

# Journées Annuelles 2023

2 juin 2023

Avec  
la contribution  
financière du compte  
d'affectation spéciale  
développement  
agricole et rural  
CASDAR



**MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA SOUVERAINETÉ  
ALIMENTAIRE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# Une journée sur le REH/APL ! Matinée :

Horaire	Interventions
8h45 – 10h	<p><b>Introduction</b> (Christophe Vandenberghe, Gembloux Agro-Bio Tech)</p> <p><b>Retours d'expérience autour du REH/RDD/APL : restitution du séminaire de Peyresc</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Echantillonnage</b> (Caroline Le Roux, LDAR)</li><li>- <b>REH et qualité de l'eau</b> (Kevin Lefébure, Gembloux Agro-Bio Tech)</li><li>- <b>REH et modélisation</b> (Virginie Parnaudeau, INRAE et Jean-Christophe Mouny, Agro-Transfert)</li></ul>
10h – 10h30	Pause
10h30 – 12h	<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Traitement des résultats</b> (Richard Lambert, UC Louvain et Vincent Perrin, Agglomération de la Région de Compiègne)</li><li>- <b>Accompagnement des agriculteurs autour du REH</b> (Raymond Reau, INRAE)</li><li>- <b>REH et Paiement pour Services Environnementaux</b> (Florine Nataf, Eau de Paris)</li></ul> <p><b>Analyse transversale des usages possibles du REH</b> (Marion Delesalle-Duflos, Agro-Transfert)</p> <p><b>Conclusion</b> (Marion Delesalle-Duflos, Agro-Transfert)</p>
12h – 14h	Pause déjeuner

# Une journée sur le REH/APL ! Après-midi :

Heure	Interventions
14h	<p><b>Débat prospectif : freins à lever pour permettre et favoriser l'usage de l'indicateur REH</b></p> <p><b>Regards croisés sur l'indicateur REH : objectifs, modalités, démarche partenariale, résultats</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Le REH au sein des politiques publiques</b> (Emmanuel Steinmann, MASA et Karine Belna, MTECT)</li><li>- <b>Le Guide du REH des Chambres d'agriculture</b> (David Leduc, Chambres d'Agriculture France)</li><li>- <b>La démarche du guide « Piloter un territoire</b> selon une logique de résultat pour la qualité de l'eau : Guide pour une gestion dynamique du projet d'une AAC à enjeu "nitrate" » (Claudine Ferrané, Centre de Ressources Captages)</li><li>- <b>Retour d'expérience sur les obligations</b> de moyens, de résultats et l'accompagnement des agriculteurs en Belgique (Dimitri Wouez, PROTECT'eau)</li></ul>
15h05	<p><b>Table ronde et débat : avantages et inconvénients des différentes approches, recommandations</b> (animation : Fiona Obriot, LDAR et Raymond Reau, INRAE)</p>
16h25	Conclusions et remerciements
16h30	Fin des travaux



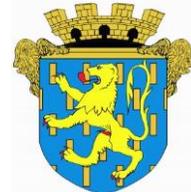
# Restitution du séminaire « retours d'expériences REH »

Journées annuelles RMT BOUCLAGE

2 juin 2023



AGRICULTURES  
& TERRITOIRES  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
EURE-ET-LOIR



Ville de CLAMECY

UCLouvain



PROTECT'eau

ceresco.  
Alimentation, filières & territoires

INRAE

Ecodecision  
conseil en environnement



Votre service public de l'eau



AGRICULTURES  
& TERRITOIRES  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
AISNE



AGRICULTURES  
& TERRITOIRES  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
BRETAGNE



LDAR  
Laboratoire Départemental  
d'Analyses et de Recherche

JUNIA Grande école d'ingénieurs



BOUCLAGE  
Réseau Mixte Technologique  
Recyclage, Fertilisation,  
Impacts Environnementaux



OFB  
OFFICE FRANÇAIS  
DE LA BIODIVERSITÉ

MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
Liberté  
Égalité  
Fraternité



eau  
SEINE  
NORMANDIE  
Agence de l'eau  
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



LIÈGE université  
Gembloux  
Agro-Bio Tech



Agro-Transfert  
Ressources et Territoires

# Comment l'idée de ce séminaire est-elle née ?

- Groupe de travail REH



Échanges limités sur ce vaste sujet lors des journées annuelles du



Or, de plus en plus d'utilisateurs de ce reliquat...

... mais beaucoup de difficultés qui remontent

Des expériences variées autour du REH...

... mais rien de partagé

→ C'est ainsi que l'idée du séminaire est née

- ♣ Prendre le temps de **réunir les porteurs** des « dispositifs REH » pour partager leurs retours d'expérience
- ♣ Compiler l'ensemble de ces retours d'expérience dans un **ouvrage** pour que ce soit le plus utile possible

# Pourquoi 4 jours pour parler du REH ?

Logistique, prélèvements  
et échantillonnage



Pourquoi un couplage  
avec la modélisation ?



Quel lien avec la qualité de l'eau ?

Comment interpréter les mesures ?  
Comment traiter les données ?

Indicateur au centre de PSE ?



Comment accompagner les agriculteurs  
à partir de ce reliquat ?



# Programme du séminaire (30 mai au 03 juin 2022)

Sessions	Intervenants
1. Introduction	  
2. Prélèvements et échantillonnage	   
3. REH et observatoires de la qualité de l'eau	 
4. REH et modélisation	 
5. Traitement des données et interprétation des résultats	     
6. Accompagnement des agriculteurs autour du REH	   
7. REH et Paiement pour Services Environnementaux	 
8. Atelier transversal usages des REH	  
Synthèse et recommandations	

# Et pourquoi à la montagne ?

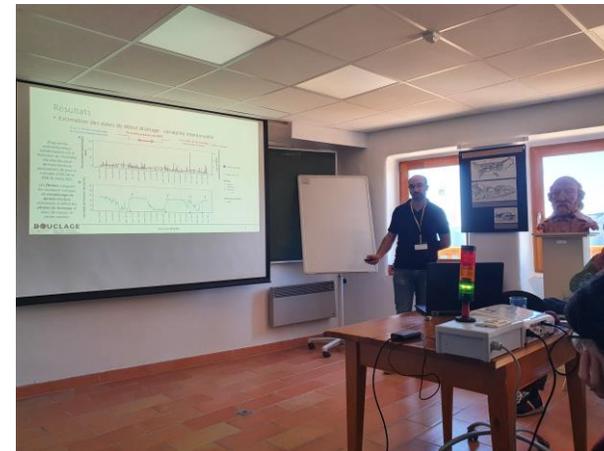
- **Lieu** : dans le centre pour universités d'été de Peiresc, dans le Mercantour  
(<https://www.peiresc.org/creation-de-lasbl/>)
- **Philosophie** :

## Se déconnecter pour mieux se connecter



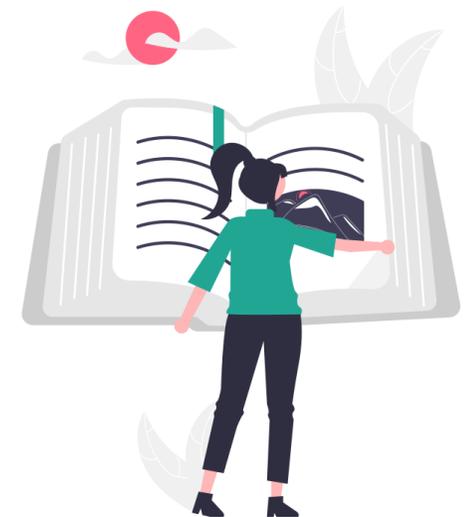
# Pourquoi un séminaire ?

- Pour recueillir les retours d'expérience des 20 participants
  - ♣ à l'oral : pour échanger, discuter, débattre et s'inspirer



- ♣ à l'écrit : sous forme d'article

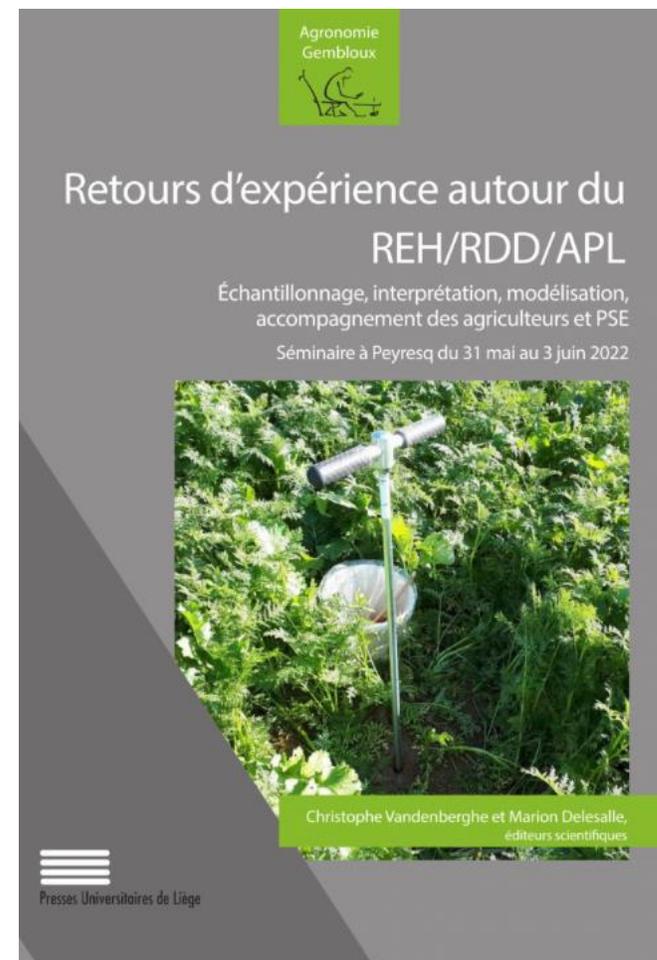
Chaque article est compilé dans un ouvrage  
« Retour d'expérience autour du REH » paru fin 2022



# Un ouvrage qui suit le même séquençage

- [https://e-publish.uliege.be/APL\\_REH\\_RDD/](https://e-publish.uliege.be/APL_REH_RDD/)

Introduction
1. Prélèvements et échantillonnage
2. REH et qualité de l'eau
3. REH et modélisation
4. Traitement des données
5. Accompagnement des agriculteurs
6. REH et Paiement pour Services Environnementaux
Analyse transversale usages des REH
Synthèse



# Programme du séminaire et chapitres de l'ouvrage

Logistique, prélèvements  
et échantillonnage



Pourquoi un couplage  
avec la modélisation ?



Quel lien avec la qualité de l'eau ?

Comment interpréter les mesures ?  
Comment traiter les données ?

Indicateur au centre de PSE ?



Comment accompagner les agriculteurs  
à partir de ce reliquat ?





# Prélèvement et échantillonnage

« Prélèvement et mesure des reliquats entrée d'hiver (REH) :  
**retour d'expérience du LDAR, freins et difficultés** »

Caroline Le Roux, Fiona Obriot et François Servain



« **Variabilité spatiale** de l'APL à l'échelle de la parcelle agricole :  
quelles implications pour l'échantillonnage ? »

Gilles Colinet et Christophe Vandenberghe



« Evaluation de l'effet de l'APL sur la qualité de l'eau par l'analyse de  
profils de nitrate en zone non saturée à grande **profondeur** »

Richard Lambert, Sébastien Petit et Marnik Vanclooster



# Prélèvement et échantillonnage

Wallonie : Contexte réglementaire de la mesure d'APL (Azote Potentiellement Lessivable)

→ nécessité d'une estimation précise par une approche appropriée (prise en compte de la variabilité spatiale et temporelle à l'échelle des parcelles agricoles)

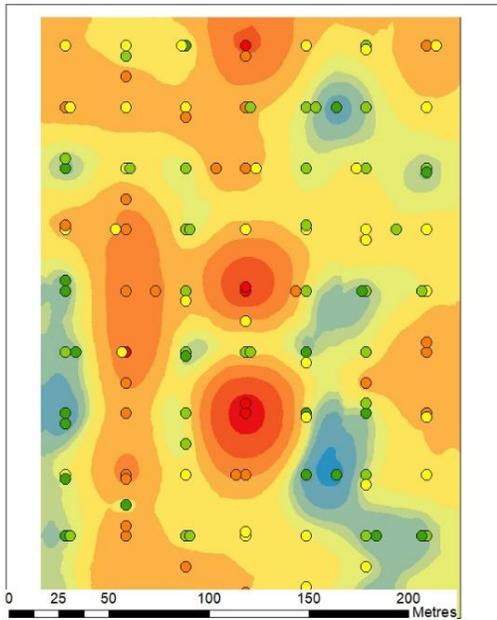
Etude pour analyser la variabilité spatiale de l'APL dans les sols agricoles et les implications en matière de stratégie d'échantillonnage :

2 parcelles étudiées (Poucet et Biesmerée) + simulation à partir de cas fictifs

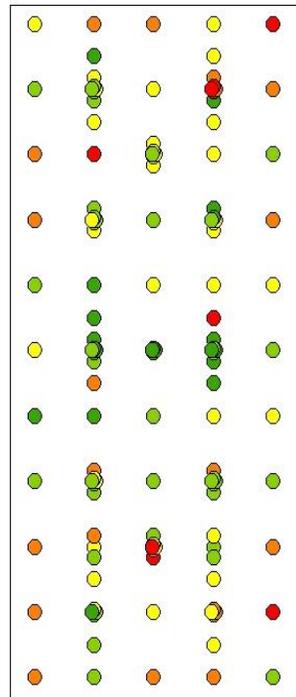


# Prélèvement et échantillonnage

**APL – Poucet**  
sols sur limons éoliens épais



**Biesmerée**  
sols limono-caillouteux



Résultats APL (en kg N-NO<sub>3</sub>·ha<sup>-1</sup>)

	Poucet	Biesmerée
Moyenne	94.7	15.2
Min	42.0	4.7
Max	279.2	44.3
Ec-Type	33.8	8.5
CV (%)	35.7	55.9
Médiane	90.4	12.6



# Prélèvement et échantillonnage

- La précision dépend de la variabilité de la parcelle :
  - ♣ Approche sécuritaire : prélèvement de 80 points par parcelle
  - ♣ Pour 20 points d'échantillonnage sur une parcelle de 4 ha : jusqu'à 25 % de variation au-delà d'un intervalle de 10 % autour de la moyenne
  - ♣ Quelle erreur est-on prêt à accepter et quel est le pourcentage de mésestimations tolérable ?
- Lors de contrôle APL, possibilité pour l'agriculteur de contester le résultat et de demander un nouvel échantillonnage sur la parcelle
- Travail à poursuivre à partir d'autres cas d'études pour construire des scénarios réalistes en matière de simulation ainsi que de tester d'autres plans d'échantillonnage.



# Prélèvement et échantillonnage

« Prélèvement et mesure des reliquats entrée d'hiver (REH) :  
**retour d'expérience du LDAR**, freins et difficultés »

Caroline Le Roux, Fiona Obriot et François Servain

~

« **Variabilité spatiale** de l'APL à l'échelle de la parcelle agricole :  
quelles implications pour l'échantillonnage ? »

Gilles Colinet et Christophe Vandenberghe

~

« Evaluation de l'effet de l'APL sur la qualité de l'eau par l'analyse de  
profils de nitrate en zone non saturée à grande profondeur »

Richard Lambert, Sébastien Petit et Marnik Vanclooster

 UCLouvain





# Prélèvement et échantillonnage

Suivi de 3 parcelles en région Wallonne (Belgique) entre 2003 et 2013 avec des mesures en profondeur (entre 20 et 40m)

Objectif :

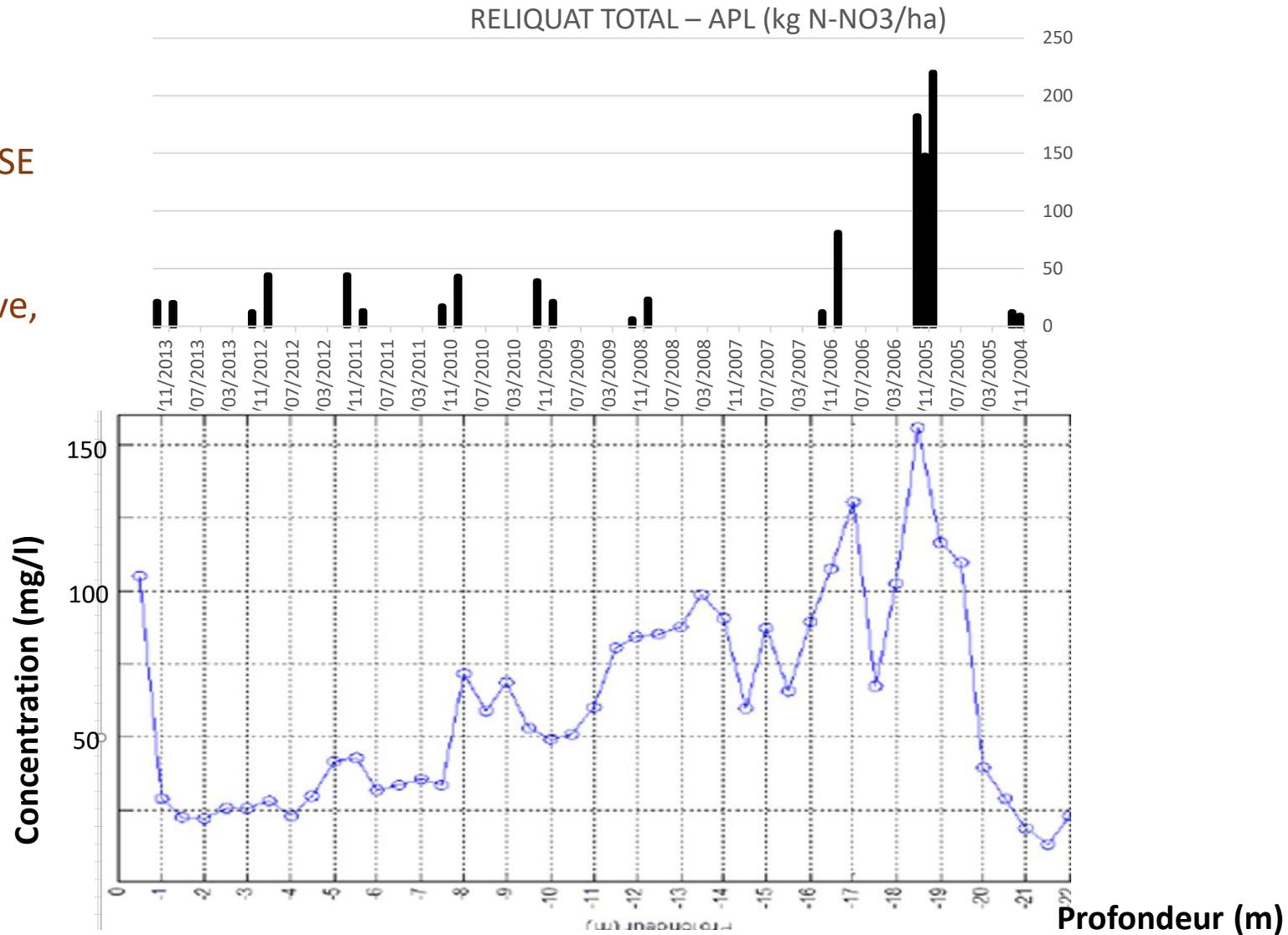
- Evaluer l'efficacité du PDGA
- Etablir le lien entre les mesures d'APL en surface et les gradients de concentration en azote nitrique observés sur les profils en profondeur
- Estimation des temps de transfert en profondeur



# Prélèvement et échantillonnage

## Résultats

Exemple pour la parcelle CSE  
Exploitation de grandes  
cultures en TCS avec des  
cultures spécialisées (endive,  
pois de conserve)





# Prélèvement et échantillonnage

- « Des résultats encourageants, mais encore peu visibles au niveau de la nappe
  - ♣ Estimation des vitesses de transfert  $< 1.5\text{m/an}$
- Délais dépendent de la profondeur de la nappe, des caractéristiques du sol et du climat
  - ♣  $> 12$  ans pour les 3 situations étudiées
- Les traceurs isotopiques offrent des perspectives intéressantes, mais sont difficiles à mettre en œuvre



# Prélèvement et échantillonnage

« Prélèvement et mesure des reliquats entrée d'hiver (REH) : retour d'expérience du LDAR, freins et difficultés »

Caroline Le Roux, Fiona Obriot et François Servain



« **Variabilité spatiale** de l'APL à l'échelle de la parcelle agricole : quelles implications pour l'échantillonnage ? »

Gilles Colinet et Christophe Vandenberghe

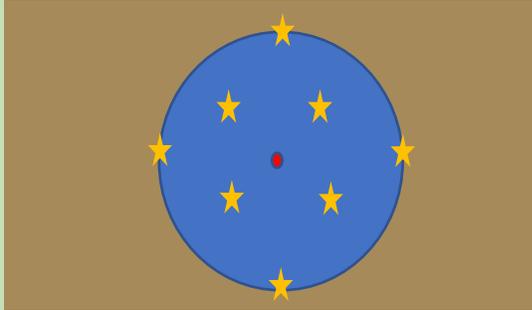
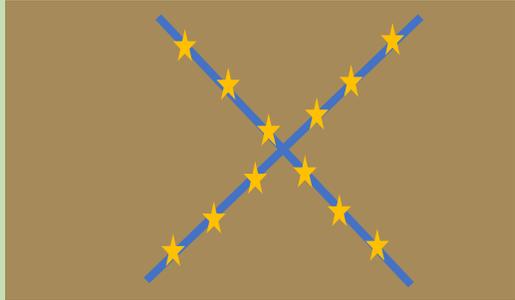
« Evaluation de l'effet de l'APL sur la qualité de l'eau par l'analyse de profils de nitrate en zone non saturée à grande profondeur »

Richard Lambert, Sébastien Petit et Marnik Vanclooster



# Prélèvement et échantillonnage

- **Quelle méthode de prélèvement ?**

	Méthode en cercle	Méthode des diagonales croisées
		
Avantages	Résultat plus fiable Intercomparaison des résultats et suivi	Bonne représentativité de la parcelle
Inconvénients	Moins bonne représentativité de la parcelle	Nécessite un nombre de carottes élevé pour fournir des résultats fiables Moins adapté pour des parcelles très hétérogènes

→ **Méthodologie à adapter à l'hétérogénéité des parcelles et à l'usage des résultats**

→ **Conserver la même méthode chaque année sur une même parcelle**



# Prélèvement et échantillonnage

- **A quelle date ?**

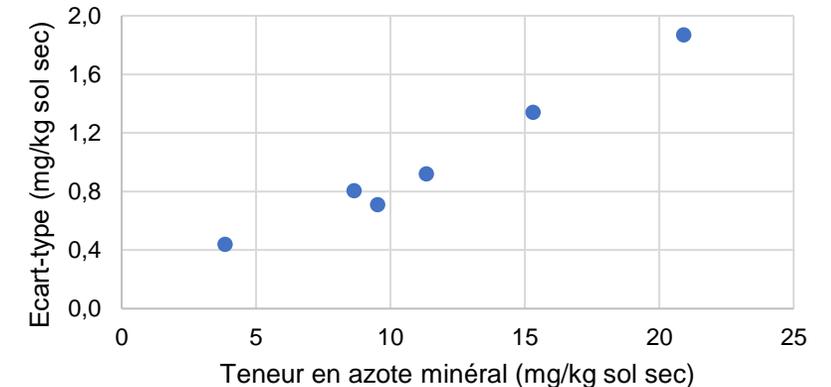
- ♣ Date établie à partir des données climatiques pour se trouver au plus proche du drainage
  - Pas de date prévue à l'avance mais estimation de créneaux, ajustée à partir de simulations avec Syst'N® en Hauts-de-France (cf. session REH et Modélisation)
  - RDD – Reliquat Début Drainage
- ♣ Période fixée à l'avance
  - Permet de faciliter la logistique et de réaliser des inter-comparaisons au sein d'un territoire
  - REH – Reliquat Entrée Hiver



# Prélèvement et échantillonnage

## Analyses de laboratoire – Expression des résultats

- **Incertitude de mesure au laboratoire de l'ordre de 10 %**  
(Ecart-type déterminé à partir des **essais inter-laboratoires** organisés par le BIPEA et qui conditionnent les **agrément ministériels** délivrés aux laboratoires pour la réalisation des analyses de terre)
- Calcul des quantités en kg N/ha : difficulté pour l'estimation des **charges en cailloux** et **densités apparentes**
- Point de vigilance pour les analyses de reliquat :
  - Précautions à prendre pour les **prélèvements**
  - Et la **conservation** des échantillons avant analyse pour éviter toute évolution de l'azote minéral
- Si développement des mesures de reliquat entrée-hiver, nécessité de **structurer une filière** pour faciliter l'organisation des campagnes (prise de commandes, organisation des prélèvements...)



