

## Analyse des résultats du contrôle APL 2021 et évolution depuis 2008 à l'échelle des masses d'eau souterraine de Wallonie



---

Ce document doit être cité de la manière suivante :

Lefebure K., Vandenberghe C., Colinet G., 2022. *Analyse des résultats du contrôle APL 2021 et évolution depuis 2008 à l'échelle des masses d'eau souterraine de Wallonie*. Dossier GRENeRA 22-04, 63 p. + annexes. In De Toffoli M.<sup>1</sup>, Vandenberghe C.<sup>2</sup>, Durenne B.<sup>3</sup>, Imbrecht O.<sup>1</sup>, Bourmanne C.<sup>1</sup>, Bachelart F.<sup>2</sup>, Lefebure K.<sup>2</sup>, Williscotte F.<sup>3</sup>, Weickmans B.<sup>3</sup>, Huyghebaert B.<sup>3</sup>, Colinet G.<sup>2</sup>, Lambert R.<sup>1</sup> 2022. Programme de gestion durable de l'azote en agriculture wallonne et volet eau du programme wallon de réduction des pesticides - Rapport d'activités final 2022 des membres scientifiques de la Structure d'encadrement PROTECT'eau. Centre wallon de Recherches agronomiques, Université catholique de Louvain et Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech, 22 p. + annexes.

- 
1. Earth and Life Institute (UCL)
  2. Gembloux Agro-Bio Tech (ULiège)
  3. Centre wallon de Recherches agronomiques
-

---

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Contexte et données utilisées</b>	<b>6</b>
2.1	Le contrôle APL . . . . .	6
2.1.1	Sélection des exploitations et échantillonnage . . . . .	6
2.1.2	Conformité des APL . . . . .	6
2.1.3	Évaluation de l'exploitation . . . . .	6
2.1.4	Le programme d'observation . . . . .	7
2.2	Le SIGEC . . . . .	7
2.3	Le Survey Nitrate . . . . .	8
2.4	Les masses d'eau souterraine de Wallonie . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Résultats du contrôle APL 2021</b>	<b>14</b>
3.1	Distribution spatiale des parcelles contrôlées . . . . .	14
3.2	Distribution statistique des échantillons . . . . .	15
3.3	Résultats globaux pour 2021 et évolutions par rapport aux années précédentes . . . . .	16
3.3.1	Comparaison statistique des proportions de conformité des exploitations en fonction des années culturales . . . . .	19
3.3.2	Comparaison statistique des proportions de conformité des parcelles en fonction des années culturales . . . . .	20
3.3.3	Synthèse . . . . .	20
3.4	Complétude de la base de données APL . . . . .	20
3.5	Explicitation des résultats par classe de contrôle APL . . . . .	24
3.5.1	Classe A1 (betterave) . . . . .	24
3.5.2	Classe A2 (céréales non suivies d'une culture implantée en automne) . . . . .	25
3.5.3	Classe A3 (céréales suivies d'une culture implantée en automne; chicorée) . . . . .	25
3.5.4	Classe A4 (maïs) . . . . .	25
3.5.5	Classe A5 (pomme de terre) . . . . .	26
3.5.6	Classe A6 (colza) . . . . .	26
3.5.7	Classe A7 (légumes) . . . . .	27
3.5.8	Classe A8 (prairie) . . . . .	27
3.5.9	Synthèse . . . . .	28
3.6	Comparaison interannuelle des résultats . . . . .	28
3.7	Conclusion . . . . .	31

---

<b>4</b>	<b>Extrapolation des résultats APL à l'échelle de la masse d'eau souterraine</b>	<b>32</b>
4.1	Méthodologie . . . . .	32
4.2	Répartition des cultures et prairies par masse d'eau souterraine . . . . .	34
4.3	APL moyen par classe de cultures ou prairie en 2021 . . . . .	39
4.4	APL moyen par masse d'eau souterraine en 2021 . . . . .	43
4.5	Évolution de l'APL par masse d'eau souterraine . . . . .	47
<b>5</b>	<b>Qualité de l'eau des masses d'eau souterraine d'un point de vue du nitrate (Survey Nitrate)</b>	<b>52</b>
<b>6</b>	<b>Confrontation des APL moyens et des résultats du Survey Nitrate à l'échelle des masses d'eau souterraine</b>	<b>57</b>
<b>7</b>	<b>Conclusions</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>62</b>

## 1 Introduction

Le 14 février 2008, le Gouvernement wallon adopte un arrêté relatif au suivi, par des mesures de l'Azote Potentiellement Lessivable (APL) dans le sol, de la conformité des exploitations agricoles situées en zone vulnérable aux bonnes pratiques agricoles nécessaires à la protection des eaux contre la pollution par le nitrate à partir de sources agricoles. Cet arrêté est entré en vigueur le 1er janvier 2008 et fixe les modalités de l'évaluation des APL mesurés dans les exploitations situées en zone vulnérable en région wallonne. Il s'agit là d'une mesure importante s'inscrivant dans le cadre de la révision en 2007 du Programme de Gestion Durable de l'Azote en Agriculture (PGDA), transposition de la directive européenne 'Nitrates' dans la législation belge.

Concrètement, chaque année, l'Administration<sup>4</sup> sélectionne au moins 5 % des exploitations agricoles (environ 700) situés en zone vulnérable. Dans chacune de ces exploitations, l'APL est mesuré dans trois parcelles. Les résultats, exprimés en  $\text{kg N-NO}_3 \text{ ha}^{-1}$ , sont comparés à des seuils d'intervention établis dans des parcelles appartenant à un réseau de fermes de référence, le Survey Surfaces Agricoles (SSA), suivi par deux membres scientifiques (ULg GxABT<sup>5</sup> et UCL<sup>6</sup>) de la Structure d'encadrement PROTECT'eau. Si les résultats ne s'avèrent pas conformes par rapport à ces seuils, l'agriculteur doit entrer dans un programme d'observation au cours duquel les résultats doivent s'améliorer, faute de quoi des amendes sont prévues.

En 2007, une campagne "fictive" de contrôle dans environ 300 exploitations choisies au hasard en zone vulnérable avait été simulée, sans toutefois engendrer de conséquences négatives pour l'exploitant en cas de non-conformité de ses APL. La campagne de contrôle menée en 2021 est la douzième campagne "effective" depuis la campagne de 2008, avec le risque pour l'agriculteur d'entrer dans un programme d'observation en cas de résultat 'négatif'. Pour mémoire, les enseignements des précédentes campagnes de contrôle figurent dans les rapports d'activités annuels intermédiaires<sup>7</sup>.

L'objectif de ce dossier est dans un premier temps d'analyser les résultats de la campagne 2021 en vue d'évaluer la performance des agriculteurs contrôlés en matière de gestion de l'azote (point 3).

Dans un deuxième temps, une extrapolation des résultats APL est réalisée à l'échelle des masses d'eau souterraine<sup>8</sup> afin de suivre l'évolution de la pression « nitrate » sur les eaux souterraines (point 4).

Enfin, l'état qualitatif des masses d'eau souterraine est abordé (point 5) avant une confrontation des APL moyens calculés à l'échelle des masses d'eau avec les résultats du suivi du nitrate dans l'eau des captages (point 6).

---

4. Service Public de Wallonie - Direction Générale Opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO 3).

5. Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech.

6. Université catholique de Louvain - Earth and Life Institute

7. [www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/grenera\\_rapports\\_activites\\_en\\_cours.htm](http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/grenera_rapports_activites_en_cours.htm).

8. Jusqu'en 2012 cette extrapolation était réalisée à l'échelle de la région agricole.

---

## 2 Contexte et données utilisées

---

Ce paragraphe rappelle le contexte du contrôle APL et présente brièvement les données utilisées pour extrapoler et interpréter les résultats du contrôle à l'échelle des masses d'eau souterraine. Ces données sont :

1. le contrôle APL ;
2. le SIGEC (Système Intégré de Gestion et de Contrôle) des déclarations de la PAC<sup>9</sup> ;
3. les données de surveillance permanente des teneurs en nitrate dans les aquifères de la région wallonne (« Survey Nitrate ») ainsi que
4. les masses d'eau souterraine.

### 2.1 Le contrôle APL

#### 2.1.1 Sélection des exploitations et échantillonnage

Chaque année, l'Administration procède à la sélection de minimum 5 % d'exploitations agricoles parmi celles déclarant plus de 20 % de leur superficie agricole en zone vulnérable. Au sein des exploitations choisies, trois parcelles identifiées<sup>10</sup> par l'Administration font l'objet d'un prélèvement d'échantillons de sol entre le 15 octobre et le 20 décembre, en vue d'y doser l'APL. Une parcelle de remplacement est également choisie. Les échantillons prélevés sont analysés par un laboratoire agréé. Le coût du premier contrôle est pris en charge par la Région wallonne. Chaque agriculteur peut également faire échantillonner à ses frais par un laboratoire agréé de son choix une ou plusieurs parcelles précédemment échantillonnées, en vue d'une analyse contradictoire.

#### 2.1.2 Conformité des APL

Chaque APL est comparé à la référence APL de la classe correspondante, augmenté de la marge de tolérance, à la même date de prélèvement, définissant ainsi le seuil d'intervention. Pour être jugé conforme, l'APL mesuré doit être inférieur au seuil d'intervention à cette date de prélèvement (Dossier GRENeRA 20-03)<sup>11</sup>.

#### 2.1.3 Évaluation de l'exploitation

L'évaluation de l'exploitation est positive si au moins deux APL mesurés sur trois sont conformes et si aucun APL n'est supérieur de plus de 100 % et de plus de 100 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup> à la limite de non-conformité. Le contrôle est alors clôturé. Par l'effet du hasard, l'exploitation est toutefois susceptible de figurer parmi les exploitations contrôlées l'année suivante. Si par contre au moins deux APL sur trois sont non conformes ou si au moins un APL est supérieur de plus de 100 % et de plus de 100 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup> à la limite de non-conformité, l'évaluation est négative et l'exploitation entre alors dans un programme d'observation.

---

9. Politique Agricole Commune.

10. Les parcelles contrôlées peuvent également être situées hors de la zone vulnérable.

11. [https://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Bibliotheque/PROTECTeau/2020/DG\\_20-03\\_APL.pdf](https://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Bibliotheque/PROTECTeau/2020/DG_20-03_APL.pdf).

### 2.1.4 Le programme d'observation

La durée du programme d'observation est de deux ans minimum (figure 1). Pendant ce programme d'observation, chaque année, trois parcelles sont échantillonnées en vue d'y doser l'APL. Pour sortir du programme d'observation, il faudra obtenir une évaluation positive (cf. § 2.1.3), pendant deux années consécutives. Si par contre dans le programme d'observation, l'exploitation obtient une évaluation négative à trois reprises, l'agriculteur s'expose alors à une amende pouvant atteindre 120 € par hectare de Surface Agricole Utile (SAU) déclaré à la PAC. Durant le programme d'observation, le coût des analyses est à la charge de l'agriculteur excepté le coût de celles réalisées l'année de sortie du programme d'observation.

Le paiement d'une amende n'implique pas la sortie du programme d'observation. L'année suivante, le contrôle se poursuit. Si l'évaluation reste négative, l'amende est doublée. Il faudra deux évaluations positives successives pour quitter le programme d'observation.

CONTRÔLE	PROGRAMME D'OBSERVATION				
2008	2009	2010	2011	2012	2013
			SANCTION		
				SANCTION	
					SANCTION
		SORTIE DU PROGRAMME D'OBSERVATION			
				SORTIE DU PROGRAMME D'OBSERVATION	
					SORTIE DU PROGRAMME D'OBSERVATION

- Evaluation négative : 2 APL sur 3 sont non conformes au cours d'une même année
- Evaluation positive : 2 APL sur 3 sont conformes au cours d'une même année

FIGURE 1 – Déroulement du programme d'observation.

### 2.2 Le SIGEC

L'information sur les occupations culturelles des parcelles agricoles provient du SIGEC (Système Intégré de Gestion Et de Contrôle) qui centralise les déclarations de superficie introduites chaque année par les agriculteurs sollicitant les aides compensatoires prévues par la PAC. Le SIGEC offre un inventaire annuel du parcellaire (localisation et nature de l'occupation) et des superficies agricoles. Le SIGEC

---

représente environ 270 000 parcelles et couvre plus de 90 % de la superficie agricole de la Wallonie. Ce caractère partiel venant du fait qu'une minorité des agriculteurs n'introduisent pas de déclaration de superficie pour obtenir les aides compensatoires liées à la PAC. Le SIGEC est naturellement mis à jour annuellement.

### 2.3 Le Survey Nitrate

(sources : Vandenberghe et al., 2013a, SPW-DGO3-DEE, 2014 et SPW-DGO3<sup>12</sup>, 2016)

En 1991, l'Europe adopte la directive 'Nitrates' (91/676/CEE) relative à la protection des eaux vis-à-vis de la pollution par le nitrate d'origine agricole. Cette directive impose aux États membres de :

1. désigner des zones vulnérables (zones dans lesquelles la concentration en nitrate des eaux dépasse ou risque d'atteindre la limite de  $50 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$ ),
2. de mettre en oeuvre des Programmes d'action révisables tous les quatre ans,
3. de rédiger, selon la même fréquence, un rapport d'évaluation de ces programmes à l'attention de la Commission européenne.

En 1994, la Région wallonne de Belgique a délimité les premières zones vulnérables (Sables bruxelliens et Crétacé de Hesbaye). Depuis lors, elles ont été étendues pour occuper, depuis 2013, une zone qui représente un peu plus 56 % de la superficie de la Wallonie et un peu moins de 70 % de la superficie agricole de la Wallonie (figure 2).

---

12. Direction Générale Opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement.

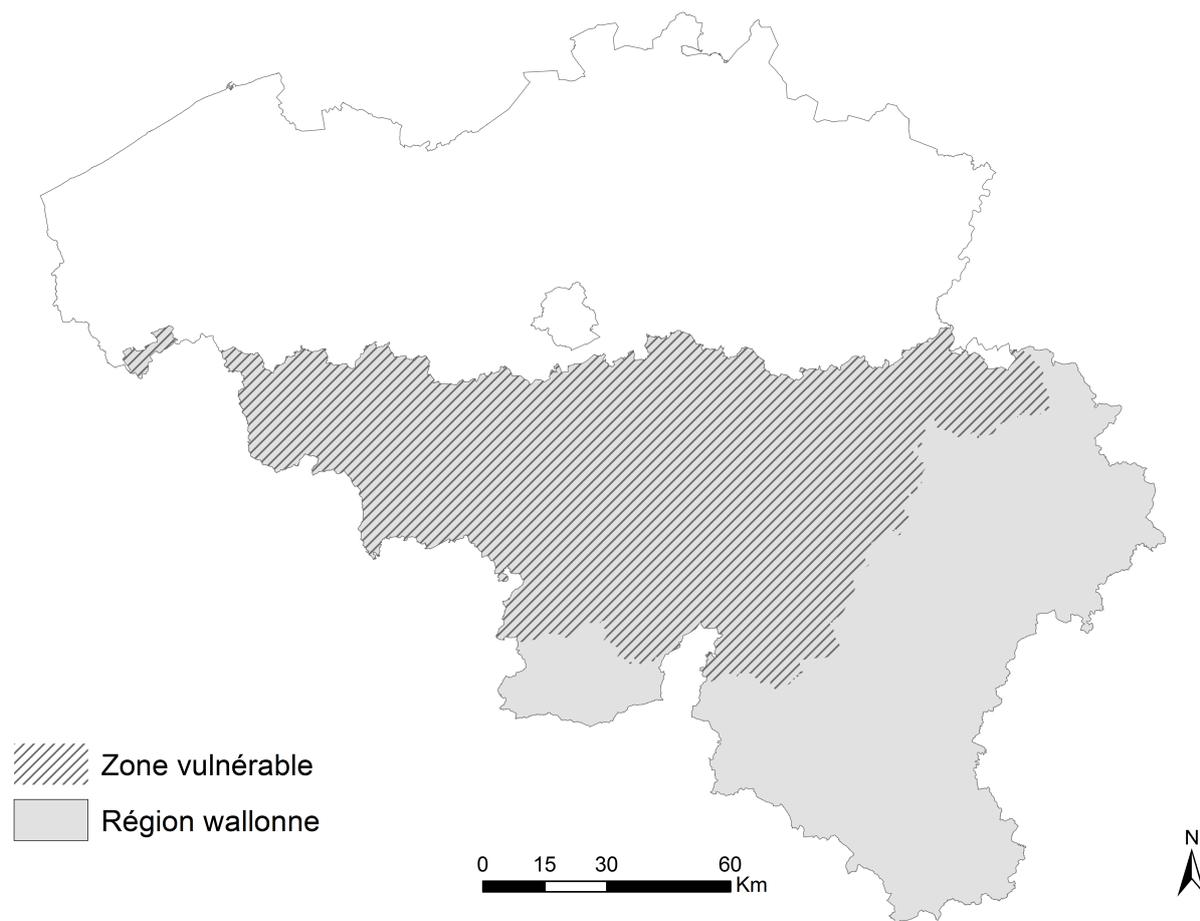


FIGURE 2 – Zone vulnérable en région wallonne définie en 2013.

Pour pouvoir établir et, au besoin, réviser l'extension de la zone vulnérable, le Service Public de Wallonie (SPW) organise depuis 1994 une surveillance permanente de la teneur en nitrate dans les principaux cours d'eau et aquifères de la région wallonne, appelée « *Survey Nitrate* » (SPW-DGO3, 2016).

En ce qui concerne les eaux souterraines, les principales masses d'eau de Wallonie<sup>13</sup> (figure 3) en zone vulnérable (au sens de la Directive Nitrates 91/676 CEE) font l'objet d'un suivi régulier, coordonné par le SPW avec l'appui des producteurs d'eau (essentiellement distribution publique).

La concentration moyenne annuelle (2 à 12 analyses par an et par point d'observation) en nitrate dans ces masses d'eau majeures se situe généralement entre 30 et 50 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup>, limite fixée par la Directive « Eau potable » (98/83 CE), sauf dans les masses d'eau des sables du Thanétien des Flandres (Comines-Warneton) et du Crétacé du Pays de Herve (figure 3; SPW-DGO3-DEE, 2017). Les aquifères situés hors zone vulnérable (par exemple Ardenne et Région jurassique) contiennent des eaux dont la concentration en nitrate se situe généralement entre 10 et 30 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup>.

13. Crétacé de Hesbaye, Sud Namurois, Nord Sambre et Meuse, Sables bruxelliens, Craies de Mons et Comines-Warneton (Sables du Thanétien des Flandres).

