



HAL
open science

Les zones de rejet végétalisées

Catherine Boutin, Philippe Chanseau, Stephane Garnaud-Corbel

► **To cite this version:**

Catherine Boutin, Philippe Chanseau, Stephane Garnaud-Corbel. Les zones de rejet végétalisées : Quels acquis du programme de recherche Irstea-AFB (2013-2018) ?. 21. Edition Carrefour des gestions locales de l'eau, Jan 2020, Rennes, France. hal-02893556

HAL Id: hal-02893556

<https://hal.inrae.fr/hal-02893556>

Submitted on 8 Jul 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Les zones de rejet végétalisées

Quels acquis du programme de recherche Irstea-AFB (2013-2018) ?

Catherine BOUTIN – **INRAE**

Jean-Philippe CHANSEAU –



Stéphane GARNAUD-CORBEL –



Les partenaires :



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Plan de la présentation

- Contexte (Stéphane GARNAUD-CORBEL – Office français de la biodiversité)
- Evolution quantitative et qualitative des EUT en ZRV (Catherine BOUTIN - INRAE)
- Exploitation des ZRV (Jean-Philippe CHANSEAU - Charente-Eaux)
- Éléments de conclusion (Catherine BOUTIN – INRAE)

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Définition – Points réglementaires (1/2)

- **Selon l'arrêté du 21 juillet 2015 :**

- Une ZRV est « un espace aménagé entre la station de traitement des eaux usées et le milieu récepteur superficiel de rejets des eaux usées traitées. Cet aménagement ne fait pas partie du dispositif de traitement des eaux usées mais est inclus dans le périmètre de la station » (Article 2 – Définitions)
- « L'ensemble des ouvrages de la station de traitement des eaux usées est délimité par une clôture, sauf dans le cas d'une installation enterrée dont les accès sont sécurisés, et leur accès interdit à toute personne non autorisée » (Article 7 – Règles spécifiques applicables à la STEU)

- **A ce titre, et selon les travaux du GT EPNAC, une ZRV n'est pas :**

- Une zone humide en milieu naturel
- Un dispositif d'infiltration pour l'évacuation des eaux usées traitées
- Une zone tampon au sens agricole
- Une technique alternative végétalisée pour la gestion des eaux pluviales



(source : <https://epnac.inrae.fr/wp-content/uploads/2018/05/Def-autour-des-ZRV.pdf>)

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Définition – Points réglementaires (2/2)

• Auto-surveillance

- « Le maître d'ouvrage de la station de traitement des eaux usées met en place les aménagements et équipements adaptés pour obtenir les informations d'auto-surveillance décrites à l'annexe 1. Dans le cas où le rejet des eaux usées traitées requiert l'installation d'un bassin d'infiltration vers les eaux souterraines ou l'installation d'une zone de rejet végétalisée, **l'appareillage de contrôle est installé à l'amont hydraulique de ces dispositifs** »

(Article 17 – Dispositions générales relatives à l'organisation de l'auto-surveillance ...)

- Mais, au titre de la **DCE**, la ZRV peut être considérée comme une mesure correctrice ou compensatoire d'une opération ➔ un suivi spécifique peut être prescrit par la police de l'eau (suivi amont - aval de la ZRV et du milieu récepteur)
- En cas d'assignation d'un **objectif précis** (par ex. objectif sanitaire), un suivi est conseillé au titre de ce dernier et ainsi associer le suivi hydraulique au suivi des polluants

• Gestion des dépôts et des végétaux

- L'ensemble des dispositions concernant cette étape devra être précisé dans le dossier de conception et regardé en détail avec le SPE



29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau

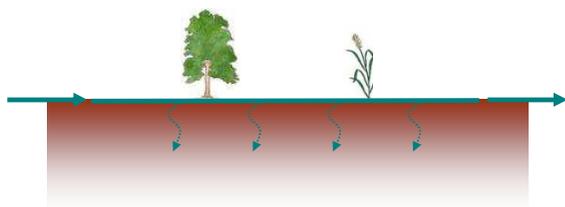


RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

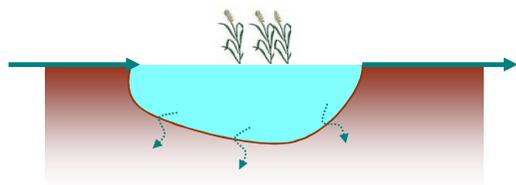
Classification des ZRV et situation en France (1/3)

« Prairie »



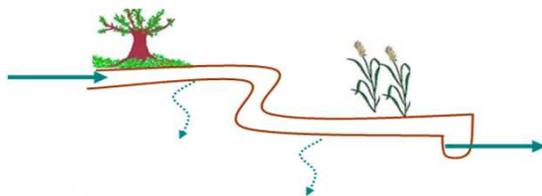
Sol en place, absence de creusement

« Bassin »



Sol en place, creusement

« Fossé »



Sol en place, creusement et
Longueur >>> largeur

« Autres »

Filtres, fossés drainants, ...

Matériaux rapportés



©INRAE



©INRAE



©INRAE



©INRAE

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

l'eau

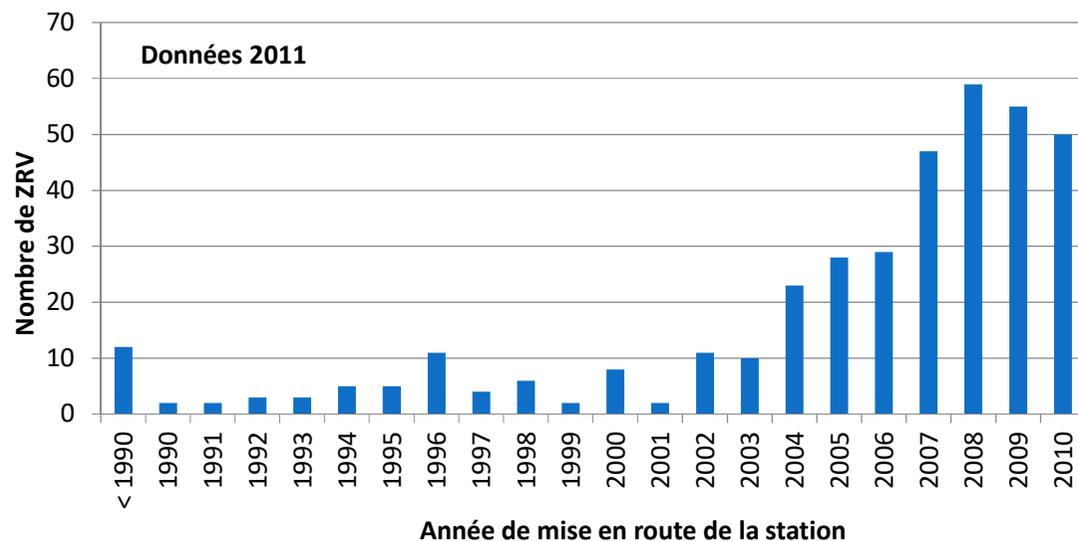


RENNES
Parc des
expositions

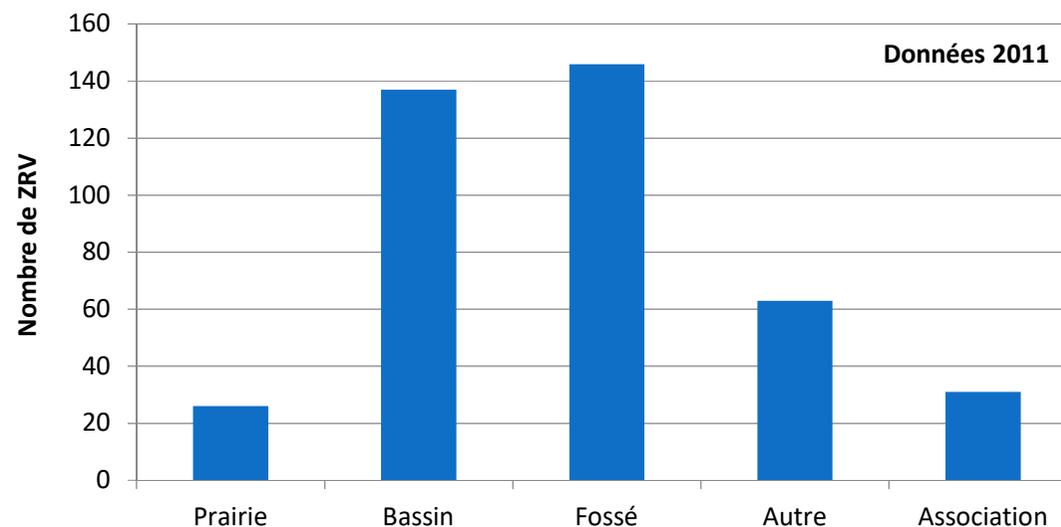
www.carrefour-eau.com

Classification des ZRV et situation en France (2/3)

- EPNAC : évaluation en 2011 auprès des SATESE
- Environ 400 ZRV recensées



Forte mise en œuvre de ZRV à partir de 2004



Typologie des ZRV : majoritairement des fossés (35 %) et des bassins (34 %)

