

## Suivi lysimétrique de l'azote nitrique dans le cadre du Programme de Gestion Durable de l'Azote (PGDA) en Agriculture



Ce document doit être cité de la manière suivante :

Bah B., Vandenberghe C., Bachelart F., Colinet G. 2016. *Suivi lysimétrique de l'azote nitrique dans le cadre du Programme de Gestion Durable de l'Azote (PGDA) en Agriculture*. Dossier GRENeRA **16-04**. 25p. 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.

## **Table des matières**

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
<b>2. CONTEXTE .....</b>	<b>3</b>
<b>3. DESCRIPTION DES SITES D'ÉTUDE .....</b>	<b>4</b>
<b>4. CONDITIONS CLIMATIQUES .....</b>	<b>6</b>
<b>5. MISE À JOUR DES OBSERVATIONS DANS LES EAUX DE PERCOLATION 2015-20169</b>	
5.1. GROSSE PIERRE CHEMIN DE FER .....	9
5.1.1. Calendrier cultural.....	9
5.1.2. Synthèse des résultats d'analyse des percolats.....	9
5.2. GROS THIER BOVENISTIER.....	12
5.2.1. Calendrier cultural.....	12
5.2.2. Synthèse des résultats d'analyse des percolats.....	12
5.3. SOLE 4 .....	15
5.3.1. Calendrier cultural.....	15
5.3.2. Synthèse des résultats d'analyse des percolats.....	15
5.4. HAUTE BOVA .....	18
5.4.1. Calendrier cultural.....	18
5.4.2. Synthèse des résultats d'analyse des percolats.....	18
5.5. SITE DE GEMBOUX .....	21
5.5.1. Calendrier cultural.....	21
5.5.2. Analyse des percolats.....	21
<b>6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>24</b>
<b>7. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>25</b>

## 1. Introduction

---

Depuis le milieu des années 1970, la concentration en nitrate dans les eaux souterraines a significativement augmenté en Wallonie (Vandenberghé, 2010). L'évolution de la qualité de l'eau est partiellement liée à l'évolution de l'agriculture (augmentation du cheptel, augmentation des superficies dévolues au maïs et diminution des superficies de prairie, augmentation de l'utilisation d'azote minéral et organique), les secteurs « industriel » et « domestique » ayant également un impact sur celle-ci.

La surveillance de la qualité des eaux en Wallonie est organisée au travers du « Survey Nitrate » (Cellule Etat de l'Environnement Wallon, 2007) qui est constitué de près d'un millier de points d'observation dans les eaux souterraines. Le Survey Nitrate, tel qu'il est réalisé, présente une vue d'ensemble de l'état (en termes de concentration en nitrate) des eaux souterraines mais ne permet pas de distinguer l'impact d'une politique environnementale mise en place dans l'un ou l'autre secteur d'activités (agricole, industriel ou domestique).

Le transit du nitrate dans la zone insaturée constitue donc la véritable inconnue du système. L'utilisation de lysimètres se révèle être un outil efficace pour lever partiellement et dans un délai raisonnable cette inconnue. La méthode lysimétrique a pour objet l'étude de la migration en profondeur d'éléments dans le but de réaliser des bilans entrées – sorties. Depuis plusieurs décennies, l'utilisation de lysimètres a permis d'importantes avancées dans la compréhension des processus impliqués dans la contamination des ressources en eaux souterraines par les pesticides, le nitrate ou les micro-organismes notamment (Muller J.-C., 1996 ; Goss et al, 2010).

## 2. Contexte

---

Des lysimètres ont été mis en place en 2003 et sont exploités depuis sur des parcelles agricoles en Hesbaye, région à vocation principalement légumière. Ces lysimètres permettent le suivi qualitatif et quantitatif de la lixiviation du nitrate au-delà de la zone racinaire. Ce suivi a pour objectifs de :

- fournir rapidement, par rapport au temps de réponse d'un aquifère, et de manière ciblée au secteur agricole, une assurance quant à la pertinence des normes d'épandage et des références APL<sup>1</sup> (Vandenberghé *et al.*, 2016) définies dans le cadre du PGDA (Programme de Gestion Durable de l'Azote) pour évaluer la bonne gestion de l'azote ;
- vérifier l'adéquation entre ces valeurs de référence, les conseils de fumure et l'objectif de préservation de la qualité de l'eau ;
- apporter un éclairage et des conseils sur les pratiques et rotations culturales adéquates en termes de respect de la qualité de l'eau et celles qui sont à revoir ou à éviter.

Cette étude a fait l'objet de quatre conventions de recherche entre 2003 et 2013, exécutées par GRENeRA (Unité Echanges Eau-Sol-Plante – Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech) en collaboration avec l'ASBL Epuvaleur et l'ASBL Centre Provincial Liégeois des Productions Végétales et Maraîchères (CPL Végémar)<sup>2</sup>. La dernière convention (2010-2013) s'intitulait « Suivi lysimétrique de la lixiviation de l'azote nitrique et expérimentation en matière de fertilisation azotée et de successions culturales en cultures industrielles légumières » (Deneufbourg *et al.*, 2013) et a été financée par le Service Public de Wallonie (DGO3).

---

<sup>1</sup> Azote Potentiellement Lessivable.

<sup>2</sup> Rapports disponibles sur [www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/grenera\\_rapports\\_activites\\_lysimetres.htm](http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/grenera_rapports_activites_lysimetres.htm).

Une série d'essais ont été menés à l'aplomb des lysimètres afin de tester l'impact d'une réduction des niveaux de fertilisation d'une part et de l'introduction de Cultures Intermédiaires Piège à Nitrate (CIPAN) dans la rotation d'autre part sur les rendements des cultures, le reliquat azoté du sol et la concentration en nitrate dans l'eau qui percole sous la zone racinaire.

Les lysimètres exploités depuis 2003 ont montré leur efficacité pour assurer le suivi de la lixiviation de l'azote nitrique en relation avec les pratiques agricoles (Deneufbourg *et al.*, 2013). Ils récoltent une fraction de la pluviométrie représentative de la quantité d'eau en voie de migration vers les eaux souterraines et permettent d'en faire un suivi qualitatif et quantitatif. Les lysimètres ont également apporté un éclairage sur la relation existant entre l'APL et la qualité de l'eau de percolation qui en résulte ; ils ont ainsi montré que l'indicateur environnemental APL donne une tendance correcte sur la quantité de nitrate qui sera présente l'année suivante dans les eaux de percolation à une profondeur où il ne sera pas récupérable par la culture suivante. Les valeurs mesurées en termes de lixiviation d'azote nitrique montrent la nécessité et la pertinence des normes d'épandage et du code de bonnes pratiques agricoles. Par ailleurs, l'outil lysimétrique a clairement mis en évidence que la qualité des eaux de percolation sous les terres agricoles doit être appréhendée selon une approche globale et intégrée des rotations et successions culturales complètes, en ce compris la fertilisation raisonnée et les CIPAN adaptées à chaque culture présente dans la rotation.

*Nous renvoyons au rapport d'activité final (Deneufbourg et al., 2013)<sup>3</sup> des études précédentes pour l'ensemble des résultats, interprétations et conclusions.*

### 3. Description des sites d'étude

---

Les sites d'étude sont localisés à Waremme (Hesbaye) et à Gembloux. Les lysimètres de Waremme sont installés au sein de trois fermes faisant partie du « Survey Surfaces Agricoles », réseau de 41 exploitations situées sur le territoire wallon et dans lesquelles près de 240 parcelles sont suivies en matière de gestion de l'azote, dans le but d'établir annuellement les références APL (Vandenberghé *et al.*, 2016). Ces parcelles sont également suivies par le CPL Végémar qui contribue notamment à la gestion du périmètre irrigué à partir des eaux usées de l'usine de surgélation et de conditionnement de légumes Hesbaye Frost s.a. Cinq lysimètres ont été implantés dans des parcelles irrigables intégrant des cultures légumières industrielles en rotation avec les grandes cultures classiques et un lysimètre est implanté dans une parcelle non irrigable (Haute Bova) cultivée uniquement de grandes cultures classiques (céréales, betterave, chicorée, pois) avec apport régulier de matière organique.

Les parcelles dans lesquelles sont installés les lysimètres de Waremme sont dénommées selon les noms utilisés par les agriculteurs et le CPL Végémar, soit Grosse Pierre Chemin de Fer, Gros Thier Bovenistier, Haute Bova, PL1, PL3 et Sole 4 (figure 1 et figure 2). Les deux lysimètres suivis à Gembloux sont dénommés Gembloux Ruche et Gembloux Jardin et sont localisés sur le site expérimental de Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège.

Les sols caractéristiques des parcelles dans lesquelles sont installés les lysimètres sont des limons profonds à drainage favorable. Chaque site a été caractérisé d'un point de vue pédologique par un sondage à la tarière, jusqu'à la profondeur de 2m (Fonder *et al.*, 2005).

