

INRAE

- Stocker les excès d'eau hivernaux des réseaux de drainage agricole : Eléments de discussion.
« Quand l'excès alimente le manque ! »

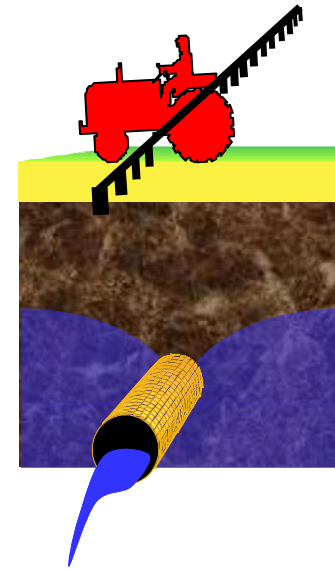
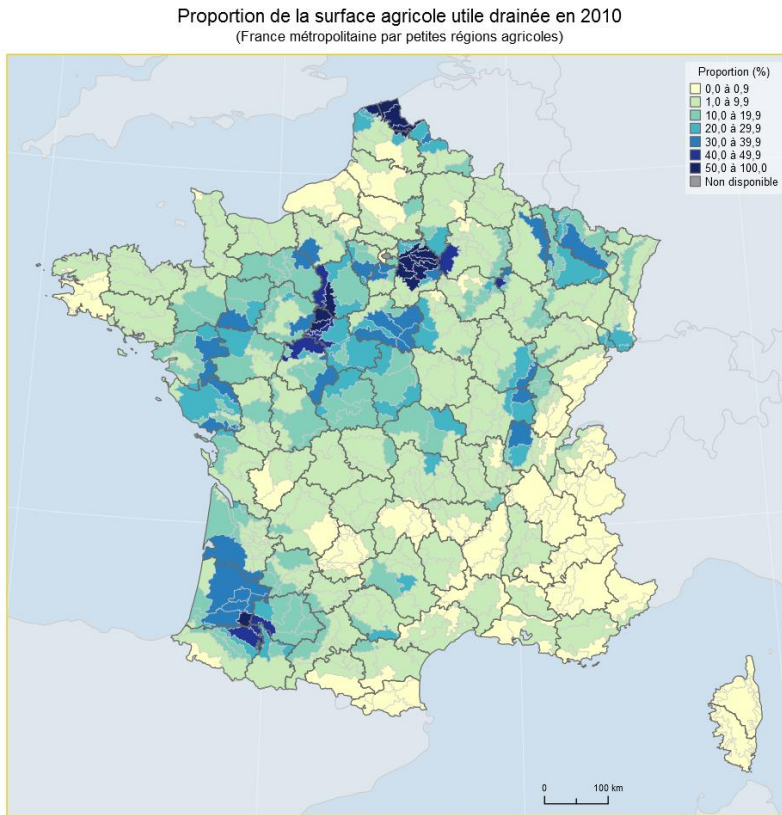
Julien TOURNEBIZE

Eq ARTEMHYS

UR HYCAR, Centre de Jouy en Josas - Antony

➤ Subsurface drainage in FRANCE

About 3 millions of ha are drained, 10% of arable land



Characterize pollutant transfer dynamic



of drained soil
(hectares)

- 35 000 (25)
- 44 000 (11)
- 25 000 (19)
- 13 000 (20)
- 4 000 (20)

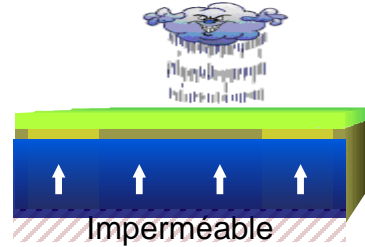
IRSTEA - HBAN - 2013

Source des données : Agreste - Recensement agricole 2010



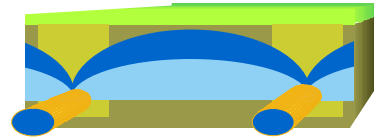
➤ Introduction : Quelques définitions

L'excès d'eau



“ Phénomène résultant d'un bilan excédentaire entre les apports et les exportations d'eau d'un volume de sol donné, tel que l'activité agricole est gênée ”

Le drainage



“ Ensemble des opérations ayant pour objectif la suppression des excès d'eau ou de sels dans des terrains trop humides ou salés, agricoles ou non ”. Fait souvent référence au drainage souterrain à opposé au drainage de surface

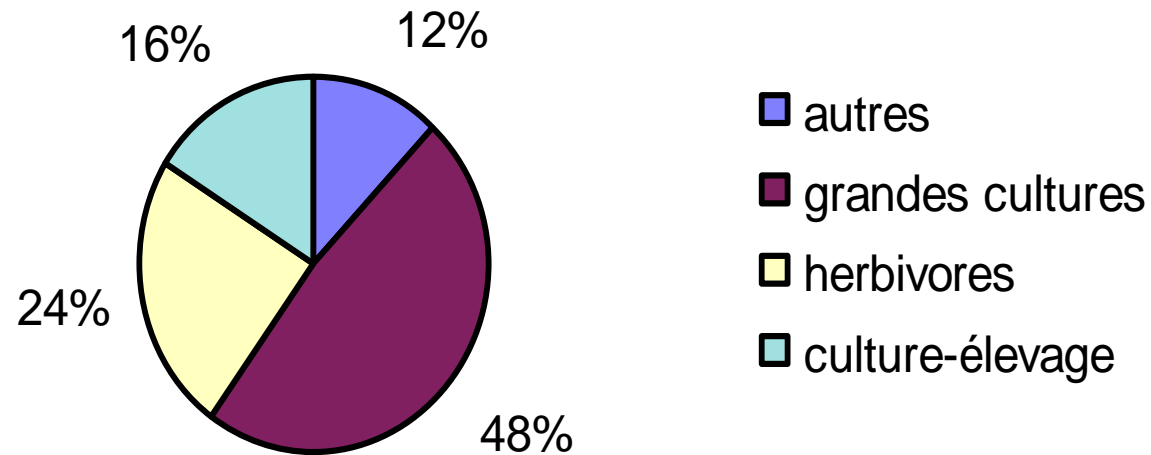
L'assainissement agricole

“ Evacuation des eaux regroupées naturellement ou à la suite du drainage, jusqu'au réseau hydrographique naturel ”

➤ Introduction : le drainage en France

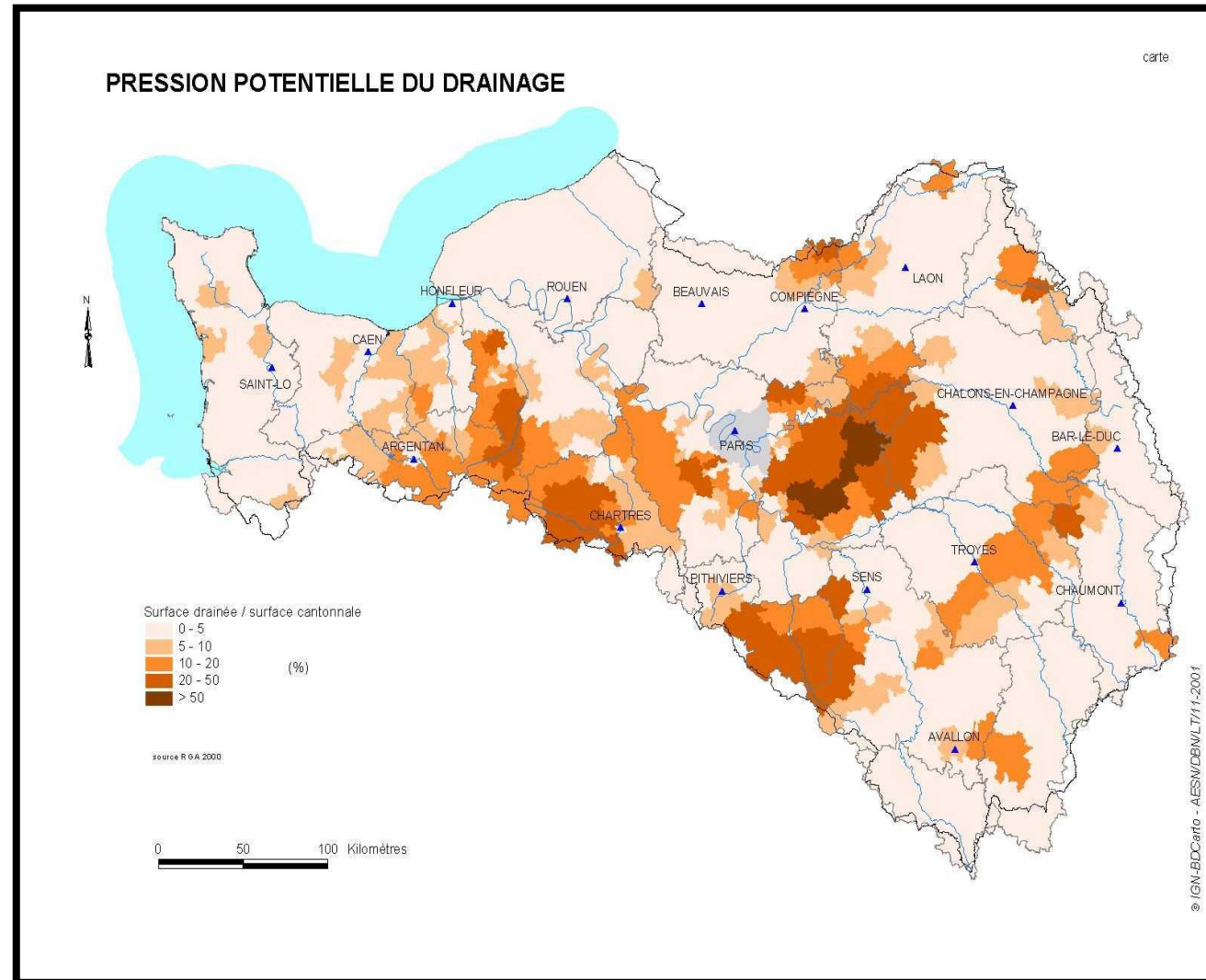
(Source : AGRESTE, 1991)

83 % par tuyaux enterrés; 11 % par fossés; 6 % ponctuel
2,5 millions d'hectares drainés (8,8 % SAU) dont 2,3 millions d'ha de terres labourables



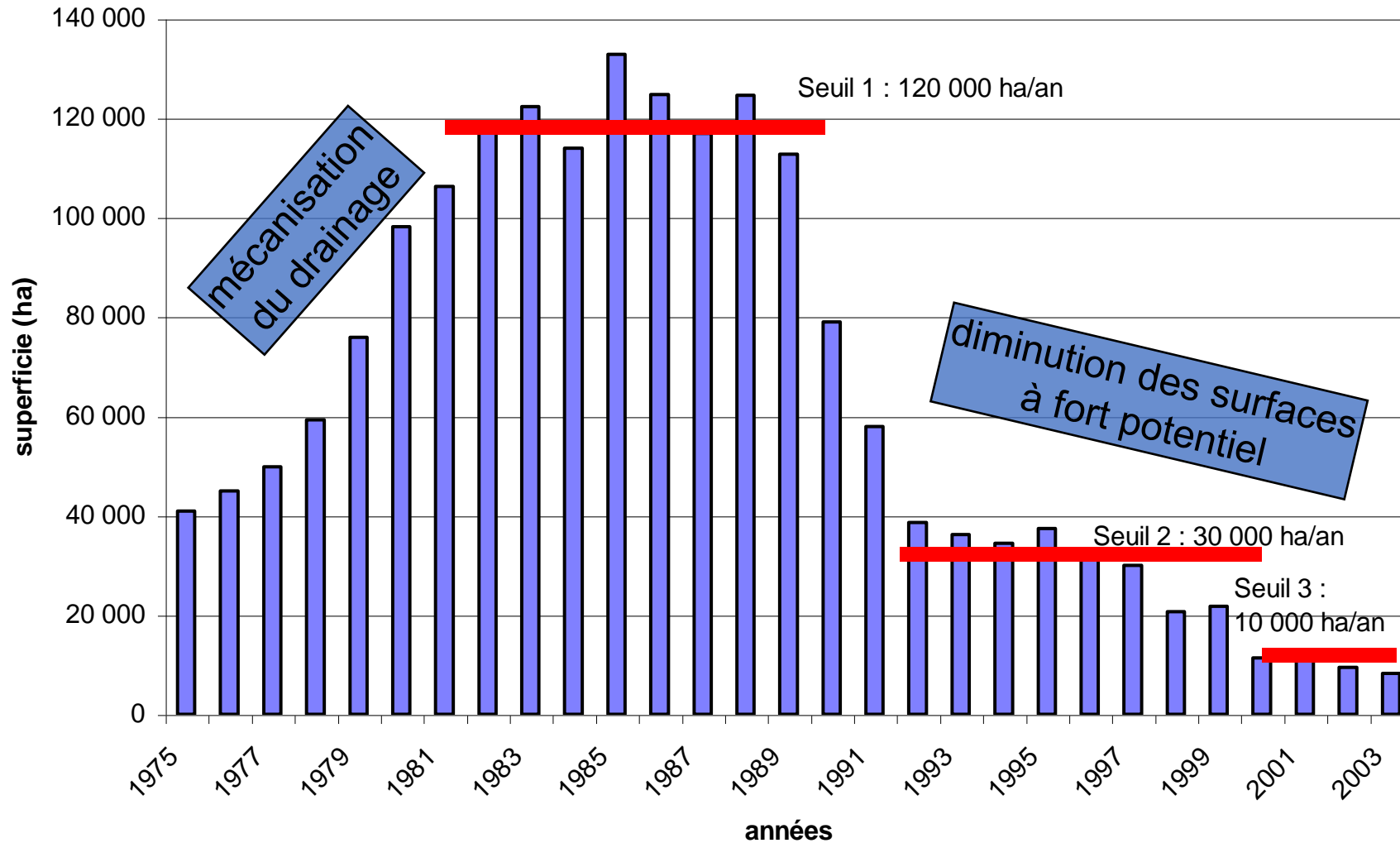
➤ Introduction : le drainage dans le bassin de la Seine

Une répartition géographique liée au contexte pédoclimatique.



