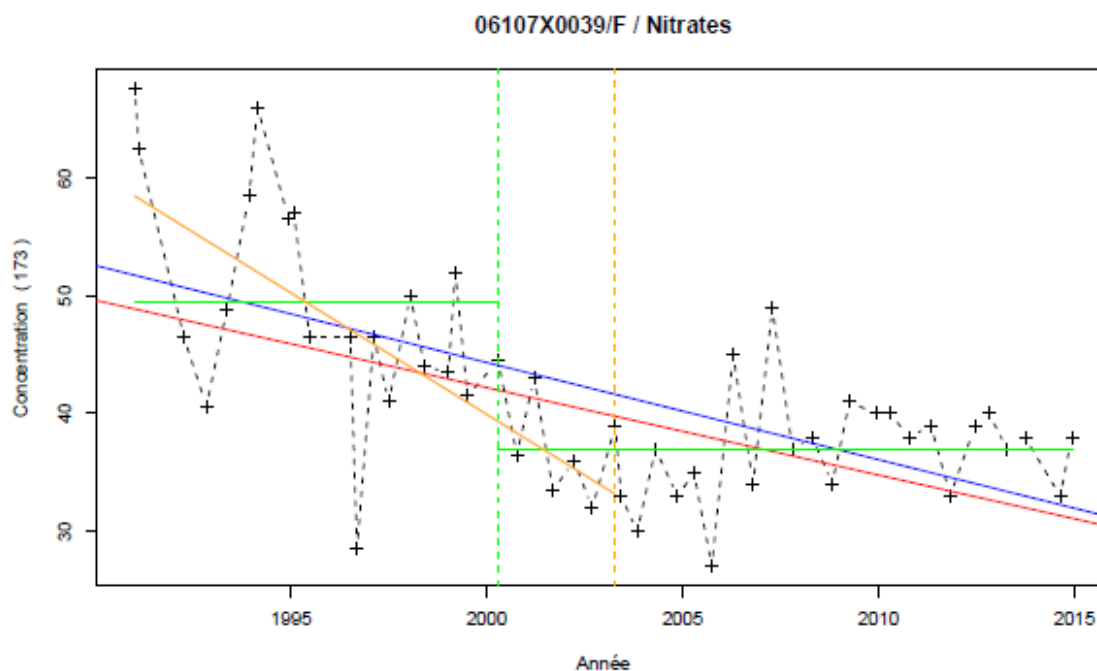


Source : OIEau (d'après les données ADES)

- [Tendance d'évolution pour les concentrations en nitrates sur le point d'eau « Gachet III »](#)

La Figure 21 présente les tendances d'évolution des concentrations en nitrates dans l'eau sur le point BSS « Gachet III » de 1990 à 2015. Les résultats montrent une tendance significative à la diminution : Mann-Kendall ($p=2,1e(-5)$) et régression linéaire ($p=1,5e(-6)$). Le test de Pettitt (données non normalement distribuées) permet de montrer en 2000 un changement significatif de moyenne des concentrations en nitrates ($p=8,1 e (-5)$) : moyenne 1990-2000 : 49mg/L et moyenne 2000-2015 : 37mg/L. Le test de Darken a permis de souligner une inversion de tendance en 2003 avec une tendance significative à la diminution entre 1990 et 2003 ($p=1,1 e(-4)$).

Figure 21 - Résultats des calculs de tendance de concentrations en nitrates pour le point d'eau « Gachet III »



Légende

- - - Série temporelle
- + Valeur > LQ
- o Valeur <LQ, <LD, traces...
- Tendance (Mann-Kendall)
- Tendance (régression linéaire)
- - - Date de changement de moyenne
- Moyenne avant/après rupture
- - - Date d'inversion de tendance
- Tendance avant/après rupture

Nombre de données : 50
Longueur de la chronique : 8736 jours (23.9 années)
Taux de quantification : 100 %

Données autocorrélées
($p_{\text{val}} < 0.05$)
Données non normalement distribuées
($p_{\text{val}} \text{-Shapiro} = 2.7e-03$)

Tendances identifiées sur la longueur totale de la chronique

Test	Pente	P-value
Mann-Kendall	-7.42e-01 173 /an	2.1e-05
Mann-Kendall modifié		4e-03
Régression linéaire	-8.24e-01 173 /an	1.5e-06

Ruptures identifiées

Test	Date	P-value
Changement de moyenne (Pettitt)	18/04/2000	8.1e-06
Inversion de tendance	16/04/2003	3.8e-04

Moyenne des données avant/après rupture

Moyenne	
Avant rupture	49.42 173
Après rupture	36.93 173

Tendance avant/après inversion

Test	Pente	P-value
Mann-Kendall avant inversion	-2.06e+00 173 /an	1.1e-04
Mann-Kendall après inversion	Pas de tendance significative détectée	NA

Source : OIEau (d'après les données ADES)

Discussion sur les résultats

Ces résultats ont été présentés à trois personnes du Syndicat des Eaux du Vivier impliqué dans la démarche AAC ; M. Cédric Billy, M. Marc Lambert et Mme Marion Beauvallet. Les tendances observées dans les résultats de l'étude sont les mêmes que celles observées par le syndicat, c'est-à-dire une tendance à la diminution des surplus azotés et des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines de l'AAC.

L'hydrosystème du Vivier fonctionne selon deux systèmes d'alimentation :

- un cycle rapide, lors duquel les eaux météoriques passent rapidement dans le système karstique et arrivent à la source du Vivier sous moins d'un an ;
- un cycle lent pluriannuel constitué de la percolation lente de la pluie efficace dans les terrains sains et de la migration dans la nappe des eaux souterraines contenues dans les roches en dehors des circuits karstiques.

C'est la superposition de ces deux réponses qui engendre en partie une fluctuation des concentrations en nitrates. Ce double système explique notamment les variations importantes retrouvées à la source du Vivier (graphe ci-dessous).

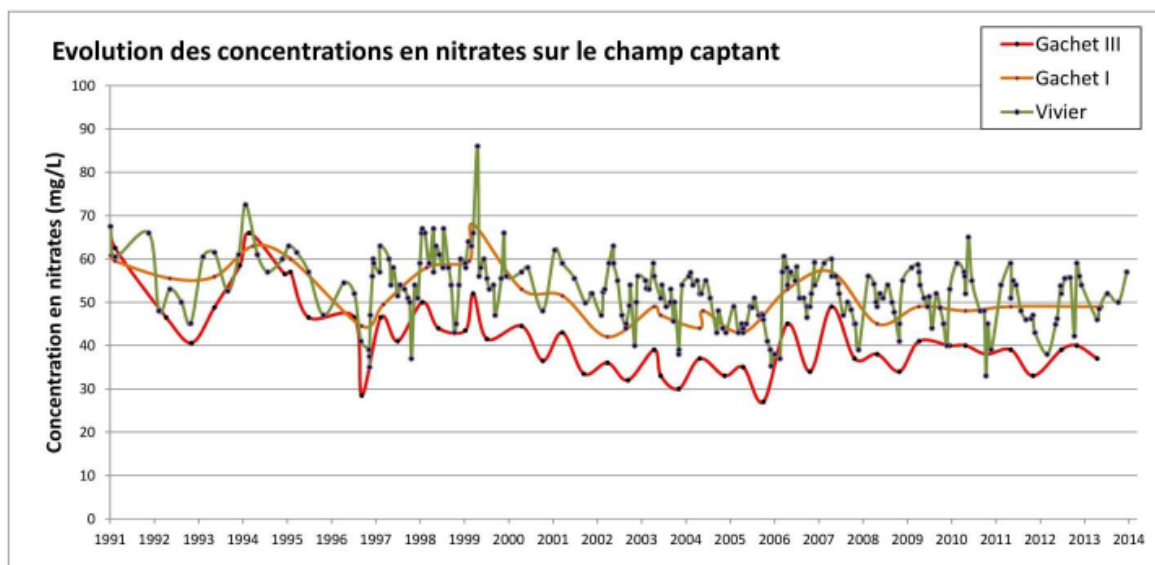


Illustration 6 : Evolution des concentrations en nitrates sur les puits du champ captant (Source: ARS).

Source : BRGM, Modélisation quantitative et qualitative du bassin d'alimentation des captages du Vivier (79), Octobre 2016

En 1990, un pic de la concentration en nitrates dans l'eau à 70 mgN/L a entraîné un contentieux nitrate qui a entraîné la mise en place rapide d'une usine de dénitrification. Dès lors, une diminution des concentrations a été observée.

L'année hydrologique 2003-2004 a été une année sèche suivie par une année hydrologique 2005-2006 avec un étiage centennal. Ensuite, une reprise brutale des précipitations en 2006 a engendré un lessivage des sols et fait exploser les concentrations en nitrates, d'où les forts pics observés cette année hydrologique sur l'ensemble des 3 points d'eau (jusqu'à 60 mg/L mesurés).

Depuis 2012, la tendance observée est une tendance à la diminution de la moyenne des concentrations avec un lissage des pics auparavant observés. Les explications avancées sont celles-ci :

- la mise en place de l'usine de dénitrification en 1990 ;
- l'augmentation du coût des engrais ;
- les aspects climatiques ;

- les efforts des agriculteurs.