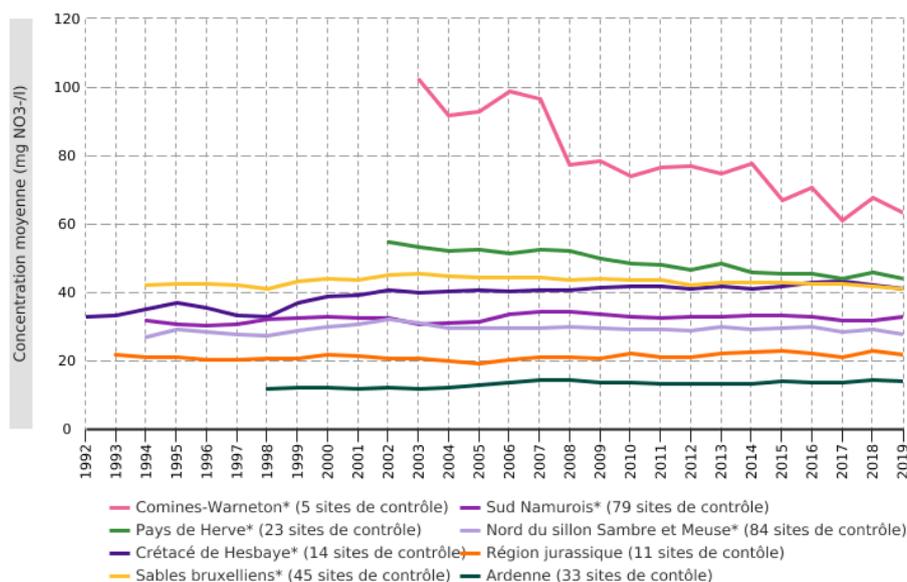


FIGURE 3 – Teneurs moyennes [ $\text{mg NO}_3 \text{l}^{-1}$ ] en nitrate dans les eaux souterraines (SPW-DGO3-DEE, 2020).

En 1996, la Région Wallonne a défini un code de bonnes pratiques agricoles qui sera révisé, sous la forme d'un Programme d'action en 2002 (PGDA I), revu en 2007 (PGDA II), en 2011 (PGDA IIbis) et en 2014 (PGDA III). Le Programme d'action définit les pratiques (quantité maximale d'apport azoté, période d'apport, culture intermédiaire piège à nitrate, etc.) à mettre en œuvre par les agriculteurs ainsi que des références (production d'azote par catégorie de cheptel, capacité minimale de stockage des engrais de fermes, etc.).

En 2000, le Gouvernement wallon a mis en place la « Structure d'encadrement Nitrawal », composée de cinq membres : la Fédération Wallonne de l'Agriculture, Aquawal (Union professionnelle des Opérateurs du Cycle de l'eau en Région wallonne), l'asbl Nitrawal, l'Université Catholique de Louvain (Earth and Life Institute) et l'ULg Gembloux Agro-Bio Tech (Axe 'Echanges Eau-Sol-Plante' - GRE-NeRA). Parmi leurs missions, ces deux équipes universitaires doivent évaluer le Programme d'action et proposer les éventuelles révisions nécessaires (Vandenberghe et al., 2013b).

En 2017, la « Structure d'encadrement Nitrawal » est devenue « Structure d'encadrement PROTECT'eau » en y ajoutant un nouveau membre (le Centre wallon de Recherches Agronomiques) et de nouvelles missions relatives aux produits phytosanitaires. La Fédération Wallonne de l'Agriculture et Aquawal ne font depuis lors plus partie de la Structure.

## 2.4 Les masses d'eau souterraine de Wallonie

(Source : SPW-DGO3, 2016)

La Directive cadre sur l'Eau (Directive 2000/60/CE) introduit un nouveau concept, celui de masse d'eau souterraine, nouvelle unité élémentaire du milieu aquatique, mieux adaptée à la gestion des eaux à l'intérieur des bassins hydrographiques à large échelle (districts hydrographiques). La masse d'eau souterraine est donc un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères.

L'article 5 de la Directive précise que les États membres doivent réaliser une caractérisation initiale de toutes les masses d'eau souterraine pour évaluer leurs utilisations et le risque qu'elles présentent de ne pas répondre aux objectifs de qualité prévus à l'article 4. Les critères retenus pour évaluer le bon état des eaux souterraines sont l'**état qualitatif** (mesures physiques, chimiques et microbiologiques) et l'**état quantitatif** (mesures du niveau de l'eau souterraine et mesures du débit des émergences).

La figure 4 illustre la spatialisation des 34 masses d'eau souterraine de Wallonie. Le tableau 1 reprend la liste des masses d'eau souterraine avec leur superficie et typologie simplifiée.

En 2017, les deux parties de la masse d'eau souterraine des sables de la vallée de la Haine RWE031 ont été scindées. Dans la partie Est (RWE033), on observe une pression urbaine et industrielle importante alors que dans la partie Ouest (RWE034), l'impact agricole est plus important.

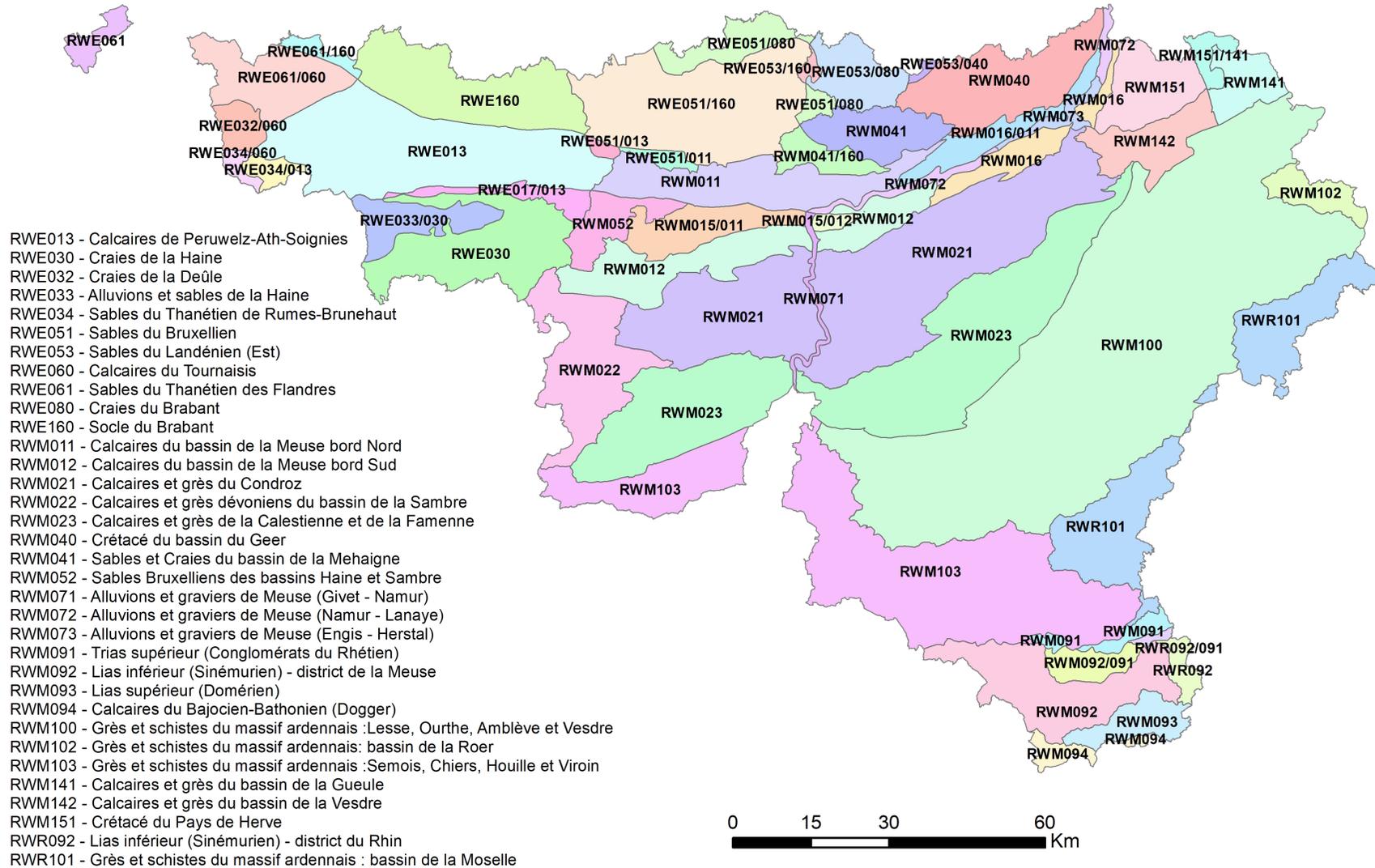


FIGURE 4 – Les 34 masses d'eau souterraine de Wallonie (d'après SPW-DGO3, 2017).

TABLEAU 1 – Superficie des 34 masses d’eau souterraine et typologie simplifiée (SPW-DGO3, 2017).

District hydrographique	Code MESO	Dénomination	Superficie* [km <sup>2</sup> ]	Typologie simplifiée
Escaut	RWE013	Calcaires de Peruwelz-Ath-Soignies	1020	Socle primaire
	RWE030	Craies de la Haine	644	Sédimentaire
	RWE032	Craies de la Deûle	73	Sédimentaire
	RWE033	Alluvions et sable de la Haine	167	Dépôts et quaternaire
	RWE034	Sables du Thanétien de Rumes-Brunchaut	75	Dépôts et quaternaire
	RWE051	Sables du Bruxellien	965	Sédimentaire
	RWE053	Sables du Landénien (Est)	206	Sédimentaire
	RWE060	Calcaires du Tournaisis	392	Socle primaire
	RWE061	Sables du Thanétien des Flandres	389	Dépôts et quaternaire
	RWE080	Craies du Brabant	348	Sédimentaire
	RWE160	Socle du Brabant	1382	Socle primaire
Meuse	RWM011	Calcaires du bassin de la Meuse bord Nord	799	Socle primaire
	RWM012	Calcaires du bassin de la Meuse bord Sud	484	Socle primaire
	RWM021	Calcaires et grès du Condroz	1661	Socle primaire
	RWM022	Calcaires et grès dévoniens du bassin de la Sambre	443	Socle primaire
	RWM023	Calcaires et grès de la Calestienne et de la Famenne	1504	Socle primaire
	RWM040	Crétacé du bassin du Geer	440	Sédimentaire
	RWM041	Sables et Craies du bassin de la Méhaigne	305	Sédimentaire
	RWM052	Sables Bruxelliens des bassins Haine et Sambre	142	Sédimentaire
	RWM071	Alluvions et graviers de Meuse (Givet - Namur)	38	Dépôts et quaternaire
	RWM072	Alluvions et graviers de Meuse (Namur - Lanaye)	78	Dépôts et quaternaire
	RWM073	Alluvions et graviers de Meuse (Engis - Herstal)	46	Dépôts et quaternaire
	RWM091	Trias supérieur (Conglomérats du Rhétien)	170	Sédimentaire
	RWM092	Lias inférieur (Sinémurien) - district de la Meuse	536	Sédimentaire
	RWM093	Lias supérieur (Domérien)	133	Sédimentaire
	RWM094	Calcaires du Bajocien-Bathonien (Dogger)	53	Sédimentaire
	RWM100	Grès et schistes du massif ardennais :Lesse, Ourthe, Amblève et Vesdre	3588	Socle primaire
	RWM102	Grès et schistes du massif ardennais : bassin de la Roer	110	Socle primaire
	RWM103	Grès et schistes du massif ardennais : Semois, Chiers, Houille et Viroin	1224	Socle primaire
	RWM141	Calcaires et grès du bassin de la Gueule	188	Socle primaire
	RWM142	Calcaires et grès du bassin de la Vesdre	207	Socle primaire
	RWM151	Crétacé du Pays de Herve	286	Sédimentaire
Rhin	RWR092	Lias inférieur (Sinémurien) - district du Rhin	65	Sédimentaire
	RWR101	Grès et schistes du massif ardennais : bassin de la Moselle	668	Socle primaire

\*Pour les masses d’eau avec des parties supérieures et inférieures, la surface totale est calculée en considérant les deux niveaux.

### 3 Résultats du contrôle APL 2021

#### 3.1 Distribution spatiale des parcelles contrôlées

Depuis 2007, 26597 parcelles ont été contrôlées en Wallonie. Les contrôles sont répartis de manière relativement homogène dans l'ensemble de la zone vulnérable. Comme expliqué précédemment, quelques parcelles contrôlées se trouvent hors zone vulnérable (cf § 2.1.1).

La valeur APL d'une parcelle est jugée conforme par rapport aux références si la valeur est inférieure au seuil d'intervention. Les valeurs conformes sont réparties en trois catégories (bon, satisfaisant et limite). Pour plus amples informations, le lecteur est renvoyé au Dossier GRENeRA 21-03<sup>14</sup>.

En 2021, 2551 parcelles ont été contrôlées (figure 5). Localement, la densité de parcelles non conformes est plus importante. C'est notamment le cas à l'ouest de la province du Hainaut et dans le nord de la province de Liège. A l'inverse, dans le centre du Brabant wallon, à l'est des provinces de Hainaut et de Namur et dans le sud de la province de Liège, les parcelles dont le statut de l'analyse est classé comme 'bon' dominant.

Ces tendances spatiales s'observent également sur une échelle temporelle plus large. Une cartographie du statut de conformité moyenne a été réalisée dans le Dossier GRENeRA 20-04<sup>15</sup>

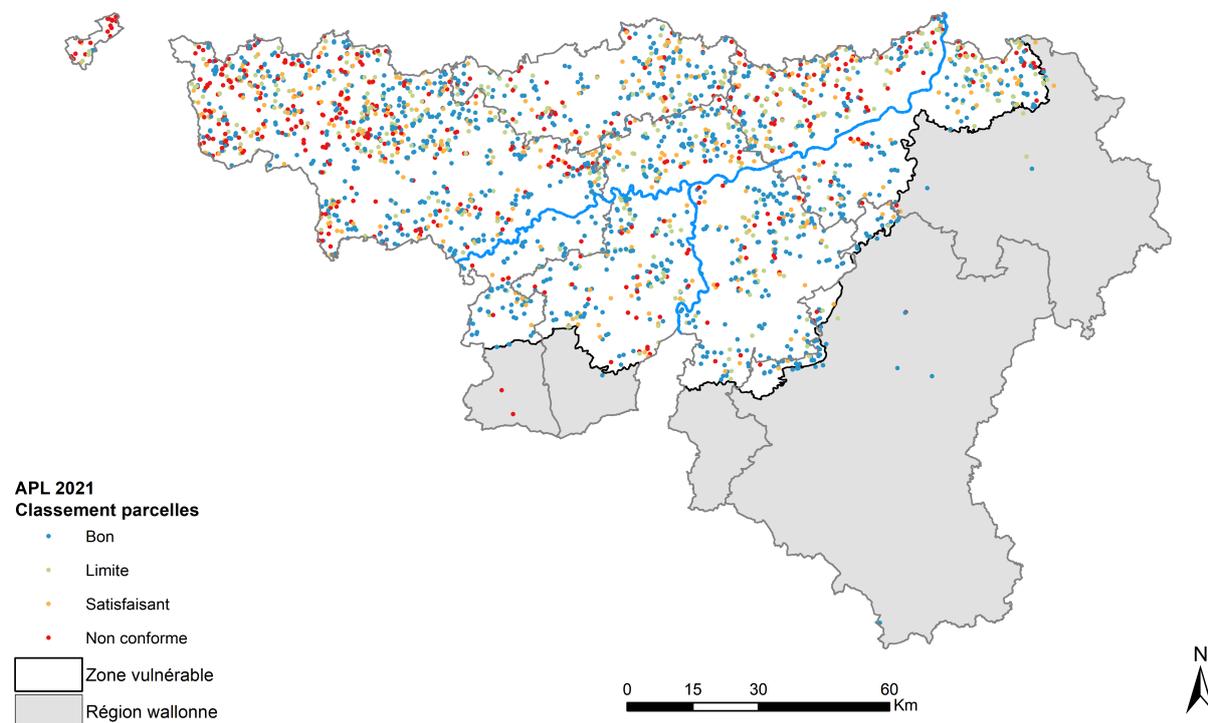


FIGURE 5 – Distribution spatiale et conformité des parcelles contrôlées en 2021.

14. [https://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Bibliotheque/PROTECTeau/2021/DG\\_21-03\\_APL.pdf](https://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Bibliotheque/PROTECTeau/2021/DG_21-03_APL.pdf).

15. [https://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Bibliotheque/PROTECTeau/2021/DG\\_21-04\\_EvaluationContrôleAPL.pdf](https://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Bibliotheque/PROTECTeau/2021/DG_21-04_EvaluationContrôleAPL.pdf).

### 3.2 Distribution statistique des échantillons

Comme précédemment, les parcelles échantillonnées en 2021 sont emblavées principalement (tableau 2 et figure 6) de céréales non suivies d'une culture implantée en automne (classe A2; 32.8 %), de céréales suivies d'une culture implantée en automne ou chicorée (classe A3; 13.4 %) et de maïs (classe A4; 22.1 %), ces trois classes représentent 68.3 % des parcelles échantillonnées.

Notons que jusqu'en 2012, la classe A2 ne reprenait que les céréales suivies d'une CIPAN. Depuis 2013, cette classe reprend des céréales non suivies d'une culture implantée en automne (donc suivies d'une culture de printemps), le sol pouvant ainsi être nu à l'interculture ou occupé par une CIPAN. Concernant la classe A3, jusque 2012, elle regroupait les céréales sans CIPAN (donc suivies d'une culture implantée en automne ou d'un sol nu) et la chicorée. Depuis 2013, cette classe ne comprend que les céréales suivies d'une culture implantée en automne (froment d'hiver, orge d'hiver, colza d'hiver, etc.) et la chicorée.

La distribution relative annuelle des effectifs au sein des différentes classes est quasiment la même depuis 2010 sauf pour la classe A2 où le nombre de parcelles échantillonnées en 2013 a augmenté d'environ 70 % par rapport à 2012. Cette augmentation remarquable s'explique principalement par l'élargissement de la composition de cette classe aux céréales suivies d'un sol nu. L'année 2009 se démarquait des autres années puisque 36 % des parcelles sélectionnées étaient des prairies (classe A8) contre en moyenne 10 % depuis 2010 (entre 7 et 14 %).

TABLEAU 2 – Correspondance des classes de cultures et pourcentage de parcelles contrôlées en 2021.