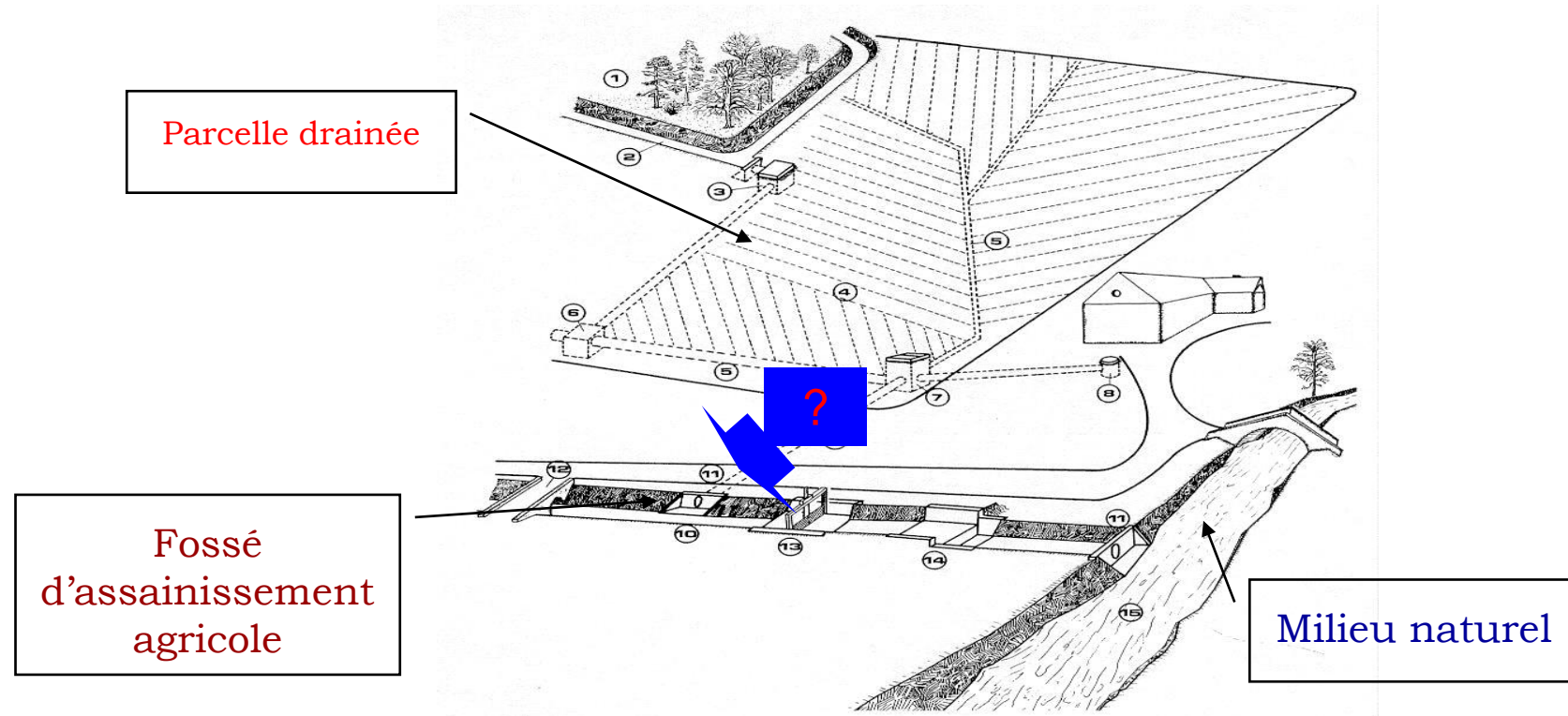
➤ Introduction : Statistiques 1975-2005

superficies drainées, France entière, 1975-2005



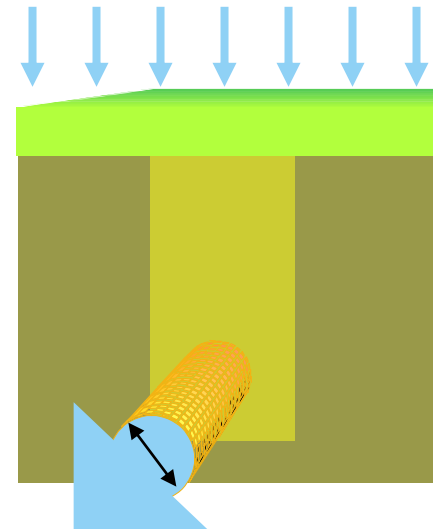
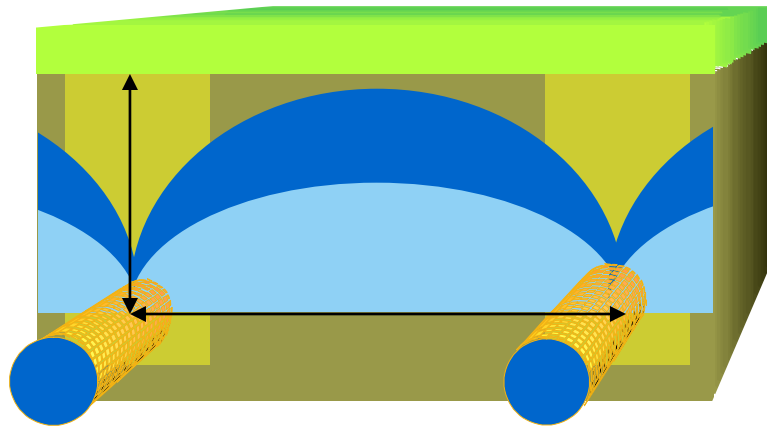
➤ Introduction sur le drainage

- Drainage et qualité de l'eau, cas d'un sol agricole hydromorphe
 - Le fonctionnement hydrologique (impact quantitatif)
 - Le transfert de polluant d'origine agricole (eau = vecteur de pollution)



➤ Dimensionnement du drainage en France

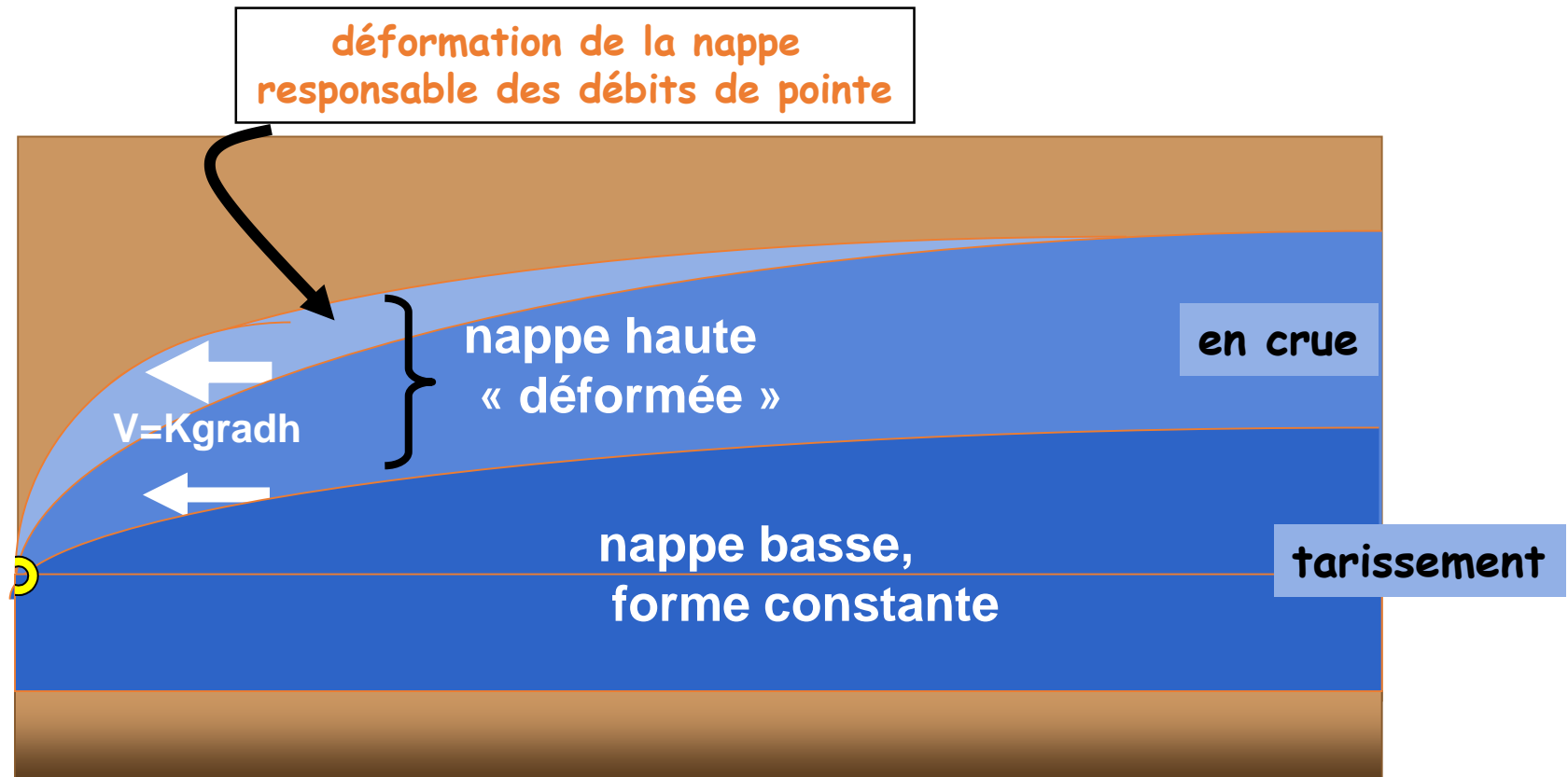
- Drain spacing (10 to 15m) and depth are linked to reach an objective of water table control
 - Pipe diameter is defined to evacuate water flow before getting hydraulically in charge
 - Space is calculated to drained within 1 to 3 days a rainfall of 3 days duration and one year return period
 - → 15 mm/d ($Q = 1.2$ to 1.5 L/s/ha)



➤ Le drainage à la parcelle : une crue

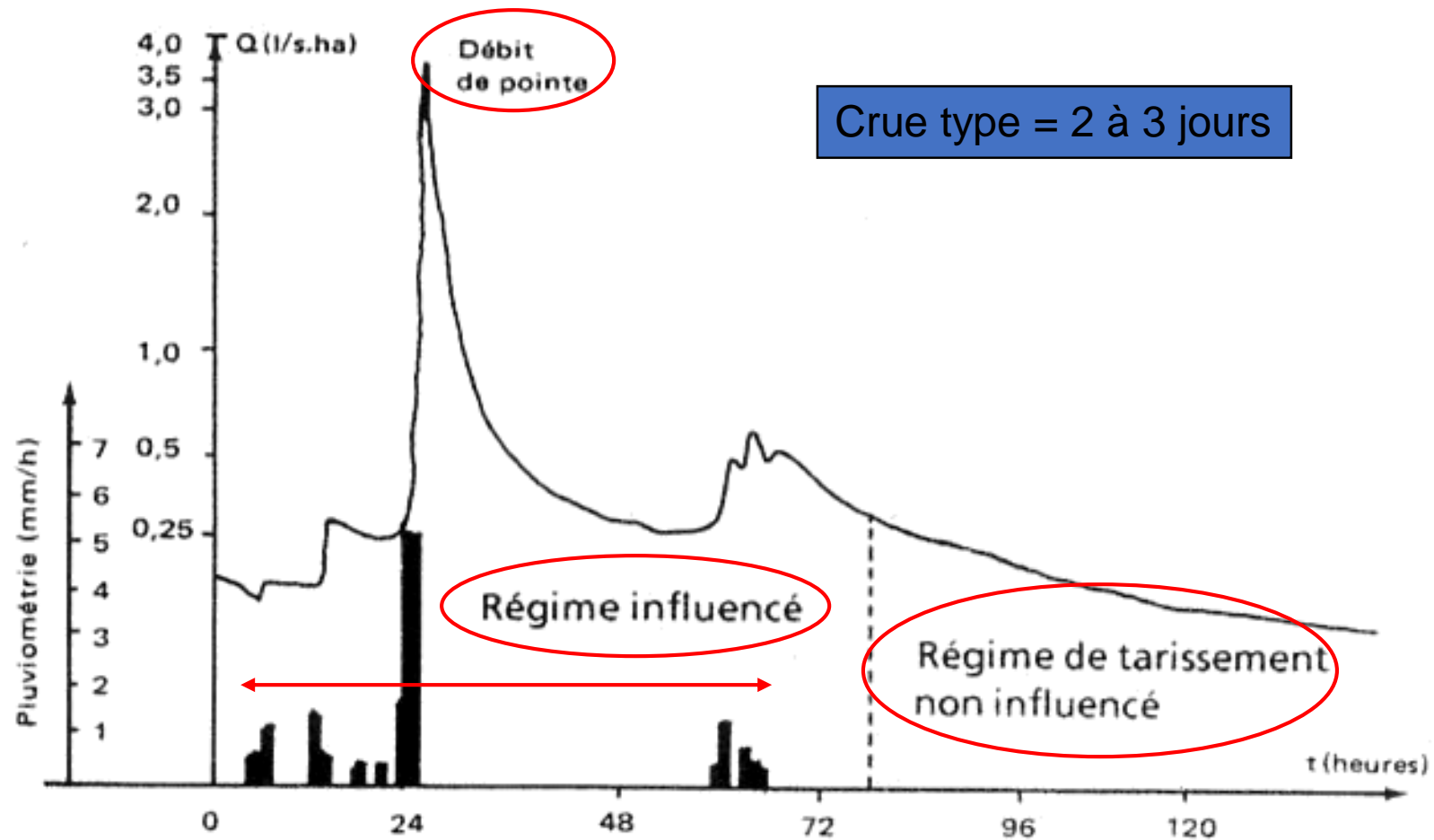
➤ Fonctionnement hydraulique d'un sol drainé