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

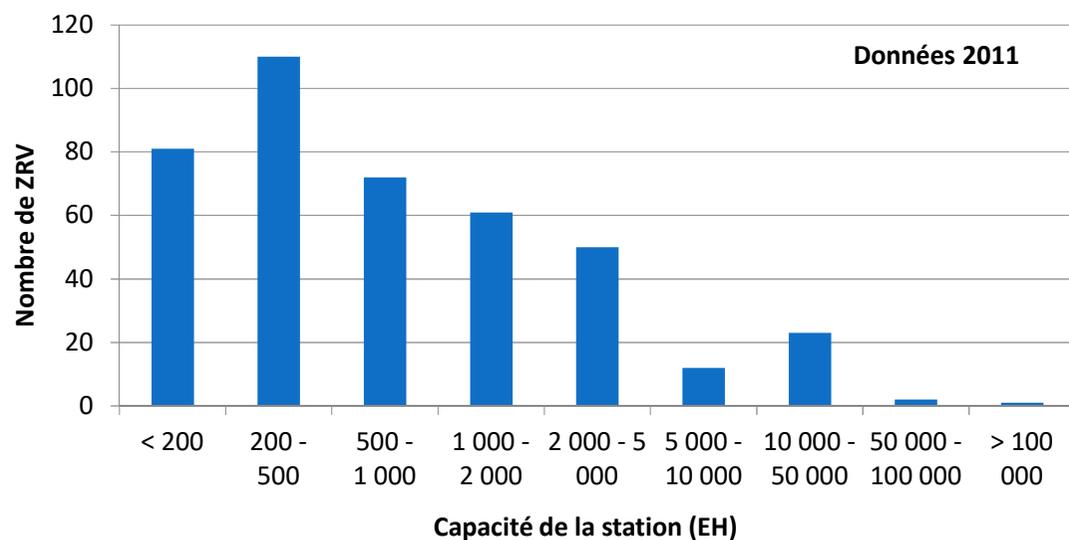
l'eau



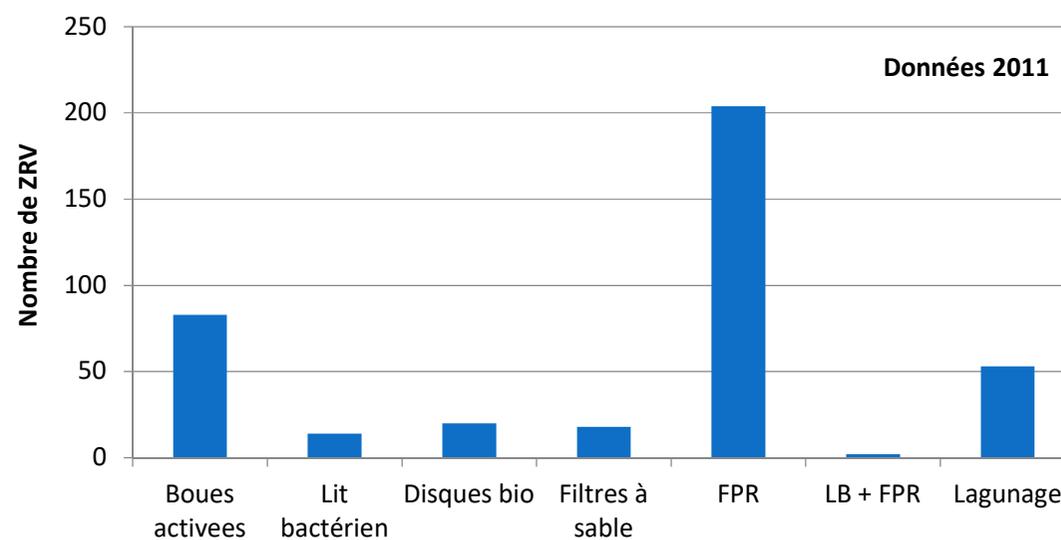
RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Classification des ZRV et situation en France (3/3)



ZRV les plus nombreuses pour les petites à très petites capacités : environ 50 % du parc pour les moins 500 EH
Quelques cas pour des très grosses capacités



Procédé de traitement en amont de la ZRV : majoritairement des FPR (49 %) et des boues actives (21 %)

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Objectifs attendus d'une ZRV

- **De très nombreuses attentes des différentes parties prenantes**
 - Réduction des volumes rejetés vers le milieu récepteur de surface pour réduire l'impact (« zéro rejet » notamment en période d'étiage)
 - Amélioration de la qualité du rejet
 - MES
 - Pt et N
 - Germes témoins de contamination fécale
 - Micropolluants (ETM, substances pharmaceutiques, ...)
 - Valorisation de biomasse végétale
 - Intégration paysagère, création d'un biotope
 - Réduction du coût : absence de canalisation, de travaux sur les berges, ...



©INRAe

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Plan de la présentation

- Contexte (Stéphane GARNAUD-CORBEL – Office français de la biodiversité)
- **Evolution quantitative et qualitative des EUT en ZRV (Catherine BOUTIN - INRAE)**
- Exploitation des ZRV (Jean-Philippe CHANSEAU - Charente-Eaux)
- Éléments de conclusion (Catherine BOUTIN – INRAE)

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Objectifs du programme ZRV

Comprendre les principaux mécanismes de transformation des polluants

Mécanismes favorables

- Filtration
- Sédimentation
- Sorption
- Précipitation
- Dégradation biologique
- Photo-dégradation
- Prédation, ...

Mécanismes défavorables

- Colmatage
- Remise en suspension
- Désorption
- Relargage
- Décomposition, minéralisation
- Produits de dégradation
- Biofilms, ...

Fournir des éléments de conception et d'exploitation permettant d'atteindre des objectifs définis

- Réduction des volumes rejetés
- Amélioration de la qualité du rejet :
 - MES, Pt et N
 - Germes témoins de contamination fécale
 - Micropolluants (métaux, substances pharmaceutiques, etc.)
 - ...

Programme interdisciplinaire :

- Génie des procédés appliqué au traitement des EU : réduction des polluants
- Microbiologie : aspects sanitaires
- Chimie : caractérisation polluants (eau et solides), chimie des sols
- Hydrodynamique des sols
- Géophysique
- Génie végétal : végétaux et indicateur de stress

29&30
JANVIER
2020

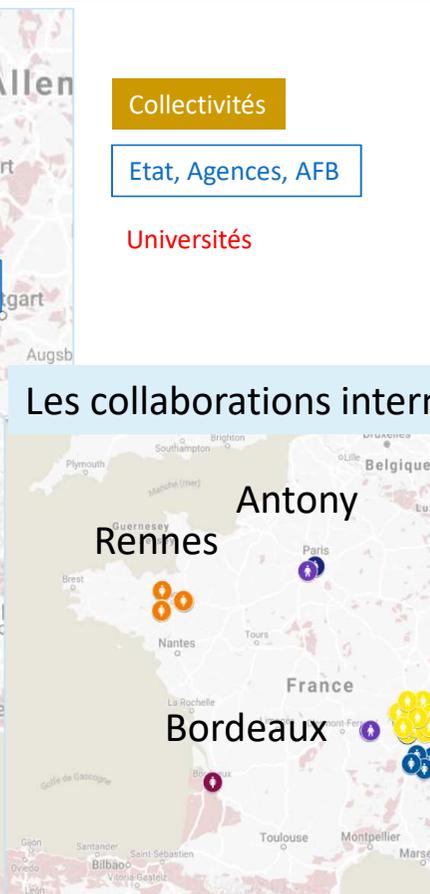


21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com



Les zones de rejet v g taliss es - Rennes, le 30 janvier 2020

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

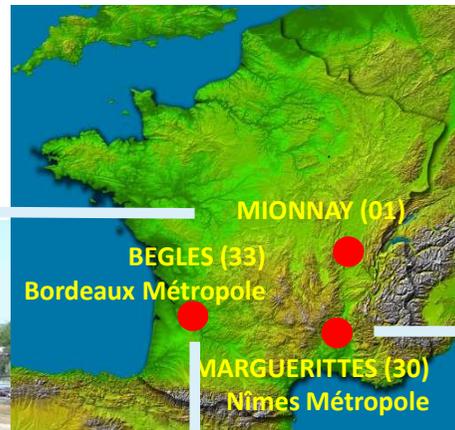
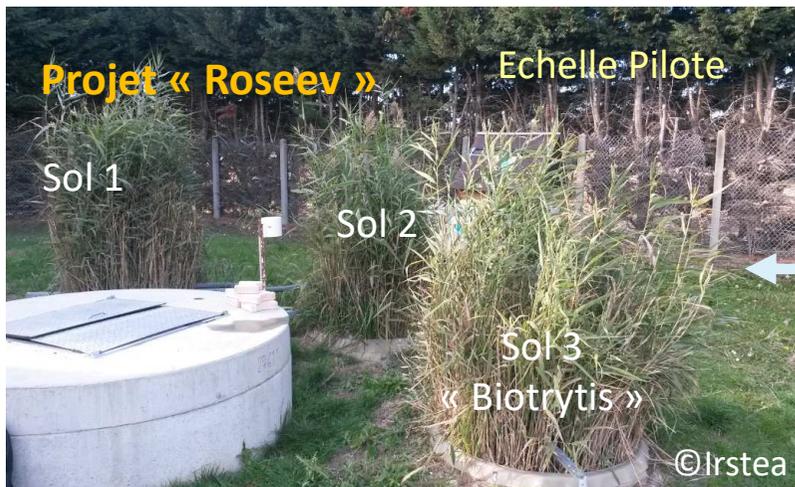
l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Quels objets d'étude ? 3 lieux d'expérimentation et l'atelier ZRV



Les zones de rejet végétalisées - Rennes, le 30 janvier 2020

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Comment réduire l'impact des flux résiduels des stations de traitement des eaux usées dans le milieu récepteur de surface ?