Classe	Culture	Nombre total de parcelles	Proportion [%]
A1	Betterave	192	7.5
A2	Céréales non suivies d'une culture implantée en automne	836	32.8
A3	Céréales suivies d'une culture implantée en automne ; chicorée	343	13.4
A4	Maïs	564	22.1
A5	Pomme de terre	241	9.4
A6	Colza	28	1.1
A7	Légumes	127	5
A8	Prairie	220	8.6
Total		2551	

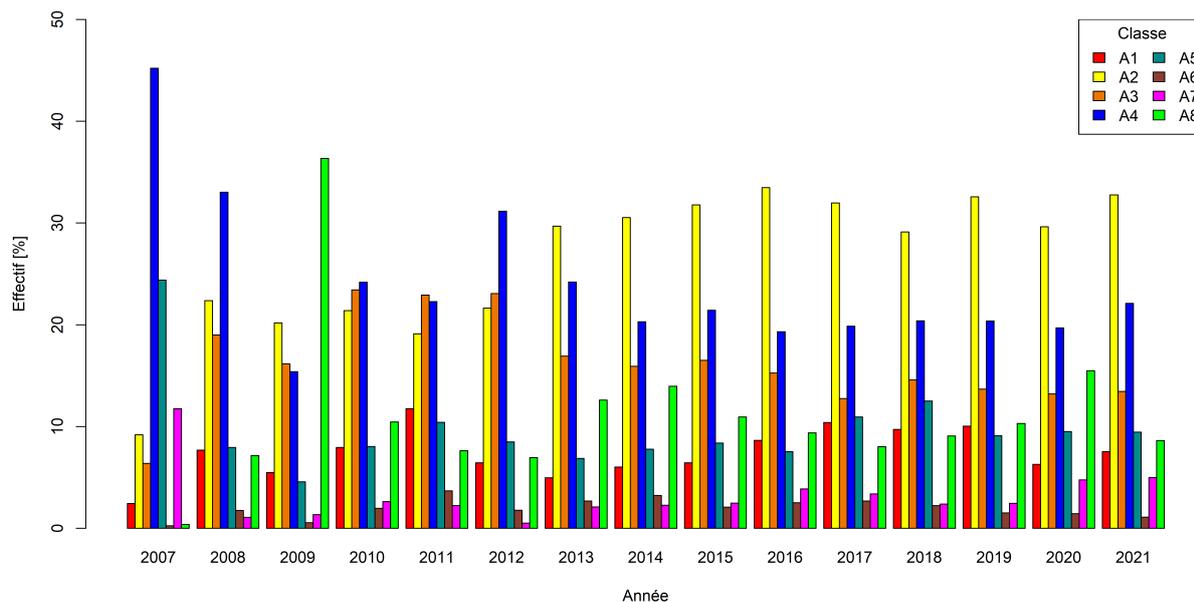


FIGURE 6 – Distribution relative des classes de cultures échantillonnées de 2008 à 2021.

### 3.3 Résultats globaux pour 2021 et évolutions par rapport aux années précédentes

Au cours de la campagne 2021, 2551 parcelles ont été contrôlées dans 850 exploitations entre le 15 octobre et le 15 décembre. Sur base des références APL de 2021 (Dossier GRENeRA 21-03), ces 2551 parcelles ont été qualifiées comme suit :

- 488 "non conformes" soit, 19.1 %
- 420 "limites" soit, 16.5 %
- 406 "satisfaisantes" soit, 15.9 %
- 1237 "bonnes" soit, 48.5 %.

743 exploitations parmi les 850 contrôlées (soit 87.4 %) ont au moins 2 parcelles sur 3 conformes. En 2021, les exploitations agricoles qui ont fait l'objet d'un contrôle APL ont été choisies selon trois modes de sélection :

- les exploitations (582) sélectionnées de manière aléatoire,
- les exploitations (2) sélectionnées manuellement par l'administration selon un critère de suspicion de gestion déficiente de l'azote et
- les exploitations (266) en 'observation APL' (suite à une évaluation négative l'(les) année(s) précédente(s)).

On peut ainsi comparer les résultats (conformité ou non) par catégorie de sélection d'exploitation (figure 7). Notons que seulement 2 exploitations ont été sélectionnées manuellement par l'administration. Des taux de conformité légèrement différents sont observés entre les exploitations sélectionnées aléatoirement (89 % de conformes) et les exploitations entrées dans un programme d'observation APL (83.8 % de conformes). Cette différence est, avec les réserves liées aux légères différences de distribution des classes de cultures en fonction de la catégorie de l'exploitation, statistiquement <sup>16</sup> significative (p-value = 0 <sup>17</sup>). Les exploitations en 'sélection aléatoire' sont, cette année, plus performantes que celles en 'observation APL'.

16. Test statistique des proportions de conformité au sein des deux types de sélection.

17. La p-value étant inférieure à 5 %.

Enfin, depuis 2016, le taux de conformité des exploitations sélectionnées aléatoirement est presque systématiquement supérieur à celui des exploitations en programme d'observation APL.

Cette analyse est affinée dans l'approche par culture (paragraphe 3.5).

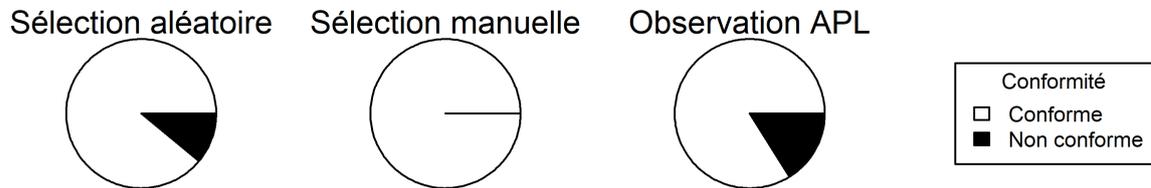


FIGURE 7 – Distribution de la conformité de l'exploitation en fonction du mode de sélection en 2021.

Les résultats en termes de conformité obtenus en 2021 sont comparés à ceux obtenus depuis 2008 (tableau 3). En 2021, le pourcentage d'exploitations ayant une évaluation positive (87,4 %) figure parmi les meilleurs résultats rencontrés depuis le début du contrôle APL. Le pourcentage de parcelles conformes (80,9 %) n'avait plus été aussi élevé depuis 2009.

TABLEAU 3 – Évolution des résultats globaux des contrôles de 2008 à 2021 en pourcent [%].

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Pourcentage d'exploitations avec une évaluation positive (au moins 2 parcelles sur 3 conformes)	73.4	88.6	82.9	79.6	87.3	85.3	84.4	82.1	86.1	78.5	79.9	75.1	73.2	87.4
- dans les exploitations sélectionnées aléatoirement	/	89.6	81.9	80.2	87.3	85	84.5	81.5	86.2	78.6	81.8	76.6	74.5	89
- dans les exploitations en observation APL	/	88.7	86	82.3	84.1	86.7	84.3	83.8	85.6	79	76.6	72.3	70.4	83.8
Pourcentage de parcelles conformes	68.5	81.5	75	71.9	79.2	78.5	78.8	76	78.3	73.3	72.8	70.5	70.3	80.9
- dans les exploitations sélectionnées aléatoirement	/	81.3	73.8	72.2	80.4	79.1	79.5	75.8	78.8	74.3	73.1	71.9	71.6	83.1
- dans les exploitations en observation APL	/	84.4	78.7	73	75	76.7	75.9	76.5	77.1	71.6	72.5	66.9	67.4	75.9

### 3.3.1 Comparaison statistique des proportions de conformité des exploitations en fonction des années culturelles

Les tableaux 4 à 9 présentent les résultats du test de comparaison deux à deux des proportions<sup>18</sup> de conformité soit au niveau des exploitations soit au niveau des parcelles pour les différents modes de sélections des exploitations. La comparaison des proportions de conformité effectuée au niveau de la parcelle sera présentée au sous-paragraphe suivant.

Le tableau 4 présente les résultats du test de comparaison **indépendamment du mode de sélection** de 2008 à 2021. On remarque que la proportion d'exploitations conformes est statistiquement identique à celles des années 2009, 2010, 2012, 2013, 2014 et 2016 ( $p$ -value > 0,05). Le pourcentage de conformité de l'ensemble des exploitations en 2021 (87.4 %) est donc statistiquement situé parmi les plus haut pourcentages observés depuis le début du contrôle APL.

TABLEAU 4 – Résultats ( $p$ -value) du test de comparaison deux à deux des proportions d'exploitations conformes de 2008 à 2021, tous modes de sélection confondus.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2021	0.00	0.65	0.05	0.00	1.00	0.24	0.10	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00

Dans les **exploitations en 'sélection aléatoire'**, le pourcentage de conformité (tableau 5)<sup>19</sup> en 2021 est l'un des plus élevé jamais observé (89 %). Il est statistiquement comparable à celui des années 2012, 2013 et 2016.

TABLEAU 5 – Résultats ( $p$ -value) du test de comparaison deux à deux des proportions d'exploitations conformes de 2010 à 2021, dans les exploitations en sélection aléatoire.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2021	0.01	0.00	0.48	0.05	0.03	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00

Dans les **exploitations en 'programme d'observation APL'**, le pourcentage de conformité (tableau 6)<sup>20</sup> figure également parmi les plus élevés observés depuis 2010 (83.8 %). Il est statistiquement comparable aux pourcentages de conformité observés entre 2010 et 2018.

TABLEAU 6 – Résultats ( $p$ -value) du test de comparaison deux à deux des proportions d'exploitations conformes de 2010 à 2021, dans les exploitations en programme d'observation APL

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2021	0.75	0.88	1.00	0.53	1.00	1.00	0.68	0.24	0.07	0.00	0.00

18. Ce test calcule une valeur de probabilité ( $p$ -value). Le test pose l'hypothèse d'égalité des proportions. Pour toutes les  $p$ -values inférieures au seuil  $\alpha = 5\%$ , on peut conclure que les proportions sont différentes dans la population visée (avec 5 % de chances de se tromper en affirmant cela). Dans le cas contraire ( $p$ -values > 0,05), on accepte l'hypothèse nulle (égalité des proportions).

19. Le test n'a pas été réalisé pour 2008 et 2009, car l'information relative au type de sélection n'a pas été précisée.

20. Le test n'a pas été réalisé pour 2008 et 2009, car l'information relative au type de sélection n'a pas été précisée.

### 3.3.2 Comparaison statistique des proportions de conformité des parcelles en fonction des années culturales

Le tableau 7 présente les résultats du test de comparaison de la conformité des parcelles choisies **indépendamment du mode de sélection** des exploitations. Le pourcentage de parcelles conformes (80.9 %) est statistiquement semblable à celui des années 2009, 2010, 2012, 2013 et 2014. Il correspond au deuxième taux de conformité le plus élevé (après celui de 2009 ; 81.5 %).

TABLEAU 7 – Résultats (p-value) du test de comparaison deux à deux des proportions parcelles conformes de 2008 à 2021, tous modes de sélection confondus.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2021	0.00	0.72	0.00	0.00	0.18	0.05	0.07	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00

Le tableau 8 présente les résultats du test de comparaison de la conformité des parcelles choisies parmi les **exploitations en 'sélection aléatoire'**. Le pourcentage de parcelles conformes (83.1 %) est le plus élevé jamais observé. Il est cependant statistiquement comparable à celui observé en 2012.

TABLEAU 8 – Résultats (p-value) du test de comparaison deux à deux des proportions parcelles conformes de 2010 à 2021, dans les exploitations en sélection aléatoire.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2021	0.00	0.00	0.07	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Le tableau 9 présente les résultats du test de comparaison de la conformité des parcelles choisies parmi les **exploitations en 'programme d'observation APL'**. Le pourcentage de conformité observé en 2021 est de 75.9 %. Il n'est, d'après le tableau 9, statistiquement pas semblable à celui des années 2019 et 2020.

TABLEAU 9 – Résultats (p-value) du test de comparaison deux à deux des proportions parcelles conformes de 2010 à 2021, dans les exploitations en programme d'observation.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2021	0.41	0.40	0.78	0.82	1.00	0.86	0.67	0.09	0.17	0.00	0.00

### 3.3.3 Synthèse

Les comparaisons statistiques des proportions de conformité des exploitations et des parcelles ont mis en évidence que les proportions de conformité en 2021 figurent parmi les plus élevées jamais observées. Elles sont largement plus importantes que celles observées entre 2017 et 2020.

## 3.4 Complétude de la base de données APL

Dans les précédentes éditions de ce rapport, une attention particulière avait été portée sur la profondeur d'échantillonnage et sur la qualité de l'encodage des valeurs dans la base de données APL.

Il avait notamment été mis en évidence que la profondeur d'échantillonnage avait une influence sur la conformité des parcelles. Le taux de conformité des parcelles non échantillonnées jusqu'à 90 cm était supérieur à celui des parcelles échantillonnées jusqu'à 90 cm.

En 2021, 2331 parcelles (hors prairies) ont été échantillonnées. Parmi celles-ci, 71 parcelles l'ont été jusqu'à 30 cm et 260 autres ont été échantillonnées sur 60 cm.

Dans la base de données APL, l'absence de valeur est tantôt renseignée (erronément) par une valeur nulle tantôt par une absence de données. Il est impossible à posteriori de justifier si une valeur nulle correspond effectivement à une valeur nulle (ou proche de zéro) ou si la mesure n'a pas été effectuée. A défaut, toutes les valeurs nulles ont été converties par une absence de donnée.

Les conditions météorologiques ainsi que les caractéristiques pédologiques de certaines parcelles les rendent difficilement échantillonnables jusqu'à 90 cm. Il n'est cependant pas judicieux de comparer des mesures APL réalisées sur 90 cm avec d'autres valeurs mesurées sur une plus faible profondeur. Dans les rapports réalisés entre 2018 et 2020 (Dossier GRENeRA 18-06, 19-04 et 20-04), les valeurs manquantes ont été complétées par la moyenne des APL calculée par couche et par classe de culture.

Une analyse approfondie du jeu de données a permis d'établir annuellement des relations (multi-)linéaires entre les APL des couches 0-30 cm et 30-60 cm<sup>21</sup> par classes de cultures. Cette analyse a été réalisée à partir des données APL des parcelles échantillonnées jusqu'à 90 cm. Une moitié de ces parcelles, choisie aléatoirement, a servi à la calibration et l'autre à la validation des équations (multi-)linéaires. Sur base de ces données, l'APL total de la parcelle a été estimé sur base soit de l'APL de la couche 0-30 cm soit des couches 0-30 et 30-60 cm. La performance des équations a été jugée par l'analyse des coefficients de détermination en calibration ( $R^2_{\text{calibration}}$ ) et en validation ( $R^2_{\text{validation}}$ ). Les coefficients de détermination en validation ont également été comparés aux coefficients de détermination en validation basés sur l'ancienne méthode d'extrapolation des données APL à 90 cm.

Sur base des données APL allant de 2009 à 2020, il a été montré que les coefficients de détermination en validation sont globalement meilleurs lorsque l'APL 0-90 cm est estimé par l'utilisation de régressions (multi-)linéaires plutôt que par l'ajout des valeurs moyennes. Lorsque le nombre de données est faible, notamment dans les classes de cultures 'colza' et 'légumes', les coefficients de détermination en validation sont parfois<sup>22</sup> meilleurs lorsque l'APL 0-90 cm est estimé par l'ajout de valeurs moyennes.

Les équations utilisées pour l'extrapolation des données APL de 2021 ainsi que les coefficients de détermination en calibration et validation sont présentés au tableau 10. La qualité des extrapolations de l'APL à 90 cm est logiquement meilleure lorsque les parcelles sont échantillonnées jusqu'à 60 cm.

En moyenne, l'erreur commise en extrapolant l'APL 0-90 cm à partir des valeurs mesurées dans les couches 0-30 cm et 30-60 cm se situe entre 4 et 9 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup> selon les classes de cultures. Cette incertitude est du même ordre de grandeur que la tolérance de (minimum) 15 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup> utilisée pour fixer le seuil d'intervention. Pour rappel, la tolérance n'est pas modulée selon la profondeur d'échantillonnage. L'analyse de la conformité parcellaire, basée sur l'extrapolation à 90 cm d'APL effectivement

21. lorsque la valeur existe.

22. Maximum 30 % des situations.

mesurés jusqu'à 30 ou 60 cm et sur les références établies sur 90 cm de profondeur, pourrait donc être plus pertinente que l'analyse de la conformité basée sur des mesures APL réalisées à plus faibles profondeurs et les références APL correspondantes.

L'analyse de la conformité des parcelles pourrait donc être plus juste si elle était évaluée sur base de l'APL 0-90 cm extrapolé.

Il peut notamment être montré que 3 parcelles dont la mesure APL a été réalisée sur 60 cm ont été jugées non conforme alors qu'elles ne l'auraient pas été en évaluant la conformité sur base de l'APL estimé à 90 cm sur base de l'APL des couches 0-30 et 30-60. A contrario, 7 parcelles ont été jugées conformes alors qu'elles ne l'auraient pas été en évaluant leur statut sur base d'un APL extrapolé à 90 cm.

Les mêmes comparaisons peuvent être réalisées sur les parcelles échantillonnées à 30 cm, cependant les modèles de prédiction n'intègrent qu'une plus faible partie de la variabilité.

Dans la suite du document, toutes les valeurs APL des parcelles de culture sont évaluées sur 90 cm.

TABLEAU 10 – Equations d'extrapolation à l'APL 0-90 cm.

Classe APL	Extrapolation 0-30 cm à 0-90 cm	R <sup>2</sup> <sub>calibration</sub>	R <sup>2</sup> <sub>validation</sub>	Extrapolation 0-60 cm à 0-90 cm	R <sup>2</sup> <sub>calibration</sub>	R <sup>2</sup> <sub>validation</sub>
A1	$0.138 + 2.179 * APL_{0-30 \text{ cm}}$	0.78	0.82	$-1.667 + 1.838 * APL_{30-60 \text{ cm}} + 1.062 * APL_{0-30 \text{ cm}}$	0.98	0.96
A2	$13.596 + 2.060 * APL_{0-30 \text{ cm}}$	0.73	0.67	$2.541 + 1.571 * APL_{30-60 \text{ cm}} + 0.856 * APL_{0-30 \text{ cm}}$	0.98	0.97
A3	$17.867 + 1.841 * APL_{0-30 \text{ cm}}$	0.70	0.74	$2.230 + 1.728 * APL_{30-60 \text{ cm}} + 0.821 * APL_{0-30 \text{ cm}}$	0.96	0.96
A4	$5.566 + 2.328 * APL_{0-30 \text{ cm}}$	0.73	0.77	$3.523 + 1.900 * APL_{30-60 \text{ cm}} + 0.741 * APL_{0-30 \text{ cm}}$	0.97	0.97
A5	$31.898 + 1.671 * APL_{0-30 \text{ cm}}$	0.62	0.63	$5.462 + 1.695 * APL_{30-60 \text{ cm}} + 0.857 * APL_{0-30 \text{ cm}}$	0.96	0.97
A6	$13.858 + 1.807 * APL_{0-30 \text{ cm}}$	0.64	0.80	$2.883 + 1.384 * APL_{30-60 \text{ cm}} + 1.000 * APL_{0-30 \text{ cm}}$	0.98	0.98
A7	$15.931 + 2.037 * APL_{0-30 \text{ cm}}$	0.81	0.80	$5.690 + 1.597 * APL_{30-60 \text{ cm}} + 0.866 * APL_{0-30 \text{ cm}}$	0.99	0.98

GREENARA

### 3.5 Explication des résultats par classe de contrôle APL

Dans ce paragraphe, la conformité des résultats du contrôle APL est étudiée par classes de culture. Par ailleurs, les distributions des mesures APL des **exploitations en 'sélection aléatoire'** et des **exploitations en 'programme d'observation APL'** sont comparées afin d'évaluer l'amélioration de la gestion azotée des exploitations en programme d'observation.