Les acteurs interrogés pour cette AAC considèrent que l'amélioration observée peut être majoritairement imputée à l'amélioration de la gestion des couverts d'interculture qui est due à une conjugaison d'actions réglementaires et d'actions volontaires comme le programme ReSources qui incite à la mise en place de couverts efficaces (multi-espèces, temps de maintien des couverts, modalités de semis/couverts courts, etc.) via des actions d'expérimentation de semis de couverts (mise à disposition de semences et de matériel) ou encore des journées collectives en partenariat avec la profession agricole (démonstrations, retours d'expérience, plateforme d'essais - vitrine, fosses pédologiques, etc.).

Sur l'AAC, il y a eu en effet un fort développement du couvert en intercultures et de l'agriculture biologique (AB) : la surface en AB est passée de quasi nulle en 2000 à environ 15 à 17% de la surface du bassin en 2019. A contrario, dès la fin des années 1990, il y a eu une simplification des rotations et une diminution du nombre de cultures cultivées sur le bassin, ainsi qu'une baisse importante de la surface en prairie (qui représente à l'heure actuelle environ 20% de la surface du bassin, alors qu'elle était beaucoup plus importante dans les années 60). L'élevage est également en diminution sur le territoire et la céréalisation en développement.

Des actions ont également été mises en place dès 2005, suite à la directive nitrates, avec notamment le développement des couverts hivernaux qui a permis une réelle amélioration des pratiques agricoles, dont la mise en place s'est généralisée dans le bassin. En 2009-2010 a été mis en place le 1^{er} Programme ReSources pour lequel il y a eu une très bonne adhésion : 70% de la SAU a fait l'objet d'un diagnostic agro-environnemental avec propositions d'améliorations et 35% de la SAU du bassin a signé une ou plusieurs mesures agro-environnementales (MAE), comme par exemple le « 0 phytosanitaires 0 fertilisation ». Le 2nd programme ReSources 2016-2020 a vu davantage de conversion à l'AB et la mise en place d'un nouveau dispositif de MAE.

Cet exemple montre bien l'effet des actions dès leur mise en place (notamment les couverts hivernaux dans ce cas). De l'avis des acteurs interrogés, il faudra encore plusieurs années de programmes d'actions et surtout ne pas relâcher les efforts sur les couverts hivernaux pour arriver à tenir les objectifs du SAGE (40mg/L) et pour que la tendance à la baisse s'inscrive dans la durée. Il leur semble donc important non seulement de poursuivre le développement des MAE, mais également de continuer le travail d'animation qui est primordial pour faire évoluer les mentalités et les pratiques.

Ainsi sur ce territoire, les clefs de la réussite reposent sur l'ensemble des actions du programme ReSources (diffusion et partage de techniques / expérimentations / démonstrations), couplées à des dispositifs financiers incitatifs (MAE, PVE), le tout dans un contexte réglementaire favorisant la protection des ressources en eau (Loi Grenelle, risque ZSCE). Le rôle des animateurs a également semblé être un élément déterminant pour l'évolution des pratiques, en lien avec leurs actions de sensibilisation, d'explication, d'implication des parties prenantes...

Emprise administrative

L'AAC Gué de Sciaux se situe dans le département de la Vienne en Nouvelle Aquitaine. Située dans le bassin Loire-Bretagne, elle représente une superficie de 2 200 ha et alimente en eau 6 communes.

Figure 22 - Localisation de l'AAC Gué de Sciaux



Source : aires-captages.fr

Le RPG 2017 de niveau 1 permet de dire que les surfaces agricoles recouvrent 82,1% du territoire de la zone d'étude. La principale orientation est « Grandes cultures » avec 92,6% des surfaces agricoles dont 46,2% de blé tendre, 18,4% de colza, 14,7% de tournesol et 12,8% d'orge.

L'ouvrage présente 3 points d'eau : puits 1 (05912X0028/P1), puits 2 (05912X0001/P2) et puits 3 (05912X0002/SAVIN3).

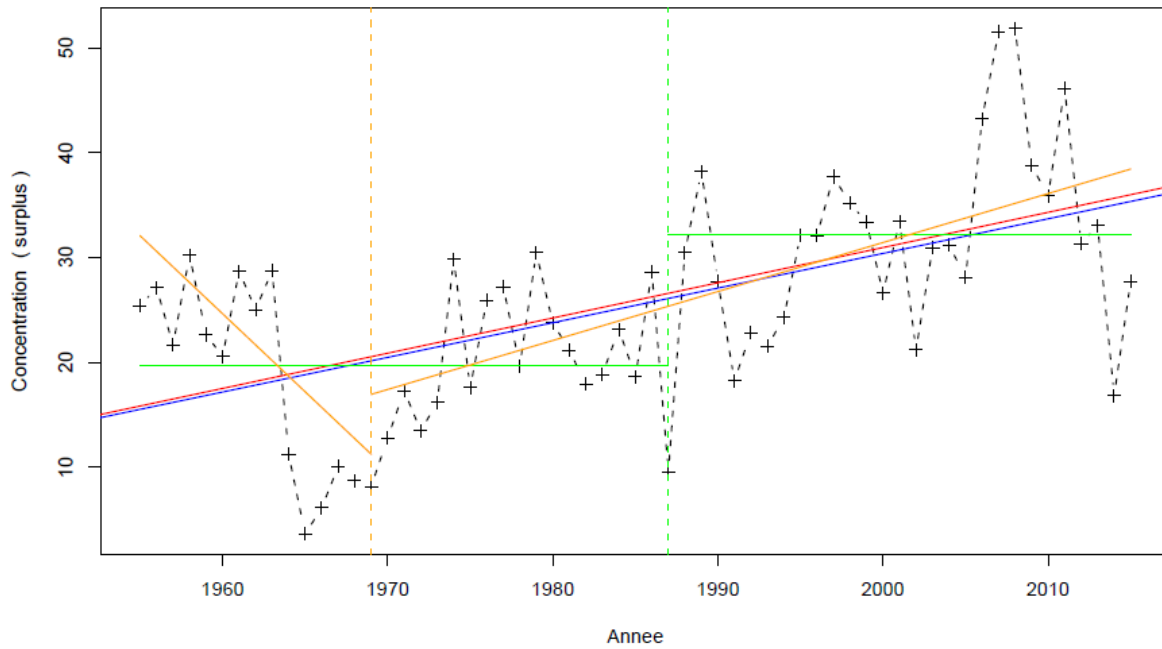
Résultats

- [Tendance d'évolution pour les surplus azotés](#)

La Figure 23 présente les tendances d'évolution des surplus azotés sur l'AAC Gué de Sciaux de 1955 à 2015. Les résultats montrent une tendance significative à l'augmentation : Mann-Kendall ($p=3,1e(-6)$) et régression linéaire ($p=1,8e(-6)$). Le test de Darben a permis de montrer une inversion significative de tendance en 1969 ($p=1,4e(-5)$) avec une tendance significative à la diminution entre 1955 et 1969 ($p=1,1e(-2)$) et une tendance significative à l'augmentation entre 1969 et 2015 ($p=6,4e(-7)$). Le test de Buishand (données normalement distribuées) permet de montrer en 1987 un changement significatif de moyenne des concentrations en nitrates ($p<5\%$) : moyenne 1955-1987 : 20mg/L et moyenne 1987-2015 : 32mg/L.

Figure 23 - Résultats des calculs de tendance de surplus azotés pour l'AAC Gué de Sciaux

1707 (5) / Surplus Nitrates



Legende

- - - Serie temporelle
- + Valeur > LQ
- o Valeur <LQ, <LD, traces...
- Tendance (Mann-Kendall)
- Tendance (regression lineaire)
- - - Date de changement de moyenne
- Moyenne avant/apres rupture
- - - Date d'inversion de tendance
- Tendance avant/apres rupture

Caracteristiques de la chronique

Nombre de donnees : 61
 Longueur de la chronique : 21915 jours (60 annees)
 Taux de quantification : 100 %

Donnees autocorrelees
 (pval<0.05)

Donnees normalement distribuees
 (pval-Shapiro= 5.6e-01)

Tendances identifiees sur la longueur totale de la chronique

Test	Pente	P-value
Mann-Kendall	3.36e-01 surplus /an	3.1e-06
Mann-Kendall modifie		3.8e-03
Regression lineaire	3.3e-01 surplus /an	1.8e-06

Ruptures identifiees

Test	Date	P-value
Changement de moyenne (Buishand)	01/01/1987	inf. 0.05
Inversion de tendance	01/01/1969	1.4e-05