- Réduire les flux : $Flux \left(\frac{masse}{temps} \right) = \text{débit} \left(\frac{volume}{temps} \right) \times \text{concentration} \left(\frac{masse}{volume} \right)$

5 exemples
de réduction d'un flux de 25 %
soit 75% du flux initial

quantitatif		qualitatif	
- 25 %	et	=	
=		- 25 %	
- 13 %		- 13 %	
+ 50 %		- 50 %	dilution
- 50 %		+ 50 %	dégradation du rejet

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

$Flux \left(\frac{masse}{temps} \right)$

=

$débit \left(\frac{volume}{temps} \right)$

X

$concentration \left(\frac{masse}{volume} \right)$

- Evolution quantitative des EUT
 - Le sol et ses propriétés d'infiltration dans le temps ?
- Evolution qualitative des EUT
 - Sédimentation des MES et formation des dépôts
 - Devenir du phosphore
 - Devenir des micropolluants
 - Devenir des indicateurs sanitaires *E. coli*

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Comment caractériser les capacités d'un sol à l'infiltration ?

Ce que l'on
mesure

La **vitesse d'infiltration** v , en mm/h.

Ce dont on
a besoin

La **conductivité hydraulique** K , en m/s :
dépend de la nature du sol et de sa
teneur en eau.

Vitesse
d'infiltration

$$v = K \cdot i = K \cdot \frac{\Delta H}{L}$$

Gradient hydraulique

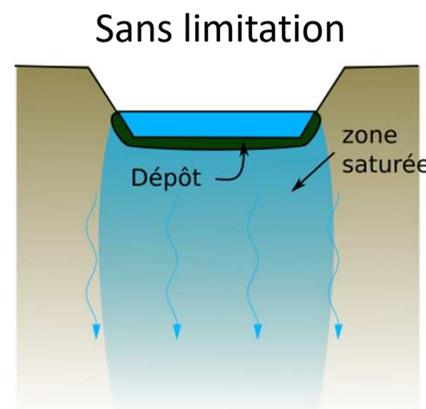
Loi de Darcy

Conductivité hydraulique

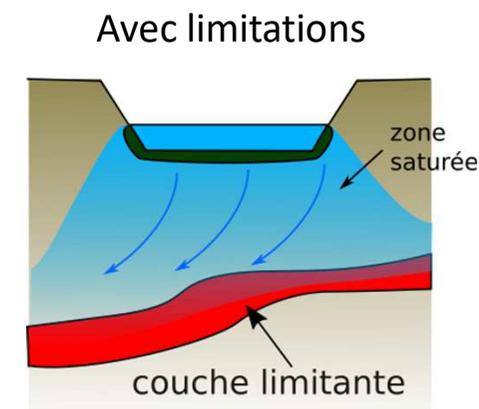
Importance des conditions aux limites :



$$Q = \sum (K \text{ (mm/s)} \cdot S \text{ (m}^2\text{)})$$



$$Q = 94 \text{ m}^3/\text{j}$$



$$Q = 34 \text{ m}^3/\text{j}$$

Pour estimer les débits infiltrés, il faut :

- Une estimation de la conductivité hydraulique
- Des conditions aux limites connues

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Capacités d'un sol à l'infiltration ?

Méthodologie par étapes optionnelles

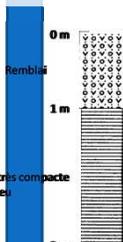
Étape 0 : Recherche **d'informations disponibles** (bases de données)

Outils gratuits et disponibles

Géoportail (cartes géologiques)

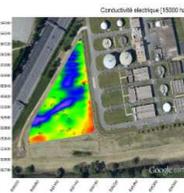
Infoterre (nature des sols)

Google maps (vues aériennes)



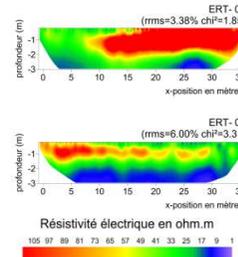
Étape 1 : Cartographie des hétérogénéités de **surface**

Prospection électromagnétique (EM) de mesure de la conductivité électrique
Rapide (1 jour)
Non-destructif



Étape 2 : Cartographie des hétérogénéités en **profondeur**

Tomographie de résistivité électrique (TRE)
Moins rapide que la prospection EM (2 jours)
Nécessité d'un expert



Étape 3 : Estimation de la **conductivité hydraulique**

Infiltrométrie

La démarche retenue

≈ 1 à 3 mesures par zone hétérogène ou pour 1 ha



Réaliser bien les essais d'infiltration = MOINS MAIS MIEUX.

Réaliser les essais sur les secteurs d'hétérogénéité identifiés par les étapes 0 et 1 (et 2)

Dimensionnement : connaissance d'un débit maximum « infiltrable » pour une surface donnée¹⁶

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Infiltration dans un sol et évolution dans le temps



- Méthodologie disponible permettant de définir, à partir des mesures de vitesses d'infiltration (dans des conditions connues) le Q infiltré pour une S donnée
- Alternance : maintien de l'infiltration (3,5 j alim / 3,5 j repos)
- Effet de la dispersion des argiles sur un sol structuré : pas de réduction de la conductivité mais présence d'écoulements préférentiels
- Les racines des *Phragmites* contribuent à accroître la zone sollicitée par l'infiltration
- Bilan hydrique : difficile à mettre en place

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

$Flux \left(\frac{masse}{temps} \right)$

=

$débit \left(\frac{volume}{temps} \right)$

X

$concentration \left(\frac{masse}{volume} \right)$

- Evolution quantitative des EUT
 - Le sol et ses propriétés d'infiltration dans le temps ?
- Evolution qualitative des EUT
 - Sédimentation des MES et formation des dépôts
 - Devenir du phosphore
 - Devenir des micropolluants
 - Devenir des indicateurs sanitaires *E. coli*

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

l'eau

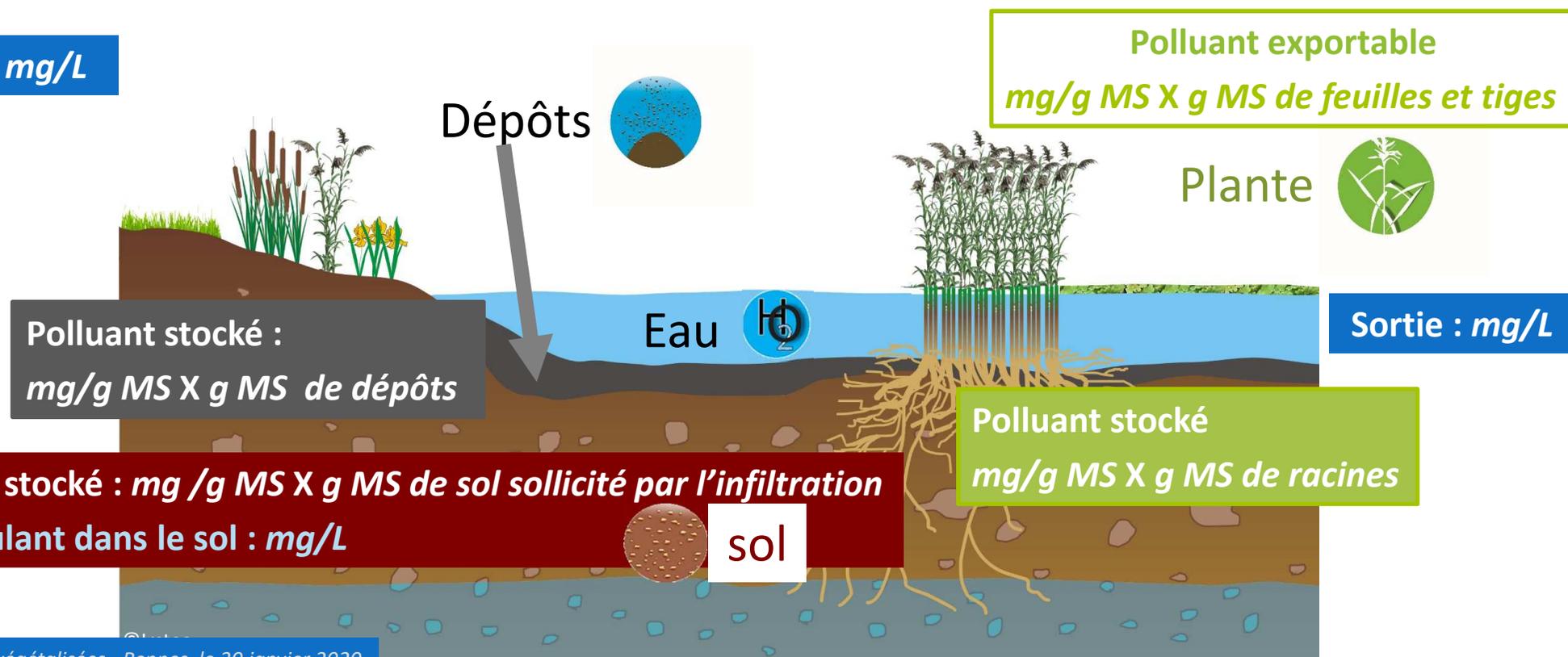


RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Les 3 compartiments : eau, plante, sol