La comparaison des distributions des mesures APL se base sur le test statistique de Wilcoxon, un test non paramétrique d'identité des distributions. Ce test se justifie par rapport au test t-Student de comparaison des moyennes vu la non normalité des distributions. Si l'on considère deux populations X et Z caractérisées par  $n_x$  et  $n_z$  individus, on peut définir une nouvelle distribution W basée sur l'ensemble des individus, composée donc de  $n_w (= n_x + n_z)$  individus. Ces  $n_w$  individus sont classés d'après leur rang. Le score attribué à la distribution X ( $X_s$ ) est calculé comme la somme des rangs des  $n_x$  individus dans la distribution W.

On doit rejeter l'hypothèse d'identité des distributions si

$$u_{obs} \geq u_{1-\alpha/2}$$

avec

$$u_{obs} = |X_s - n_x(n_x + n_z + 1)/2| / (n_x n_z (n_x + n_z + 1)/12)^{0.5}$$

#### 3.5.1 Classe A1 (betterave)

Le tableau 11 présente les paramètres statistiques caractérisant les résultats du contrôle APL de la classe A1 pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles faisant l'objet d'un programme d'observation APL. Selon le test de Wilcoxon, les deux distributions ne présentent pas de décalage l'une par rapport à l'autre (p-value = 0.915). Les parcelles de betteraves sélectionnées parmi les exploitations sélectionnées aléatoirement présentent globalement des APL du même ordre de grandeur que les parcelles de betteraves des exploitants en programme d'observation APL.

Le pourcentage de conformité est respectivement de 80 % et de 84 % pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles en programme d'observation APL.

A titre de comparaison les moyennes des parcelles de référence sont de 16 et 25 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup> respectivement en octobre et décembre.

TABLEAU 11 – Variabilité des APL [kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>] dans les parcelles A1 contrôlées en 2021.

Origine	N	min	Q1	médian	Q3	max	moyenne	écart-type
Aléatoire	129	6	14.4	21.4	32.7	140.4	28.2	21.9
Programme d'observation APL	63	7.9	14.5	22	32.5	90.9	25.7	15.5

### 3.5.2 Classe A2 (céréales non suivies d'une culture implantée en automne)

Le tableau 12 présente les paramètres statistiques caractérisant les résultats APL de la classe A2 pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles faisant l'objet d'un programme d'observation APL. Selon le test de Wilcoxon, les deux distributions présentent un décalage ( $p$ -value = 0). Les parcelles de la classe A2, choisies parmi les exploitations sélectionnées aléatoirement, ont en moyenne des APL plus faibles que les parcelles choisies dans les exploitations en programme d'observation.

Le pourcentage de conformité est respectivement de 86 % et de 80 % pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles en programme d'observation APL. De tels niveaux de conformité n'avaient jamais été observés depuis 2008.

A titre de comparaison les moyennes des parcelles de référence sont de 46 et 34 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup> respectivement en octobre et décembre.

TABLEAU 12 – Variabilité des APL [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] dans les parcelles A2 contrôlées en 2021.

Origine	N	min	Q1	médian	Q3	max	moyenne	écart-type
Aléatoire	563	4.3	21.5	35.7	52.6	204.7	41	26.7
Programme d'observation APL	263	6.1	26.5	42.4	60	162.1	46.6	27.2

### 3.5.3 Classe A3 (céréales suivies d'une culture implantée en automne; chicorée)

Le tableau 13 présente les paramètres statistiques caractérisant les résultats APL de la classe A3 pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles faisant l'objet d'un programme d'observation APL. Selon le test de Wilcoxon, les deux distributions présentent un décalage ( $p$ -value = 0). Les parcelles de la classe A3, choisies parmi les exploitations sélectionnées aléatoirement, ont en moyenne des APL plus faibles que les parcelles choisies dans les exploitations en programme d'observation.

Le pourcentage de conformité est respectivement de 80 % et de 72 % pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles en programme d'observation APL.

A titre de comparaison les moyennes des parcelles de référence sont de 47 et 40 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup> respectivement en octobre et décembre.

TABLEAU 13 – Variabilité des APL [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] dans les parcelles A3 contrôlées en 2021.

Origine	N	min	Q1	médian	Q3	max	moyenne	écart-type
Aléatoire	207	7.1	30.4	45.3	60.6	201	50.4	29.7
Programme d'observation APL	127	8	40.1	52.1	71.5	166	55.8	24.2

### 3.5.4 Classe A4 (maïs)

Le tableau 14 présente les paramètres statistiques caractérisant les résultats APL de la classe A4 pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles faisant l'objet d'un programme d'observation APL. Selon le test de Wilcoxon, les deux distributions présentent un décalage ( $p$ -value = 0). Les parcelles de la classe A4, choisies parmi les exploitations sélectionnées aléatoirement, ont en moyenne des APL plus faibles que les parcelles choisies dans les exploitations en programme d'observation.

Le pourcentage de conformité est respectivement de 78 % et de 73 % pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles en programme d'observation APL.

A titre de comparaison les moyennes des parcelles de référence sont de 52 et 47 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup> respectivement en octobre et décembre.

TABLEAU 14 – Variabilité des APL [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] dans les parcelles A4 contrôlées en 2021.

Origine	N	min	Q1	médian	Q3	max	moyenne	écart-type
Aléatoire	363	9.9	33.3	46.8	69.8	233	55.7	33.7
Programme d'observation APL	185	9	35.2	51.1	77.2	312.4	60.6	37.6

### 3.5.5 Classe A5 (pomme de terre)

Le tableau 15 présente les paramètres statistiques caractérisant les résultats APL de la classe A5 pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles faisant l'objet d'un programme d'observation APL. Selon le test de Wilcoxon, les deux distributions sont identiques (p-value = 0.154). Il n'y a donc pas de décalage statistique d'une distribution par rapport à l'autre.

Le pourcentage de conformité est respectivement de 69 % et de 64 % pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles en programme d'observation APL.

Les valeurs observées sont élevées; environ trois quarts des observations ont des APL supérieurs à 100 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>.

A titre de comparaison les moyennes des parcelles de référence sont de 71 et 68 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup> respectivement en octobre et décembre.

TABLEAU 15 – Variabilité des APL [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] dans les parcelles A5 contrôlées en 2021.

Origine	N	min	Q1	médian	Q3	max	moyenne	écart-type
Aléatoire	153	19	60	76	102.4	224.6	83.8	35.1
Programme d'observation APL	86	22	62.2	81.7	107.5	171.6	88.9	35.6

### 3.5.6 Classe A6 (colza)

Le tableau 16 présente les paramètres statistiques caractérisant les résultats APL de la classe A6 pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles faisant l'objet d'un programme d'observation APL. Selon le test de Wilcoxon, les deux distributions sont identiques (p-value = 0.382). Il n'y a donc pas de décalage statistique d'une distribution par rapport à l'autre. Remarquons toutefois que le nombre de parcelles contrôlées est faible.

Les pourcentages de conformité sont assez contrastés d'un mode de sélection à l'autre, respectivement 89 % et 67 % pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles en programme d'observation APL.

A titre de comparaison les moyennes des parcelles de référence sont de 57 et 60 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup> respectivement en octobre et décembre.

TABLEAU 16 – Variabilité des APL [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] dans les parcelles A6 contrôlées en 2021.

Origine	N	min	Q1	médian	Q3	max	moyenne	écart-type
Aléatoire	18	8	42	58.5	78.1	100.2	56.7	26.6
Programme d'observation APL	9	27.8	44	68	91	126.8	71.6	34.3

### 3.5.7 Classe A7 (légumes)

Le tableau 17 présente les paramètres statistiques caractérisant les résultats APL de la classe A7 pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles faisant l'objet d'un programme d'observation APL. Selon le test de Wilcoxon, les deux distributions ne présentent pas de décalage l'une par rapport à l'autre (p-value = 0.072).

Les parcelles de légumes sélectionnées parmi les exploitations sélectionnées aléatoirement présentent des APL globalement plus faibles que les parcelles de légumes des exploitants en programme d'observation APL.

Le pourcentage de conformité est respectivement 83 % et 76 % pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles en programme d'observation APL.

A titre de comparaison les moyennes des parcelles de référence sont de 73 et 77 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup> respectivement en octobre et décembre.

TABLEAU 17 – Variabilité des APL [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] dans les parcelles A7 contrôlées en 2021.

Origine	N	min	Q1	médian	Q3	max	moyenne	écart-type
Aléatoire	95	6.6	25.3	52.5	92.2	376.5	68.5	64.7
Programme d'observation APL	25	11	37	73	101	302	81.1	61.4

### 3.5.8 Classe A8 (prairie)

Le tableau 18 présente les paramètres statistiques caractérisant les résultats APL de la classe A8 pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles faisant l'objet d'un programme d'observation APL. Selon le test de Wilcoxon, les deux distributions sont identiques (p-value = 0.092). Il n'y a donc pas de décalage statistique d'une distribution par rapport à l'autre.

Le pourcentage de conformité est respectivement 100 % et 100 % pour les parcelles sélectionnées aléatoirement et celles en programme d'observation APL.

A titre de comparaison les moyennes des parcelles de référence sont de 14 et 12 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup> respectivement en octobre et décembre.

TABLEAU 18 – Variabilité des APL [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] dans les parcelles A8 contrôlées en 2021.

Origine	N	min	Q1	médian	Q3	max	moyenne	écart-type
Aléatoire	174	1	4	7.3	10.6	37.3	8.7	6.3
Programme d'observation APL	32	2	5.9	8.5	17	36	11.4	8.2

### 3.5.9 Synthèse

Les pourcentages de conformité évalués par classe de culture sont compris entre 64 % (pour parcelles de la classe A5 dont les exploitations sont en programme d'observation APL) et 89 % (pour parcelles de la classe A6 dont les exploitations ont été sélectionnées aléatoirement). Le nombre de parcelles de la classe A6 contrôlées tout mode de sélection confondu est toutefois faible (27).

Hormis pour la classe A1 (betterave), le pourcentage de conformité est plus élevé lorsque l'exploitation a été sélectionnée aléatoirement. Les tests de comparaison des proportions ne montrent cependant pas de différences significatives.

Le test de Wilcoxon met en évidence des décalages pour les classes de culture A2, A3 (céréales et chicorée) et A4 (maïs) entre les distributions des APL mesurés dans des exploitations sélectionnées aléatoirement ou en programme d'observation. Dans ces classes, les parcelles sélectionnées aléatoirement présentent des résultats globalement plus faibles.

De manière générale, les distributions des données APL présentent une variabilité importante. Les contrôles APL ont mis en évidence des défaillances sévères dans la gestion de l'azote. De manière générale, la valeur du troisième quartile est plus faible lorsque les exploitations ont été sélectionnées aléatoirement.

La puissance du contrôle APL montre ses limites. Notamment pour la classe A8 où des prairies présentaient des APL, mesurés sur 30 cm, supérieurs à  $35 \text{ kg N-NO}_3 \text{ ha}^{-1}$  soit environ 5 fois la médiane des distributions.

L'efficacité du contrôle APL serait meilleur si un ciblage plus poussé des exploitations était mis en oeuvre avant la sélection des exploitations.

## 3.6 Comparaison interannuelle des résultats

La campagne de contrôle 2021 dans les parcelles des exploitations agricoles en zone vulnérable est la quatorzième du genre. Le tableau 19 présente, depuis la première campagne en 2008, l'évolution des effectifs, des APL moyens ainsi que les pourcentages de conformité des parcelles sélectionnées de manière aléatoire pour les différentes classes de cultures.

TABLEAU 19 – Evolution des effectifs, des APL moyens [kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>] et pourcentages de conformité des parcelles « aléatoires » pour les différentes classes de cultures depuis 2008.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
A1	Effectif	57	34	68	142	75	80	93	90	125	144	132	155	96	129
	Moyenne	27	39	31	38	19	23	22	28	24	30	37	37	39	28
	Conformité [%]	91	76	90	74	95	88	85	87	82	81	73	69	73	80
A2	Effectif	166	122	174	229	259	526	521	447	468	435	409	508	438	563
	Moyenne	55	33	47	34	46	38	45	35	48	35	44	52	57	41
	Conformité [%]	55	71	78	76	81	76	76	72	69	76	74	75	67	86
A3	Effectif	140	100	184	291	291	289	298	225	213	173	189	206	209	207
	Moyenne	69	69	59	69	67	49	53	62	75	71	78	72	77	50
	Conformité [%]	65	62	68	74	77	84	75	73	76	68	83	76	65	80
A4	Effectif	245	82	192	261	366	409	350	314	283	292	287	317	297	363
	Moyenne	67	56	100	129	65	64	68	73	38	98	116	99	111	56
	Conformité [%]	64	86	58	51	73	70	74	72	84	68	62	60	68	78
A5	Effectif	59	23	64	127	102	119	140	122	94	139	164	140	159	153
	Moyenne	91	89	71	108	81	84	84	91	85	114	176	140	148	84
	Conformité [%]	80	78	80	87	83	74	68	64	81	65	67	51	45	69
A6	Effectif	13	3	19	44	23	50	58	34	35	41	28	21	27	18
	Moyenne	77	68	83	70	74	70	61	62	87	75	80	82	83	57
	Conformité [%]	85	67	68	86	96	84	88	88	83	74	86	52	67	89
A7	Effectif	8	10	21	24	8	35	40	40	59	41	34	40	80	95
	Moyenne	98	120	93	116	75	78	82	93	74	88	113	93	84	69
	Conformité [%]	75	73	81	50	88	66	80	60	77	71	54	78	77	84
A8	Effectif	53	202	90	111	103	225	259	183	152	128	142	175	300	174
	Moyenne	15	17	23	22	10	13	10	11	13	13	28	13	14	9
	Conformité [%]	96	97	92	90	98	97	99	99	96	97	89	97	96	100

---

Pour la culture de **betterave (A1)**, on peut voir qu'un effet "année" se marque sur l'APL moyen (de 19 à 39 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>). En général, on peut remarquer une bonne corrélation entre l'APL moyen et la proportion de parcelles conformes lors des différentes campagnes de contrôles (plus l'APL moyen est faible, plus la proportion de parcelles conformes est élevée); ceci peut s'expliquer par le fait que les références APL restent relativement constantes chaque année pour cette classe de culture. Les APL moyens annuels les plus faibles sont observés en 2012, 2013, 2014 et 2016 (19 à 24 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>). À l'inverse, les APL les plus élevés sont observés en 2009, 2011, 2018, 2019 et 2020 (36 à 39 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>).

Pour les **céréales non suivies d'une culture implantée en automne (A2)**, on observe également une variabilité interannuelle importante (APL moyen de 33 à 57 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>).

Les gammes de valeurs d'APL moyens observées avant et après 2013 ne montrent pas de différence. L'introduction des parcelles non couvertes de CIPAN avant l'installation d'une culture de printemps dans la classe A2 n'a pas conduit à une augmentation de l'APL moyen.

Dans les parcelles de **céréales suivies d'une culture implantée en automne et chicorée (A3)**, les résultats de 2013 restent les meilleurs obtenus depuis le début des contrôles, aussi bien en termes d'APL moyen (49 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>) que de conformité (84 %). Les résultats obtenus en 2021 pour cette classe de culture sont globalement comparable à ceux de 2013.

On observe dans les résultats des parcelles de **maïs (A4)** un effet 'année' assez marqué (APL moyen de 38 à 129 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>). Cette variabilité interannuelle se marque également dans les proportions de parcelles conformes (en général si l'APL moyen est élevé, le pourcentage de parcelles conformes est faible et inversement). L'APL moyen en 2021 (56 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>) est le deuxième plus faible APL depuis le début du contrôle APL.

Les résultats dans les parcelles de **pomme de terre (A5)** ont montré une nette amélioration par rapport à ceux des années 2017 à 2020. Le pourcentage de conformité reste faible. Avant 2013, il était fréquemment supérieur à 70 %. Il est également plus faible vis-à-vis des valeurs observées pour les autres classes de culture.

Un APL moyen pour la culture de **colza (A6)** en 2021 (57 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>) aussi faible n'avait jamais été observé depuis le début du contrôle APL. Par ailleurs, Le taux de conformité est le deuxième plus élevé jamais (89 %).

Les résultats pour la classe **légumes (A7)** montrent une certaine variabilité interannuelle (APL moyen de 69 à 120 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>). Les meilleurs résultats en termes de conformité ont été observés en 2012 (APL moyen de 75 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup> et pourcentage de parcelles conformes de 88 %). Les résultats pour l'année 2021 ne montrent pas de tendance particulières.

Enfin, dans la classe **prairies (A8)**, l'ensemble des parcelles ont été jugé conforme en 2021. L'APL moyen n'avait jamais été aussi faible.

### 3.7 Conclusion

Les conditions météorologiques observées en 2021 (Dossier GRENeRA 21-03) ont été particulièrement pluvieuses, principalement durant les mois estivaux. Bien que les récoltes n'ont pu avoir lieu dans de bonnes conditions d'humidité, les conditions météorologiques ont permis aux cultures de se développer sans stress hydrique.

Par ailleurs, des reprises de drainage ont été observées à l'exutoire de lysimètres durant l'été 2021 (Dossier GRENeRA 21-05). Le drainage et donc la lixiviation du nitrate avaient donc déjà commencé avant les contrôles APL.

---

## 4 Extrapolation des résultats APL à l'échelle de la masse d'eau souterraine

---

### 4.1 Méthodologie

Le paragraphe 3 a porté sur l'analyse de conformité des résultats du contrôle APL 2021. Cette analyse a permis de comparer la performance (en matière de gestion de l'azote) des exploitations contrôlées par rapport à celles du Survey Surfaces Agricoles (exploitations de référence). Il en ressortait que 80.9 % des parcelles contrôlées étaient conformes (grosso modo dans la même gamme de valeurs qu'en 2019), et que les pourcentages de conformité (à l'échelle de la parcelle ou de l'exploitation) sont parmi les plus meilleurs observés depuis le début du contrôle APL.

Il est également important d'évaluer l'impact global (risque) du stock d'azote nitrique dans le sol sur les ressources en eau. Cet impact est évalué en considérant les résultats des contrôles APL réalisés depuis 2008. L'objectif est d'estimer un APL moyen par masse d'eau souterraine en extrapolant les résultats observés dans les parcelles contrôlées à l'ensemble de la masse d'eau souterraine dans laquelle les parcelles en question sont localisées. Cette extrapolation nécessite la connaissance de la part de chaque culture sur la masse d'eau. Elle est établie grâce au SIGEC. La pondération des mesures APL par les SAU des masses d'eau permet ainsi de comparer des masses d'eau de tailles différentes.