Moyenne des donnees avant/apres rupture

Moyenne	
Avant rupture	19.69 surplus
Après rupture	32.19 surplus

Tendance avant/apres inversion

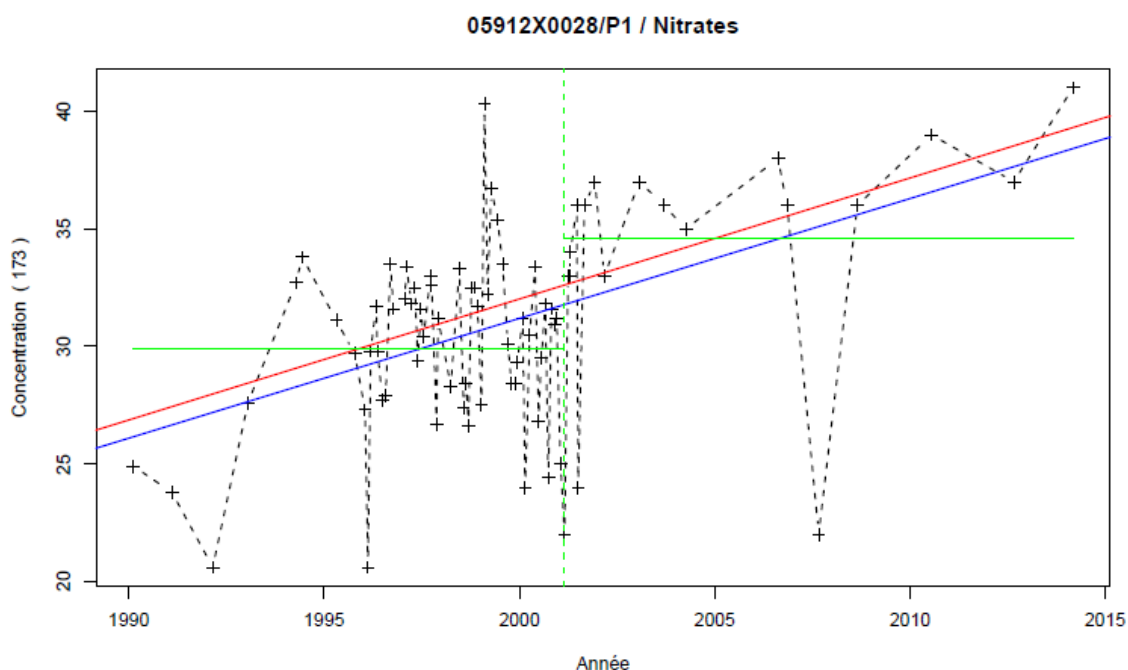
Test	Pente	P-value
Mann-Kendall avant inversion	-1.49e+00 surplus /an	1.1e-02
Mann-Kendall apres inversion	4.67e-01 surplus /an	6.4e-07

Source : OIEau (d'après les données Sandre et Cassis-N)

- [Tendance d'évolution pour les concentrations en nitrates sur le point d'eau « Puits 1 »](#)

La Figure 24 présente les tendances d'évolution des concentrations en nitrates dans l'eau sur le point BSS « Puits 1 » de 1990 à 2015. Les résultats montrent une tendance significative à l'augmentation : Mann-Kendall ($p=2,1e(-4)$) et régression linéaire ($p=8,1e(-6)$). Le test de Buishand (données normalement distribuées) permet de montrer en 2001 un changement significatif de moyenne des concentrations en nitrates ($p<5\%$) : moyenne 1990-2001 : 30mg/L et moyenne 2001-2015 : 35mg/L.

Figure 24 - Résultats des calculs de tendance de concentrations en nitrates pour le point d'eau « Puits 1 »



Légende

- - - Série temporelle
- + Valeur > LQ
- o Valeur <LQ, <LD, traces...
- Tendance (Mann-Kendall)
- Tendance (régression linéaire)
- - - Date de changement de moyenne
- Moyenne avant/après rupture

Tendances identifiées sur la longueur totale de la chronique

Test	Pente	P-value
Mann-Kendall	5.14e-01 173 /an	2.1e-04
Mann-Kendall modifié		3.4e-03
Régression linéaire	5.00e-01 173 /an	8.1e-06

Ruptures identifiées

Test	Date	P-value
Changement de moyenne (Buishand)	26/02/2001	<0.05
Inversion de tendance	Pas d'inversion significative détectée	

Moyenne des données avant/après rupture

Moyenne	
Avant rupture	29.89 173
Après rupture	34.61 173

Nombre de données : 77
Longueur de la chronique : 8784 jours (24.1 années)
Taux de quantification : 100 %

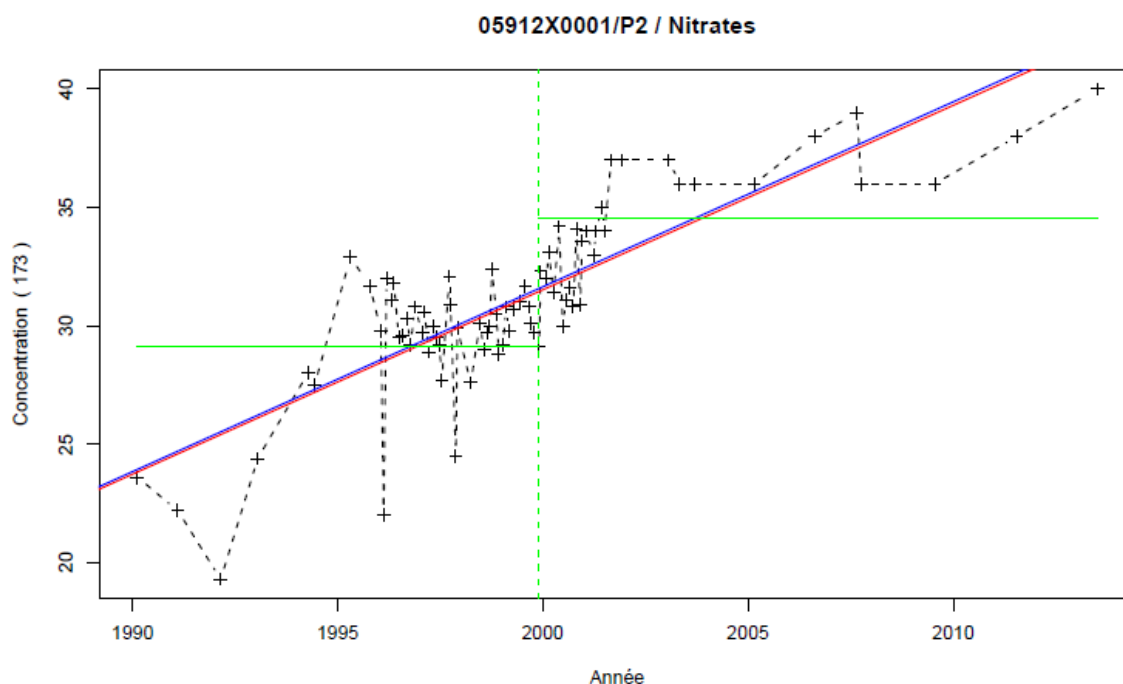
Données autocorrélées
($pval<0.05$)
Données normalement distribuées
($pval$ -Shapiro= 4.4e-01)

Source : OIEau (d'après les données ADES)

- [Tendance d'évolution pour les concentrations en nitrates sur le point d'eau « Puits 2 »](#)

La Figure 25 présente les tendances d'évolution des concentrations en nitrates dans l'eau sur le point BSS « Puits 2 » de 1990 à 2015. Les résultats montrent une tendance significative à l'augmentation : Mann-Kendall ($p=6,6e(-14)$) et régression linéaire ($p=2,5e(-20)$). Le test de Pettitt (données non normalement distribuées) permet de montrer en 1999, un changement significatif de moyenne des concentrations en nitrates ($p=1.5e(-9)$) : moyenne 1990-1999 : 29mg/L et moyenne 1999-2015 : 35mg/L.

Figure 25 - Résultats des calculs de tendance de concentrations en nitrates pour le point d'eau « Puits 2 »



Légende

- - - Série temporelle
- + Valeur > LQ
- o Valeur < LQ, < LD, traces...
- Tendance (Mann-Kendall)
- Tendance (régression linéaire)
- - - Date de changement de moyenne
- Moyenne avant/après rupture

Nombre de données : 76
Longueur de la chronique : 8542 jours (23.4 années)
Taux de quantification : 100 %

Données autocorrélées
(pval<0.05)

Données non normalement distribuées
(pval-Shapiro= 7.3e-03)

Tendances identifiées sur la longueur totale de la chronique

Test	Pente	P-value
Mann-Kendall	7.79e-01 173 /an	8.5e-14
Mann-Kendall modifié		1.9e-04
Régression linéaire	7.8e-01 173 /an	2.5e-20

Ruptures identifiées

Test	Date	P-value
Changement de moyenne (Pettitt)	29/11/1999	1.5e-09
Inversion de tendance	Pas d'inversion significative détectée	

Moyenne des données avant/après rupture

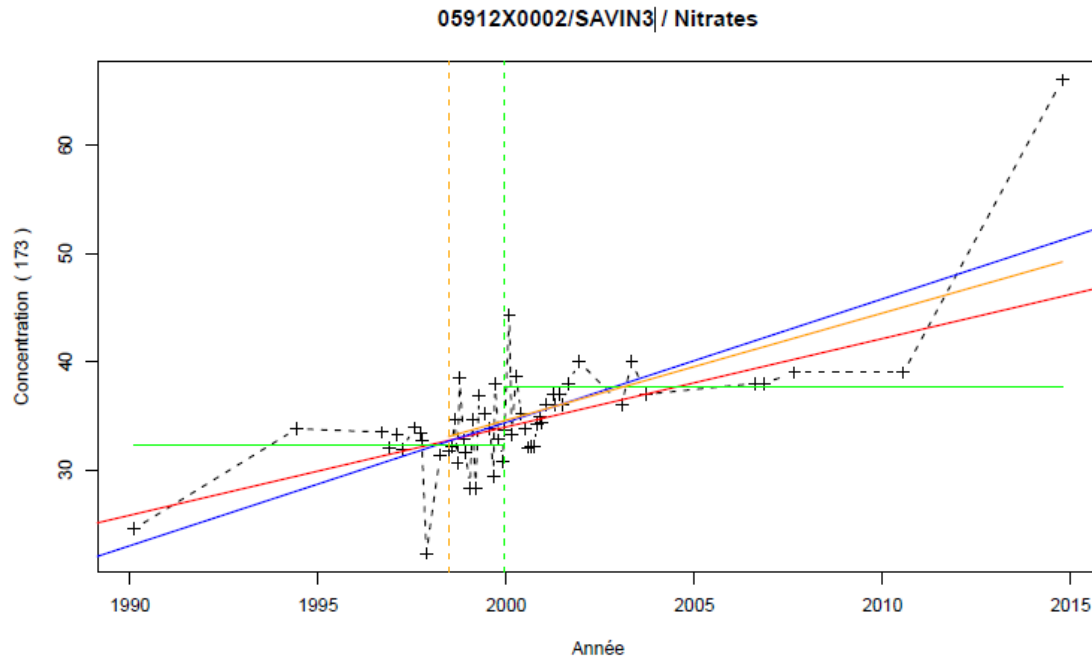
Moyenne	
Avant rupture	29.14 173
Après rupture	34.52 173