- Paramètres de dimensionnement : profondeur / écartement
- Paramètres du sol :
 - μ (porosité de drainage)
 - K_{sat} (conductivité hydraulique à saturation du sol)



➤ Le drainage à la parcelle : une crue

- Chronique détaillée à l'échelle d'une crue



➤ Le drainage à la parcelle : une saison

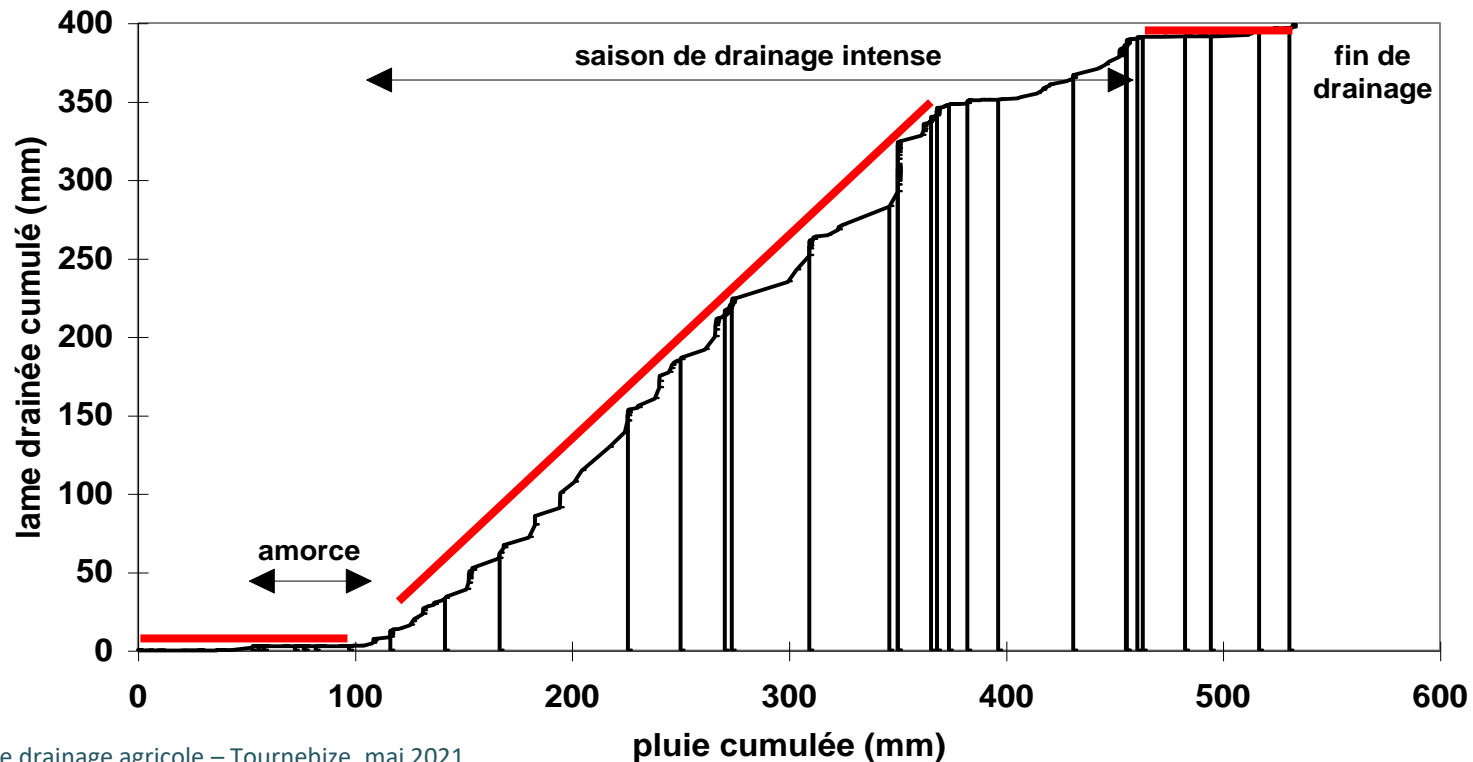
Courbe de fonctionnement saisonnier du drainage :
lame drainée cumulée en fonction de la lame pluviométrique cumulée.

A partir du 1er octobre, la réserve utile du sol se remplit.

A partir de 100 mm de pluie, le drainage s'amorce

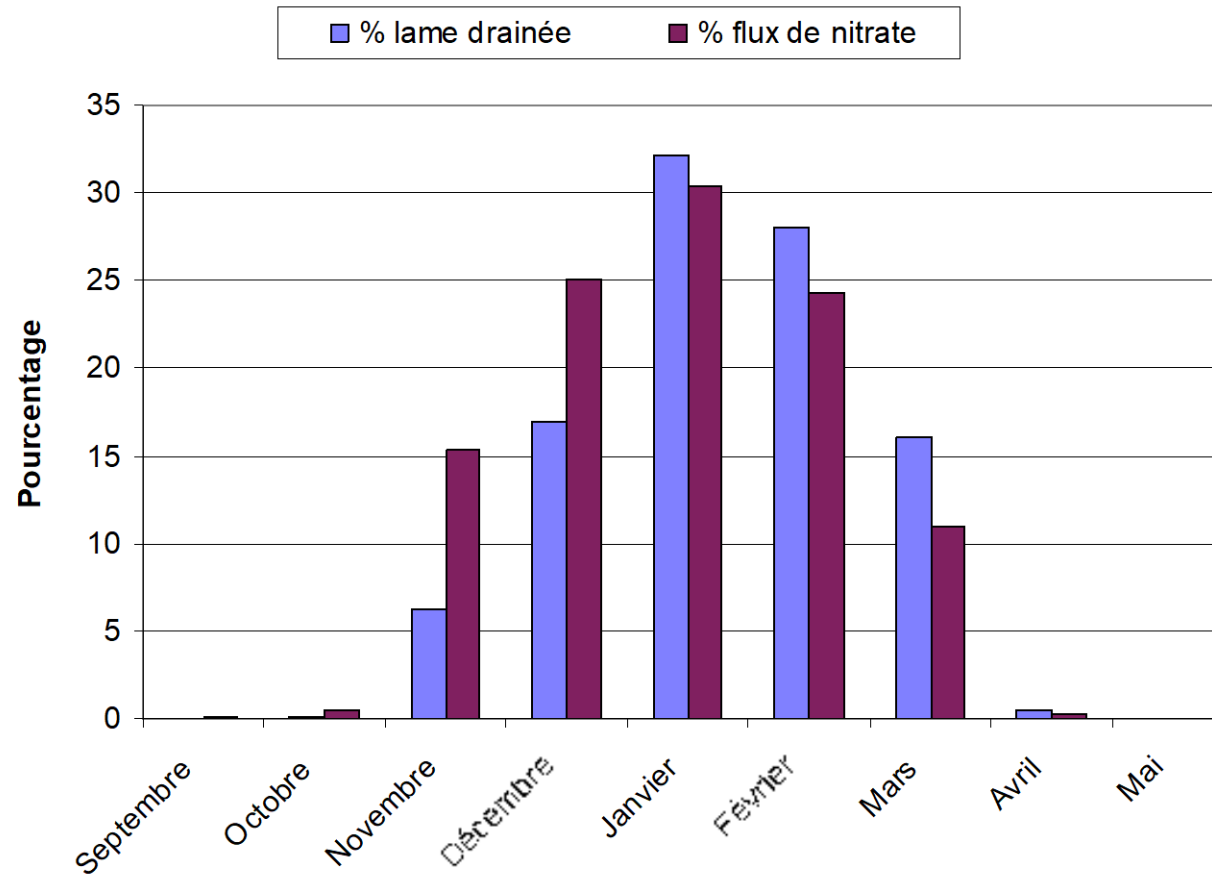
Pendant la SDI, toute pluie (P-ETP) est convertie en écoulement

Quelque fois, des écoulements de printemps



➤ Le drainage à la parcelle : une crue

➤ Saisonnalité des exportations (exemple du site de La Jaillière, 49)



Moyenne des contributions mensuelles des flux
d'une saison complète de drainage, site de La Jaillière

(eau: 220 mm/saison et nitrate: 38kgN/ha/saison, soit 76mg NO₃/l moyenne de 1989 à 1997)

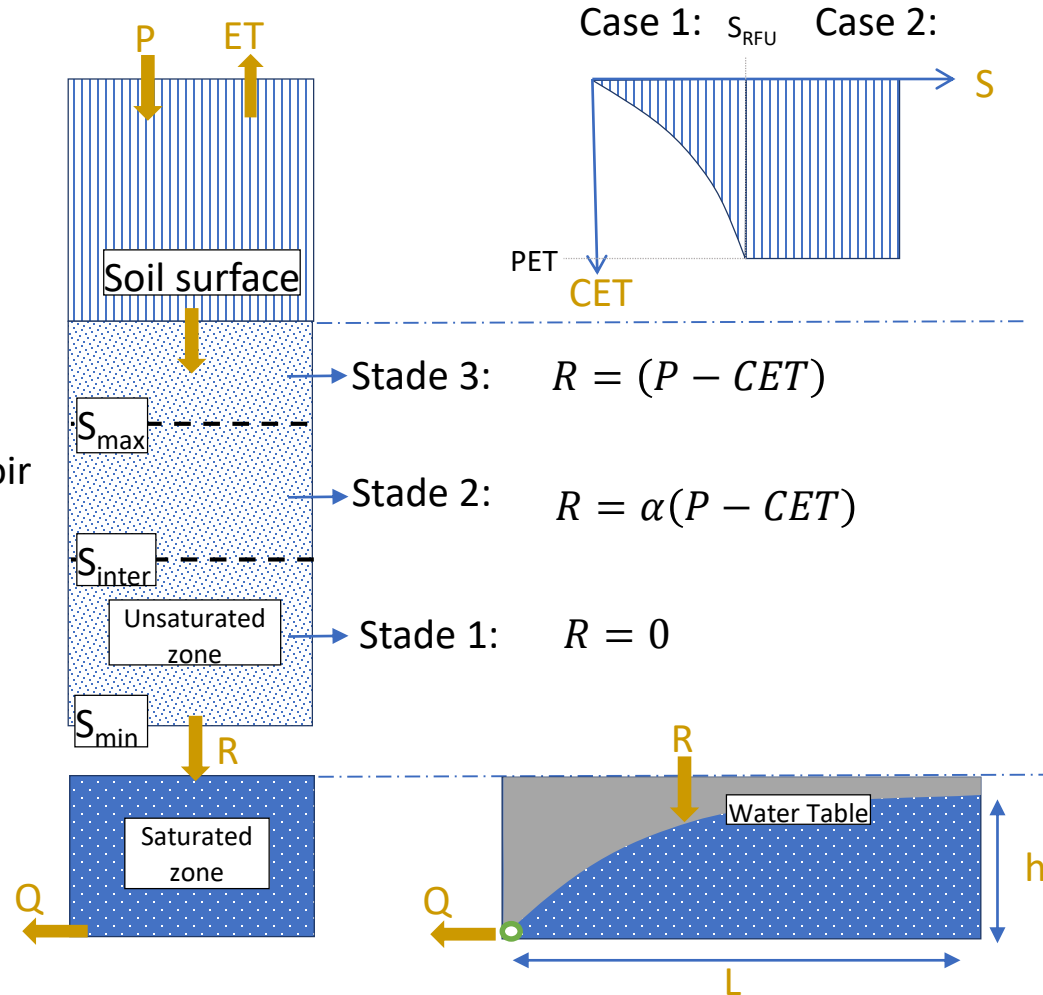
➤ Modélisation hydrologique : SIDRA-RU

Principe de fonctionnement (Henine et al, In Publication)