Entrée : mg/L



29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

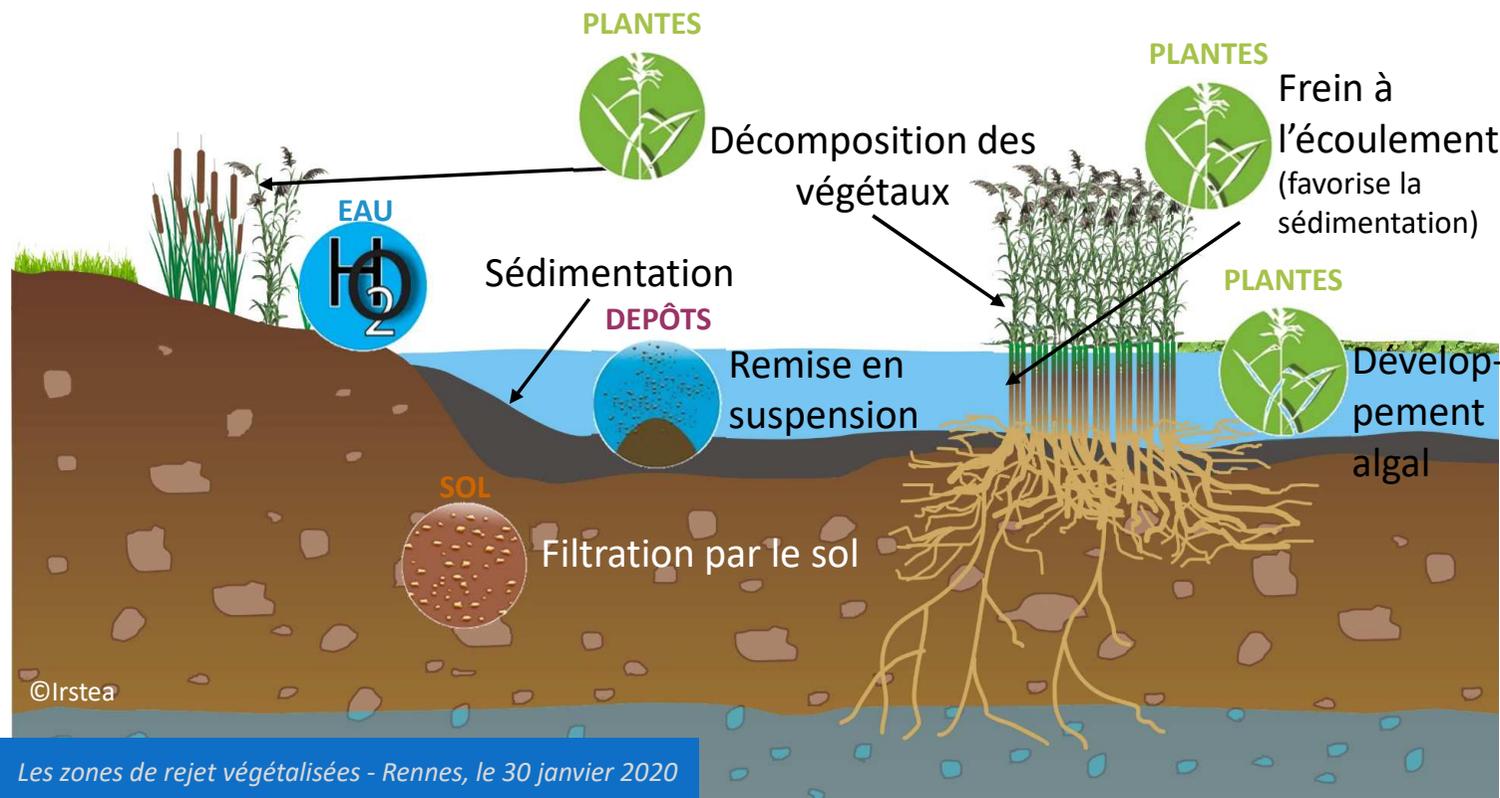
l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Sédimentation des MES et formation des dépôts



- **Sédimentation importante dans les ZRV** → Impacte directement les MES et la fraction particulaire des polluants
- **Minéralisation des dépôts** : relargages → Curage nécessaire
- **Apport non négligeable des végétaux** → Faucardage avec exportation nécessaire

Les zones de rejet végétalisées - Rennes, le 30 janvier 2020

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

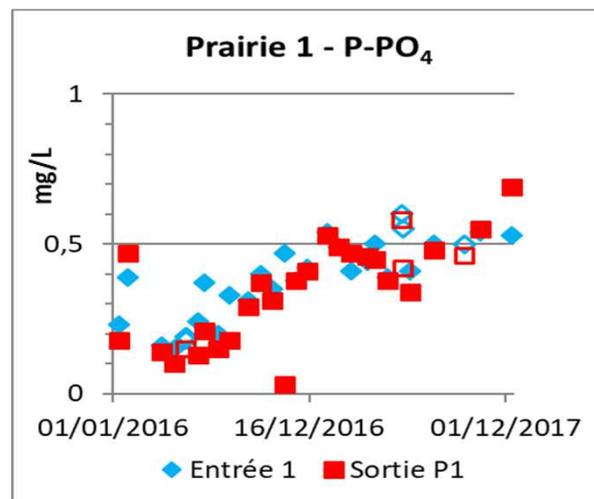
Devenir du phosphore dans l'eau



- P particulaire : 50 à 80 % retenu si sédimentation

- Fraction dissoute :

$$P-PO_4^{3-} \approx 0 \%$$



- Pt : réduction uniquement si P particulaire

**Une ZRV ne peut se substituer
au traitement du P de la station**

Si la station dispose d'un traitement du P,
une ZRV peut être envisagée en
complément

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

leau



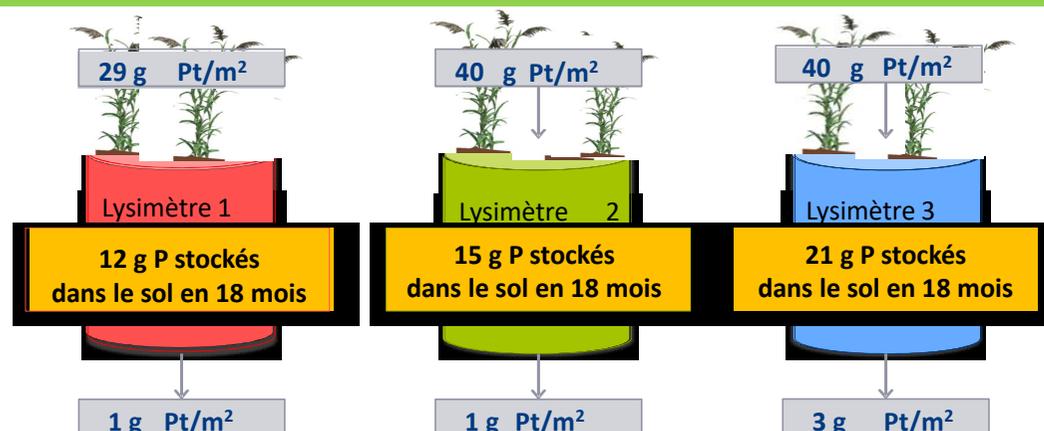
RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Devenir du phosphore dans les 3 sols étudiés



	Sol limoneux	Sol sablo-limoneux	Technosol argileux
Profondeur de sol	1,50 m		30 cm
Conditions expérimentales	Alternance CH = 60-120 mm/j		Pas d'alternance
P-PO ₄ ³⁻	> 80 %	> 95 %	= 90 %
			> 70 % ; aucun relargage vers la nappe observé



Rétention importante du P-PO₄³⁻ dans les trois sols étudiés pendant 18 mois

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Devenir du P dans les plantes ?