Source : OIEau (d'après les données ADES)

- Tendance d'évolution pour les concentrations en nitrates sur le point d'eau « Puits 3 »

La Figure 26 présente les tendances d'évolution des concentrations en nitrates dans l'eau sur le point BSS « Puits 3 » de 1990 à 2015. Les résultats montrent une tendance significative à l'augmentation : Mann-Kendall ($p=1,7e(-7)$) et régression linéaire ($p=1,7e(-10)$). Le test de Pettitt (données non normalement distribuées) permet de montrer en 1999 un changement significatif de moyenne des concentrations en nitrates ($p=5e(-5)$) : moyenne 1990-1999 : 32mg/L et moyenne 1999-2015 : 38mg/L. Le test de Darken a permis de montrer une inversion significative de tendance en 1998 ($p=2,2e(-3)$) avec une tendance significative à l'augmentation entre 1998 et 2015 ($p=3,5e(-6)$).

Figure 26 - Résultats des calculs de tendance de concentrations en nitrates pour le point d'eau « Puits 3 »



Légende

- - - Série temporelle
- + Valeur > LQ
- o Valeur <LQ, <LD, traces...
- Tendance (Mann-Kendall)
- Tendance (régression linéaire)
- - - Date de changement de moyenne
- Moyenne avant/après rupture
- - - Date d'inversion de tendance
- Tendance avant/après rupture

Nombre de données : 55
Longueur de la chronique : 9005 jours (24.7 années)
Taux de quantification : 100 %

Données non autocorrélées

Données non normalement distribuées
(pval-Shapiro= 2.4e-08)

Tendances identifiées sur la longueur totale de la chronique

Test	Pente	P-value
Mann-Kendall	8.15e-01 173 /an	1.7e-07
Mann-Kendall modifié	Non effectué (données non autocorrélées)	
Régression linéaire	1.14e+00 173 /an	1.7e-10

Ruptures identifiées

Test	Date	P-value
Changement de moyenne (Pettitt)	14/12/1999	5e-05
Inversion de tendance	19/06/1998	2.2e-03

Moyenne des données avant/après rupture

Moyenne	
Avant rupture	32.31 173
Après rupture	37.63 173

Tendance avant/après inversion

Test	Pente	P-value
Mann-Kendall avant inversion	Pas de tendance significative détectée	
Mann-Kendall après inversion	9.89e-01 173 /an	3.5e-06

Source : OIEau (d'après les données ADES)

Discussion sur les résultats

Ces résultats ont été présentés à l'animatrice de l'AAC, Mme Alizée Lorrain du Syndicat Eaux de Vienne, impliquée dans la démarche AAC. Les tendances observées dans les résultats de l'étude sont les mêmes que celles observées par le syndicat, c'est-à-dire une tendance à l'augmentation des surplus azotés et des concentrations en nitrate sur l'AAC.

N.B : seuls les points d'eau Puits 1 (05912X0028/P1) et Puits 2 (05912X0001/P2) sont exploités, les concentrations en nitrates sur Puits 3 (05912X0002/SAVIN3) étant au-dessus de la norme (>50mg/L).

Un retournement de prairie a été effectué en 2013 sur des parcelles adjacentes au site du captage : le retournement des prairies pose des problèmes environnementaux à court et moyen termes. Dans un premier temps libération massive des éléments nutritifs par lessivage et ruissellement, puis l'ensemble complexe des fonctions et relations écologiques dans les milieux prairiaux est bouleversé que ce soit en terme de biodiversité, de qualité des sols, de gestion des eaux (infiltration, recharge des nappes souterraines, inondations, transpiration etc.). Il se pourrait, et c'est bien une hypothèse, que l'augmentation des concentrations en nitrates observée depuis 2013 soit due en partie à ce retournement de prairie.

En 2019, l'élevage est en diminution sur le territoire et l'AAC présente une orientation agricole principalement en « Grande Cultures », les céréales, le colza et le tournesol représentant environ 93% de l'assolement.

En 2017 a été finalisé sur la région Nouvelle-Aquitaine le diagnostic du territoire mené sur l'aire d'alimentation du captage. Finalisé en 2018, il montre que le territoire de l'AAC est fortement concerné puisqu'il est en orientation agricole « Grandes cultures ». Ainsi, un programme d'action a été mis en œuvre dès 2018, bien que la plupart des actions n'aient pu être entreprises techniquement qu'en juin 2019. Parmi les actions on peut citer notamment un travail sur :

- la mise à disposition de semences de culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN) ;
- la couverture permanente des sols ;
- les cultures associées ;
- l'agriculture de conservation.

De plus, un groupement d'intérêt économique et environnemental (GIEE) a été monté en décembre 2018⁹. Ce collectif de 11 agriculteurs souhaite modifier leurs pratiques agricoles afin de restaurer le bon état écologique de la ressource en eau potable, de favoriser la stabilité économique de leurs exploitations par la réduction des charges et contribuer à redonner une image positive à l'agriculture sur le territoire. Les actions engagées par ce collectif portent sur la mise en place de couverts végétaux, le désherbage mécanique, le pilotage fin de la fertilisation azotée et les techniques culturales innovantes. Il est important de souligner que ce collectif représente 46% de la SAU de l'AAC, cette surface étant, de plus, située sur une zone proche du captage.

En 2017, deux agriculteurs sont en agriculture biologique (AB) sur l'AAC, ce qui représente 11% de la SAU.

La dynamique étant récente, il serait intéressant de suivre les avancements de cette AAC afin de pouvoir observer les premiers résultats. Il est important de pérenniser dans le temps les actions mises en place pour observer dans un futur, plus ou moins proche, des résultats.

⁹ <http://www.giee.fr/trouver-un-giee/par-region/nouvelle-aquitaine/giee-gue-de-sciaux-des-pratiques-agricoles-performantes-pour-une-eau-de-qualite/>

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les dispositifs des aires d'alimentation de captages (AAC) ont vu le jour avec le Grenelle de l'Environnement. Ainsi, depuis 2009, certains territoires ont mis en œuvre des plans d'actions spécifiques pour lutter contre les pollutions diffuses (phytosanitaires, nitrates principalement).

Cette étude visait à étudier l'évolution de paramètres caractérisant la pollution azotée sur ces zones, sur une période allant des années 1950 à aujourd'hui, et de les mettre en regard des actions mises en œuvre afin de mieux comprendre l'effet du dispositif AAC.

Dans un premier temps, l'analyse a porté sur l'évolution temporelle du surplus azoté. Les données disponibles ont permis de calculer les valeurs de surplus azoté pour 115 AAC sur la période 1955-2015 (grâce au module Cassis-N). Les résultats montrent que 42% d'entre elles (soit 48 AAC) présentent une tendance significative à la diminution, et 26% (30 AAC) une tendance à l'augmentation.

Si l'information « tendance du surplus azoté » semble être un indicateur pertinent qui pourrait être mis à disposition pour le suivi des démarches AAC (supérieures à 100 ha), il ne ressort pas dans cet échantillon de relation forte entre les valeurs de surplus et la part de surface agricole ou les types d'activités agricoles. Ces résultats sont à relativiser au regard de l'échantillon. Une des préconisations serait de tester cette méthodologie sur l'ensemble des AAC du territoire français afin de consolider ces conclusions. Une autre préconisation serait d'étudier les données liées aux reliquats azotés de certaines parcelles des AAC pour confronter les résultats issus d'une modélisation à des données réelles mesurées, la question de la disponibilité de cette donnée de reliquat restant un point d'interrogation.

Pour mieux appréhender les évolutions du surplus azoté sur les AAC, il serait intéressant d'étudier les différents postes nécessaires au calcul des surplus. Des pistes supplémentaires pour expliquer les tendances pourraient alors être envisagées. Il conviendrait également de pouvoir disposer de données postérieures à 2015.

Dans un second temps, l'étude a porté sur l'évolution des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines des AAC et sur le croisement de ces résultats avec les tendances de surplus azotés. Le calcul de tendance des concentrations a pu être réalisé pour 91 AAC. Le constat est que parmi celles qui ont une tendance à la hausse pour le surplus azoté, 37% ont également une concentration en nitrates à la hausse et 26% à la baisse. Et parmi celles qui ont une tendance des surplus à la baisse, 23% ont une tendance à la hausse pour les concentrations en nitrates et 20% à la baisse. Ces résultats sont à prendre avec précaution puisque les chroniques des données ne portent pas forcément sur la même période. Un travail supplémentaire pourrait être réalisé en sélectionnant des périodes communes et en analysant les ruptures de pente et les inversions de tendance.