*Circuit 15A (sol frais) du BIPEA, campagnes 2019/2020, 2020/2021 et 2021/2022, écart-types en fonction des teneurs en azote minéral*



# Prélèvement et échantillonnage

« Prélèvement et mesure des reliquats entrée d'hiver (REH) :  
**retour d'expérience du LDAR**, freins et difficultés »

Caroline Le Roux, Fiona Obriot et François Servain



« **Variabilité spatiale** de l'APL à l'échelle de la parcelle agricole :  
quelles implications pour l'échantillonnage ? »

Gilles Colinet et Christophe Vandenberghe



« Evaluation de l'effet de l'APL sur la qualité de l'eau par l'analyse de  
profils de nitrate en zone non saturée à grande **profondeur** »

Richard Lambert, Sébastien Petit et Marnik Vanclooster



Dans cette session, échanges aussi autour :

- sur la **variabilité spatiale** des résultats et la **valeur d'incertitude** acceptable ;
- du **nombre de carottes à réaliser** par couche et par type de précédents ;
- la prise en compte et l'interprétation de l'**ammonium** ;
- etc

# Programme du séminaire et chapitres de l'ouvrage

Logistique, prélèvements  
et échantillonnage



Quel lien avec la qualité de l'eau ?

Pourquoi un couplage  
avec la modélisation ?



Indicateur au centre de PSE ?



Comment accompagner les agriculteurs  
à partir de ce reliquat ?

Comment interpréter les mesures ?  
Comment traiter les données ?





# REH et qualité de l'eau

« Le lysimètre, un outil d'évaluation de l'APL en tant qu'indicateur environnemental »

**Christophe Vandenberghe**, Florent Bachelart, Gilles Colinet et Kevin Lefébure



« Estimation d'un REH équivalent en système drainé et prédiction de la concentration en nitrate dans les eaux de drainage agricole »

Samy Chelil, Hocine Henine, Pauline Dodinet, Cédric Chaumont et Julien Tournebize

« L'APL, un outil d'encadrement et d'évaluation de la pression agricole pour restaurer la qualité de l'eau du bassin versant d'Arquennes »

Kevin Lefébure, Florent Bachelart, Gilles Colinet et Christophe Vandenberghe



# REH et qualité de l'eau

- Le lysimètre, un outil d'évaluation de l'APL en tant qu'indicateur environnemental

- 4 parcelles équipées de lysimètres (Wallonie, Belgique)

- sols limoneux profonds
- grandes cultures et cultures légumières (irrigation)
- mesures REH
  - octobre
  - (novembre)
  - décembre
- suivi des flux d'eau depuis 2003



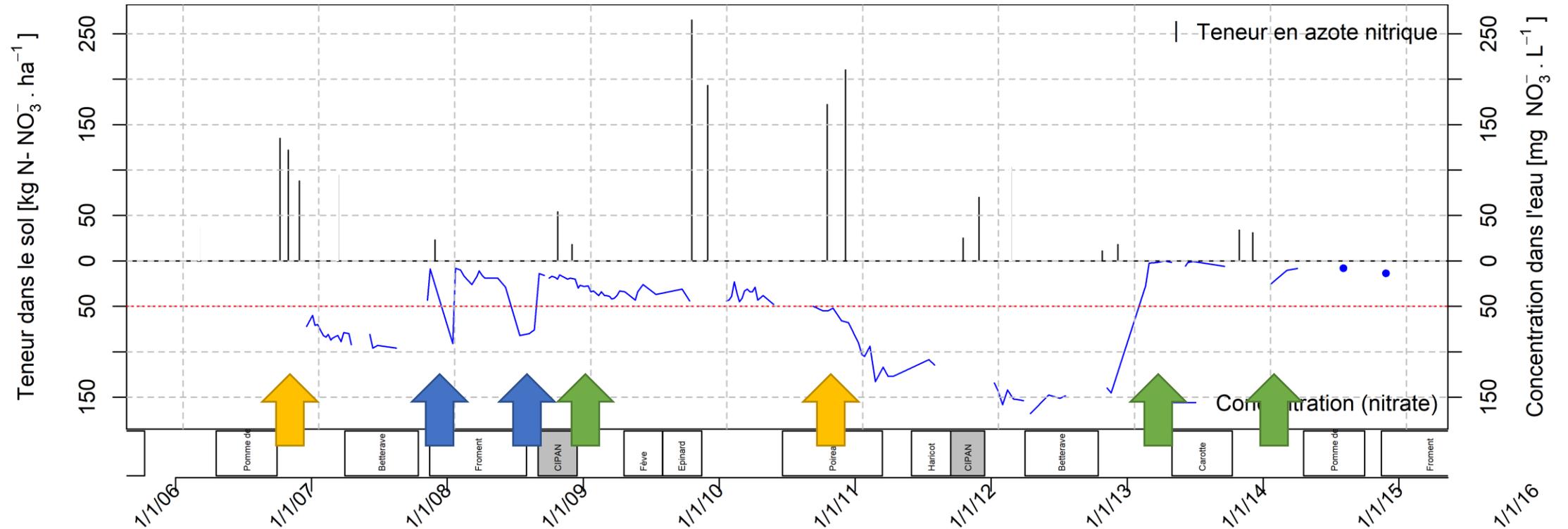
- 4 questions :

- L'APL est-il un bon indicateur de la concentration en nitrate de l'eau à la base de la zone racinaire ?
- Quel est l'impact du climat annuel (température, pluviométrie) sur cette relation ?
- Quelles sont les limites de cet indicateur ?
- La culture et la gestion de l'azote ont-elles bien un impact sur la qualité de l'eau ?



# REH et qualité de l'eau

- L'APL est-il un bon indicateur de la concentration en nitrate de l'eau à la base de la zone racinaire ?

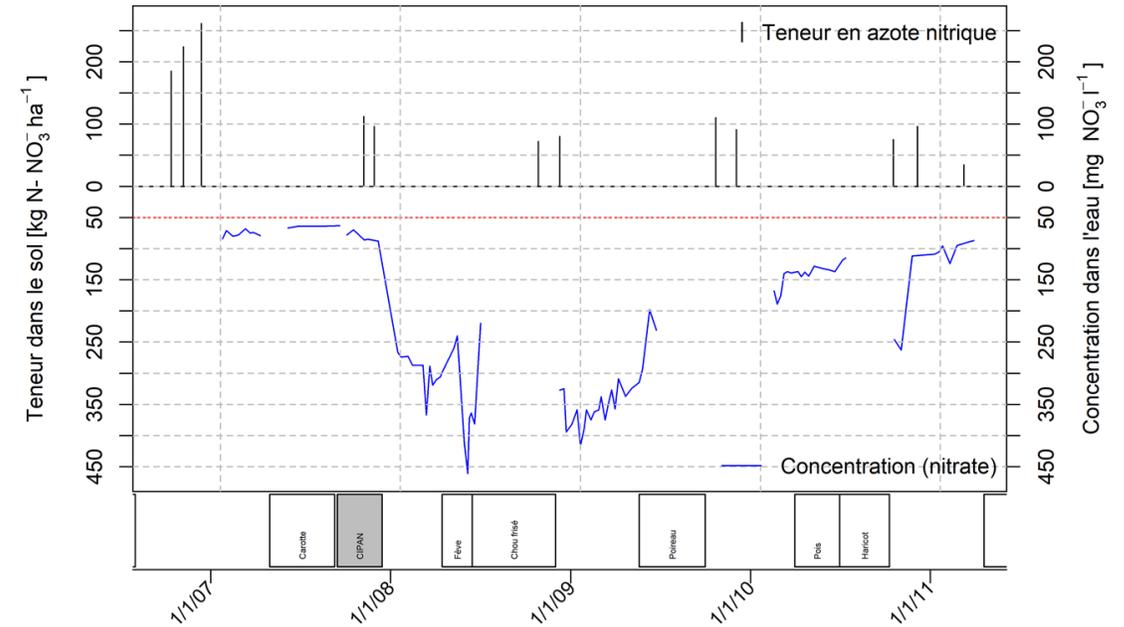
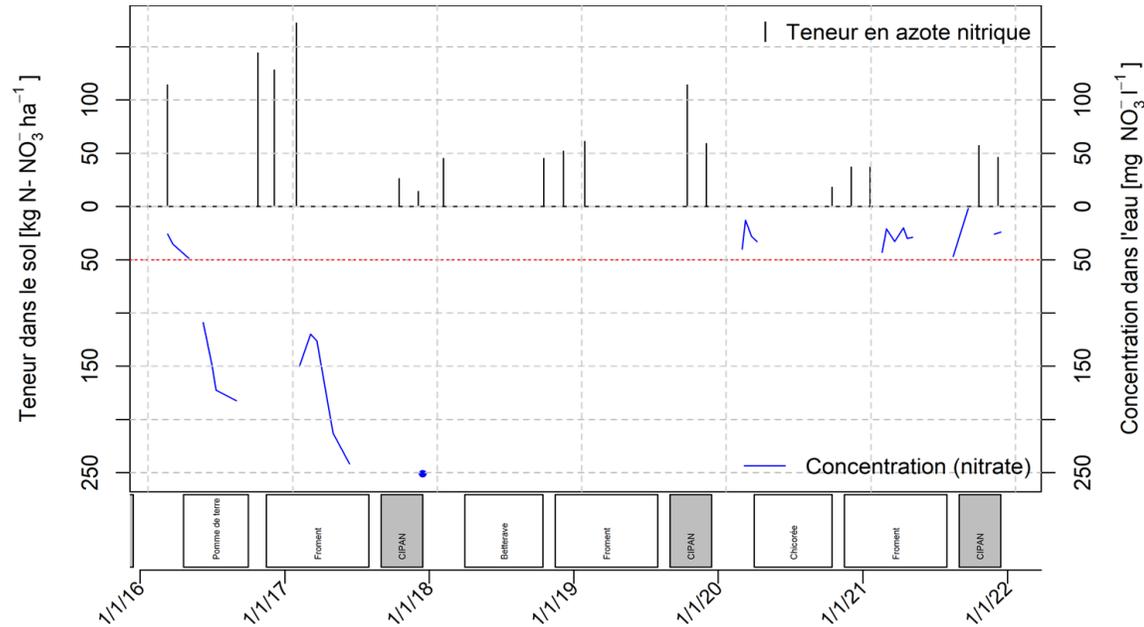




# REH et qualité de l'eau

- Quel est l'impact du climat annuel (température, pluviométrie) sur cette relation ?

- Quelles sont les limites de cet indicateur ?





# REH et qualité de l'eau

« Le lysimètre, un outil d'évaluation de l'APL en tant qu'indicateur environnemental »

**Christophe Vandenberghe**, Florent Bachelart, Gilles Colinet et Kevin Lefébure



« Estimation d'un REH équivalent en système drainé et prédiction de la concentration en nitrate dans les eaux de drainage agricole »

Samy Chelil, Hocine Henine, Pauline Dodinet, Cédric Chaumont et **Julien Tournebize**



« L'APL, un outil d'encadrement et d'évaluation de la pression agricole pour restaurer la qualité de l'eau du bassin versant d'Arquennes »

**Kevin Lefébure**, Florent Bachelart, Gilles Colinet et Christophe Vandenberghe





# REH et qualité de l'eau

- L'APL, un outil d'encadrement et d'évaluation de la pression agricole pour restaurer la qualité de l'eau du bassin versant d'Arquennes
  - ♣ 2 bassins versants agricoles (Wallonie, Belgique)
    - zones alimentations des galeries délimitées
      - 24 ha
      - 58 ha
    - sols limoneux ou sablo-limoneux
    - cultures et prairies
  - ♣ Mesures APL (début novembre)
    - mensuelle
    - données historiques depuis 1996

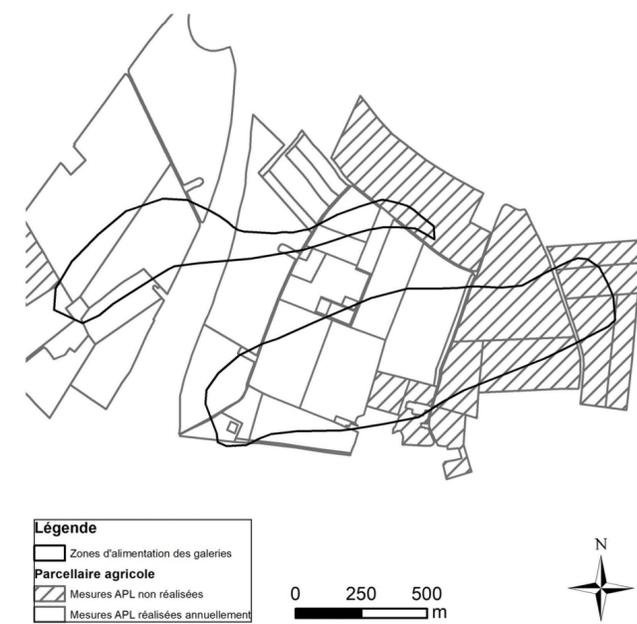
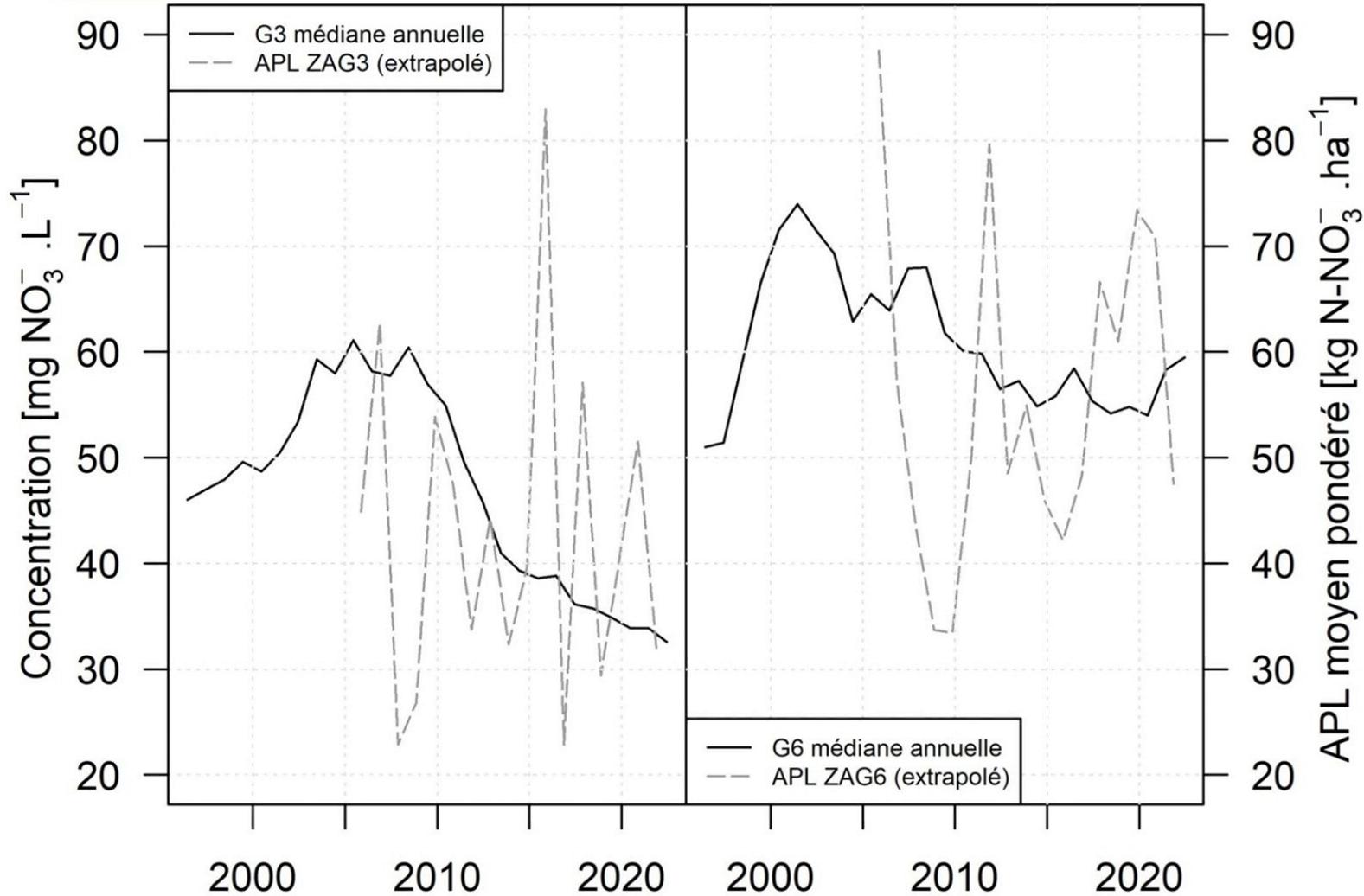


Légende	
	Zones d'alimentation des galeries
<b>Parcellaire agricole</b>	
	Mesures APL non réalisées
	Mesures APL réalisées annuellement





# REH et qualité de l'eau



Bonne relation entre le REH et la qualité de l'eau



# REH et qualité de l'eau

« Le lysimètre, un outil d'évaluation de l'APL en tant qu'indicateur environnemental »

**Christophe Vandenberghe**, Florent Bachelart, Gilles Colinet et Kevin Lefébure



« Estimation d'un REH équivalent en système drainé et prédiction de la concentration en nitrate dans les eaux de drainage agricole »

**Samy Chelil**, Hocine Henine, Pauline Dodinet, Cédric Chaumont et **Julien Tournebize**



« L'APL, un outil d'encadrement et d'évaluation de la pression agricole pour restaurer la qualité de l'eau du bassin versant d'Arquennes »