---

<sup>3</sup> Disponible sur [http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1\\_fichiers/Rap\\_activites/Lysimetre/Rapport\\_final\\_2013.pdf](http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1_fichiers/Rap_activites/Lysimetre/Rapport_final_2013.pdf).

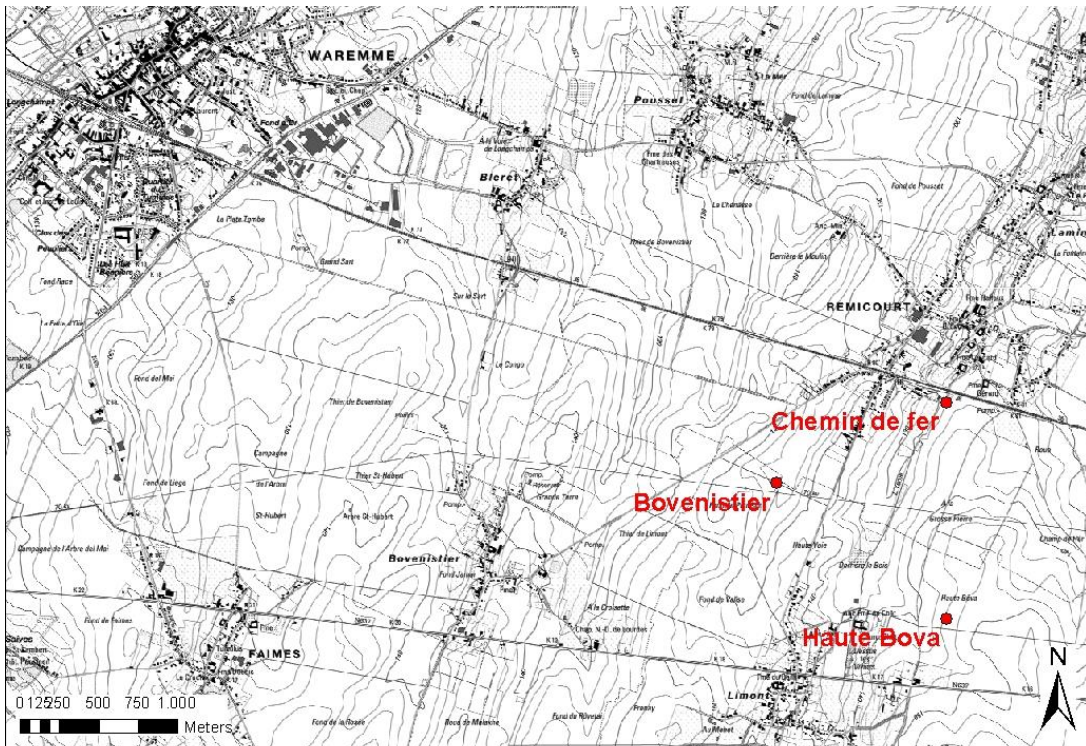


Figure 1. Carte de localisation des lysimètres Grosse Pierre Chemin de Fer, Gros Thier Bovenistier et Haute Bova.

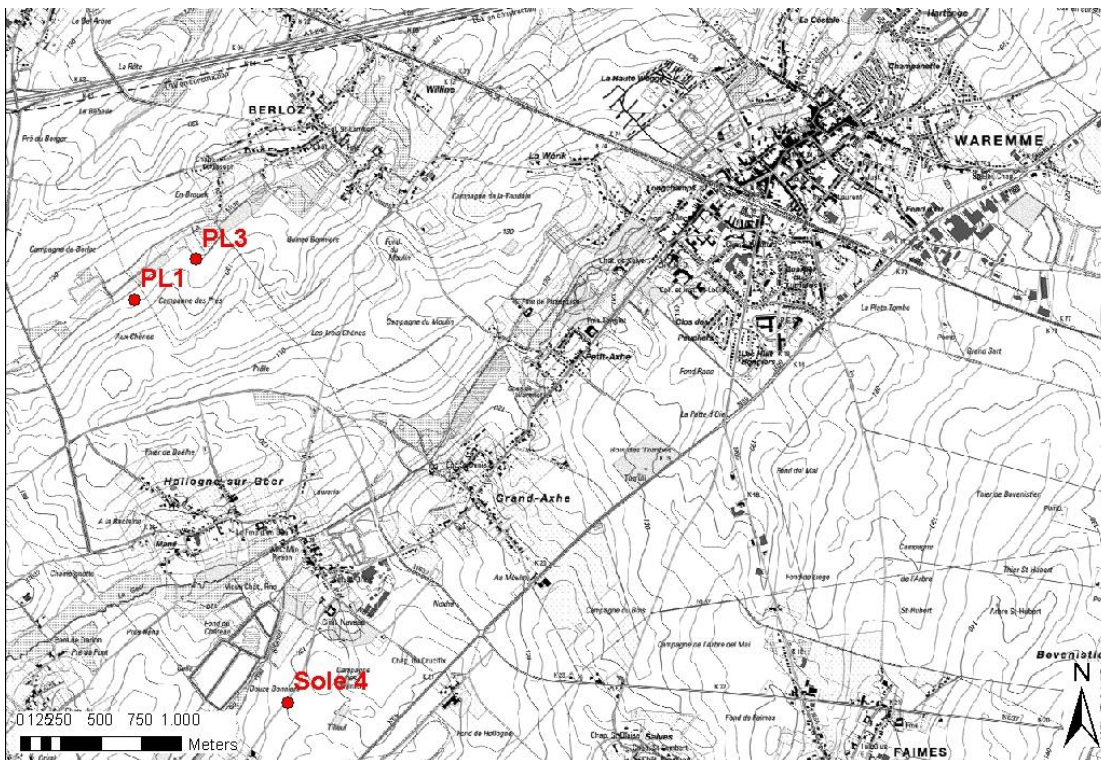


Figure 2. Carte de localisation des lysimètres PL1, PL3 et Sole 4.

## 4. Conditions climatiques

Les données météorologiques (température minimale, température maximale, température moyenne mensuelle et précipitations) mesurées à la station météo d'Uccle-Bruxelles de l'IRM<sup>4</sup> de juillet 2015 à décembre 2016 sont reprises au tableau 1. Le diagramme ombrothermique construit à partir de ces valeurs est présenté à la figure 3.

La température moyenne hivernale a atteint 6,4°C à Uccle. Cette valeur est très anormalement élevée (valeur moyenne normale de 3,6°C). Elle est due principalement à la valeur record de la température en décembre de 9,6°C (normale de 3,9°C), largement au-dessus du précédent record de 1934 (7,5°C). Pour leur part, les températures moyennes de janvier et février n'ont été que légèrement supérieures aux valeurs normales.

A Uccle, il est tombé une quantité de précipitations hivernales anormalement élevée. On y a mesuré un cumul de 301,3 mm (normales de 220,5 mm). La fréquence des précipitations quant à elle fut normale : on a observé 63 jours avec des précipitations (normale de 54,8 j.). Les moyennes régionales des précipitations furent presque toutes supérieures aux normales.

**Tableau 1. Données météorologiques mensuelles aux stations de mesure d'Uccle et de Geer (juillet 2015 – décembre 2016).**

Mois	Uccle - Température moyenne mensuelle (°C)	Uccle Précipitations mensuelles (mm)	Geer – Température moyenne mensuelle (°C)	Geer – Précipitations mensuelles (mm)
juil-15	19,0	35,5	19,4	47,7
août-15	19,4	68,7	19,5	110,1
sept-15	13,5	59,1	13,0	45,9
oct-15	10,2	40,9	9,7	28,4
nov-15	10,1	103,7	9,5	73,6
déc-15	9,6	54,0	9,2	38,1
janv-16	4,8	134,6	4,2	76,9
févr-16	4,5	112,7	4,0	87,8
mars-16	5,3	82,4	4,4	43,1
avr-16	8,5	65,6	8,3	58,8
mai-16	14,2	78,3	14,2	80,7
juin-16	16,0	174,6	16,3	137,4
juil-16	18,3	55,1	18,9	49,6
août-16	18,1	54,1	18,6	37,5
sept-16	17,5	18,3	18,1	11,7
oct-16	9,7	50,7	9,4	44,5
nov-16	6,1	93,2	5,8	55,0
déc-16	4,7	22,7	5,1	14,9

<sup>4</sup> Institut Royal Météorologique. Source des données : <http://www.meteo.be/meteo/view/fr/1124386-Bilan+climatologique+mensuel.html>