PLANTES



P dans *Phragmites* = disparité selon les 3 sites (~ données bibliographiques)

P : 7 à 52 g P/m²/an

→ Effet négligeable sur les concentrations ; contribution très modeste, invisible en pleine croissance végétale, peu visible sur les flux annuels

MAIS leur décomposition dans la ZRV libère ponctuellement (en 1 mois) du carbone biogénique (photosynthèse : 400 g C/m² par récolte), du N, du P, ...

→ Importance de la récolte des végétaux flottants et du faucardage annuel (exportation)

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

l'eau



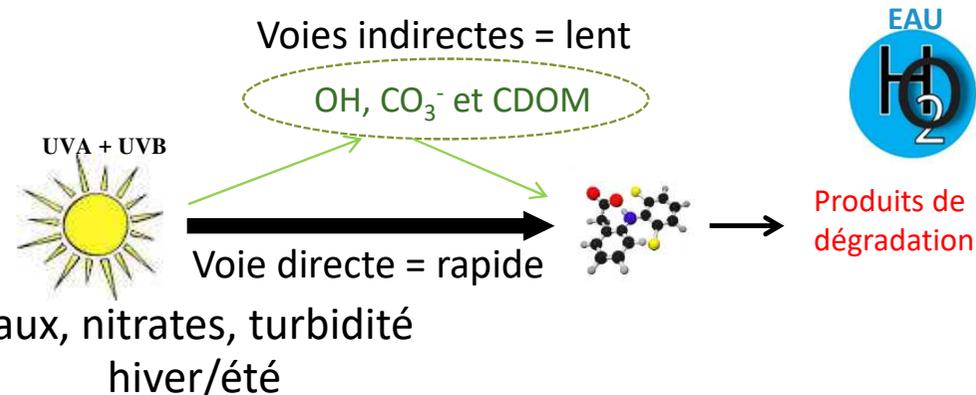
RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Devenir des micropolluants (1/3)



- Photo-dégradation par la lumière naturelle
 - Lamme d'eau < 20 cm
 - Variabilité selon intensité lumineuse, végétaux, nitrates, turbidité
- Mathon *et al.*, TSM n°12 (2017)



23 micropolluants

hiver/été



29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

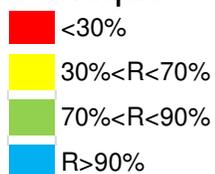
Devenir des micropolluants ^(2/3)

dans les **eaux de surface** et **du sol**, à partir d'une ZRV « prairie » après 8 mois de fonctionnement

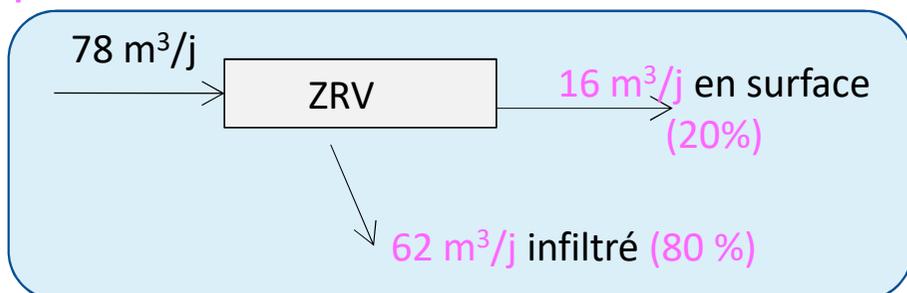
qualitatif

On compare le nombre de micropolluants de chaque classe d'évolution :

1. Eau de surface
2. Eau de sol



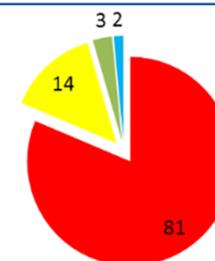
quantitatif



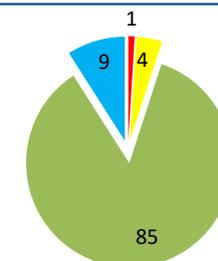
Evolution en concentrations

Evolution en flux

Eau de surface

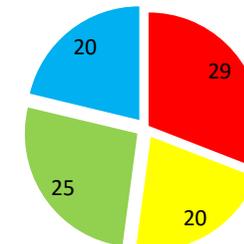
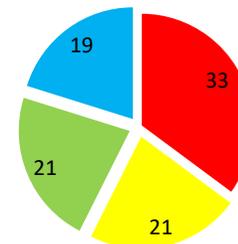


flux



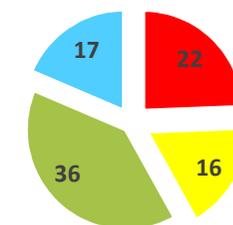
20 % =
Q_{eau de surface}

Eau du sol



80 % =
Q_{infiltré}

Bilan de matière « eau » : eau de surface & eau du sol



29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Devenir des micropolluants (3/3)

- ✓ Eau du sol : ATTENTION à la désorption (sol contaminé) et aux produits de transformation

SOL

- ✓  Sol : nécessité de poursuivre les investigations sur le sol pour comprendre les processus de rétention (stabilité, pérennité, durabilité, ...) et affiner les protocoles des bilans de matière (dont méthodologies analytiques dans les solides) intégrant le compartiment sol

PLANTES

- ✓  Plantes : absorption négligeable

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

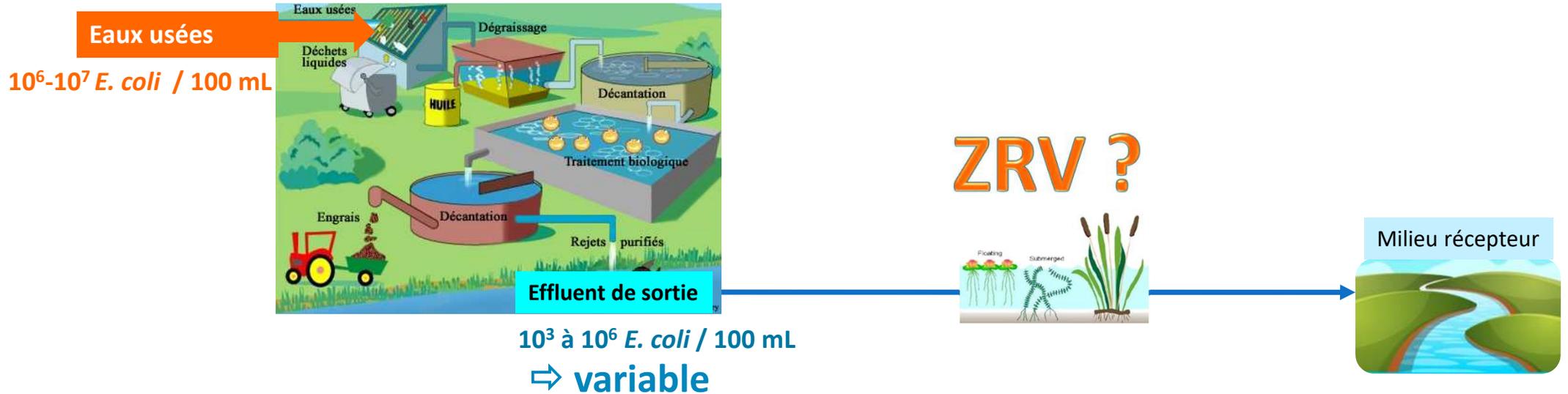
l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Devenir des indicateurs sanitaires *E. coli* (1/3)



Analyses conduites dans le compartiment , les dépôts et à proximité immédiate des végétaux

Absence d'analyses dans les deux compartiments

PLANTES

SOL



29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

l'eau

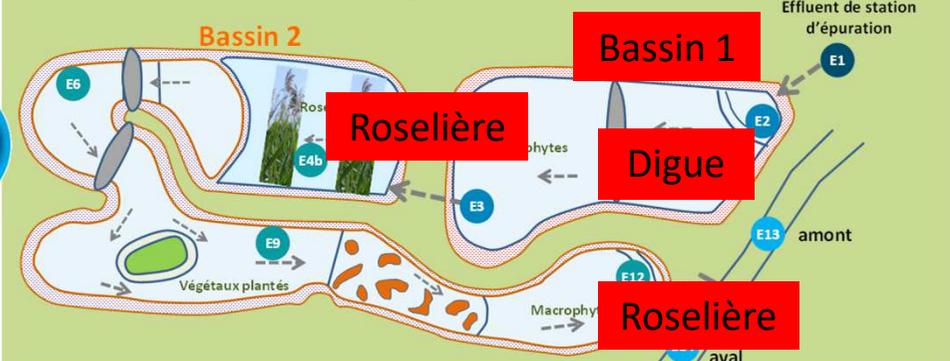


RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

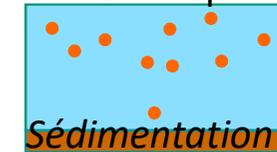
Devenir des indicateurs sanitaires *E. coli* (2/3)

Exemple ZRV de Marguerittes, 4 zones d'intérêt :



Bassin 1

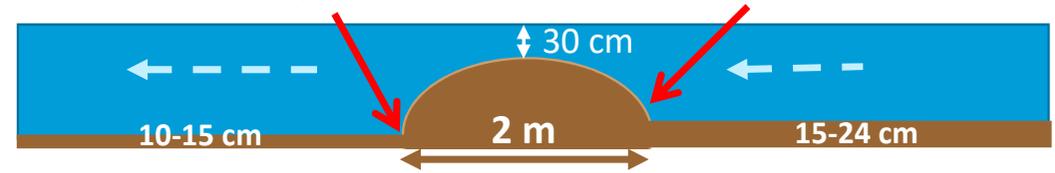
Transfert des bactéries vers les dépôts + Action des UV



Digue

$7 \cdot 10^2$
UFC/100 mL

$2 \cdot 10^4$
UFC/100 mL



Roselière

- Obstacle au déplacement des bactéries ?
- Formation de biofilm sur les parties immergées des plantes ?