**Kevin Lefébure**, Florent Bachelart, Gilles Colinet et Christophe Vandenberghe



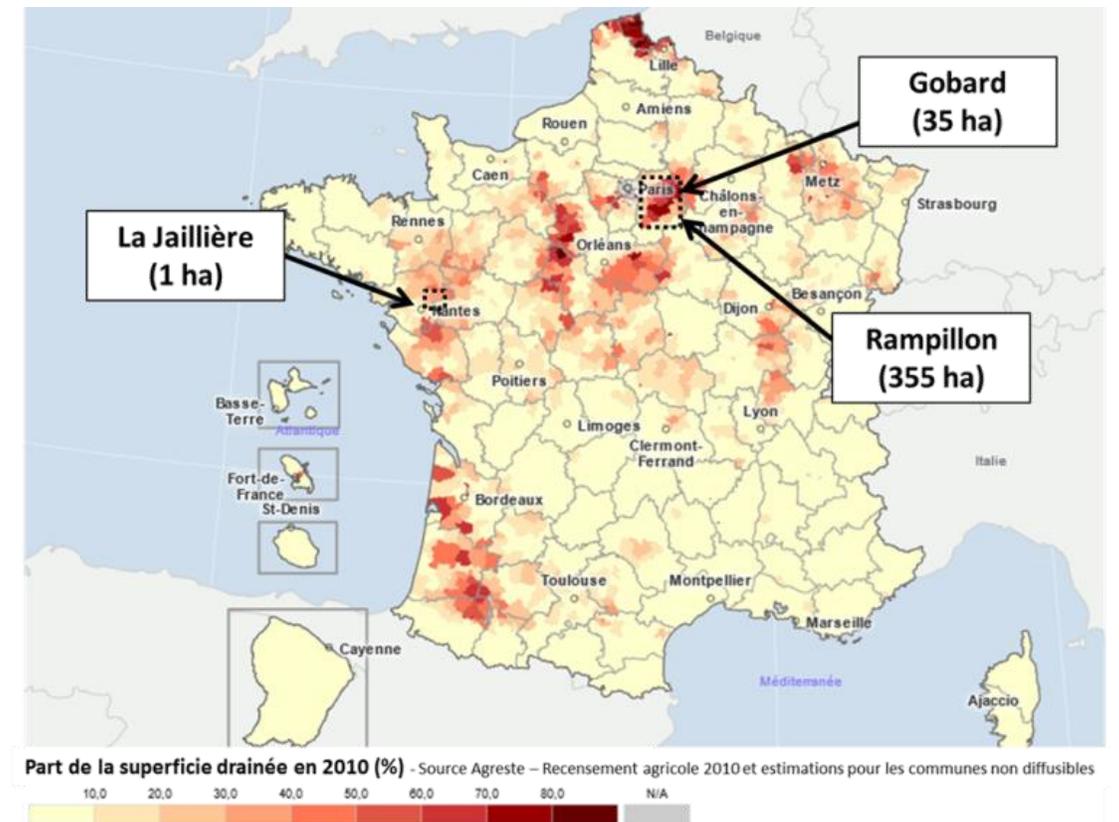


# REH et qualité de l'eau

- Estimation d'un REH équivalent en système drainé et prédiction de la concentration en nitrate dans les eaux de drainage agricole

## ♣ 3 sites de parcelles drainées

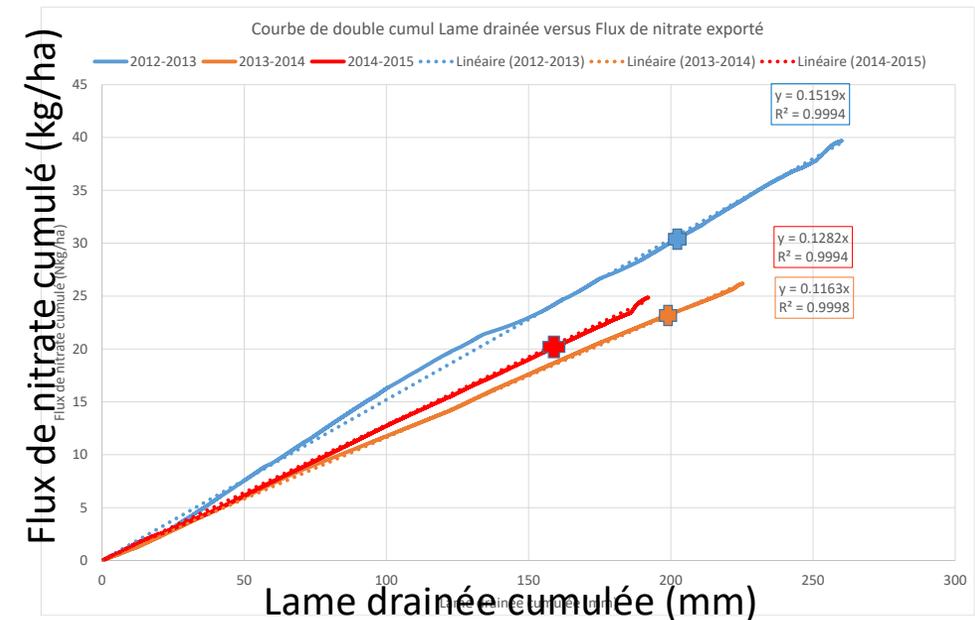
- est de la région parisienne et sud du Massif Armoricain
- sols limoneux
- suivi à haute fréquence
  - débit des drains
  - concentrations en nitrate
- REH
  - mesurés
  - estimés





# REH et qualité de l'eau

- Mise en évidence de la relation entre la lame d'eau drainée et le flux de nitrate lixivié
  - ♣ stock de nitrate non limitant
- Développement d'un modèle (NIT-DRAIN)
  - ♣ estimation d'un  $REH_{\text{équivalent}}$ 
    - À partir de :
      - Volume drainée (mesuré ou simulé)
      - Concentration en nitrate dans les drains
      - Paramètres pédologiques
  - ♣ reproduction des flux de nitrate dans les drains
    - À partir de :
      - Volume drainée (mesuré ou simulé)



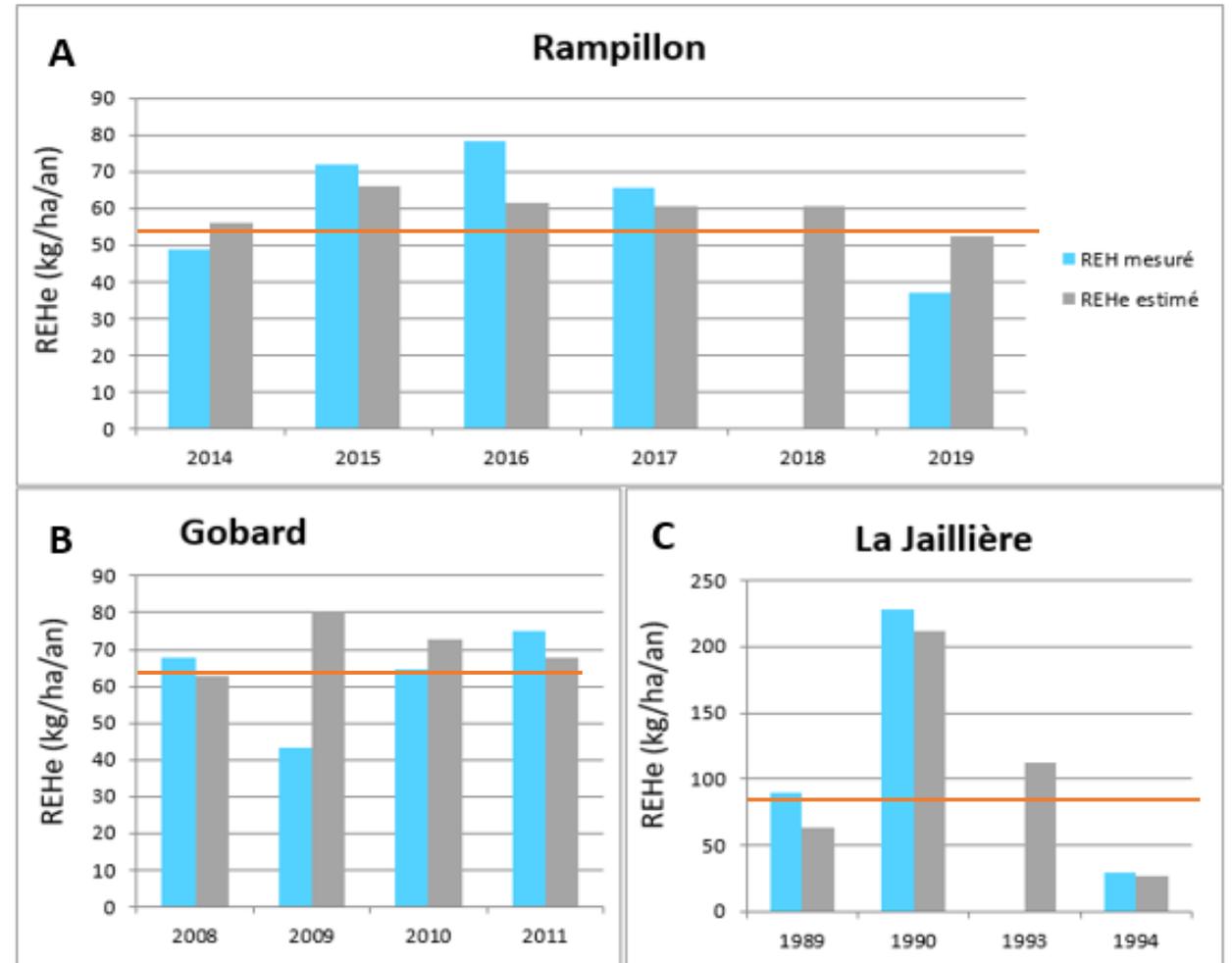


# REH et qualité de l'eau

- Comparaison des REH<sub>équivalent</sub> au REH mesurés (ou estimés)

Concentration moyenne dans les drains :

- Rampillon : 54 mg/l
- Gobard : 64 mg/l
- La Jaillière : 82 mg/l





# REH et qualité de l'eau

La parcelle

« Le lysimètre, un outil d'évaluation de l'APL en tant qu'**indicateur environnemental** »

Christophe Vandenberghe et Kevin Lefébure



Quelques parcelles

« Estimation d'un REH équivalent en système drainé et **prédiction de la concentration en nitrate dans les eaux de drainage agricole** »

Samy Chelil, Hocine Henine, Pauline Dodinet, Cédric Chaumont et Julien Tournebize



Territoire

« L'APL, un **outil d'encadrement et d'évaluation de la pression agricole** pour restaurer la qualité de l'eau du bassin versant d'Arquennes »

Kevin Lefébure et Christophe Vandenberghe



Démonstration du REH  
comme bon indicateur  
environnemental à  
différentes échelles

# Programme du séminaire et chapitres de l'ouvrage

Logistique, prélèvements  
et échantillonnage



Quel lien avec la qualité de l'eau ?



Pourquoi un couplage  
avec la modélisation ?



Indicateur au centre de PSE ?



Comment accompagner les agriculteurs  
à partir de ce reliquat ?

Comment interpréter les mesures ?  
Comment traiter les données ?





# Couplage REH et modélisation

« Vers l'utilisation de l'APL pour **quantifier les pertes d'azote au champ** »

Nicolas Beaudoin

~

« De la mesure du reliquat à l'**estimation de la lixiviation** du nitrate sous les parcelles agricoles dans les baies « algues vertes » de Bretagne »

Virginie Parnaudeau et Anne Guézengar

~

« **Détermination d'une date de début de drainage** avec un outil de modélisation : exemple d'utilisation de Syst'N<sup>®</sup> dans les Hauts-de-France »

Jean-Christophe Mouny



# Vers l'utilisation de l'APL pour quantifier les pertes d'azote au champ

- **Contexte et enjeux**

- ♣ De nombreuses données APL mises en BDD à l'échelle de territoire, au service de l'application de la Directive Nitrate.
- ♣ Former sur les déterminants de la lixiviation (Beaudoin 2006; Dupas et al., 2015)
- ♣ Etudier la faisabilité du paiement de services environnementaux (Escobar et al., 2013).

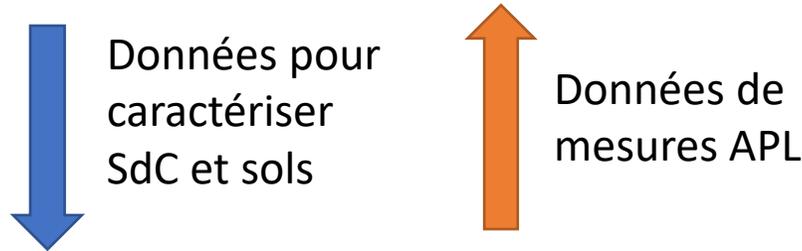
- **Objectif :**

Valoriser les données d'APL selon un gradient croissant de virtualisation (3 modèles) et donc décroissant de dépendance aux données, appliqué à deux cas d'étude en Hauts-de France

# Vers l'utilisation de l'APL pour quantifier les pertes d'azote au champ

- Modèles

- ♣ Modèle statistique
- ♣ LIXIM
- ♣ STICS



- 2 sites

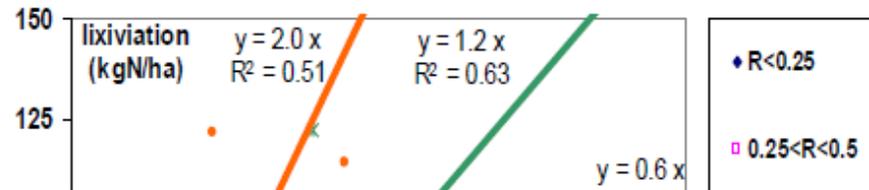
- ♣ Réseau de 36 stations d'observation du bassin hydrologique de Bruyères et Mt (F-02), de 1991 à 2012 (Beaudoin et al., 2005 ; 2008 ; 2021)
- ♣ Réseau de 35 parcelles du projet Agri-Bio Hauts-de-France, de 2014 à 2017, Représentant 11 systèmes de culture (Rakotovololona et al., 2019)

- Méthodes

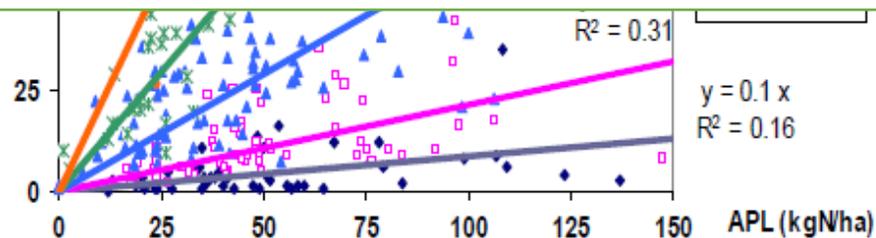
- ♣ Calcul de la lixiviation à partir des APL (LIXIM) puis analyse du lien APL/lixiviation
- ♣ Simulation sur long terme de la lixiviation (STICS)

# Vers l'utilisation de l'APL pour quantifier les pertes d'azote au champ

- Quelques résultats



Proxy de la lixiviation :  $IL = a \times APL \times R_w^b$   
avec  $R_w$  : taux de renouvellement apparent du stock d'eau du sol,  
mais calage non générique.



Calcul de 5 classes de  $R_w$  dans la relation lixiviation =  $f(APL)$ ,  
appliqué aux données **annuelles** 1991-99 du BAC de Bruyères.

- Retour d'expérience

- ♣ **Approche pédagogique** vis-à-vis des agriculteurs du bassin de Bruyères de 1990 à 2012, pour commenter les sorties des modèles LIXIM ou STICS et la hiérarchie entre les situations polluantes : l'APL dépend surtout des pratiques et  $R_w$ , du pédo-climat

(Beaudoin, et al., 2021)

- ♣ **Approche prédictive du risque de lixiviation** combinant les rôles de APL,  $R_w$  et l'estimation de la minéralisation d'azote hivernale ; appliquée dans l'expertise pour le BAC du Plessis-Pas-Brunet

(Loire Atlantique; Beaudoin, & Machet, 2001)

- ♣ **Support méthodologique pour cibler les situations à expertiser** dans l'évaluation des sorties de STICS spatialement distribué à l'échelle du bassin de la Seine pendant 40 ans

(Beaudoin et al., 2018)



# Couplage REH et modélisation

« Vers l'utilisation de l'APL pour **quantifier les pertes d'azote au champ** »

Nicolas Beaudoin

~

« De la mesure du reliquat à l'**estimation de la lixiviation** du nitrate sous les parcelles agricoles dans les baies « algues vertes » de Bretagne »

Virginie Parnaudeau et Anne Guézengar

~

« **Détermination d'une date de début de drainage** avec un outil de modélisation : exemple d'utilisation de Syst'N® dans les Hauts-de-France »

Jean-Christophe Mouny



# De la mesure du reliquat à l'estimation de la lixiviation du nitrate sous les parcelles agricoles dans les baies « algues vertes » de Bretagne

- **Contexte et enjeux**

- ♣ 2 plans de lutte contre les Algues vertes (2010-2015 puis 2016-2021)

- ♣ Objectif : 10 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l

- ♣ RDD = Indicateur agronomique

- initialement pour évaluer les pratiques (gestion N) : « Note RDD » (cf. Hanocq et Guézengar)

- **Objectif :**

A partir des RDD mesurés à différentes dates, calcul du risque de lixiviation comme « Indicateur environnemental » (IRE), par parcelle, restitué individuellement par courrier aux agriculteurs

# De la mesure du reliquat à l'estimation de la lixiviation du nitrate sous les parcelles agricoles dans les baies « algues vertes » de Bretagne

- Sites et mesures

- ♣ Dispositif de mesure du RDD

- 7 baies concernées ; toutes les EA (env. 7500 parcelles) → échantillon ; env. 200 parcelles de références

- Modèles

- ♣  Syst'N (version 1.0)

- ♣ Modèle statistique

- Méthode

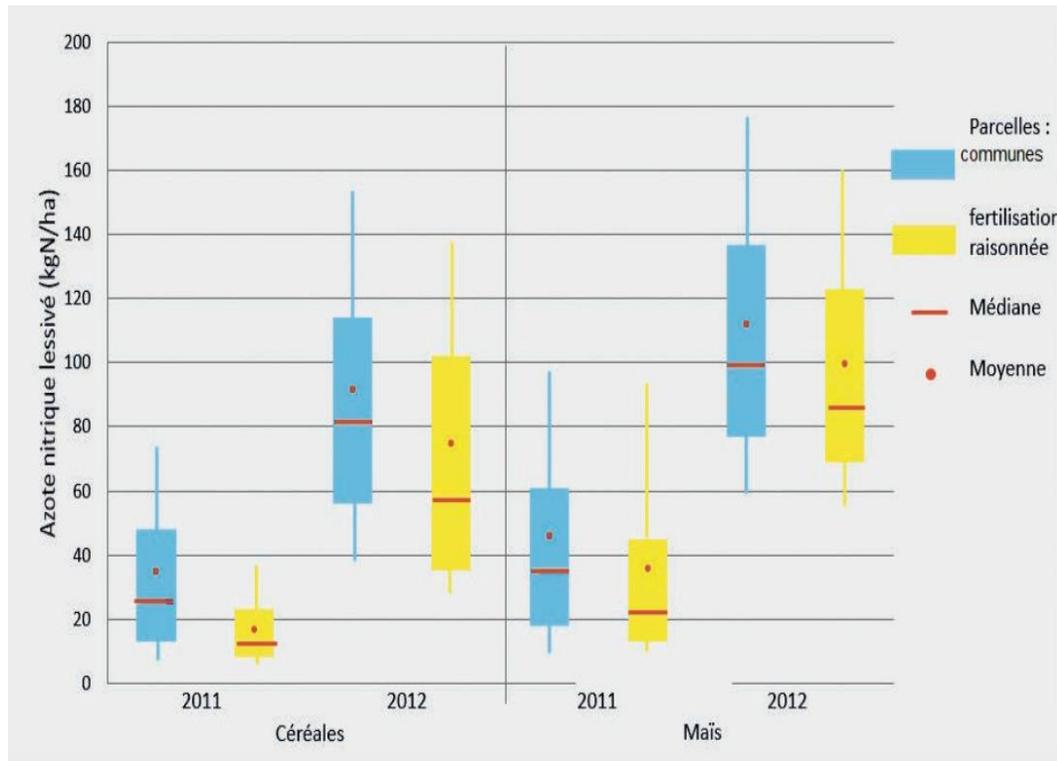
- ♣ Évaluation Syst'N® puis analyses de sensibilité

- ♣ Calcul du risque de lixiviation de chaque parcelle

- Risque de lixiviation sol nu (kgN/ha) =  $a \times Vp + b \times RDD + c$  (Syst'N®) calculé par baie et année
    - Lixiviation « réelle » estimée = Lixiviation en sol nu du 29/11 au 15/04 – Absorption du couvert du 29/11 au 15/03 (abaque)

# De la mesure du reliquat à l'estimation de la lixiviation du nitrate sous les parcelles agricoles dans les baies « algues vertes » de Bretagne

## • Quelques résultats



Parcelles de référence et parcelles communes

## • Retour d'expérience

- ♣ Syst'N® permet de générer de nombreuses simulations
- ♣ Calcul d'un risque de lixiviation à partir de RDD réalisés à des dates différentes
- ♣ Donner à voir une estimation des pertes d'azote à chaque agriculteur dans sa parcelle
- ♣ Besoin d'accompagnement des agriculteurs pour valoriser ce type de résultats



# Couplage REH et modélisation

« Vers l'utilisation de l'APL pour **quantifier les pertes d'azote au champ** »

Nicolas Beaudoin

~

« De la mesure du reliquat à l'**estimation de la lixiviation** du nitrate sous les parcelles agricoles dans les baies « algues vertes » de Bretagne »

Virginie Parnaudeau et Anne Guézengar

~

« **Détermination d'une date de début de drainage** avec un outil de modélisation : exemple d'utilisation de Syst'N® dans les Hauts-de-France »

Jean-Christophe Mouny



# Détermination d'une date de début de drainage avec un outil de modélisation : exemple d'utilisation de Syst'N® dans les Hauts-de-France

- **Contexte**

- Forte activité agricole sur le territoire des Hauts-de-France
- « Zone vulnérable » avec 40% de masses d'eau en mauvais état chimique
- « **Zones d'Action Renforcée** » : 3 **Reliquats Début Drainage** dans le cadre du 6<sup>ième</sup> PAR

- **Besoin en région**

- Dates de **Début Drainage** variables et parfois éloignées de l'« **Entrée Hiver** » (2 mois)
  - Variabilité spatiale (gradients Nord-sud & Est-Ouest)
  - Variabilité pédoclimatique (sols profonds ou filtrants / côtes ou terres)

- **Objectifs**

- Mieux définir une date de début drainage selon la ZAR concernée, *a priori* et *in itinere*, avec l'outil et modèle Syst'N®

# Détermination d'une date de début de drainage avec un outil de modélisation : exemple d'utilisation de Syst'N<sup>®</sup> dans les Hauts-de-France

- Méthodologie pour chaque ZAR

- ♣ Types de sols (guides, cartes, expertise) et météo passée (JRC)
- ♣ Mise à jour d'une météo locale actuelle (réseau DEMETER) et future (projections)
- ♣ Couverture du sol selon le système de culture (type de sol X ZAR)
  - 277 situations selon 3 hypothèses météorologiques à court terme

- Résultats avec Syst'N<sup>®</sup>

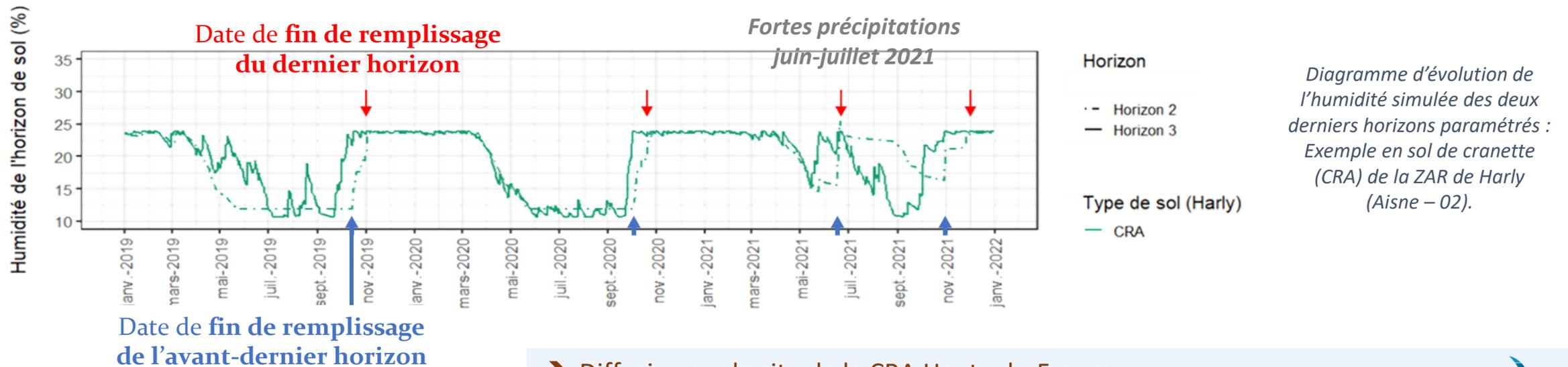
- ♣ Evolution journalière de l'eau drainée et ruisselée selon la pluviométrie
- ♣ Evolution journalière de l'humidité des différents horizons de sol paramétrés



# Détermination d'une date de début de drainage avec un outil de modélisation : exemple d'utilisation de Syst'N® dans les Hauts-de-France

- Résultats avec Syst'N®

- ♣ Variabilité interannuelle, climatique, et pédologique importante (sept. → déc. voire dès juil.)