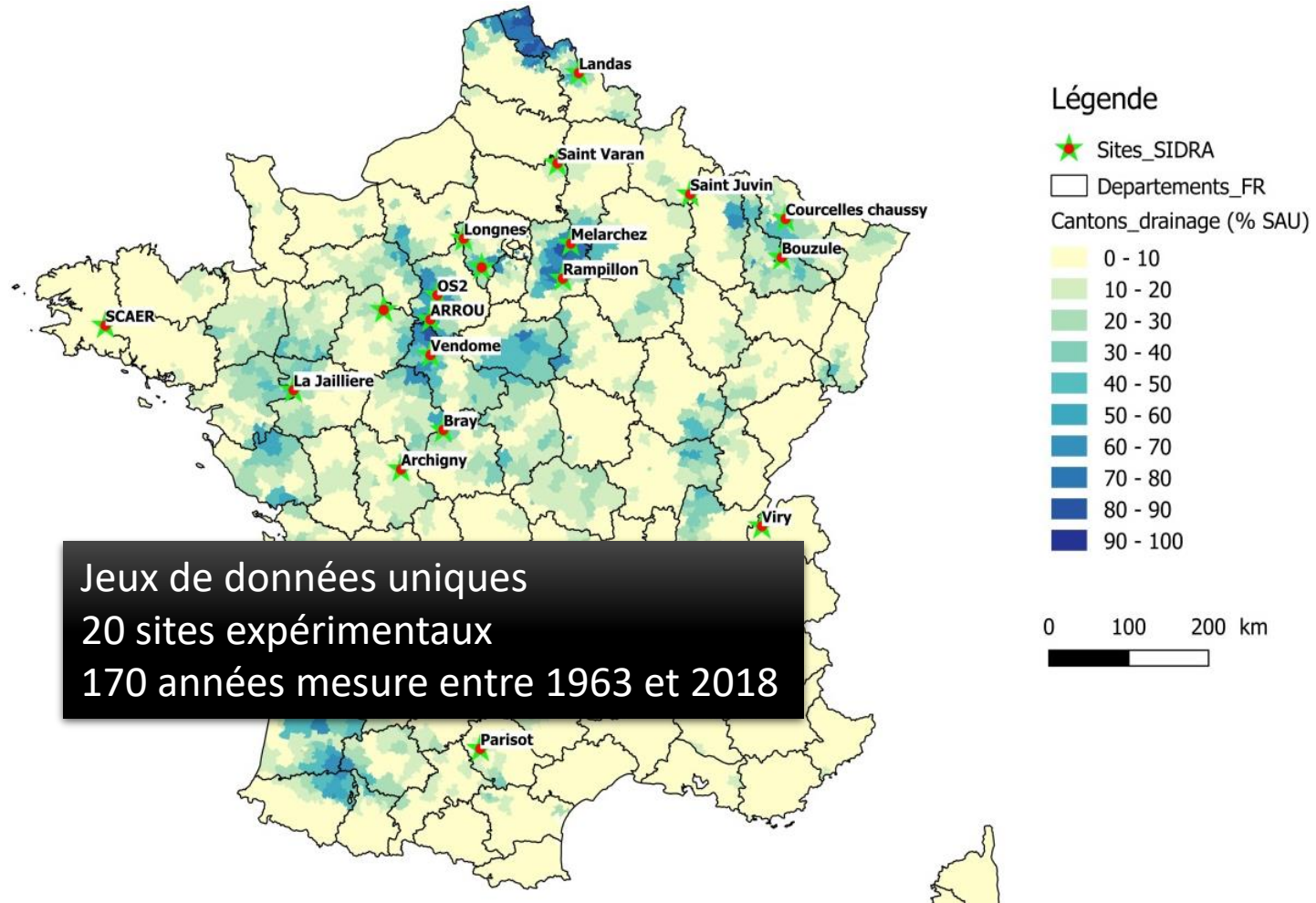
1. Détermination de l'infiltration nette

2. Gestion du réservoir de stockage

3. Calcul du débit drainé



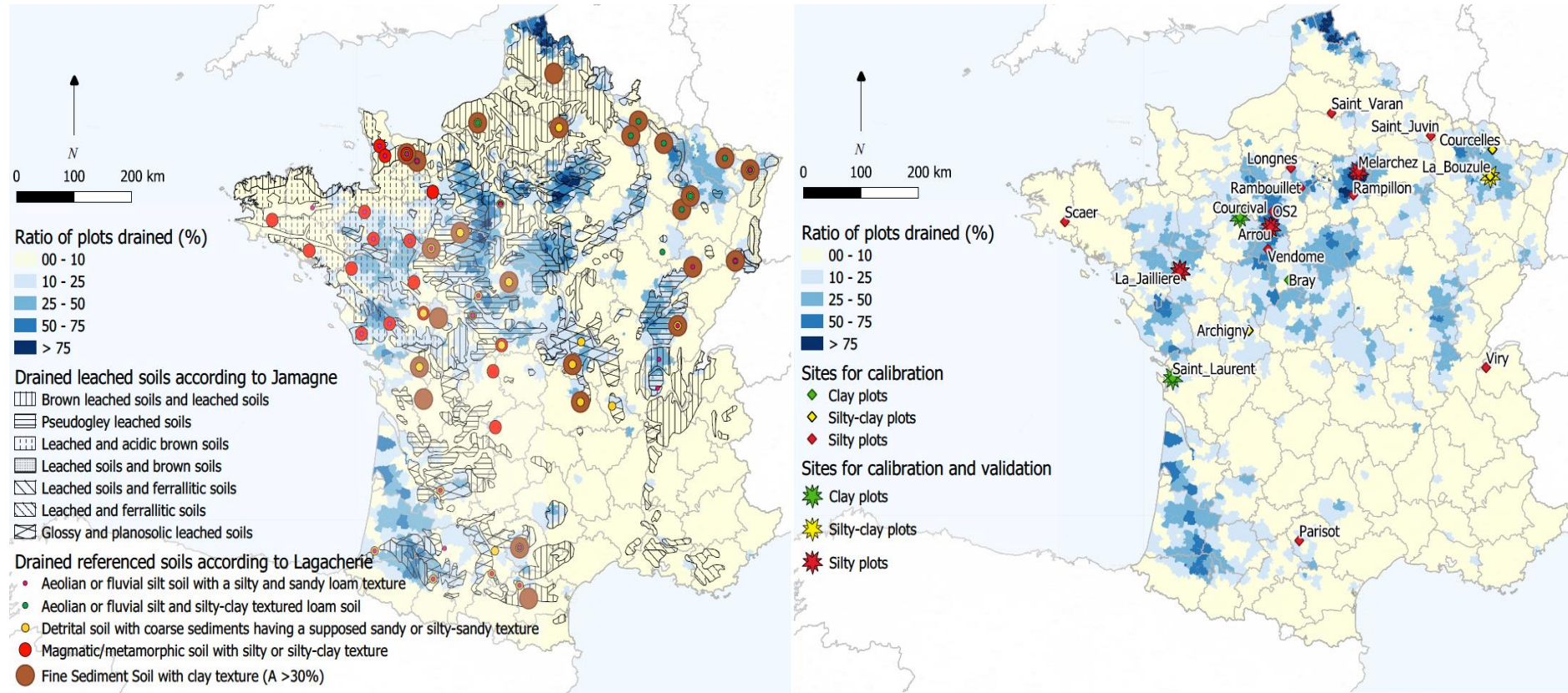
➤ Base de données du drainage en France



➤ Robustesse à l'échelle nationale de SIDRA-RU

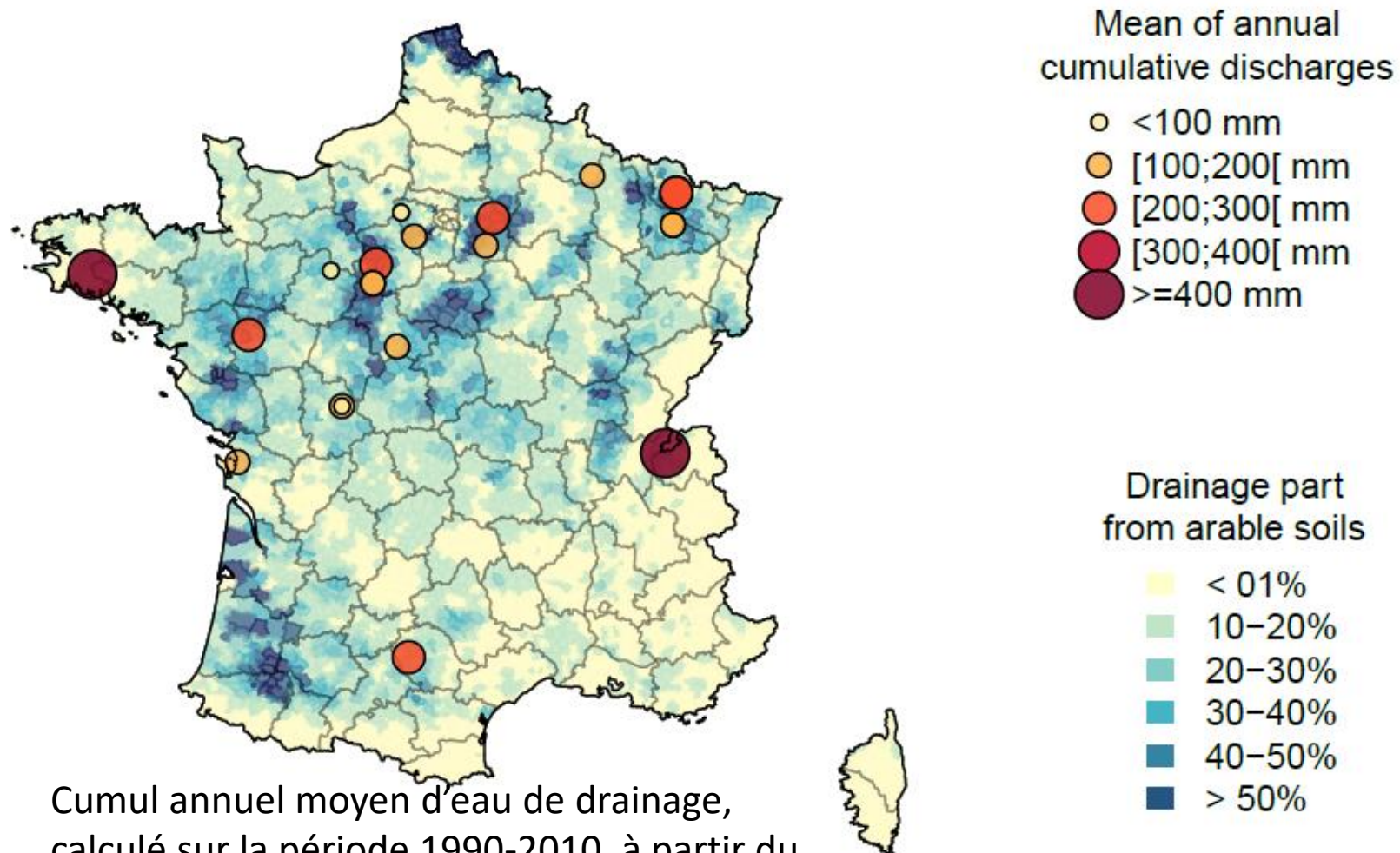
Base de données utilisée

- Etude menée sur 22 sites drainés répartis sur 3 textures différentes → 197 ans de données ;



Jeantet et al., 2021

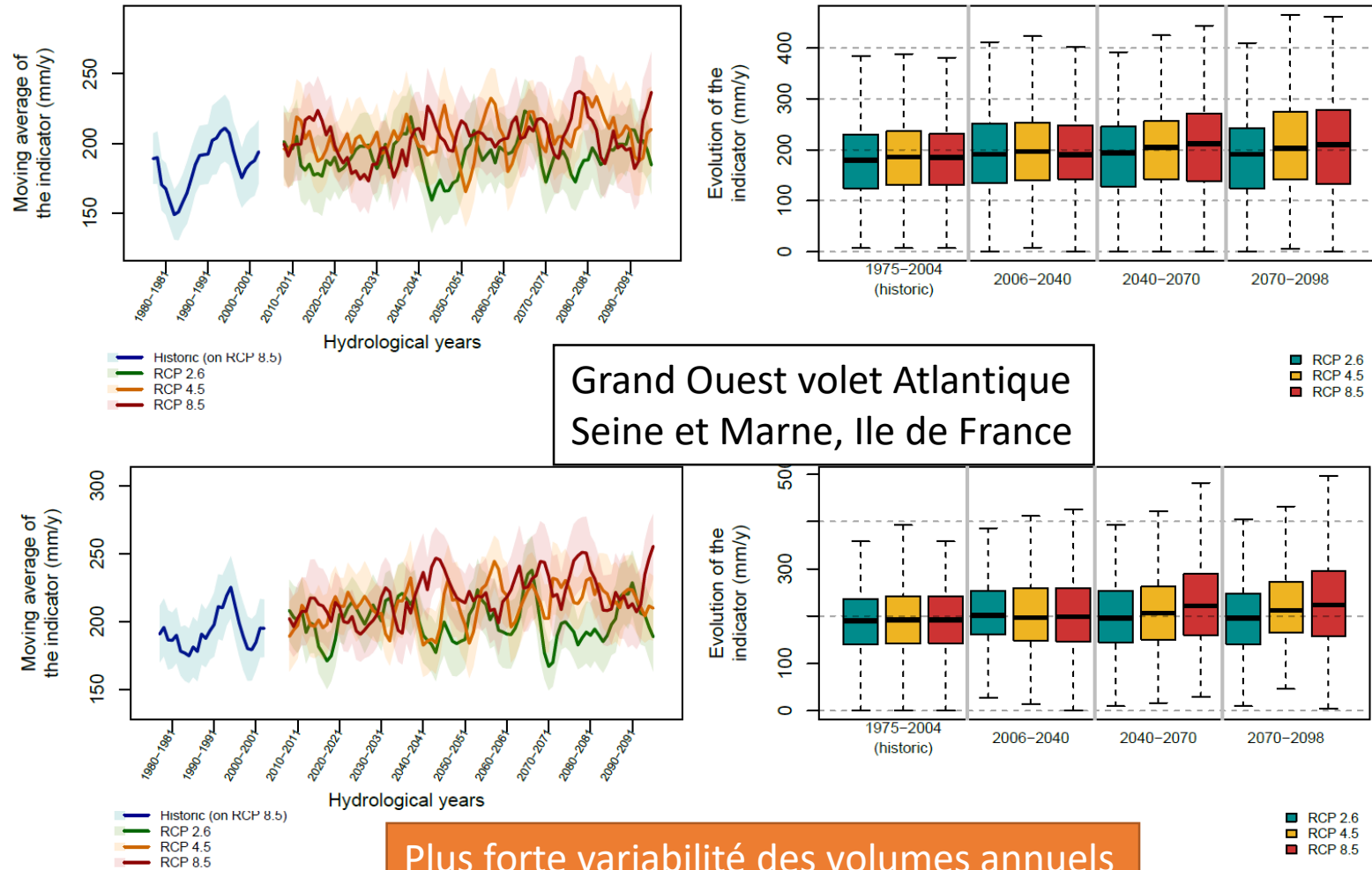
➤ Volume drainé annuel modélisé sur les sites expé en France



Cumul annuel moyen d'eau de drainage,
calculé sur la période 1990-2010, à partir du
modèle SIDRA-RU
Source A. Jeantet

➤ Evolution sous CC (travail en cours)

