

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. 2014. *Suivi lysimétrique de l'azote nitrique dans le cadre du Programme de Gestion Durable de l'Azote (PGDA) en Agriculture. Dossier GRENeRA 14-04.* 25p. In Vandenberghe C., De Toffoli M., Bah B., Imbrecht O., Bachelart F., Lambert R., Colinet G., 2014. *Programme de gestion durable de l'azote en agriculture wallonne – Rapport d'activités annuel intermédiaire 2014 des membres scientifiques de la Structure d'encadrement Nitrawal.* Université catholique de Louvain et Université de Liège Gembloux Agro-Bio Tech, 65p. + annexes.

Table des matières

1. INTRODUCTION.....	3
2. CONTEXTE	3
3. DESCRIPTION DES SITES D'ÉTUDE	4
4. CONDITIONS CLIMATIQUES	6
5. MISE À JOUR DES OBSERVATIONS DANS LES EAUX DE PERCOLATION 2013-2014 9	
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
6. CONCLUSIONS	24
7. BIBLIOGRAPHIE.....	25

1. Introduction

Depuis le milieu des années 1970, la concentration en nitrate dans les eaux souterraines a significativement augmenté en région wallonne (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 région wallonne 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'observations 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 vadose 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 (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 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 et des valeurs des APL¹ de référence (Vandenberghé *et al.*, 2013) définies dans le 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)². 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).

¹ Azote Potentiellement Lessivable.

² Rapports disponibles sur 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 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)³ 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 34 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 valeurs d'APL de référence (Vandenberghe *et al.*, 2013). Ces parcelles sont également suivies par le CPL Végémar qui contribue notamment à la gestion du périmètre irrigué utilisant les 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) 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).

³ Disponible sur http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1_fichiers/Rap_activites/Lysimetre/Rapport_final_2013.pdf.

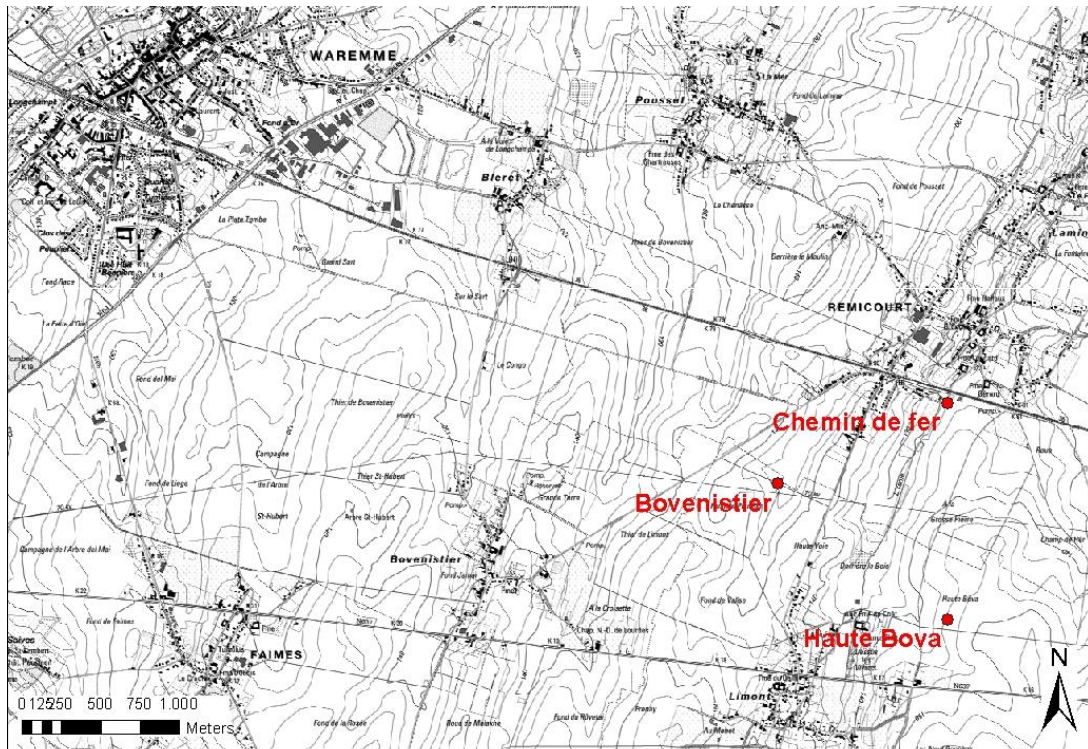


Figure 1. Carte de localisation des lysimètres Grosse Pierre Chemin de Fer, Gros Thier Bovenistier et Haute Bova

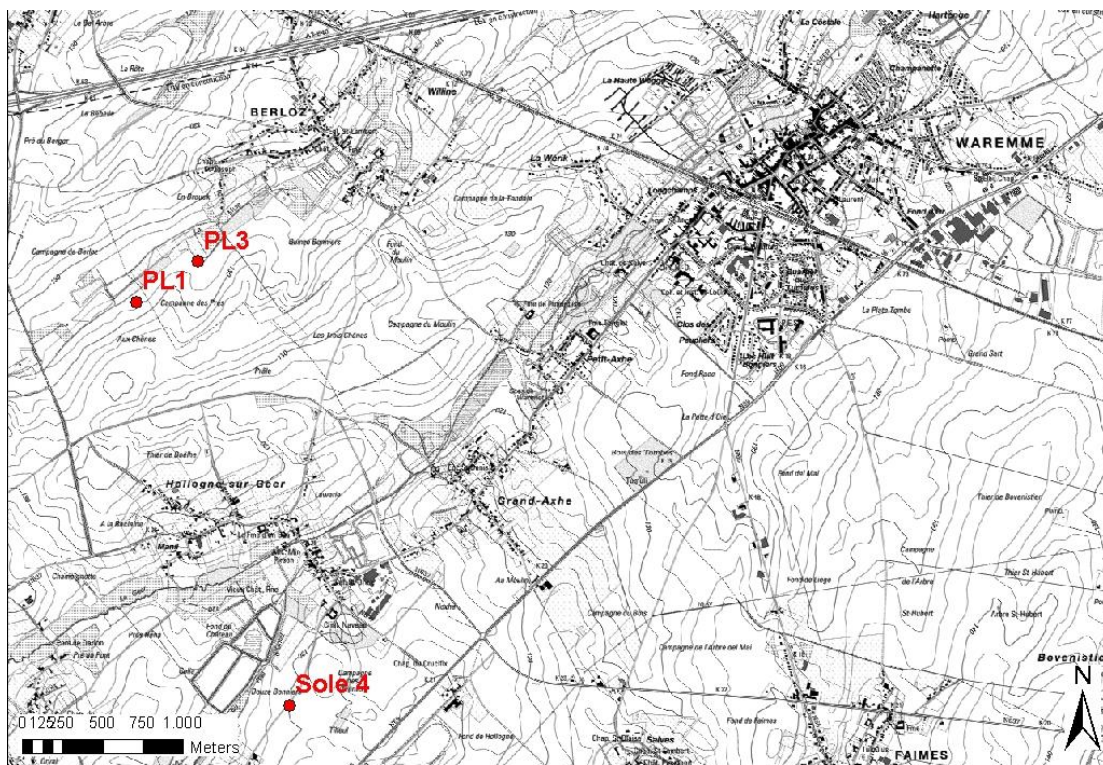


Figure 2. Carte de localisation des lysimètres PL1, PL3 et Sole 4

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'IRM⁴ de juillet 2013 à novembre 2014 sont reprises dans le tableau 1. Le diagramme ombrothermique construit à partir de ces valeurs est présenté dans la figure 3.

L'hiver 2013 – 2014 fut caractérisé par un temps souvent très doux pour la saison. La température moyenne de cet hiver atteint la valeur exceptionnellement élevée de 6,3°C. La quantité hivernale de précipitations et le nombre de jours de précipitations ont été normaux. On a enregistré à Uccle 213,4 mm au pluviomètre répartis sur 60 jours de précipitations, les valeurs normales étant respectivement de 220,5 mm et de 54,8 jours. La douceur est aussi à l'origine d'une quasi-absence de précipitations neigeuses à Uccle.

La douceur de l'hiver a perduré durant le printemps 2014. Les pluies ont été peu fréquentes et peu abondantes. Ce printemps a été peu arrosé (moyenne de 92,2 mm de précipitations) et moins pluvieux (34 jours).

Tableau 1. Données météorologiques mensuelles à la station de mesure d'Uccle (juillet 2013 – nov 2014)

Mois	t° min (°C)	t° max (°C)	t° moyenne mensuelle (°C)	P (mm)
juil-13	15,4	24,9	20,2	65,6
août-13	14,1	23,3	18,6	48,3
sept-13	10,3	19	14,8	58,1
oct-13	9,5	16,3	12,8	77,5
nov-13	3,8	8,7	6,4	102,6
déc-13	3,6	8,6	6,1	77,1
janv-14	3,6	8,6	6,1	70,1
févr-14	4,1	9,4	6,6	66,2
mars-14	4,6	14,1	9,3	18
avr-14	7,7	16,9	12,4	20,1
mai-14	9,3	17,7	13,5	54,1
juin-14	12,1	21	16,5	95
juil-14	15,5	23,4	19,3	117,2
août-14	12,7	20,1	16,2	136
sept-14	12,2	20,7	16,5	15,1
oct-14	10,8	17,0	13,6	58,1
nov-14	6,2	11,6	8,8	40,5

⁴ Institut Royal Météorologique.

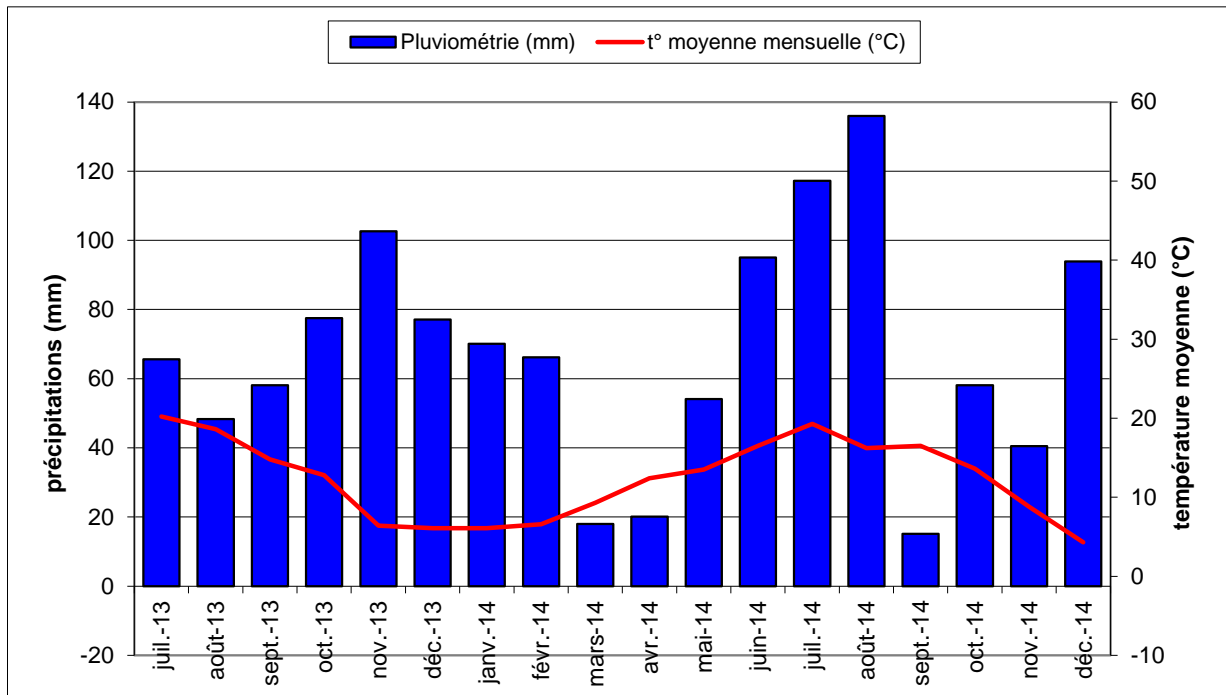


Figure 3. Précipitations et températures moyennes mensuelles (juillet 2013 – novembre 2014) à la station d'Uccle

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. 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.

On peut voir que globalement de juillet à septembre 2013, on entre dans une phase de déficit hydrique ($P < ETP$). A partir de octobre 2013, on entre dans une phase d'excès hydrique ($P > ETP$) jusqu'en février 2014, permettant la reprise de la percolation dans les lysimètres. Dès mars 2014 on entre de nouveau dans une période de déficit hydrique, entraînant leur tarissement dès le mois d'avril. Seules les pluies abondantes du mois d'août ont permis de repasser en bilan hydrique ($P - ETP$) légèrement positif, insuffisant cependant pour causer une reprise de la percolation. Un déficit hydrique important a été observé au mois de septembre ; ceci explique que les lysimètres sont restés à sec durant ce mois. Il a fallu attendre fin novembre 2014 pour assister à la reprise de la percolation à l'exutoire des lysimètres, suite au passage à un bilan hydrique positif au mois d'octobre et novembre.

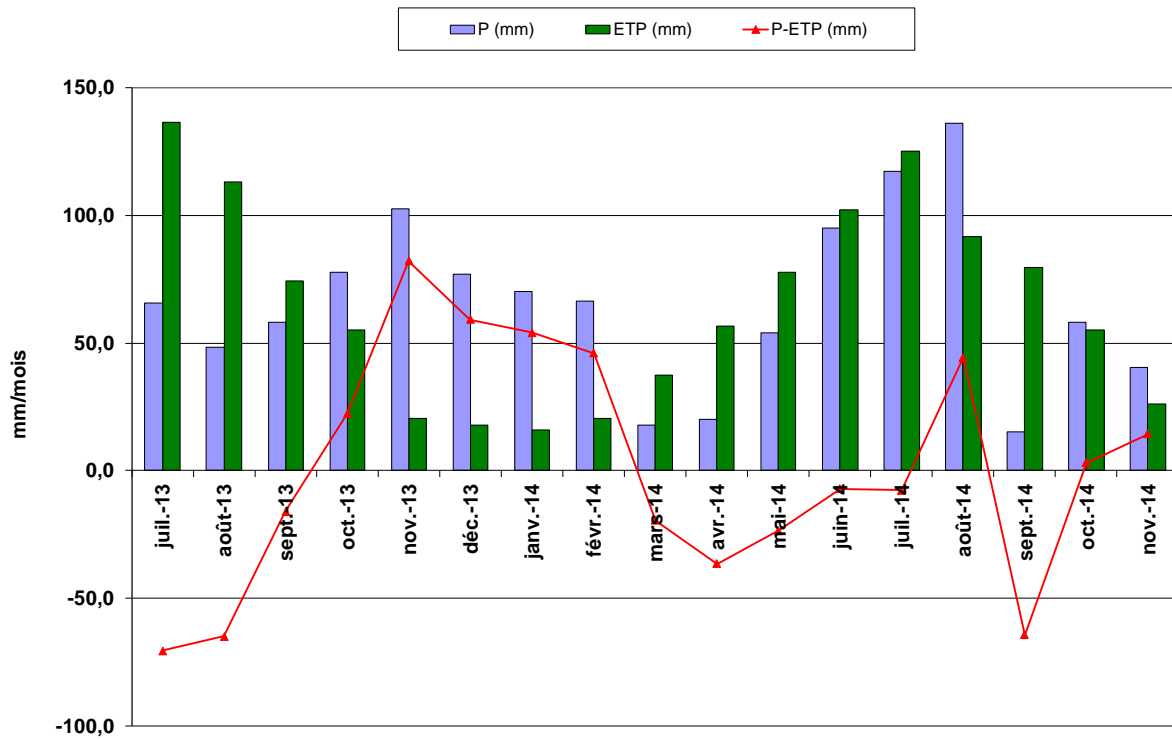


Figure 4. Pluviométrie, évapotranspiration potentielle et déficit hydrique (juillet 2013 – novembre 2014) à la station de mesure d'Uccle

5. Mise à jour des observations dans les eaux de percolation 2013-2014

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 suivis à Waremme sont Grosse Pierre Chemin de fer, Gros Thier Bovenistier, Sole 4 et Haute Bova. Les résultats obtenus pour la saison de drainage 2013-2014 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

Mai 2013 : semis du lin

Août 2013 : semis de la moutarde

Avril 2014 : semis de carotte

8 avril 2014 : apport de 40 kg N minéral/ha

5.1.2. Synthèse des résultats d'analyse des percolats

Le tableau 2 donne la synthèse des résultats d'analyse des eaux de percolation à l'exutoire du lysimètre « Grosse Pierre Chemin de fer », récoltées entre juillet 2013 et novembre 2014. Au cours de la saison de drainage 2013-2014, la percolation a repris au mois de décembre 2013, suite aux pluies abondantes tombées au courant des mois de novembre et décembre. Le volume total récolté au cours de cette saison de drainage est de 85 litres, soit 11% de la pluviométrie mesurée durant cette période. La teneur moyenne en nitrate sur cette saison de drainage est de 45 mg NO₃⁻/l, même si ponctuellement (avril et mai 2014) on peut noter des concentrations plus élevées (respectivement 58,2 et 62,4 mg NO₃⁻/l). La quantité d'azote nitrique lixivié vers les eaux souterraines au cours de la saison de drainage 2013-2014 est de 8 kg N-NO₃⁻/ha, soit deux fois moins que la saison 2012-2013 (17 kg N-NO₃⁻/ha).

La figure 5 résume les mesures et observations réalisées sur la parcelle Grosse Pierre Chemin de Fer, de septembre 2009 à novembre 2014⁵. 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 saisons culturales et les apports azotés à l'aplomb du lysimètre sont repris sous le graphique.

Au cours de la saison de drainage 2013-2014, le volume total de percolat est plus faible que celui de l'année précédente (122 litres pour un pourcentage de 26%). La teneur moyenne en nitrate sur la saison de drainage 2013-2014 (45 mg NO₃⁻/l en moyenne) est en diminution par rapport aux saisons précédentes (notamment 61 mg NO₃⁻/l en 2012-2013), et d'un ordre de grandeur comparable à l'APL mesuré (tableau 3) en octobre 2013 (49 kg N-NO₃⁻/ha). Le semis d'une moutarde en interculture entre la

⁵ 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.

récolte du lin et le semis des carottes au printemps 2014 a donc permis de limiter la contamination des eaux de percolation (concentration inférieure à la limite de potabilité de 50 mg NO₃/l) jusqu'au tarissement (juin 2014).

Tableau 2 : Parcelle Grosse Pierre Chemin de Fer, observations mensuelles des volumes percolés et concentrations en nitrate

Mois	Pluviométrie	Volumes récoltés	Concentration moyenne mensuelle	Quantité d'azote nitrique lixivié
	(mm)	(l)	(mg NO ₃ -l)	(kg N-NO ₃ /ha)
Juillet 2013	65,6	0,0	-	-
Août	48,3	0,0	-	-
Septembre	58,1	0,3	30,4	0,02
Octobre	77,5	0,0	-	-
Novembre	102,6	0,0	-	-
Décembre	77,1	26,2	25,7	1,5
Janvier 2014	70,1	31,0	41,9	2,9
Février	66,2	0,0	-	-
Mars	18	12,7	49,2	1,4
Avril	20,1	13,9	58,2	1,8
Mai	54,1	1,0	62,4	0,1
Juin	95	0,0	-	-
DRAINAGE 2013-2014	752,7	85,1	44,6	7,9

Tableau 3. APL (kg N-NO₃/ha) sur la parcelle Grosse Pierre Chemin de Fer en 2013

	29/10/2013	4/12/2013
0-30cm	17	8
30-60cm	20	9
60-90cm	12	7
total	49	24

Chemin de Fer
Lysimètre remanié
Installation le 4 juillet 2003

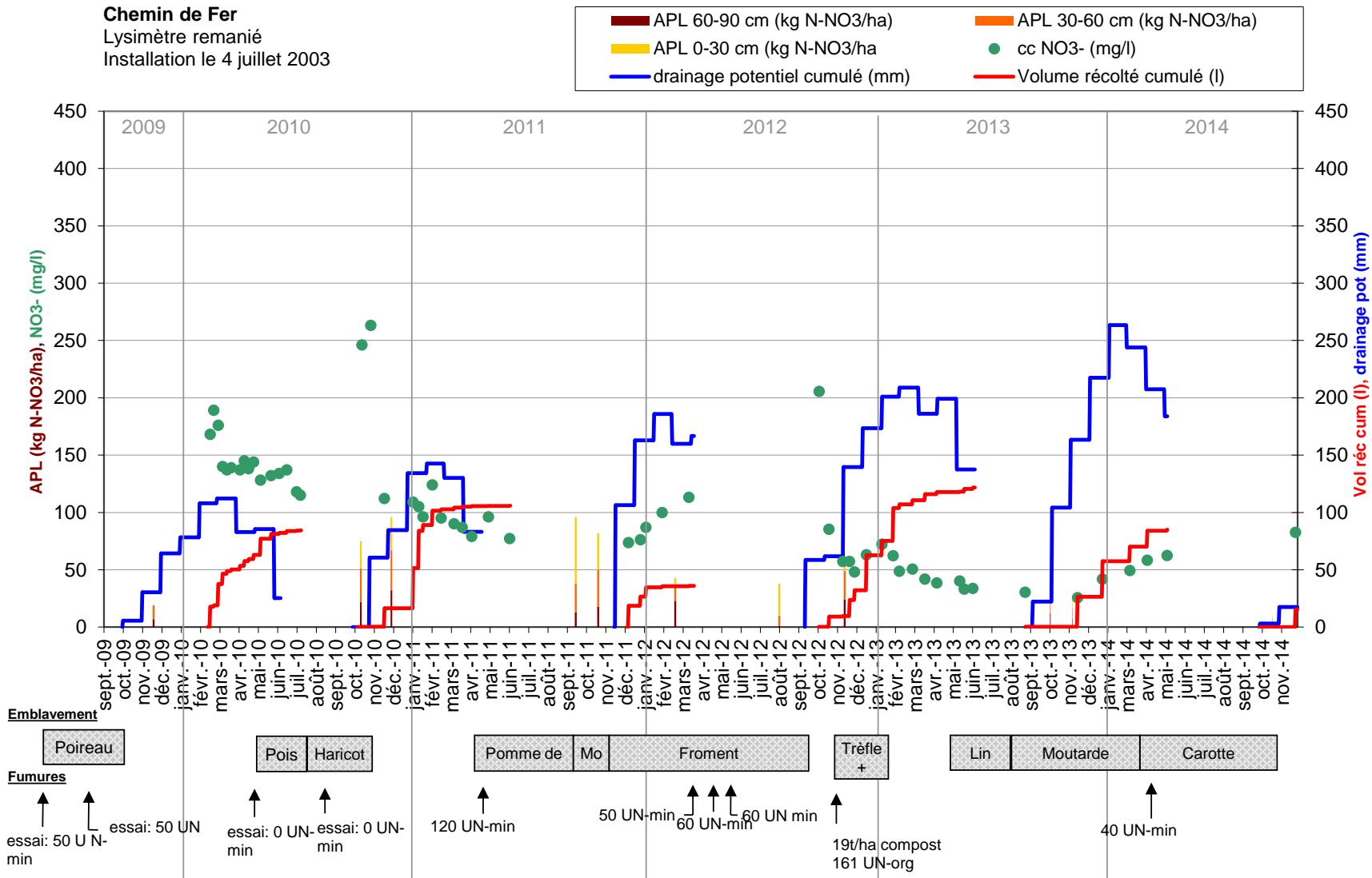


Figure 5. Synthèse des mesures et observations à la parcelle Grosse Pierre Chemin de Fer

5.2. Gros Thier Bovenistier

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

5.2.1. Calendrier cultural

Avril 2013 : semis de carotte

22 avril 2013 : apport azoté de 20 kg N minéral/ha

Mi-novembre 2013 : récolte des carottes

Mars 2014 : plantation de la pomme de terre

18 mars 2014 : apport azoté de 126 kg N minéral/ha

15 avril 2014 : apport azoté de 20 kg N minéral/ha

5.2.2. Synthèse des résultats d'analyse des percolats

La saison de drainage a débuté dans ce lysimètre en janvier 2014 (tableau 4). Un volume total de 28 litres (représentant 4% de la pluviométrie totale) a été récolté à l'exutoire de cet ouvrage. La percolation s'est arrêtée au mois de mai 2014. La concentration moyenne en nitrate ($13 \text{ mg NO}_3^-/\text{l}$) observée s'explique par des APL (tableau 5) relativement faibles ($34 \text{ kg N-NO}_3^-/\text{ha}$) mesurés à l'aplomb du lysimètre en octobre 2013 (culture de carotte).

La figure 6 synthétise les mesures et observations pour la parcelle « Gros Thier Bovenistier », pour la période de septembre 2009 à novembre 2014⁶.

Suite à la culture de betterave sur cette parcelle en 2012 et aux faibles APL mesurés à l'automne 2013 (34 et $31 \text{ kg N-NO}_3^-/\text{ha}$), les concentrations en nitrate des échantillons d'eau récoltée dans ce lysimètre restent faibles (en moyenne $12 \text{ mg NO}_3^-/\text{l}$). Les volumes d'eau récoltés au courant de ces deux mêmes périodes de drainage suivent la même tendance.

⁶ 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.

Tableau 4 : Parcelle Gros Thier Bovenistier, observations mensuelles des volumes percolés et concentrations en nitrate

Mois	Pluviométrie (mm)	Volumes récoltés (l)	Concentration moyenne mensuelle (mg NO ₃ -/l)	Quantité d'azote nitrique lixivié (kg N-NO ₃ ⁻ /ha)
Juillet 2013	65,6	0,0	-	-
Août	48,3	0,0	-	-
Septembre	58,1	2,2	6,0	0,0
Octobre	77,5	0,0	-	-
Novembre	102,6	0,0	-	-
Décembre	77,1	0,0	-	-
Janvier 2014	70,1	10,4	25,7	0,6
Février	66,2	0,0	-	-
Mars	18	6,6	10,3	0,2
Avril	20,1	8,5	8,4	0,2
Mai	54,1	0,0	-	-
Juin	95	0,0	-	-
DRAINAGE 2013-2014	752,7	27,7	12,6	0,9

Tableau 5. APL (kg N-NO₃⁻/ha) sur la parcelle Gros Thier Bovenistier en 2013

	29/10/2013	4/12/2013
0-30cm	13	11
30-60cm	12	9
60-90cm	9	11
total	34	31

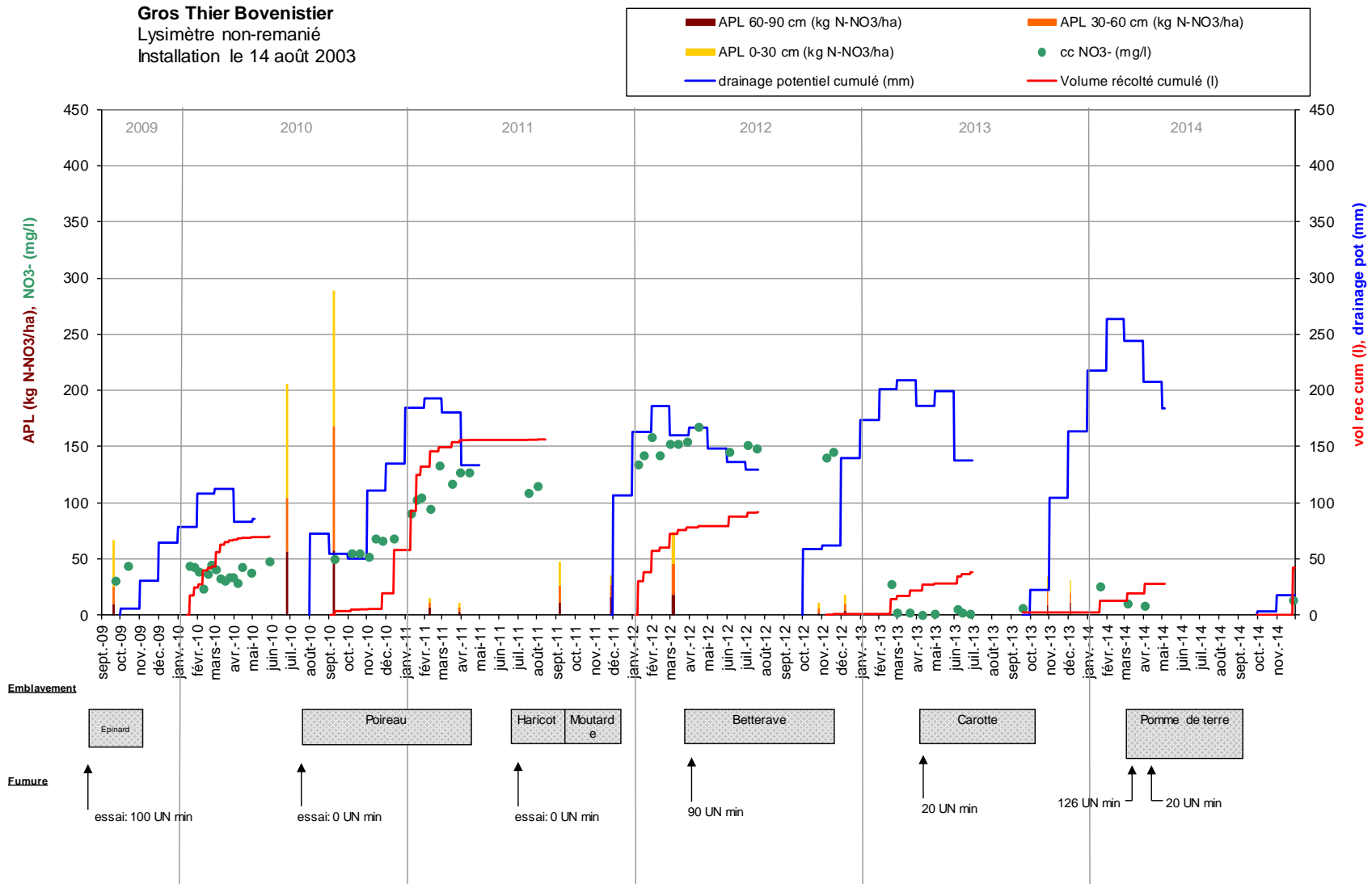


Figure 6. Synthèse des mesures et observations à la parcelle Gros Thier Bovenistier

5.3. Sole 4

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

5.3.1. Calendrier cultural

2013 : pépinière d'arbres fruitiers

Novembre 2013 : enlèvement de la pépinière

Avril 2014 : semis de maïs

30 avril 2014 : apport azoté de 97 kg N minéral/ha

5.3.2. Synthèse des résultats d'analyse des percolats

Dans ce lysimètre « Sole 4 », la saison de drainage 2013-2014 (tableau 6) n'a permis la récolte que d'un très faible volume d'eau de percolation (0,4 litre). Celle-ci présentait une concentration en nitrate ($120 \text{ mg NO}_3^-/\text{l}$) élevée, du même ordre de grandeur que celles observées fin juin 2013 (figure 7). D'après Deneufbourg *et al.*, (2013)⁷, il s'agit d'une conséquence directe de la destruction du ray-grass⁸ à l'aplomb du lysimètre en mars 2012, comme le confirme l'APL anormalement élevé ($281 \text{ kg N-NO}_3^-/\text{ha}$) observé en décembre de la même année. Soulignons néanmoins que le ray-grass a parfaitement joué son rôle de piège à nitrate puisque la concentration en nitrate dans l'eau de percolation passe de plus de 200 mg/l au moment du semis du ray-grass à 120 mg/l en septembre 2013.

⁷ Pour plus de détails sur les saisons de drainage 2009-2013, nous renvoyons vers ce document disponible sur http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1_fichiers/Rap_activites/Lysimetre/Rapport_final_2013.pdf.

⁸ Le suivi lysimétrique de la qualité de l'eau en termes de nitrate sous une pépinière d'arbres fruitiers ne présentant que peu d'intérêt, il a été décidé de semer du ray-grass entre les lignes de plantations de la pépinière à l'aplomb du lysimètre et d'exporter ce ray-grass pour reproduire le comportement d'une prairie de fauche. Les objectifs étant, d'une part de quantifier l'impact d'une prairie de fauche sur la qualité de l'eau de percolation, et d'autre part d'évaluer l'intervalle de temps nécessaire pour réduire de manière significative la concentration en nitrate dans l'eau de percolation suite à l'implantation d'une prairie.

Tableau 6 : Parcelle Sole 4, observations mensuelles des volumes percolés et concentrations en nitrate

Mois	Pluviométrie	Volumes récoltés	Concentration moyenne mensuelle	Quantité d'azote nitrique lixivié
	(mm)	(l)	(mg NO ₃ -l)	(kg N-NO ₃ ⁻ /ha)
Juillet 2013	65,6	0,0	-	-
Août	48,3	0,0	-	-
Septembre	58,1	0,4	120,0	0,1
Octobre	77,5	0,0	-	-
Novembre	102,6	0,0	-	-
Décembre	77,1	0,0	-	-
Janvier 2014	70,1	0,0	-	-
Février	66,2	0,0	-	-
Mars	18	0,0	-	-
Avril	20,1	0,0	-	-
Mai	54,1	0,0	-	-
Juin	95	0,0	-	-
DRAINAGE 2013-2014	752,7	0,4	120,0	0,1

Aucune observation APL n'a été réalisée en 2013 pour la parcelle en aplomb de ce lysimètre.

Sole 4
Lysimètre remanié
Installation le 8 août 2003

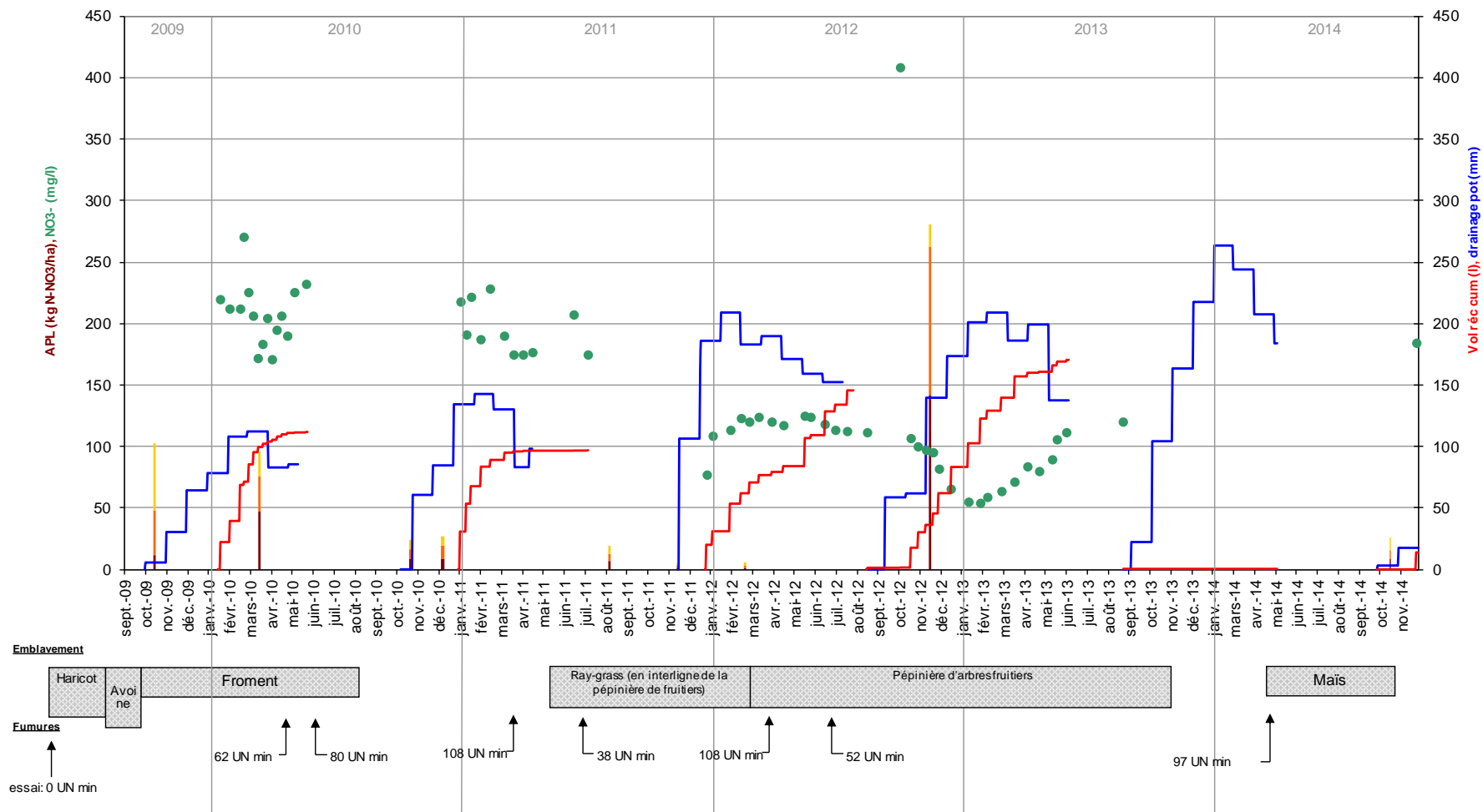
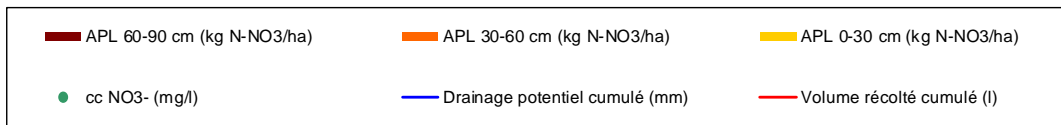


Figure 7. Synthèse des mesures et observations à la parcelle Sole 4

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 date du 13 août 2009.

5.4.1. Calendrier cultural

2013 : Froment

26 mars 2013 : apport azoté de 35 kg N minéral/ha

19 avril 2013 : apport azoté de 35 kg N minéral/ha

18 mai 2013 : apport azoté de 60 kg N minéral/ha

20 août 2013 : apport de 159 kg N organique/ha (fumier bovin)

Fin août 2013 : semis d'une moutarde

15 mars 2014 : apport de 135 kg N minéral/ha

Mi-mars 2014 : semis d'une betterave

5.4.2. Synthèse des résultats d'analyse des percolats

La saison de drainage 2013-2014 (tableau 7) n'a permis la récolte que de très faibles volumes d'eau (0,9 litre). La couverture hivernale du sol par la succession CIPAN-Betterave pourrait constituer une partie de l'explication. La figure 8 synthétise les mesures et observations pour la parcelle « Haute Bova », pour la période de septembre 2009 à novembre 2014⁹. Les concentrations en nitrate dans l'eau de percolation se sont maintenues à des teneurs très élevées (166 mg NO₃⁻/l) au mois de septembre 2013, dans la continuité de ce qui avait été observé en juin 2013 (170 mg NO₃⁻/l), suite à l'APL élevé (129 kg N-NO₃⁻/ha) d'octobre 2012 après la culture de pois. L'emblavement d'un froment suivi d'une CIPAN a permis de fortement baissé l'APL jusque 7 kg N-NO₃⁻/ha en décembre 2013 (tableau 8), expliquant la diminution de moitié de la concentration en nitrate lixivié (81 mg NO₃⁻/l). Ce constat, déjà réalisé par Deneufbourg *et al.* (2013), confirme à nouveau l'intérêt d'une céréale suivie d'une CIPAN pour limiter la contamination de l'eau de percolation par le nitrate.

⁹ 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.

Tableau 7 : Parcelle Grosse Haute Bova, observations mensuelles des volumes percolés et concentrations en nitrate

Mois	Pluviométrie (mm)	Volumes récoltés (l)	Concentration moyenne mensuelle (mg NO ₃ -/l)	Quantité d'azote nitrique lixivié (kg N-NO ₃ ⁻ /ha)
Juillet 2013	65,6	0,0	-	-
Août	48,3	0,0	-	-
Septembre	58,1	0,6	165,6	0,2
Octobre	77,5	0,0	-	-
Novembre	102,6	0,0	-	-
Décembre	77,1	0,0	-	-
Janvier 2014	70,1	0,3	80,5	0,1
Février	66,2	0,0	-	-
Mars	18	0,0	-	-
Avril	20,1	0,0	-	-
Mai	54,1	0,0	-	-
Juin	95	0,0	-	-
DRAINAGE 2013-2014	752,7	0,9	123,0	0,3

Tableau 8. APL (kg N-NO₃⁻/ha) sur la parcelle Haute Bova en 2013

	27/10/2013	5/12/2013
0-30cm	24	4
30-60cm	26	2
60-90cm	11	1
total	61	7

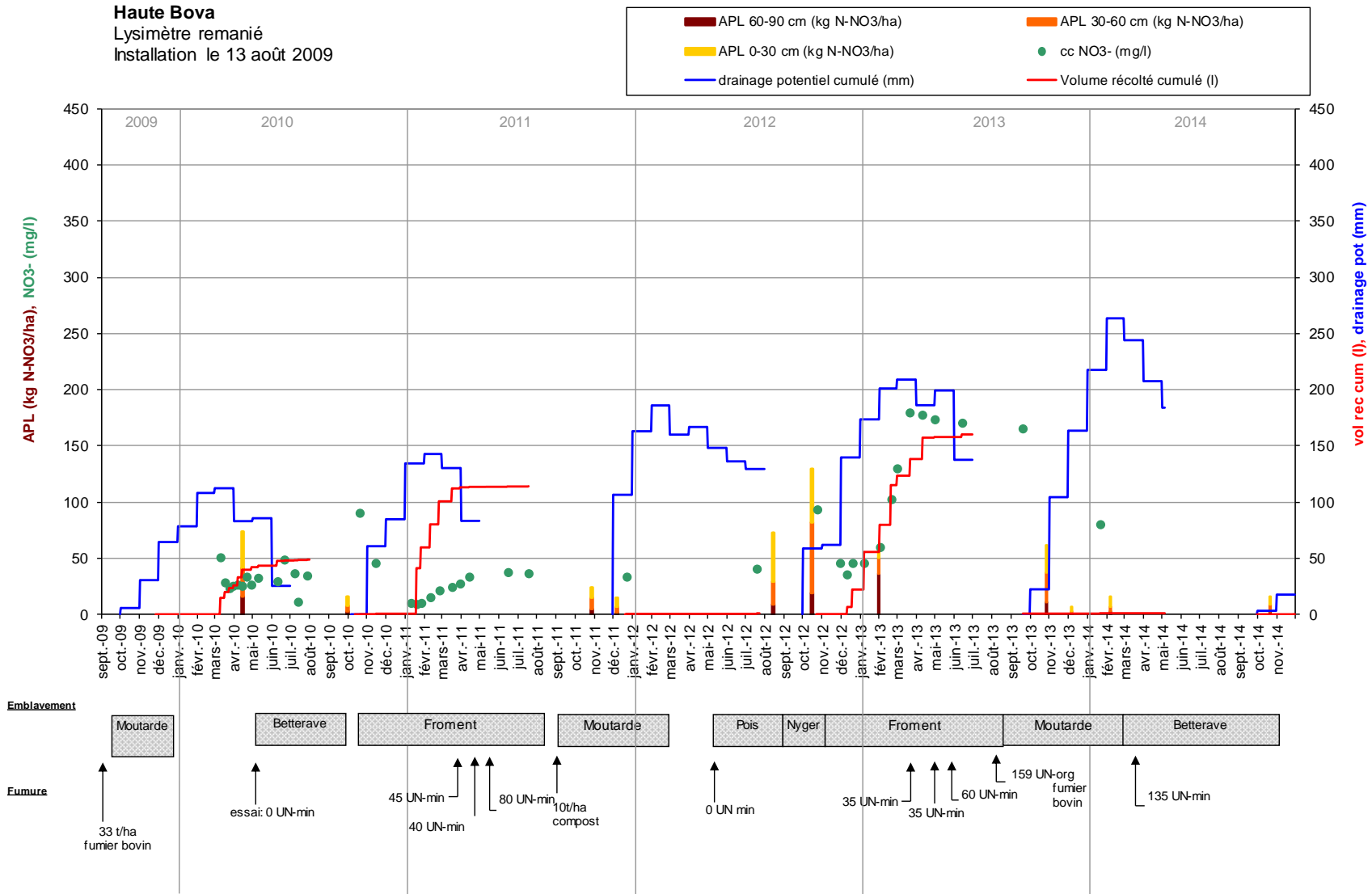


Figure 8. Synthèse des mesures et observations à la parcelle Haute Bova

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

Juin 2013 : apport azoté de 35 UN minéral

Juin 2013 : semis des haricots

Mi-septembre 2013 : récolte des haricots

Avril 2014 : semis d'un raygrass

Le semis du raygrass s'inscrit dans un objectif à court terme de pouvoir mesurer l'impact d'un apport tardif de lisier sur la qualité de l'eau de percolation.

5.5.2. Analyse des percolats

A) Gembloux Ruche

La saison de drainage 2013-2014 n'a réellement repris sur le lysimètre « Gembloux Ruche » (tableau 9) qu'en fin novembre-début décembre 2013. En tout, 108 litres de percolats ont été récoltés, soit 14 % de la pluviométrie totale. Depuis janvier 2014, la concentration en nitrate s'est stabilisée dans ce lysimètre à des valeurs assez élevées (137 mg NO₃⁻/l en moyenne), à mettre en relation avec la culture de haricot en 2013 (figure 9).

Tableau 9 : Lysimètre de Gembloux Ruche, observations mensuelles des volumes percolés et concentrations en nitrate

Mois	Pluviométrie (mm)	Volumes récoltés (l)	Concentration moyenne mensuelle (mg NO ₃ ⁻ /l)	Quantité d'azote nitrique lixivié (kg N-NO ₃ ⁻ /ha)
Juillet 2013	65,6	0	-	-
Août	48,3	0	-	-
Septembre	58,1	19,5	90,5	4,0
Octobre	77,5	0	-	-
Novembre	102,6	0	-	-
Décembre	77,1	19,6	54,5	2,4
Janvier 2014	70,1	19,4	167,2	7,3
Février	66,2	0	-	-
Mars	18	19,8	173,9	7,8
Avril	20,1	20,7	164,3	7,7
Mai	54,1	8,6	170,4	3,3
Juin	95	0	-	-
DRAINAGE 2013-2014	752,7	107,7	136,8	32,5

B) Gembloux Jardin

Comme pour le lysimètre Gembloux Ruche (tableau 9 et figure 9), la saison de drainage 2013-2014 n'a débuté sur le lysimètre « Gembloux Jardin » (tableau 10) qu'en fin novembre-début décembre 2013. Les volumes d'eau récoltés sont très faibles (12 litres en tout, soit 2% de la pluviométrie totale) et sans explication. Comme pour Gembloux Ruche, les concentrations en nitrate dans l'eau de percolation se sont stabilisées à des valeurs très élevées (137 mg NO₃⁻/l en moyenne).

Tableau 10 : Lysimètre de Gembloux Jardin, observations mensuelles des volumes percolés et concentrations en nitrate

Mois	Pluviométrie	Volumes récoltés	Concentration moyenne mensuelle	Quantité d'azote nitrique lixivié
	(mm)	(l)	(mg NO ₃ ⁻ /l)	(kg N-NO ₃ ⁻ /ha)
Juillet 2013	65,6	0,0	-	-
Août	48,3	0,0	-	-
Septembre	58,1	0,0	-	-
Octobre	77,5	0,0	-	-
Novembre	102,6	0,0	-	-
Décembre	77,1	1,8	101,9	0,4
Janvier 2014	70,1	3,1	134,4	0,9
Février	66,2	0,0	-	-
Mars	18	2,1	157,0	0,7
Avril	20,1	3,2	151,7	1,1
Mai	54,1	1,6	140,4	0,5
Juin	95	0,0	-	-
DRAINAGE 2013-2014	752,7	11,8	137,1	3,7

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

Lysimètres Gembloux

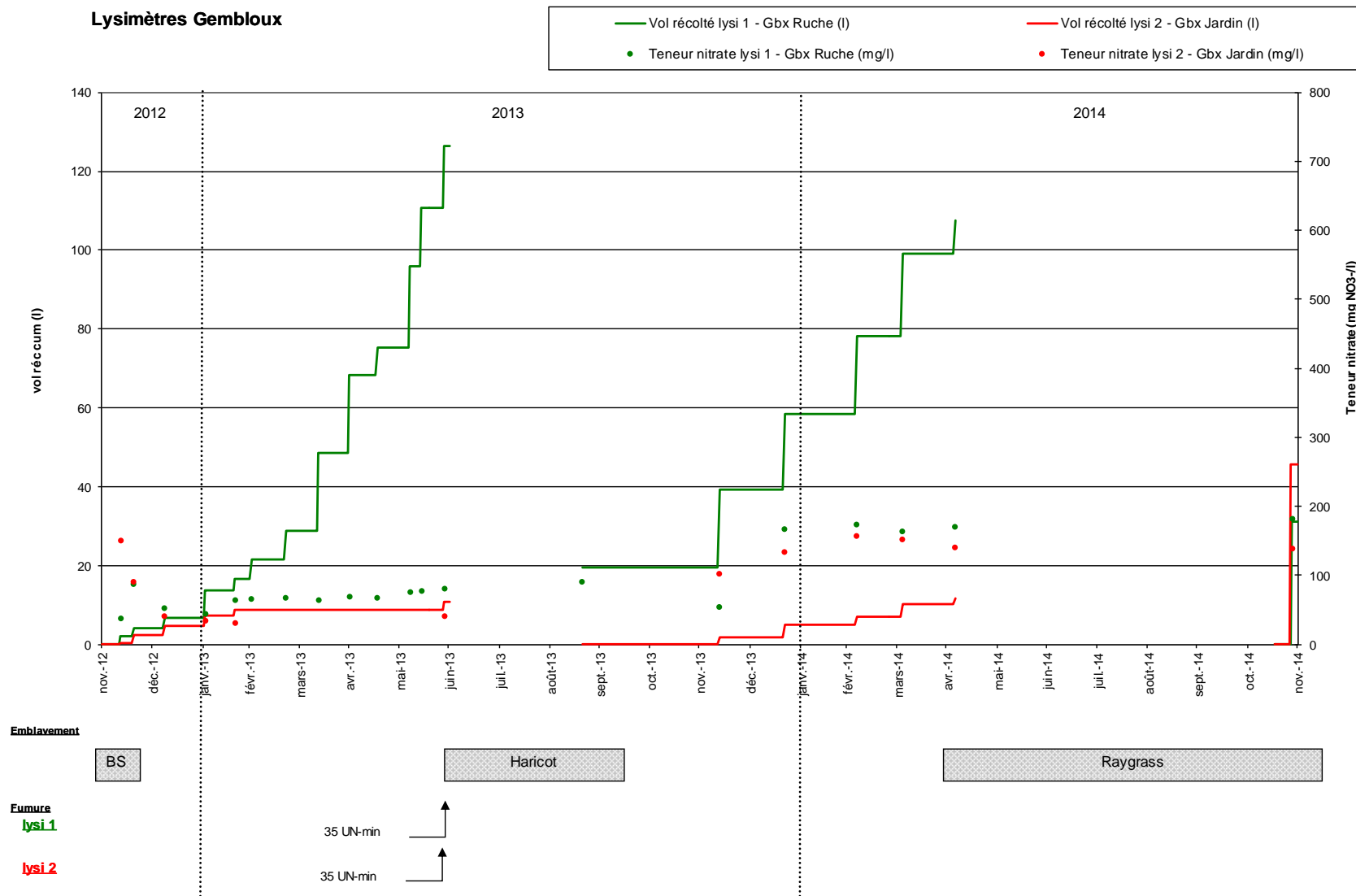


Figure 9. Synthèse des mesures et observations aux lysimètres Gembloux Ruche (lysimètre 1) et Gembloux Jardin (lysimètre 2)

6. Conclusions

Depuis 2003, GRENeRA suit la percolation du nitrate à 2 m 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 2013-2014, faisant l'objet de ce dossier, a permis de confirmer les tendances déjà observées depuis le début de l'étude (Deneufbourg *et al.*, 2013), 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'introduction d'une culture légumière dans la rotation classique a pour conséquence une augmentation des teneurs en nitrate dans l'eau de percolation ; cette augmentation peut être atténuée par l'implantation d'une CIPAN après la culture légumière ;
- l'implantation d'une pépinière d'arbres fruitiers a 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 rotations et successions culturales ont un impact prépondérant sur la qualité des eaux.

7. Bibliographie

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. + annexes¹⁰.

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.

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

Vandenberghe C., De Toffoli M., Bachelart F., Imbrecht O., Colinet G., 2013. *Survey Surfaces Agricoles. Etablissement des APL de référence 2013*. Dossier GRENeRA-UCL **13-02** 28p. In Vandenberghe C., De Toffoli M., Bachelart F., Imbrecht O., Deneufbourg M., Lambert R., Colinet G., 2013. *Programme de gestion durable de l'azote en agriculture wallonne – Rapport d'activités annuel intermédiaire 2013 des membres scientifiques de la Structure d'encadrement Nitrawal*. Université de Liège Gembloux Agro-Bio Tech et Université catholique de Louvain, 63p. + annexes.

¹⁰ Disponible sur http://www.gembloux.ulg.ac.be/gp/grenera/Doc1_fichiers/Rap_activites/Lysimetre/Rapport_final_2013.pdf.