➔ Diffusion sur le site de la CRA Hauts-de-France

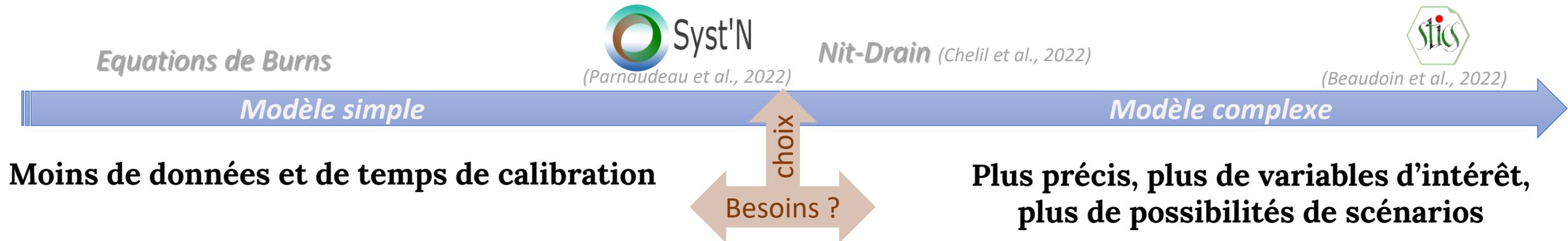
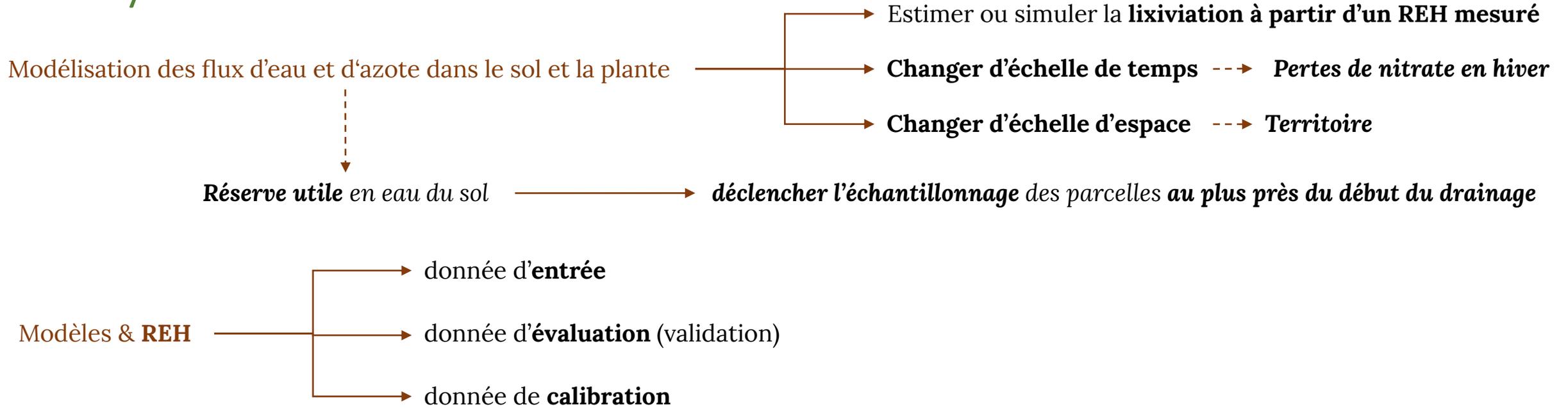
- Cartographie des ZAR
- Code couleur pour dates de début drainage estimées (go/no go)



- Perspectives

- ♣ Simplification du plan de simulation en ciblant des situations contrastées et/ou à risque
- ♣ Consolidation, évolutions, transmission et pérennité de la méthodologie

# Synthèse



# Couplage REH et modélisation

« Vers l'utilisation de l'APL pour **quantifier les pertes d'azote au champ** »

Nicolas Beaudoin

INRAE

~

« De la mesure du reliquat à l'**estimation de la lixiviation** du nitrate sous les parcelles agricoles dans les baies « algues vertes » de Bretagne »

Virginie Parnaudeau et Anne Guézengar

INRAE

~

« **Détermination d'une date de début de drainage** avec un outil de modélisation : exemple d'utilisation de Syst'N® dans les Hauts-de-France »

Jean-Christophe Mouny



Agro-Transfert  
Ressources et Territoires

Dans cette session, échanges aussi autour de :

- La très forte **variabilité du début drainage** même sur un territoire restreint ;
- La surestimation des pertes calculées en ne considérant **que 90 cm** d'enracinement sur sols profonds (profondeur de REH) ;
- La nécessité d'**accompagner les agriculteurs** dans l'appropriation des résultats issus de la modélisation

# Programme du séminaire et chapitres de l'ouvrage

Logistique, prélèvements  
et échantillonnage



Quel lien avec la qualité de l'eau ?

Pourquoi un couplage  
avec la modélisation ?



Indicateur au centre de PSE ?



Comment accompagner les agriculteurs  
à partir de ce reliquat ?

Comment interpréter les mesures ?  
Comment traiter les données ?



Pause

Reprise à 10h30



# Traitement et interprétation des REH

« Le référentiel **APL en Wallonie** »

Marc De Toffoli, Christophe Vandenberghe et Richard Lambert

UCLouvain



« Le réseau de reliquats « début drainage » du **plan « algues vertes »** de Bretagne »

Daniel Hanocq et Anne Guézengar



« Retour d'expérience sur la mise en œuvre d'une action collective de gestion de l'azote s'appuyant sur la mesure du REH dans les BAC de l'Aisne : la **méthode AZUR** »

Julien Gaillard

« Évaluer les pressions azotées sur quatre bassins d'alimentation de captages dans le nord de la Nièvre par des mesures de REH : **comment passer des constats à l'action ?** »

Lison Delsalle

« Retour sur sept années du suivi de REH dans la **région de Compiègne** »

Vincent Perrin

# Référentiel pour l'azote potentiellement lixiviable

## APL en Wallonie

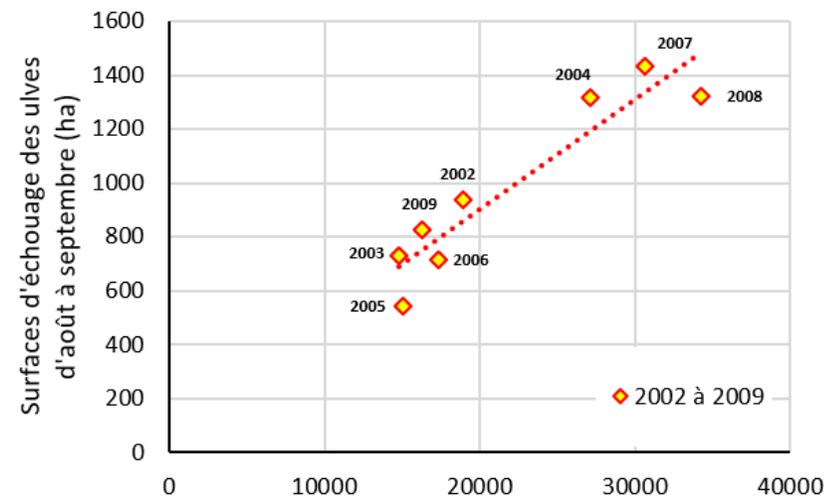
- Teneur en NO3 eau (PGDA – d. nitrate)
- Établir la conformité des reliquats APL pour le contrôle en Wallonie
- 51 fermes de références 300 parcelles depuis 2008
- 8 classes de cultures
- 3 horizons (90cm) à 2 dates
- Classement bon-satisf.-limite-mauvais
- Contrôle en Z.V. 15/10 – 15/12

## REH en Bretagne

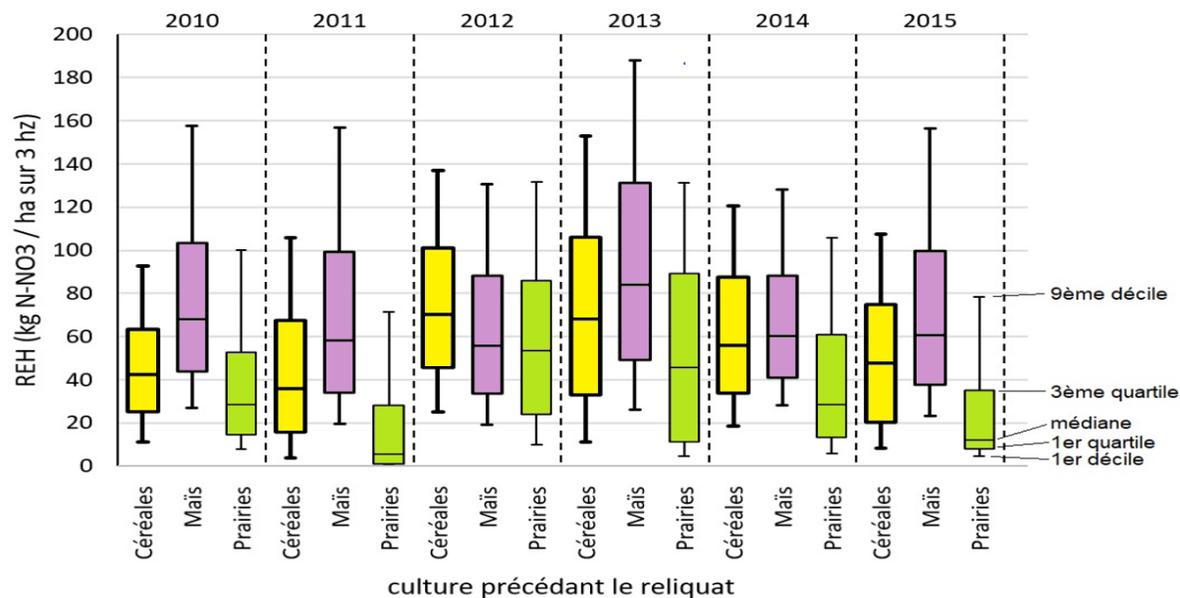
- Flux N eaux de surface (algues vertes)
- Information pédagogique de l'écart au REH attendu en Bretagne
- 200 parcelles de référence (47000 parc. mesurées de 2010 à 2021)
- 3 classes (maïs, céréales, prairie)
- 2 horizons une seule date
- Classement A/B, C, D
- Ciblage, calcul indicateur à améliorer

# REH indicateur pour diminuer les fuites d'azote en Bretagne

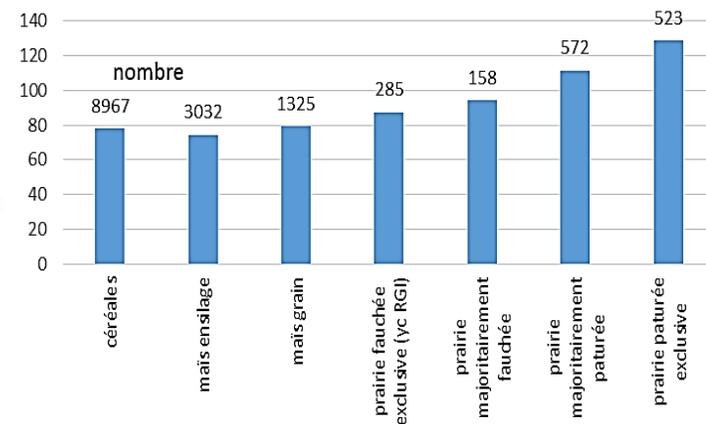
- Marées vertes 2008 – 2009 → PLAV réduire flux N
- Méthodo évolutive: exhaustif → ciblage
- REH dépend des pratiques de gestion N et aussi
  - ♣ effet année/culture
  - ♣ contexte agronomique



Moyenne des flux de nitrates à l'exutoire des bassins versants "algues vertes" de mai à août (kg N / mois)

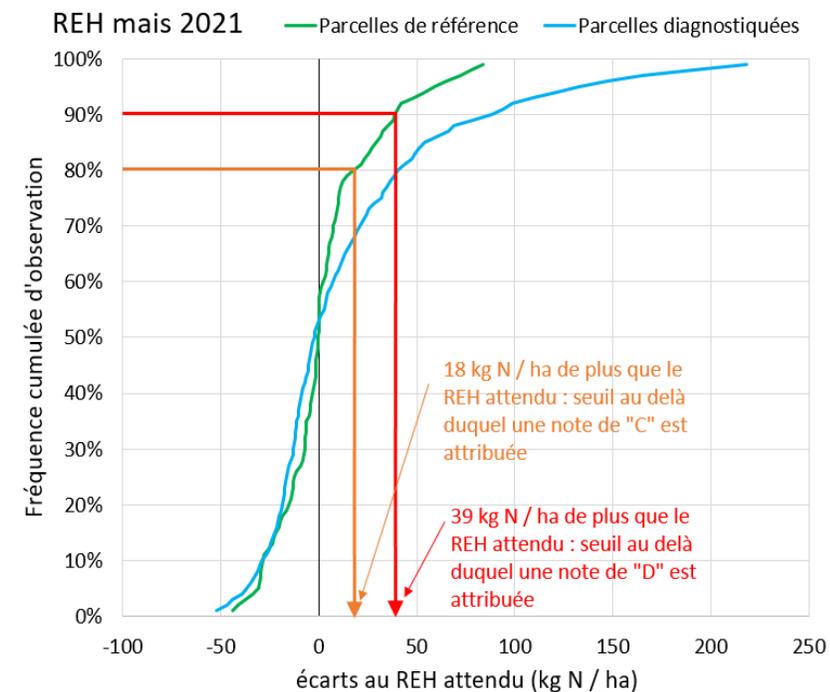


RDD (kg N / ha) derrière maïs selon le précédent



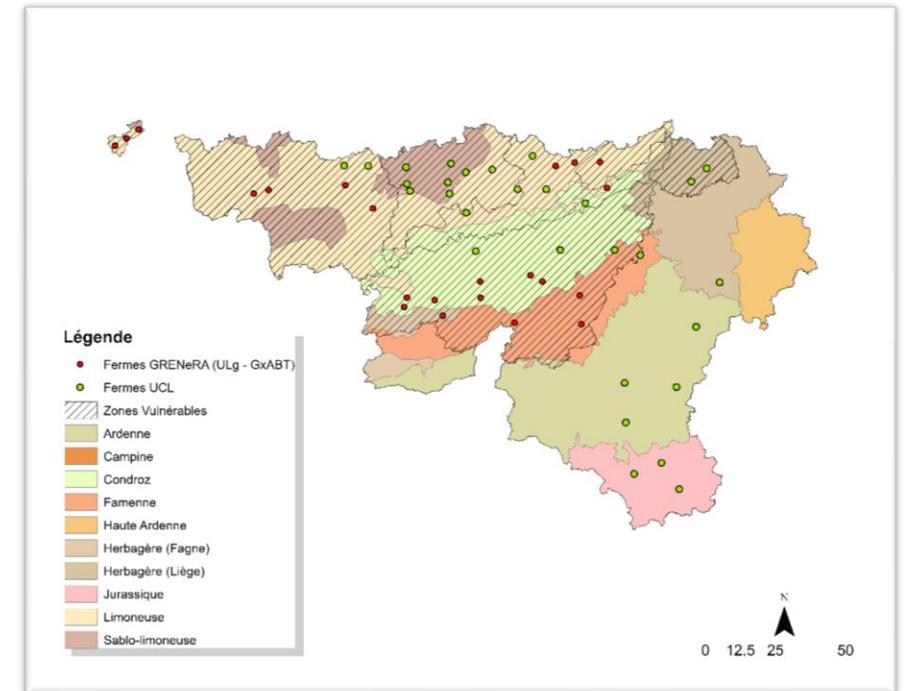
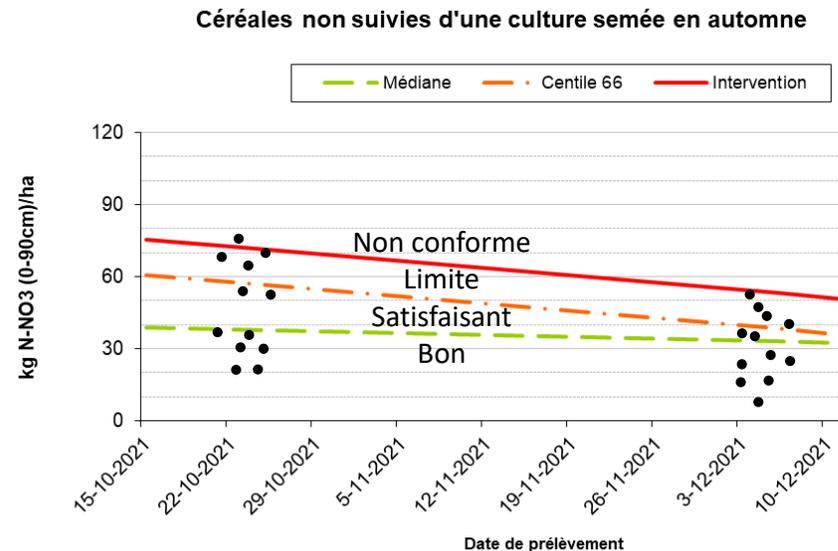
# REH indicateur pour diminuer les fuites d'azote en Bretagne

- Interpréter REH en fonction de la gestion de l'azote : reliquats attendus par type de culture  
→ classes établies chaque année (précédent, gestion pâturage etc.)
  - ♣ Comparaison REH de chaque parcelle avec « REH attendu » (note en fct de l'écart)
  - ♣ Réseau de références réparti dans les BV (gestion N optimale : ferti et couverts)
- IRE (indicateur de risque envir.)
  - ♣ Syst'N®: quantité d'azote lixivié calculé
  - ♣ Objectif qualité eau/flux d'N
  - ♣ Comparaison locale : dépendant contexte pédoclimat
- Résultats
  - ♣ Évolution favorable du « REH attendu »
  - ♣ Teneur N dans les cours d'eau
  - ♣ Plus de corrélation entre flux  $\text{NO}_3^-$  et algues vertes...