Il convient de préciser que pour les masses d'eau « supérieures » (MASSUP), l'analyse est faite sur toute la superficie. Tandis que pour les masses d'eau avec des parties supérieures et inférieures (MASINF), seule la partie supérieure est prise en compte. C'est le cas par exemple de la masse d'eau RWE032/060, constituée de la masse d'eau supérieure RWE032 (Craies de la Deûle) reposant sur la masse RWE060 (Calcaires du Tournaisis). Les masses d'eau qui sont toujours en situation inférieure ne sont pas caractérisées dans cette étude. On fait donc l'hypothèse que, en cas de superposition de masses d'eau souterraine, l'impact des pressions se marque a priori d'abord sur la masse d'eau supérieure (SPW-DGARNE, 2010a).

Le contrôle APL n'étant réalisé qu'en zone vulnérable, seules les masses d'eau situées dans cette zone (figure 8) ont été considérées. La zone non considérée comme vulnérable correspond à l'Ardenne et à la Lorraine belge qui sont des régions dominées par la forêt, où les eaux sont de bonne qualité, peu ou pas contaminées par les activités anthropiques (SPW-DGO3-DEE, 2017).

Dans la suite, le paragraphe 4.2 détaille la répartition des cultures et des prairies dans les différentes masses d'eau souterraine. Le paragraphe 4.3 synthétise, par masse d'eau, les APL moyens observés dans les parcelles de culture et de prairie lors du contrôle 2021. Enfin, le paragraphe 4.5 compare les résultats sur les douze années considérées.

Rappelons que les résultats annuels précédents relatifs au APL et leur spatialisation sont repris dans les rapports GRENeRA des années précédentes.



## 4.2 Répartition des cultures et prairies par masse d'eau souterraine

Les données du SIGEC permettent d'avoir une vue d'ensemble de la part de chaque classe de cultures et prairie (au sens du PGDA) dans la SAU de chaque masse d'eau souterraine en zone vulnérable. Les tableaux 20 et 21 présentent les SAU de 2021<sup>23</sup>. Comme déjà mentionné précédemment, la surface prise en compte pour l'extrapolation des mesures APL à l'échelle de la masse d'eau est celle de la masse d'eau supérieure (MASSUP).

À titre d'exemple, la masse d'eau des « Sables du Bruxellien » (RWE013) est couverte par 55 985 ha de SAU en 2021, dont 96 % (51 722 ha) sont occupés par des cultures susceptibles de subir un contrôle APL. Par ailleurs, pour une classe de cultures donnée dans une masse d'eau souterraine, il se peut que l'effectif de parcelles contrôlées soit trop faible (inférieur à 5 parcelles), voire nul et par conséquent non représentatif. C'est par exemple le cas du colza où seulement deux parcelles de cette culture ont été contrôlées en 2021. Dans ce cas, la superficie des parcelles de colza est retirée et la part de la SAU pour laquelle des mesures APL ont été réalisées est recalculée. Ainsi, pour cette masse d'eau, cela revient à 95 % (51 103 ha) de la superficie cultivée qui est occupée par des cultures avec mesures APL.

Précisons que cette règle de disponibilité minimale de 5 parcelles n'a pas été appliquée en prairie étant donnée la faible variabilité globale des APL pour cette occupation (écart-type annuel variant entre 9 et 25 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>, respectivement en 2012 et 2010), comparée à celles observées pour les autres classes de cultures (à titre de comparaison, la variabilité (écart-type) en maïs se situe entre 39 et 82 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>, respectivement en 2008 et 2011).

Les lignes 'Céréales' et 'Chicorées' des tableaux 20 et 21 ne correspondent pas aux classes APL. Afin d'évaluer le plus correctement la superficie des classes A2 et A3 dans chacune des masses d'eau à partir du SIGEC, il faut distinguer les parcelles de céréales suivies d'une culture implantée en automne et celles suivies d'une culture de printemps. L'analyse des données du contrôle APL permet cette distinction. Les tableaux 22 et 23 décrivent la part des parcelles de céréales suivies d'une culture de printemps (A2) et celles suivies d'une culture d'automne dans chacune des masses d'eau. La superficie des classes A2 et A3 sont finalement calculées, par les équations suivantes, en tenant compte des surfaces de céréales et de chicorée et de la proportion de contrôle au sien des classes A2 et A3.

$$Surface_{A2} = Surface_{Céréales} \frac{n_{A2}}{n_{A2} + n_{A3}}$$

$$Surface_{CA3} = Surface_{Chicorées} + Surface_{Céréales} \frac{n_{A3}}{n_{A2} + n_{A3}}$$

avec :

- $n_{A2}$ , le nombre de parcelles de céréales classées comme A2,
- $n_{A3}$ , le nombre de parcelles de céréales classées comme A3.

Précisons également que, lorsque le nombre de données APL dans la classe A3 (céréales suivies d'une culture implantée en automne et chicorée) est inférieur à 5, la superficie des parcelles de céréales prise en compte dans les ratios des tableaux 20 et 21 est pondérée en tenant compte de la proportion estimée de céréales suivi de CIPAN qui permet de faire la distinction des céréales classées comme A2 ou A3.

23. Celles de 2008 à 2020 sont reprises dans les rapports précédents.

En 2021, les superficies occupées par des classes de cultures susceptibles de subir un contrôle APL et présentant un nombre suffisant de mesures APL par classe représentent, toutes masses d'eau confondues (tableaux 20 et 21 ; ligne « SAU comptabilisée dans les classes APL avec mesures APL/SAU déclarée »), au moins 60 % de la SAU de la masse d'eau en zone vulnérable. L'extrapolation d'APL à l'échelle des différentes masses d'eau en zone vulnérable peut donc être jugée représentative. Notons par ailleurs que seules les masses d'eau ayant une représentativité d'au moins 60 % sont présentées et discutées dans les paragraphes suivants.

A l'échelle de la zone vulnérable<sup>24</sup>, il convient d'observer que parmi les 830 parcelles contrôlées en classe A2, 82,2 % étaient renseignées avec une CIPAN. En termes de superficie, 3090 ha des 3637 ha de parcelles A2 contrôlées ont été couverts par une CIPAN soit 85 %. D'après ce relevé, il apparaît donc que l'obligation des 90 % de couverture au cours de l'interculture n'est globalement pas rencontrée. En 2021, le pourcentage de conformité des parcelles A2 était d'environ 84 %. L'absence de CIPAN n'a pas conduit à une diminution de la conformité pour deux raisons. Primo, l'été fût très pluvieux. Les récoltes de céréales ainsi que les semis de CIPAN ont été retardées. Secundo, l'automne fût également très pluvieux, ce qui a assez vite "nivelé" les différences que l'on peut habituellement observer entre les situations avec ou sans CIPAN.

En zone vulnérable, tout agriculteur doit couvrir 90 % de la surface des cultures récoltées avant le 1<sup>er</sup> septembre et qui seront suivies d'une culture de printemps. Ces cultures correspondent principalement aux céréales de la classe A2. Il est évident que si chaque agriculteur respecte cette imposition, alors la proportion de la surface A2 couverte de CIPAN doit au moins être supérieure à 90 %. Or, on constate que parmi les masses d'eau où cette classe de cultures a été contrôlée, le palier de 90 % n'est atteint que pour quelques masses d'eau. Alors que dans le district de l'Escaut, la masse d'eau RWM053 n'atteint pas cet objectif, dans le district de la Meuse, seule la masse d'eau RWM011 l'atteint.

---

24. La zone vulnérable comprend également les masses d'eau non présentées dans les tableaux 20 et 21.

TABLEAU 20 – Superficie (ha) des cultures et prairies contrôlées par masse d'eau souterraine superficielle du district de l'Escaut en zone vulnérable sur base du SIGEC 2021.

	RWE013	RWE030	RWE051	RWE053	RWE061	RWE160
Betteraves	4809	2323	5738	1797	2843	2333
Céréales	17251	10462	20556	6062	7815	9089
Chicorées	1120	412	2221	447	491	205
Maïs	7640	2917	4342	1070	4121	5163
Pommes de terre	5715	2561	5843	2008	3246	2836
Colza	168	168	619	91	37	51
Légumes	2387	815	2948	1403	1057	901
Prairie	14639	6355	9455	1612	5930	10098
Superficie de la masse d'eau souterraine	87013	47743	96484	20585	38940	48382
SAU déclarée	55630	27491	53985	15872	26667	31528
SAU déclarée / Superficie de la masse d'eau souterraine [%]	64	58	56	77	68	65
SAU comptabilisée dans les classes APL	53729	26014	51722	14489	25539	30676
SAU comptabilisée dans les classes APL / SAU déclarée [%]	97	95	96	91	96	97
SAU comptabilisée dans les classes APL avec mesures APL	53562	25030	51103	14398	19572	29724
SAU comptabilisée dans les classes APL avec mesures APL / SAU déclarée [%]	96	91	95	91	73	94

TABLEAU 21 – Superficie (ha) des cultures et prairies contrôlées par masse d'eau souterraine superficielle du district de la Meuse en zone vulnérable sur base du SIGEC 2021.

	RWM011	RWM012	RWM015	RWM016	RWM021	RWM022	RWM023	RWM040	RWM041	RWM071	RWM141	RWM142	RWM151
Betteraves	3260	938	260	521	3981	1093	251	3285	2731	5	5	8	158
Céréales	10882	6458	1621	3009	30009	6689	8346	11170	8471	50	14	65	549
Chicorées	545	89	11	172	196	64	21	879	659	0	0	0	5
Maïs	1953	1739	450	473	9622	2267	5487	1559	1036	31	407	577	1797
Pommes de terre	3064	1102	288	649	3221	1082	251	3439	2538	5	1	0	102
Colza	324	430	69	355	3051	526	766	313	240	13	0	0	0
Légumes	1204	533	89	495	2632	797	1739	2410	1961	0	1	24	79
Prairie	5038	7382	1633	2984	39613	12322	44900	3820	3547	167	5763	7713	14151
Superficie de la masse d'eau souterraine	41740	46064	22680	30020	166074	44287	150471	42937	30546	3815	13424	20687	28622
SAU déclarée	27498	19405	4550	9178	95029	25635	62145	29300	22993	270	6195	8402	17214
SAU déclarée / Superficie de la masse d'eau souterraine [%]	66	42	20	31	57	58	41	68	75	7	46	41	60
SAU comptabilisée dans les classes APL	26270	18672	4420	8657	92326	24839	61761	26874	21182	270	6190	8387	16841
SAU comptabilisée dans les classes APL / SAU déclarée [%]	96	96	97	94	97	97	99	92	92	100	100	100	98
SAU comptabilité dans les classes APL avec mesure APL	25946	17304	2984	6638	92326	23232	61259	26561	18982	167	5763	8290	16314
SAU comptabilité dans les classes APL avec mesure APL / SAU déclarée [%]	94	89	66	72	97	91	99	91	83	62	93	99	95

TABLEAU 22 – Proportion de parcelles de céréales non suivies d'une culture implantée en automne (classe A2) par masse d'eau souterraine du district de l'Escaut lors du contrôle APL 2021.

	RWE013	RWE030	RWE051	RWE053	RWE061	RWE160
Nombre de parcelles de céréales contrôlées	131	73	112	42	82	92
Surface des parcelles de céréales contrôlées	539	326	546	206	224	271
Nombre de parcelles de céréales (A2) contrôlées	109	54	92	30	68	72
Surface des parcelles de céréales (A2) contrôlées	455	247	434	164	174	232
Nombre de parcelles de céréales (A2) contrôlées non couvertes	12	6	12	7	6	8
Proportion de parcelles de céréales (A2) parmi les parcelles de céréales [%]	83	74	82	71	83	78
Proportion de la surface des parcelles (A2) parmi les surfaces de céréales [%]	84	76	79	80	78	86
Taux de couverture de la classe A2 [%]	89	89	87	77	91	89
Proportion de la surface A2 couverte de CIPAN [%]	90	94	91	68	91	95

TABLEAU 23 – Proportion de parcelles de céréales non suivies d'une culture implantée en automne (classe A2) par masse d'eau souterraine du district de la Meuse lors du contrôle APL 2021.

	RWM011	RWM012	RWM015	RWM016	RWM021	RWM022	RWM023	RWM040	RWM041	RWM141	RWM151
Nombre de parcelles de céréales contrôlées	67	31	9	20	133	31	62	69	66	2	12
Surface des parcelles de céréales contrôlées	290	154	30	115	705	125	290	371	353	5	40
Nombre de parcelles de céréales (A2) contrôlées	54	19	5	15	79	20	36	56	54	2	8
Surface des parcelles de céréales (A2) contrôlées	237	73	17	98	406	79	155	308	309	5	25
Nombre de parcelles de céréales (A2) contrôlées non couvertes	8	5	3	2	26	5	15	8	12	1	1
Proportion de parcelles de céréales (A2) parmi les parcelles de céréales [%]	81	61	56	75	59	65	58	81	82	100	67
Proportion de la surface des parcelles (A2) parmi les surfaces de céréales [%]	82	48	56	85	58	63	53	83	88	100	63
Taux de couverture de la classe A2 [%]	85	74	40	87	67	75	58	86	78	50	88
Proportion de la surface A2 couverte de CIPAN [%]	91	81	49	85	76	79	71	88	78	68	84

### 4.3 APL moyen par classe de cultures ou prairie en 2021

Les tableaux 24 à 42 fournissent l'APL moyen par classe de cultures en 2021 pour les différentes masses d'eau ayant une représentativité d'au moins 60 %. Rappelons par ailleurs que seules les classes de cultures présentant un effectif d'au moins 5 parcelles contrôlées dans la masse d'eau considérée sont prises en compte pour le calcul de l'APL moyen de la masse d'eau. Toutes les valeurs sont cependant présentées.

Ces tableaux permettent d'évaluer la variabilité des APL par classe de culture et par masse d'eau. Pour la classe A5 (pomme de terre), l'APL moyen s'échelonne de 61 dans la masse d'eau RWE053 à 111 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup> dans la masse d'eau RWE061. La classe de culture A4 (maïs) présente également une variabilité inter-masse d'eau importante. La valeur la plus faible (30 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>) est observée dans la masse d'eau RWM012 à 84 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup> dans la masse d'eau RWE061.

TABLEAU 24 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>] par classe de cultures en 2021 dans la masse d'eau RWE013 (Escaut).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	30	23.2	14.0
A2	109	46.2	25.8
A3	30	54.8	29.6
A4	84	60.2	36.1
A5	54	94.7	34.4
A7	9	119.8	85.4
A8	5	8.6	8.0

TABLEAU 25 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWE030 (Escaut).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	11	19.8	14.4
A2	54	47.9	30.6
A3	20	60.9	27.7
A4	28	44.8	29.9
A5	5	70.9	35.4
A7	3	64.3	45.1
A8	2	16.0	1.4

TABLEAU 26 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWE051 (Escaut).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	23	27.2	18.0
A2	92	42.1	23.3
A3	38	51.0	21.8
A4	33	50.6	34.1
A5	24	77.0	32.6
A6	2	26.0	25.5
A7	14	66.3	35.5
A8	11	8.7	5.6

TABLEAU 27 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWE053 (Escaut).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	5	35.5	35.9
A2	30	36.3	21.8
A3	13	58.7	31.7
A4	7	73.5	45.0
A5	10	61.4	21.2
A7	5	51.1	43.5
A8	2	10.0	4.2

TABLEAU 28 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWE061 (Escaut).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	17	32.4	21.5
A2	68	54.1	33.5
A3	17	55.9	25.0
A4	44	84.4	50.4
A5	30	110.6	44.4
A7	5	200.5	139.2

TABLEAU 29 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWE160 (Escaut).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	13	21.7	8.9
A2	72	37.4	20.7
A3	24	48.5	18.4
A4	54	57.9	29.0
A5	22	84.0	35.4
A7	3	62.5	25.3
A8	3	6.3	3.5

TABLEAU 30 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWM011 (Meuse).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	14	25.4	12.6
A2	54	46.5	28.0
A3	17	39.9	19.9
A4	27	56.7	32.9
A5	16	70.5	20.3
A7	8	87.1	51.5
A8	2	9.3	0.5

TABLEAU 31 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWM012 (Meuse).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	4	25.3	16.9
A2	19	28.0	15.2
A3	12	35.3	23.1
A4	14	30.5	16.0
A5	8	68.1	28.8
A6	1	53.9	
A7	5	44.8	36.9
A8	9	4.5	2.4

TABLEAU 32 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWM015 (Meuse).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A2	5	19.2	17.2
A3	4	26.4	6.7
A4	11	56.3	51.8
A5	2	69.1	0.6
A8	3	3.5	2.3

TABLEAU 33 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWM016 (Meuse).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	1	41.5	
A2	15	67.9	38.8
A3	7	53.1	34.1
A4	8	63.3	46.5
A5	1	126.8	
A6	1	32.9	
A7	3	35.1	35.5
A8	2	6.8	6.7

TABLEAU 34 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWM021 (Meuse).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	19	29.6	21.0
A2	79	35.7	21.0
A3	55	51.4	25.8
A4	83	47.7	22.2
A5	15	65.8	39.0
A6	10	72.9	33.6
A7	17	50.8	29.1
A8	39	5.3	3.4

TABLEAU 35 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWM022 (Meuse).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	7	11.3	3.2
A2	20	36.5	16.8
A3	11	47.7	25.7
A4	14	41.9	21.9
A5	3	63.2	8.8
A6	2	79.6	17.9
A7	9	31.7	20.1
A8	7	4.0	3.2

TABLEAU 36 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWM023 (Meuse).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	3	81.2	57.7
A2	36	38.0	28.5
A3	26	49.0	32.8
A4	31	64.0	31.3
A5	1	46.1	
A6	7	54.6	21.4
A7	19	35.0	21.6
A8	29	6.4	3.7

TABLEAU 37 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWM040 (Meuse).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	20	32.4	25.1
A2	56	40.2	26.5
A3	18	71.8	37.4
A4	20	70.8	48.0
A5	15	91.8	23.5
A7	10	132.9	71.2
A8	7	6.8	4.0

TABLEAU 38 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWM041 (Meuse).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	12	27.2	13.0
A2	54	39.2	24.5
A3	16	47.7	24.3
A4	16	41.4	21.7
A5	13	65.1	14.4
A6	1	46.9	
A7	3	126.5	36.7
A8	4	11.8	6.2

TABLEAU 39 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWM071 (Meuse).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A8	1	2.3	

TABLEAU 40 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWM141 (Meuse).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A2	2	44.8	8.9
A4	3	92.8	47.4
A8	6	10.2	4.7

TABLEAU 41 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>] par classe APL en 2021 dans la masse d'eau RWM142 (Meuse).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	1	26.0	
A4	8	50.9	13.6
A8	10	9.4	4.5

TABLEAU 42 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>] par classe de cultures en 2021 dans la masse d'eau RWM151 (Meuse).

