

INRAE

➤ Les Zones de Rejet Végétalisées

*un exemple de SFN utilisé dans le
domaine du traitement des eaux usées.*

Catherine BOUTIN



PLAN

- Introduction et historique SFN / traitement des eaux usées

- Les Zones de Rejet végétalisées
 - Définitions
 - Méthodologie de suivi des 3 compartiments: « eau » « sol » et « plante »
 - Quelques résultats

- Conclusion



INTRODUCTION - Extrait du rapport ONU-Eau appliqué au traitement des eaux usées



« Les Sfn pour la gestion de l'eau pourrai(en)t par exemple viser..... la réalisation de processus naturels dans les **écosystèmes modifiés ou artificiels**. Elles peuvent être appliquées à l'échelle micro (par exemple **une toilette sèche**) ou macro (par exemple un paysage). »

« Les Sfn soutiennent une économie circulaire..... et entendent promouvoir une plus grande productivité des ressources dans le but **de réduire** la production de déchets et la **pollution**, grâce à la **réutilisation et le recyclage**..... »

« Par conséquent, les Sfn présentent de nombreux avantages liés à l'eau et permettent souvent à **résoudre simultanément** les questions telles que la **quantité, la qualité et les risques liés à l'eau**. Un autre avantage clé des Sfn réside dans leur capacité à contribuer à la construction d'une **résilience générale du système**. »



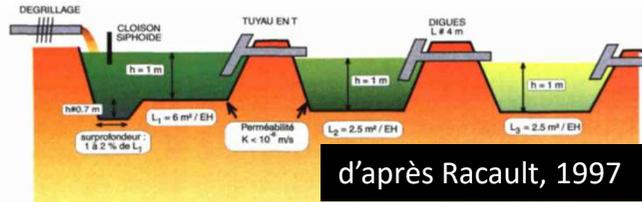
INRAE

Les Zones de Rejet Végétalisées: un exemple de Sfn utilisé dans le domaine du traitement des eaux usées.

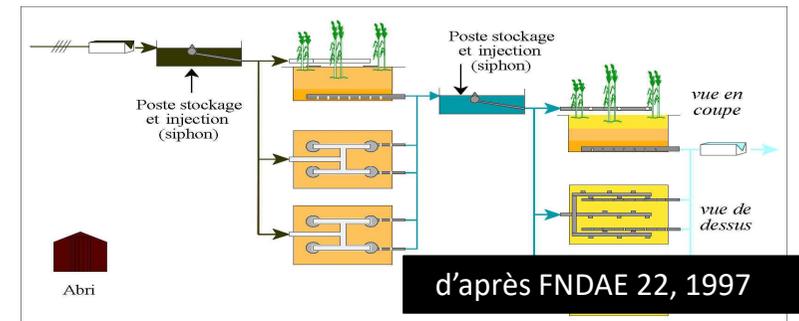
17 Nov 2020 / Journées d'études : Sfn et systèmes hybrides liés à l'eau : Caractérisation et Gestion patrimoniale / Catherine BOUTIN

➤ Historique – SFN et stations d'épuration

■ Lagunage naturel



- Epanchage souterrain (sol en place) et filtre à sable en Assainissement Non Collectif
- Filtres plantés de roseaux



Ce sont des stations d'épuration répondant à des **objectifs réglementaires**, aux bases de dimensionnement empiriques. Développées pour le monde rural, leur exploitation nécessaire, de **type « jardinage »** est accessible aux personnels communaux, en absence de formation spécifique.

➤ Historique : après 2000

- Questionnement : zones humides et traitement des eaux usées ?

Fustec et Lefevre (2000), Fonctions et valeurs des zones humides, Ed DUNOD dédie un chapitre aux « zones humides artificielles pour l'épuration ».

- Evolution des Filtres Plantés de Roseaux sur la base de leurs « grands principes de traitement » à d'autres domaines d'application:
 - boues,
 - surverses de déversoir d'orage,
 - eaux usées industrielles,
 - climat tropical,
 - variations de charge,

Les règles de l'art des ouvrages étanches sont établies ou en cours de l'être.

- Apparition des zones de rejet végétalisées



INRAE

Les Zones de Rejet Végétalisées: un exemple de SFN utilisé dans le domaine du traitement des eaux usées.