Les zones Station Bassin 1 Bassin 2 Rivière

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Devenir des indicateurs sanitaires *E. coli* (3/3)

Principales conclusions et recommandations

EAU

Effet saison : meilleure élimination en hiver

Bassin de sédimentation et roselières = principaux éléments

DEPOTS

Transfert d'une partie des bactéries dans les dépôts (sédimentation)

Digue surélevée : rôle dans la diminution des teneurs en *E. coli*

VEGETAUX

Impactent le devenir des bactéries mais, différemment selon la saison

Transfert d'une partie des bactéries vers la rhizosphère



***E. coli* BLSE = résistantes aux antibiotiques**

Multi-résistance aux antibiotiques ...
mais *E. coli* BLSE n'augmentent pas le long de la ZRV (cas de Marguerittes)

☹ **La persistance de *E. coli* BLSE dans les dépôts pourrait favoriser l'antibiorésistance des bactéries environnementales**

☺ **La ZRV élimine une partie des *E. coli* BLSE (dans les mêmes proportions que *E. coli*)**

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Les données de l'atelier ZRV d'EPNAC



- Analyse statistique (120 à 285 prélèvements 24 h selon les paramètres) des distributions des concentrations des eaux usées rejetées par 43 ZRV et évaluation de 4 facteurs d'impact
 - Type de ZRV
 - Qualité des eaux usées traitées introduites
 - Saison
 - Age

Si l'eau entrante est de bonne qualité, l'eau de sortie l'est aussi : conclusion valable pour tous les paramètres chimiques (MES, DCO, DBO₅, N et P)

Pour *E. Coli*, la qualité des eaux usées traitées introduites n'explique pas la qualité du rejet de la ZRV et 90 % des bilans 24 h montrent une réduction de 1 à 3 Log₁₀ des *E. coli* après passage en ZRV

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Plan de la présentation

- Contexte (Stéphane GARNAUD-CORBEL – Office français de la biodiversité)
- Evolution quantitative et qualitative des EUT en ZRV (Catherine BOUTIN - INRAE)
- **Exploitation des ZRV (Jean-Philippe CHANSEAU - Charente-Eaux)**
- Eléments de conclusion (Catherine BOUTIN – INRAE)

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

leau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Introduction : pourquoi entretenir une ZRV ?

- Rappel du contexte

ZRV



dans le **périmètre de la station de traitement** des eaux usées



zone « de **rejet** »



zone « **végétalisée** »

Importance de l'exploitation mais pas d'obligation réglementaire

Maintenir une qualité du rejet au moins équivalente à la sortie station (protection du milieu récepteur, DCE)

Entretien des végétaux

- Quel entretien ?

- A minima maintenir un **bon fonctionnement hydraulique**, surtout en cas d'infiltration d'une partie des eaux
- Maintien de conditions favorables à l'élimination des polluants visés : oxygénation, pénétration des UV, ...

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

l'eau

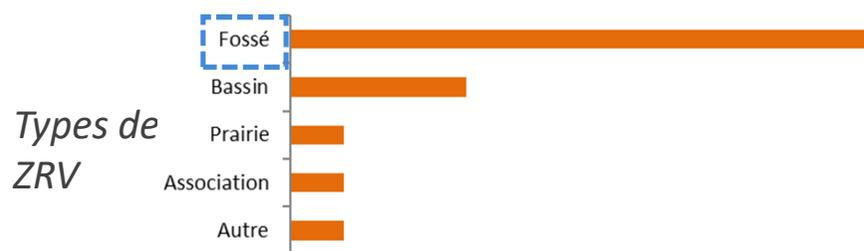


RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Quelles sources de données ?

- Enquête nationale EPNAC sur l'exploitation des ZRV (2018) : retours des SATESE, exploitants, collectivités, ...
- Etudes des agences de l'eau Adour-Garonne et Rhin-Meuse
- 3 projets ZRV Irstea-AFB



➔ Grande majorité de **fossés**



➔ Surtout à l'**aval** du procédé **FPR**

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Les tâches d'exploitation

- Entretien courant (régulier)
 - Surveillance générale du site
 - Tonte
 - Surveillance des organes de régulation des débits
 - Débouchage de canalisations
- Entretien occasionnel
 - Arrachage, récolte, exportation des plantes envahissantes
 - Curage des dépôts
 - Remodelages/reprofilages de berges
 - Modification de l'alternance d'alimentation
 - Gestion des espèces animales indésirables



Après faucardage d'hiver



Prévoir :

- Des équipements de protection individuelle
- Des lignes de vie pour les interventions en eau profonde
- Du gel désinfectant du fait des risques de contamination liés aux eaux usées traitées
- Si besoin, équiper la ZRV de gilets de sauvetage



29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

leau



RENNES
Parc des
expositions

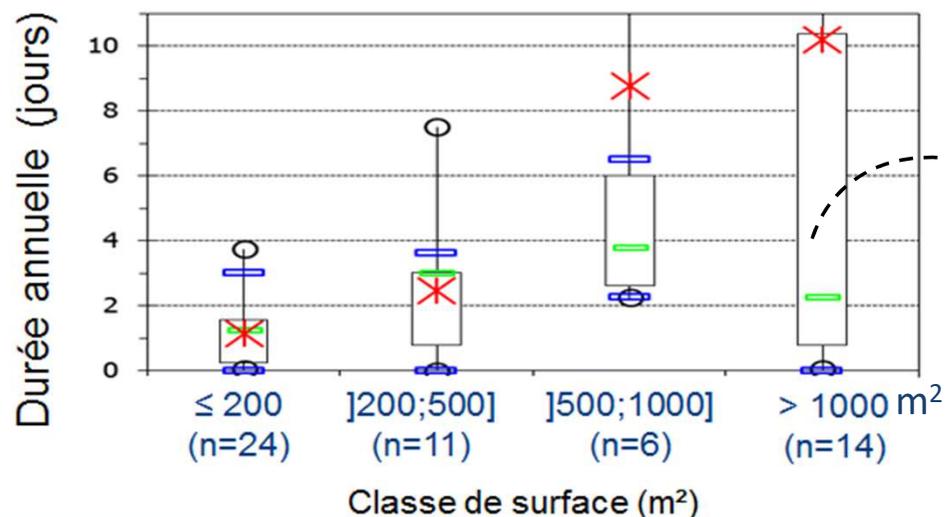
www.carrefour-eau.com

L'exploitation courante

Durée annuelle : conversion des données en valeurs numériques

Durée d'une tâche (j.homme annuel)

= Durée (j) * Fréquence (par an) * Nombre d'hommes assignés



> 1 à 2 j.homme / an / 100 m²
> 2 à 10 j.homme / an / 1 000 m²
> 10 j.homme / an / 10 000 m²

Dispersion des données du fait :

- de l'outillage
- du nombre de personne affectées
- des différentes tâches

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

L'exploitation occasionnelle (1/6)



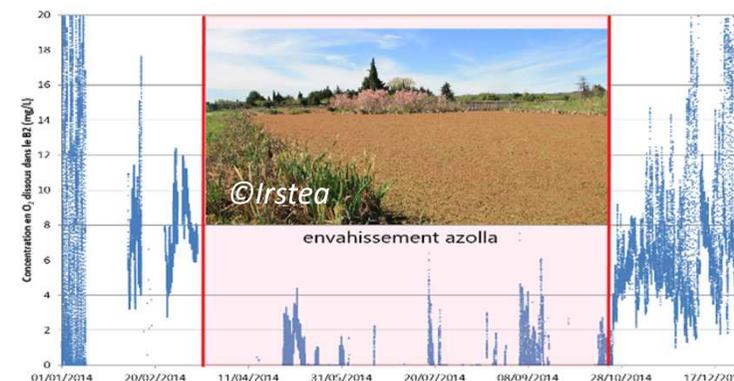
- De quoi parle-t-on ?
 - Azolla, lentilles d'eau, algues remontant à la surface
- Pourquoi les enlever ?
 - Maintenir l'accès des UV à la tranche d'eau superficielle : photodégradation de certains micropolluants, élimination de pathogènes
 - Maintenir des conditions d'oxygénation suffisantes



Filaments blancs = signe de conditions anaérobies

L'enlèvement des végétaux flottants

1/3 des ZRV sont concernées



Baisse des teneurs en O₂ lors d'épisodes d'envahissement

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

L'exploitation occasionnelle (2/6)

L'enlèvement des végétaux flottants

- Comment les extraire de la ZRV ?
 - ZRV « **bassin** » : récolte manuelle à l'aide de filets et benne d'égouttage

Attention : installation d'une ligne de vie, gilets de sauvetage, barque, filets, gilets de sauvetage, gel désinfectant, etc.