3. Annual drained water balance



➤ Gérer les eaux de drainage

MUTUALISATION DE DIFFRENTS ENJEUX

Des enjeux quantitatifs : inondation, surplus

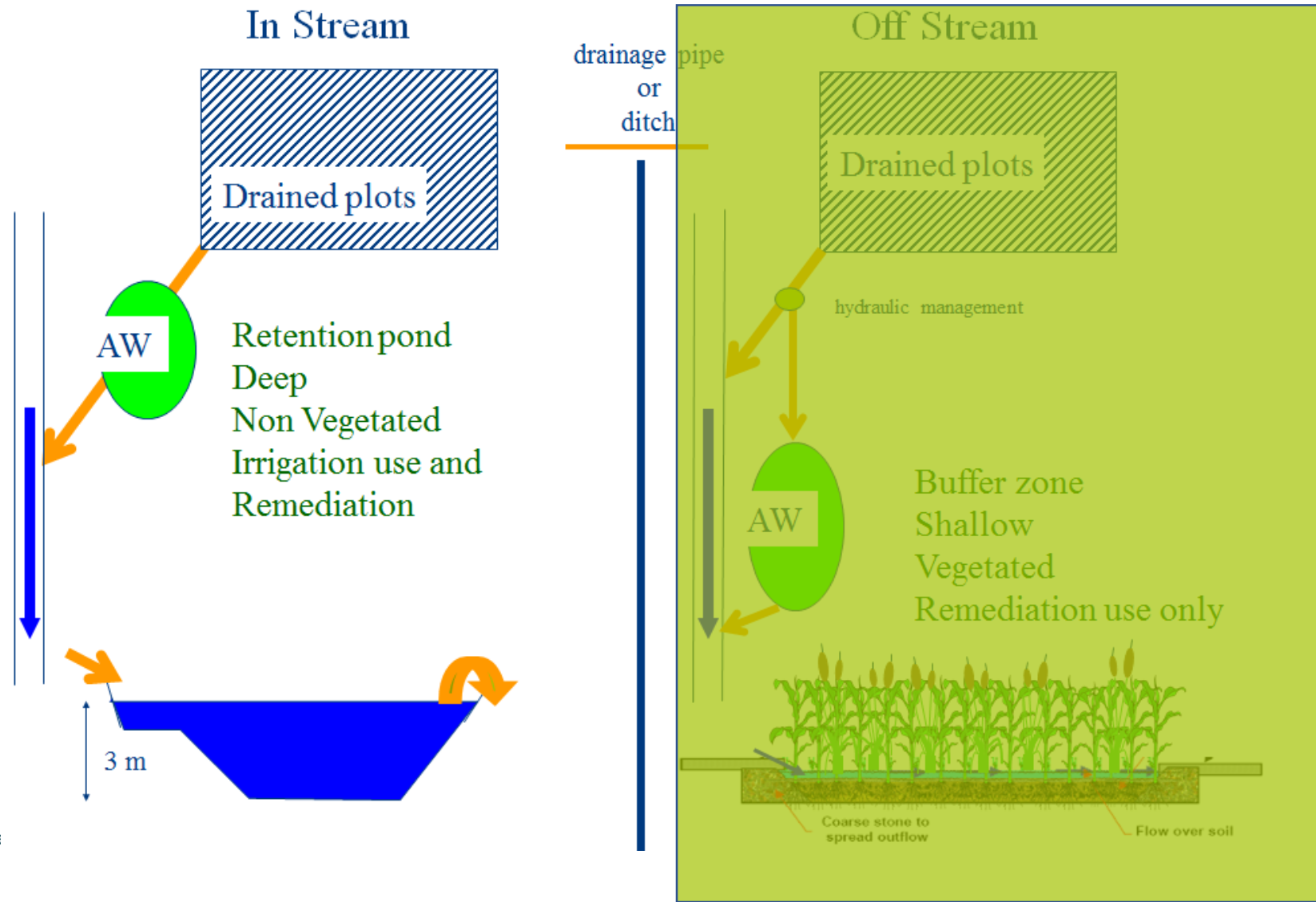
Des enjeux qualitatifs : qualité de l'eau des eaux de drainage (nitrate et pesticides)

Des enjeux de biodiversité : contribuer aux trames vertes et bleues

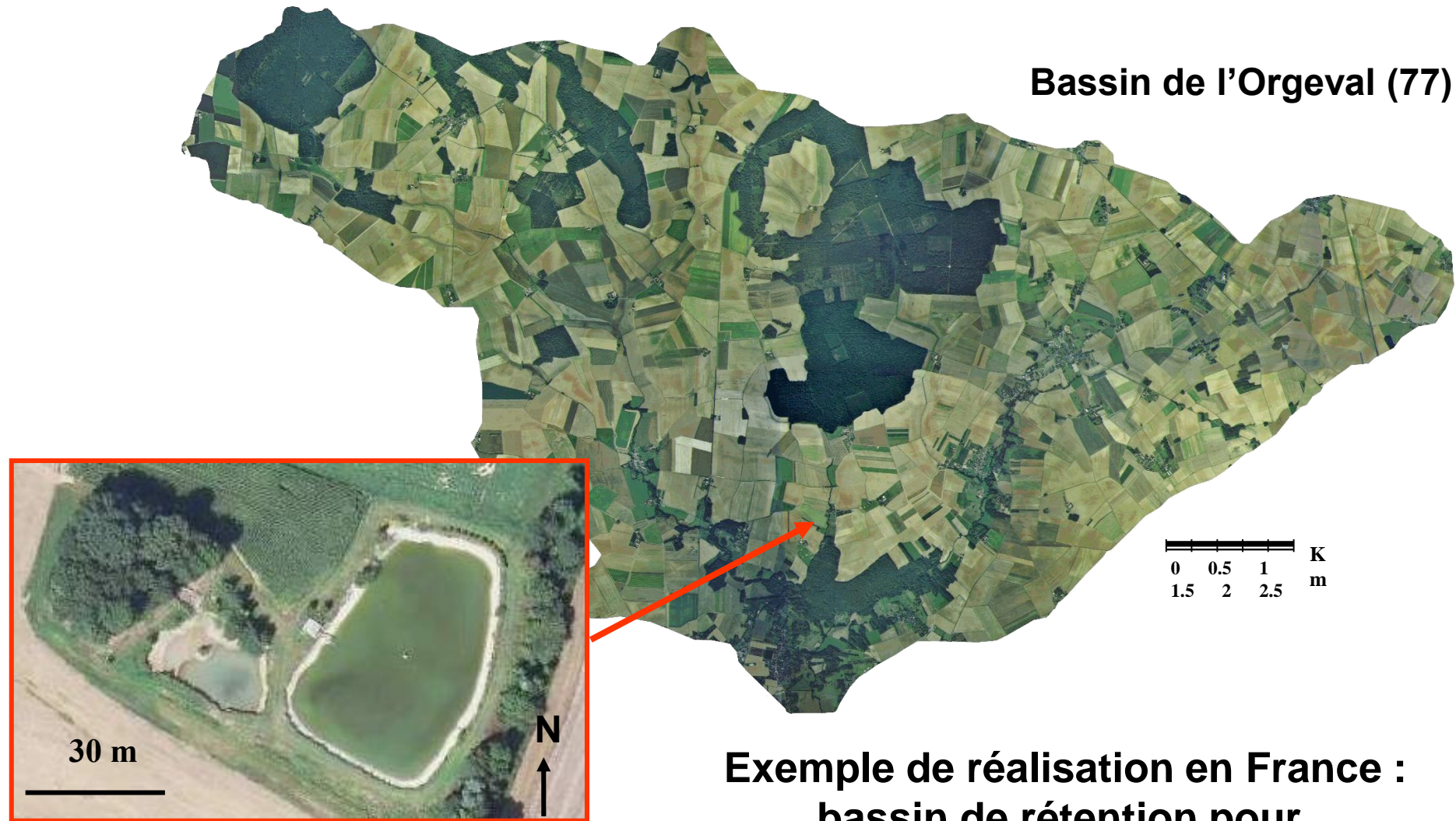


Rétablir une bonne harmonie entre agriculture
et milieu naturel, ressource en eau, lieux de vie et d'activités ?

➤ Gérer les eaux de drainage par l'interception des flux



➤ Zone tampon pilote de type en série

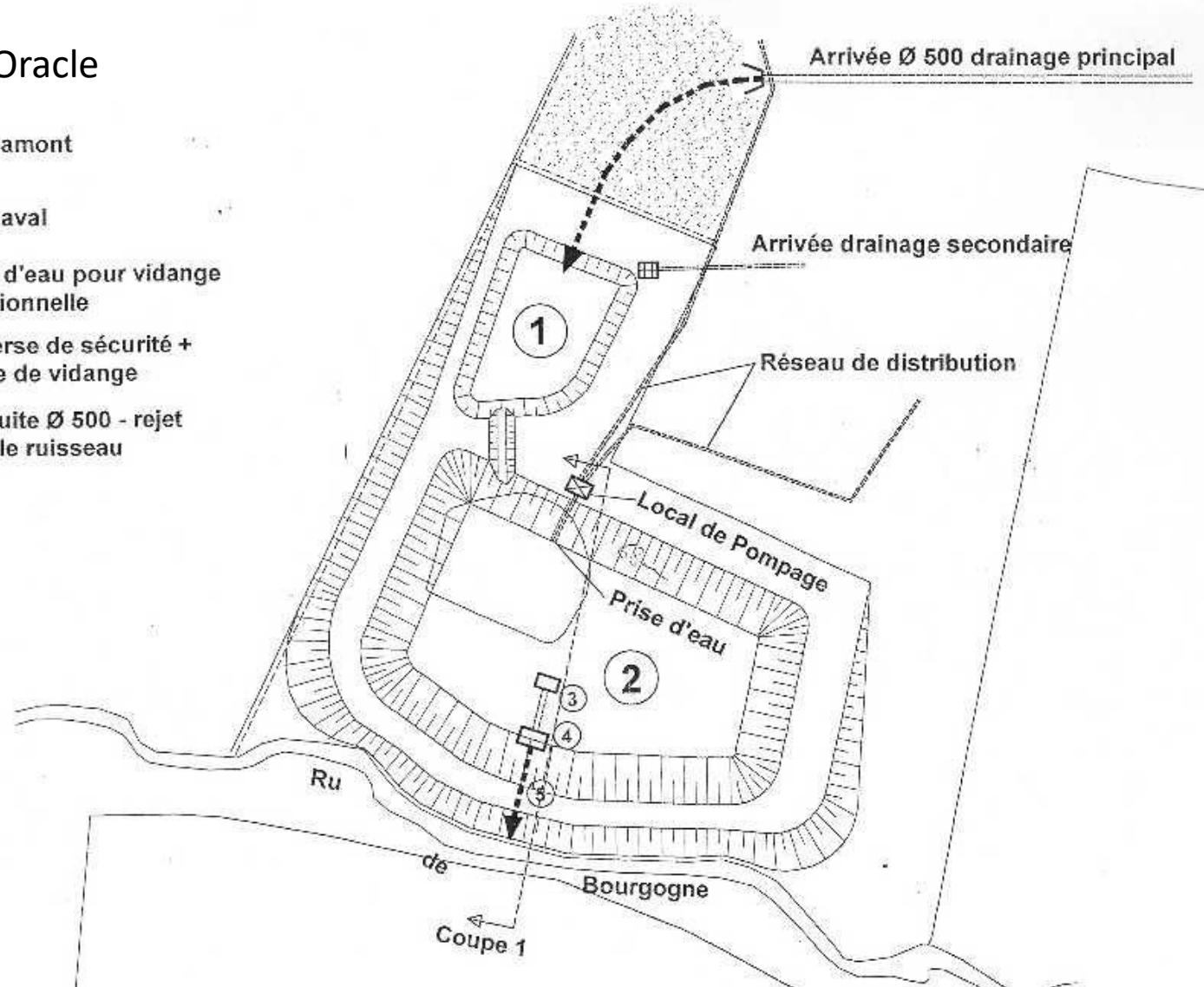


**Exemple de réalisation en France :
bassin de rétention pour
recycler les eaux de drainage**

Commune Aulnoy (77), Lieu dit Chantemerle EARL Gobard

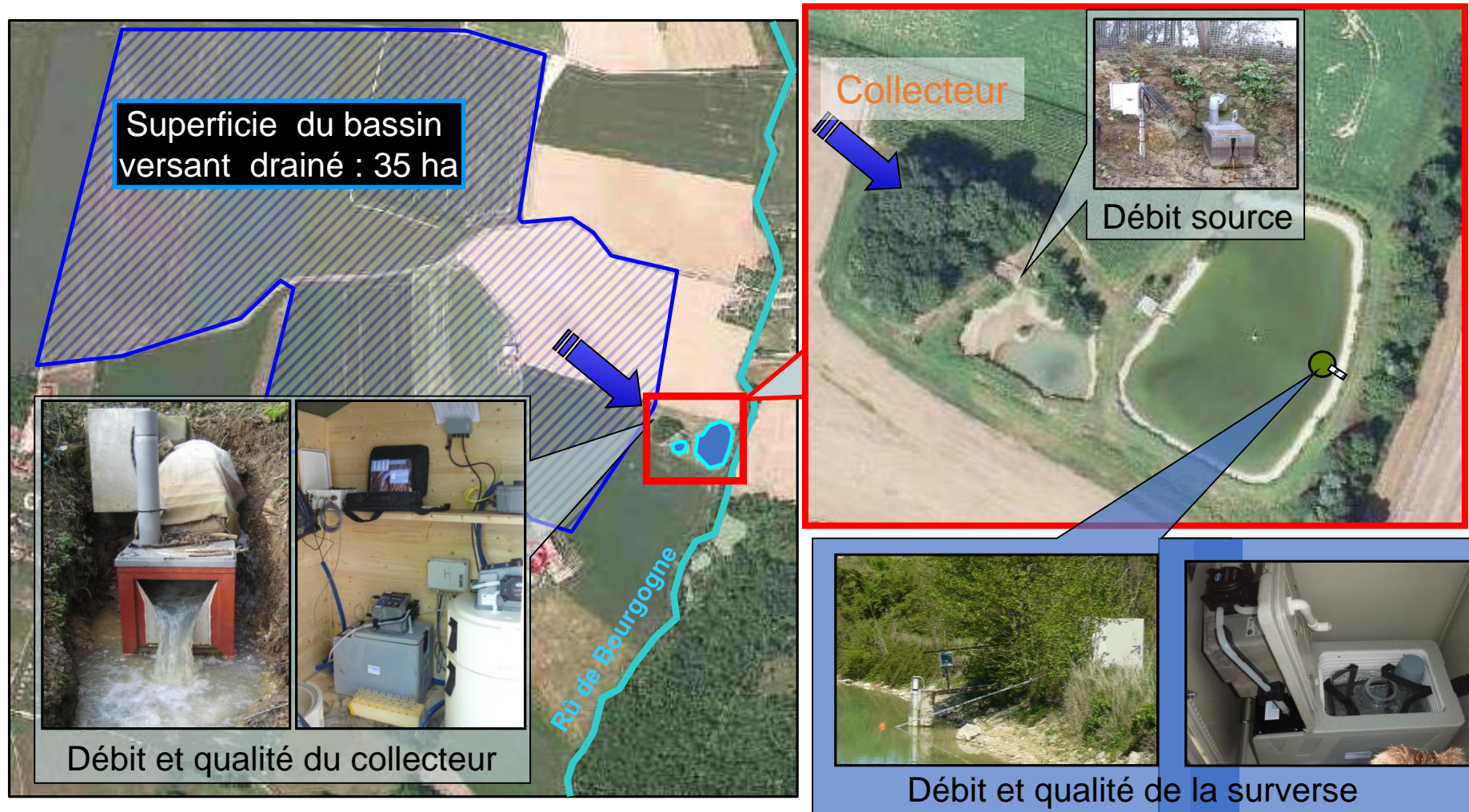
Construction en 2001, dossier de déclaration
Réserve de substitution
Contact par l'Observatoire Oracle