# Référentiel APL en Wallonie

- Réseau de 51 fermes de références volontaires : relation privilégiée, de confiance (service de conseil par laboratoires wallons)
- Procédure réglementée (échantillonnage etc.)
- 7 classes cultures + prairie
- Traitement des données (stat. + discussion GT)  
→ classement des résultats



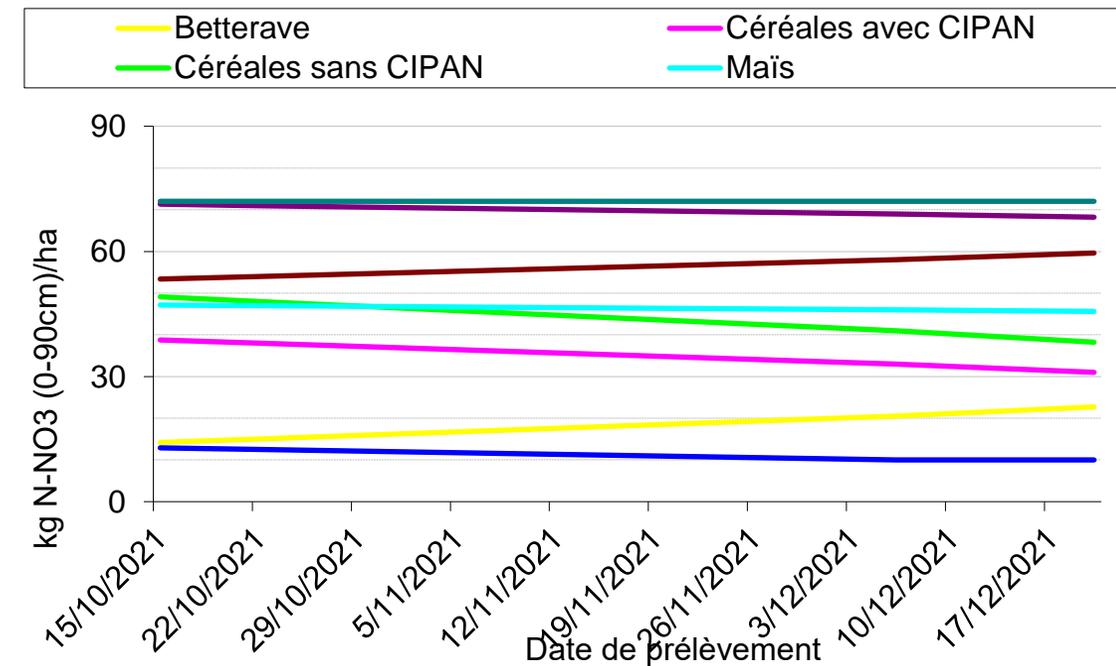
# Référentiel APL en Wallonie

## • Résultats

- ♣ Références annuelles fiables et représentatives (conditions de l'année)
- ♣ Reflet de la gestion de l'azote (fertilisation, interculture,...)
- ♣ Permet de cibler les agriculteurs au niveau du contrôle (suivi APL)

## • Conclusion

- ♣ Référence = indicateur pertinent gestion N
- ♣ Méthodologie acceptée et claire : système éprouvé et efficace
- ♣ APL = pilier du PGDA





# Traitement et interprétation des REH

« Le référentiel **APL en Wallonie** »

Marc De Toffoli, Christophe Vandenberghe et Richard Lambert

« Le réseau de reliquats « début drainage » du plan « **algues vertes** » de Bretagne »

Daniel Hanocq et Anne Guézengar

« Retour d'expérience sur la mise en œuvre d'une action collective de gestion de l'azote s'appuyant sur la mesure du REH dans les BAC de l'Aisne : la **méthode AZUR** »

Julien Gaillard



« Évaluer les pressions azotées sur quatre bassins d'alimentation de captages dans le nord de la Nièvre par des mesures de REH : **comment passer des constats à l'action ?** »

Lison Delsalle



« Retour sur sept années du suivi de REH dans la **région de Compiègne** »

Vincent Perrin



# Traitement et interprétation des REH

- **Contexte :**  
3 territoires avec des AAC Grenelle de quelques centaines à plusieurs milliers d'hectares (d'une dizaine à une centaine d'agriculteurs)
- **Objectifs :**  
analyses des REH pour valorisation auprès des agriculteurs, au regard des pratiques et pour diminuer les pertes en azote à la parcelle
- **Échelles :**  
temporelle = successions culturales / spatiale = BAC
- **Définition d'un objectif de REH** par le modèle de BURNS (37 mg/l dans l'eau sous racinaire) et calcul des pertes par lixiviation
- **Analyse statistique des résultats**

Au préalable :

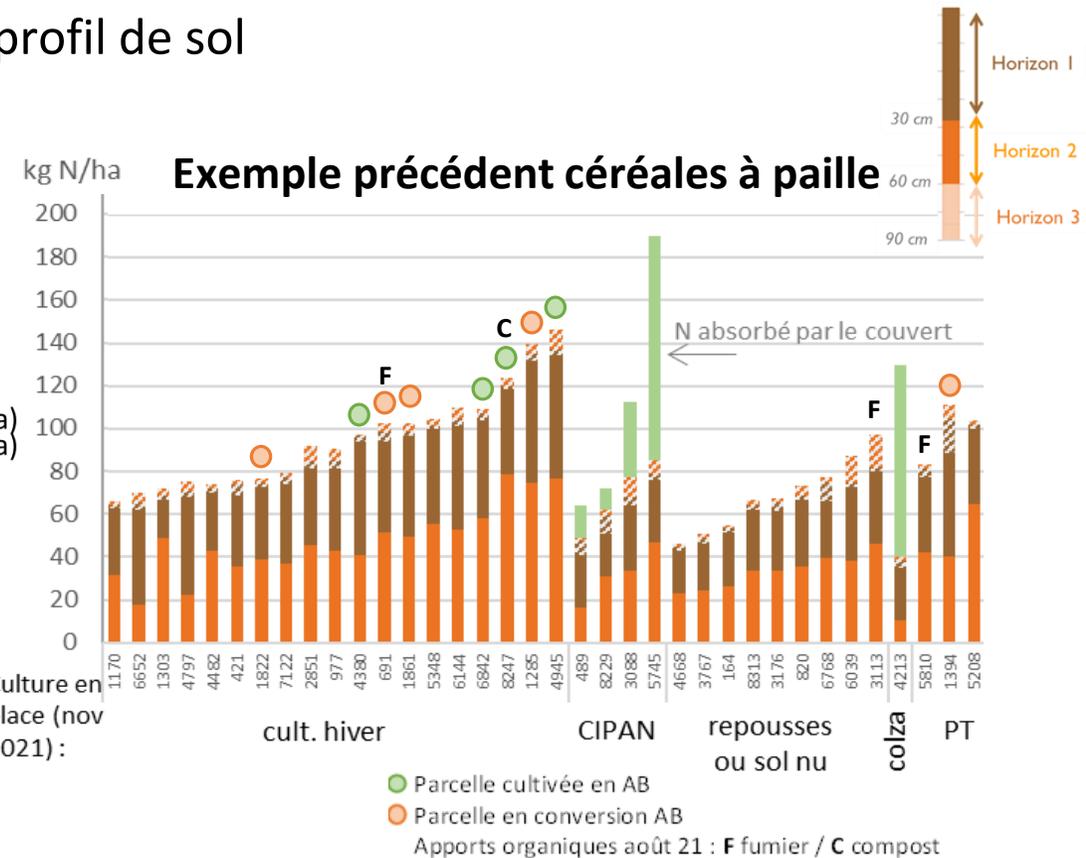
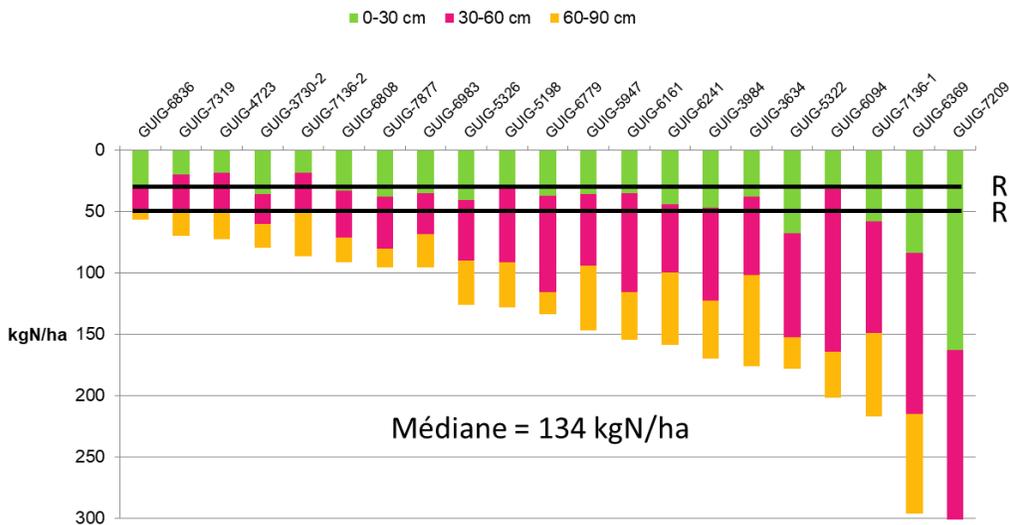
- ❖ Collecte des pratiques : successions culturales, rendements, fertilisation (min/orga), date de récolte, CIPAN...
- ❖ Caractérisation, analyse de sols
- ❖ Achat de données météo pour calcul du reliquat objectif et des pertes par lixiviation

# Traitement et interprétation des REH

- Résultats : analyse annuelle des données

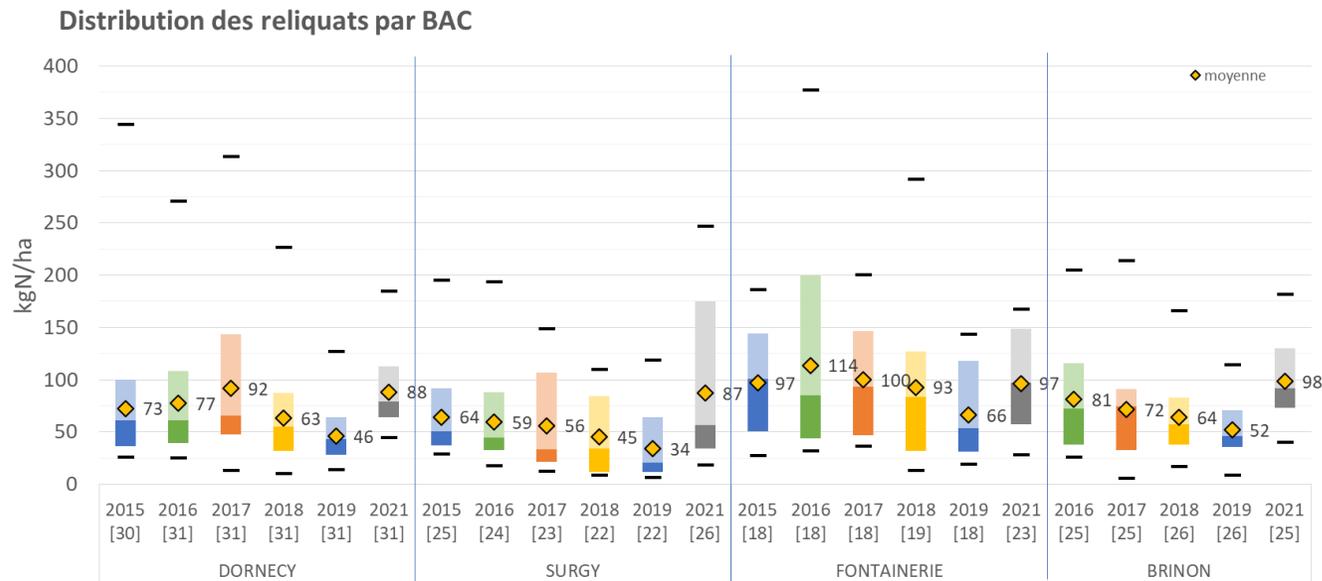
## Variation spatiale et sur le profil de sol

### BAC de Guignicourt – 2020-2021 Reliquats mesurés en entrée d'hiver



# Traitement et interprétation des REH

## Résultats : analyse pluriannuelle des données



Culture précédente	Reliquat Entrée Hiver (REH) Baugy-Hospice							Moyenne	Effectifs
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Betteraves sucrières	65	81	58	80	61	53	153	83	165
Blé d'hiver		84	114	106	71	72	124	93	412
Colza d'hiver	116	96	172	110	104	109	145	125	68
Féverole	131	115						127	4
Haricots verts	191					150	334	206	4
Lin fibre	83			116	123	119	187	148	13
Luzerne		45				58	225	138	4
Maïs ensilage	119	95	66	284	142	100	147	126	26
Maïs grain	72	114	110	116	69	115	159	105	47
Oignons				196	147		247	197	3
Orge de printemps		64	104	101	94	68	146	90	26
Orge d'hiver		76	128	81	41	69	168	88	25
Pois	167	114	149	103	138	137	176	150	52
Pomme de terre	96		81	120	130	116	203	128	30
Ray-grass				56	41	36	47	45	4
<b>Moyenne annuelle</b>	<b>103</b>	<b>85</b>	<b>109</b>	<b>105</b>	<b>80</b>	<b>78</b>	<b>147</b>	<b>101</b>	<b>971</b>

Plusieurs facteurs influents :

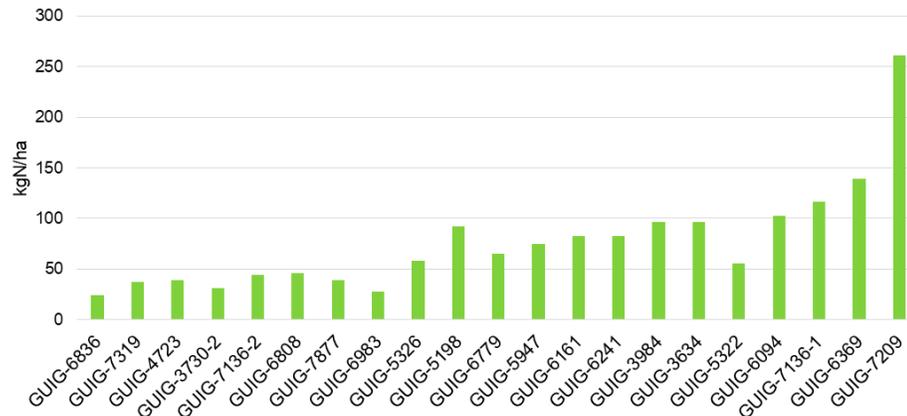
- Année (météo, rendement)
- Précédent
- Couple précédent/suivant (interculture)

# Traitement et interprétation des REH

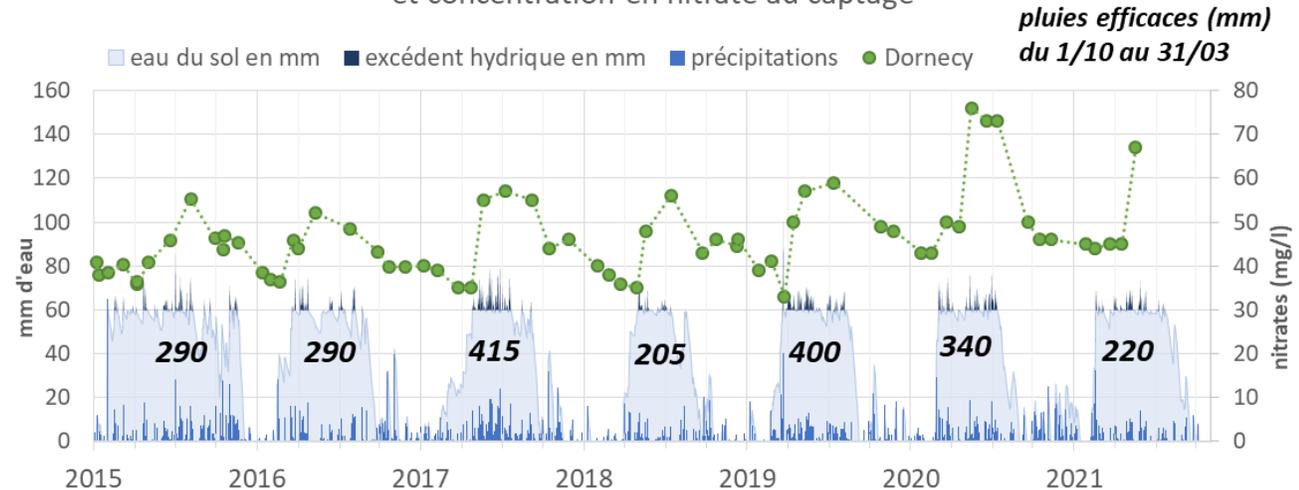
## Résultats : calcul des pertes par lixiviation (BURNS)

- ♣ Calcul des lames drainantes et du % de lixiviation (1/11/n au 31/03/n+1)
- ♣ Prise en compte du type de sol et de la Réserve Utile (RU)
- ♣ Estimation des pertes d'azote et pression sur la ressource

**Pertes en azote calculées  
BAC de Guignicourt – campagne 2020-2021**



Excédents hydriques (sol RU 60 mm / céréales d'hiver)  
et concentration en nitrate au captage



Pertes sous parcelles cultivées (kgN/ha)	22	21	49	12	27*	()	58
Concentration sous-racinaire (mgNO <sub>3</sub> /l)	94	78	100	56	54	()	83
Concentration sous le BAC (mgNO <sub>3</sub> /l)	<b>59</b>	<b>57</b>	<b>68</b>	<b>53</b>	<b>39</b>	<b>()</b>	<b>57</b>

# Traitement et interprétation des REH

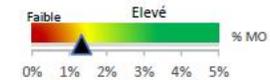
## Rédaction d'une fiche parcellaire

### Données parcellaire

Localisation :  
 Classe de RU retenue : 160 mm  
 Type de sol : LIMONS MOYENS

Profondeur : 60 à 90 cm  
 Pierrosité : 0%

Taux Matière Organique : 1,3%

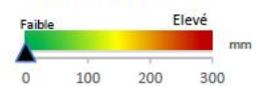


Sensibilité au lessivage :



Lame drainante : 0 mm

Période : Hiver 2018 - 2019



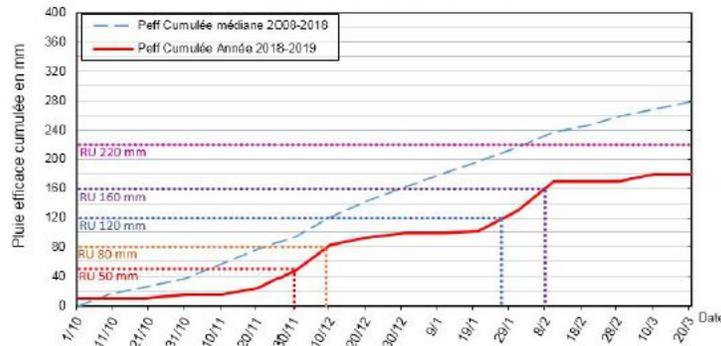
Date estimée début lessivage : 10-déc.

### Observations :

L'été et l'automne 2018 ont été également sec sur le Nord de la France. A partir du mois de décembre, les pluies ont été plus présentes avec des températures douces. Après un début relativement doux, le mois de janvier 2019 a été marqué par un retour de la fraîcheur accompagnés d'épisodes neigeux.

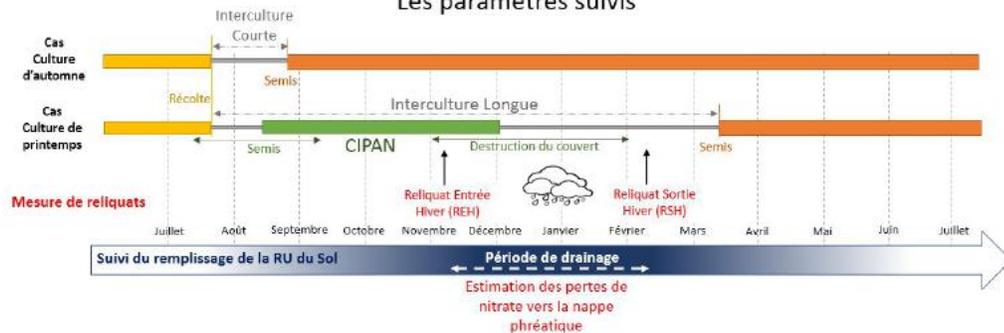
### Cumul de pluies efficaces

Station météo - MARGNY-LES-COMPIEGNE

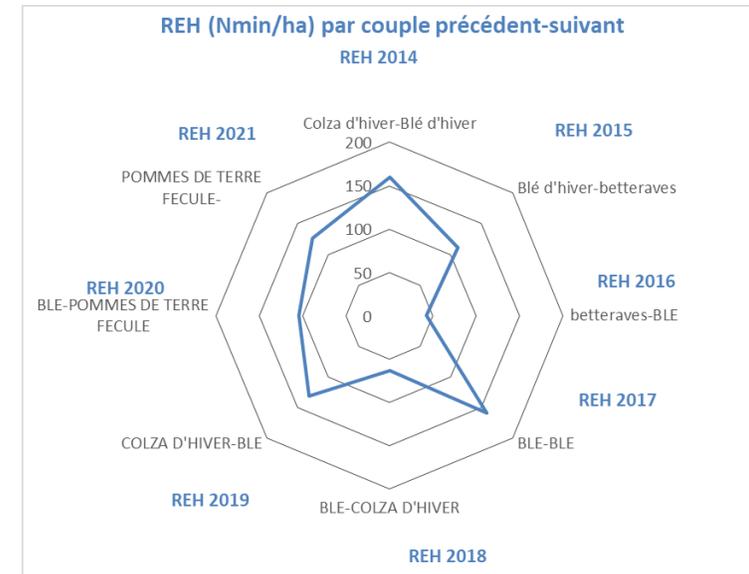


### Principe

### Les paramètres suivis



## Le RDD moyen à l'échelle de la rotation



MOY. NEJ = 116 kg N/ha

Hypothèse de combinaisons de pratiques agricoles :

RDD proche du RDD seuil : betterave-blé sans apport de MO

Pic de RDD : blé-blé et blé-colza, déséquilibre de fertilisation du blé sans piégeage

Pic de RDD : colza-blé sans repousse de colza

Pic de RDD : colza-blé avec repousse de colza (repousses réussies ?)