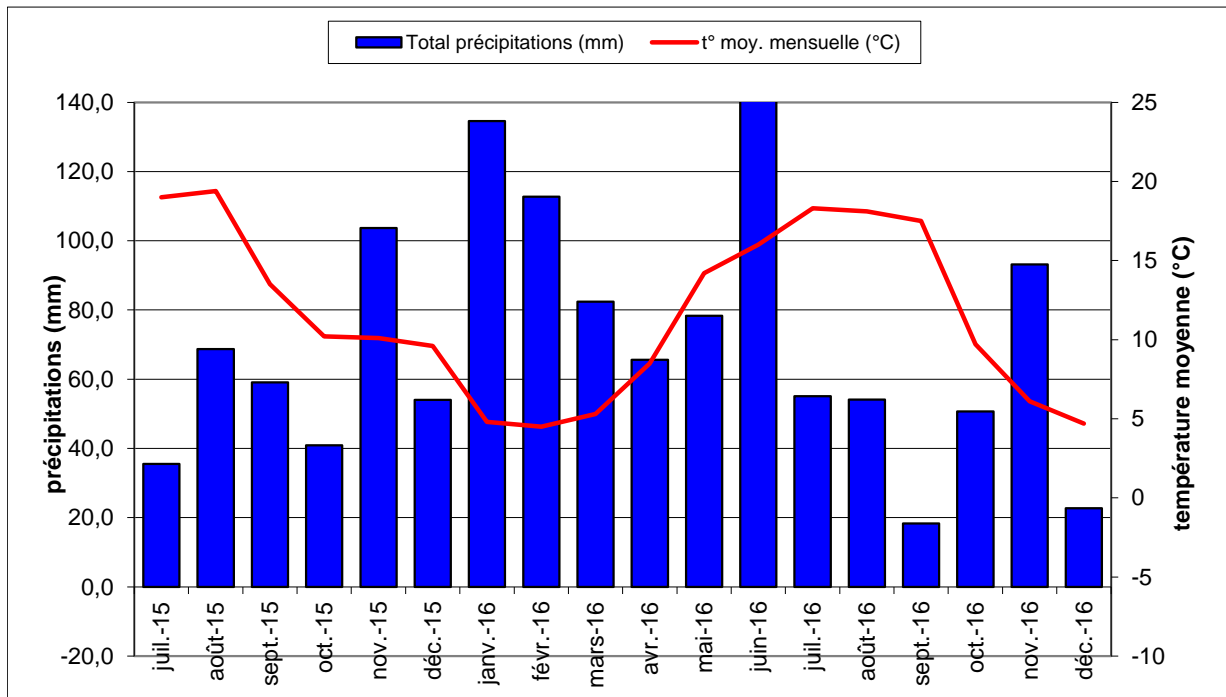


Figure 3. Précipitations et températures moyennes mensuelles (juillet 2015 – décembre 2016) à la station d'Uccle (d'après l'IRM – Institut Royal météorologique).

La figure 4 illustre l'évapotranspiration potentielle et le déficit hydrique ( $P - ETP$ ) calculés à partir des observations réalisées à la station de mesure d'Uccle-Bruxelles de l'IRM<sup>5</sup>. L'évapotranspiration a été calculée à partir de la formule empirique de Thornthwaite (1948) qui ne nécessite que la connaissance de la température moyenne mensuelle. Le graphe du bas de cette même figure illustre la pluviométrie, l'ETP (calculée sur base de relation de Penman) et le déficit hydrique à la station de Geer.

Pour les deux stations, on peut voir qu'on entre dans une phase de déficit hydrique ( $P < ETP$ ) de juillet à septembre 2015. On entame ensuite une phase d'excédent hydrique ( $P > ETP$ ) jusqu'en avril 2016, permettant la reprise de la percolation dans les lysimètres. Le mois de mai 2016 est marqué par un déficit hydrique avant une nouvelle reprise dès juin 2016. Le tarissement des lysimètres est de nouveau observé dès juillet 2016 jusqu'à la reprise de la percolation en octobre 2016 grâce aux pluies automnales.

A Geer, le bilan hydrologique ( $P-ETP$ ) au cours de la période juillet 2015 – juin 2016 affiche un solde positif de 118 mm.

<sup>5</sup> Institut Royal Météorologique. Source des données : <http://www.meteo.be/meteo/view/fr/1124386-Bilan+climatologique+mensuel.html>

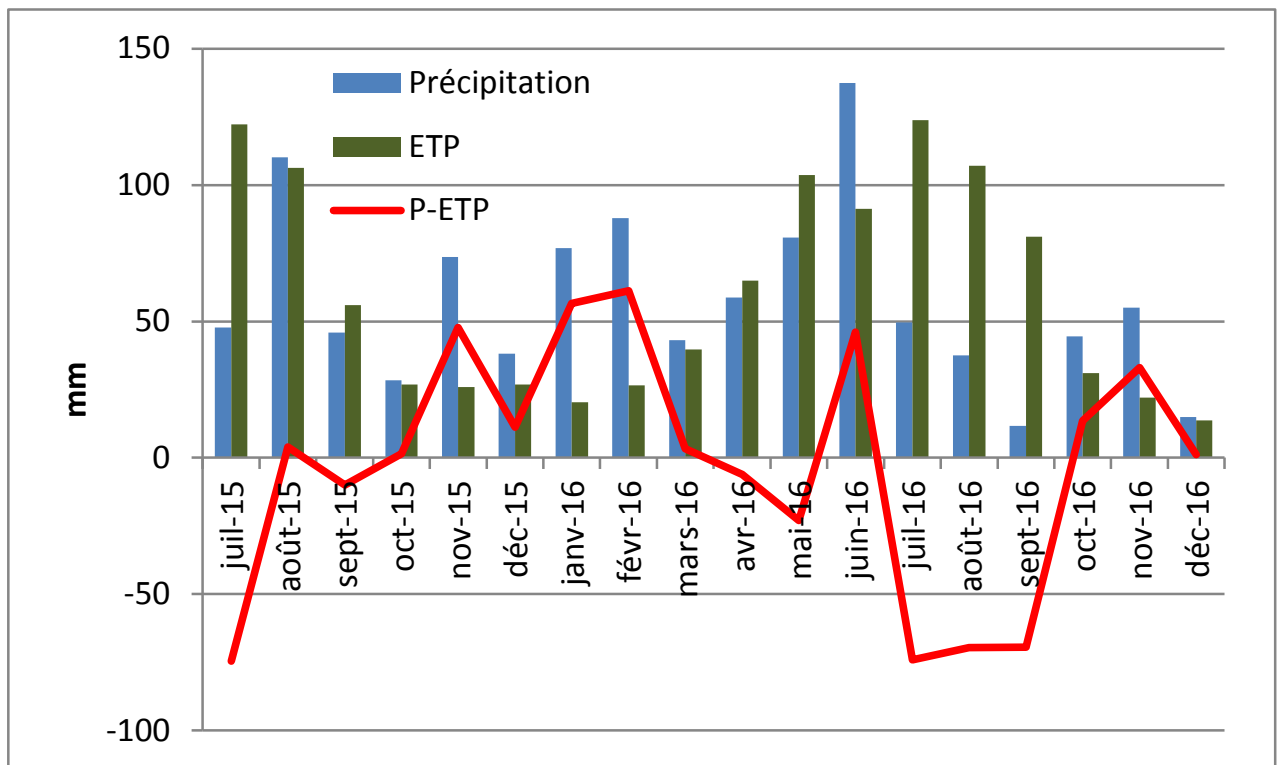
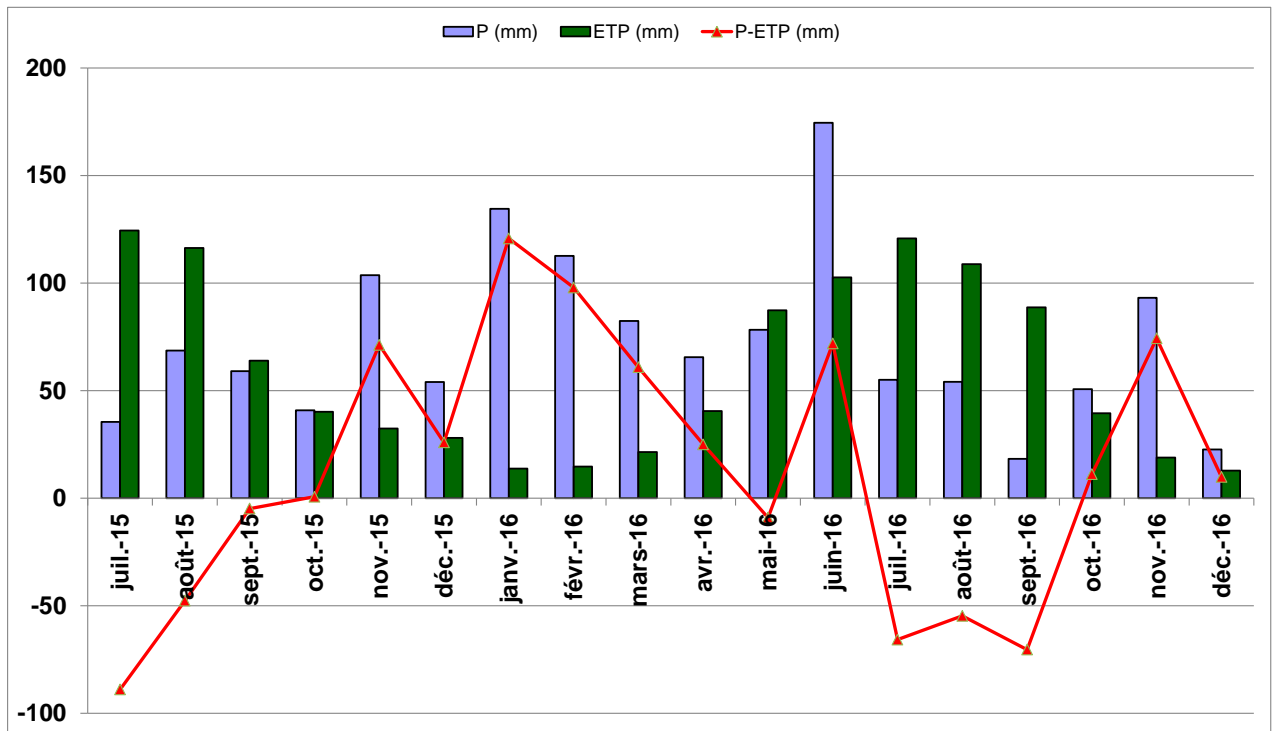


Figure 4. Pluviométrie, évapotranspiration potentielle et déficit hydrique (juillet 2015 – décembre 2016) aux stations de mesure d'Uccle (graphe du haut) et de Geer (graphe du bas).



## 5. Mise à jour des observations dans les eaux de percolation 2015-2016

---

Depuis juin 2013, quatre des six lysimètres implantés à Waremme ainsi que les deux lysimètres de Gembloux ont fait l'objet d'un suivi (bi-)mensuel. Les lysimètres encore suivis à Waremme sont « Grosse Pierre Chemin de fer », « Gros Thier Bovenistier », « Sole 4 » et « Haute Bova ». Les observations réalisées pour la saison de drainage 2015-2016 sont présentés ci-après.

### 5.1. Grosse Pierre Chemin de fer

Ce lysimètre de type remanié a été installé le 4 juillet 2003.

#### 5.1.1. Calendrier cultural

Novembre 2014 : labour

24 avril 2015 : apport de 45 kg N minéral/ha

Début mai 2015 : semis de fèves

Juillet 2015 : semis épinard

15 juillet 2015 : apport de 80 kg N minéral/ha

13 août 2015 : apport de 73 kg N minéral/ha

Novembre 2015 : semis de froment

18 mars 2016 : apport de 59 kg N minéral/ha

13 avril 2016 : apport de 50 kg N minéral/ha

11 mai 2016 : apport de 60 kg N minéral/ha

#### 5.1.2. Synthèse des résultats d'analyse des percolats

Le tableau 2 donne les volumes d'eau récoltés ainsi que les résultats d'analyse des eaux de percolation à l'exutoire du lysimètre « Grosse Pierre Chemin de fer », pour la période entre juillet 2015 et août 2016. Le volume total récolté au cours de cette période est de 117,2 litres, soit 10 % de la pluviométrie mesurée à Uccle durant cette même période de drainage.

L'APL mesuré dans la couche 0-90 cm d'épaisseur de la parcelle au droit de ce lysimètre à l'automne 2015 (tableau 3) montre des valeurs (36 et 112 kg N-NO<sub>3</sub>/ha respectivement en octobre et décembre 2015) 4 à 14 fois supérieures aux teneurs observées à l'automne 2014 (9 et 8 kg N-NO<sub>3</sub>/ha respectivement en octobre et décembre 2014). Ces valeurs élevées de l'automne 2015 sont attribuées à la culture d'épinard précédente (implantée en juillet 2015) et à l'absence d'une culture intermédiaire piège à nitrate (CIPAN) en automne 2015. En effet, la culture d'épinard laisse des reliquats azotés post-récolte élevés car récoltée en période de croissance intense. Ainsi, l'implantation d'une CIPAN aurait permis de réduire l'APL.

La figure 5 résume les analyses et observations réalisées sur la parcelle Grosse Pierre Chemin de Fer, de septembre 2011 à août 2016<sup>6</sup>. Cette figure reprend les volumes d'eau récoltée dans les lysimètres (données cumulées) en parallèle avec le drainage potentiel cumulé (= pluie – évapotranspiration potentielle), les teneurs en nitrate mesurées dans l'eau de percolation ainsi que les profils azotés établis à l'aplomb du lysimètre. Les cultures ainsi que les apports azotés à l'aplomb du lysimètre sont également repris sous le graphique.

La teneur moyenne en nitrate dans l'eau de drainage sur la saison 2015-2016 (26,8 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l) (tableau 2) est inférieure à celle observée la saison précédente (44,0 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l). Vu la dernière concentration mesurée à l'exutoire du lysimètre (août 2016) et l'APL mesuré en décembre 2015, il est vraisemblable que la lixiviation de l'azote nitrique mesuré en décembre soit seulement visible à deux mètres de profondeur à partir de la fin de l'été 2016.

**Tableau 2 : Parcelle Grosse Pierre Chemin de Fer, observations mensuelles des volumes percolés et concentrations en nitrate au cours de la période de drainage 2015-2016.**

Mois	Pluviométrie	Volumes récoltés	Concentration moyenne mensuelle	Quantité d'azote nitrique lixivié
	(mm)	(l) <sup>7</sup>	(mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l)	(kg N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /ha)
Juillet 2015	35,5	0,4		
Août	68,7			
Septembre	59,1			
Octobre	40,9			
Novembre	103,7			
Décembre	54			
Janvier 2016	134,6			
Février	112,7	49,9	33,6	3,8
Mars	82,4	38,2	27,1	2,3
Avril	65,6			
Mai	78,3	1,7	34,5	0,1
Juin	174,6	0,2	64,1	0,0
Juillet	55,1	25,5	9,0	0,5
Août	54,1	1,3	99,8	0,3
<b>DRAINAGE 2015-2016</b>	<b>1119,3</b>	<b>117,2</b>	<b>26,8</b> (*)	<b>7,1</b>

(\*) Moyenne pondérée par les volumes récoltés

**Tableau 3. APL (kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/ha) sur la parcelle Grosse Pierre Chemin de Fer en 2015.**

	26/10/2015	1/12/2015
0-30cm	23	42
30-60cm	8	44
60-90cm	5	26
<b>total</b>	<b>36</b>	<b>112</b>

<sup>6</sup> Pour plus de détails sur les saisons de drainage 2009-2013, nous renvoyons vers le rapport d'activité de Deneufbourg *et al.* (2013) disponible sur [http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1\\_fichiers/Rap\\_activites/Lysimetre/Rapport\\_final\\_2013.pdf](http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1_fichiers/Rap_activites/Lysimetre/Rapport_final_2013.pdf).

<sup>7</sup> Par mètre carré de lysimètre.

**Chemin de Fer**  
Lysimètre remanié  
Installation le 4 juillet 2003

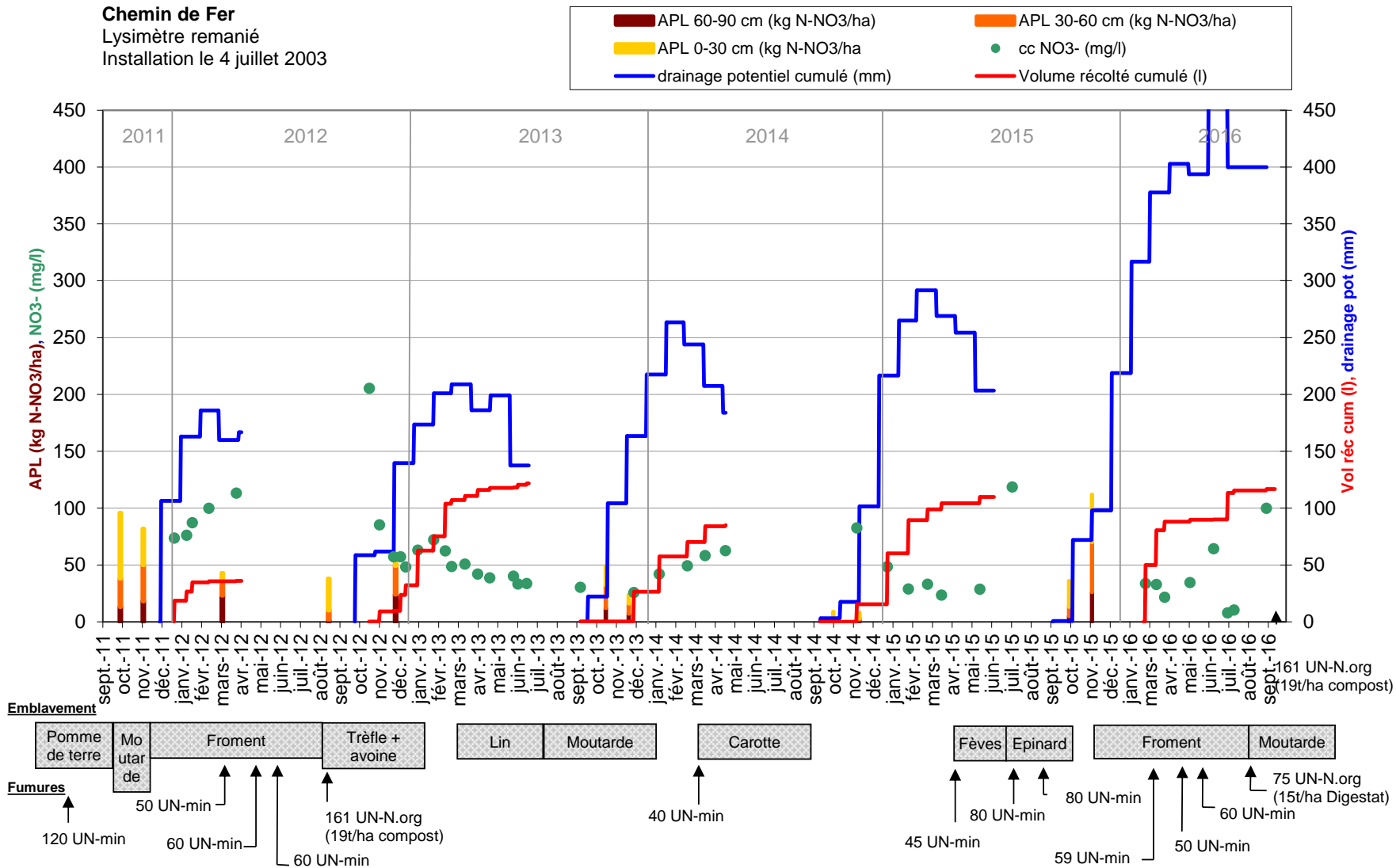


Figure 5. Synthèse des mesures et observations à la parcelle Grosse Pierre Chemin de Fer (2011-2016).

## 5.2. Gros Thier Bovenistier

Ce lysimètre de type non remanié a été installé le 14 août 2003.

### 5.2.1. Calendrier cultural

Novembre 2014 : semis de froment

6 mars 2015 : apport azoté de 60 kg N minéral/ha

24 avril 2015 : apport azoté de 50 kg N minéral/ha

13 mai 2015 : apport azoté de 70 kg N minéral/ha

18 août 2015 : apport de 15 tonnes de digestat (83 kg N minéral/ha)

Fin août 2015 : semis moutarde/phacélie

Décembre 2015 : labour

Mai 2016 semis de fèves

11 mai 2016 : apport de 39 kg N minéral/ha

### 5.2.2. Synthèse des résultats d'analyse des percolats

Un volume total de 142,3 litres (correspondant à 13 % de la pluviométrie totale) a été récolté à l'exutoire de cet ouvrage (tableau 4). La figure 6 synthétise les mesures et observations pour la parcelle « Gros Thier Bovenistier », pour la période de septembre 2011 à juillet 2016<sup>8</sup>. Les concentrations en nitrate des échantillons d'eau récoltée restent encore faibles dans ce lysimètre durant la saison de drainage 2015-2016 (en moyenne 4,7 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l), reflétant les faibles valeurs d'APL observées dans ce lysimètre ces dernières années (27 et 10 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/ha respectivement en octobre et décembre 2015). Cette baisse d'APL s'explique par les cultures emblavées ces dernières années ainsi que par l'implantation de CIPAN à l'interculture (culture de betterave en 2012, carotte en 2013 et froment suivi d'une CIPAN en 2015).

---

<sup>8</sup> Pour plus de détails sur les saisons de drainage 2009-2013, nous renvoyons vers le rapport d'activité de Deneufbourg *et al.* (2013) disponible sur [http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1\\_fichiers/Rap\\_activites/Lysimetre/Rapport\\_final\\_2013.pdf](http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1_fichiers/Rap_activites/Lysimetre/Rapport_final_2013.pdf).

Tableau 4 : Parcelle Gros Thier Bovenistier, observations mensuelles des volumes percolés et concentrations en nitrate au cours de la période de drainage 2015-2016.

Mois	Pluviométrie	Volumes récoltés	Concentration moyenne mensuelle	Quantité d'azote nitrique lixivié
	(mm)	(l)	(mg NO <sub>3</sub> -l)	(kg N-NO <sub>3</sub> /ha)
Juillet 2015	35,5			
Août	68,7			
Septembre	59,1			
Octobre	40,9			
Novembre	103,7			
Décembre	54			
Janvier 2016	134,6			
Février	112,7	33,4	4,4	0,3
Mars	82,4	34,9	1,1	0,1
Avril	65,6			
Mai	78,3	5,8	10,4	0,1
Juin	174,6	45,4	4,1	0,4
Juillet		22,8	10,8	0,6
<b>DRAINAGE 2015-2016</b>	<b>1065,2</b>	<b>142,3</b>	<b>4,7<sup>(*)</sup></b>	<b>1,5</b>

(\*) Moyenne pondérée par les volumes récoltés

Tableau 5. APL (kg N-NO<sub>3</sub>/ha) sur la parcelle Gros Thier Bovenistier en 2015.

	26/10/2015	7/12/2015
0-30cm	11	6
30-60cm	12	3
60-90cm	4	1
<b>total</b>	<b>27</b>	<b>10</b>

**Gros Thier Bovenistier**  
 Lysimètre non-remanié  
 Installation le 14 août  
 2003

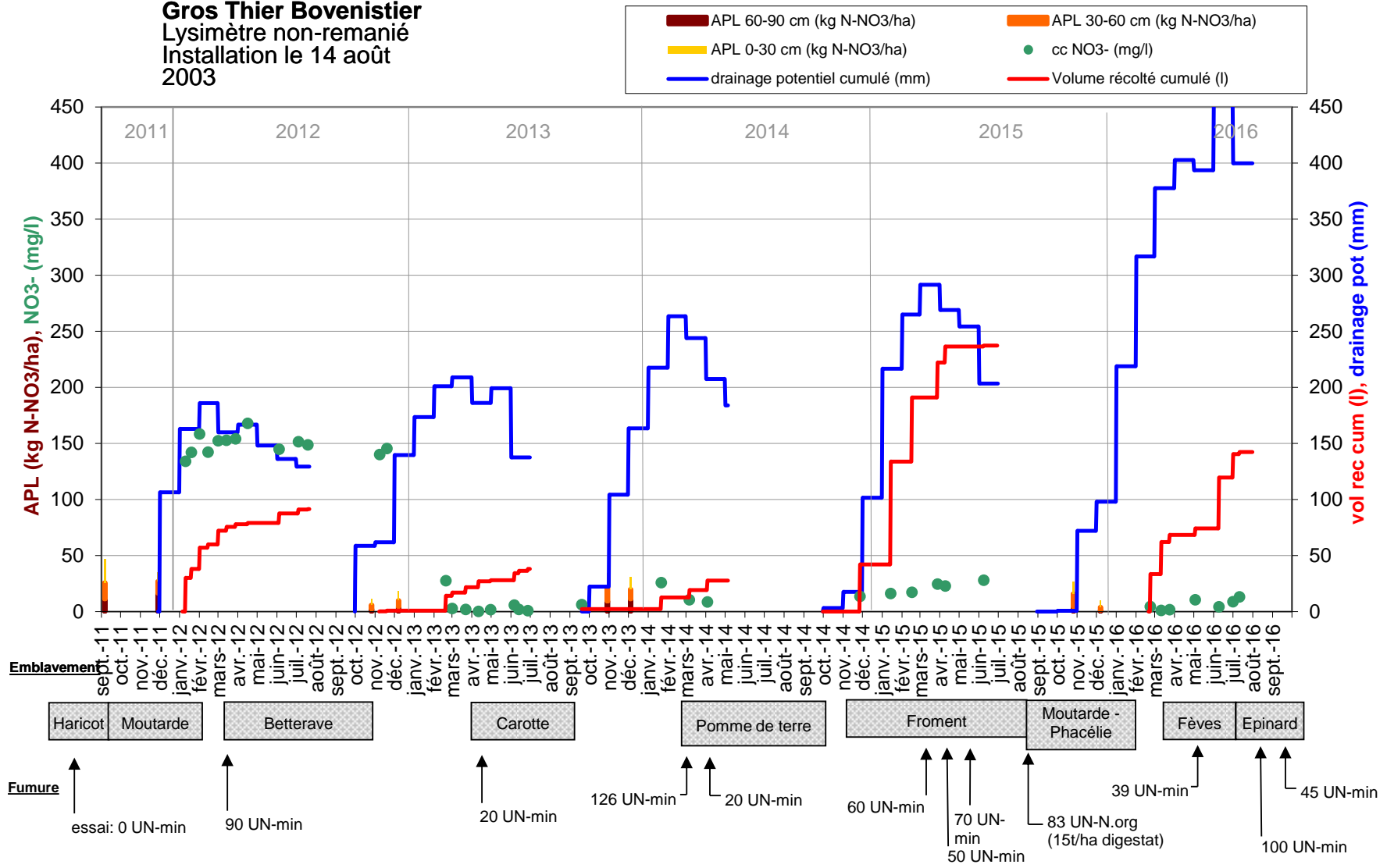


Figure 6. Synthèse des mesures et observations à la parcelle Gros Thier Bovenistier (2011-2016).

### 5.3. Sole 4

Ce lysimètre de type remanié a été installé en date du 8 août 2003.

#### 5.3.1. Calendrier cultural

Novembre 2014 : récolte de maïs + labour

Avril 2015 : plantation de pomme de terre

25 avril 2015 : apport azoté de 170 kg N minéral/ha

Novembre 2015 : semis de froment

20 mars 2016 : apport de 48 kg N minéral/ha

20 avril 2016 : apport de 55 kg N minéral/ha

10 mai 2016 : apport de 82 kg N minéral/ha

#### 5.3.2. Synthèse des résultats d'analyse des percolats

Dans ce lysimètre « Sole 4 », la saison de drainage 2015-2016 (tableau 6) n'a permis la récolte que de 63,4 litres de percolat, soit 7 % de la pluviométrie totale au cours de la même période. Cette faible quantité d'eau récoltée est à attribuer vraisemblablement à la culture de froment implantée à l'aplomb du lysimètre, qui requiert des quantités importantes d'eau durant sa période de croissance. La figure 7 synthétise les mesures et observations pour la parcelle « Sole 4 », pour la période de septembre 2011 à juillet 2016<sup>9</sup>.

L'APL élevé observé lors de la saison de drainage 2012-2013 (281 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/ha) s'est entièrement résorbé (34 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/ha en décembre 2014). Néanmoins, la concentration en nitrate observée dans les eaux récoltées à la base du lysimètre reste encore très élevée (en moyenne 547,0 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l) en 2015-2016. Il s'agit des concentrations en nitrate les plus élevées notées depuis 2011. Nous continuons donc d'observer l'effet défavorable sur la qualité de l'eau (> à la limite de 50 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l) des cultures particulières (pépinière d'arbres fruitiers) implantées en 2012-2013, qui ont conduit à un APL élevé dans le sol à l'automne 2013.

L'APL observé à l'automne 2015 (78 kg et 61 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/ha) est environ deux fois supérieur à celui observé à l'automne 2014. Cette augmentation est à attribuer à la culture de pomme de terre implantée au printemps 2015 et qui a tendance à laisser des reliquats azotés importants dans le sol. L'effet défavorable de l'APL sur la qualité de l'eau (> à la limite de 50 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l) récoltée à l'exutoire de ce lysimètre devrait vraisemblablement encore perdurer les prochaines années.

---

<sup>9</sup> Pour plus de détails sur les saisons de drainage 2009-2013, nous renvoyons vers le rapport d'activité de Deneufbourg *et al.* (2013) disponible sur [http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1\\_fichiers/Rap\\_activites/Lysimetre/Rapport\\_final\\_2013.pdf](http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1_fichiers/Rap_activites/Lysimetre/Rapport_final_2013.pdf).

**Tableau 6 : Parcelle Sole 4, observations mensuelles des volumes percolés et concentrations en nitrate au cours de la période de drainage 2015-2016.**

Mois	Pluviométrie	Volumes récoltés	Concentration moyenne mensuelle	Quantité d'azote nitrique lixivié
	(mm)	(l)	(mg NO <sub>3</sub> -l)	(kg N-NO <sub>3</sub> /ha)
Juillet 2015	35,5			
Août	68,7			
Septembre	59,1			
Octobre	40,9			
Novembre	103,7			
Décembre	54			
Janvier 2016	134,6			
Février	112,7	20,4	576,0	26,5
Mars	82,4	31,3	421,0	29,7
Avril	65,6			
Mai	78,3	3,6	370,8	3,0
Juin	174,6	0,1	587,5	0,1
Juillet	55,1	6,0	318,4	4,3
<b>DRAINAGE 2015-2016</b>	<b>1065,2</b>	<b>63,4</b>	<b>453,9<sup>(*)</sup></b>	<b>65,1</b>

(\*) Moyenne pondérée par les volumes d'eau récoltés

**Tableau 7. APL (kg N-NO<sub>3</sub>/ha) sur la parcelle Sole 4 en 2015.**

	26/10/2015	1/12/2015
0-30cm	41	14
30-60cm	23	29
60-90cm	14	18
<b>total</b>	<b>78</b>	<b>61</b>



**Sole 4**  
Lysimètre remanié  
Installation le 8 août 2003

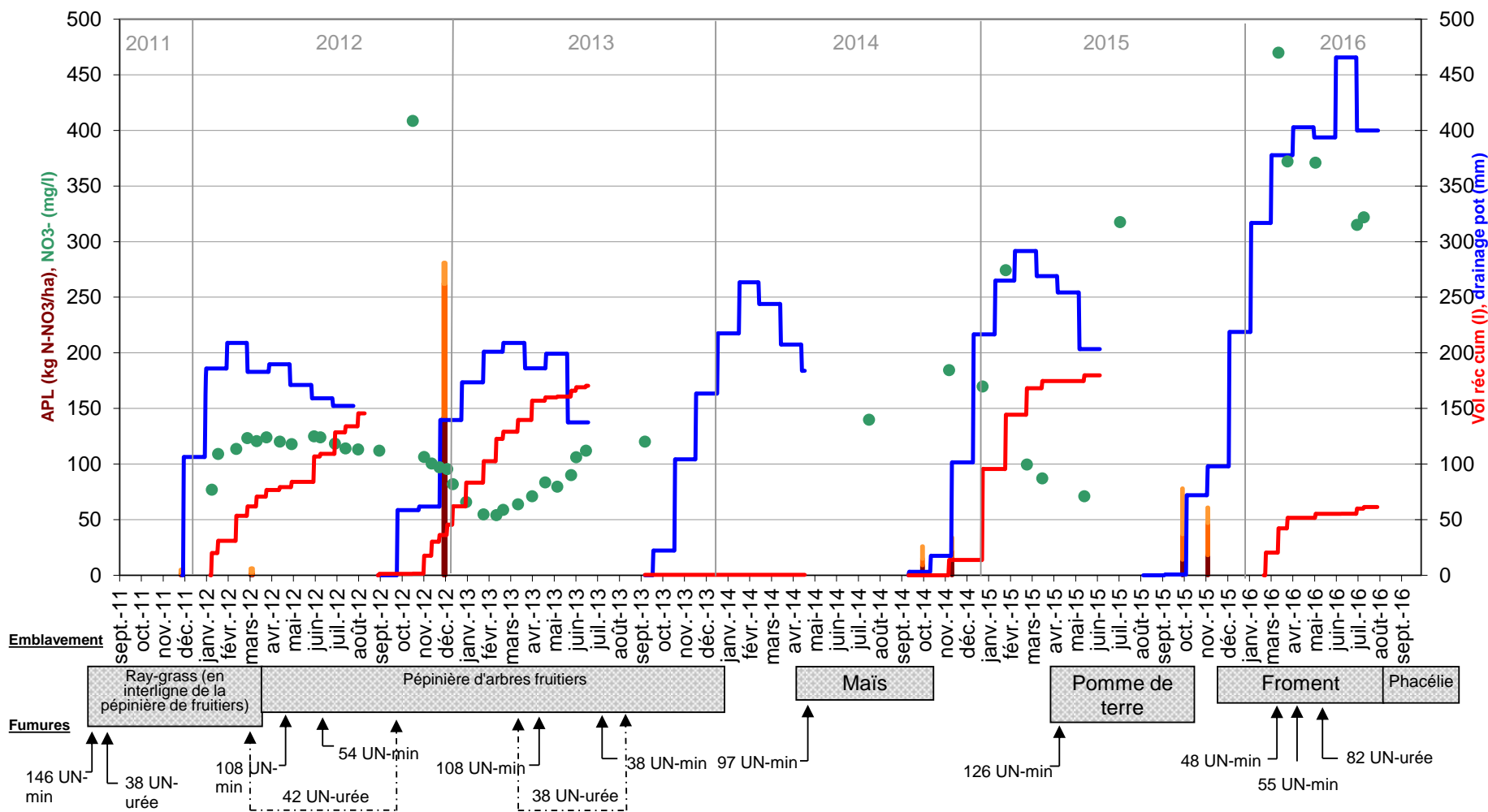
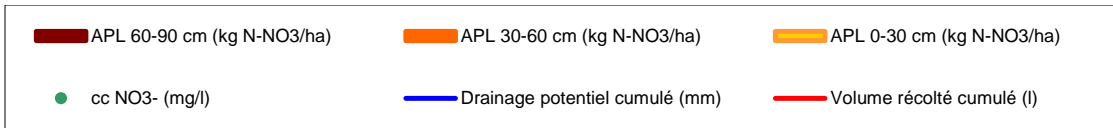


Figure 7. Synthèse des mesures et observations à la parcelle Sole 4 (2011-2016).

## 5.4. Haute Bova

Ce lysimètre de type remanié a été le dernier installé. Initialement positionné dans une parcelle située à proximité, il a été déplacé en août 2009.

### 5.4.1. Calendrier cultural

Novembre 2014 : semis de froment

11 mars 2015 : apport de 55 kg N minéral/ha

8 avril 2015 : apport de 55 kg N minéral/ha

11 mai 2015 : apport de 80 kg N minéral/ha

18 août 2015 : apport de 15 tonnes de boues (100 kg N minéral/ha)

Fin août 2015 : semis CIPAN (moutarde)

Mi-février 2016 : destruction de la CIPAN

Mai 2016 : plantation de pomme de terre (plants)

### 5.4.2. Synthèse des résultats d'analyse des percolats

Un volume de 250,8 litres d'eau a été récolté au cours de la saison de drainage 2015-2016 (tableau 8), soit 22 % de la pluviométrie totale au cours de la même période. La figure 8 synthétise les mesures et observations pour la parcelle « Haute Bova », pour la période de septembre 2011 à août 2016.

Malgré le semis d'une CIPAN (moutarde) après un froment (semé en novembre 2014), nous observons une valeur élevée de l'APL au début de l'automne 2015 (142 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/ha en octobre; tableau 9) par rapport à l'automne 2014 (après récolte de betterave, 16 et 13 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/ha respectivement en octobre et décembre). Le développement de la CIPAN au cours de l'automne 2015 a néanmoins permis de 'rabattre' l'APL a un niveau plus conforme (43 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/ha).

En 2015-2016, on observe un retour à la hausse (en moyenne 90.9 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l) des concentrations en nitrate dans l'eau de percolation par rapport à la saison 2014-2015 (moyenne de 21,1 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l). Cette hausse serait due à l'augmentation sensible de l'APL en début d'automne 2015 et à la reprise de lixiviation en début d'été 2016 suite à l'importante pluviométrie observées fin de printemps 2016.

**Tableau 8 : Parcelle Haute Bova, observations mensuelles des volumes percolés et concentrations en nitrate au cours de la période de drainage 2015-2016.**

Mois	Pluviométrie	Volumes récoltés	Concentration moyenne mensuelle	Quantité d'azote nitrique lixivié
	(mm)	(l)	(mg NO <sub>3</sub> -/l)	(kg N-NO <sub>3</sub> /ha)
Juillet 2015	35,5	0,3	52,2	0,04
Août	68,7			
Septembre	59,1			
Octobre	40,9			
Novembre	103,7			
Décembre	54			
Janvier 2016	134,6			
Février	112,7	35,8	16,4	1,3
Mars	82,4	53,3	30,7	3,7
Avril	65,6			
Mai	78,3	7,6	48,7	0,8
Juin	174,6	90,4	109,0	22,3
Juillet	55,1	53,5	160,7	19,4
Août	54,1	9,9	182,3	4,1
<b>DRAINAGE 2015-2016</b>	<b>1119,3</b>	<b>250,8</b>	<b>90,9<sup>(*)</sup></b>	<b>51,6</b>

(\*) Moyenne pondérée par les volumes d'eau récoltés

**Tableau 9. APL (kg N-NO<sub>3</sub>/ha) sur la parcelle Haute Bova en 2015.**

	20/10/2015	1/12/2015
0-30cm	81	9
30-60cm	46	19
60-90cm	15	15
<b>total</b>	<b>142</b>	<b>43</b>

**Haute Bova**  
Lysimètre remanié  
Installation le 13 août 2009

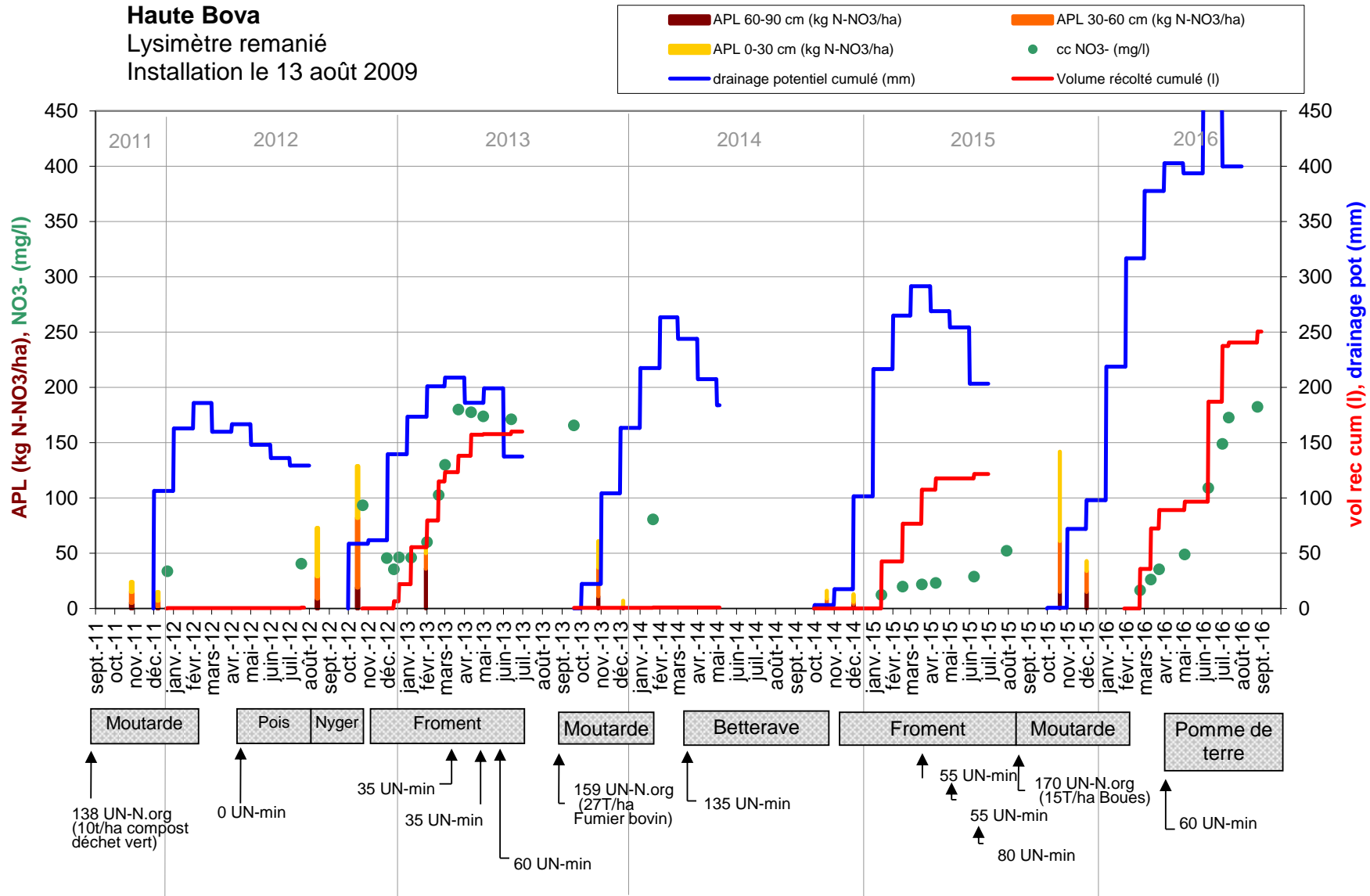


Figure 8. Synthèse des mesures et observations à la parcelle Haute Bova (2011-2016).

## 5.5. Site de Gembloux

Les lysimètres de Gembloux sont installés depuis 25 ans sur le site de Gembloux Agro-Bio Tech-Université de Liège. Ces lysimètres, contrairement à ceux positionnés en plein champ dans la région de Waremme, sont « fermés » ; c'est-à-dire qu'aucun écoulement latéral (hors de l'enceinte du lysimètre) n'est possible.

### 5.5.1. Calendrier cultural

La prairie a été fauchée trois fois ; le produit de la fauche a été exporté. Il n'y a pas eu d'apport d'azote en 2015.

### 5.5.2. Analyse des percolats

#### A) Gembloux Ruche

La saison de drainage 2015-2016 a permis de récolter dans ce lysimètre un volume de 277,8 litres pour 3,14 m<sup>2</sup>, soit 8 % de la pluviométrie totale lors de la même période (tableau 10). Au cours de l'hiver-printemps 2016, la concentration en nitrate dans l'eau est restée assez stable (entre 51 et 74 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l) et en baisse par rapport à la saison 2014-2015 (moyenne de 136,5 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l). L'effet de la culture de haricot emblavée en juin 2013 (figure 9), qui avait entraîné des concentrations en nitrate relativement élevées dans les eaux de percolation de ce lysimètre (en moyenne plus de 100 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l lors des saisons 2013-2014 et 2014-2015) tend donc à se résorber.

**Tableau 10 : Lysimètre de Gembloux Ruche, observations mensuelles des volumes percolés et concentrations en nitrate au cours de la période de drainage 2015-2016.**

Mois	Pluviométrie (mm)	Volumes récoltés (l)	Concentration moyenne mensuelle (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l)	Quantité d'azote nitrique lixivié (kg N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /ha)
Juillet 2015	35,5			
Août	68,7			
Septembre	59,1			
Octobre	40,9			
Novembre	103,7			
Décembre	54			
Janvier 2016	134,6			
Février	112,7	30,5	72,4	1,6
Mars	82,4	67,9	58,9	2,9
Avril	65,6			
Mai	78,3	23,4	51,1	0,9
Juin	174,6	53,7	59,4	2,3
Juillet	55,1	80,8	65,8	3,8
Août	54,1	21,5	73,7	1,1
<b>DRAINAGE 2015-2016</b>	<b>1119,3</b>	<b>277,8</b>	<b>62,9<sup>(*)</sup></b>	<b>12,6</b>

(\*) Moyenne pondérée par les volumes d'eau récoltés

B) Gembloux Jardin

La quantité d'eau récoltée dans ce lysimètre est de 298,0 litres pour 3,14 m<sup>2</sup>, soit 9 % de la pluviométrie totale. Comme pour Gembloux Ruche, les concentrations en nitrate dans l'eau de percolation montrent une tendance à la baisse mais restent encore supérieures à la limite de 50 mg NO<sub>3</sub>/l, pour une moyenne de 63,3 mg NO<sub>3</sub>/l sur l'entièreté de la saison de drainage 2015-2016.

**Tableau 11 : Lysimètre de Gembloux Jardin, observations mensuelles des volumes percolés et concentrations en nitrate au cours de la période de drainage 2015-2016.**

Mois	Pluviométrie	Volumes récoltés	Concentration moyenne mensuelle	Quantité d'azote nitrique lixivié
	(mm)	(l)	(mg NO <sub>3</sub> -/l)	(kg N-NO <sub>3</sub> /ha)
Juillet 2015	35,5			
Août	68,7			
Septembre	59,1			
Octobre	40,9			
Novembre	103,7			
Décembre	54			
Janvier 2016	134,6			
Février	112,7	20,3	72,4	1,1
Mars	82,4	49,9	60,2	2,2
Avril	65,6			
Mai	78,3	45,2	55,5	1,8
Juin	174,6	53,9	65,5	2,5
Juillet	55,1	108,2	66,0	5,1
Août	54,1	20,6	64,1	1,0
<b>DRAINAGE 2015-2016</b>	<b>1119,3</b>	<b>298,0</b>	<b>63,3<sup>(*)</sup></b>	<b>13,6</b>

(\*) Moyenne pondérée par les volumes d'eau récoltés

Aucune observation APL n'a été réalisée dans ces lysimètres, de manière à ne pas créer des voies d'écoulement préférentiel.



## 6. Conclusions et perspectives

---

Depuis 2003, GRENeRA suit la percolation du nitrate à deux mètres de profondeur, en conditions de plein champ dans quatre parcelles limoneuses situées dans la région de Waremme.

L'analyse du nitrate dans les eaux de percolation combinée à l'observation du reliquat azoté dans le sol et au suivi des cultures, intercultures et fertilisation azotée, permet d'évaluer l'impact des pratiques culturales sur la qualité de l'eau.

L'analyse et l'interprétation des résultats de la saison de drainage 2015-2016, faisant l'objet de ce dossier, a permis de confirmer les tendances observées depuis le début de l'étude (Deneufbourg *et al.*, 2013) ainsi que lors de l'épisode de drainage précédent (Bah *et al.*, 2015). Notamment :

- la bonne qualité de l'indicateur environnemental APL : la teneur moyenne en nitrate dans l'eau de percolation est du même ordre de grandeur que l'APL avec un décalage de 6 à 18 mois en fonction de conditions de la parcelle (culture en place, pluviométrie) ;
- l'implantation d'une pépinière d'arbres fruitiers a eu pour conséquence des APL particulièrement élevés. Le semis d'un ray-grass dans les interlignes des arbres fruitiers permet de maintenir les APL à des niveaux beaucoup plus faibles et par conséquent de limiter la pollution de l'eau de percolation par le nitrate. Par la suite, la destruction du ray-grass dans les interlignes s'est marquée par la détérioration de la qualité de l'eau de percolation ;
- les successions classiques betterave – céréale – CIPAN (correctement gérées au niveau de la fertilisation azotée) permettent d'obtenir des eaux de percolation faiblement chargées en nitrate.

Par ailleurs, les conditions climatiques du printemps 2016 (pluviométrie importante) ont mis en évidence au travers des lysimètres, l'importance de la culture sur les flux d'azote : une culture installée avant l'hiver et bien développée en juin (telle qu'une céréale) a limité les flux consécutifs à cet épisode pluvieux. A l'inverse, une culture installée et fertilisée au printemps (en l'occurrence, de la pomme de terre) n'était sans doute pas suffisamment développée que pour suffisamment consommer cet excès d'eau. Dans ce lysimètre, après cet épisode de pluie, les flux (eau et nitrate) ont été plus importants que ceux observés à la fin de l'hiver.



## 7. Bibliographie

---

Bah B., Vandenberghe C., Bachelart F., Colinet G. 2015. *Suivi lysimétrique de l'azote nitrique dans le cadre du Programme de Gestion Durable de l'Azote (PGDA) en Agriculture*. Dossier GRENeRA **15-04**. 26p. In Vandenberghe C.<sup>10</sup>, De Toffoli M.<sup>11</sup>, Imbrecht O.<sup>2</sup>, Bachelart F.<sup>1</sup>, Bah B.<sup>1</sup>, Lambert R.<sup>2</sup>, Colinet G.<sup>1</sup>, 2015. *Programme de gestion durable de l'azote en agriculture wallonne – Rapport d'activités annuel intermédiaire 2015 des membres scientifiques de la Structure d'encadrement Nitrawal*. Université catholique de Louvain et Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech, 24 p. + annexes.

Cellule Etat de l'Environnement Wallon (2007). Rapport analytique sur l'état de l'environnement wallon 2006-2007. Namur : MRW - DGRNE. 736 pp.

Deneufbourg M., Vandenberghe C., Heens B., Marcoen J.M. (2013) Suivi lysimétrique de la lixiviation de l'azote nitrique et expérimentation en matière de fertilisation azotée et de successions culturales en cultures industrielles légumières. Rapport final, juin 2013. Convention Service Public de Wallonie n° 3523/4. Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech. 125p. + annexes<sup>12</sup>.

Fonder N., Vandenberghe C., Xanthoulis D., Marcoen J.M. (2005). Suivi lysimétrique de la lixiviation de l'azote nitrique dans le cadre du Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture. Rapport final. Convention Région wallonne DGA n°3523/1. Période du 1er mars 2003 au 28 février 2005. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux. Belgique. 106p.

Goss M.J., Ehlers W., Unc A. (2010). The role of lysimeters in the development of our understanding of processes in the vadose zone relevant to contamination of groundwater aquifers. *Physics and Chemistry of the Earth*, 35 (15-18), 913-926.

Muller J-C. (1996). Trente ans de lysimétrie en France (1960-1990). *INRA Editions*. 390 p.

Thornthwaite C.W. (1948). An approach towards a rational classification of climate. *Geogr. Rev.* 38, 55-94.

Vandenberghe C., Detoffoli M., Bachelart F., Imbrecht O., Colinet G. 2016. *Survey surfaces agricoles. Etablissement des références APL 2016*. Dossier GRENeRA **16-02**. 26p. 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 Nitrawal*. Université catholique de Louvain et Université de Liège Gembloux Agro-Bio Tech, 20p. + annexes.

---

<sup>10</sup> ULg Gembloux Agro-Bio Tech

<sup>11</sup> UCL Earth and Life Institute

<sup>12</sup> Disponible sur

[http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1\\_fichiers/Rap\\_activites/Lysimetre/Rapport\\_final\\_2013.pdf](http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1_fichiers/Rap_activites/Lysimetre/Rapport_final_2013.pdf).