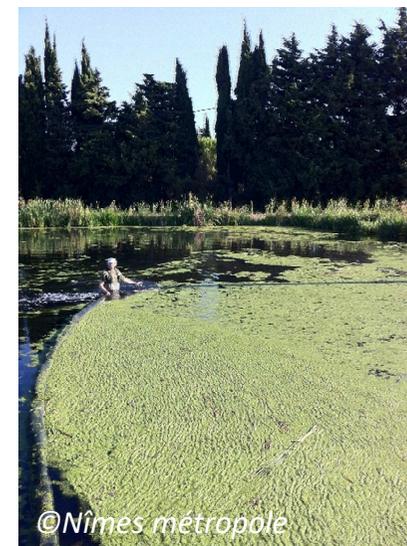
Risques liés à la
sécurité et à l'hygiène



©Nîmes métropole



©Nîmes métropole



©Nîmes métropole

- ZRV « **fossé** » : stopper le développement par assèchement (alternance d'alimentation)

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

L'exploitation occasionnelle ^(3/6)

L'enlèvement des végétaux flottants



- A quelle fréquence ?
 - 3 récoltes par an : 2 légères et 1 plus lourde

- A quel coût ?

- ≈ 65 j.homme /an pour 7 000 m²
- ZRV « bassin » de Marguerittes :

Nb heures de travail : 60 h au total, pour 8 personnes (ESAT)

= soit 21 jour.homme

Coût : 12 700 €/intervention

3 récoltes / an \approx 37 000 € TTC / an

- ✓ Capacité station : 15 000 EH
- ✓ Surface colonisée : 4 600 m² d'eau
- ✓ Poids évacué : 2,9 tonnes (lentilles fraîches) par campagne

→ Cohérent avec le retour d'expérience de l'agence de l'eau Adour-Garonne

© Nîmes métropole

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

leau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

L'exploitation occasionnelle (4/6)

- Pourquoi les enlever ?
 - Maintenir un volume d'eau suffisant dans les bassins (temps de séjour)
 - Pérenniser le bon fonctionnement de la ZRV
- Quand curer ?
 - Dès qu'ils occupent 20-25 % du volume d'une ZRV bassin
 - Ou 75 % pour un bassin de sédimentation
 - Et dès que nécessaire pour les ZRV fossés dont les dépôts modifient les écoulements ou altèrent la qualité du rejet

A la suite d'un dysfonctionnement majeur de la station de traitement, réaliser un curage dans les 6 mois

Le curage des dépôts



Trop peu de retours sur les fréquences de curage
Retours d'expériences du lagunage, notamment les coûts

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

leau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

L'exploitation occasionnelle (5/6)



Les espèces animales envahissantes

- Piégeage des ragondins
 - 2 périodes de piégeage annuel (printemps/automne)
 - Durée 3 semaines à chaque fois : environ 25 à 30 sujets/campagne
 - ¼ des ZRV concernées
 - Concertation avec le piégeage sur le milieu récepteur
- Autres
 - Moustiques : présence très rarement observée
 - Grenouilles : 1/3 des ZRV concernées

Attention aux riverains : coassements des grenouilles perçus comme une nuisance sonore sur certains sites



29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

L'exploitation occasionnelle (6/6)



Faucardage et autres tâches

- Faucardage des parties aériennes des végétaux enracinés
 - Chaque année : en fin d'automne
 - A l'aide d'une débroussailleuse par exemple

FRÉQUENT

- Remodelage/reprofilage des berges et fossés, à la pelle mécanique si nécessaire
 - Accumulation des dépôts qui modifient le profil hydraulique
 - Effondrement de berges, ...
- Taille des arbres et arbustes, tous les 3-4 ans ou plus fréquemment



Variable selon :

- le matériel à disposition
- les espèces végétales
- le climat, ...

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Quelle conception pour l'exploitation ? (1/3)

La morphologie de la ZRV

- Berges en pentes douces sur les fossés et pente $\frac{1}{2}$ pour les bassins, permettant l'accès au cœur des ZRV et l'entretien des berges
- Prévoir une mise au repos pour des travaux, curage, ...
 - Système d'alternance (2 ZRV en parallèle)
 - By-pass
 - Système de vidange pour réaliser l'entretien (tuyau en fond avec un coude démontable)
- Limiter la hauteur d'eau : maxi 60 cm



29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Quelle conception pour l'exploitation ? (2/3)

Les plantations

- C'est une évidence : plus il y a de végétation, plus il y a de l'entretien !
- La plantation d'espèces horticoles, hygrophiles n'est pas recommandée
- Favoriser l'implantation naturelle de végétaux locaux (dispersion de graines par vents, oiseaux, ragondins, ...)
- Limiter les plantes arbustives nécessitant des coupes ou des tailles annuelles et apportant des matières dans l'eau

Implantation végétale naturelle



L'implantation d'un grand nombre d'espèces n'est pas pérenne, seules quelques espèces se maintiennent.

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Quelle conception pour l'exploitation ? (3/3)

Assurer le bon fonctionnement et le suivi du site

- Accès aux liaisons entre ouvrages et regards de mesure

Accès aux canaux ou regard de mesure de débits : estimation de volumes, surtout si objectif d'infiltration → vérifier que l'infiltration a effectivement lieu

Accès au regard de prélèvements (contrôle qualité des eaux)

- L'alternance est préconisée, mais à quelle fréquence ?
Dépendant de la nature du sol, de la surface et du débit qu'il est possible d'infiltrer (études de sols)



29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Gestion des déchets des ZRV : leur devenir à définir dès la conception

- Les dépôts
 - Possibilité de stockage en plate forme avec retour des lixiviats en tête de station pour réduire leur teneur en eau
 - Deux débouchés principaux
 - Intégration file « boues » ou file « eaux » de la station (selon les caractéristiques techniques)
 - Envoi dans une installation de stockage de déchets non dangereux si siccité > 30 %
- Les végétaux faucardés ou récoltés peuvent être gérés dans le périmètre de la ZRV et/ou valorisés en compostage
 - Compostage (filière déchets verts)
 - Co-compostage (filière agricole)



Compostage = la solution à privilégier



©Irstea



©Irstea

Les zones de rejet végétalisées - Rennes, le 30 janvier 2020

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

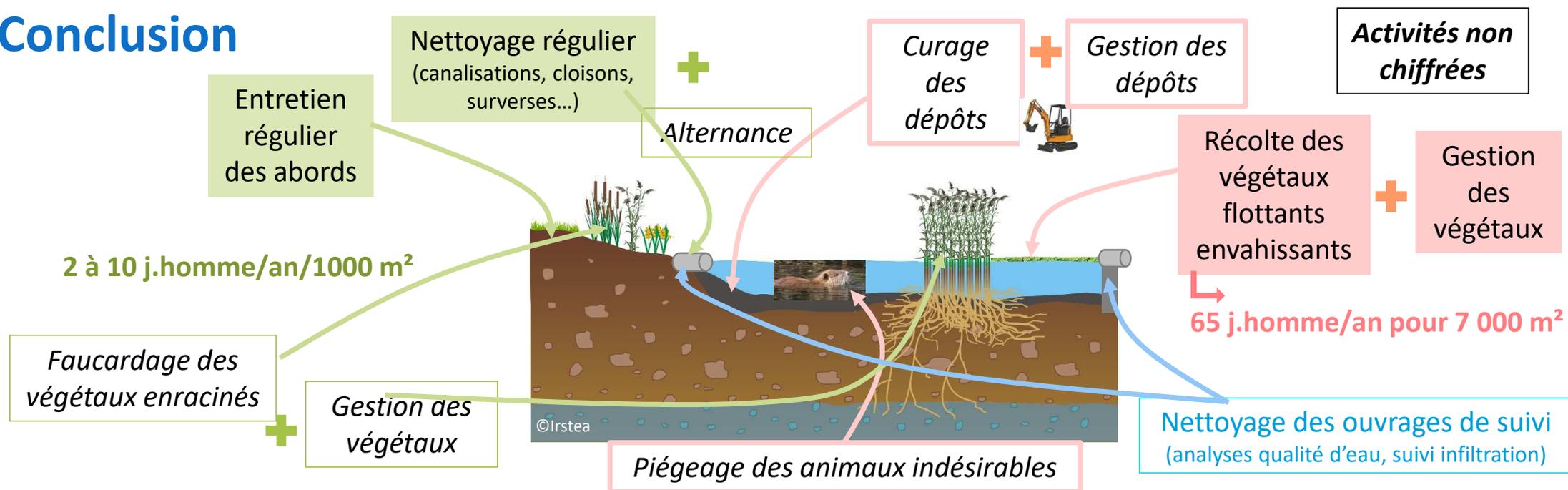
l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Conclusion



Bien conçue (morphologie), une ZRV peut avoir des effets positifs sur la qualité de l'eau sous réserve d'une exploitation indispensable, rigoureuse et adaptée.