17 Nov 2020 / Journées d'études : Sfn et systèmes hybrides liés à l'eau : Caractérisation et Gestion patrimoniale / Catherine BOUTIN

➤ Qu'est ce qu'une ZRV ? : arrêté du 21 juillet 2015

■ Une ZRV est

- « entre la station de traitement des eaux usées et le milieu récepteur »
- « ne fait pas partie du dispositif de traitement des eaux usées mais est inclus dans le périmètre de la station » (Art. 2)
- Autosurveillance : « l'appareillage de contrôle est installé à l'amont hydraulique de ces dispositifs » (Art. 17)

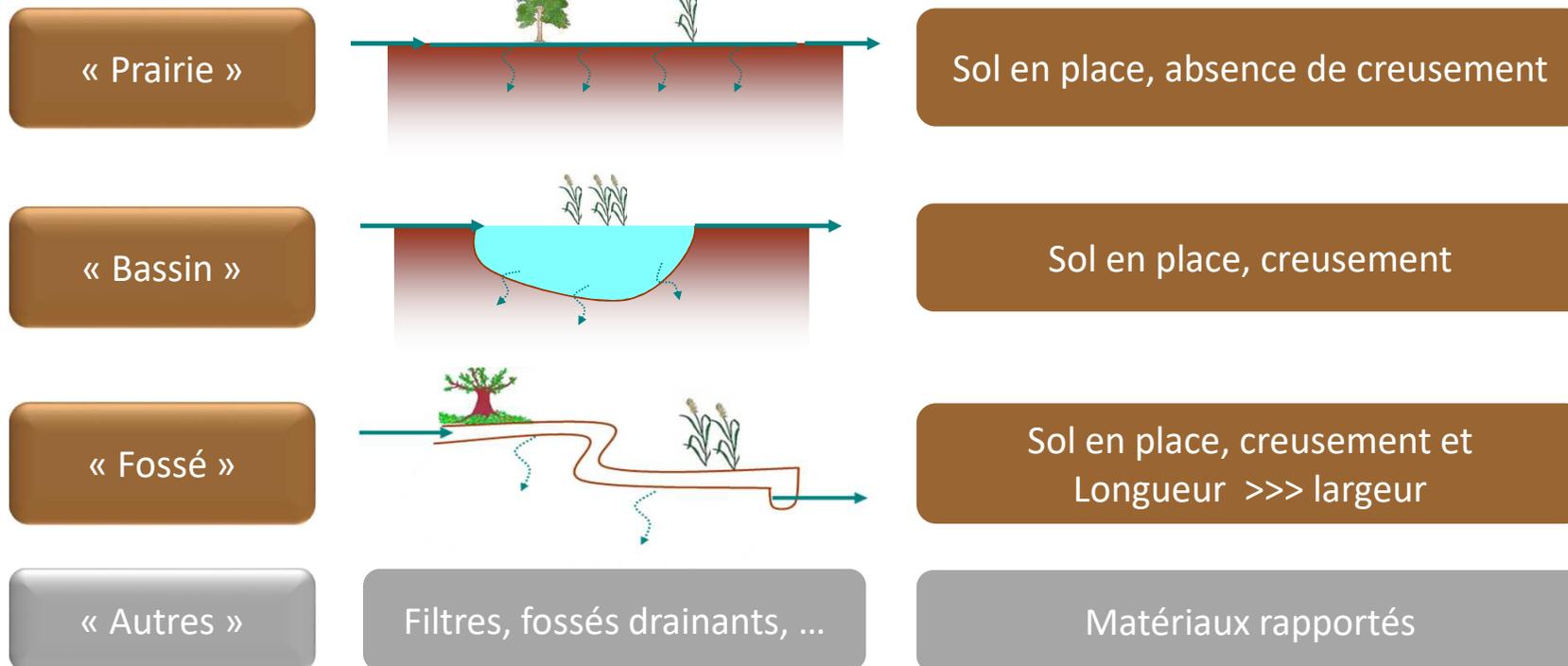
■ Une ZRV n'est pas :

- Une zone humide
- Un dispositif d'infiltration
- Une zone tampon
- Une technique alternative végétalisée