- ① Mare amont
- ② Mare aval
- ③ Prise d'eau pour vidange exceptionnelle
- ④ Surverse de sécurité + vanne de vidange
- ⑤ Conduite Ø 500 - rejet dans le ruisseau



➤ Zone tampon pilote de type en série

Retenue collinaire : 3700 m² (1% de la surface drainée) pour 8000 m³.





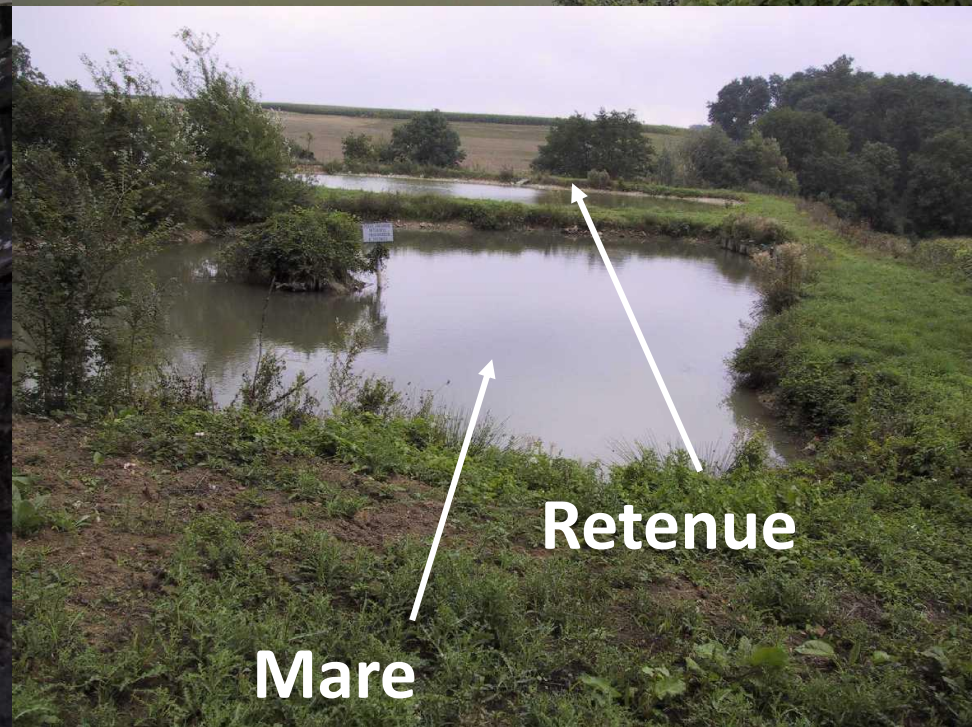
Station de pompage



Mare



Buse amont



Retenue

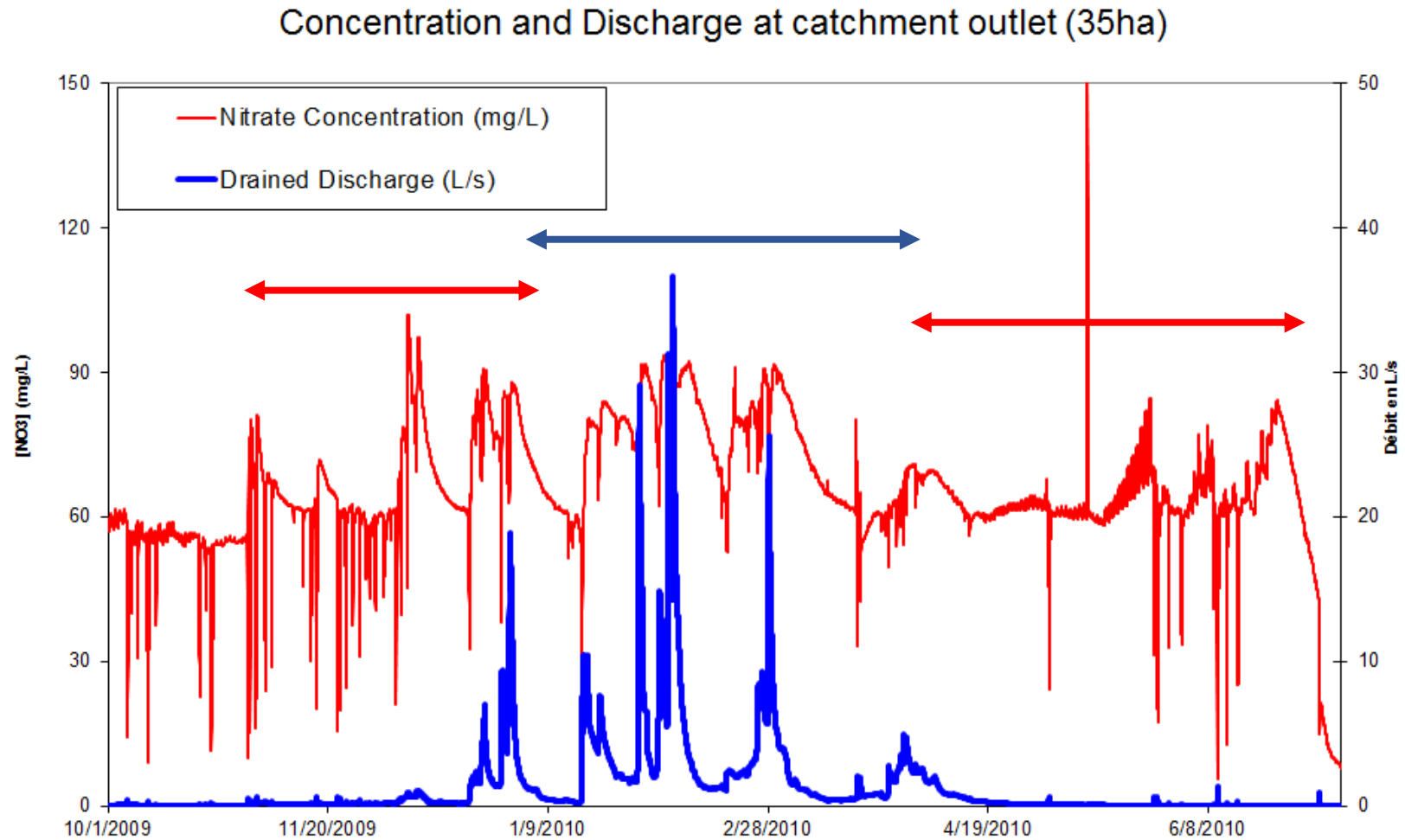


Evacuateur



Berges

➤ Suivi sortie de collecteur de drainage



Time step: 30 min

Flushing and Dilution behavior

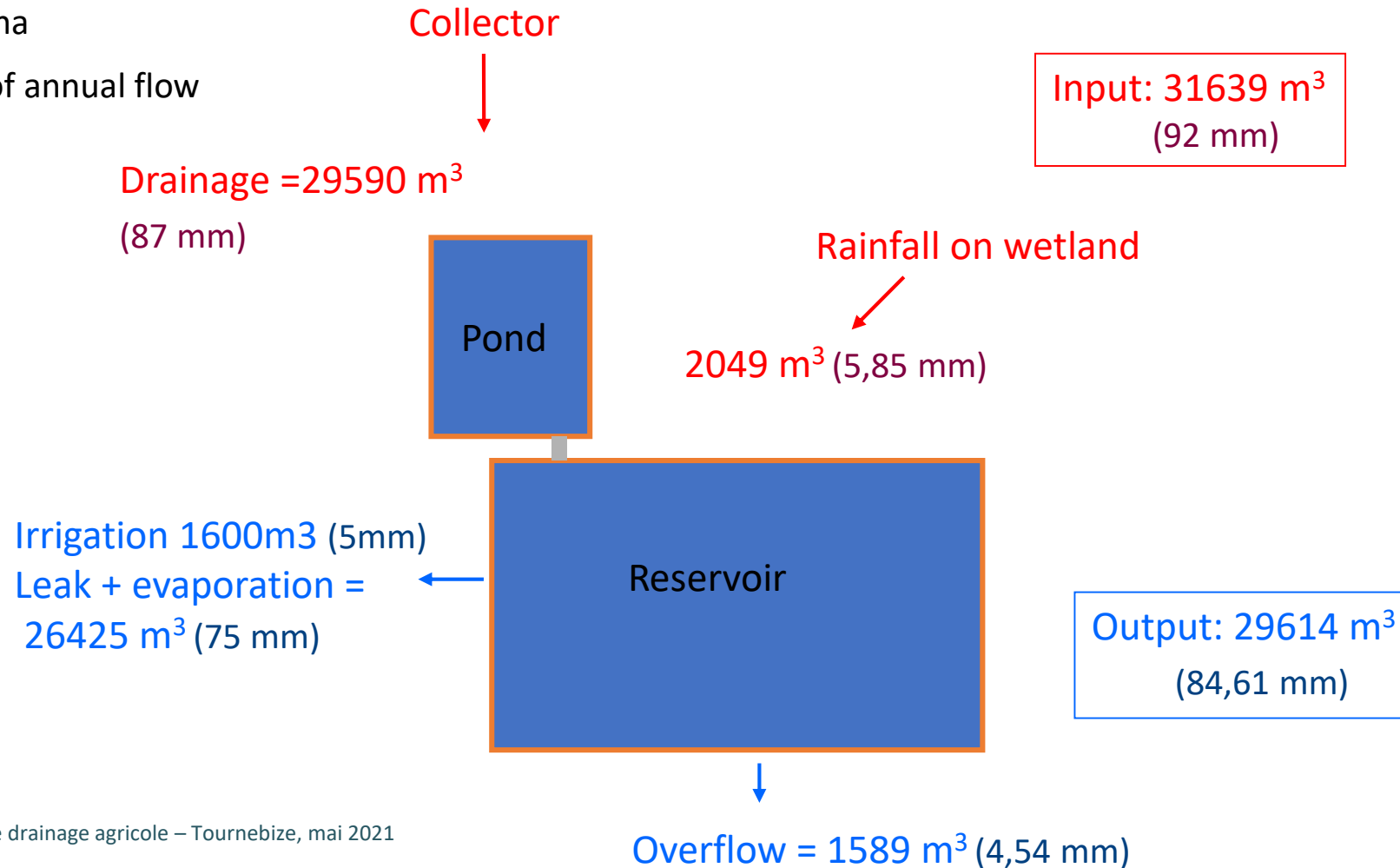