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Plan de la présentation

- Contexte (Stéphane GARNAUD-CORBEL – Office français de la biodiversité)
- Evolution quantitative et qualitative des EUT en ZRV (Catherine BOUTIN - INRAE)
- Exploitation des ZRV (Jean-Philippe CHANSEAU - Charente-Eaux)
- **Éléments de conclusion (Catherine BOUTIN – INRAE)**

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Rôle relatif de chaque compartiment à partir de l'élaboration de bilan de matière

Polluant entrant : $mg/L \times m^3$ entrant

Dépôts



**Polluant exportable :
 mg/g MS \times gMS de feuilles et tiges**

Plante



Polluant sortant : $mg/L \times m^3$ sortant

**Polluant stocké :
 mg/g MS \times g MS de dépôts**

Eau



**Polluant stocké :
 mg/g MS \times g MS de racines**

Polluant stocké : mg/g MS \times g MS de sol sollicité par l'infiltration

Polluant résiduel : $mg/L \times m^3$ infiltré



sol

©Irstea

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

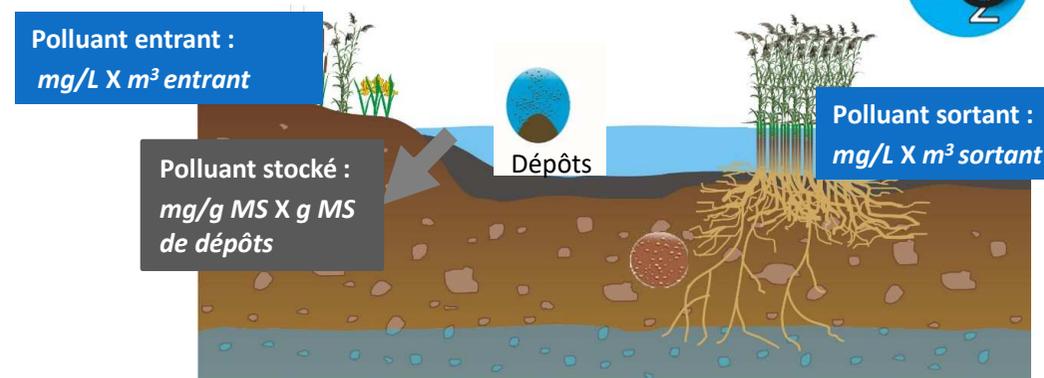
www.carrefour-eau.com

Éléments de conclusion : compartiment EAU

- Objectif sanitaire : résultats favorables

- Si h d'eau faible
- Temps de séjour > 1 j
- Absence de végétaux, ...
- À CONFORTER

- Sédimentation des fractions particulières : N, P, μ polluants particuliers (dont des métaux) si $v < 0,6$ m/h
- Dégradation biologique de la fraction dissoute de quelques paramètres : N et quelques μ polluants si temps de séjour > 3-4 j



29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau

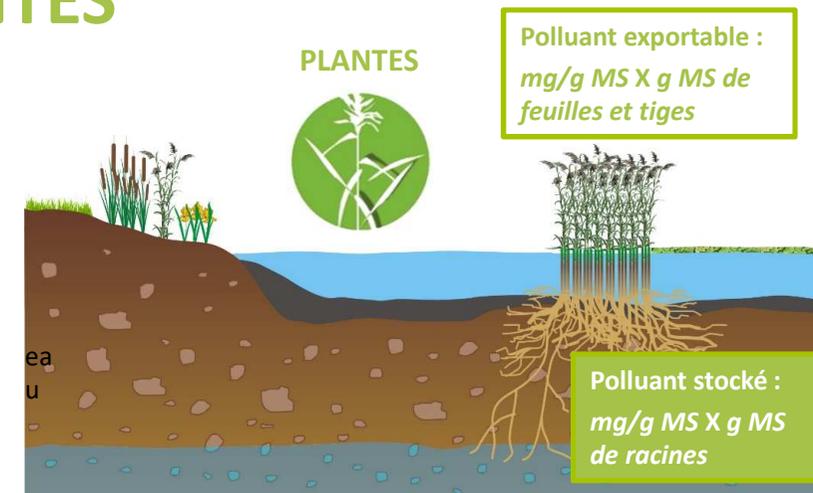


RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Éléments de conclusion : compartiment PLANTES

- Impact négligeable sur les concentrations
- Rôles indirects
 - Rôle négatif vis-à-vis des UV
 - Rôle positif des racines
 - Augmentation du volume de sol sollicité par l'infiltration
 - Obstacle au déplacement des bactéries ?
 - Formation de biofilm sur les parties immergées des plantes?
- Attention aux contraintes d'entretien



29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



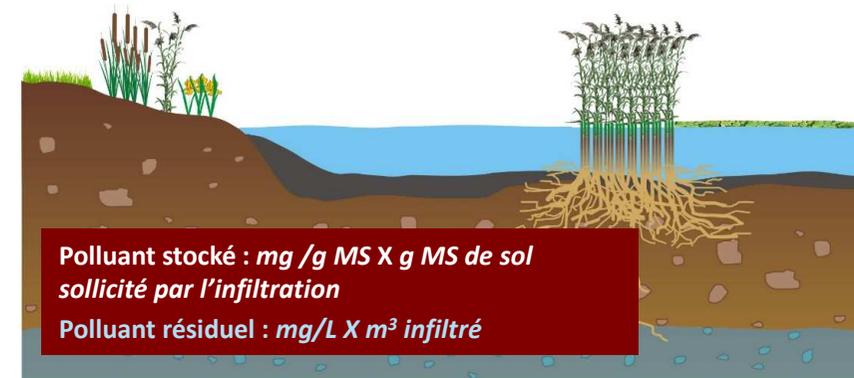
RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Éléments de conclusion : **compartiment SOL**



- Méthodologie permettant de définir Q infiltré dans une surface donnée
- Lieu majeur de rétention de la fraction dissoute, MAIS DE TRES NOMBREUSES INTERROGATIONS SUBSISTENT
 - Quels types de sol ?
 - Mécanismes ? Combien de temps ? Relargage ? ...
 - Rythme d'alternance ? ...
- ATTENTION aux sols pollués



29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Éléments de conclusion

- Le programme interdisciplinaire fournit des éléments de réponse en cas d'installation de ZRV pour la réduction des flux polluants résiduels vers les eaux de surface (objectifs prioritaires pour le traitement des eaux)
- Ce programme n'a pas abordé les points suivants :
 - Valorisation de la biomasse végétale
 - Intégration paysagère, création d'un biotope
 - Réduction du coût : absence de canalisation, de travaux en berges

même s'ils sont parfois des objectifs secondaires attendus des ZRV

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des GESTIONS
LOCALES de

l'eau



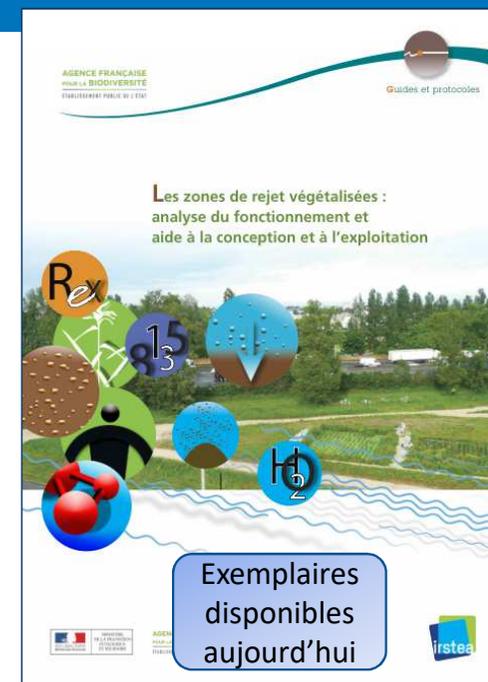
RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Éléments de conclusion

- Si son objectif est clairement défini,
 - Si les études préalables qualifiant les propriétés du sol (et du sous-sol) sont réalisées et les résultats favorables,
 - Si sa conception permet un entretien régulier,
 - Si son entretien est réalisé,
 - Si les ouvrages amont fonctionnent correctement,
- alors, une ZRV PEUT contribuer à protéger le milieu hydraulique de surface.

Une ZRV ne peut pas se substituer à une étape de traitement complémentaire.
Elle ne peut pas contrer des défaillances chroniques d'ouvrages amont.



Pour
en savoir plus :
<https://zrv.inrae.fr>

29&30
JANVIER
2020



21^e édition
CARREFOUR
des **GESTIONS**
LOCALES de

l'eau



RENNES
Parc des
expositions

www.carrefour-eau.com

Merci de votre attention !

Merci à l'ensemble des collaborateurs et, plus particulièrement, aux proches collègues lyonnais !!!!!