# Traitement et interprétation des REH

## Constats :

- Le panel de traitement des données et de rendu est large et les facteurs d'influence sur la valeur REH sont importants (type de sol, conditions pédoclimatiques, météo dont la pluviométrie, culture, succession/rotation, apports de fertilisants, rendements...)

## Perspectives :

- Déterminer quels autres facteurs sont influents ou simplifier l'analyse des données en se focalisant sur certains facteurs pour ne pas se disperser
- Comment passer du constat à l'action pour faire changer les pratiques ?



# Traitement et interprétation des REH

## « Le référentiel **APL en Wallonie** »

Marc De Toffoli, Christophe Vandenberghe et Richard Lambert

UCLouvain



## « Le réseau de reliquats « début drainage » du plan « **algues vertes** » de Bretagne »

Daniel Hanocq et Anne Guézengar



## « Retour d'expérience sur la mise en œuvre d'une action collective de gestion de l'azote s'appuyant sur la mesure du REH dans les BAC de l'Aisne : la **méthode AZUR** »

Julien Gaillard



## « Évaluer les pressions azotées sur quatre bassins d'alimentation de captages dans le nord de la Nièvre par des mesures de REH : **comment passer des constats à l'action ?** »

Lison Delsalle



Ville de CLAMECY

## « Retour sur sept années du suivi de REH dans la **région de Compiègne** »

Vincent Perrin



Dans cette session, échanges aussi autour :

- Des difficultés rencontrées par les animateurs dans l'interprétation de leurs données ;
- De la nécessité de se centrer sur l'usage et la finalité des campagnes de REH (quid analyse des usages) ;
- Des conditions d'application d'une méthode plutôt qu'une autre.

# Programme du séminaire et chapitres de l'ouvrage

Logistique, prélèvements  
et échantillonnage



Quel lien avec la qualité de l'eau ?

Pourquoi un couplage  
avec la modélisation ?



Indicateur au centre de PSE ?



Comment accompagner les agriculteurs  
à partir de ce reliquat ?

Comment interpréter les mesures ?  
Comment traiter les données ?





# Accompagnement des acteurs institutionnels dans la construction d'un programme d'action d'AAC et suivi-contrôle des pratiques des agriculteurs

« Définition d'un objectif de REH sur une Aire d'Alimentation de Captage à l'aide de **Co-click'eau** : illustration sur le bassin de l'Arnoult »

Rémy Ballot, Maïder Barreix, Claire Bernardin et Sophie Goineau



« L'APL wallon, un **outil de contrôle et d'encadrement** »

Dimitri Wouez

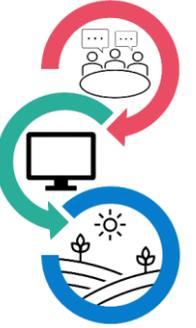
« Le REH, un outil pour observer les résultats de potentiel de lessivage des champs cultivés et **construire pas à pas des territoires produisant de l'eau propre** »

Raymond Reau

« Le REH au service de la transition agroécologique **vers des pratiques productrices d'une eau de qualité vis-à-vis du nitrate** »

Marine Gratecap

# Démarche de scénarisation Co-click'eau dans le bassin de l'Arnoult (20.000 ha en Charente Maritime)



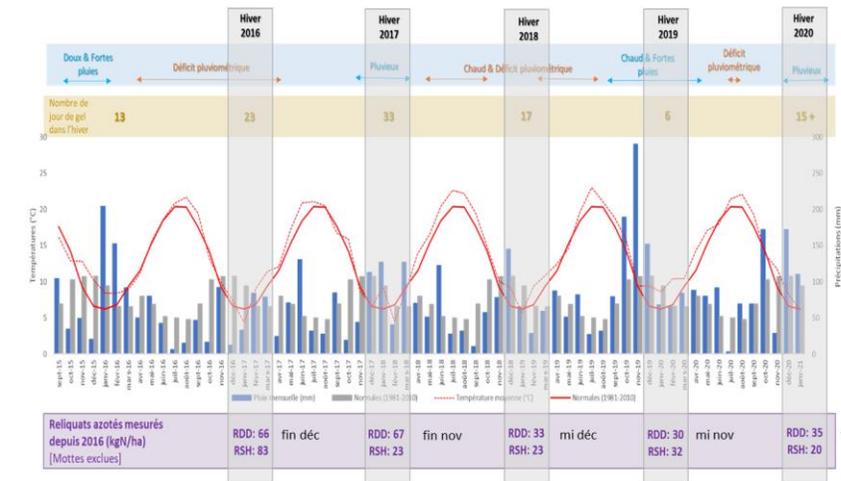
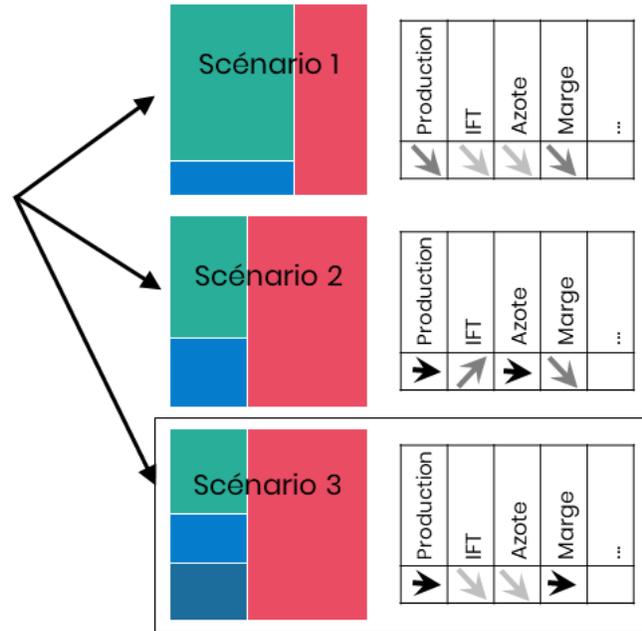
**Étape 1**  
Décrire et caractériser des situations culturelles\*

**Étape 2**  
Se projeter à l'échelle du territoire



**SITUATIONS CULTURALES**

	Production	IFT	Azote	Marge	..
zone x culture x mode de conduite (décrites par un ITK type)	■				
	■				
	■				



**Evaluation des dynamiques à l'issue du programme de 5 ans**

**\*Situation culturelle**  
= zone x culture x mode de conduite (décrites par un ITK type)  
→ Partager un diagnostic de l'état actuel et des tendances  
→ Explorer collectivement des scénarios alternatifs d'évolution de l'agriculture



# Accompagnement des acteurs institutionnels dans la construction d'un programme d'action d'AAC et suivi-contrôle des pratiques des agriculteurs

- **Scénarisation sur l'azote** : via des ateliers des institutions représentantes des parties prenantes, calculs d'équilibre de fertilisation azotée puis de potentiel de lessivage (bilans azotés a posteriori) avec **Inrae**
- **Un projet de territoire** défini avec des **objectifs de bonnes pratiques** :  
1% de la SAU en bio, 20% avec couverture hivernale, 40% en fertilisation équilibrée a posteriori.  
**Améliorer et optimiser les 6 leviers**, pris indépendamment les uns des autres.
- **Accompagnement *in itinere*** : division des tâches entre parties prenantes (**syndicat d'eau**, labo d'analyse, **Chambre d'agriculture 17**, Inrae...)
  - ♣ **Accompagnement individuel** : calcul de potentiel de lessivage (bilan azoté a posteriori) par le syndicat d'eau, à partir des pratiques agricoles déclarées lors de la visite
  - ♣ **Restitutions collectives** : mesures de **RDD-REH** et de RSH par la Chambre d'agriculture 17. Présentation sous forme de **l'évolution du reliquat moyen par culture**.
- Un **observatoire des pratiques** pour acquérir de la donnée, pour suivre les évolutions des pratiques (5 campagnes)



# Accompagnement des agriculteurs autour du REH-APL en zone vulnérable

~

« Définition d'un objectif de REH sur une Aire d'Alimentation de Captage à l'aide de **Co-click'eau** : illustration sur le bassin de l'Arnoult »

Rémy Ballot, Maïder Barreix, Claire Bernardin et Sophie Goineau

~

« L'APL wallon, un **outil de contrôle et d'encadrement** »

Dimitri Wouez



~

« Le REH, un outil pour observer les résultats de potentiel de lessivage des champs cultivés et **construire pas à pas des territoires produisant de l'eau propre** »

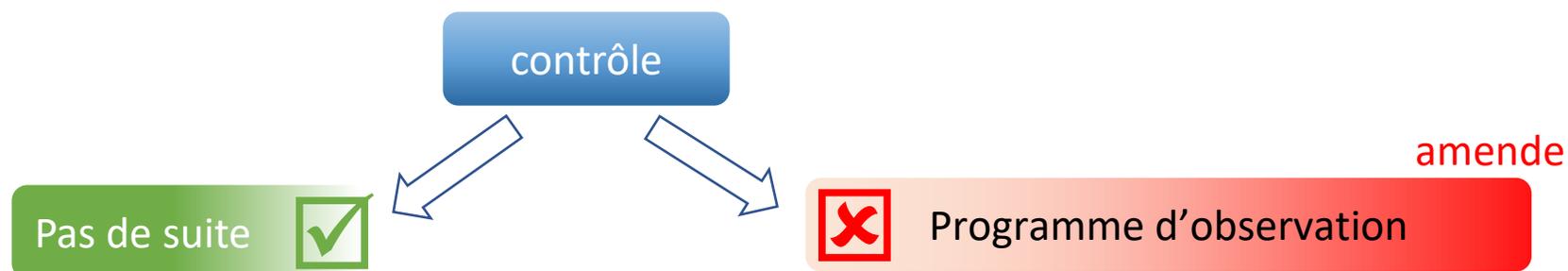
Raymond Reau

~

« Le REH au service de la transition agroécologique **vers des pratiques productrices d'une eau de qualité vis-à-vis du nitrate** »

Marine Gratecap

# Mobilisation des parties prenantes coordonnée par PROTECT'eau



- Encadrement volontaire

= auto-contrôle

- ♣ **Agriculteur**

- ♣ Prélèvements & analyses

- Labos

- ♣ Conseils

- **Conseillers** : PROTECT'eau

- Programme d'observation

- ♣ Etablissement des références

- **Scientifiques** : GRENeRA et UCL

- ♣ **Agriculteurs**

- ♣ Sélection des agriculteurs et des parcelles

- **Administration** : Service Public de W.

- ♣ Prélèvements & analyses

- **Labos** d'analyse

- ♣ Conseils et encadrement

- **Conseillers** : PROTECT'eau



# Accompagnement des agriculteurs autour du REH-APL en zone vulnérable WALLONE

- **L'Azote Potentiellement Lessivable (kg N/ha)** : outil de contrôle et de conseil, depuis 2007, dans les exploitations agricoles **des zones vulnérables de Wallonie**
- Pour s'assurer que les **principes de gestion raisonnée de l'azote** donnent des **résultats**. Sans confusion avec la fertilisation raisonnée avec les engrais azotés.
- En moyenne depuis 2008, **83% des exploitations ont des résultats conformes**. Parmi les 17% non conformes, **2/3 des exploitations redeviennent conformes au bout de 2 ans**. Ils évitent ainsi les sanctions financières prévues dans le dispositif.
- **Un outil et une démarche d'accompagnement**, et aussi un outil pour **l'apprentissage de la gestion de l'azote du champ cultivé** et pas seulement de la fertilisation azotée de chaque culture.



# Accompagnement individuel et collectif des agriculteurs des AAC de l'Yonne (89) autour du REH et de l'azote absorbé

« Définition d'un objectif de REH sur une Aire d'Alimentation de Captage à l'aide de **Co-click'eau** : illustration sur le bassin de l'Arnoult »

Rémy Ballot, Maïder Barreix, Claire Bernardin et Sophie Goineau

~

« L'APL wallon, un **outil de contrôle et d'encadrement** »

Dimitri Wouez

~

« Le REH, un outil pour observer les résultats de potentiel de lessivage des champs cultivés et **construire pas à pas des territoires produisant de l'eau propre** »

Raymond Reau

INRAE

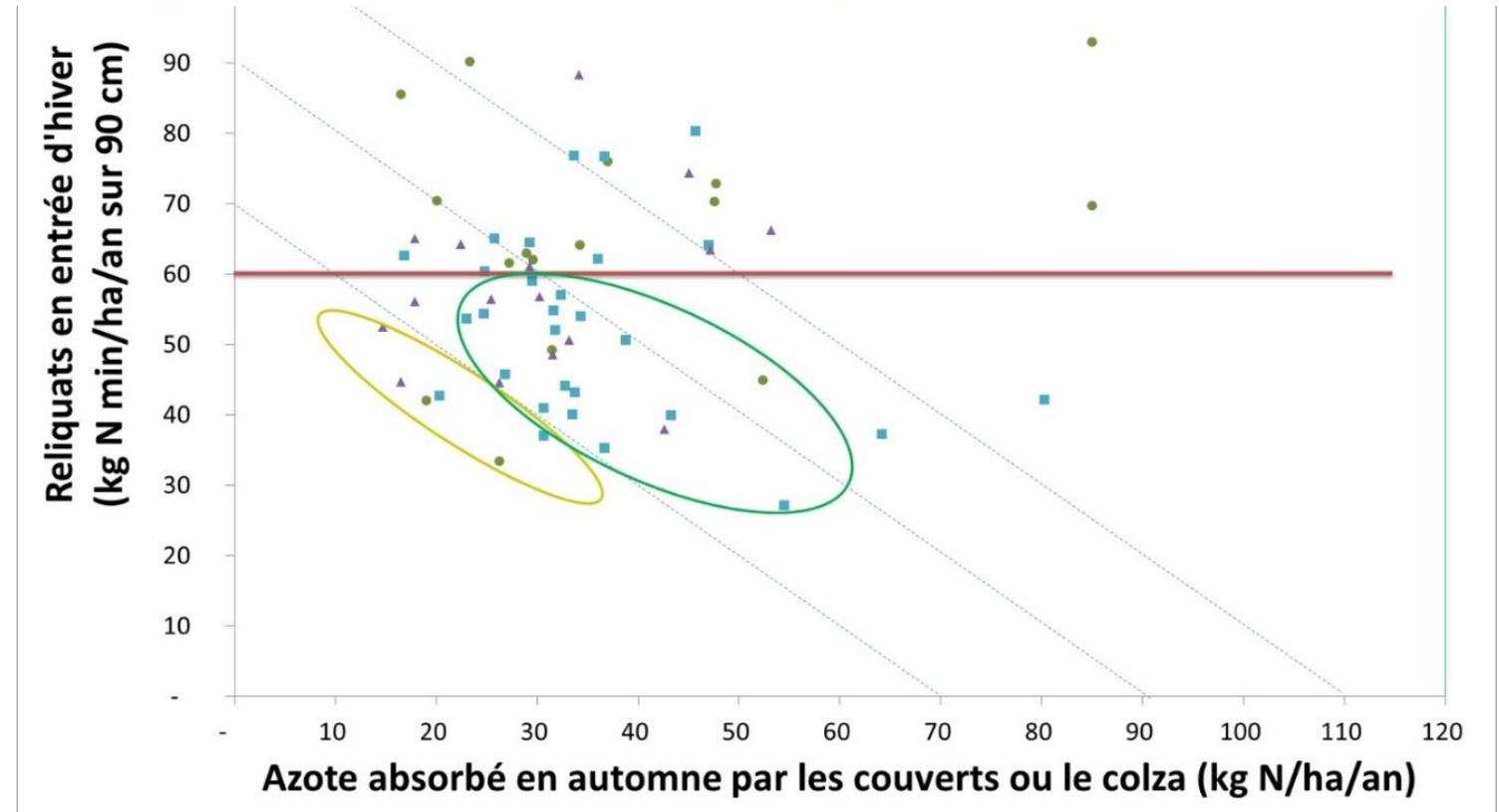
~

« Le REH au service de la transition agroécologique **vers des pratiques productrices d'une eau de qualité vis-à-vis du nitrate** »

Marine Gratecap

# Gestion dynamique pour l'innovation ouverte

Innover, identifier et mettre au point différentes façons de cultiver réussies



Reliquats en entrée d'hiver et azote absorbé à l'automne en moyenne des principaux systèmes de culture à Briennon (2012-2020)

Quand l'azote disponible en été-automne est compris entre 60 et 100 kg N/ha, le couvert piège à nitrate est une solution efficace. En deçà il n'est pas nécessaire. Au-delà il n'est pas suffisant.



# Accompagnement individuel et collectif des agriculteurs des AAC de l'Yonne (89) autour du REH et de l'azote absorbé

- **Gestion dynamique** du projet de territoire dans une **logique de résultat** pour une innovation ouverte
- Une **approche systémique**, plutôt qu'une optimisation de chaque technique de gestion de l'azote
- **Analyse comparée des champs** chaque année (REH et N absorbé), *au regard de l'objectif de REH de 60 kg/N/ha sur 90 cm en moyenne*
- **Analyse pluriannuelle des dynamiques de l'azote** dans les champs **de chaque exploitation**
- **Contribution à l'apprentissage des agriculteurs** et de leurs conseillers, **innovation** via la mise au point différentes façons de cultiver produisant de l'eau propre
- **Analyse de la qualité d'eau émise à l'échelle de l'AAC** par l'ensemble des champs
- **Tableau de bord** pour outiller la gouvernance du projet



# Accompagnement individuel et collectif des agriculteurs de l'AAC de Tremblay Omonville (27) autour du REH et de l'azote absorbé

« L'APL wallon, un **outil de contrôle et d'encadrement** »

Dimitri Wouez

~

« Définition d'un objectif de REH sur une Aire d'Alimentation de Captage  
à l'aide de **Co-click'eau** : illustration sur le bassin de l'Arnoult »

Rémy Ballot, Maïder Barreix, Claire Bernardin et Sophie Goineau

~

« Le REH, un outil pour observer les résultats de potentiel de lessivage des champs  
cultivés et **construire pas à pas des territoires produisant de l'eau propre** »

Raymond Reau

~

« Le REH au service de la transition agroécologique **vers des pratiques productrices  
d'une eau de qualité vis-à-vis du nitrate** »

Marine Gratecap

**ceresco.**  
Alimentation, filières & territoires

# AAC Tremblay Omonville

## Les temps collectifs et les évolutions pour maintenir la dynamique

2014 à 2015

2016

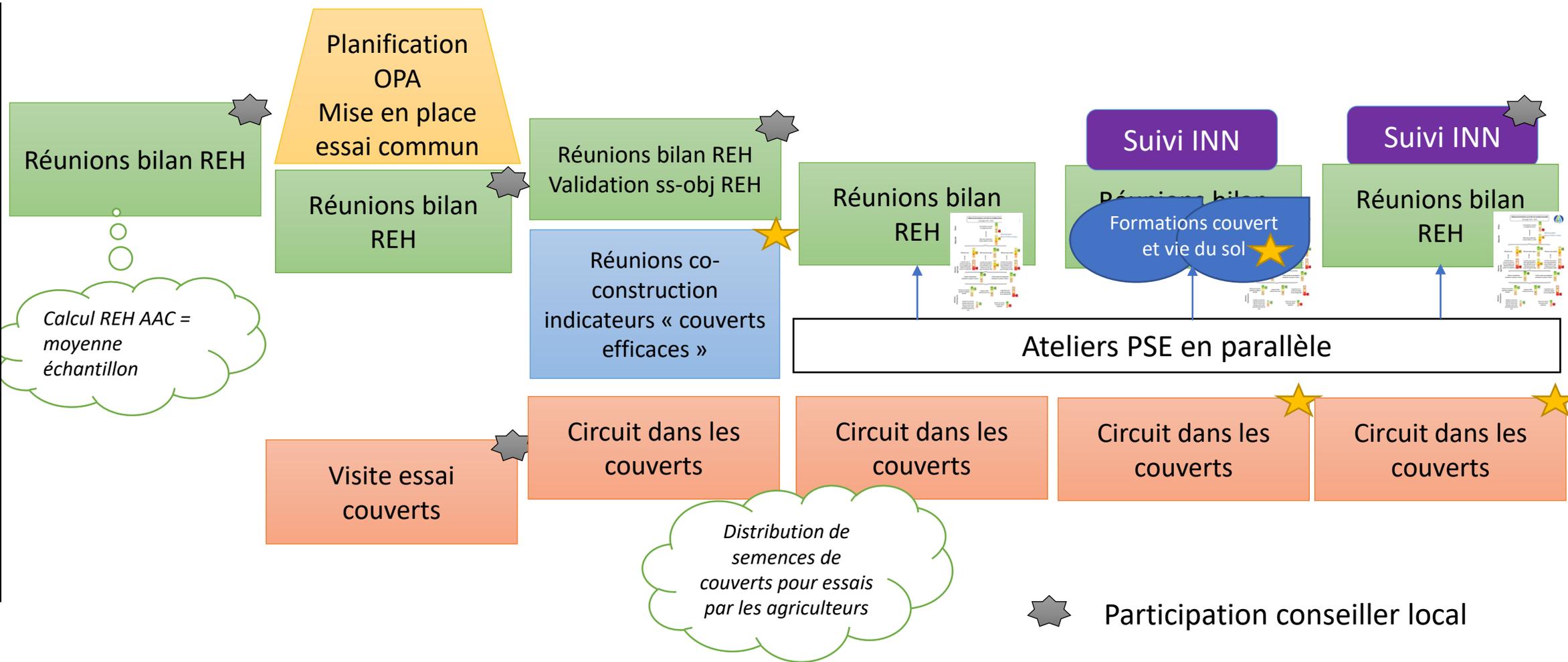
2017

2018

2019

2020

Janv
Fev.
Mars
Avr.
Mai
Juin
Juil.
Aout
Sept
Oct
Nov
Dec





# Accompagnement individuel et collectif des agriculteurs autour du REH et de l'azote absorbé

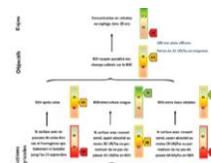
- Passage d'une logique d'optimisation de la fertilisation azotée et de la couverture de l'interculture à une **logique de résultats**
- L'objectif de **plafonner le REH à 60 unités** plébiscité par les agriculteurs
- **Programme d'actions souple** géré en dynamique. Usage du tableau de bord au service de l'aide à la décision des agris et gestionnaires du projet de territoire
- **Un observatoire des REH ET de la biomasse des couverts** utilisé comme outil d'animation, plus que comme une acquisition de données
- Un retour rapide des REH à chaque agri, une estimation du REH annuel à l'échelle de l'AAC ; **des clés d'interprétation des résultats au champ.**
- L'expérimentation des PSE (**Paiement pour Services Environnementaux**) avec une composante individuelle et une composante collective.