Classe APL	Effectif	Moyenne	Ecart-type
A1	2	27.0	8.1
A2	8	49.4	18.7
A3	4	65.4	50.0
A4	30	63.7	31.6
A5	4	87.5	18.5
A8	60	14.9	7.8

#### 4.4 APL moyen par masse d'eau souterraine en 2021

En tenant compte des SAU par culture et par masse d'eau (tableaux 20 et 21) et des résultats APL présentés aux tableaux 24 à 42, il est possible de calculer une valeur moyenne d'APL 'culture' et une valeur moyenne d'APL 'prairie'. Ces valeurs sont présentées dans les diagrammes circulaires de la figure 9. Dans la partie jaune qui correspond à la proportion de cultures au sein de la masse d'eau, on retrouve l'APL moyen 'culture' et réciproquement l'APL moyen 'prairie' dans la partie verte. Afin d'être représentatif, les calculs de moyennes ne sont réalisés que pour les masses d'eau situées en zone vulnérable et dont la SAU annuelle comptabilisée dans les classes de cultures « APL » avec mesure APL couvre au moins 60 % de la SAU totale de la masse d'eau pour l'année considérée.

En 2021, les APL 'culture' sont plus faibles que ceux rencontrés entre 2018 et 2020. Durant cette période, les APL 'cultures' inférieurs à 50 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup> étaient exceptionnelles. Ils étaient fréquemment supérieurs à 70 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>. Cette année, les APL 'cultures' supérieurs à 60 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup> sont minoritaires.

---

Les APL 'cultures' les plus faibles sont observés dans les masses d'eau RWM015, RWM016 et RWM022. Les masses d'eau RWM015 et RWM016 sont deux petites masses d'eau dans lesquelles l'urbanisation est plus importante. La première s'étend le long de la Sambre en Charleroi et Namur. La seconde, s'étend le long de la Meuse entre Huy et Vissé. Dans la masse d'eau RWM022, l'APL 'culture' est de 36 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>. Les APL moyens par classe sont les plus faibles ou parmi les faibles observés à l'échelle de la zone vulnérable. Les APL des classes de cultures A2, A3, A4, A5 et A7 sont respectivement de 28, 35, 31,68 et 45 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>. Cinq parcelles de la classe A7 ont été échantillonnées; 2 parcelles étaient emblavées de cultures de légumes industriels et 3 pour une associations de céréales et de légumineuses. Les classes de culture non prises en compte dans le calcul de l'APL moyen couvrent environ 12 % de la SAU (hors prairies) susceptible de subir un contrôle APL.

A l'inverse, l'APL moyen 'culture' le plus élevé (75 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>) est observé dans la masse d'eau RWE061. L'APL moyen pondéré de cette masse d'eau ne prend pas en compte la culture de colza qui couvre moins de 1 % de la SAU (hors prairies) susceptible de subir un contrôle APL. Les APL moyens sont respectivement de 32, 54, 56,84, 111 et 2015 kg N-NO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>, respectivement pour les classes de culture A1, A2, A3, A4, A5 et A7. On retrouve dans cette masse d'eau, Les parcelles de maïs, pomme de terre et de légume ayant l'APL le plus élevés ainsi que la troisième et la deuxième valeurs APL les plus élevées respectivement pour les classes A1 et A2.

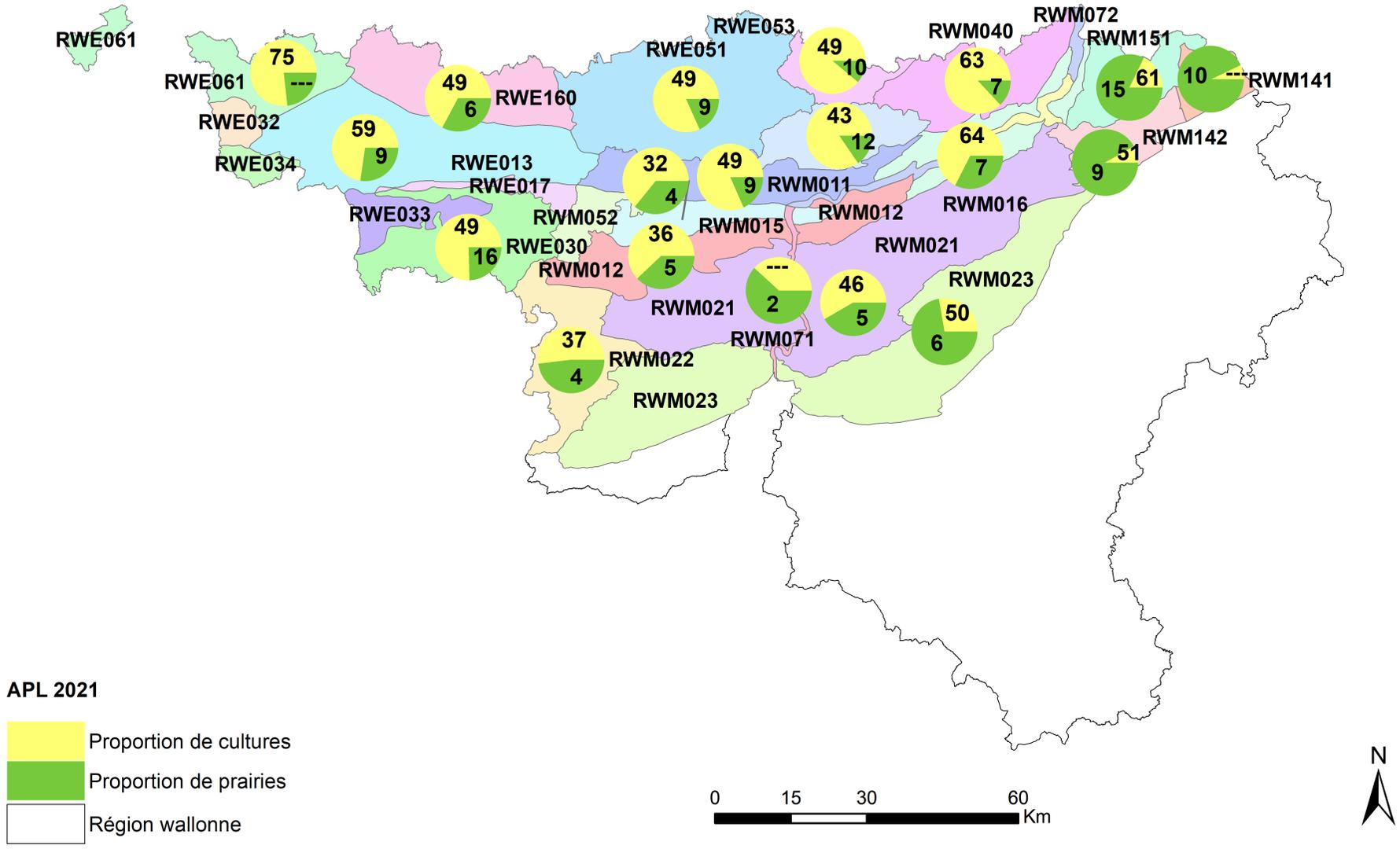


FIGURE 9 – Spatialisation des APL moyens en culture (sur 90 cm) et prairie (sur 30 cm) par masse d'eau en 2021.

Afin d'avoir une vue globale de la quantité de nitrate qui risque d'être lixiviée à l'échelle de la masse d'eau, il faut évaluer l'APL 'prairie' sur la profondeur de 90 cm. Pour ce faire, la base de données du Survey Surfaces Agricoles est mise à profit. Les observations faites entre 2002 et 2004 montrent que le reliquat azoté mesuré sur une épaisseur de 90 cm (somme des trois couches) correspond approximativement au double du reliquat azoté observé dans la première couche (0-30 cm). Ce coefficient a été réévalué en 2021 (Dossier GRENeRA 21-02) à partir de données APL plus récentes. Ces derniers travaux ont confirmé le coefficient 2. Ce coefficient a donc été adopté pour extrapoler jusqu'à 90 cm les résultats obtenus en prairie dans la première couche (0-30 cm). La quantité de nitrate qui risque d'être lixiviée à l'échelle de la masse d'eau peut donc être évaluée en tenant compte de l'APL 'culture' et de la surface de cultures ainsi que du double de l'APL 'prairie' et de la surface des prairies.

De manière générale, et assez logiquement, on observe les APL les plus faibles dans les masses d'eau qui présentent les parts les plus importantes de prairies (figure 9 et tableau 43). Des APL moyens inférieurs à 40 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup> sont observés dans plusieurs masses d'eau. Dans la plupart, les prairies occupent une part importante du paysage (RWM141, RWM142, RWM023, ...). Lorsque les prairies n'occupent pas une proportion importante, les APL moyens sont par classe de culture faible. Signalons le cas de la masse d'eau RWM041 où les APL moyens sont respectivement de 27, 39, 48, 41 et 65 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup> pour les classes de culture A1, A2, A3, A4 et A5.

La masse d'eau RWE061 (Sable du Thanétien des Flandres) montre l'APL moyen pondéré le plus élevé (75 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>) du fait de son APL moyen 'culture' (75 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>). Aucune prairie n'a été contrôlée dans cette masse d'eau.

TABLEAU 43 – APL moyen [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] par masse d'eau en 2021.

Masse d'eau souterraine	APL moyen	Part de la SAU représentée dans l'APL moyen [%]
RWE013	47	96
RWE030	45	91
RWE051	43	95
RWE053	45	91
RWE061	75	73
RWE160	37	94
RWM011	43	94
RWM012	24	89
RWM015	18	66
RWM016	41	72
RWM021	31	97
RWM022	22	91
RWM023	23	99
RWM040	56	91
RWM041	39	83
RWM071	5	62
RWM141	20	93
RWM142	21	99
RWM151	34	95

#### 4.5 Évolution de l'APL par masse d'eau souterraine

Les APL moyens par masse d'eau souterraine ont été calculés pour les campagnes de contrôle de 2008 à 2021 et sont comparés au tableau 44<sup>25</sup>. La moyenne globale des APL moyens des 14 années évaluées y est également renseignée par masse d'eau. L'APL moyen d'une année en question n'est pas pris en compte dans le calcul de la moyenne globale lorsque, pour l'année considérée, la part de la SAU comptabilisée dans les classes APL avec mesure APL est inférieure à 60 % (tableau 45).

A l'exception des masses d'eau RWE033, RWE034, RWE061 et RWM040, les APL moyens pondérés de 2021 par masse d'eau sont globalement inférieurs à la moyenne des APL calculés depuis 2008. Les APL moyens pondérés de 2021 figurent généralement parmi le trio des APL moyens pondérés les plus faibles.

---

25. Rappelons que les masses d'eau RWM100 (Grès et schistes du massif ardennais : Lesse, Ourthe, Amblève et Vesdre) et RWM103 (Grès et schistes du massif ardennais : Semois, Chiers, Houille et Viroin) n'ont pas été considérées comme faisant partie de la zone vulnérable car la part de leur surface incluse dans la zone vulnérable est faible.

---

TABLEAU 44 – APL moyen total [kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>] par masse d'eau depuis 2008.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Moyenne
RWE013	61	45	44	71	48	43	49	51	59	61	79	63	74	47	57
RWE017		13				23	11	21		34	11		11	9	
RWE030	52	56	46	68	56	49	37	44	61	54	81	57	60	45	55
RWE032		49	68			44	53	73	80	71	68	94	126	65	69
RWE033		37	73	131	84	47	74	47	58	30	85	45	41	54	54
RWE034	64	34	38	146	65	71	43	56	45	60	57	60	111	57	47
RWE051	52	42	48	48	48	47	46	48	44	49	76	57	58	43	50
RWE053	68	56	61	59	70	52	49	48	42	49	73	50	80	45	57
RWE061	73	67	82	97	53	49	62	56	68	73	94	89	89	75	73
RWE160	46	52	45	63	40	35	41	48	51	54	81	65	62	37	52
RWM011	53	43	44	46	39	54	50	46	46	47	98	76	71	43	54
RWM012		24	30	50	27	41	36	40	30	55	82	41	45	24	41
RWM015	60	30	24	4	20	54	46	49	36	46	61	69	78	18	43
RWM016	4	8	49	114	81	48	28	48	34	61	71	51	37	41	53
RWM021	43	25	49	41	33	34	32	37	41	39	60	49	46	31	40
RWM022	17		24	148	33	29	25	32	40	52	84	32	40	22	38
RWM023	28	10	44	47	24	26	29	23	28	28	44	38	40	23	31
RWM040	48	51	55	71	56	46	55	44	50	53	62	67	75	56	56
RWM041	75	54	62	54	50	45	51	37	48	50	74	62	73	39	54
RWM052	46	42	32	79	39	20	57	29	20	37	13	37	58	42	32
RWM071				12										5	8
RWM072		38	14	40			36	24	60		23	14			
RWM073													6		6
RWM141						54	25	32	14	24	56	26	84	20	37
RWM142		42	62	43	24	24	25	19	56	30	49	21	29	21	34
RWM151	33	51	74	42	27	40	34	34	26	36	75	42	48	34	43

TABLEAU 45 – Représentativité de l'APL moyen total [% de la SAU] par masse d'eau depuis 2008.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
RWE013	67	94	93	94	94	98	97	97	97	97	97	92	96	96
RWE017														
RWE030	78	65	76	93	85	85	93	93	92	92	93	93	91	91
RWE032						76				67	89	66		
RWE033						87	81	80	82	64	81	83	70	
RWE034		72										79		
RWE051	94	94	97	98	94	97	97	92	96	94	90	95	94	95
RWE053			69	85	73	70	92	81	62	71	80	67	79	91
RWE061	94	83	93	99	93	98	92	92	98	92	91	92	91	73
RWE160	98	97	97	99	97	97	89	96	98	97	95	94	97	94
RWM011		65	93	84	84	77	94	90	90	92	89	73	91	94
RWM012		61		76	77	92	88	88	86	85	86	90	85	89
RWM015					67		82			66	81	69		66
RWM016			66	63		74	71	84	77	79	80	82	65	72
RWM021	93	78	93	97	97	98	95	98	98	98	96	98	97	97
RWM022			60		87	90	86	92	85	91	94	84	83	91
RWM023	97	74	84	87	89	88	98	87	97	99	97	99	99	99
RWM040	86	84	86	94	87	92	92	92	92	90	90	90	89	91
RWM041		71	82	88	70	87	94	84	84	83	82	76	82	83
RWM052						67		68	66				76	
RWM071				69										62
RWM072														
RWM073													88	
RWM141						92	92	92	92	93	93	93	93	93
RWM142		89	90	98	98	98	98	89	90	91	92	91	91	99
RWM151	93	93	94	96	94	96	96	95	95	97	96	95	96	95

GRENA

Sur l'ensemble de la période investiguée, les APL les plus élevés sont observés dans les masses d'eau à substrat géologique sableux (RWE033 - Alluvions et sable de la Haine, RWE053 - Sables du Landénien (Est) et RWE061 - Sables du Thanétien des Flandres) et crayeux (RWE030 - Craies de la Haine, RWE032 - Craies de la Deûle et RWM040 - Crétacé du bassin du Geer), tandis que les plus faibles sont notés dans les masses d'eau à substrat calcaire et gréseux (RWM021 - Calcaires et grès du Condroz, RWM022 - Calcaires et grès dévoniens du bassin de la Sambre, RWM023 - Calcaires et grès de la Calestienne et de la Famenne, RWM141 - Calcaires et grès du bassin de la Gueule et RWM142 - Calcaires et grès du bassin de la Vesdre). Les différences d'APL moyen entre masses d'eau sont à attribuer en partie aux différences rencontrées dans les assolements (entre autres, la part de cultures/prairies dans la SAU et l'APL moyen en cultures ; figure 9).

Le tableau 44 présente l'APL moyen annuel par masse d'eau depuis 2008, quelle que soit sa représentativité ainsi que l'APL moyen pluriannuel calculé par masse d'eau depuis 2008. Cette dernière valeur a été établie en ne considérant que les APL moyens annuels représentant au moins 60 % de la SAU (tableau 45).

L'APL moyen global (sur les 14 dernière années) le plus bas et représentatif de la masse est observé pour la masse d'eau RWM022 (Calcaires et grès de la Calestienne et de la Famenne) ( $30 \text{ kg N-NO}_3 \text{ ha}^{-1}$ ). A l'inverse l'APL moyen global (sur les 14 années) le plus élevé ( $73 \text{ kg N-NO}_3 \text{ ha}^{-1}$ ) s'observe dans la masse d'eau RWE061 (Sables du Thanétien des Flandres). Comme on le verra par la suite, la concentration en nitrate dans la cette masse d'eau montre, depuis plusieurs années, une réelle diminution. L'APL moyen global observé laisse à penser qu'une amélioration est encore envisageable.

Les limites de l'utilisation de l'APL moyen pondéré comme indicateur de pression « nitrate » sur les ressources en eau viennent de l'incertitude engendrée par la considération d'une valeur moyenne qui ignore la variabilité des teneurs observées à l'échelle spatiale parcellaire considérée. Néanmoins, cette incertitude peut être relativisée du fait de la prise en compte des superficies par classe de cultures APL afin de pondérer la moyenne calculée.

L'APL moyen peut également être évalué à l'échelle de la région wallonne afin de mettre en évidence l'influence des conditions météorologiques (figure 10). Pour ce faire, un APL moyen est calculé par classe de cultures indépendamment de la masse d'eau. Enfin, ces APL moyens sont pondérés par la surface de chaque classe de cultures. On considère donc que les APL observés en zone vulnérable sont du même ordre de grandeur que ceux en dehors.

L'APL moyen calculé en 2021 ( $35 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$ ) confirme les observations précédemment réalisées. Une valeur aussi faible n'avait jusqu'à présent jamais été observée à l'échelle de la région wallonne. Gardons toutefois à l'esprit que les déterminants anthropiques de l'APL n'ont pas changé drastiquement entre 2020 et 2021. Les faibles valeurs résultent principalement des conditions météorologiques de l'année 2021. Le suivi de parcelles lysimétrées (Dossier GRENeRA 22-05) a notamment mis en évidence des reprises de drainages avant le 15 octobre ; date de début du contrôle APL.