Les résultats ont été présentés à deux structures locales en charge du suivi de démarches AAC : les tendances observées pour ces territoires ont été confirmées. Ces échanges ont permis de soulever des hypothèses d'interprétation, avec une mise en perspective avec les actions mises en œuvre sur ces zones.

La « tendance d'évolution des concentrations en nitrates » est également un indicateur qui apporte des éléments d'évaluation de l'effet des actions mises en place. La méthode testée dans le cadre de

cette étude pourrait être automatisée pour que les résultats soient mis à disposition de tous sur les fiches descriptives des AAC sur aires-captages.fr. Cela permettrait aux structures impliquées dans les démarches de disposer rapidement de ces informations actualisées, avec une méthode commune. Le préalable est de connaître les points d'eau associés à l'AAC.

Si le calcul des deux indicateurs proposés est envisageable pour chacune des AAC, l'interprétation des tendances observées et la mise en regard des résultats avec les actions mises en œuvre sur le territoire nécessitent d'avoir une bonne connaissance du contexte hydrologique, hydrogéologique (temps de transfert), pédologique, etc., et de l'historique des actions. Ces informations pourraient être renseignées par les structures en charge de l'animation des démarches dans les fiches descriptives des AAC sur aires-captages.fr. Cela permettrait par la suite de produire des bilans réguliers, à des échelles diverses (AAC, régions, bassins, France).

Nous tenons à remercier les personnes suivantes pour leur implication et leur disponibilité durant l'élaboration et la rédaction de ce rapport : Marc LAMBERT (Syndicat des Eaux du Vivier), Cédric BILLY (Syndicat des Eaux du Vivier) et Marion BEAUVALLET (Syndicat des Eaux du Vivier) ainsi que Alizée LORRAIN (Syndicat Eaux de Vienne).

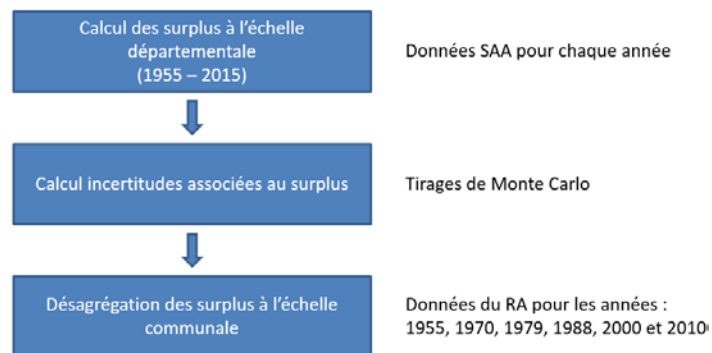
5. ANNEXE 1 - METHODE DE CALCUL DES SURPLUS AZOTE VIA CASSIS-N

Le calcul des surplus azotés a été réalisé à partir de l'outil Cassis-N (Calculation of soil simplified surplus of nitrogen), créé par l'Université de Tours. La méthode repose sur 3 étapes décrites ci-dessous.

Figure 27 - Méthode de calcul des surplus avec Cassis-N

Principe de CASSIS-N

- Méthodologie adoptée

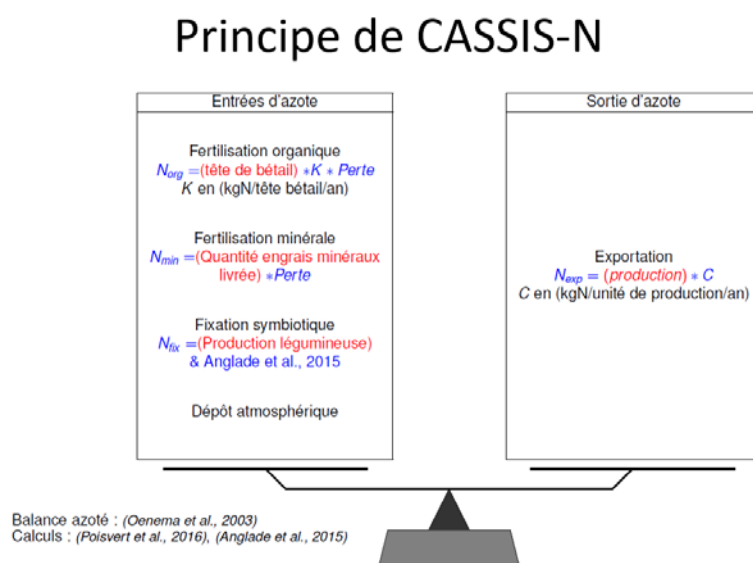


Source : Université de Tours

Etape 1 : Calcul des surplus azotés à l'échelle départementale pour la période 1955 - 2015

Le modèle CASSIS_N permet de calculer un surplus azoté départemental et annuel à l'issue d'une année culturale, sans prise en compte de l'effet suivant et de l'effet précédent des cultures (pas de prise en compte des rotations culturales, ni de l'évolution du stock d'azote du sol). Le surplus est calculé comme le solde entre les entrées (fertilisation minérale, fertilisation organique, fixation symbiotique et déposition atmosphérique) et les sorties d'azote du sol (export par les récoltes). Ces calculs de surplus ont été réalisés à partir des données de la SAA (Statistique Agricole Annuelle), des données de l'EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) et des données de vente d'engrais de l'UNIFA (Union des Industries de la Fertilisation).

Figure 28 - Principes de calcul des surplus azotés par Cassis-N



Etape 2 : Désagrégation des surplus à l'échelle communale


Les surplus départementaux ont ensuite été désagrégés à l'échelle communale à partir des données des différents recensements agricoles (RA) disponibles en France (1955, 1970, 1979, 1988, 2000 et 2010) pour lesquels une demande de levée du secret statistique a été obtenue. Les résultats communaux sont à utiliser avec précaution et nécessitent d'être agrégés pour gagner en robustesse.

Etape 3 : Réagrégation des données communales

Une interface web a été développée afin de mettre à disposition les résultats de surplus obtenus. Cette interface est disponible à l'adresse suivante : <https://geosciences.univ-tours.fr/cassis/login>

L'utilisateur peut, via cette interface, récupérer les surplus azotés communaux agrégés sur n'importe quelle surface qu'il aura préalablement définie (dans un fichier de forme). Les résultats sont fournis en kgN/an pour chaque année de la période 1955 à 2015.

Figure 29 - Interface de Cassis-N



Notice d'utilisation

Cette interface web permet d'agréger les surplus azotés communaux du modèle CASSIS-N sur des surfaces définies par l'utilisateur. Ces surfaces peuvent correspondre à n'importe quel type de découpage comme les cantons, les petites régions agricoles, les masses d'eau de surface ou souterraine ...

- **Fonctionnement de l'interface :**
 1. Charger un fichier de polygones : Sélectionner (ensemble) les fichiers de votre shapefile *.shp*, *.shx*, *.dbf* et cliquer sur le bouton **Charger**.
 2. Choisir le champ contenant l'identifiant unique de chaque polygone
 3. Sélectionner les polygones sur lesquels seront calculés les surplus azotés en cochant la case dans la colonne sélection. Les polygones sélectionnés intersectant (strictement) moins de 3 communes **apparaîtront dans le fichier résultat sous forme de colonne vide** (pas de sorties de surplus possible).
 4. Lancer le calcul en cliquant sur le bouton **Calculer**.
 5. Un email vous est envoyé lorsque le calcul est terminé. Le fichier résultat apparaît alors sur la page [Mes exports](#).
- **Caractéristiques du fichier de polygones à charger dans l'interface :**
 - Le fichier doit être un fichier de forme (shapefile) contenant des polygones.
 - Les données chargées doivent être définies dans le système de projection "Lambert 93".
 - Le fichier doit contenir un champ permettant d'identifier de manière unique chaque polygone.

Date de mise à jour des résultats de CASSIS-N : 10/03/2018

[Mes exports](#) [Déconnexion](#)

Sélection des fichiers *.shp*, *.shx* et *.dbf* : Aucun fichier sélectionné.

Sélection de l'identifiant de polygone :

Sorties à exporter :

Surplus azotés

Fertilisation minérale

Fertilisation organique

Export d'azote (Récolte)

Fixation symbiotique

Dépôt atmosphérique

CodeNatZon	Aire (m ²)	Sélection (tous : <input checked="" type="checkbox"/>)
------------	------------------------	---

A noter que les principales limites d'utilisation du modèle sont : « *Les résultats obtenus et présentés dans cette étude ne sont valables qu'à l'échelle où ils ont été calculés, ainsi il n'est pas envisageable d'attribuer directement la valeur du surplus azoté par AAC à une autre entité géographique plus petite et incluse dans celle-ci. Cette désagrégation à une échelle spatiale plus fine fait actuellement l'objet d'un travail de la part de l'Université de Tours prochainement disponible... Compte tenu de l'utilisation de valeurs ayant une part d'incertitude (teneur en azote, valeur d'excrétion, valeurs issues de volumes statistiques), il est important de considérer l'imprécision sur le résultat.* »

Source : <https://geosciences.univ-tours.fr/recherche/evolution-des-surplus-azotes-1960-2010.html>

En savoir plus : Evolution des surplus azotés (1960-2010) : déploiement national, étude des temps de transfert et de l'impact du changement des pratiques agricoles- Evaluation des pressions azotées - Rapport technique, Université de Tours/Onema, 2016

6. ANNEXE 2 - METHODE DE CALCUL DES TENDANCES

Les tests statistiques de tendances ont été réalisés à partir de la [plateforme ASTA-ENV](#), développée par l'OIEau. Cette plateforme permet de :

- caractériser les données sélectionnées (nombre de données, durée de la période, moyenne, etc.) et visualiser les chroniques ;
- exécuter des tests statistiques tels que le test de Mann-Kendall pour identifier les tendances et les ruptures de pente dans une série temporelle ;
- visualiser les résultats sous forme de graphes.

La plateforme laisse la possibilité de lancer des calculs sur un territoire défini (départements, régions, régions hydrographiques, schéma d'aménagement et de gestion des eaux, aires d'alimentation de captages, etc.) ainsi que de disposer d'un accès direct aux données d'ADES (portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines www.ades.eaufrance.fr), évitant la manipulation de fichiers d'import.

Figure 30 - Interface de la plateforme de calculs ASTA-ENV

Étape 1 : Mode d'acquisition des données

A quel organisme appartenez vous ?

Cette information sera utilisée seulement à des fins statistiques

Quelles données souhaitez vous traiter ?

 ▼

Suivant

ASTA-ENV est une plateforme créée par l'OIEau, avec le soutien financier de l'AFB, et qui utilise le module de calcul HYPE créé et mis à disposition par le BRGM.
Avertissement : les données que vous renseignez dans cet outil sont sous votre entière responsabilité, ainsi que les résultats produits, leurs utilisations et leurs interprétations ultérieures.

- [Guide utilisateurs](#)
- [Contact](#)




Figure 31 - Chargement du fichier de données sur ASTA-ENV

Étape 1.1.2 : Import des données via un fichier texte

Importer un fichier

Parcourir... Aucun fichier sélectionné.

Le fichier doit être un fichier texte avec l'extension .txt.

Exemple de fichier : [Télécharger](#)

Liste des colonnes :

- CODE_BSS
- LIBELLE_PARAMETRE
- CODE_PARAMETRE
- DATE_DEBUT_PRELEVEMENT
- DATE_PREL
- CODE_SIGNE
- RESULTAT
- RESULTAT_TH
- UNITE_GRAPH
- UNITE
- UNITE_SPATIALE
- CHRONIQUE

Séparateur de données: |

Séparateur décimal: .

Format de date: jj-mm-aaaa (d-m-Y)

Suivant

Figure 32 - Sélection des modules de traitement sur ASTA-ENV

Étape 1.4 : Table des données

- Entité sélectionnée : AAC_Sandre
- Code paramètre : 1340
- Date de début : 1955-01-01 00:00
- Date de fin : 2015-01-01 00:00
- liste des stations : 101 (8), 1366 (11), 1375 (17), 1376 (13), 1378 (5), 1381 (6), 1384 (7), 1388 (2), 1398 (1), 1399 (3), 14 (2), 1401 (17), 1402 (16), 1423 (2), 1425 (3), 1428 (5), 1432 (5), 1439 (3), 1449 (2), 1454 (11), 1457 (17), 1467 (8), 1470 (12), 1480 (6), 1483 (4), 1510 (5), 1511 (4), 1512 (3), 1532 (2), 1546 (2), 1551 (1), 1552 (6), 1562 (6), 1575 (4), 1582 (1), 1583 (4), 1585 (9), 1586 (3), 1591 (3), 1594 (4), 1603 (3), 1607 (3), 1608 (8), 1609 (1), 161 (25), 1610 (2), 1672 (5)

Traitement *

Tendances/Ruptures

Sortie graphique *

Non

Données *

```
CODE_BSS|UNITE_SPATIALE|DATE_DEBUT_PRELEVEMENT|RESULTAT|LIBELLE_PARAMETRE|CD_PAR|CODE_SIGNE|UNITE_GRAPH|UNITE
101 (8)|AAC_Sandre|1955-01-01|36652.71|Surplus Nitrates|1340|1|surplus|surplus
101 (8)|AAC_Sandre|1956-01-01|41482.95|Surplus Nitrates|1340|1|surplus|surplus
101 (8)|AAC_Sandre|1957-01-01|48050.76|Surplus Nitrates|1340|1|surplus|surplus
101 (8)|AAC_Sandre|1958-01-01|78061.84|Surplus Nitrates|1340|1|surplus|surplus
101 (8)|AAC_Sandre|1959-01-01|57715.45|Surplus Nitrates|1340|1|surplus|surplus
```

7. ANNEXE 3 - LISTE DES 115 AAC SELECTIONNEES POUR L'ETUDE

Code AAC	Nom AAC	Surface AAC (ha)	Circonscription administrative	Part de SAU (%)	Part de SAU en grandes cultures (%)	Part de SAU en prairies (%)	Tendance surplus azotés 1 = Hausse 2 = Baisse 3 = Non significative
61	AAC MAILLEBOIS 1	10 342	SEINE-NORMANDIE	70,9	63,8	1,0	1
65	AAC DAMMARIE 1	4 328	SEINE-NORMANDIE	88,0	81,6	0,1	1
101	AAC AUGER SAINT VINCENT 1	3 528	SEINE-NORMANDIE	58,8	44,2	0,7	3
161	AAC DE FLINS-AUBERGENVILLE 1	9 951	SEINE-NORMANDIE	30,7	25,9	0,9	2
238	AAC DU PUIITS DES PLANTES	796	SEINE-NORMANDIE	72,1	69,1	0,8	3
363	AAC LABRUYERE ET SACY-LE-GRAND	6 564	SEINE-NORMANDIE	59,4	43,7	1,0	3
372	BAUGY	23 558	SEINE-NORMANDIE	82,7	54,9	1,4	3
373	LES HOSPICES	12 737	SEINE-NORMANDIE	27,9	20,1	0,9	2
439	NANGIS 4	5 812	SEINE-NORMANDIE	80,1	61,7	0,9	3
445	LE MEREVILLOIS, PUIMERE SEMAINVILLE	888	SEINE-NORMANDIE	91,9	78,8	0,0	3
603	AAC NOGENT-LE-PHAYE 1	848	SEINE-NORMANDIE	74,0	69,1	0,5	1
704	AAC ECAMEAUX	4 341	SEINE-NORMANDIE	47,3	35,1	5,4	2
728	AAC DU FOULON	2 548	SEINE-NORMANDIE	65,4	56,1	5,9	2
735	AAC BRINON SUR BEUVRON	651	SEINE-NORMANDIE	57,9	38,4	16,3	2
737	AAC DE LA FONTAINERIE	2 521	SEINE-NORMANDIE	79,3	30,2	46,7	2
817	AAC LIMESY 1	6 480	SEINE-NORMANDIE	73,9	42,5	15,7	1
821	AAC OUDALLE ST VIGOR D'YMONVILLE	2 510	SEINE-NORMANDIE	61,9	32,3	16,5	1
826	AAC VARRAS-MOULINEAUX	12 545	SEINE-NORMANDIE	55,0	35,5	12,4	2
839	AAC HERICOURT-EN-CAUX 1	11 641	SEINE-NORMANDIE	80,2	45,0	17,7	1
847	AAC DE SURGY	1 060	SEINE-NORMANDIE	48,7	41,5	1,3	2
902	AAC LE PECQ - CROISSY 1	11 207	SEINE-NORMANDIE	5,1	4,0	0,3	2
930	AAC DE LA SOURCE DE SANVIGNE	202	SEINE-NORMANDIE	70,7	63,1	0,0	2
983	SOURCE DE MAURU	141	RHIN-MEUSE	60,3	43,3	8,5	1
1366	LES PRES NOLLETS	7 742	LOIRE-BRETAGNE	75,1	65,7	2,3	1
1375	ARCIER	10 103	RHONE-MEDITERRANEE	39,9	11,2	27,9	3
1376	BAUMETTE	1 756	RHONE-MEDITERRANEE	37,2	20,6	16,3	3
1378	FONTAINE DU CRIBLE	1 475	RHONE-MEDITERRANEE	41,1	9,4	31,3	3

Code AAC	Nom AAC	Surface AAC (ha)	Circonscription administrative	Part de SAU (%)	Part de SAU en grandes cultures (%)	Part de SAU en prairies (%)	Tendance surplus azotés 1 = Hausse 2 = Baisse 3 = Non significative
1381	PUITS DU RECEPAGE - LES TOPPES	675	RHONE-MEDITERRANEE	68,7	51,9	8,1	3
1384	SOURCE DES JACOBINS	1 830	RHONE-MEDITERRANEE	58,6	46,2	9,2	2
1399	SOURCE DU VAL	516	RHONE-MEDITERRANEE	43,1	32,1	10,3	3
1401	MORVILLARS	7 826	RHONE-MEDITERRANEE	37,5	18,2	18,0	2
1409	CAPTAGE DU MAS DE CLERC	421	RHONE-MEDITERRANEE	70,3	1,7	9,5	3
1410	CAPTAGE DE LA CARREIRASSE	504	RHONE-MEDITERRANEE	35,5	5,8	5,5	3
1419	LES PILES (F1, F2, F3)	1 456	RHONE-MEDITERRANEE	32,9	11,3	1,4	1
1424	AAC DE GASTADE OUEST - BOURGUIDOU	2 340	RHONE-MEDITERRANEE	38,1	12,7	3,7	1
1425	DARDAILLON	103	RHONE-MEDITERRANEE	57,6	11,4	3,7	1
1427	FORAGE NOTRE DAME DE PENE	1 924	RHONE-MEDITERRANEE	4,7	0,0	0,0	2
1428	FORAGE DU VAL AUGER	3 864	RHONE-MEDITERRANEE	8,4	0,0	0,0	2
1432	AAC DES MARTINATS	1 819	LOIRE-BRETAGNE	77,2	30,0	44,9	2
1439	LA RUCETTE	925	LOIRE-BRETAGNE	83,7	21,6	57,4	3
1444	BARRAGE DE LAVALETTE	35 607	LOIRE-BRETAGNE	43,7	3,0	39,0	2
1454	SENEUIL	6 943	LOIRE-BRETAGNE	67,3	51,6	12,7	1
1457	VILLE DE NIORT LE VIVIER	16 154	LOIRE-BRETAGNE	71,9	55,3	12,2	2
1467	PUITS DE PERONNAS 1, 2, 3, 4, 5	3 964	RHONE-MEDITERRANEE	30,8	18,6	10,4	1
1470	SOURCE DE CIVRIEUX - MASSIEUX	5 140	RHONE-MEDITERRANEE	59,5	49,8	4,4	3
1480	LAFAYETTE	1 362	RHONE-MEDITERRANEE	64,3	45,0	17,3	3
1483	BRACHET (DIEMOZ)	316	RHONE-MEDITERRANEE	62,7	37,9	21,0	3
1487	ARDIERES CHAMP CAPTANT	15 595	RHONE-MEDITERRANEE	27,0	2,0	15,4	1
1510	PUITS LA RACLE	801	RHONE-MEDITERRANEE	61,3	47,0	1,2	1
1511	SOURCE DU CREUX DE VAU	157	RHONE-MEDITERRANEE	93,0	84,9	1,4	3
1512	PUITS DES GRANDS PATIS	238	RHONE-MEDITERRANEE	90,5	72,6	10,9	1
1542	F2 REC DEL MOLI POLLESTRES	287	RHONE-MEDITERRANEE	23,9	0,3	5,8	2
1543	FORAGE MILLEROLLES	928	RHONE-MEDITERRANEE	34,0	0,2	0,9	2
1544	PRISE EAU CONDUITE FORCEE ET BARRAGE AGLY	41 862	RHONE-MEDITERRANEE	25,6	0,0	1,5	2
1552	PUITS NOUVEAU OUVEILLAN	1 556	RHONE-MEDITERRANEE	59,4	4,2	0,5	1
1562	SIRAN - CARLOZ	3 314	RHONE-MEDITERRANEE	54,3	32,8	19,1	3
1575	ECANCIERE (SECOURS)	1 635	RHONE-MEDITERRANEE	47,8	31,2	3,4	3

Code AAC	Nom AAC	Surface AAC (ha)	Circonscription administrative	Part de SAU (%)	Part de SAU en grandes cultures (%)	Part de SAU en prairies (%)	Tendance surplus azotés 1 = Hausse 2 = Baisse 3 = Non significative
1583	SOURCE DE LA PAPETERIE	2 220	RHONE-MEDITERRANEE	48,3	35,4	10,2	2
1585	FORAGE SUR LA CREUSE ET SOURCE DE LA GRANDE FONTAINE	3 200	RHONE-MEDITERRANEE	52,3	26,4	24,0	3
1586	SOURCE DE LA FAVILLIERE	279	RHONE-MEDITERRANEE	50,1	35,0	14,7	2
1591	FORAGE DE FRASNE LE CHATEAU	676	RHONE-MEDITERRANEE	70,1	37,2	25,9	2
1594	SOURCE DU VIVIER	2 947	RHONE-MEDITERRANEE	52,6	36,2	12,1	2
1601	P. DE LABERGEMENT	228	RHONE-MEDITERRANEE	73,2	23,4	41,1	1
1602	AAC DU PUIITS DE LA MALE RAIE	443	RHONE-MEDITERRANEE	40,7	28,9	2,2	1
1603	P. DE VIELVERGE	627	RHONE-MEDITERRANEE	43,2	27,8	15,0	3
1607	SOURCE DE REGNIER	119	RHONE-MEDITERRANEE	22,5	15,5	1,8	1
1608	SOURCE DE ROCHOTTE	2 373	RHONE-MEDITERRANEE	22,8	9,5	7,6	1
1656	FLES SUD ET NORD	6 970	RHONE-MEDITERRANEE	22,3	4,9	2,5	3
1658	CHATEAU D'EAU EST - PIERRE PLANTEE OUEST - ROUSSET - PEYRALLES	7 282	RHONE-MEDITERRANEE	39,6	3,3	0,1	1
1665	PAZAC - FESC - MUGES	1 147	RHONE-MEDITERRANEE	38,3	4,6	5,4	1
1666	CAPTAGES DES PEYROUSES	3 893	RHONE-MEDITERRANEE	17,3	3,0	1,5	2
1672	SOURCES DES CELETTES	250	RHONE-MEDITERRANEE	24,0	0,0	0,0	3
1702	AAC DE BROSSAC -PUITS	2 186	LOIRE-BRETAGNE	62,1	51,5	6,1	1
1703	AAC DES LUTINEAUX	2 687	LOIRE-BRETAGNE	78,6	69,2	3,8	3
1707	AAC GUE DE SCIAUX	2 200	LOIRE-BRETAGNE	82,1	75,7	1,7	1
1735	HARLY	3 338	ARTOIS-PICARDIE	86,3	55,6	3,3	3
1740	ROUSIES	1 745	ARTOIS-PICARDIE	47,6	25,7	16,6	2
1755	NIELLES-LES-BLEQUIN	510	ARTOIS-PICARDIE	38,7	21,5	15,5	3
1771	AYENCOURT	9 540	ARTOIS-PICARDIE	85,8	55,9	3,0	2
1772	ABBEVILLE	3 452	ARTOIS-PICARDIE	78,6	51,0	6,4	2
1779	VIEUX RENG	456	ARTOIS-PICARDIE	85,7	48,5	18,5	2
1781	BREILLY	2 930	ARTOIS-PICARDIE	78,2	63,3	2,9	2
1782	VALLEE DE LA SELLE	12 280	ARTOIS-PICARDIE	63,1	47,4	2,5	2
1783	GUERBIGNY	5 694	ARTOIS-PICARDIE	84,1	50,6	1,0	2
1785	SCARPE AVAL SUD	27 026	ARTOIS-PICARDIE	48,4	29,5	8,1	2
1788	MESNIL-CONTEVILLE	2 870	ARTOIS-PICARDIE	83,7	64,6	6,7	3

Code AAC	Nom AAC	Surface AAC (ha)	Circonscription administrative	Part de SAU (%)	Part de SAU en grandes cultures (%)	Part de SAU en prairies (%)	Tendance surplus azotés 1 = Hausse 2 = Baisse 3 = Non significative
1789	NORD AUDOMAROIS	9 129	ARTOIS-PICARDIE	69,1	42,8	9,1	3
1791	GUINES CALAIS	5 211	ARTOIS-PICARDIE	67,9	38,3	3,8	3
1792	ARRAS MEAULENS	4 656	ARTOIS-PICARDIE	74,1	45,2	4,1	2
1888	AAC DU CAPTAGE DE COUTERNE	52 501	LOIRE-BRETAGNE	71,4	39,1	30,4	1
1890	AAC LES GRANDS CHAMPS	1 603	LOIRE-BRETAGNE	63,9	51,1	5,9	3
1903	SOURCE DE L'HERPENTY	1 472	LOIRE-BRETAGNE	67,9	63,5	0,5	2
4311	AAC DE MEROBERT	3 673	SEINE-NORMANDIE	91,0	87,5	0,1	1
4321	AAC DE FERIN	3 153	ARTOIS-PICARDIE	67,5	39,9	3,7	2
4324	AAC DE AIRE SUR LA LYS	30 441	ARTOIS-PICARDIE	76,8	46,6	19,4	3
4325	AAC DE MOEUVRES	4 858	ARTOIS-PICARDIE	87,0	51,5	2,7	2
4326	AAC DE CARLY	16 152	ARTOIS-PICARDIE	56,7	25,1	29,4	1
4327	AAC DE MENNEVILLE	1 341	ARTOIS-PICARDIE	78,0	49,7	24,8	1
4328	AAC DE PROVILLE	1 721	ARTOIS-PICARDIE	66,1	44,2	2,8	2
4329	AAC DE SAINT BENIN	1 902	ARTOIS-PICARDIE	77,6	52,0	14,7	2
4330	AAC DE CONCHIL LE TEMPLE	244	ARTOIS-PICARDIE	66,1	29,5	5,0	2
4331	AAC DE SALOME	11 479	ARTOIS-PICARDIE	38,2	23,5	2,0	2
4332	AAC DE HAYNECOURT	305	ARTOIS-PICARDIE	84,3	34,8	3,6	2
4333	AAC DE CAUDRY	1 864	ARTOIS-PICARDIE	91,8	58,1	16,3	2
4389	ETAMPES, PRISE D'EAU DE LA LOUETTE	5 674	SEINE-NORMANDIE	84,0	73,7	0,2	2
4390	AAC DE SACLAS	1 689	SEINE-NORMANDIE	78,8	70,4	0,0	2
4391	AAC DE PUSSAY II	4 168	SEINE-NORMANDIE	90,2	77,7	0,0	1
4393	AAC DE LA SOURCE DE LA CAILLOTTE	664	SEINE-NORMANDIE	73,9	57,8	10,1	3
4394	AAC DE LA SOURCE DE COURCHAMP	796	SEINE-NORMANDIE	80,8	75,7	1,8	3
4395	AAC DU FORAGE DE LA PIECE DU CHENE	1 896	SEINE-NORMANDIE	56,9	46,0	1,5	2
4396	AAC DU FORAGE DES LAMES	4 932	SEINE-NORMANDIE	69,1	49,7	14,0	3
4397	AAC DU PUIITS DE MAROLLES	3 113	SEINE-NORMANDIE	76,3	57,7	13,3	3
4399	AAC DU PUIITS DE LA LAME	252	SEINE-NORMANDIE	36,6	25,5	2,8	2
4400	AAC DU PUIITS DE L'HETANT	167	SEINE-NORMANDIE	77,6	76,0	0,6	2
4401	AAC DU PUIITS DU CREANTON	1 145	SEINE-NORMANDIE	48,1	45,0	0,0	3

8. ANNEXE 4 - REPARTITION DES 115 AAC PAR TENDANCE DE SURPLUS AZOTE

Ce tableau liste les 115 AAC par classe de taille et selon le résultat des tendances de surplus.

Classe de taille AAC (ha)	Tendance à la hausse (code 1)	Tendance à la baisse (code 2)	Pas de tendance significative (code 3)
AAC < 1000	1425	1542	238
	1510	1543	445
	1512	1586	1381
	1601	1591	1399
	1602	1779	1409
	1607	4330	1410
	603	4332	1439
	983	4399	1483
		4400	1511
		735	1603
		930	1672
			1755
			4393
			4394
	1000 >= AAC < 5000	1419	1384
1424		1427	1376
1467		1428	1378
1552		1432	1480
1608		1583	1562
1665		1594	1575
1702		1666	1585
1707		1740	1703
4311		1772	1735
4327		1781	1788
4391		1792	1890
65		1903	4396
821		4321	4397
		4325	4401
		4328	
		4329	
		4333	
		4390	
		4395	
	704		
	728		
	737		
	847		
AAC > 5000	1366	1401	363
	1454	1444	372
	1487	1457	439
	1658	1544	1375
	1888	161	1470
	4326	1771	1656
	61	1782	1789
	817	1783	1791
	839	1785	4324
		373	
		4331	
		4389	
		826	
	902		

9. ANNEXE 5 - REPARTITION DES 121 POINTS D'EAU PAR TENDANCE DE SURPLUS AZOTE ET TENDANCE DE CONCENTRATION EN NITRATES

Ce tableau liste les 121 codes BSS selon le résultat des tendances de concentration en nitrates et les tendances de surplus azoté de l'AAC.

	Tendance surplus à la hausse	Tendance surplus azoté à la baisse	Pas de tendance significative surplus azoté
Tendance concentration nitrates à la hausse	02165X0039/S1 02911X0052/FAEP 00767X0021/F 00578X0007/HY 09912X0239/P 05653X0001/S1 06505X0078/F5 06123X0046/F3 05912X0001/P2 05912X0002/SAVIN3 05912X0028/P1 00111X0244/GC1 00115X0004/P1	01525X0062/A8 01525X0072/C3 01525X0077/P1 04653X0004/S2 04657X0005/SOURCE 04657X0007/AEP 00996X0002/PC 00997X0164/F 00811X0045/F1 00302X0007/F1MAZY 04883X0013/HYAEP 00363X0098/F1 00233X0028/F	01043X0073/FA 04752X0012/S 06982X0023/S 00652X0053/F 00068X0121/F8 00068X0148/F10B
Tendance concentration nitrates à la baisse	10148X0021/BASSAN 05263X0029/SOURCE 05263X0030/SOURCE 05007X0046/S1 05006X0004/PUITS 09912X0089/SO 09915X0199/SALINA 09915X0198/VINCEN	01525X0031/B1 01525X0032/C5 01525X0068/C13 01525X0069/C7 01525X0070/C6 01525X0140/F133 01047X0239/P1 01824X0059/FXII 01824X0209/S31 04446X0061/P 11013X0002/F 06107X0024/SOURCE 06107X0038/F 06107X0039/F 09652X0152/F 00364X0038/SO	00113X0115/P2 09134X0228/CEL.1 09134X0225/CELETE 07235X0011/F 09655X0241/F2 09653X0235/S1
Pas de tendance significative concentration nitrates	09916X0087/AEP 06512X0023/289A 06512X0076/P00773 06512X0077/P00775 06512X0078/P0076 06512X0079/P0077 10395X0049/P2 05274X1016/PUITS 05272X0049/PUITS 10155X0026/AEP 09653X0133/P 02903X0004/PFAEP	01518X0105/C10 01525X0008/P3 01525X0033/29 01525X0063/F33 01525X0071/18 01525X0074/C1 01525X0079/A9 01525X0135/A4 01047X0240/P2 04953X0014/P1 04654X0004/P 04725X0008/S 10903X0026/PENE 06181X0001/HY 06182X0001/HY	01288X0018/P 01043X0074/FB 05031X0054/S 04437X0012/S 04741X0028/S 05278X0080/P 05278X1003/CC 04752X0025/SD2 06746X0076/105A 06746X0089/P00768 06982A0126/238A 07235X0006/P 04707X0002/SOURCE 07472X0017/P2 07956X0037/D

		04401X0004/S 04412X0030/S 04722X0024/F 04402X0005/S 00302X0002/F4 00267X0004/F3 00267X0006/F2 00267X0007/F1 00364X0019/P1	04725X0003/S 04725X0028/F 05011X0005/AEP 10163X0157/F1 10163X0158/F2 00652X0054/F 00061X0120/F10 03682X0036/AEP
--	--	---	--

10. ANNEXE 6 - TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS PAR AAC

Le tableau ci-après liste les AAC selon le résultat des tendances de surplus azotés et tendances de concentration en nitrates.

Libellé de la colonne	Description
Code AAC	Code Sandre de l'AAC
Tendance surplus azoté	Résultat du calcul de tendance du surplus azoté Code 1 = tendance à la hausse Code 2 = tendance à la baisse Code 3 = tendance non significative
Nb codes BSS	Nombre de points d'eau (codes BSS) associés à l'AAC
Nb BSS - Tendance NO3 hausse	Nombre de points d'eau (codes BSS) avec une concentration en nitrates dans les eaux souterraines présentant une tendance à la hausse
Nb BSS - Tendance NO3 baisse	Nombre de points d'eau (codes BSS) avec une concentration en nitrates dans les eaux souterraines présentant une tendance à la baisse
Nb BSS - Tendance NO3 NS	Nombre de points d'eau (codes BSS) avec une concentration en nitrates dans les eaux souterraines ne présentant pas de tendance significative
Nb BSS - Tendance NO3 NA	Nombre de points d'eau (codes BSS) sans données suffisantes pour un calcul de tendance et vides

Code AAC	Tendance surplus azoté	Nb codes BSS	Nb BSS - Tendance NO3 hausse	Nb BSS - Tendance NO3 baisse	Nb BSS - Tendance NO3 NS	Nb BSS - Tendance NO3 NA
61	1	2	1			1
65	1	1	1			
101	3	2			1	1
161	2	22	3	6	8	5
372	3	2	1		1	
373	2	2		1	1	
439	3	1				1
445	3	1				1
603	1	1				1
728	2	1	1			
735	2	1			1	
737	2	2	2			
817	1	1	1			
826	2	2	2			
839	1	1	1			
847	2	1			1	
902	2	3		2		1
1366	1	1				1
1375	3	1			1	
1376	3	1			1	
1378	3	1			1	
1381	3	2			2	
1384	2	1			1	
1399	3	2	1		1	
1401	2	1		1		

1409	3	1		1		
1410	3	1		1		
1419	1	6		2		4
1424	1	2	1		1	
1425	1	1		1		
1427	2	1			1	
1428	2	1		1		
1432	2	3			2	1
1439	3	8				8
1444	2	1				1
1454	1	1	1			
1457	2	3		3		
1467	1	5			5	
1470	3	4	1		3	
1480	3	1		1		
1483	3	1			1	
1487	1	2	1			1
1510	1	1		1		
1511	3	1			1	
1512	1	1		1		
1542	2	1				1
1543	2	1				1
1544	2	2				2
1552	1	1			1	
1562	3	1			1	
1575	3	1			1	
1583	2	1			1	
1585	3	2			2	
1586	2	1			1	
1591	2	1			1	
1594	2	1			1	
1601	1	1			1	
1602	1	1			1	
1603	3	1			1	
1607	1	1		1		
1608	1	1		1		
1656	3	2			2	
1658	1	2		1	1	
1665	1	3			1	2
1666	2	1		1		
1672	3	2		2		
1702	1	1	1			
1707	1	3	3			
1735	3	2	1		1	

1755	3	1		1		
1771	2	2	1			1
1772	2	1				1
1779	2	2	1		1	
1788	3	1				1
1789	3	3	2			1
1791	3	1			1	
1792	2	3			3	
1888	1	1				1
1903	2	1	1			
4311	1	1			1	
4321	2	3				2
4324	3	1				1
4325	2	1	1			
4326	1	1				1
4327	1	2	2			
4328	2	1		1		
4330	2	1	1			
4331	2	3				2
4332	2	1			1	
4389	2	1				1
4401	3	1			1	
Total		168	32	30	59	45



*O f f i c e
I n t e r n a t i o n a l
d e l ' E a u*

15 rue Edouard Chamberland
87065 Limoges Cedex

Tél. (33) 5 55 11 47 80
www.oieau.org

Avec le soutien financier de l'AFB

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

www.afbiodiversite.fr