➤ Hydrological Year 2008-2009

Dans cet exemple, infrastructure existante, 5ha (+20mm) pour 36ha

Collected Area: 36ha

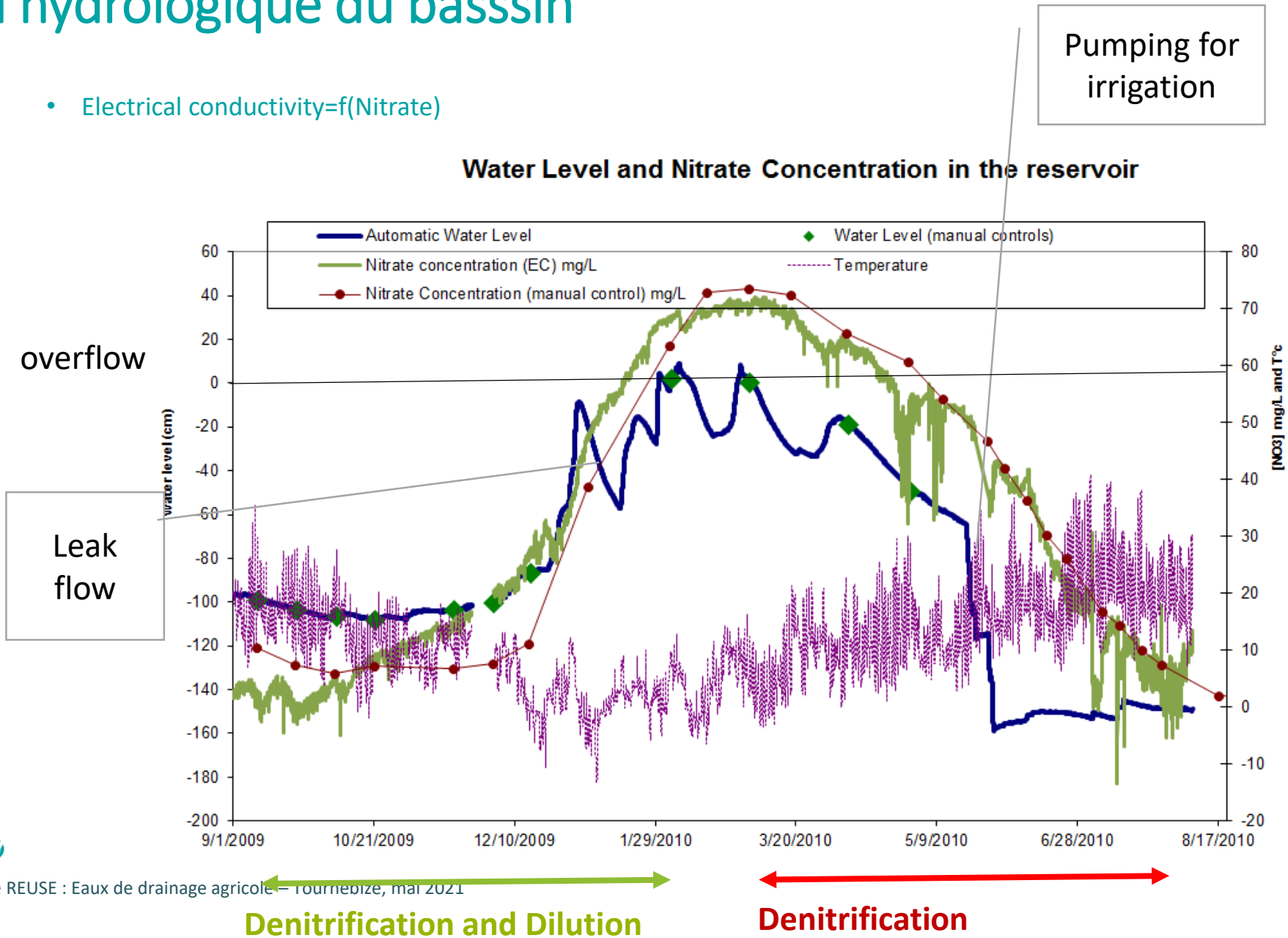
Irrigated Area: 5ha

In average 14% of annual flow



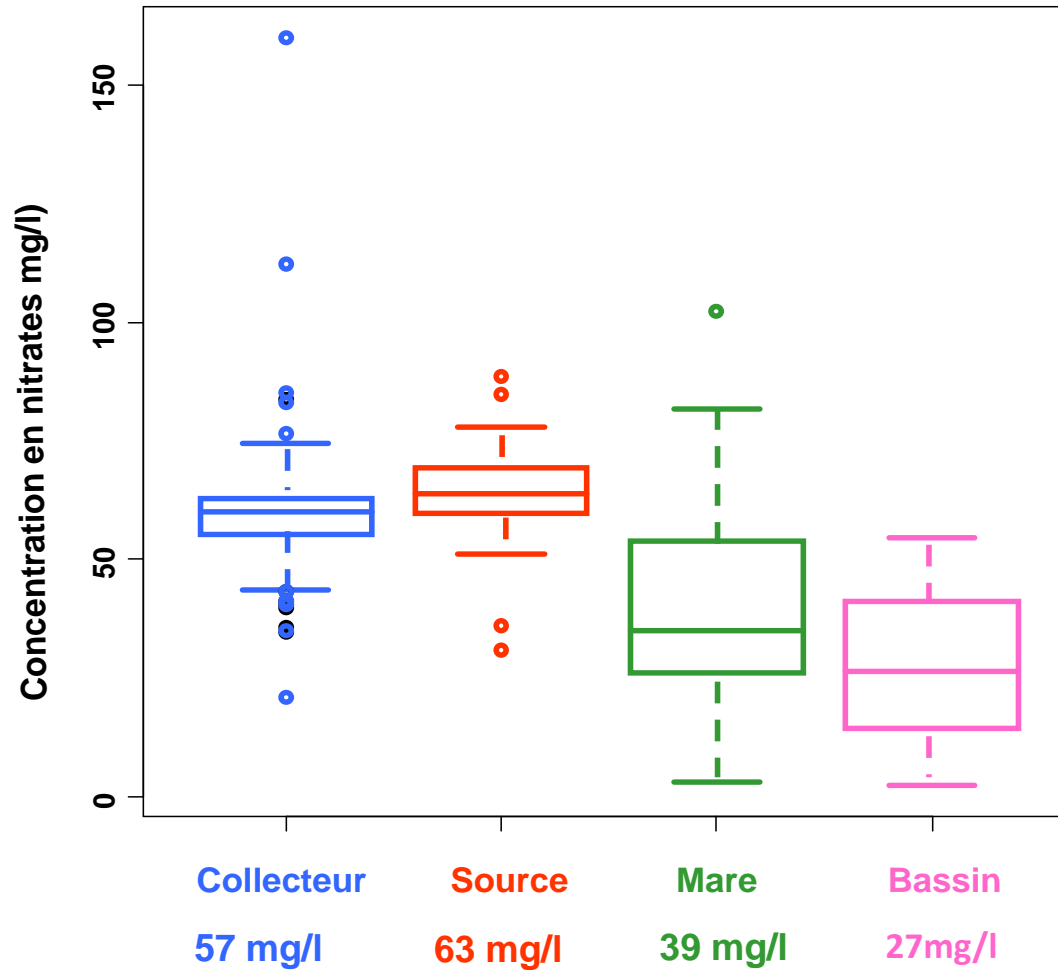
➤ Suivi hydrologique du bassin

- Electrical conductivity=f(Nitrate)



➤ Zone tampon pilote de type en série

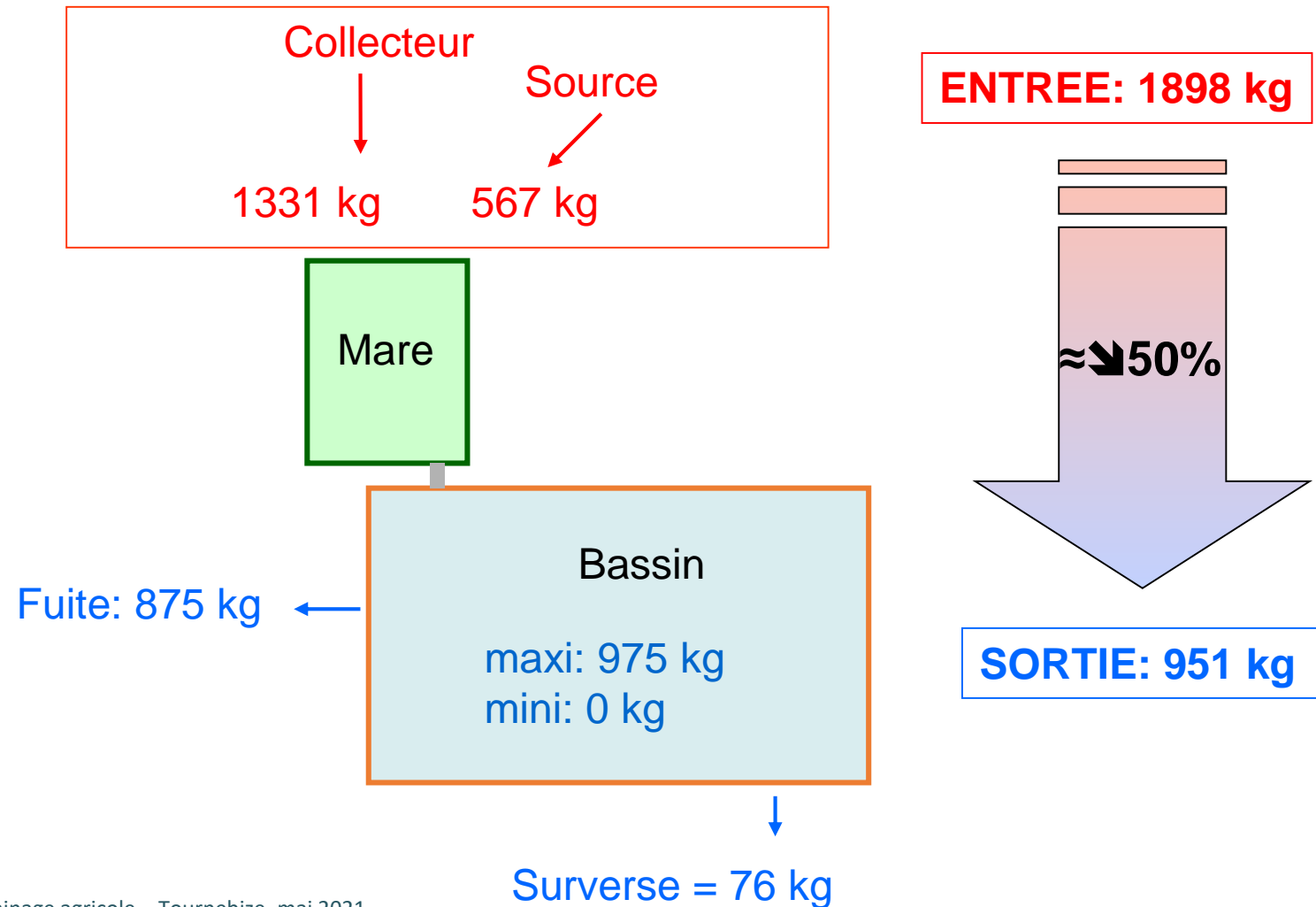
Pouvoir épurateur de la ZHA vis-à-vis des nitrates de fin 2005 à 2009



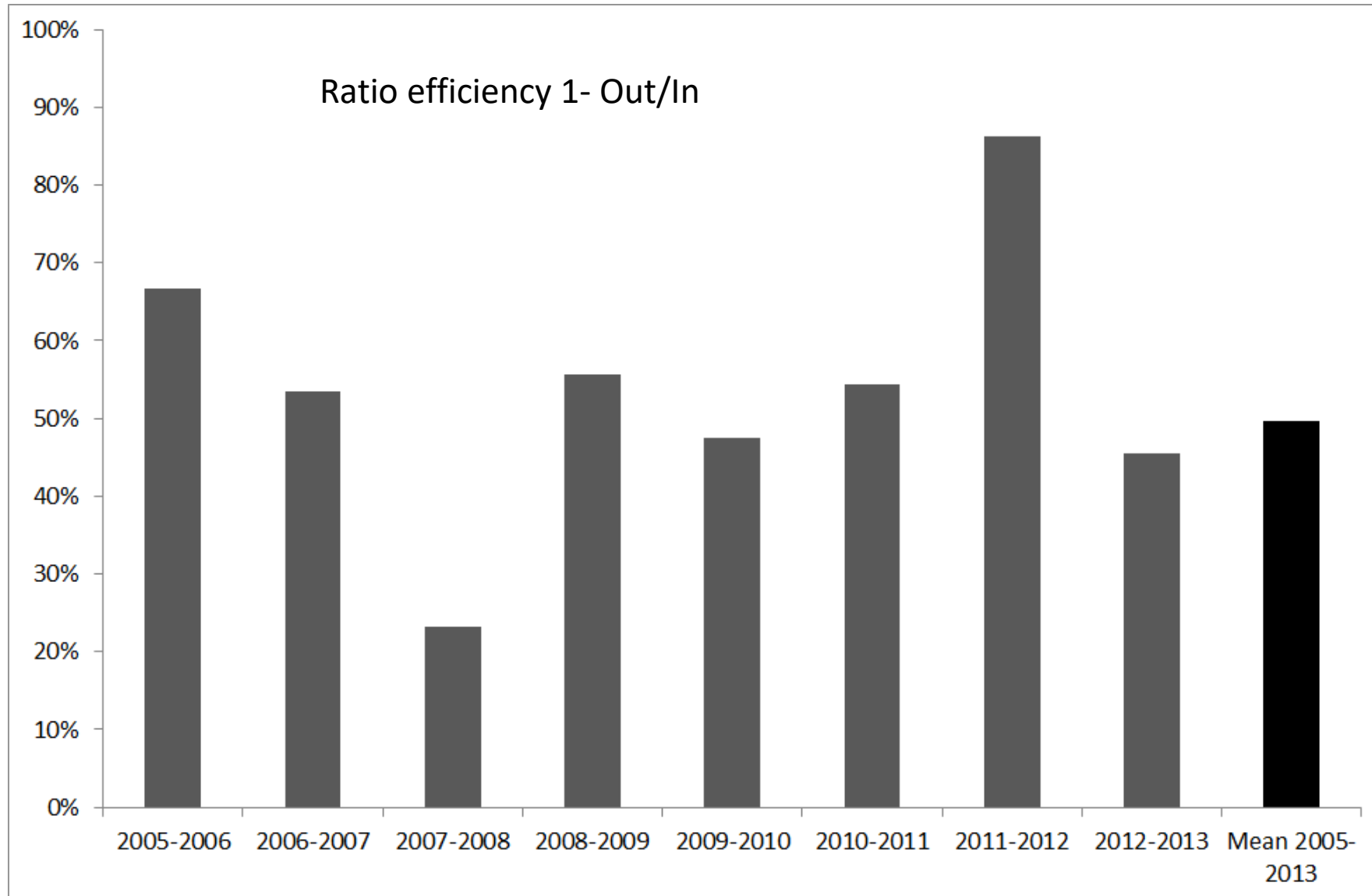
**Concentration
moyenne en
nitrates
de 2005 à 2009**