Synoptique	ZONES HUMIDES Définies par l'article R211-108 du Code de l'Env.	Flux et rejets des filières de traitement des eaux usées urbaines résiduaires	OUVRAGES ARTIFICIELS (dispositifs hors zones humides)		Flux et rejets diffus agricoles	Flux d'eaux pluviales
	ZONES HUMIDES	ZONES DE REJET VEGETALISEES	DISPOSITIFS D'INFILTRATION	ZONES TAMPONS	TECHNIQUES ALTERNATIVES VEGETALISEES	
Autres appellations	Sans objet.	Zones de Rejet Intermédiaires. Zones Humides Artificielles.	Aires d'infiltration. Zones d'infiltration.	Dispositifs végétalisés permanents (DVP), dont bandes boisées. Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA).	Ouvrages végétalisés de gestion amont (ou à la source) ou décentralisés des eaux pluviales.	
Techniques utilisées	Sans objet.	Bassins, fossés/noues, prairies, autres...	Dispositifs d'infiltration, bassins d'infiltration.	Zones végétalisées, bandes enherbées, zones arborées (haies, talus, ripisylve, fascines). ZTHA : ouvrages de rétention et de remédiation, fossés.	Fossés et noues enherbés, bassins végétalisés, zones végétalisées inondables, massifs plantés, jardins de pluie, parkings végétalisés, toitures terrasses végétalisés.	
Domaine	Milieus naturels.	Domaine de l'assainissement : rejet d'eaux usées traitées.	Domaine de l'assainissement : rejet d'eaux usées traitées.	Milieu agricole : eaux circulant dans les versants agricoles.	Domaine de la gestion des eaux pluviales issues du ruissellement sur surfaces imperméabilisées (milieu urbain, infrastructures de transport).	

Définitions autour des zones de rejet végétalisées, 2018, EPNAC 4p, <https://www.epnac.fr/ZRV> p. 6
 utilisé dans le domaine du traitement des eaux usées.

➤ Qu'est ce qu'une ZRV ?



©INRAE

©INRAE

©INRAE

©INRAE

Trois compartiments: **EAU**, **SOL**, **VEGETAUX** et absence d'outils électromécaniques contribuant à réguler les processus épuratoires



INRAE

Les Zones de Rejet Végétalisées: un exemple de SFN utilisé dans le domaine du traitement des eaux usées.

17 Nov 2020 / Journées d'études : Sfn et systèmes hybrides liés à l'eau : Caractérisation et Gestion patrimoniale / Catherine BOUTIN

➤ Objectifs attendus d'une ZRV

- De très nombreuses attentes des différentes parties prenantes

1. Réduction des volumes rejetés vers le milieu récepteur de surface pour réduire l'impact (« zéro rejet » notamment en période d'étiage)
2. Amélioration de la qualité du rejet pour nombre de paramètres:
 - Matières en suspension
 - Phosphore et Azote (quelles formes?)
 - Germes témoins de contamination fécale
 - Micropolluants (organiques, métaux, ...)
3. Valorisation de biomasse végétale
4. Intégration paysagère, création d'un biotope, acceptation sociale de la station d'épuration
5. Réduction du coût d'investissement: en créant un continuum terrestre entre la station d'épuration et le milieu hydraulique superficiel, absence de canalisation, absence de travaux sur les berges, ...
6.



©Charente Eaux

avec l'impérieuse nécessité de maintenir la qualité des eaux usées déjà traitées, issues de la station d'épuration.



INRAE

Les Zones de Rejet Végétalisées: un exemple de SFN utilisé dans le domaine du traitement des eaux usées.

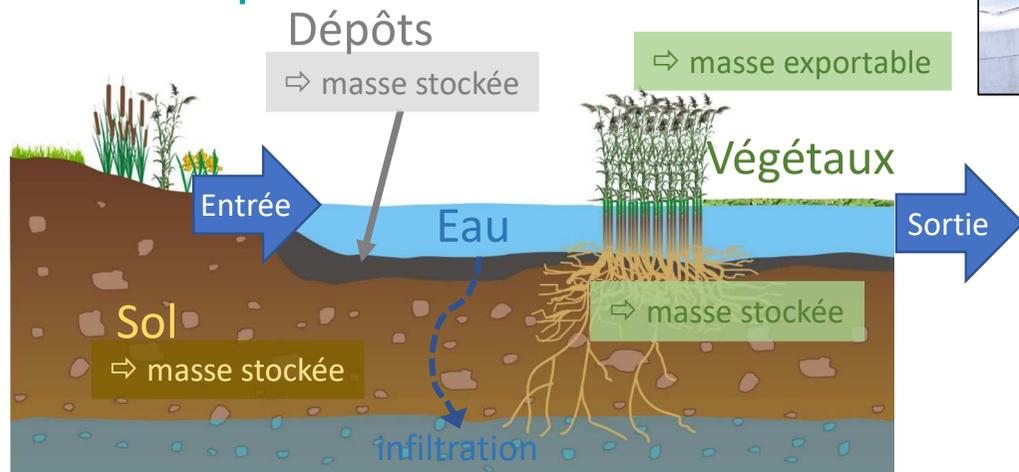
17 Nov 2020 / Journées d'études : Sfn et systèmes hybrides liés à l'eau : Caractérisation et Gestion patrimoniale / Catherine BOUTIN

➤ Programmes de recherche

INRAE · OFB
2013-2018

INRAE, Agences de l'Eau,
Université. Bordeaux, ENTPE, INSA Lyon, Bioforsk,
Atelier ZRV du groupe EPNAC

- **Objectifs** : fournir des éléments de conception et d'exploitation permettant d'atteindre des objectifs définis
- **Expérimentations** : 3 sites
- **Compartiments étudiés**



- **Méthodologie** : Bilans de matière pour répondre aux **objectif 1** et **objectif 2** pour la réduction des flux

$$\text{FLUX} = \text{DEBIT} \times \text{CONCENTRATION}$$

INRAE

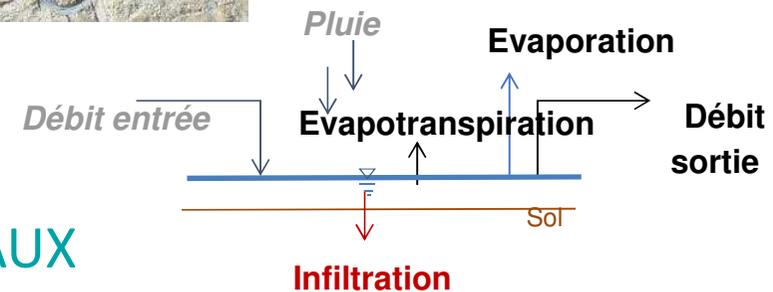
Les Zones de Rejet Végétalisées: un exemple de SFN utilisé dans le domaine du traitement des eaux usées.

17 Nov 2020 / Journées d'études : Sfn et systèmes hybrides liés à l'eau : Caractérisation et Gestion patrimoniale / Catherine BOUTIN

➤ Méthodologie compartiment EAU (3 sites)

• HYDRAULIQUE DE SURFACE

1. Mesures en continue: débits entrants, débits sortants, pluviométrie, évaporation
2. Estimation de l'évapotranspiration et de l'infiltration



• EVOLUTION de la QUALITE DES EAUX

Difficulté : faibles concentrations et seuils analytiques d'où le déploiement de plusieurs méthodes adaptées aux recherches portant sur les eaux usées

• DEPOT: Suivi annuel

1. Bathymétrie (1 site)
2. Qualité des boues



➤ Méthodologie compartiment VÉGÉTAUX (3 sites)

Méthodologie adaptée de celles utilisées en milieu naturel (INRAE Bordeaux)



Echantillonnage en quadrat



Prélèvements



Séparation tiges et feuilles



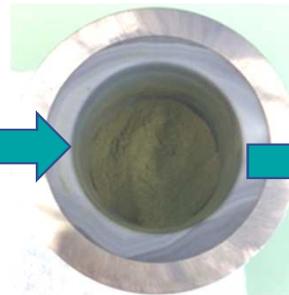
Nettoyage des racines



Pesage PF, séchage ,



pesage PS



Broyage

Analyses au
laboratoire
(masse/gPS)



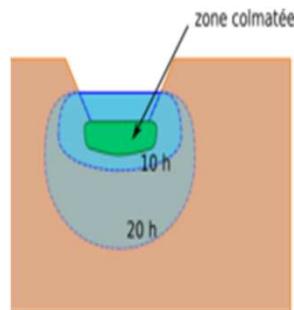
Surface de recouvrement
de chaque espèce (m²)



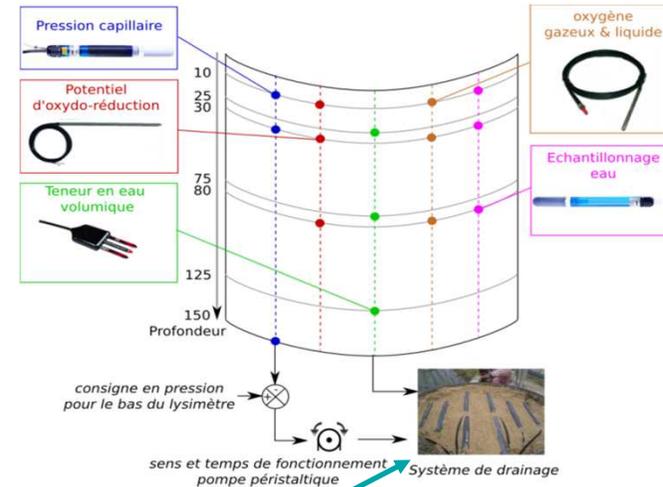
➤ Méthodologie compartiment SOL

• ECOULEMENT

1. Lysimètres instrumentés



2. 2 suivis de résistivité d'un traceur (1 site)



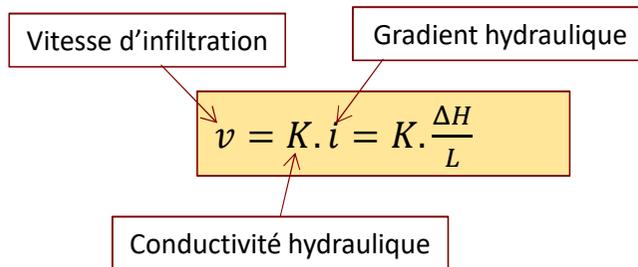
- QUALITÉ DES EAUX dans les sols : fond drainant + bougies poreuses posées en râteau
- QUALITÉ DES SOLS



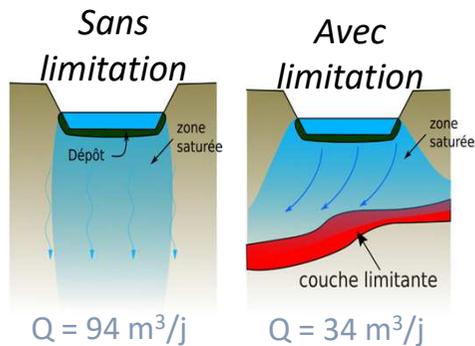
➤ RESULTATS: quelles capacités d'un sol pour l'infiltration ?

■ PRINCIPES DE BASE

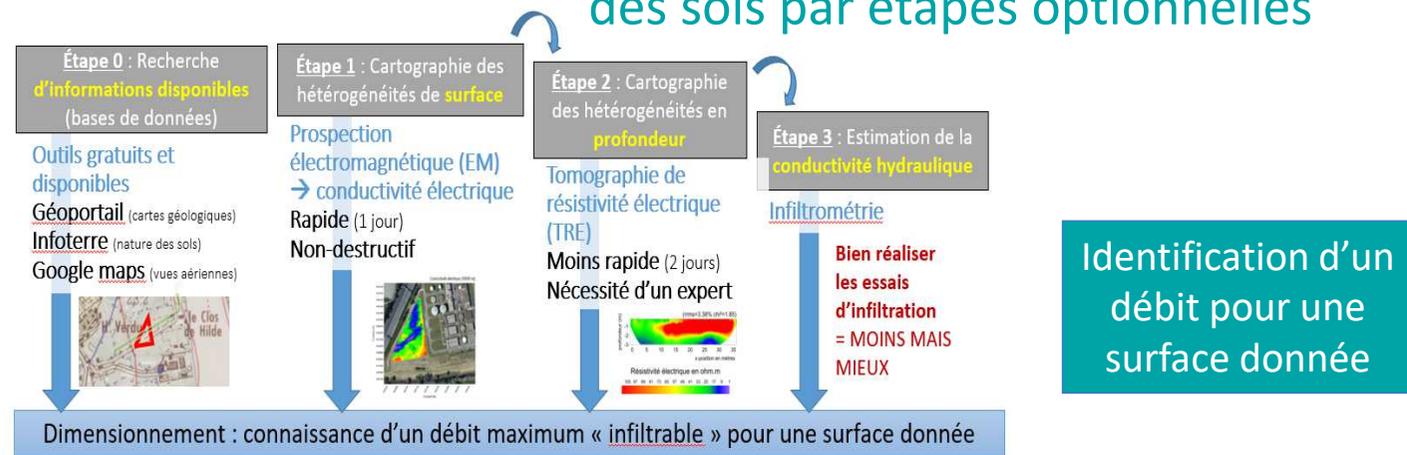
1. Equation de Darcy :



2. Importance des conditions aux limites :



■ Définition d'une MÉTHODOLOGIE de caractérisation des sols par étapes optionnelles



Conductivité magnétique, résistivité électrique → non destructif

Bien réaliser les essais d'infiltration → MOINS mais MIEUX

■ EVOLUTION DANS LE TEMPS

1. Alternance d'alimentation
2. Effet de la dispersion des argiles
3. Effet du système racinaire



INRAE

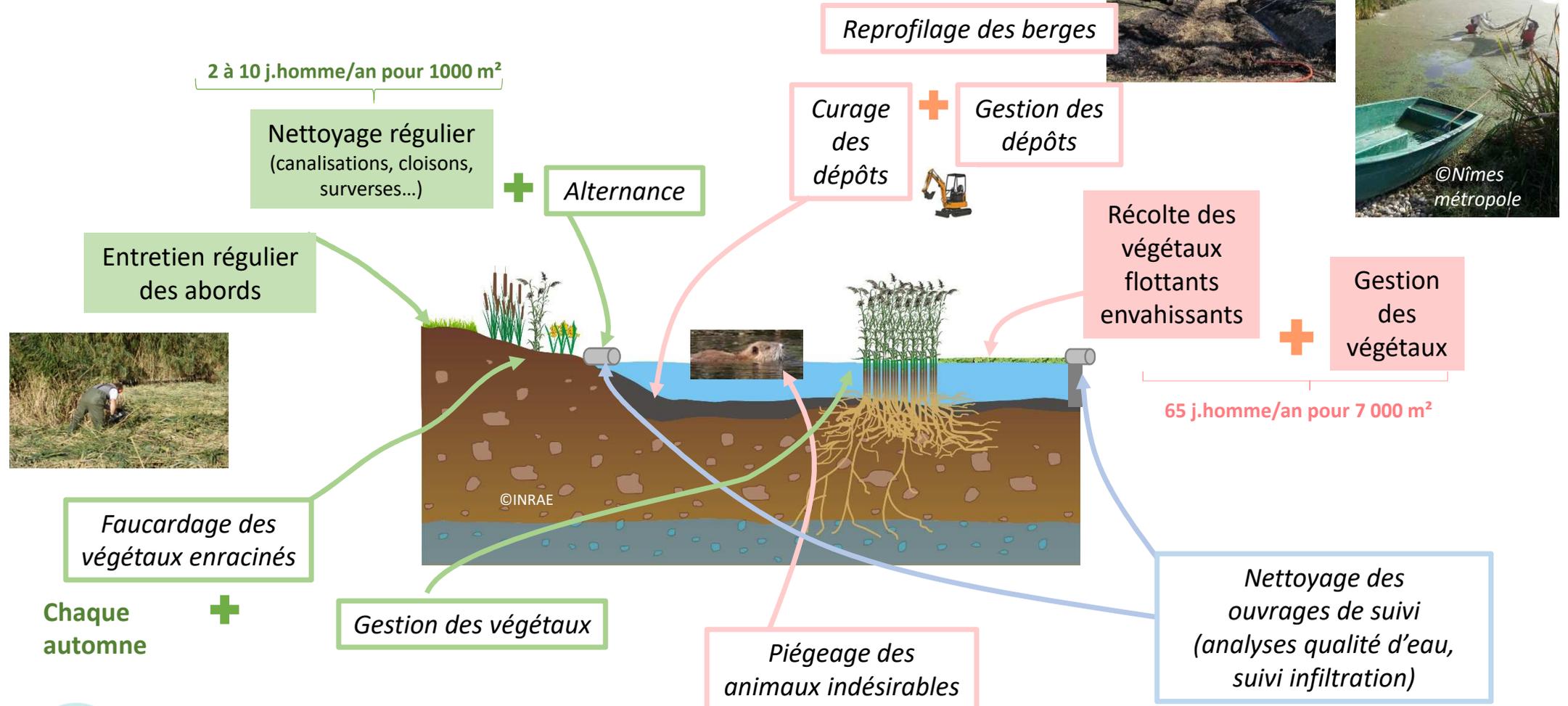
Les Zones de Rejet Végétalisées: un exemple de SFN utilisé dans le domaine du traitement des eaux usées.

17 Nov 2020 / Journées d'études : Sfn et systèmes hybrides liés à l'eau : Caractérisation et Gestion patrimoniale / Catherine BOUTIN

➤ RESULTATS: ELEMENTS DE VIGILANCE

	Compartiment EAU	Compartiment VEGETAUX	Compartiment SOL
DEBIT	<ul style="list-style-type: none"> Impact négligeable de l'évaporation 	<ul style="list-style-type: none"> Impact négligeable de l'évapotranspiration 	<ul style="list-style-type: none"> Méthodologie permettant de définir le débit infiltré dans une surface donnée
CONCENTRATION	<ul style="list-style-type: none"> Objectif sanitaire : résultats favorables <ul style="list-style-type: none"> si h_{eau} faible et $t_s > 1$ j À CONFORTER Sédimentation des fractions particulaires Dégradation biologique de la fraction dissoute de quelques paramètres 	<ul style="list-style-type: none"> Impact négligeable sur les concentrations Rôle négatif vis-à-vis des UV (sanitaire + photosynthèse) Rôle positif des racines Attention aux contraintes d'ENTRETIEN 	<ul style="list-style-type: none"> Lieu majeur de rétention de la fraction dissoute, mais de TRES NOMBREUSES INTERROGATIONS subsistent : <ul style="list-style-type: none"> quels types de sol ? mécanismes ? combien de temps ? relargage ?... rythme d'alternance ?... Attention aux sols pollués

➤ RESULTATS: NÉCESSITÉ DE L'ENTRETIEN



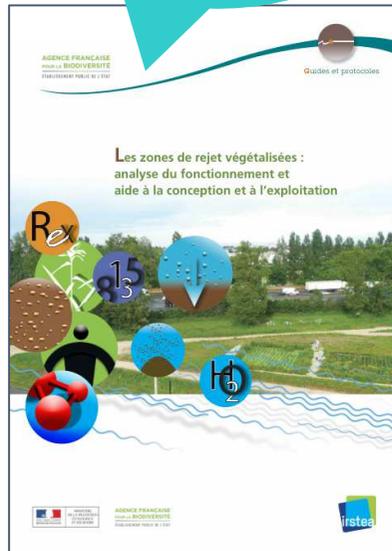
INRAE

Les Zones de Rejet Végétalisées: un exemple de SFN utilisé dans le domaine du traitement des eaux usées.

17 Nov 2020 / Journées d'études : Sfn et systèmes hybrides liés à l'eau : Caractérisation et Gestion patrimoniale / Catherine BOUTIN

➤ CONCLUSION

Document
disponible sous
<https://zrv.inrae.fr>
ou
envoi gratuit
d'exemplaire broché
sur demande



Si les OBJECTIFS de la ZRV sont clairement définis
+
si les ÉTUDES PRÉALABLES qualifiant les propriétés du sol (et du sous-sol)
sont réalisées et les résultats favorables
+
si sa CONCEPTION permet son entretien régulier
+
si son ENTRETIEN est réalisé
+
si les OUVRAGES EN AMONT FONCTIONNENT correctement

ALORS

une ZRV peut contribuer à protéger le milieu hydraulique de surface

Pour en savoir plus sur les ZRV: <https://www.epnac.fr/ZRV> et <https://zrv.inrae.fr>

INRAE

Les Zones de Rejet Végétalisées: un exemple de SFN utilisé dans le domaine du traitement des eaux usées.

17 Nov 2020 / Journées d'études : Sfn et systèmes hybrides liés à l'eau : Caractérisation et Gestion patrimoniale / Catherine BOUTIN



L'exemple du développement des ZRV confirme le **rapport ONU-Eau** :

«**l'adoption des SfN** devient **nécessaire** non seulement pour améliorer les résultats en matière de gestion de l'eau et assurer la sécurité hydrique, Certes, **les SfN ne sont pas une panacée**, mais ils joueront un rôle essentiel dans la construction d'un avenir meilleur, plus lumineux, plus sûr et plus équitable pour tous. »

Merci de votre attention

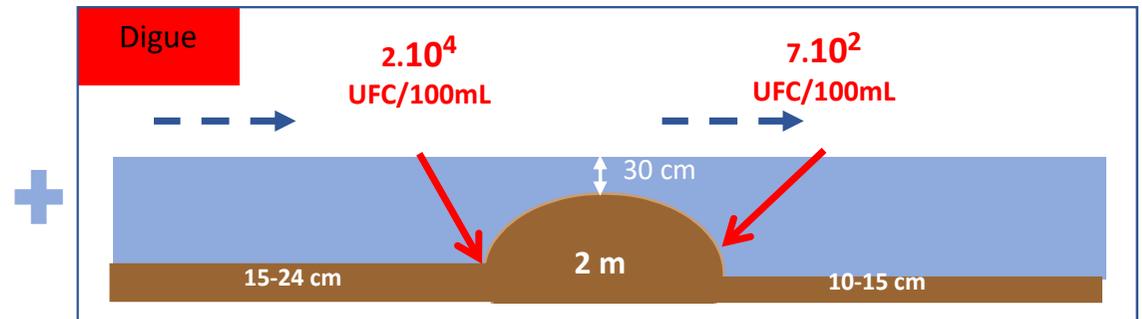
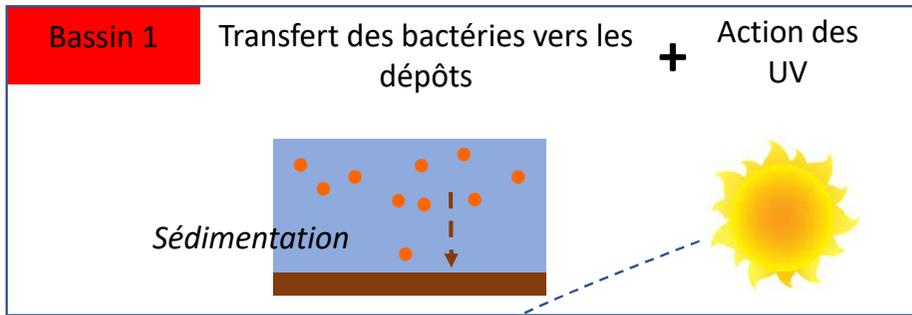


INRAE

Les Zones de Rejet Végétalisées: un exemple de SFN utilisé dans le domaine du traitement des eaux usées.

17 Nov 2020 / Journées d'études : Sfn et systèmes hybrides liés à l'eau : Caractérisation et Gestion patrimoniale / Catherine BOUTIN

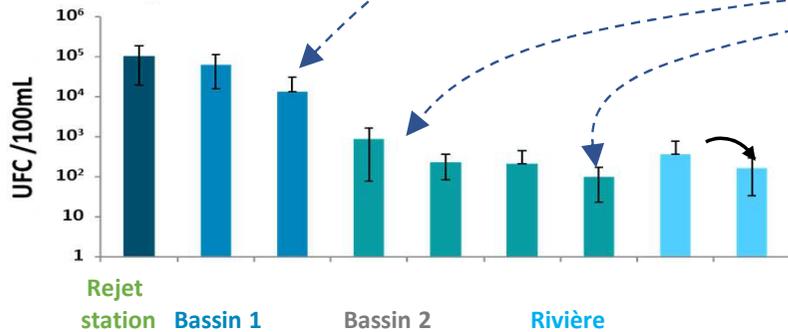
➤ RESULTATS: Potentiel pour les indicateurs sanitaires *E. coli*



Roselières

- Obstacle aux bactéries ?
- Biofilm sur les parties immergées ?

ZRV de Marguerittes



Le rejet améliore la qualité du milieu récepteur

LES DONNÉES DE L'ATELIER ZRV

90 % des bilans 24h montrent une réduction de 10^1 à 10^3 des *E. coli*



INRAE

Les Zones de Rejet Végétalisées (ZRV) : exemple de SFN utilisé dans le domaine du traitement des eaux usées.



saison froide