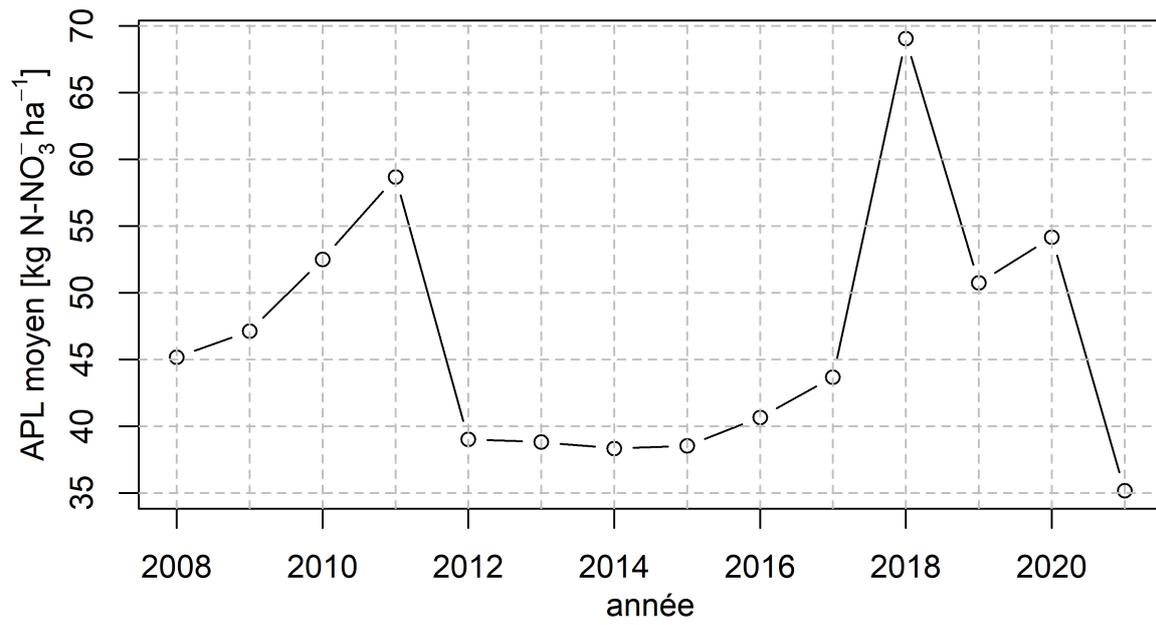


FIGURE 10 – Évolution de l'APL moyen entre 2008 et 2021.

## 5 Qualité de l'eau des masses d'eau souterraine d'un point de vue du nitrate (Survey Nitrate)

Les concentrations « naturelles » en nitrate dans les eaux souterraines sont généralement inférieures à  $10 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$  (SPW-DGO3-DEE, 2014). Des teneurs supérieures restent principalement liées aux activités anthropiques. Les figures 11 et 12 montrent l'évolution des concentrations moyennes en nitrate de 2008 à 2021 respectivement pour les masses d'eau du district de l'Escaut et de la Meuse, calculées sur base des données disponibles dans la banque de données Calypso<sup>26</sup> de la DGO3.

Des dépassements fréquents de la limite de potabilité de  $50 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$  ne sont observés que pour trois masses d'eau :

RWE032 (Craies de la Deûle),  
RWE061 (Sables du Thanétien des Flandres) et  
RWM052 (Sables Bruxelliens de Haine et Sambre).

Dans les sept masses d'eau suivantes :

RWE034 (Sables du Thanétien de Rumes-Brunehaut),  
RWE051 (Sables du Bruxellien),  
RWE053 (Sables du Landénien [Est]),  
RWM040 (Crétacé du bassin du Geer),  
RWM041 (Sables et Craies de la Méhaigne),  
RWM141 (Calcaires et grès du bassin de la Gueule) et  
RWM151 (Crétacé du Pays de Herve)

les concentrations moyennes sont fréquemment supérieures à  $35 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$  (70 % de  $50 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$ ), qui représente la limite d'enclenchement d'actions en vue d'inverser la tendance à la hausse observée jusqu'à  $20 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$ , comme le prévoit le Code de l'eau.

Au cours de l'année 2021, la concentration en nitrate de 92 des 1165 ouvrages étudiés pour caractériser la teneur en nitrate des masses d'eau présentaient une concentration moyenne supérieure à  $50 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$ . Ces ouvrages sont répartis dans 17 des 37 masses d'eau étudiées.

L'analyse des figures 11 et 12 met en évidence une variabilité interannuelle pouvant être importante ; notamment pour les masses d'eau RWE160, RWM022, RWM041 et RWM141. Cette variabilité n'est pas causée par des variations simultanées de la concentration dans les ouvrages de la masse d'eau. La variabilité temporelle de concentration en nitrate dans un ouvrage particulier est généralement faible. La variabilité temporelle résulte de la prise en compte ou non de la concentration en nitrate de certains ouvrages pour l'établissement des moyennes. Suite à des problèmes d'accessibilité notamment, la concentration annuelle moyenne de certains ouvrages n'est pas systématiquement renseignée.

Par exemple, la concentration en nitrate de la masse d'eau RWM141 est (beaucoup) plus faible lorsque les ouvrages Trois pipes (43/2/1/001), Im Winkel P1 (43/2/1/006), Burgstrasse 94 - 70M (43/2/6/015) et Ambusch 18 (43/2/8/001) sont pris en compte.

---

26. Cette banque de données regroupe toute l'information sur la qualité des eaux souterraines. Les données proviennent notamment des producteurs d'eau et des campagnes de surveillance menées à l'initiative du SPW (réseau patrimonial mis en place en 2005 pour répondre aux exigences de la directive-cadre eau).

L'évolution de la concentration en nitrate peut également être mise en évidence. Entre 2008 et 2021, à l'exception de la masse d'eau RWE030, la concentration en nitrate s'est globalement améliorée dans les masses d'eau du district de l'Escaut (figure 11).

En ce qui concerne le district de la Meuse, la qualité de l'eau s'est également améliorée entre 2008 et 2021 dans les masses d'eau suivantes :

RWM052,  
RWM141,  
RWM142 et  
RWM151

Elle s'est par contre détériorée dans les masses d'eau :

RWM021,  
RWM022,  
RWM040 et  
RWM072.

Pour les autres masses d'eau, la concentration est restée globalement stable.

Dans les masses d'eau situées hors de la zone vulnérable, les concentrations moyennes en nitrate présentent également une légère tendance à la hausse (figure 13). Citons notamment les masses d'eau :

RWM091,  
RWM092,  
RWM094et  
RWR101.

La concentration en nitrate dans la masse d'eau RWM091 a augmenté d'environ  $10 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1} \text{ an}^{-1}$  entre 2019 et 2021. Le nombre d'ouvrages pris en compte dans le calcul des moyennes varie dans le temps. En 2021, deux ouvrages n'ont pas été pris en compte dans les calculs car aucune mesure de la concentration en nitrate n'y a été réalisée. Ces ouvrages présentaient historiquement des valeurs faibles ; généralement comprises entre  $2$  et  $10 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1} \text{ an}^{-1}$ . Parmi les trois autres ouvrages impliqués dans les calculs, on constate une augmentation de la concentration en nitrate dans le "Puits de la Fontaine". La concentration a augmenté de  $22$  à  $45 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1} \text{ an}^{-1}$  entre 2019 et 2021.

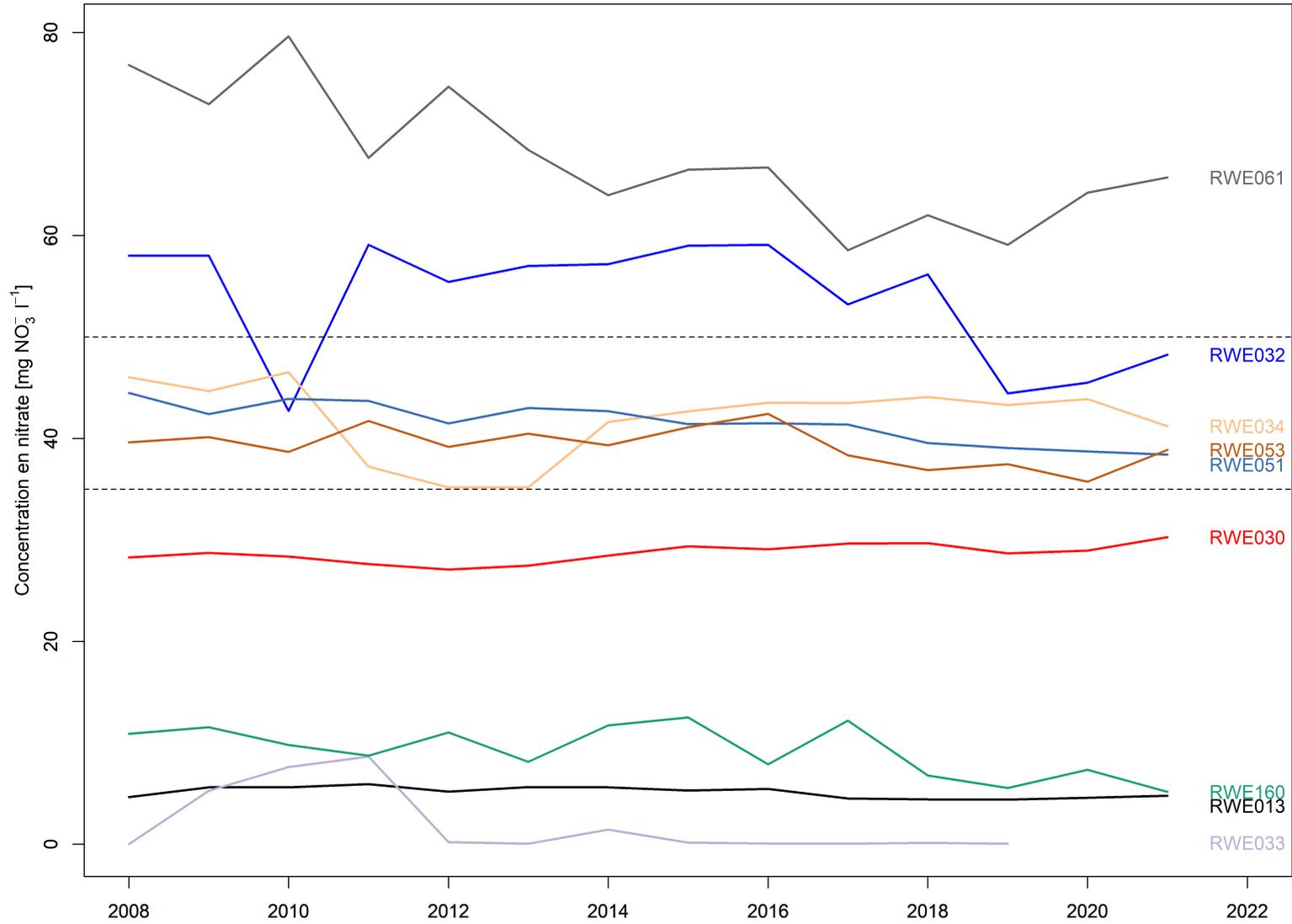


FIGURE 11 – Évolution de la concentration moyenne en nitrate entre 2008 et 2021 dans les masses d'eau du district de l'Escaut.

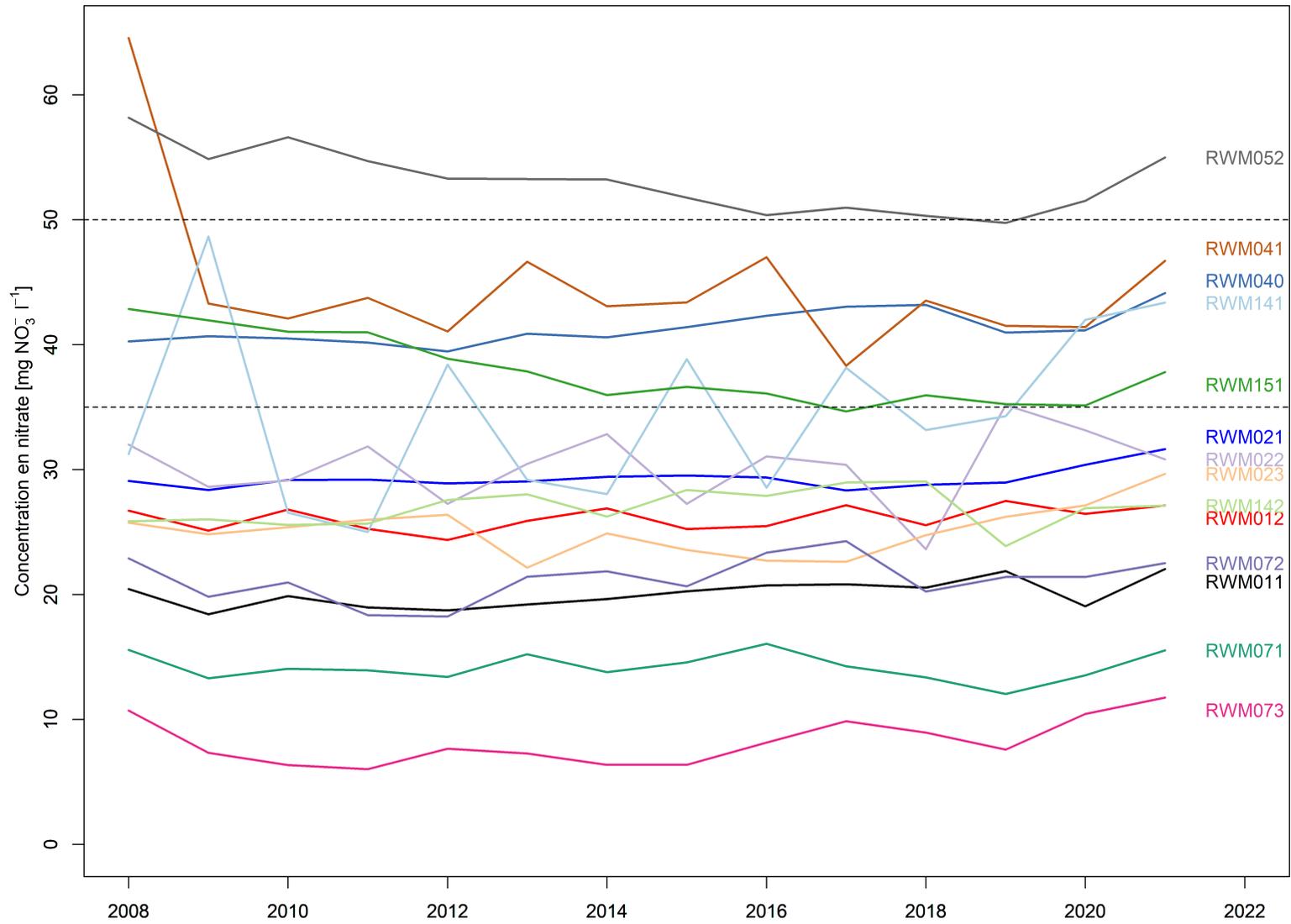


FIGURE 12 – Évolution de la concentration moyenne en nitrate entre 2008 et 2021 dans les masses d'eau du district de la Meuse.

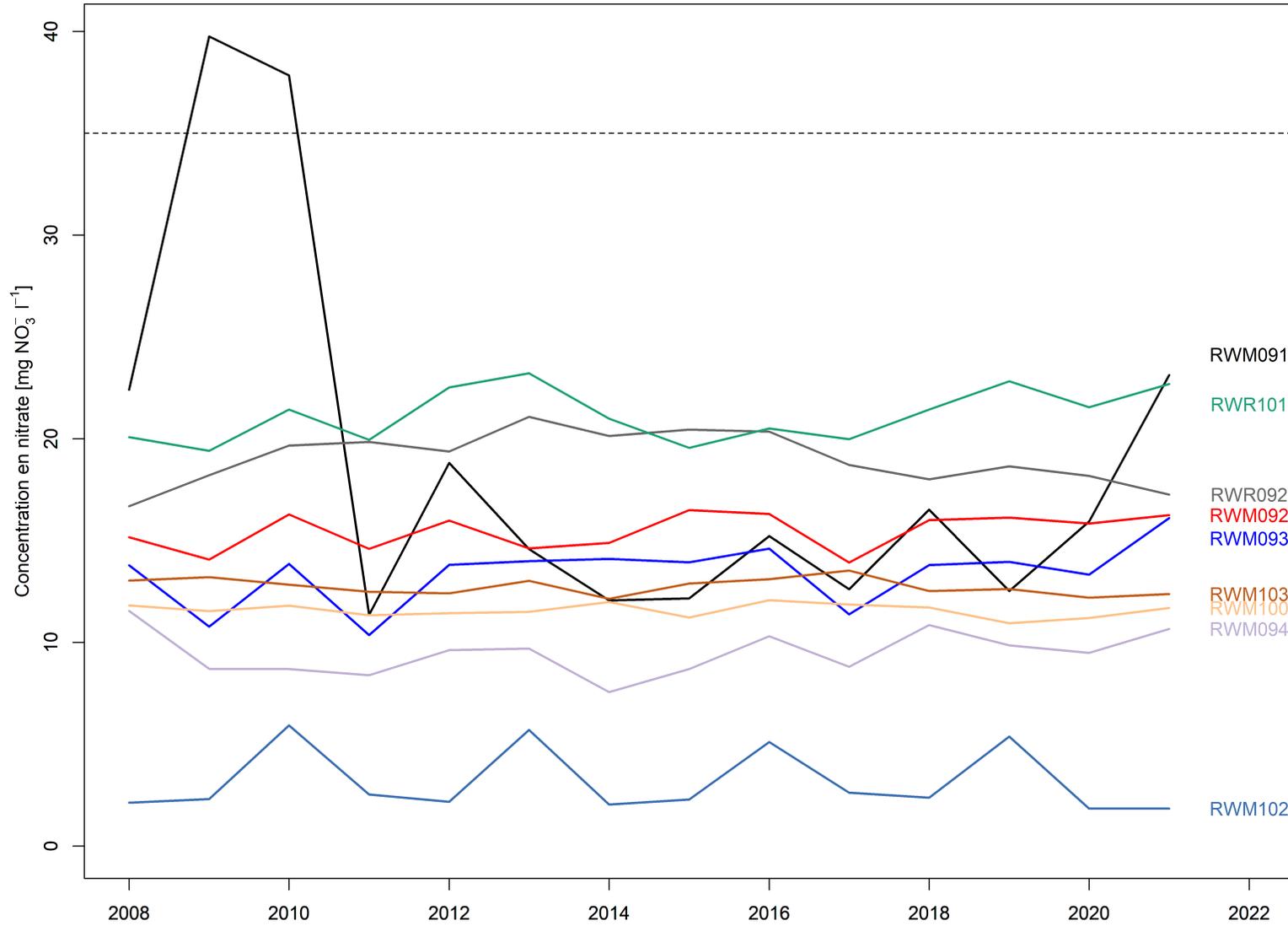


FIGURE 13 – Évolution de la concentration moyenne en nitrate entre 2008 et 2021 dans les masses d’eau situées en dehors de la zone vulnérable.

## 6 Confrontation des APL moyens et des résultats du Survey Nitrate à l'échelle des masses d'eau souterraine

En zone vulnérable, dans les masses d'eau pour lesquelles on dispose d'une chronique APL régulière et suffisante (tableau 44), une concentration moyenne (période 2016 - 2021) en nitrate de l'eau souterraine a été calculée à partir des données Calypso (point 5).

Un rapport précédent (Dossier GRENERA 16-06)<sup>27</sup> a mis en évidence une relation ( $r_{\text{ajusté}}^2 = 0,71$ ) entre l'APL moyen (2008-2015) par masse d'eau et la concentration en nitrate moyenne (2008-2015) dans la masse d'eau considérée.