➤ Zone tampon pilote de type en série

Bilan des flux de nitrates pour l'année hydrologique 08-09

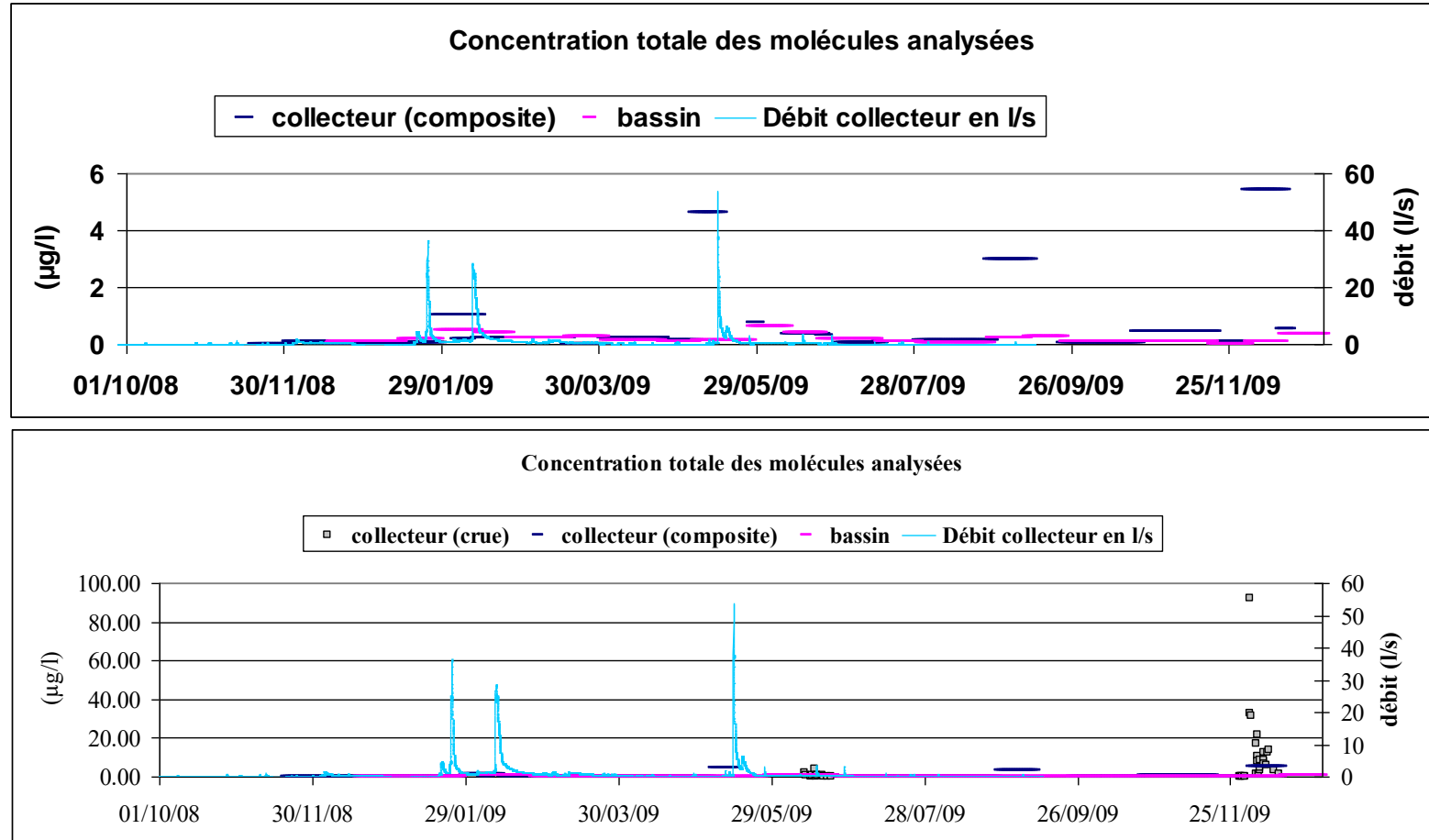


➤ Evaluation sur le long terme



➤ Suivi Pesticide : bassin

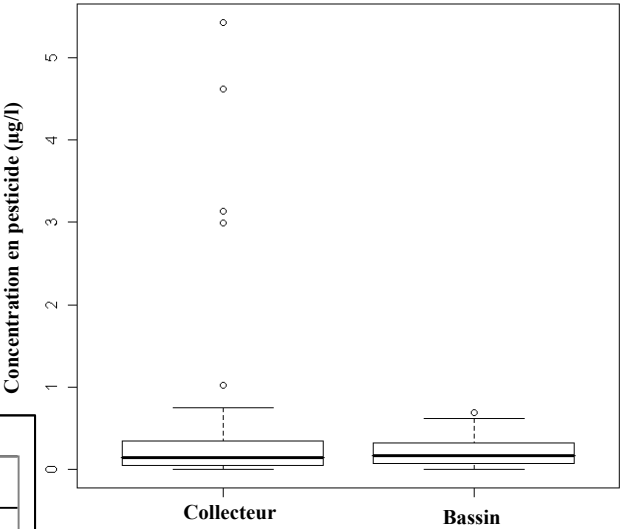
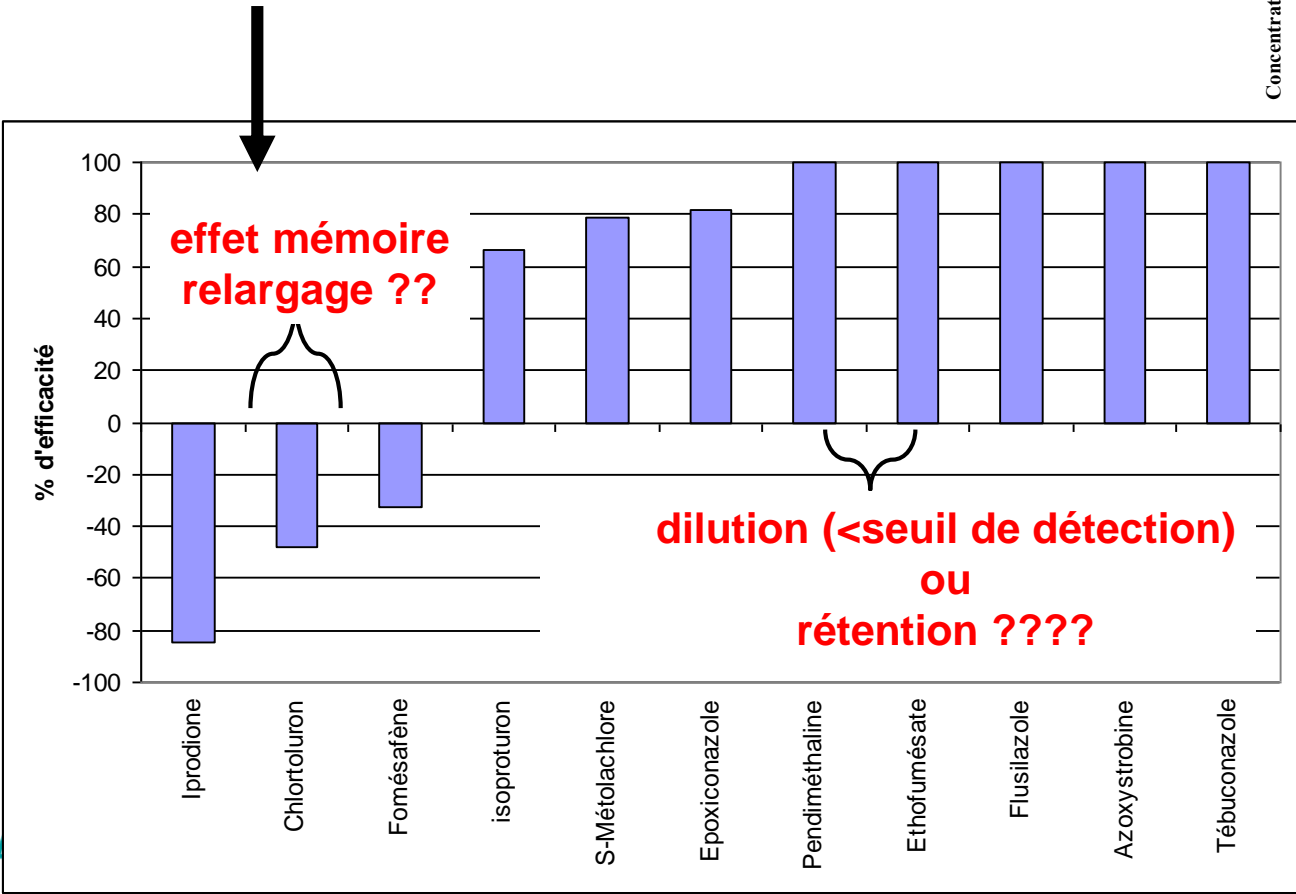
- A la sortie du bassin, les concentrations en pesticide sont au moins diluées, au mieux dégradées



Suivi Pesticide : bassin

- Réduction des pics →

- Réduction apparente des flux



➤ En série avec le collecteur de drainage, le stockage des eaux drainées

• Avantages :

- lamine les excès crues pour les petites crues (si stockage disponible)
- intercepte toutes les eaux de drainage
- **efficace pour les nitrates et assure au moins une dilution des pesticides**
- peut servir à un autre usage dont l'irrigation si l'exploitation est équipée
- peu d'impact sur l'hydrologie si la gestion est adaptée

• Inconvénients :

- nécessite un équipement pour l'irrigation
- augmente la température de l'eau du cours d'eau
- Peut contribuer à allonger les débits d'assec sauf si gestion adaptée
- volume de stockage limiter pour un usage d'irrigation (ratio 5 pour 36ha)
- peu d'intérêt pour la biodiversité sauf si ...
- requière du dénivelé (>1m)

> Conclusions

Une demande forte de l'aval pour stocker les eaux de drainage : notion de gâchis hydrologique ...

Est-ce une bonne solution ?

- Contrainte changement climatique (à décliner selon la géographie)
- Réflexion sur l'assolement (peut on se passer des besoins en irrigation en adaptant un assolement moins déficitaire surtout dans le nord de la France)
- Une irrigation d'appoint voire de confort
- Effet positif sur la qualité de l'eau, mais pas forcément sur le bon état écologique (biodiversité, température, assec)
- **Discussion !!!!!**

➤ Conclusions

- In subsurface drained watershed, implementation of artificial wetland to reduce nitrate transfer
- 90% of water return to waterbody
- 56% of nitrate load reduction mainly by denitrification
- 90% of pesticide load reduction by apparent dissipation
- **“Dilution is not the solution to the pollution”**

- Engineering
 - Location: drainage outlet
 - Size: 1% tested
 - Depth: 1m → denitrification, 3m → + dilution
 - Volume: 300m³ by drained ha, from sociological point of view, we need to decrease volume due to land availability...



➤ Références bibliographiques

Billy, C., F. Birgand, P. Ansart, J. Peschard, M. Sebilo and J. Tournebize (2013). "Factors controlling nitrate concentrations in surface waters of an artificially drained agricultural watershed." Landscape Ecology **28**(4): 665-684.

Branger, F., J. Tournebize, N. Carlier, C. Kao, I. Braud and M. Vauclin (2009). "A simplified modelling approach for pesticide transport in a tile-drained field: The PESTDRAIN model." Agricultural Water Management **96**(3): 415-428.

Garnier, J., G. Billen, G. Vilain, M. Benoit, P. Passy, G. Talleg, J. Tournebize, J. Anglade, C. Billy, B. Mercier, P. Ansart, A. Azougui, M. Sebilo and C. Kao (2014). "Curative vs. preventive management of nitrogen transfers in rural areas: Lessons from the case of the Orgeval watershed (Seine River basin, France)." Journal of Environmental Management **144**: 125-134.

Imfeld, G., S. Payraudeau, J. Tournebize, S. Sauvage, F. Macary, C. Chaumont, A. Probst, J. M. Sánchez-Pérez, A. Bahi, B. Chaumet, T. Gilevska, H. Alexandre and J. L. Probst (2021). "The role of ponds in pesticide dissipation at the agricultural catchment scale: A critical review." Water (Switzerland) **13**(9).

Jeanet, A., Henine, H., Chaumont, C., Collet, L., Thirel, G., and Tournebize, J.: Robustness of a parsimonious subsurface drainage model at the French national scale, Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss. [preprint], <https://doi.org/10.5194/hess-2021-168>, in review, 2021.

Mander, Ü., J. Tournebize, M. Espenberg, C. Chaumont, R. Torga, J. Garnier, M. Muhel, M. Maddison, J. D. Lebrun, E. Uher, K. Remm, J. Pärn and K. Soosaar (2021). "High denitrification potential but low nitrous oxide emission in a constructed wetland treating nitrate-polluted agricultural run-off." Science of the Total Environment **779**.

Passy, P., J. Garnier, G. Billen, C. Fesneau and J. Tournebize (2012). "Restoration of ponds in rural landscapes: Modelling the effect on nitrate contamination of surface water (the Seine River Basin, France)." Science of the Total Environment **430**: 280-290.

Tournebize, J., C. Chaumont, C. Fesneau, A. Guenne, B. Vincent, J. Garnier and T. Mander (2015). "Long-term nitrate removal in a buffering pond-reservoir system receiving water from an agricultural drained catchment." Ecological Engineering **80**: 32-45.

Tournebize, J., C. Chaumont and Ü. Mander (2017). "Implications for constructed wetlands to mitigate nitrate and pesticide pollution in agricultural drained watersheds." Ecological Engineering **103**: 415-425.

Tournebize, J., C. Gramaglia, F. Birmant, S. Bouarfa, C. Chaumont and B. Vincent (2012). "Co-design of constructed wetlands to mitigate pesticide pollution in a drained catch-Basin: A solution to improve groundwater quality." Irrigation and Drainage **61**(SUPPL.1): 75-86.

Tournebize, J., E. Passeport, C. Chaumont, C. Fesneau, A. Guenne and B. Vincent (2013). "Pesticide de-contamination of surface waters as a wetland ecosystem service in agricultural landscapes." Ecological Engineering **56**: 51-59