# Accompagnement des agriculteurs autour du REH

## Différents accompagnements proposés aux agriculteurs

Démarche de conception pas à pas basée sur un **objectif de résultat** à atteindre, géré via un **tableau de bord** à l'échelle du territoire, alimenté par un **observatoire aux champs**



Gestion dynamique de projet d' AAC  
**INRAE**  
**ceresco**  
 Alimentation, filières & territoires  
**AGRICULTURES & TERRITOIRES**  
 CHAMBRE D'AGRICULTURE YVELLE

REH : un **outil d'apprentissage** des agriculteurs et des conseillers ET parfois un **outil financier incitatif** (« carotte » PSE)



Une **coordination régionale** pour l'accompagnement en Wallonie

Via un **programme d'observation** pour les agriculteurs non conformes aux contrôles dans l'**objectif d'améliorer les résultats APL**

Via un **encadrement volontaire** des agriculteurs désireux d'avoir de faibles pertes de nitrate

APL : un **outil de contrôle « bâton »** des résultats de qualité d'eau émise ET un **outil d'accompagnement** des agriculteurs

**CO-CLICK'EAU**

Une méthode de conception *de novo* et d'évaluation de **scénarios de territoire** pour co-construire un **plan d'actions** afin d'**améliorer les pratiques**. Les résultats ont été suivis en termes d'évolution des pratiques et d'évolution du REH après chaque culture, via **des contrôles chez les agriculteurs**

# Programme du séminaire et chapitres de l'ouvrage

Logistique, prélèvements  
et échantillonnage



Quel lien avec la qualité de l'eau ?

Pourquoi un couplage  
avec la modélisation ?



Indicateur au centre de PSE ?



Comment accompagner les agriculteurs  
à partir de ce reliquat ?

Comment interpréter les mesures ?  
Comment traiter les données ?





# REH et PSE

« Mobilisation de l'indicateur REH dans des dispositifs de Paiement pour Services Environnementaux sur les Aires d'Alimentation de Captage dans la Nièvre et l'Ille-Et-Vilaine »

Mathilde Bonifazi, Pauline Rozec, Antoine Langumier,  
Lison Delsalle et Olivier Chauvière

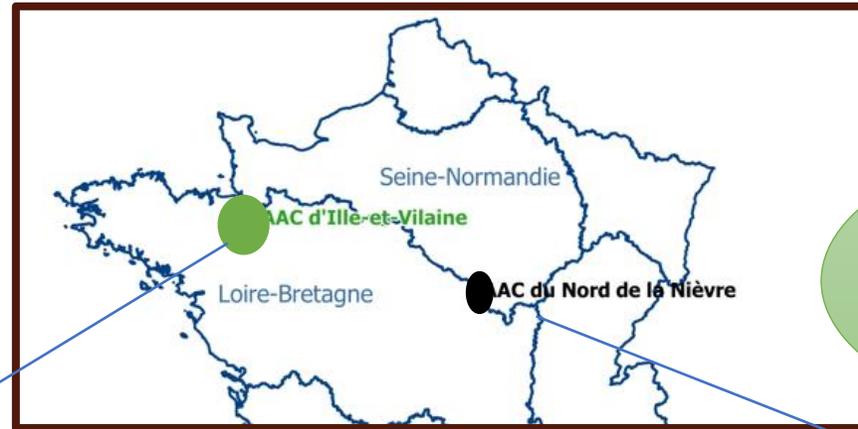
**Ecodecision**  
conseil en environnement

~

« Le REH comme objectif de résultat pour améliorer la qualité de l'eau de Paris »

Florine Nataf

# REH et PSE dans des AAC de la Nièvre et l'Ille-et-Vilaine



**Ecodecision**  
conseil en environnement

Des PSE **co-construits**  
avec les agriculteurs,  
référents techniques,  
élus, etc.



- Dans le 35 : un PSE avec le REH au cœur du dispositif
- 21 agriculteurs engagés (50% des agriculteurs éligibles, représentant 50% de la SAU)
- **40% des agriculteurs ont atteint l'objectif en 2022**

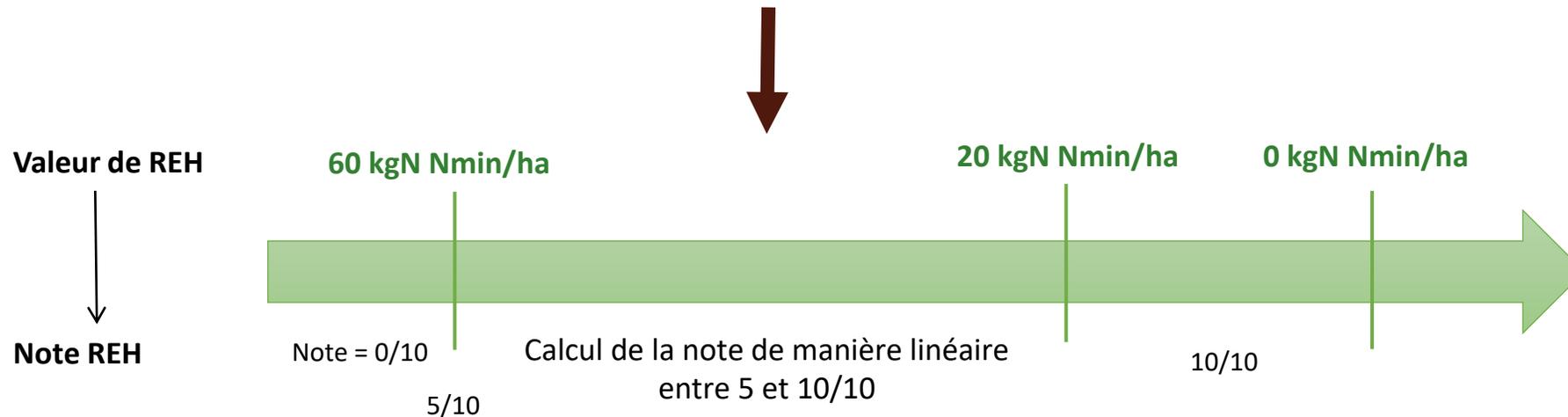
- Dans le 58 : un PSE avec un REH au second plan
- 16 agriculteurs engagés (28% des agriculteurs éligibles, 28% de la SAU)

# REH et PSE dans des AAC de la Nièvre et l'Ille-et-Villaine



Méthode de calcul du Paiement pour Service Environnemental :

**Objectif = un REH moyen < à 46 kgN Nmin/ha (et aucun REH > à 60uN)**



Des montants variables en fonction des résultats REH et du degré de couverture des sols



$$PSE = (Note\ REH * 0,6 + Note\ de\ couverture\ des\ sols * 0,4) * 146\ €/ha * SAU\ de\ l'exploitation$$

- **Cadre du MTE difficile à adapter et lourd à déployer**
- **Barème de notation sur 10 à partir des mesures de REH pas simple à établir pour garder un dispositif attractif / motivant**



- **Cadre de travail innovant avec une vision centrée « objectif de résultats »** qui motive les différents acteurs institutionnels, animateurs et certains élus
- **Ouverture d'un nouvel espace de dialogue entre producteurs d'eau et agriculteurs**
- **Une dynamique de contractualisation plutôt bonne**



## REH et PSE

« Mobilisation de l'indicateur REH dans des dispositifs de Paiement pour Services Environnementaux sur les Aires d'Alimentation de Captage dans la Nièvre et l'Ille-Et-Vilaine »

Mathilde Bonifazi, Pauline Rozec, Antoine Langumier,  
Lison Delsalle et Olivier Chauvière

~

« Le REH comme objectif de résultat pour améliorer la qualité de l'eau de Paris »

Florine Nataf



# REH et PSE Eau de Paris

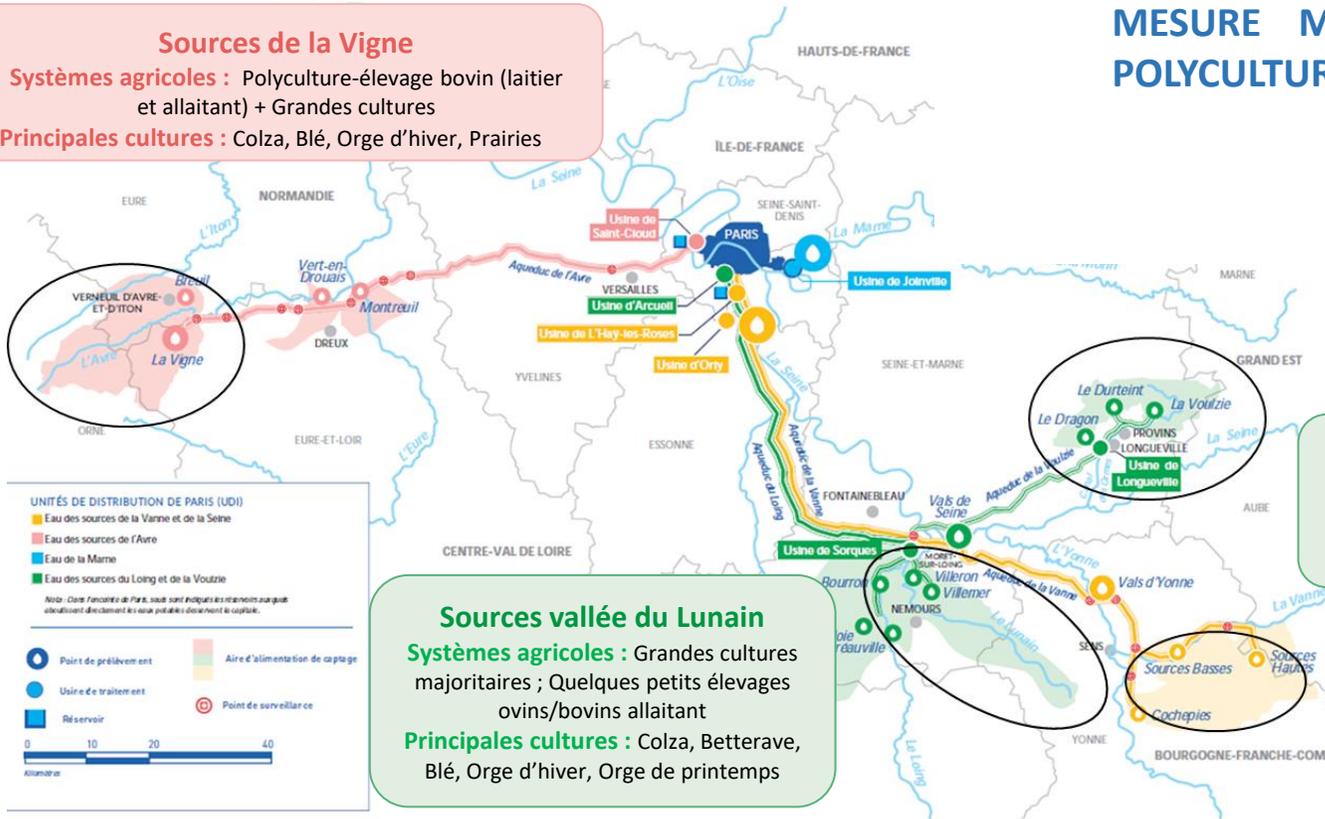
Le PSE d'Eau de Paris : des **aides financières** pour protéger l'eau (enjeu NITRATE ET PESTICIDES), **adaptées à chaque système agricole**, axées sur les réductions d'usage de **pesticides**, la **diversification** des assolements, la maximisation des **prairies**, etc.

3 mesures PSE : **MESURE M01 - SYSTEME GRANDES CULTURES ECONOMES EN INTRANTS**  
**MESURE M02 - SYSTEME POLYCULTURE ELEVAGE MAXIMISANT L'HERBE**  
**MESURE M03 – EAU & BIO GRANDES CULTURES (M03.1) ET POLYCULTURE-ÉLEVAGE (M03.2)**

## Sources de la Vigne

**Systèmes agricoles :** Polyculture-élevage bovin (laitier et allaitant) + Grandes cultures

**Principales cultures :** Colza, Blé, Orge d'hiver, Prairies



**Et un volet azote sous forme de paiement BONUS basé sur le REH**

## Sources Vouizie-Durteint-Dragon

**Systèmes agricoles :** Grandes cultures majoritaires

**Principales cultures :** Betterave, colza, blé, orge d'hiver, orge de printemps, maïs, et un peu de pomme de terre

## Sources vallée du Lunain

**Systèmes agricoles :** Grandes cultures majoritaires ; Quelques petits élevages ovins/bovins allaitant

**Principales cultures :** Colza, Betterave, Blé, Orge d'hiver, Orge de printemps

## Sources de la vallée de la Vanne

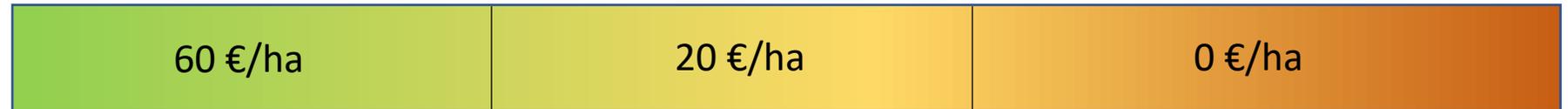
**Systèmes agricoles :** Grandes cultures (suivi REH : uniquement agris bios)

**Principales cultures :** Colza, Blé, Orge d'hiver (territoire global) et en bio : luzerne, blé, orge, lentille, féverole, pois, triticale, etc.

# REH et PSE Eau de Paris

- Dans les PSE : un volet azote sous la forme d'un **paiement BONUS** (en plus du paiement de base portant sur les autres points du cahier des charges), basé sur le REH

Paiement sur les surfaces engagées dans l'AAC



Valeurs du REH moyen par exploitation – pondéré par les surfaces des différentes successions de culture

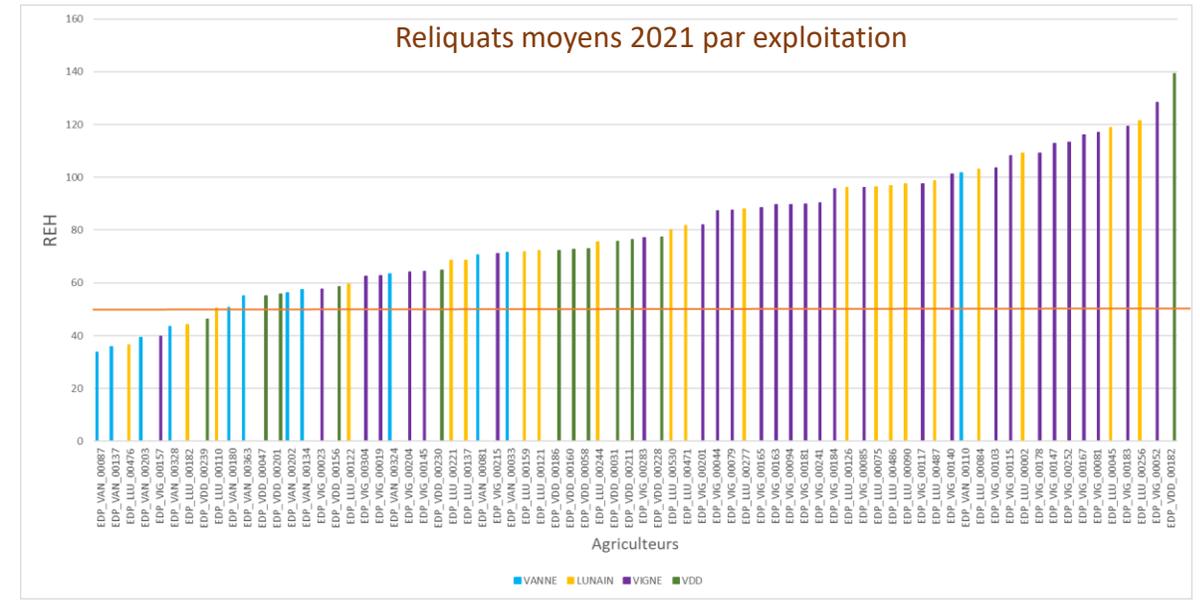
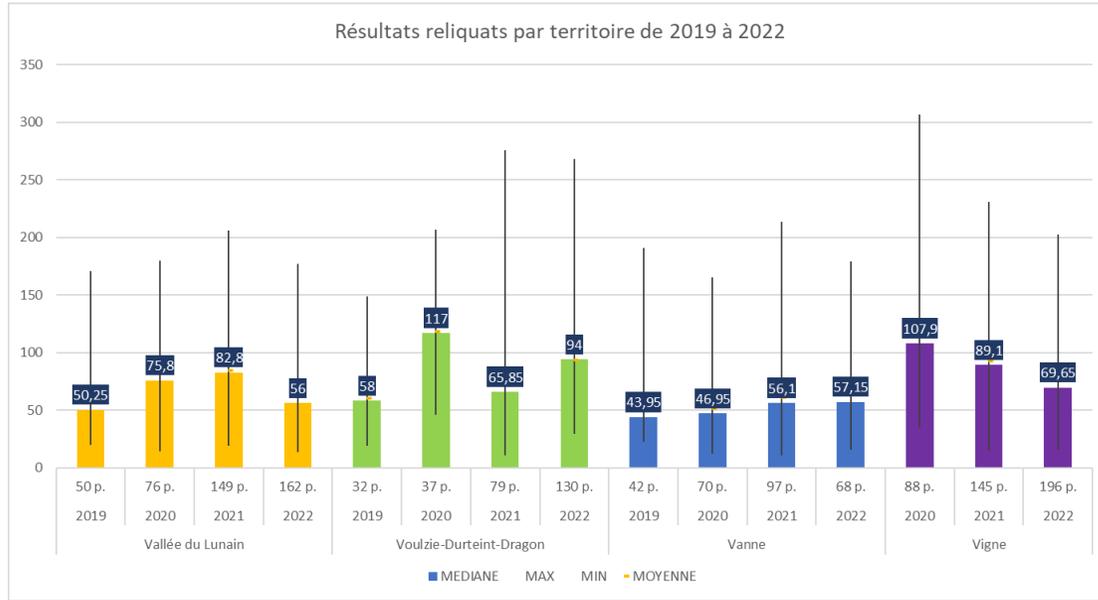
REH = 50 kgN Nmin/ha  
Objectif Eau (équivalence 50 mg/l sous-racinaire d'après modèle de Burns)

REH = 70 kgN Nmin/ha  
Valeur intermédiaire pour plus de souplesse (nouveau depuis 2023)

- En 2022 : **100 agriculteurs engagés** dans le PSE Eau de Paris, sur **14 500 ha** (sur 4 grandes AAC)
- 575 mesures de REH en 2022, et augmentation prévue dans les années à venir

# REH et PSE Eau de Paris : quels résultats ?

- Pour le moment, peu d'agriculteurs atteignent l'objectif REH <50 kgN Nmin/ha :  
8 agriculteurs en 2021 (11%), 12 en 2022 (14%)



- Des **échanges très intéressants avec les agriculteurs** autour des résultats REH : prise de hauteur par rapport à la vision « gestion de la fertilisation », plus de réflexion sur la gestion de l'interculture et sur la rotation
- Au bout de 2 ans de suivi, meilleure intuition des résultats REH mais **encore beaucoup de questionnements** sur l'interprétation des résultats
- Certains agriculteurs actionnent des **leviers pour réduire leurs REH** : plus de soin apporté aux semis de couverts, réduction de la fertilisation



# REH et PSE

« Mobilisation de l'indicateur REH dans des dispositifs de Paiement pour Services Environnementaux sur les Aires d'Alimentation de Captage dans la Nièvre et l'Ille-Et-Vilaine »

Mathilde Bonifazi, Pauline Rozec, Antoine Langumier, Lison Delsalle et Olivier Chauvière

**Ecodecision**  
conseil en environnement



« Le REH comme objectif de résultat pour améliorer la qualité de l'eau de Paris »

Florine Nataf



Dans cette session, beaucoup de questions qui restent en suspens :

- Quelles possibilités de **pérennisation** sans aides des agences de l'eau ?
- Comment permettre un **bonus de fin de contrat** si une progression est observée au bout de cinq ans (interdit jusqu'à présent) ?
- Comment être plus homogène dans les **profondeurs de couches prélevées** pour plus d'équité entre agriculteurs et de fiabilité des résultats ?
- Comment prendre en compte l'**ammonium** dans l'analyse des résultats ? etc.

# Analyse transversale des retours d'expérience autour du RDD

Marion Delesalle et Virginie Parnaudeau

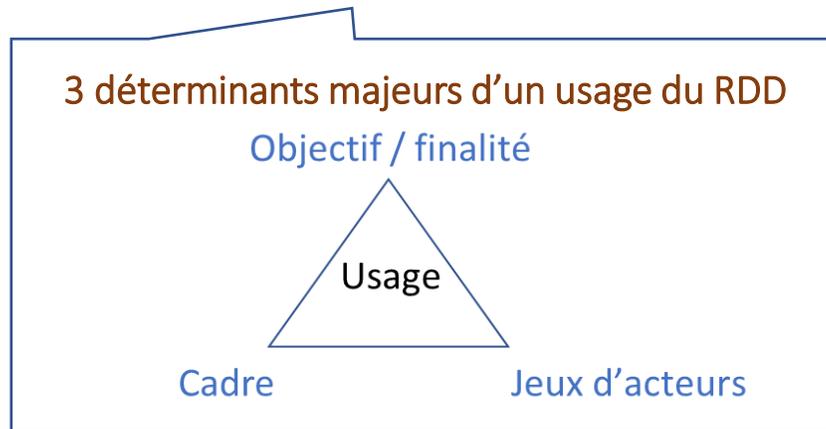


INRAE

# Analyse transversale des usages du RDD

## Objectifs de l'étude

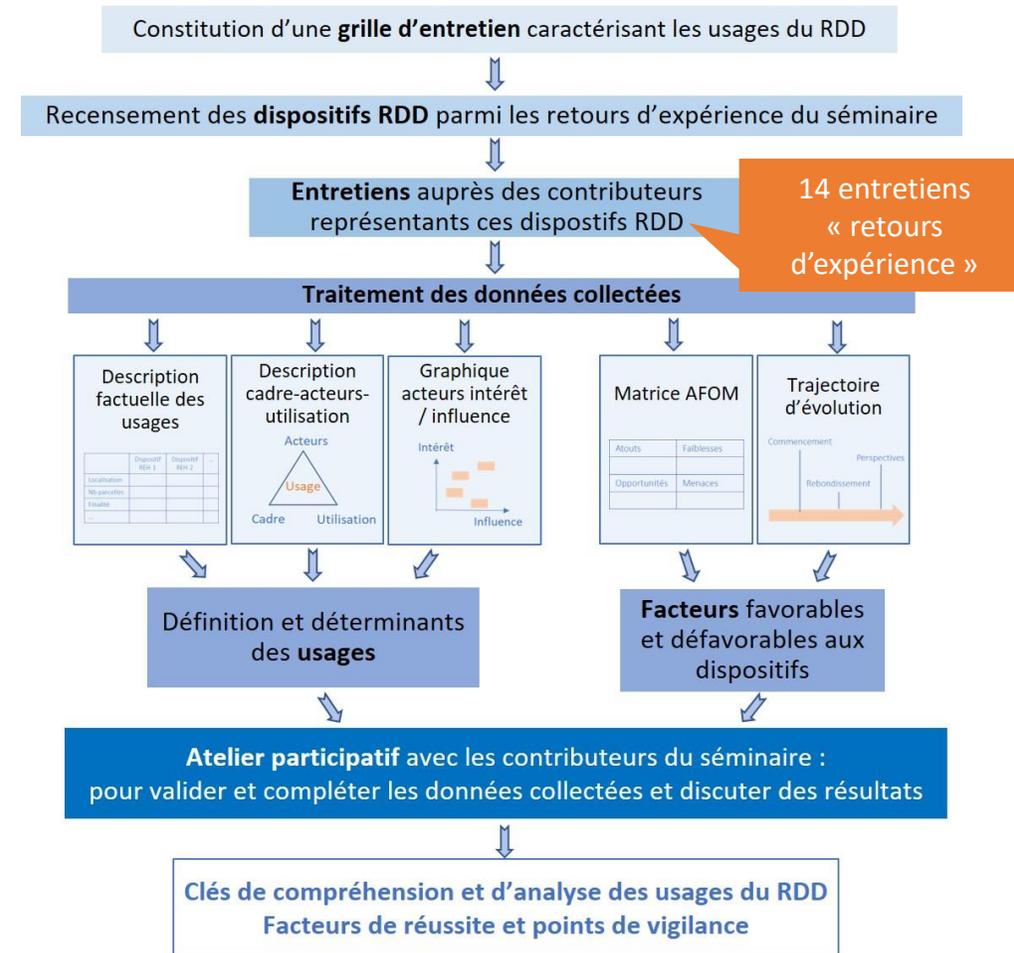
- Décrire des différents **usages** du RDD



- Décrire et analyser les **caractéristiques** et **propriétés des dispositifs mobilisant le RDD\*** en fonction des usages qui sont faits
- Faire émerger, pour chacun des usages identifiés, les **clés de réussite** et **points de vigilance** pour les acteurs des dispositifs RDD

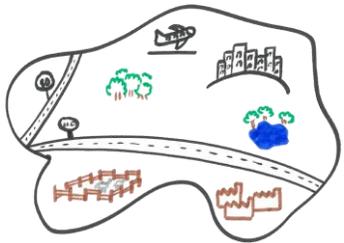
*\*dispositifs territoriaux visant la reconquête de la qualité de l'eau*

## Méthodologie

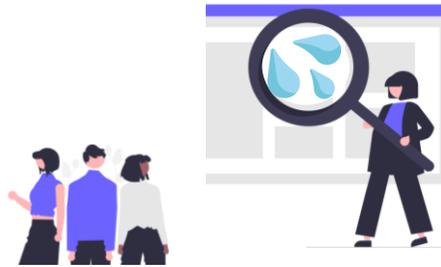


# 8 usages principaux du RDD

**1.** Animation des territoires pour faire évoluer l'agriculture



**2.** Sensibilisation des agriculteurs à la qualité de l'eau et ses déterminants



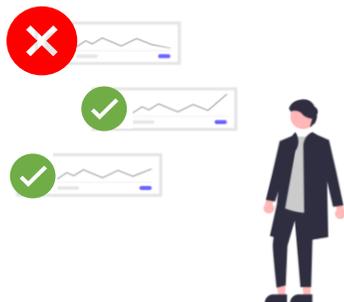
**3.** Accompagnement des agriculteurs pour obtenir de l'eau de qualité à l'échelle de l'AAC



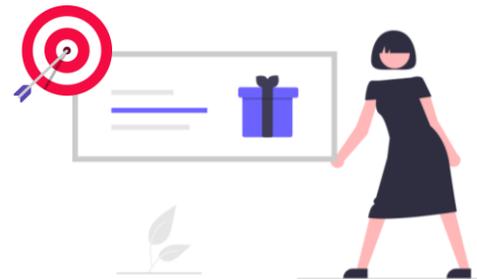
**4.** Suivi de l'évolution de la qualité de l'eau à l'échelle de l'AAC



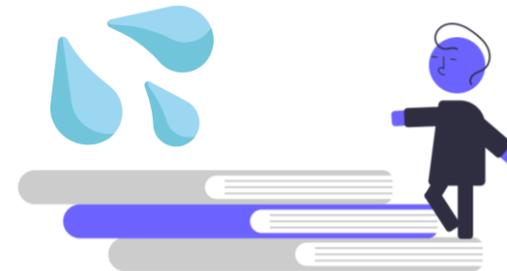
**5.** Evaluation des pratiques des agriculteurs dans des actions réglementaires



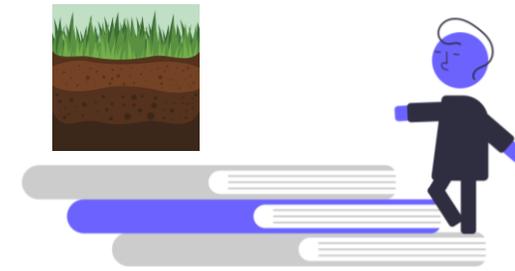
**6.** Rémunération des agriculteurs à partir d'objectifs de qualité de l'eau à atteindre



**7.** Compréhension des déterminants de la qualité de l'eau et développement des modèles



**8.** Compréhension des liens entre RDD et pratiques agricoles



# Les usages et leurs déterminants

Créer une dynamique agricole,  
mobiliser un maximum d'agriculteurs et  
évaluer l'évolution des pratiques agricoles

Mots clés

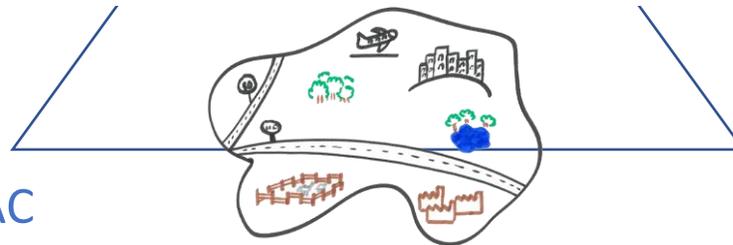


Échelle territoriale

1 - Animation des territoires  
pour faire évoluer l'agriculture

Pas d'objectifs de qualité  
de l'eau explicite

Programme d'actions AAC  
Zones vulnérables



Agriculteurs volontaires mais peu moteurs  
Animateurs (structures variées)  
Peu de liens individuels animateur/agriculteurs

# Les usages et leurs déterminants

Sensibiliser les agriculteurs (vocation pédagogique)  
Créer du lien entre collectivités et agriculteurs

Mots clés



Objectifs pédagogiques  
(pas d'objectifs de résultats)

2 - Sensibilisation des agriculteurs à la  
qualité de l'eau et ses facteurs explicatifs

Programme d'actions AAC  
Zones vulnérables  
ZAR

Souvent animateurs en chambre  
d'agriculture ou collectivités territoriales



# Les usages et leurs déterminants

Obtenir de l'eau de qualité

Mots clés



Objectif de résultat au centre de la démarche et partagé par les acteurs

3 - Accompagnement des agriculteurs pour obtenir de l'eau de qualité à l'échelle de l'AAC

Programme d'actions AAC



Interaction étroite entre animateur et agriculteurs  
Implication forte et volontaire des agriculteurs  
Soutien affiché des commanditaires et élus

# Les usages et leurs déterminants

Mots clés



RDD = proxy de la teneur en nitrate

Analyser l'évolution de la qualité de l'eau dans le temps

4 - Suivi de l'évolution de la qualité de l'eau à l'échelle de l'AAC

Programme d'actions AAC



Préoccupation des acteurs qui ont la compétence « eau »

Difficulté à mobiliser les agriculteurs\*

\* Si principal usage

# Les usages et leurs déterminants

Vérifier la conformité des pratiques des agriculteurs  
aux bonnes pratiques de gestion N

5 - Évaluation des pratiques des  
agriculteurs dans des actions  
réglementaires

PGDA et PLAV  
Arrêtés ZSCE



Nombre important d'agriculteurs contrôlés  
Implication d'un nombre importants d'acteurs  
diversifiés  
Administration partie prenante

Mots clés



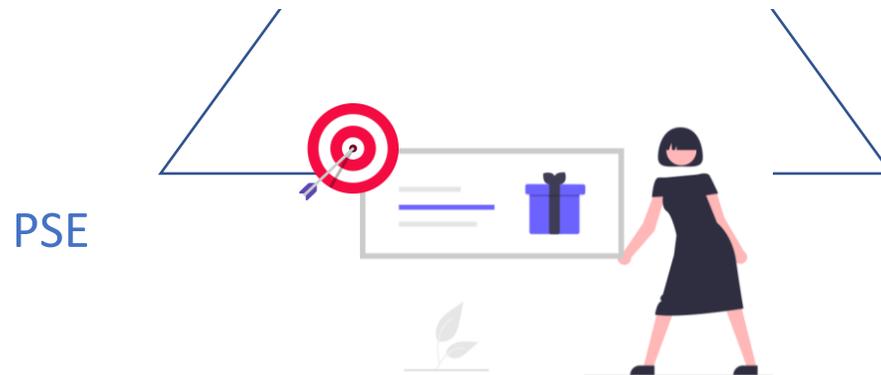
Parcelles de références

Programme  
d'accompagnement associé

# Les usages et leurs déterminants

Motiver les agriculteurs à agir en faveur de la qualité de l'eau  
Encourager les agriculteurs à innover et reconnaître le service rendu

## 6- Incitation financière à atteindre les objectifs de résultats de RDD



Commanditaires = syndicats d'eau ou collectivités territoriales  
Recours aux bureaux d'études courant

### Mots clés



- Levier de changement
- Lever de freins €
- Objectifs de résultats de RDD (pas de moyens)
- Pas de notion de progrès
- Précision attendue

# Les usages et leurs déterminants

Montrer le lien APL et qualité de l'eau  
Prédire la qualité de l'eau, tester des scénarios

7 - Compréhension des déterminants de la  
qualité de l'eau et le développement des  
modèles

Projets de recherche /  
expérimentations



Pilotage par structures de recherche  
ou BE ou instituts techniques

Mots clés



Modèles ou  
dispositifs expérimentaux  
sophistiqués

# Les usages et leurs déterminants

Mots clés



Montrer le lien APL et pratiques agricoles  
Alimenter le conseil agricole, construire des références

8 - Compréhension les liens entre APL et pratiques agricoles (usage agronomique)

- Modèles agronomiques ou dispositifs expérimentaux
- Indicateur environnemental
- Diagnostic agronomique (dont Nabs, min. hivernale, Jn)
- Bancarisation de données

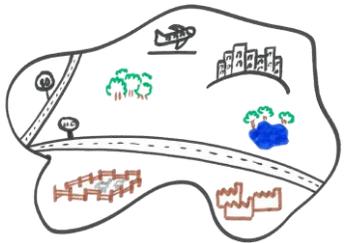
Observatoires / Projets  
de recherche



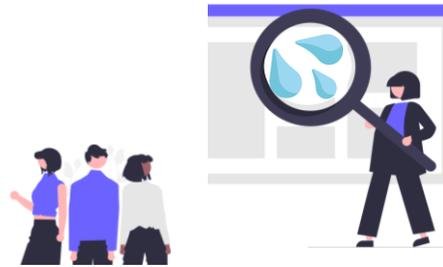
Pilotage par structures de recherche  
ou BE ou instituts techniques ou CA

# 8 usages principaux du RDD

**1.** Animation des territoires pour faire évoluer l'agriculture



**2.** Sensibilisation des agriculteurs à la qualité de l'eau et ses déterminants



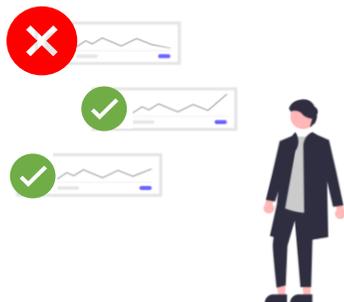
**3.** Accompagnement des agriculteurs pour obtenir de l'eau de qualité à l'échelle de l'AAC



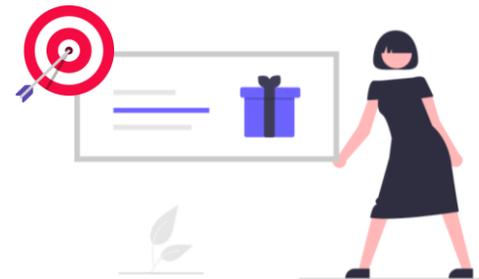
**4.** Suivi de l'évolution de la qualité de l'eau à l'échelle de l'AAC



**5.** Evaluation des pratiques des agriculteurs dans des actions réglementaires



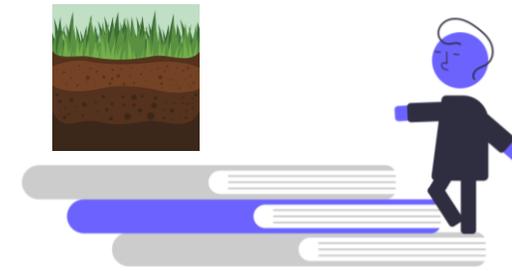
**6.** Rémunération des agriculteurs à partir d'objectifs de qualité de l'eau à atteindre



**7.** Compréhension des déterminants de la qualité de l'eau et développement des modèles

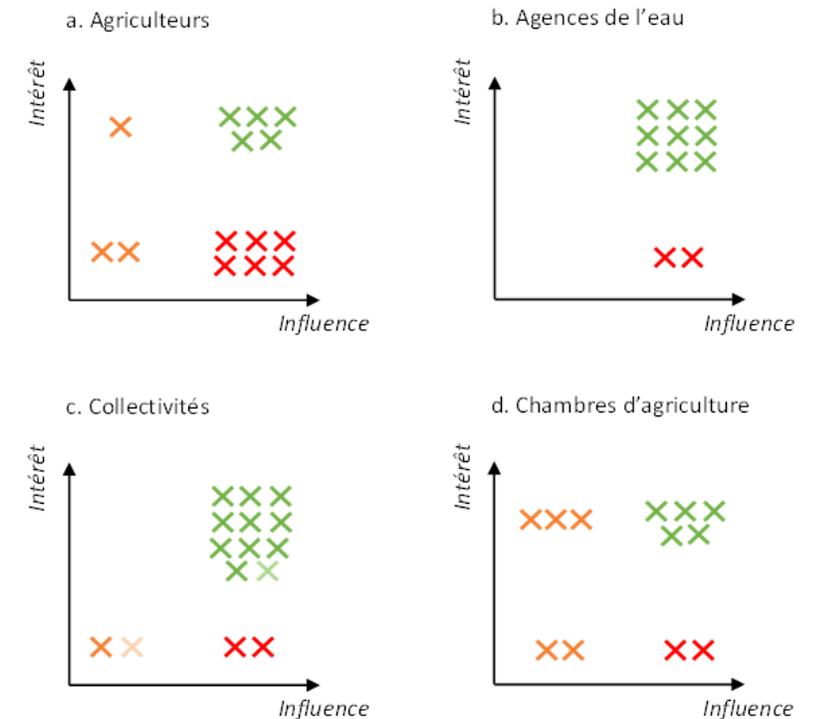


**8.** Compréhension des liens entre RDD et pratiques agricoles



# Analyse des usages et analyse transversale

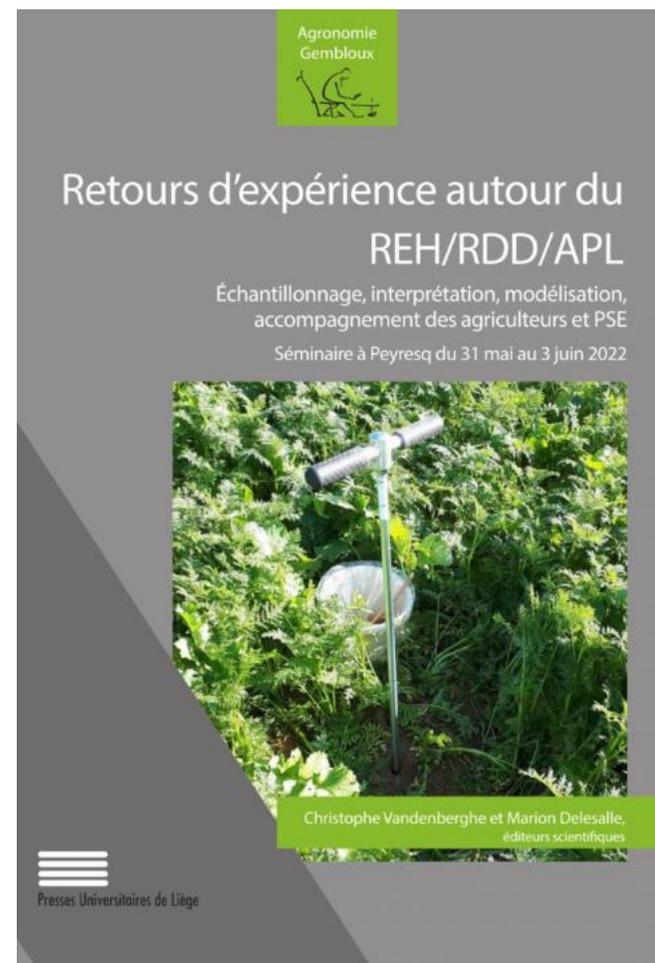
- Pour chaque usage, description :
  - ♣ du cadre, des acteurs concernés et de l'objectif visé
  - ♣ des caractéristiques, freins et leviers
- De manière plus transversale :
  - ♣ les jeux d'acteurs autour des dispositifs RDD
  - ♣ facteurs favorables et défavorables aux usages du RDD
  - ♣ rôle du RDD comme « objet intermédiaire » Vinck, 2009



# Conclusion : un ouvrage « retours d'expérience » utile pour les futurs usagers du REH/RDD/APL

- [https://e-publish.uliege.be/APL\\_REH\\_RDD/](https://e-publish.uliege.be/APL_REH_RDD/)

Introduction
1. Prélèvements et échantillonnage
2. REH et qualité de l'eau
3. REH et modélisation
4. Traitement des données
5. Accompagnement des agriculteurs
6. REH et Paiement pour Services Environnementaux
Analyse transversale usages des REH
Synthèse



# Conclusion : ouvrage qui n'aurait pas abouti sans le séminaire

*« Il y a une multitude d'usages, il ne faut pas oublier la finalité qu'on veut leur donner ! »*

*« J'étais bloqué dans un usage, je voulais en faire un autre »*

**« Très bien une semaine pour aller à fond »**

*« Je repars regonflé »*

*« Je repars aussi avec plein d'idées »*



*« J'avais peur de me laisser déconcentrée mais non j'étais à fond concentrée »*

*« Le temps qu'on a pris a permis d'aller au fond des choses, on n'y arrive jamais »*

et sans l'active participation de tous les contributeurs : merci !

A group of approximately 20 people are standing on a wooden balcony of a two-story stone building. The building has a tiled roof and a stone wall on the left side. The background features a lush green forest and rocky hills under a clear blue sky. A large, semi-transparent circular graphic is overlaid on the right side of the image, containing text.

Merci pour votre  
attention

---

A bientôt pour de nouvelles aventures  
**Riches De Découvertes**

# Pause déjeuner

Reprise des travaux à 14h00

---