La masse d'eau des Sables du Thanétien des Flandres (RWE061) montre pour les cinq années considérées la concentration moyenne en nitrate la plus élevée (63 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> l<sup>-1</sup>) et l'APL moyen le plus important (81 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>). Les APL élevés observés s'expliquent par la forte pression agricole sur la masse d'eau, où 69 % (26 776 ha ; tableau 20) de la superficie totale de la masse d'eau (38 940 ha) sont occupés par l'agriculture en 2021, dont 78 % de cultures et 22 % de prairies (SIGEC, 2021). D'après la Carte d'Occupation des Sols de Wallonie (COSW), les bois et forêts ne représentent que 4 % de la surface totale de la masse d'eau.

À l'opposé, la masse d'eau des Calcaires et grès de la Calestienne et de la Famenne (RWM023) affiche l'APL moyen et la concentration moyenne en nitrate les plus bas respectivement (33 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>) et (26 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> l<sup>-1</sup>). Malgré sa vulnérabilité intrinsèque moyenne à élevée (SPW-DGARNE, 2010b). L'activité agricole n'y représente (SIGEC, 2021) que 41 % (62 145 ha ; tableau 21) de la surface totale de la masse d'eau (150 471 ha), dont 28 % de cultures et 72 % de prairies. Les bois et forêts couvrent 39 % de la superficie totale de cette masse d'eau. La part importante de prairies et de zones boisées couvrant la masse d'eau RWM023 explique la bonne qualité de l'eau captée dans cette masse d'eau souterraine.

Si on considère à présent la masse d'eau des Sables du Bruxellien (RWE051), qui présente une vulnérabilité relativement élevée<sup>28</sup> (SPW-DGARNE, 2010b), son état qualitatif intermédiaire (APL moyen sur les 5 années considérées de 54 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup> et concentration moyenne en nitrate de 40 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> l<sup>-1</sup>) par rapport à ceux des masses d'eau précédemment évoquées (RWE061 et RWM023), s'explique par la pression agricole intermédiaire à celle s'exerçant sur ces deux masses d'eau. En effet, la SAU de la masse RWE051 couvre 56 % (54 196 ha ; tableau 20) de la surface totale de la masse d'eau (96 484 ha), dont 84 % de cultures et 16 % de prairies d'après le SIGEC 2018. Les bois et forêts y occupent également 10 % de la surface totale de la masse d'eau d'après la COSW (seulement 4 % dans la masse d'eau RWE061).

27. [http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1\\_fichiers/DG/2016/DG16-06\\_Evaluation\\_Controlle\\_APL.pdf](http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1_fichiers/DG/2016/DG16-06_Evaluation_Controlle_APL.pdf).

28. Plus de 64 % de la surface totale de cette masse d'eau présentent une recharge supérieure à 160 mm an<sup>-1</sup> (SPW-DGARNE, 2010b).

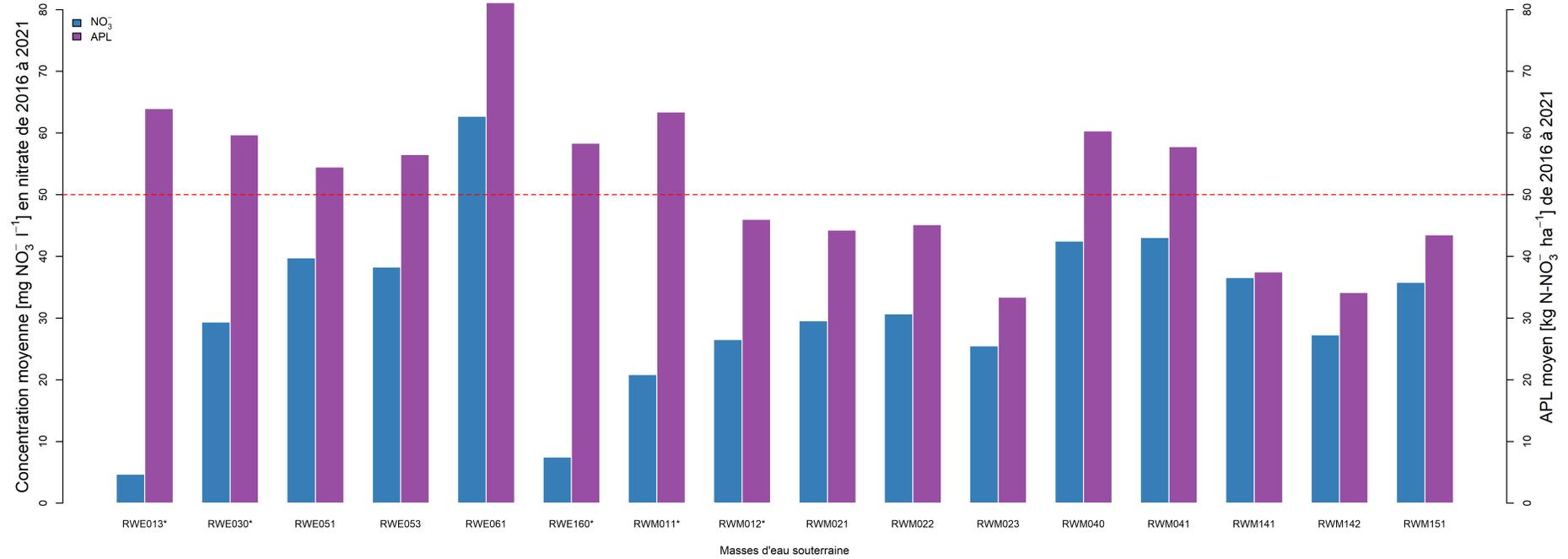


FIGURE 14 – Concentration moyenne en nitrate et APL moyen par masse d'eau souterraine sur la période 2016 - 2021. Les masses d'eau marquées d'une étoile correspondent aux masses d'eau captive ou protégées hydrogéologiquement et/ou aux masses d'eau pour lesquelles la quantité d'information APL n'est pas suffisante.

A l'inverse, pour les masses d'eau suivantes :

- RWE013,
- RWE030,
- RWE160,
- RWM011,
- RWM012 et
- RWM052

on n'observe pas vraiment de relation entre concentrations moyennes en nitrate dans l'eau et APL.

En ce qui concerne la masse d'eau RWM052, il s'agit d'une masse d'eau de petite taille pour laquelle la représentativité de l'APL est généralement inférieure à 60 % (tableau 45).

Pour les cinq autres masses d'eau listées, bien que l'effectif APL soit suffisant et que la part de la SAU par superficie de la masse d'eau soit comparable aux autres masses d'eau, la relation entre la concentration en nitrate et l'APL n'est pas satisfaisante. Un contexte hydrogéologique particulier conduit à une certaine déconnexion de ces masses d'eau vis-à-vis de la pression nitrate de surface. Ces masses d'eau sont en effet partiellement captives car recouvertes par des terrains sablo-argileux du tertiaire (argiles yprésiennes notamment) ou du houiller (schistes et grès) qui sont peu perméables (SPW-DGARNE, 2005 ; SPW-DGARNE, 2006 ; SPW-DGO3, 2015 ; Brouyère et al., 2009a et Brouyère et al., 2009b).

Par ailleurs, des observations et interprétations développées ci-dessus, le cas des masses d'eau crayeuses du bassin de la Haine (RWE030) et du bassin Geer (RWM040), dont les SAU sont dominées par les cultures, mérite d'être abordé. Les concentrations moyennes en nitrate sont actuellement « favorables » (respectivement de 29 et 42 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> l<sup>-1</sup> sur les 5 années considérées - 2016 à 2021).

La concentration dans ces masses d'eau sont en légère augmentation (paragraphe précédent). Les temps de transfert vers ces unités sont plus longs que ceux des autres masses d'eau. La masse d'eau RWE030 est principalement formée de la formation aquifère des Craies du Bassin de Mons. Ce dernier est couvert sur une partie de son étendue par des argiles yprésiennes.

L'aquifère des Craies du bassin du Geer (RWM040) est couvert d'une épaisse couche de limon. De nombreux travaux (dont Brouyère et al., 2004 et Orban et al., 2010) ont montré que la vitesse de migration verticale de l'eau et du nitrate est de l'ordre du mètre par an dans la zone non saturée surmontant la nappe des craies. Sachant que cette zone non saturée y est très épaisse (plusieurs mètres à plusieurs dizaines de mètres), l'impact du retard à l'infiltration peut être très conséquent. Dans le Dossier GRE-NeRA 14-05<sup>29</sup>, on pouvait lire que "*Les APL moyens observés pour la même période, dans chacune de ces masses d'eau, conduiront inévitablement à l'augmentation des concentrations en nitrate dans ces masses d'eau*". Depuis 2012, on observe une tendance croissante de la concentration en nitrate dans l'eau de la masse d'eau RWM040. Les prédictions faites à l'époque sur base des APL semblent donc malheureusement se confirmer.

Deux populations de masses d'eau se dégagent donc de ces observations. La première reprend l'ensemble des masses faiblement protégées des flux de nitrate. La seconde correspond aux masses d'eau captives ou protégées hydrogéologiquement et aux masses d'eau pour lesquelles la quantité d'information APL n'est pas suffisante.

---

29. [http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1\\_fichiers/DG/2014/DG14-05\\_Evaluation\\_Controlle\\_APL.pdf](http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1_fichiers/DG/2014/DG14-05_Evaluation_Controlle_APL.pdf).

Dans la première population de points, l'APL de la couche 0-90 cm permet d'expliquer 88 % de la variabilité des concentrations moyennes en nitrate observées dans les masses d'eau souterraine. Les 12 % restants sont expliqués par d'autres facteurs agro-environnementaux (pratiques culturales, climat, etc.).

Entre 2017 et 2020, à cause de problèmes météorologiques, les valeurs APL ont été anormalement élevées pour l'ensemble des masses d'eau; ce qui a conduit à l'augmentation de la moyenne des APL (2016 - 2021). Les APL moyens par masse d'eau sont supérieurs à la concentration moyenne en nitrate observée ces dernières années. Ces valeurs APL laissent à penser que l'augmentation des concentrations en nitrate présentée au point précédent continuera à l'avenir.

## 7 Conclusions

---

Le contrôle des APL dans 5 % des exploitations situées en zone vulnérable a montré que les résultats des exploitations en programme d'observation APL (84 % d'exploitations conformes) étaient statistiquement plus faible en 2021 que ceux observés dans les exploitations sélectionnées aléatoirement (89 % d'exploitations conformes). Depuis 2016, le taux de conformité des exploitations en programme d'observation APL est presque systématiquement inférieur à celui des exploitations sélectionnées aléatoirement. Ces différences n'étaient jusqu'à présent pas statistiquement significative. On peut toutefois affirmer que l'objectif du programme d'observation est atteint puisque les exploitations concernées avaient toutes été non conformes à au moins une reprise au cours des années précédentes. Ces agriculteurs ont donc, pour une large majorité, amélioré leur gestion de l'azote.

Les résultats globaux (pourcentage d'exploitations évaluées positivement et pourcentage de parcelles conformes) du contrôle 2021 ont des pourcentages de conformité (87 % d'exploitations conformes et 81 % de parcelles conformes). De tels résultats n'avaient plus été observés depuis 2012.

L'analyse des données APL par classes de culture a mis en évidence des pourcentages de conformités particulièrement faibles dans la classe de culture A5. Bien qu'ils soient supérieurs à ceux observés durant les années de sécheresse (2017-2020), ils restent largement inférieurs aux pourcentages de conformité rencontrés dans les autres classes de culture. Par ailleurs, l'analyse des APL moyens calculés par classe de culture et par masse d'eau met en évidence une variabilité importante des valeurs APL de la classe A5 entre les masses d'eau. Cette classe de culture pourrait donc faire l'objet d'études scientifiques particulières, d'un contrôle renforcé et d'un encadrement agricole renforcé.

L'extrapolation à l'échelle des masses d'eau souterraine des observations réalisées dans les exploitations contrôlées a mis en évidence des différences d'APL moyen entre masses d'eau, imputables en partie aux différences rencontrées dans les assolements. Il est également imputable à la gestion de l'azote dans les exploitations. Ainsi, l'analyse des données APL montre et met en évidence des APL anormalement élevés dans la masse d'eau RWE061.

L'effet météorologique annuel a (de nouveau) été mis en évidence. Contrairement aux années précédentes durant lesquelles des sécheresses estivales ont eu lieu, l'année 2021 a été marquée par des précipitations anormalement importantes. Ces conditions météorologiques ont permis aux cultures de se développer en absence de stress. Les précipitations ont également conduit à une lixiviation précoce du nitrate avant la mesure des APL.

Compte tenu du fait que le niveau d'APL observé entre 2016 et 2021 est plus élevé que la concentration moyenne en nitrate dans les masses d'eau, il est vraisemblablement que la concentration en nitrate dans la plupart des masses d'eau se détériore dans le futur.

---

## 8 Bibliographie

---

Bah B., Vandenberghe C., Colinet G., 2014. *Analyse des résultats du contrôle APL 2013 et évolution depuis 2008 à l'échelle des masses d'eau souterraine de Wallonie*. Dossier GRENeRA **14-05**, 93 p. In Vandenberghe C., De Toffoli M., Bah B., Imbrecht O., Bachelart F., Lambert R., Colinet G., 2016. *Programme de gestion durable de l'azote en agriculture wallonne - Rapport d'activités annuel intermédiaire 2016 des membres scientifiques de la Structure d'encadrement Nitrawal*. Université catholique de Louvain et Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech, 65 p. + annexes.

Bah B., Vandenberghe C., Colinet G., 2016. *Analyse des résultats du contrôle APL 2015 et évolution depuis 2008 à l'échelle des masses d'eau souterraine de Wallonie*. Dossier GRENeRA **16-06**, 58 p. + annexes. In De Toffoli M., Vandenberghe C., Imbrecht O., Bah B., Bachelart F., Colinet G., Lambert R., 2016. *Programme de gestion durable de l'azote en agriculture wallonne - Rapport d'activités annuel intermédiaire 2016 des membres scientifiques de la Structure d'encadrement Nitrawal*. Université catholique de Louvain et Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech, 20 p. + annexes.

Brouyère, S. Gesels, J. Goderniaux, P. *et al.* (2009a). Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en oeuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne (Projet Synclin'EAU) : livrable D.2.22 Rapport de caractérisation de masse d'eau souterraine - partie RWM011. Convention RW et SPGE-Aqupôle, 75 p.

Brouyère, S. Gesels, J. Goderniaux, P. *et al.* (2009b). Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en oeuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne (Projet Synclin'EAU) : livrable D.2.22 Rapport de caractérisation de masse d'eau souterraine - partie RWM012. Convention RW et SPGE-Aqupôle, 58 p.

Brouyère, S., Dassargues, A. & Hallet, V. (2004). Migration of contaminants through the unsaturated zone overlying the Hesbaye chalky aquifer in Belgium : a field investigation. *Journal of Contaminant Hydrology*, 72 (2004), 135-164.

Lefébure K., Vandenberghe C., Colinet G., 2021. *Analyse des résultats du contrôle APL 2020 et évolution depuis 2008 à l'échelle des masses d'eau souterraine de Wallonie*. Dossier GRENeRA **21-04**, 67 p. In De Toffoli M., Vandenberghe C., Imbrecht O., Bah B., Bachelart F., Colinet G., Lambert R., 2021. *Programme de gestion durable de l'azote en agriculture wallonne - Rapport d'activités annuel intermédiaire 2021 des membres scientifiques de la Structure d'encadrement PROTECT'eau*. Université catholique de Louvain et Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech, 21 p. + annexes.

Orban, P., Brouyère, S., Batlle-Aguilar, J., Couturier, J., Goderniaux, P., Leroy, M., Maloszewski, P., & Dassargues, A. (2010). Regional transport modelling for nitrate trend assessment and forecasting in a chalk aquifer. *Journal of Contaminant Hydrology*, 118 (2010), 79-93.

SPW-DGARNE (2005). Masse d'eau souterraine RWE160 - Socle du Brabant. Service public de Wallonie, Direction générale « Agriculture, Ressources naturelles & Environnement (DGARNE), 20 p.

SPW-DGARNE (2006). Masse d'eau souterraine RWE030 - Craies de la Haine. Service public de Wallonie, Direction générale « Agriculture, Ressources naturelles & Environnement (DGARNE), 40 p.

SPW-DGARNE, 2010a. *Etat des lieux des eaux souterraines. Guide explicatif des fiches par masse d'eau. Juin 2010. Version 1.20.* Service public de Wallonie (SPW). Direction générale « Agriculture, Ressources naturelles & Environnement (DGARNE). Direction de la Coordination des données. Direction des eaux souterraines. 26 p.

SPW-DGARNE, 2010b. District hydrographique international de l'Escaut : *état des lieux de la masse d'eau RWE051 « Sables du Bruxellien » (Escaut). Juin 2010. Version 9.0.* Service public de Wallonie (SPW). Direction générale « Agriculture, Ressources naturelles & Environnement (DGARNE). Direction de la Coordination des données. Direction des eaux souterraines. 24 p.

SPW-DGO3 (2015). Masse d'eau souterraine RWE013 - Calcaires de Peruwelz-Ath-Soignies. Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), 38 p.

SPW-DGO3 (2016). *Etat des nappes d'eau souterraine de Wallonie.* Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2017/11802/09.

SPW-DGO3-DEE, 2020. *Les indicateurs clés de l'environnement Wallon 2020.* Service public de Wallonie (SPW). Direction générale opérationnelle, Agriculture Ressources naturelles et Environnement (DGO3). Direction de l'Etat de l'Environnement (DEE). 208 p.

Vandenbergh C., Colinet G., Destain J.-P., Marcoen J.M., 2013a. Mise en oeuvre de la révision du Programme d'action lié à la Directive Nitrates. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 17 (S1), 161-163.

Vandenbergh C., Colinet G., Destain J.-P., Marcoen J.M. (Eds), 2013b. 2ème Atelier Nitrate - Eau. Évaluation du Programme de Gestion durable de l'Azote. Gembloux, Belgique : Presses Agronomiques de Gembloux.

Vandenbergh C., De Toffoli M., Bachelart F., Imbrecht O., Lambert R., Colinet G., 2020. *Survey Surfaces Agricoles. Etablissement des références APL 2020.* Dossier GRENeRA 20-03, 28 p. In Vandenbergh C., De Toffoli M., Durenne B., Bachelart F., Imbrecht O., Lefébure K., Williscotte F., Hawotte F., Weickmans B., Huyghebaert B., Lambert R., Colinet G., 2021. *Programme de gestion durable de l'azote en agriculture wallonne et volet eau du programme wallon de réduction des pesticides – Rapport d'activités final 2020 des membres scientifiques de la Structure d'encadrement PROTECT'eau.* Université catholique de Louvain, Centre wallon de Recherches agronomiques et Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech.