



Etat des lieux des filtres plantés de roseaux en Seine- et-Marne

Maxime GABET : chef du service du SATESE à la DEEA
Maxime.gabet@departement77.fr



Sommaire de la présentation :

- 1) **Contexte chiffré de la filière FPR en Seine-et-Marne en assainissement collectif**
- 2) **Fonctionnement épuratoire des Filtres plantés de roseaux à écoulement vertical (FPRv) et performances observées en Seine-et-Marne**
- 3) **Processus de colmatage et ses origines**
- 4) **Quelques recommandations/questions courantes**

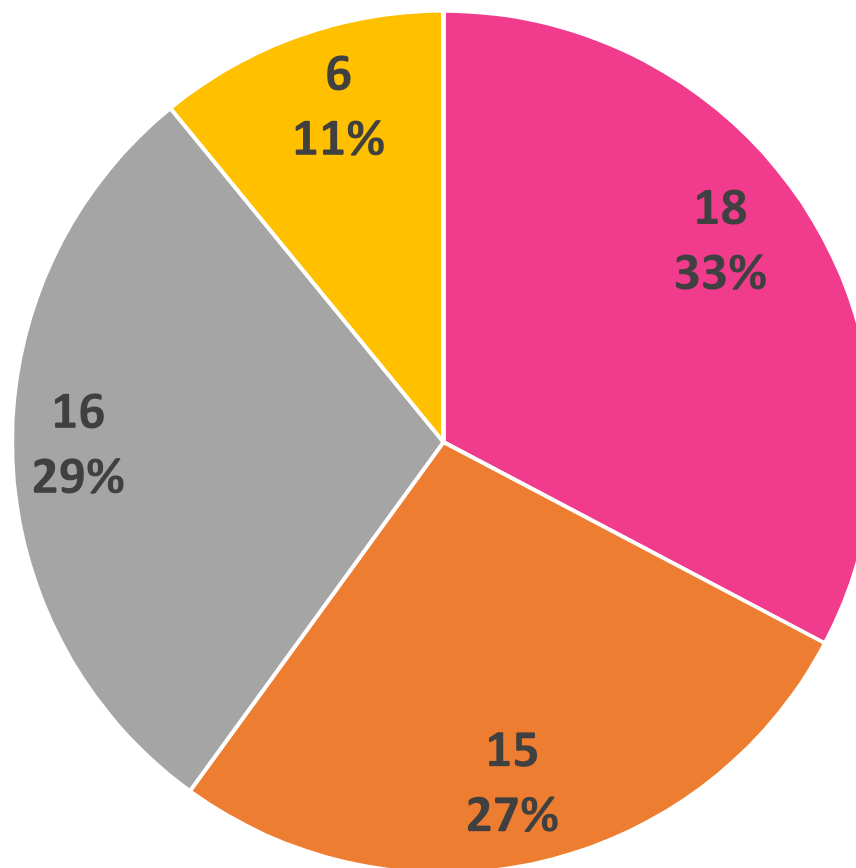
1) Contexte chiffré de la filière FPR en Seine-et-Marne

- **55 FPR**: 19% des 293 STEPs en service / (5000 en France source INRAE)
- Filière assez jeune/âge moyen: **7,8 ans** (contre 15 ans en France/source INRAE)
- Capacités épuratoires faibles de **50 à 1500 EH** (moyenne de 457 EH)
- 25 090 EH: **1,7% de la capacité en pollution** totale
- 9 086 m³/j: **2,4% de la capacité hydraulique** totale
- Capacités hydrauliques temps de pluie de 8 à 1270 m³/j (moyenne de 165 m³/j)
- 15 STEPS sont équipées d'un bassin d'orage (27%)

1) Contexte chiffré de la filière FPR en Seine-et-Marne

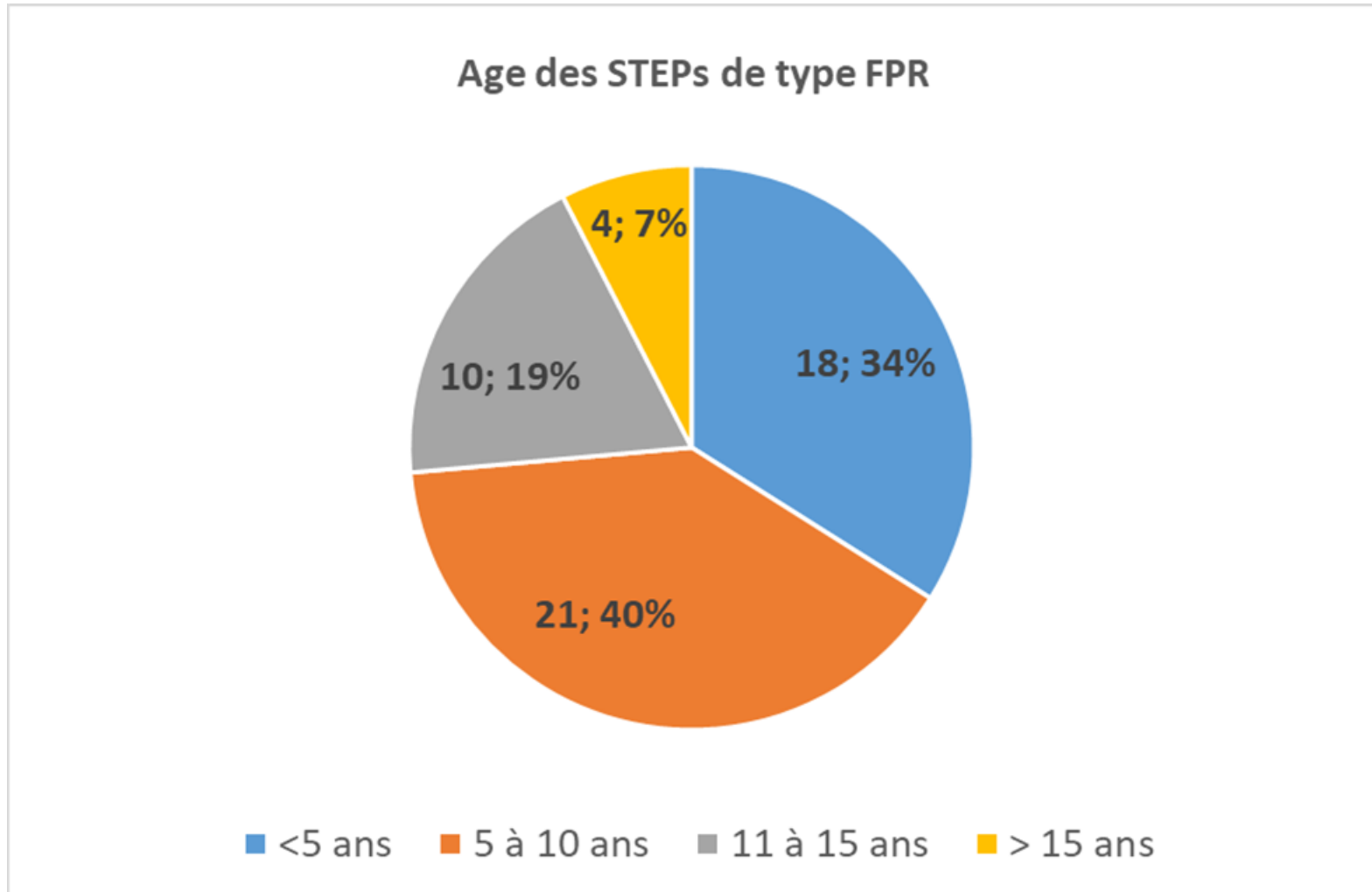
Répartition selon la capacité en pollution

89% des dispositifs < 1000 EH



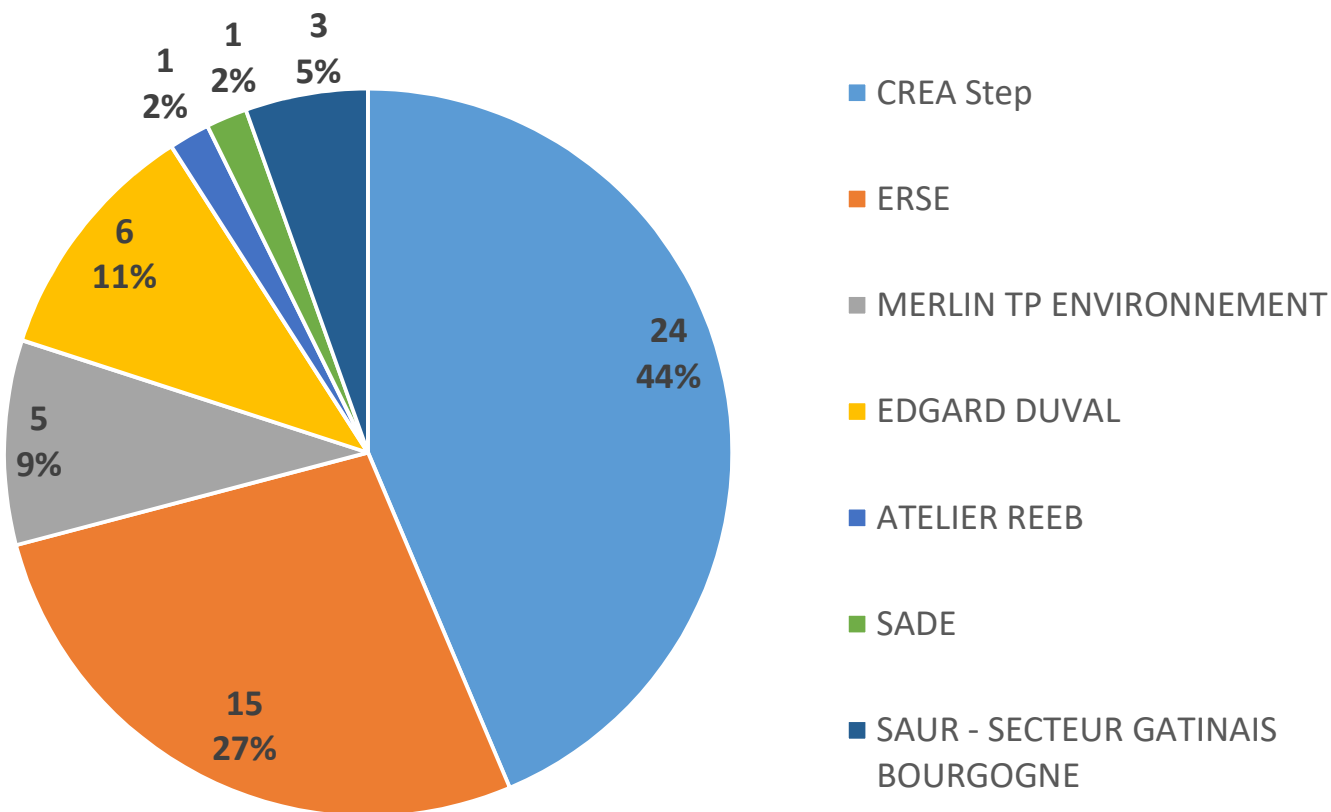
■ 0 - 200 EH ■ 201 - 499 EH ■ 500 - 999 EH ■ 1000 - 1999 EH ■ plus de 2000 EH

1) Contexte chiffré de la filière FPR en Seine-et-Marne



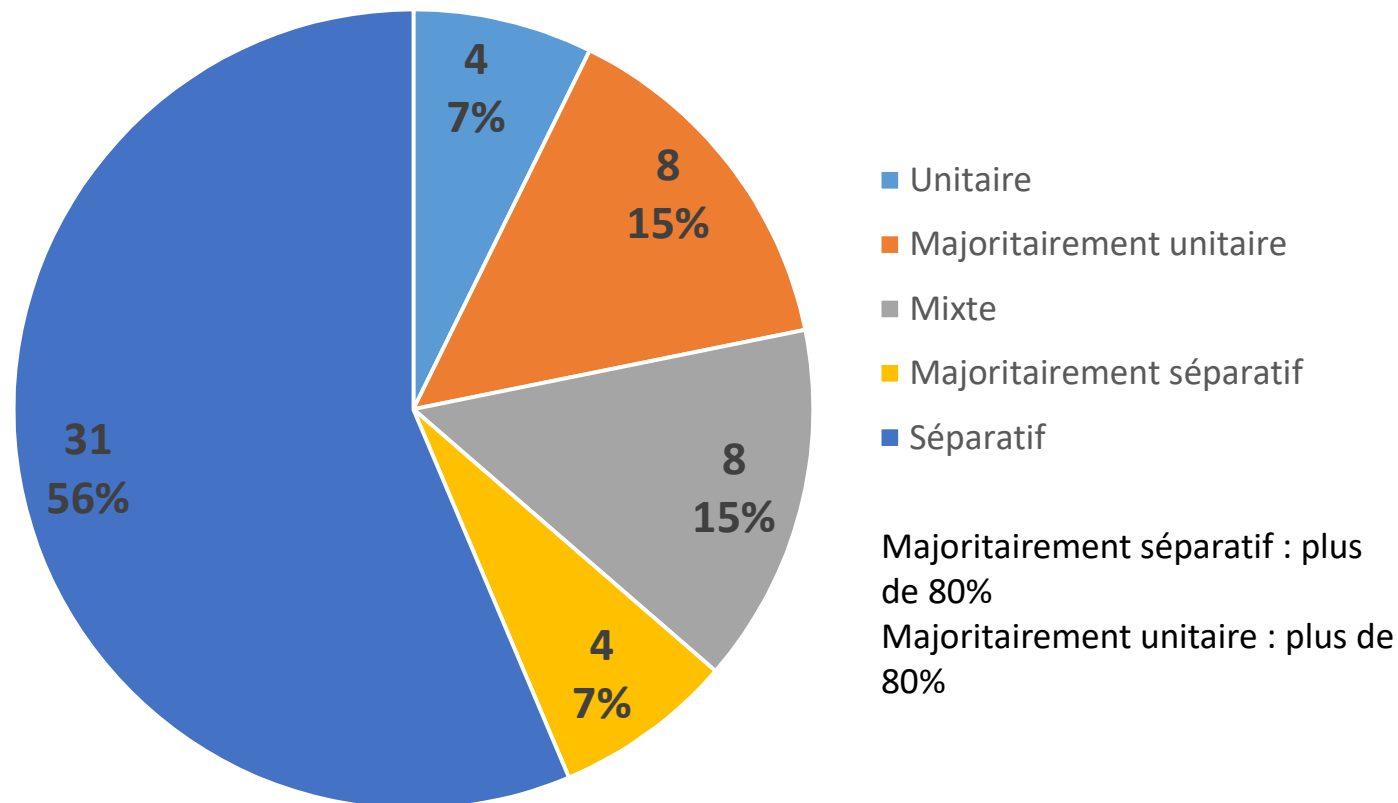
1) Contexte chiffré de la filière FPR en Seine-et-Marne

Répartition par constructeurs



1) Contexte chiffré de la filière FPR en Seine-et-Marne

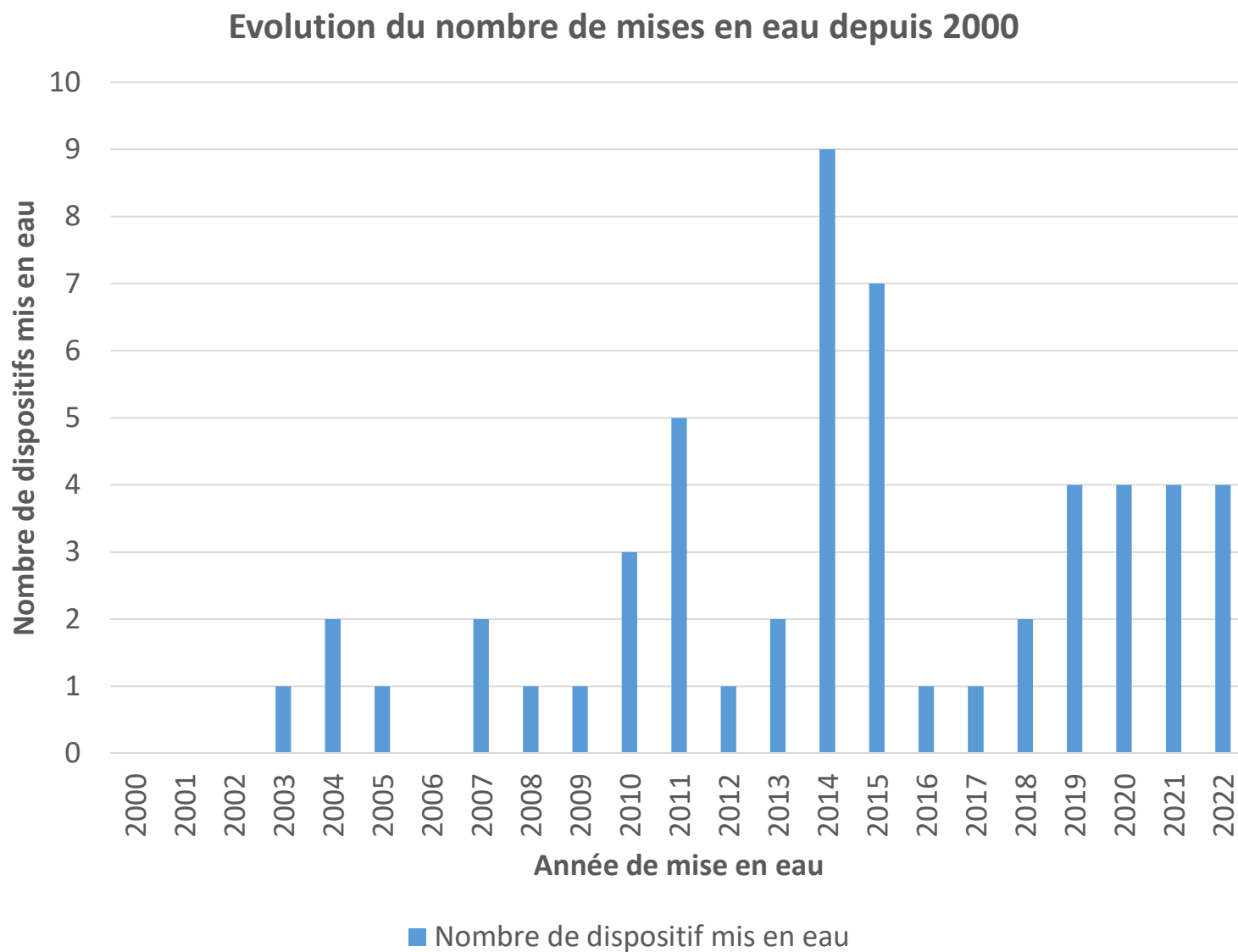
Nature des réseaux en amont des STEP de type FPR



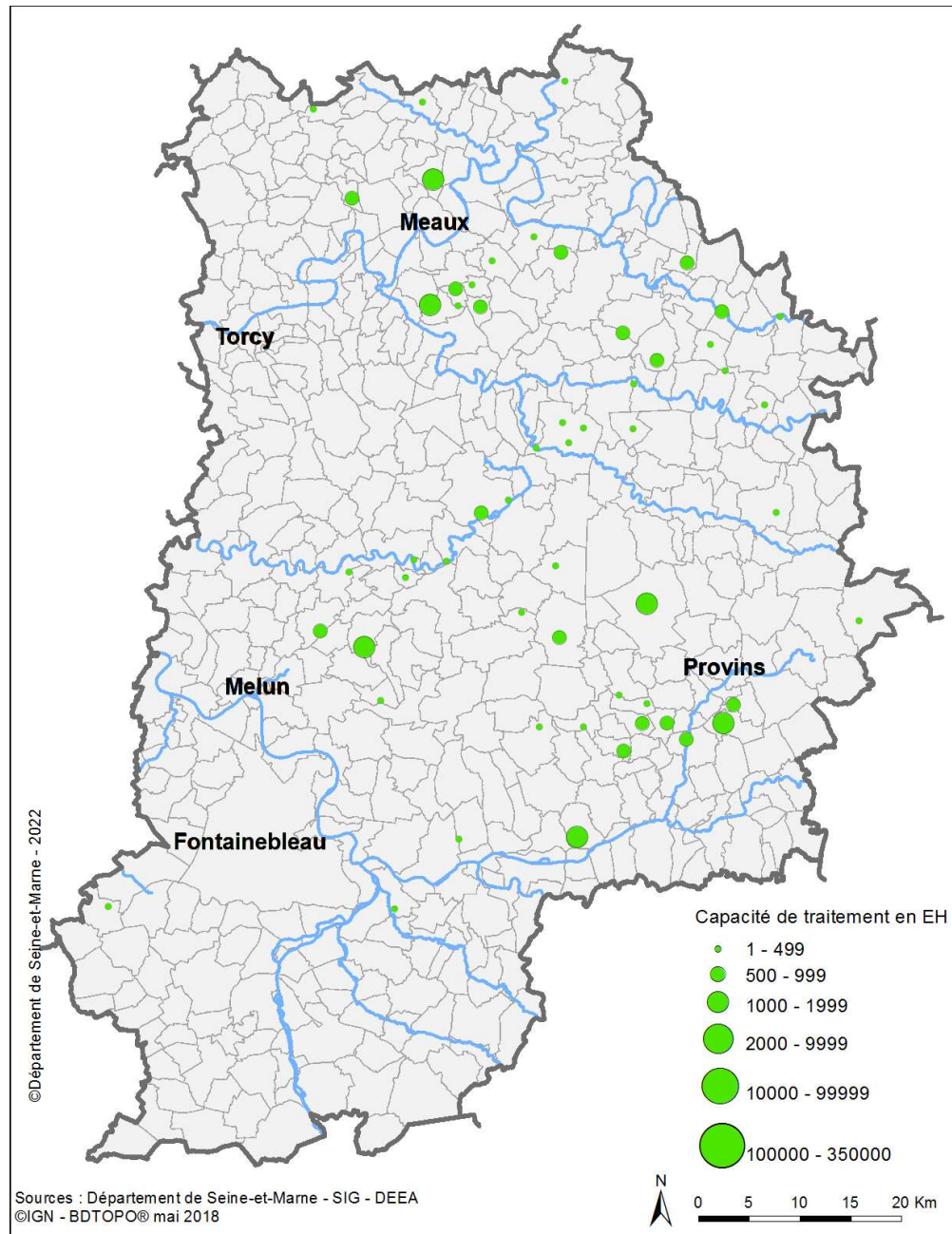
D'avantage de filières sur des réseaux à majorité séparatifs (cf. création de collectif)

Surface plus importante au dimensionnement sur réseau unitaire (voir disponibilité de terrain)

1) Contexte chiffré de la filière FPR en Seine-et-Marne



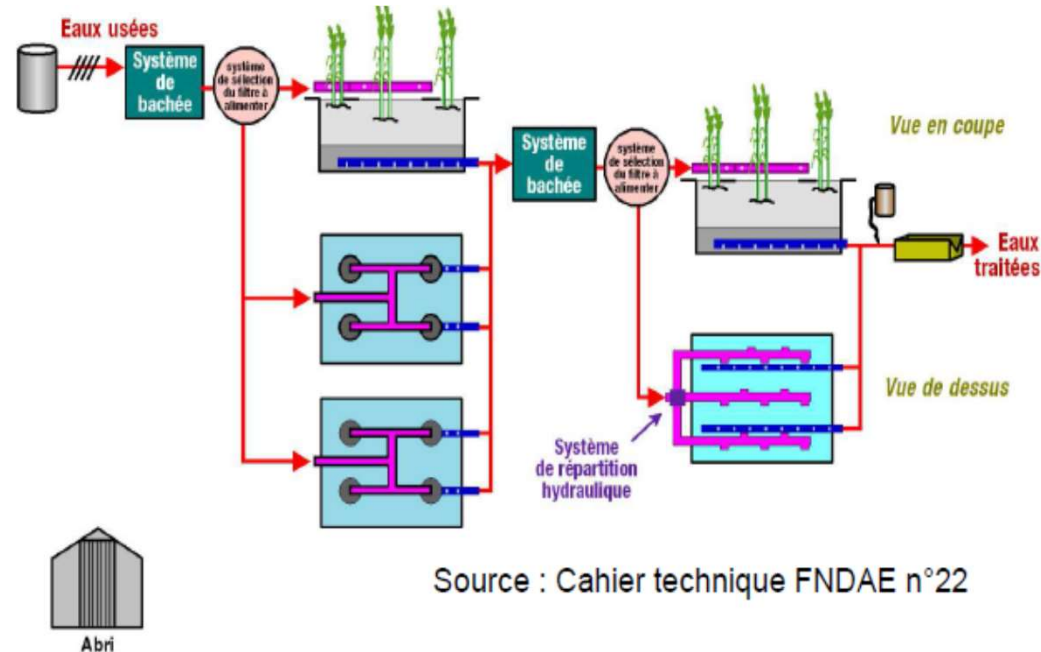
1) Contexte chiffré de la filière FPR en Seine-et-Marne



2) Fonctionnement épuratoire des FPRv et performances observées en Seine-et-Marne

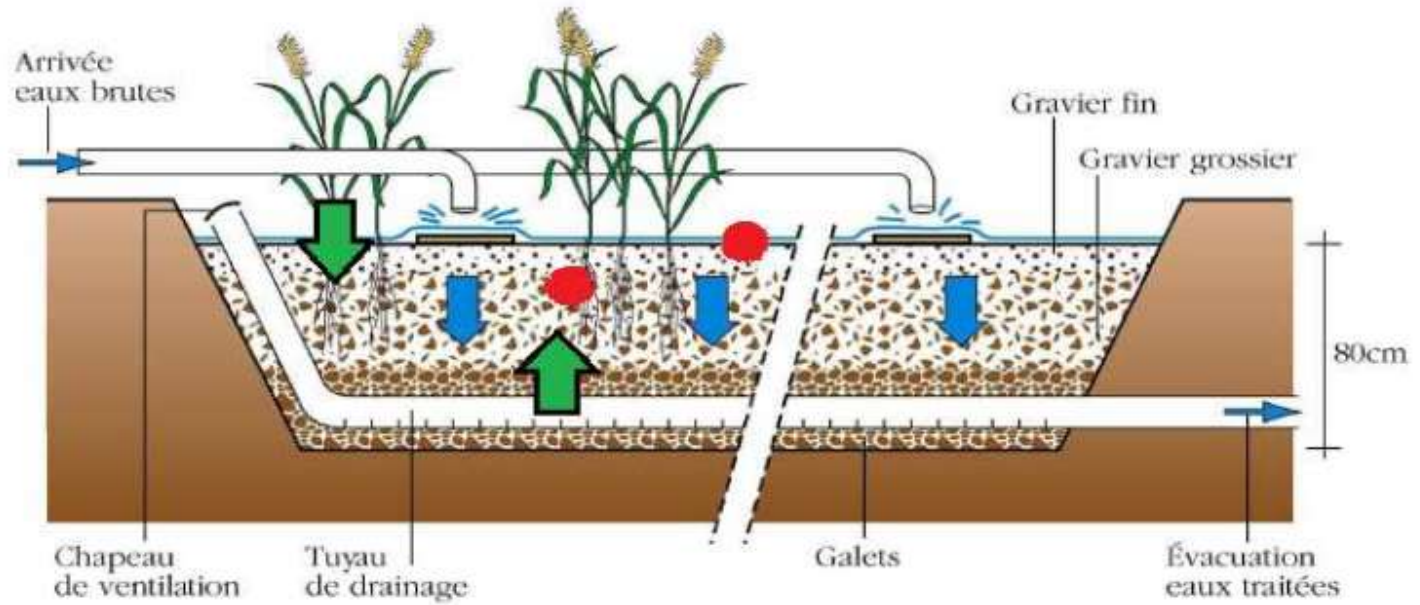
Les FPR se déclinent sous plusieurs formes : horizontaux, verticaux, parfois associés à d'autres procédés (lagunage), etc.

Focus sur les filtres plantés de roseaux à écoulement vertical (FPRv) sous sa forme la plus courante :



Source : Cahier technique FNDAE n°22

• **Filtres verticaux**



- Présence de micro-organismes dégradant la pollution organique
- ➡ Apports d'oxygène
- ➡ Sens d'écoulement de l'eau

Source : INRAE

2) Fonctionnement épuratoire des FPRv et performances observées en Seine-et-Marne

Poste des eaux brutes et/ou réservoir de bâchées et bassin d'orage



Sources : SATESE 77

2) Fonctionnement épuratoire des FPRv et performances observées en Seine-et-Marne

1^{er} étage



Sources : SATESE 77

2) Fonctionnement épuratoire des FPRv et performances observées en Seine-et-Marne

Poste et/ou réservoir de bâchées intermédiaire



Sources : SATESE 77

2) Fonctionnement épuratoire des FPRv et performances observées en Seine-et-Marne

2nd étage



Sources : SATESE 77

2) Fonctionnement épuratoire des FPRv et performances observées en Seine-et-Marne

Effluent brut chargé en pollution en **phase d'alimentation** = nourriture pour les bactéries + eau



Oxygène en **phase de repos** en provenance de la surface et du fond via les cheminées d'aération.



Massif filtrant = réacteur biologique = culture de bactéries (biofilm) fixées sur les grains du massif et les rhizomes des roseaux.

Processus épuratoires en condition aérobie.

Minéralisation de la pollution et accumulation de dépôt en surface et dans le massif.

Filtrat = effluent traité

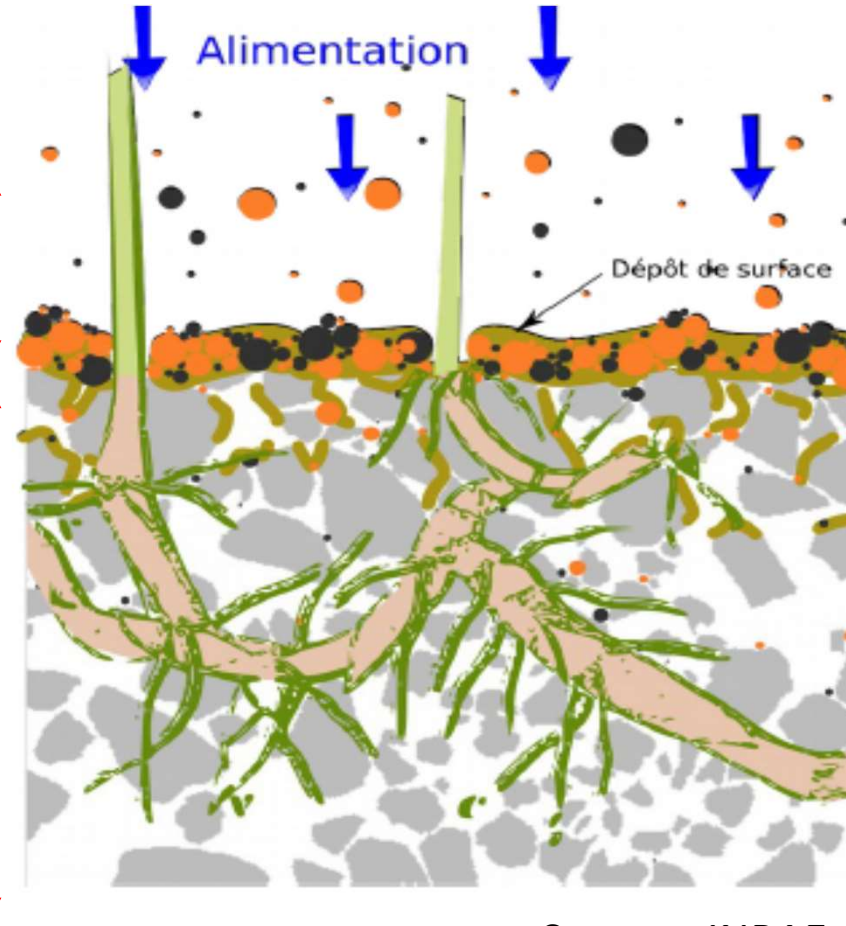


2) Fonctionnement épuratoire des FPRv et performances observées en Seine-et-Marne

Formation d'un dépôt en surface et croissance du biofilm dans le massif filtrant au cours de la phase d'alimentation.

Massif filtrant

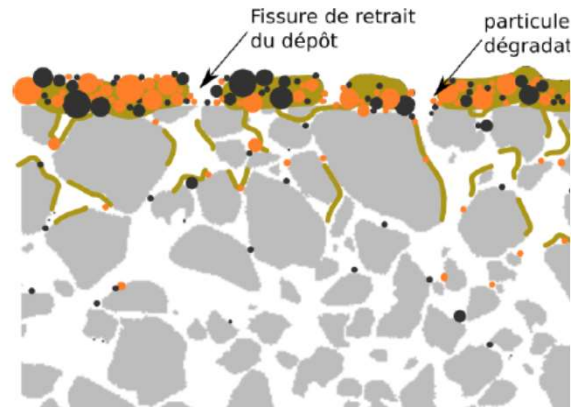
Surface



Source : INRAE

Evapotranspiration → Assèchement
gâteau de boues → Fissures de retrait

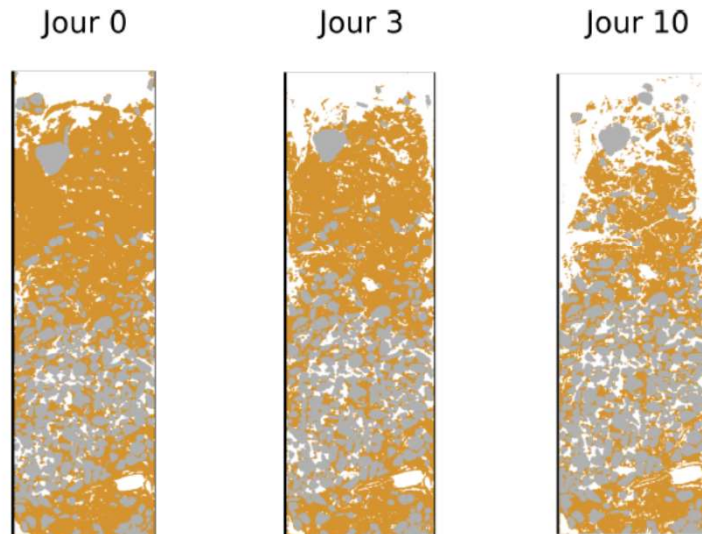
Repos



4 facteurs clés qui maintiennent une perméabilité :

- Vers de terre
- Energie cinétique des bâchées
- Roseaux (mécanique)
- Alternance/repos

- Les périodes de repos empêchent la formation d'un gâteau colmatant



0 1 2 4 cm

Sources : INRAE

2) Fonctionnement épuratoire des FPRv et performances observées en Seine-et-Marne

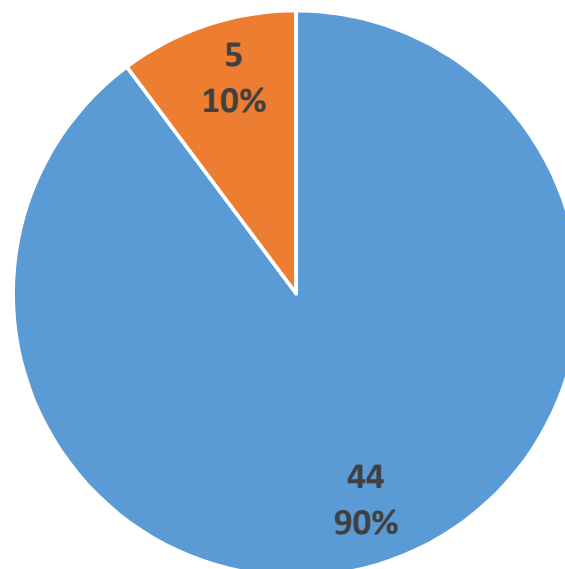
Niveau de rejet classiquement demandé par les services de police de l'eau pour des FPRv :

Paramètres	MES	DBO5	DCO	NTK
Concentration maximale (mg/l)	30-35	25-35	90-125	15-20
Rendement minimal (%)	80-90	70-80	60-85	60-70

Pas de dénitrification (cf niveau de rejet NGL) ni traitement du phosphore total pour les filtres plantés de roseaux à écoulement verticaux **classiques (des solutions existent cependant en filières variantes)**.

2) Fonctionnement épuratoire des FPRv et performances observées en Seine-et-Marne

Performances épuratoires sur l'année 2021 :



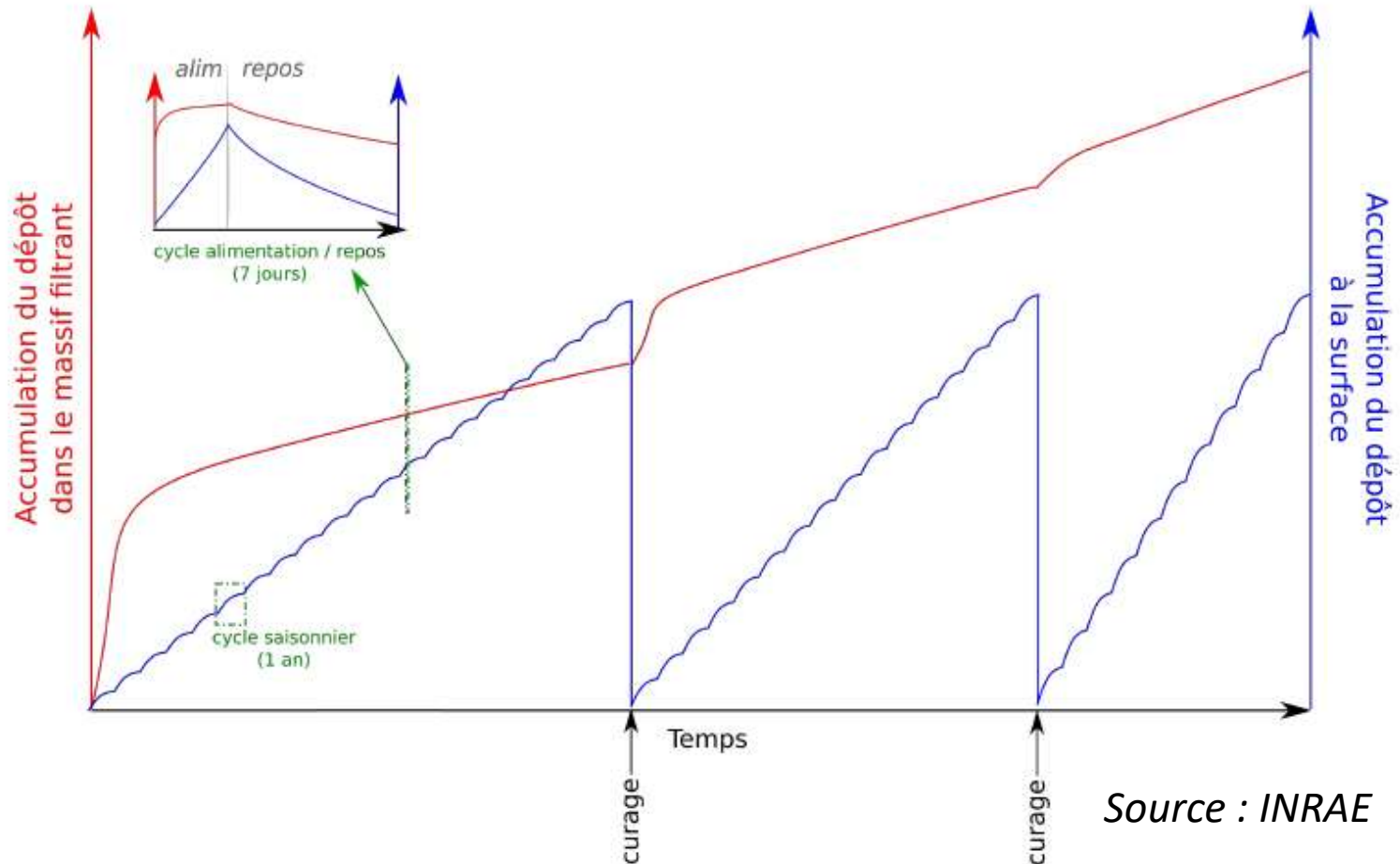
■ Respect du niveau de rejet ■ Non respect du niveau de rejet

Performances 2021 en moyenne annuelle	MES	DBO5	DCO	NTK
Rendements moyens (%)	94%	94%	92%	88%
Concentrations moyennes au rejet (mg/l)	11,9	10,3	46,3	8,8

3) Processus de colmatage et origines

2 types de colmatage : dépôt de surface et dépôt dans le massif filtrant.

Le processus de colmatage du massif filtrant a lieu inévitablement et s'étend au fur-et-à-mesure de la vie des filtres.



Substrat presque toujours humide, peu oxygéné



☹ Boues blanchâtres

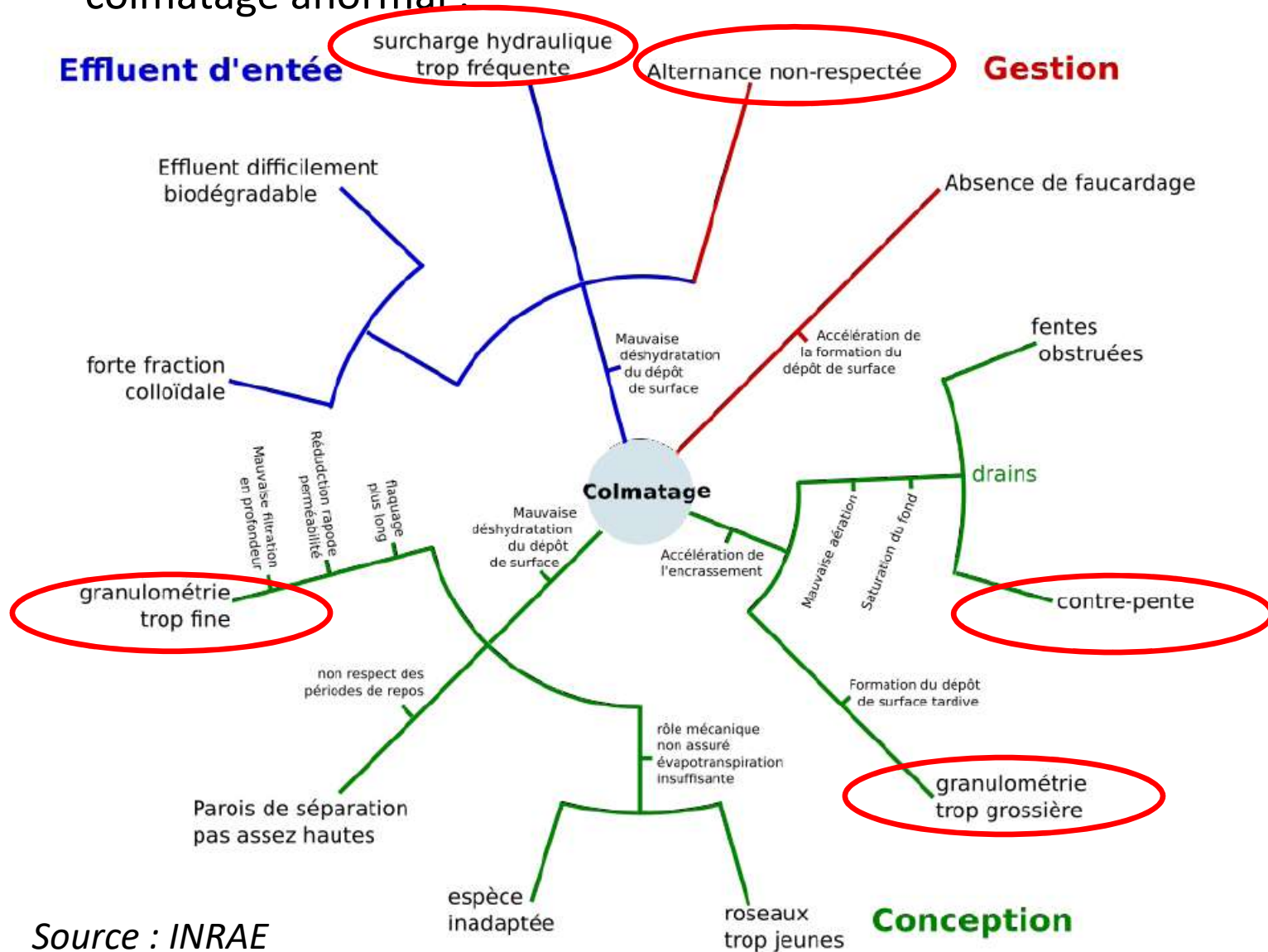


☹ Larves à queue de rat

Sources : INRAE

3) Processus de colmatage et origines

Arbre multicauses pour aider à déterminer l'origine d'un colmatage anormal :



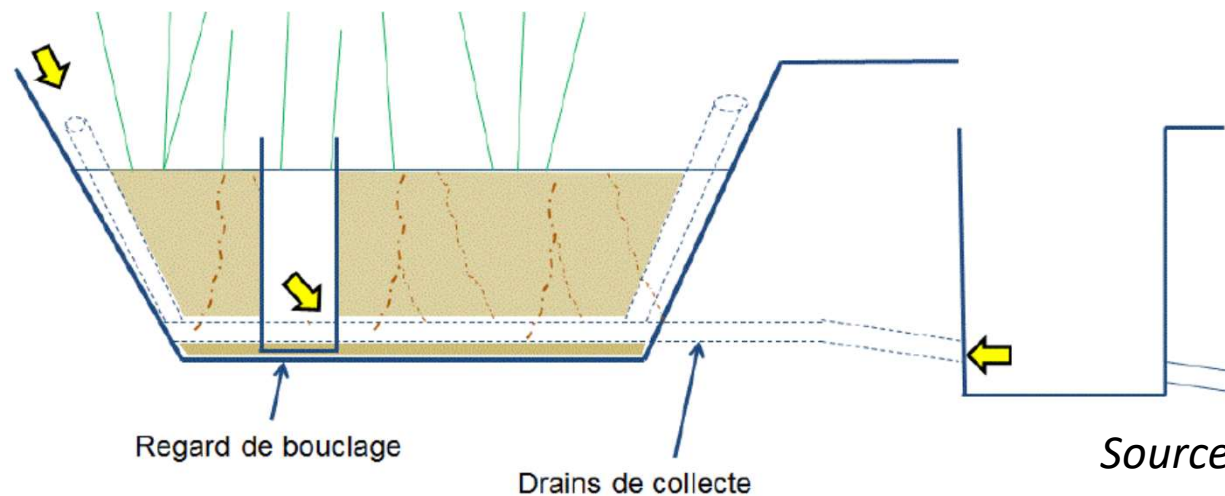
Source : INRAE

3) Processus de colmatage et origines

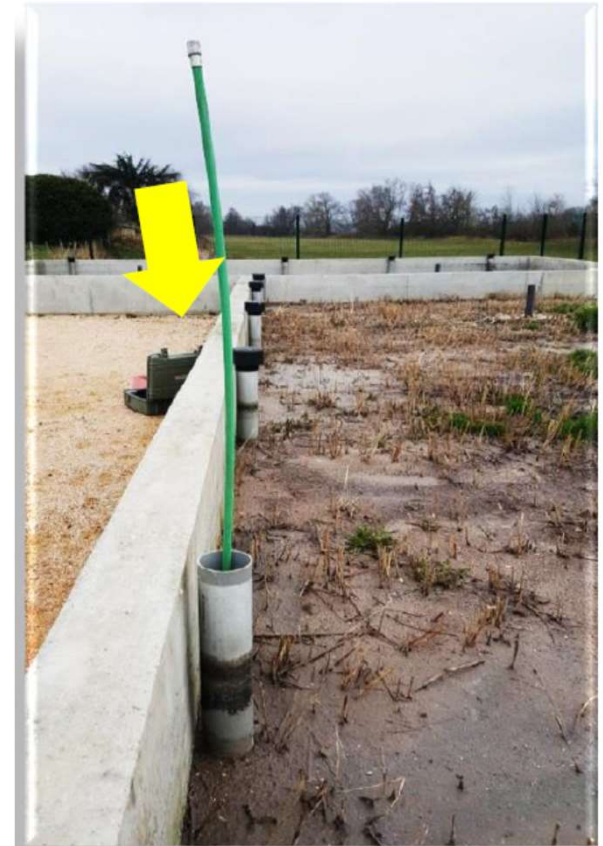
- Action préventive: canne de ramonage et jet d'eau
- Caméra Endoscopique éventuelle pour inspection des drains (casses, contrepentes, largeur fentes excessives avec transit de matériaux...)

Accès aux drains :

- Création systématique de regards de bouclage (interne) aux filtres
- Privilégier les coudes à angle « ouvert » entre les cheminées d'aération et les drains (faciliter le passage d'outils et de la caméra)



Source : INRAE



Source : EPNAC

3) Processus de colmatage et origines

Les solutions pour remédier à un défaut de colmatage (réhabilitation) :

- Extraction des granulats (stockage ISND 1, 2 ou 3) et remplacement par un matériau propre (10 -15 euros HT/tonnes hors transport);
- Extraction des granulats (couche filtrante/30 cm), nettoyage sur site ou externe puis remise en place (non encore développé sur le marché français) **et coût représentant 75% d'une STEP neuve (quid des garanties de pérennité) ;**

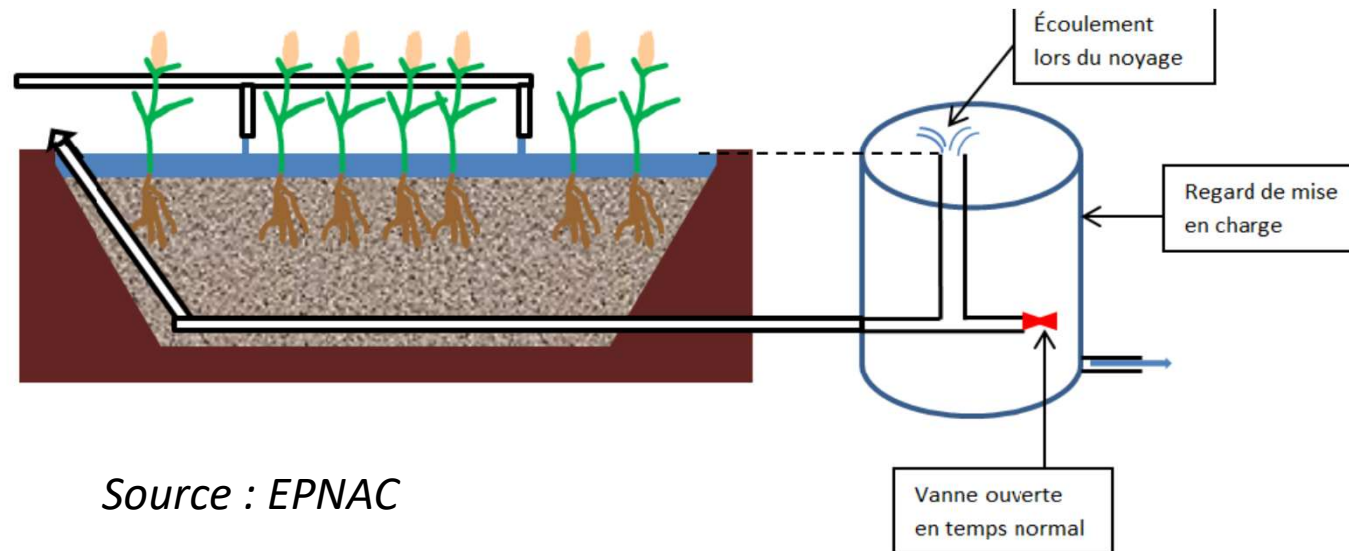
(source : INRAE étude du vieillissement des filtres plantés de roseaux, décembre 2019, et octobre 2022

NB: granulats ressource épuisable (2^{ème} ressource mondiale utilisée après l'eau/impact sur bassins sédimentaires et littoraux

4) Quelques recommandations/questions courantes (source: expérience SATESE 77 et INRAE)

- **Épuration apportée par les roseaux ? Très minime** (fixation de bactéries épuratrices rhizosphère)/rôle majoritairement mécanique pour retarder le processus de colmatage + évapotranspiration
- **Périodes d'ennoyage (lutte contre les adventices) ? : à ne pas faire en période d'étiage** des cours d'eau (cf: baisses de performances notamment sur la nitrification), sauf rejet dans des cours d'eau aux capacités de dilution importante (type Seine, Marne, Loing...)

Durée/plantes à rhizomes (type liseron): **10 à 12 semaines**



Source : EPNAC



Liseron



Ortie



Clématite



Chiendent



tomate

Paillis:
broyage
roseaux en fin
d'hiver+
compléter par
paille fine
type avoine
par exemple

	ARRACHAGE MANUEL ET CONTRÔLE VISUEL	ENNOYAGE	PAILLIS HORTICOLE	LÉGENDE
LISERON	efficacité selon la rigueur, l'assiduité de l'exploitant			Traitement efficace
ORTIES	efficacité selon la rigueur, l'assiduité de l'exploitant			Efficacité modérée
AUTRES ADVENTICES	efficacité selon la rigueur, l'assiduité de l'exploitant			

- **Période de rotation des casiers ?** : 2 fois par semaine dans l'idéal notamment si : problématique de nitrification, période de déficit hydrique ou période de surcharge hydraulique

4) Quelques recommandations/questions courantes (source: expérience SATESE 77 et INRAE)

Causes	Risques
- Jeunesse de l'installation	- Sous-développement des roseaux
- Sous-charge hydraulique	- Mort des roseaux
- Sous-dimensionnement du volume de bâchée	- Colmatage des massifs
- Mauvaise répartition des effluents	- Diminution de la qualité du traitement
- Manque d'entretien des casiers	
- Manque d'entretien des abords	

- **Période de replantation des roseaux** : envisageable toute l'année **mais évite les périodes de déficit hydrique ou de gel.**
- **Faucardage** : Ne pas faucarder les 2-3 premières années tant que les roseaux ne sont pas assez développés et hauts.

Ensuite: Faucardage et export tous les ans une fois les roseaux développés.

4) Quelques recommandations/questions courantes (source: expérience SATESE 77 et INRAE)

- **Temps d'exploitation:** Important les premières années (désherbage, griffage surface des lits...)

<= 1000 EH: entre 200 heures et 300 heures /an **soit 30 à 40 jours/an** minimum (temps pouvant être plus important les premières années: cf. arrachage manuel)



4) Quelques recommandations/questions courantes (source: expérience SATESE 77 et INRAE)

- Dimensionnement et charge hydraulique surfacique si apports d'eaux parasites :
 - ✓ Sur débits EU+ ECPP+ECM: entre 1 et 1,8 m/j **une fois par mois** et 0,11 m/h sur le 1^{er} et 2^{ème} étage suivant la précision des données de débits disponibles (fonction de la connaissance des occurrences mensuelles: si maîtrisée on peut monter/autrement sécurité à prendre, mais incidence sur taille des casiers)
 - ✓ Si ECPP qui peuvent arriver sur des périodes longues : **s'assurer d'avoir au max 0,7 m/j sur le 1^{er} et le deuxième étage sur la base du Q EU + Q ECPP**
 - ✓ Si ECM ponctuelles sans apports d'ECPP sur de longues périodes, ni phénomène de ressuyage :
- > augmentation revanches au minimum (+10 cm) : 50 cm à l'étage 1 et 30 cm au 2ème
- > peut permettre de partir sur un dimensionnement de 1,5 m²/EH à l'étage 1 et 1 m²/EH à l'étage 2 (limiter les surfaces des casiers)

MERCI POUR VOTRE ECOUTE

Visiter le site de l'eau du Département : <https://eau.seine-et-marne.fr/fr>



Département de Seine-et-Marne

Hôtel du Département

CS 50377

77010 Melun cedex

Tél. 01 64 14 77 77

seine-et-marne.fr



RENCONTRES TECHNIQUES DÉPARTEMENTALES

ASSAINISSEMENT COLLECTIF ET FILTRES PLANTÉS DE ROSEAUX :

Les points clés du
dimensionnement



SOMMAIRE

I. dimensionnement de base

II. Arrivée et dégrillage

III. Dimensionnement surfacique

IV. La gestion du temps de pluie

V. Division des lits

VI. Alimentation à fort débit

VII. profil hydraulique

VIII. autres points de vigilance

TEXTES DE RÉFÉRENCE

Filtres plantés de Roseaux (FPR) verticaux (FPRv) à 2 étages.

ÉPURATION
DES EAUX USÉES DOMESTIQUES
PAR FILTRATION
SUR LITS PLANTÉS DE MACROPHYTES

Prescriptions & Recommandations
POUR LA CONCEPTION ET LA RÉALISATION

2005



ARRIVÉE : DÉGRILLAGE ? / AUTOMATIQUE ?

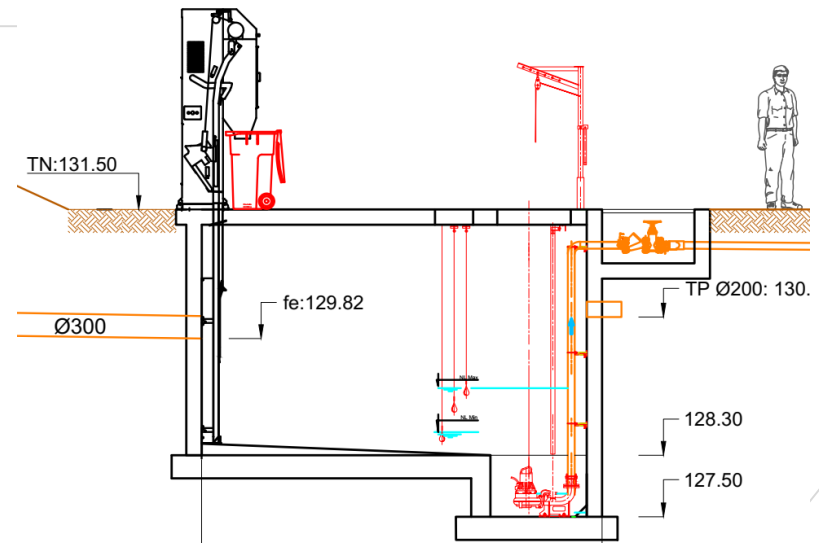
Minium dégrillage 20mm à mettre en place systématiquement.

Les clés de la décision :

- Historique de bouchages et production de déchet
- Équipement à protéger (pompes et vannes de petit diamètre plus sensibles qu'un auget)
- Profondeur d'arrivée => relever un panier de dégrillage à plus de 3m de profondeur est une vraie contrainte



Dégrilleur à vis (peu profond, maille fine)



Dégrilleur droit (profond)

DIMENSIONNEMENT SURFACIQUE

Surface utile (au miroir = la surface de filtration) :

Paramètres CEMAGREF :

- Réseaux séparatifs : $1.2 + 0.8 \text{ m}^2/\text{EH}$ (Equivalents Habitants)
- Réseaux unitaires : $1.5 + 1 \text{ m}^2/\text{EH}$ (Equivalents Habitants) => +25%
- Découpage en 3 files au 1^{er} étage et 2 files au 2^{ème} étage

IRSTEA :

- Débit horaire maximum : 0.11 m/h
- Débit moyen journalier : 0.45 m/j
- Charge hydraulique journalière max (récurrence mensuelle) : 1.8 m/j sur filtre avec boues ; => **retenir 0.9m/j** pour le dimensionnement nominal pour garantir les performances si incertitude sur les débits à traiter (mais marge de sécurité très importante)

DIMENSIONNEMENT SURFACIQUE

Exemple FPRv séparatif (2m²/EH) de 100 EH :

⇒ 200 m² utiles :

⇒ 1^{er} étage : 3 x 40m² ;

⇒ 2^{ème} étage : 2 x 40m²

⇒ Débit journalier admissible (0.9m³/j x 40m²) : 36m³/j

⇒ Débit moyen EU (120 l/EH * 100 EH) : 12m³/j

⇒ *Marge correspond à 2400m² de surface active x 10mm/j de pluie*

⇒ Débit horaire admissible : 4.4 m³/h

⇒ Débit de pointe EU (120 l/EH * 100 EH / 24h * 3 Cp) : 1.5m³/h

⇒ *Marge correspond à environ 1000m² de surface active x 3mm/h de pluie*

⇒ Possibilité de limiter le surdimensionnement sur réseaux pseudo-séparatifs


⇒ Étude hydraulique affinée à réaliser pour déterminer les besoins réels

DIMENSIONNEMENT SURFACIQUE

Réseaux unitaires : étude de cas - 2 FPRv à La Forêt Le Roi (91)

- LML : 255 EH avec 0.9 ha de surface active => dimensionnement « classique »
- CC : 545 EH avec 5.1 ha de surface active => dimensionnement « atypique »

temps sec	LML	CC
EH	255	545
ratio I/EH	120	120
ECPP (m3/j)	1.3	3.3
TOTAL TS	31.9	68.7
temps pluie	LML	CC
Sa (ha)	0.9	5.1
pluie 1 mois (10mm)	90	510
pluie 10 ans (52mm)	468	2652
TOTAL TP (1 mois)	121.9	578.7
capacité STEP	LML	CC
capacité hydrauliques STEP (m/j)	0.75	0.75
dimensionnement filtres 1 (m2/EH)	1.5	1.5
surface lit en fonctionnement (m2)	127.5	272.5
capacité hydrauliques STEP (m3/j)	95.625	204.375
débit nominal STEP (m3/h)	4.0	8.5



LML : x4
CC : x9 !

DIMENSIONNEMENT SURFACIQUE

Dimensionnement « classique » :

Résultat chronique =>

		LML
Qstep	m3/j	96
BO	m3	34
vidange BO par temps sec	j	0.5
surverse pluie 1 mois	m3	0
surverse chronique		5%
Qmoy chronique	m3/j	48
volume transitant BO		4%
nb jours STEP > Qj,moy	j	82
max consécutif	j	7
nb jours STEP = Qmax	j	36
max consécutif	j	3
nb jours bassin plein	j	14
durée max vidange	j	2.7
durée moyenne vidange	j	0.9
nb jours BO ne restitué pas	j	5
nb jours cons. maxvBO ne resti	j	1

0.75m/j

<0.45m/j

Calcul volume Bassin d'Orage

0.11m/h

Situation future - STEP LML :		1 ^{ère} heure	2 ^{ème} heure	3 ^{ème} heure	4 ^{ème} heure	5 ^{ème} heure	6 ^{ème} heure	Reste journée	Total journée
1	Pluie en mm (1 mois - durée 6h -	0.35	1.06	3.29	3.29	1.06	0.35	0	9.4
2	Q en m ³ pour une SA de : 9 000 m ²	3.2	9.5	29.6	29.6	9.5	3.2	0.0	84.6
3	Qeu+ecpp tps sec en m ³	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	23.9	31.9
4	Qeu+ecpp+ecm en m ³ (2 + 3)	4.5	10.9	30.9	30.9	10.9	4.5	23.9	116.5
5	Qaccepté par la STEP ≤ 14.0 m ³	4.5	10.9	14.0	14.0	10.9	4.5	37.3	96.0
6	Q vers bassin d'orage en m ³ (4 - 5)	0	0.0	16.9	16.9	0.0	0.0	0.0	34

0.75m/j

DIMENSIONNEMENT SURFACIQUE

Dimensionnement « atypique » : réduction volume BO et création d'un bassin de traitement des surverses

=> Attention au temps de vidange du BO !

		CC	CC	CC	CC	CC
Qstep	m3/j	204	204	204	204	204
BO	m3	200	136	80	50	0
vidange BO par temps sec	j	1.5	1.0	0.6	0.4	0.0
surverse pluie 1 mois	m3	176	240	296	326	376
surverse chronique		23%	26%	29%	30%	34%
Qmoy chronique	m3/j	123	119	114	111	105
volume transitant BO		11%	8%	5%	3%	0%
nb jours STEP > Qj,moy	j	157	139	135	113	104
max consécutif	j	12	11	10	10	8
nb jours STEP = Qmax	j	112	107	77	79	71
max consécutif	j	11	11	5	5	4
nb jours bassin plein	j	47	55	63	65	-
durée max vidange	j	10.5	9.1	4.7	4.4	-
durée moyenne vidange	j	2.9	2.2	1.5	1.3	-
nb jours BO ne restitue pas	j	34	31	27	27	-
nb jours cons. maxvBO ne resti	j	4	4	3	3	-
intensité max pluie traitée	mm/h	4.5	3.3	2.2	1.6	0.6

DIMENSIONNEMENT SURFACIQUE

Dimensionnement « atypique » : réduction volume BO et création d'un bassin de traitement des surverses

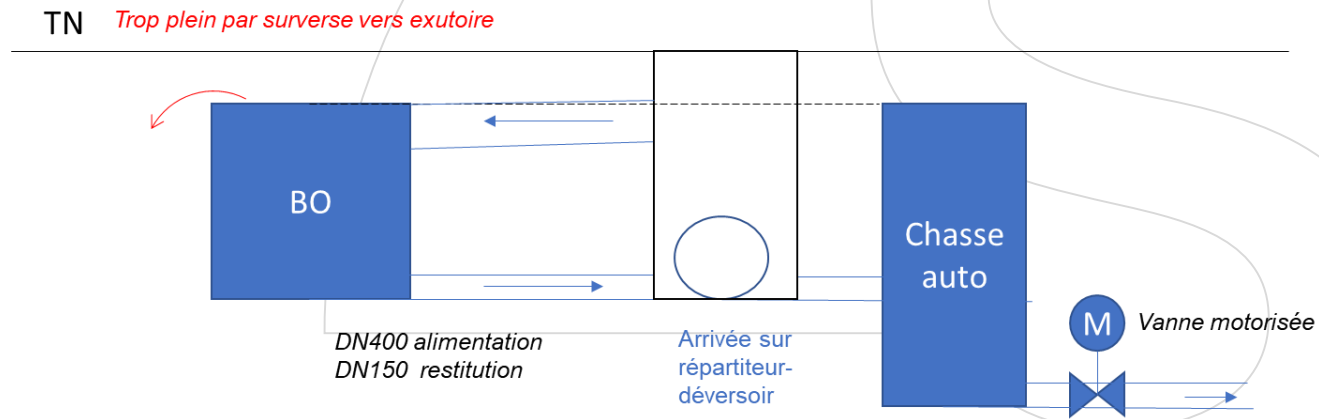
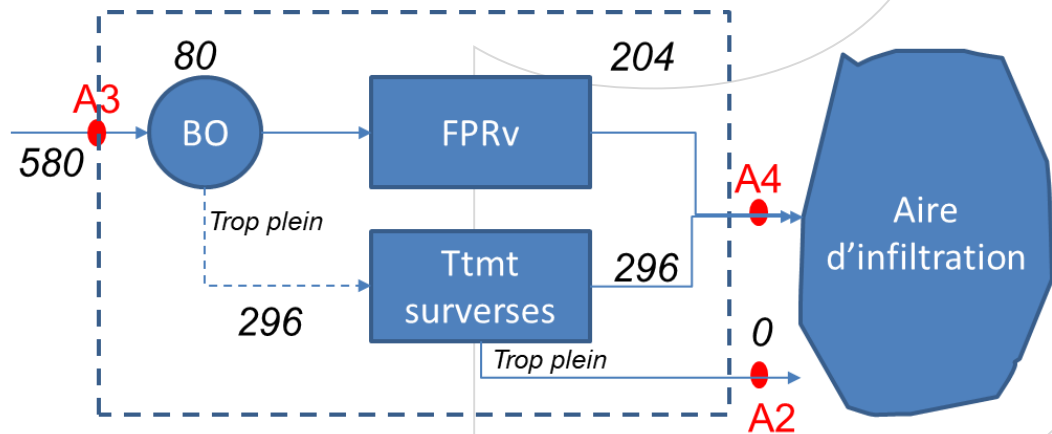


Schéma SANDRE

Bilan volumique
pluie mensuelle =>



DIVISION DES LITS

Dimensionnement de base (alternance tous les 5 à 7 jours) :

- 1^{er} étage : 3 lits (1 en fonctionnement)
- 2^{ème} étage : 2 lits (1 en fonctionnement)

Volume de stockage selon lame d'eau sur le filtre en fonctionnement :

- Valeur guide : 5cm
- Peut descendre jusqu'à 2cm

Possibilité de sous-diviser en 2 (ou plus) de files : intérêt ?

- réduction volume de stockage
- Réduction du temps de séjours

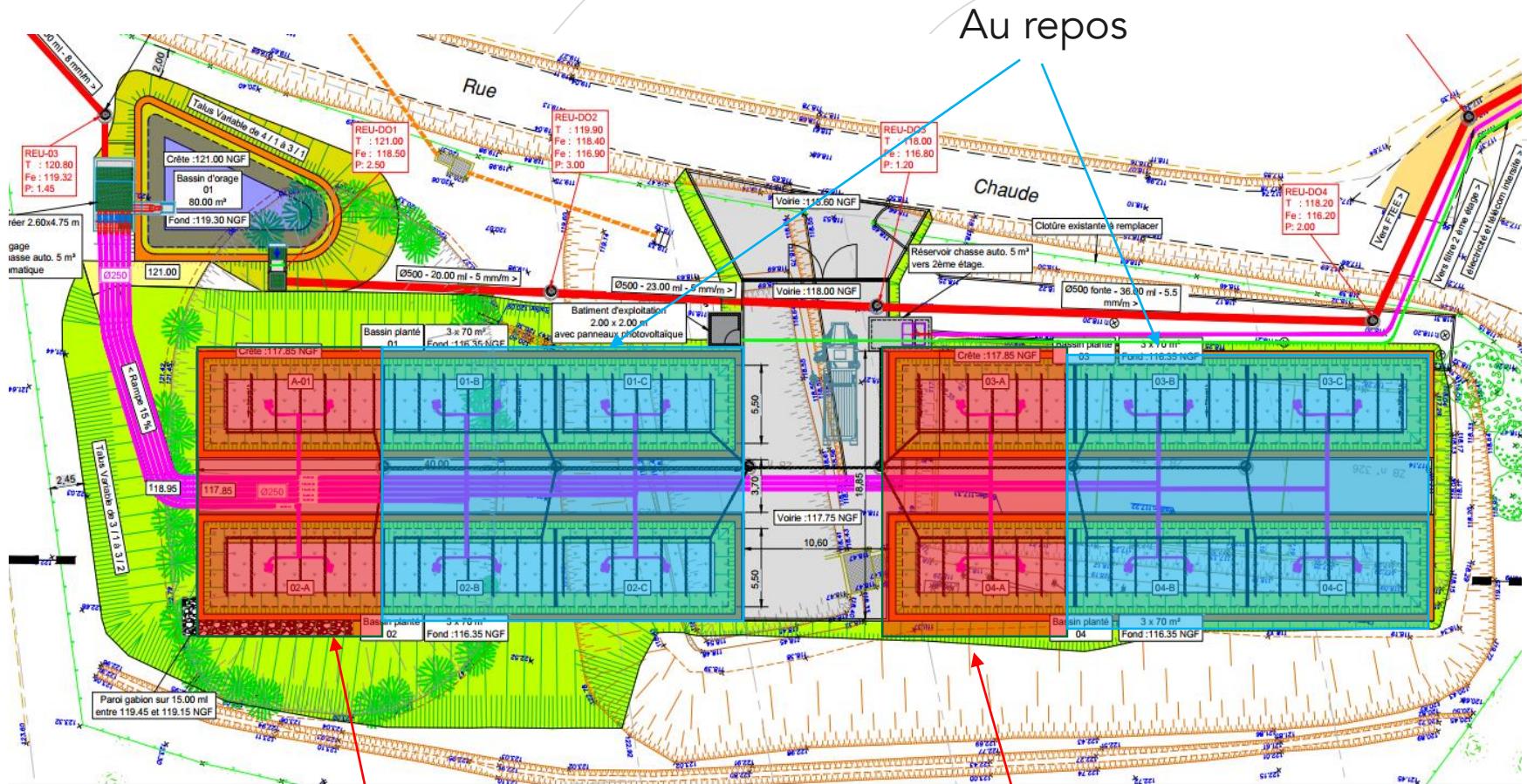
⇒ Viser un temps de séjours de 6h maximum au débit moyen de temps sec actuel (nominal peut être surestimé)

Inconvénient : nécessité d'une régulation (automate)

Pertinent :

- sur réseaux unitaires
- Sur STEP > 500 EH environ

DIVISION DES LITS : EXEMPLE D'UN 1^{ER} ÉTAGE



Au repos

Bâchées 1, 3, 5, etc

Bâchées 2, 4, 6, etc

Alternance par vannes motorisées

ALIMENTATION A FORT DEBIT

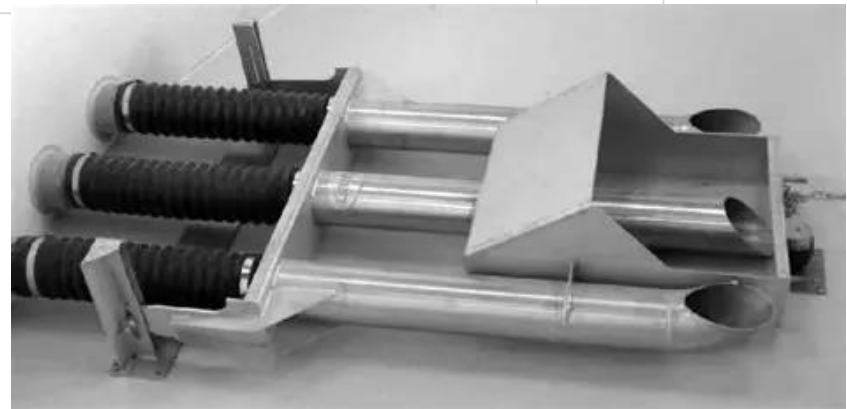
- Minimum 0.5 m³/h/m² (de filtre en service) => milieu de bâchée

2 catégories :

- Chasses mécaniques (auget, siphons)
- Électromécaniques (pompes, électrovannes)



Siphon (ineautech)



Auget (allistep)

PROFIL HYRAULIQUE

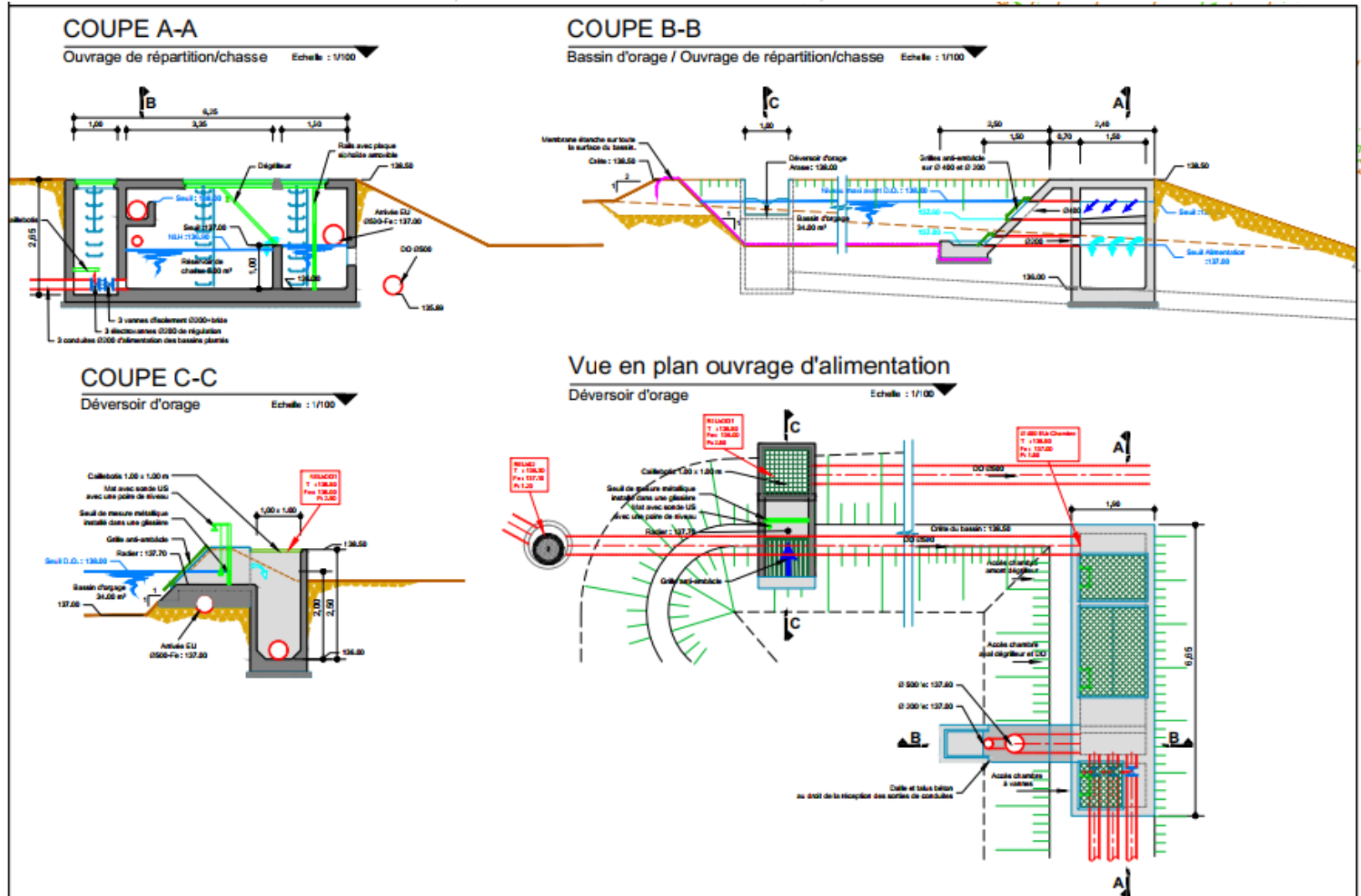
Le profil hydraulique se construit sur 3 points de référence :

- Fil d'eau d'arrivée
- Fil d'eau de sortie du canal de comptage (attention aux PHEC, notamment sur des petits cours d'eau sans valeur de référence!)
- Trop plein amont STEP (souvent oublié)

Dénivelée minimum pour un fonctionnement entièrement gravitaire : 4m environ

Equilibre déblais / remblais (attention aux volumes de démolition d'ouvrages existants)

EXEMPLE D'OUVRAGE D'ARRIVÉE



POINTS DE VIGILANCE

⇒ Voirie lourde autour du 1^{er} étage et accès aux ouvrages techniques (bassin d'orage, dégrilleur, postes de refoulement, chasse).

Caractéristiques habituelles :

- Largeur : 4m
- Rayon de giration : 10m extérieur

⇒ Drainage sous ouvrages (eau et gaz)

⇒ Épaisseur des couches de filtration : selon performances visées

⇒ Dispositifs de mise en charge des filtres (important à la mise en service)

⇒ Équilibre déblais / remblais

MERCI

Pour votre attention

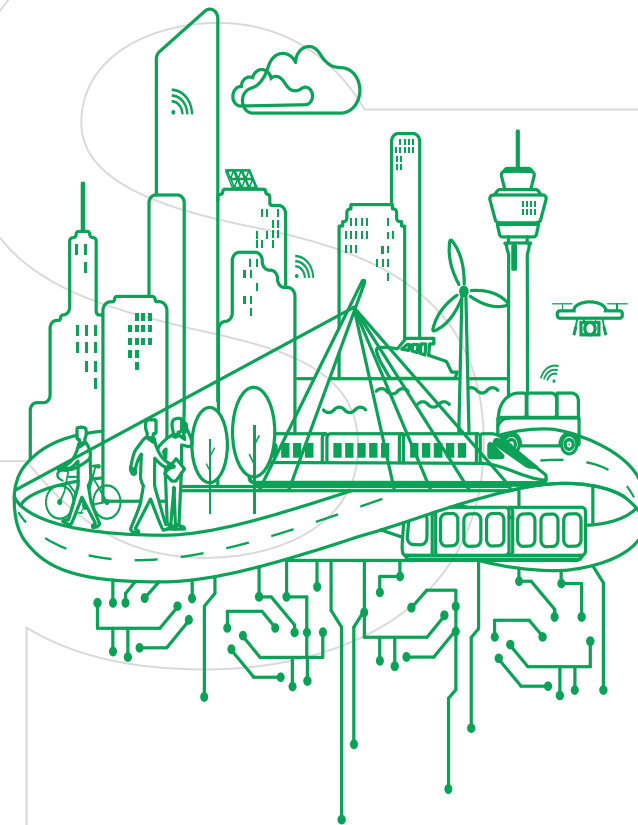
setec hydratec

Immeuble Central Seine

42-52, quai de la Rappée
75583 Paris Cedex 12, France

Tél : +33 1 82 51 60 00

Email : benjamin.destison@setec.com





Retour d'expérience sur les FPR en Nord Seine et Marne

Xavier PIERRETTE (Responsable Performance des Opérations)
Yohann BOUFFANDEAU (Service Process)



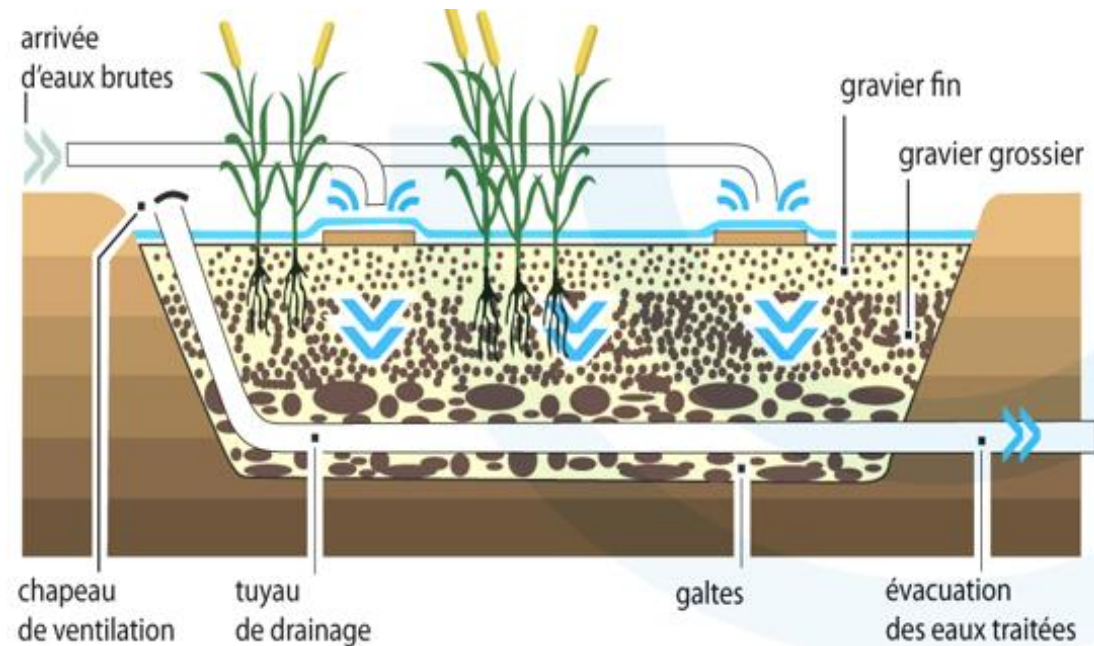
1



Principe de fonctionnement

Le Procédé

- Basé sur l'épuration biologique aérobie dans des milieux granulaires fins à grossiers.
- Adapté au traitement des eaux usées domestiques pour des capacités de 50 à 2 000 EH.
- Deux types de filtres plantés : à écoulement vertical (cas des FPR du Nord Seine et Marne) et à écoulement horizontal.
- Principe de fonctionnement :
 - Alimentation du filtre par des eaux brutes dégrillées.
 - Rétention physique des matières en suspension sur le média filtrant -> élimination de la pollution particulaire.
 - Dégradation biologique de la matière dissoute par la biomasse aérobie fixée sur le support filtrant
 - Apport d'oxygène favorisé par un fonctionnement par bâchée et la connexion des drains à l'atmosphère

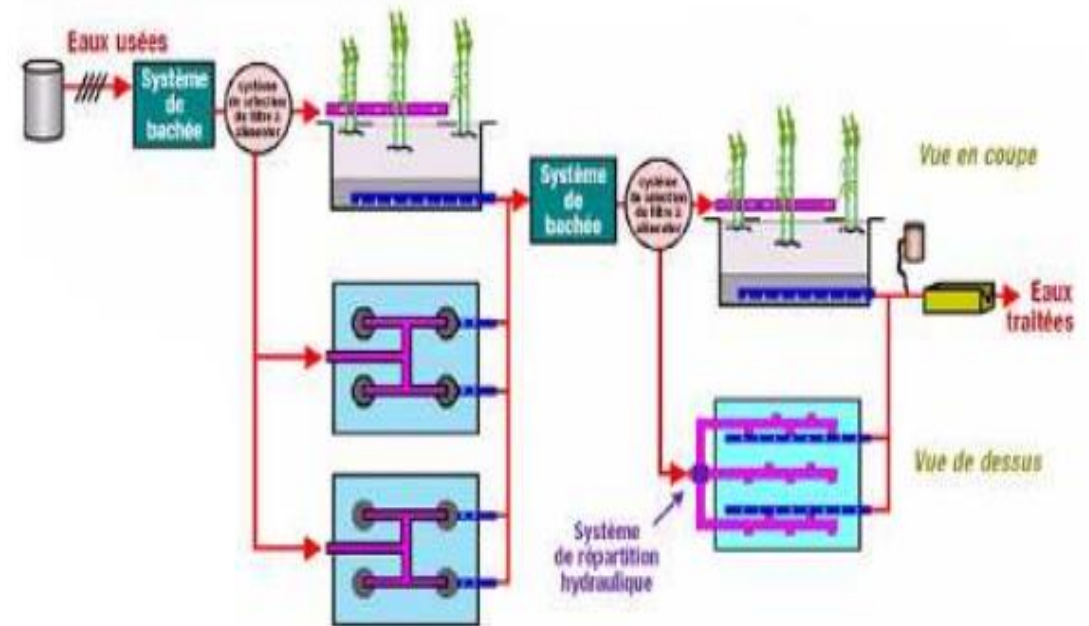


Filière de traitement classique

Composé de 2 étages de filtration en série :

- Dégrillage manuel ou automatique (entrefer de 20 à 30mm)
- 1er dispositif d'alimentation par bûchée (variable selon la configuration du terrain)
- 1er étage de filtration planté de roseaux drainé composé généralement de 2 à 3 lits -> **dégradation du Carbone organique et début de la nitrification**
- 2nd dispositif d'alimentation par bûchée
- 2nde étage de filtration planté de roseaux drainé -> **Finition sur le Carbone organique et début de la nitrification**
- Canal de mesure avant rejet au Milieu Naturel

Alimentation des lits par alternance : période d'alimentation/repos nécessaire à la minéralisation des dépôts.



Dispositif d'alimentation

Est en mesure de distribuer une lame d'eau de 2 à 5 cm sur toute la surface du lit.

Doit permettre un débit d'alimentation de 0,5m³/m²/h.

Type d'équipement	Remarques
Auget basculant	 <ul style="list-style-type: none">Faible volume de stockage.Usure rapide du système de basculement.Blocage de l'auget.
Chasse à clapet	 <ul style="list-style-type: none">Sensible à la présence de déchets grossiers -> risque d'alimentation continue
Siphon auto-amorçant	 <ul style="list-style-type: none">Permet d'obtenir des débits importants.Ne permet pas la vidange totale des effluents -> dépôtsFlexibles à avoir en stock
Poste de relevage	 <ul style="list-style-type: none">Nécessite des pompes à fort débit



Le matériau filtrant

- Matériau roulé lavé avec une teneur en fines <3% en masse
- Granulométrie des matériaux croissantes

1^{er} étage :

Couche filtrante >30cm de gravier (2-8mm)

Couche de transition : 10 à 20 cm de gravier (5-20mm)

Couche de drainage : 10 à 20 cm de gravier 20-40mm

2nd étage :

Couche filtrante >30cm de sable (0,25<d10<0,4mm),
CU<5, CaO<20%

Couche de transition : 10 à 20 cm de gravier (3-10mm)

Couche de drainage : 10 à 20 cm de gravier 20-40mm



Les roseaux

Le type de roseaux : Phragmites Australis

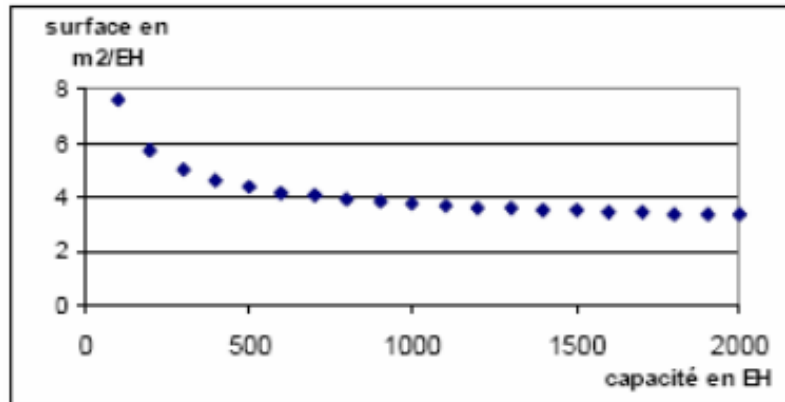
Le rôle des roseaux :

- mécanique par les tiges et les rhizomes qui favorise l'oxygénation du média drainant et évite le colmatage de surface
- protection de la biomasse en été (ombre) et en hiver (gel)
- impact épuratoire faible



Dimensionnement

En terme d'emprise totale : 4 à 8 m²/EH selon la taille de la station -> prise en compte des accès nécessaires pour le curage des lits



En terme de surface de lits (recommandation Cemagref) :

- Entre 2 à 2,5 m²/EH pour les 2 étages de filtration
- Entre 1,2 à 1,5 m²/EH pour le première étage (1 m²/EH Rhizostep SAUR)
- Entre 0,8 à 1 m²/EH pour le deuxième étage (0,6 m²/EH Rhizostep SAUR)



Installations en exploitation

ZRV = zone de rejet végétalisée

Station	Mise en service	Age	Constructeur	Capacité nominale en EH	Capacité hydraulique en m3/j	Réseau séparatif	Réseau unitaire	Durée exploitation SAUR	Filière	Nombre étages
Beautheil-Saints/Beautheil Bourg	2003	19	CREA Step	400	60	100%	0%	1,5	FPR	2
Sancy	2004	18	CREA Step	500	75	100%	0%	1,5	FPR	2
Douy la ramée (bourg)	2005	17	SAUR	250	37,5	100%	0%	17	FPR + infiltration	2
Bouleurs/Bourg	2009	13	MERLIN TP ENVIRONNEMENT	1500	225	100%	0%	1,5	FPR+ZRV	2
Beautheil-Saints/Limosin	2010	12	CREA Step	180	27	100%	0%	1,5	FPR	2
Beautheil-Saints/les-Parichets	2010	12	CREA Step	180	27	100%	0%	1,5	FPR	1
Bouleurs/Hameau de sarcy	2011	11	MERLIN TP ENVIRONNEMENT	135	20,2	100%	0%	1,5	FPR	2
Marolles en Brie (bourg)	2013	9	EDGARD DUVAL	400	60	100%	0%	<1	FPR	2
Signy-Signets (bourg)	2014	8	SAUR	500	75	100%	0%	3	FPR + ZRV	2
Bussièrès (bourg)	2018	4	CREA Step	500	75	100%	0%	3	FPR	2
Coulommès (bourg)	2019	3	CREA Step	600	90	100%	0%	1,5	FPR+ZRV	2
Villemareuil (bourg)	2019	3	EDGARD DUVAL	320	74,2	43%	57%	3	FPR	2
Vaucourtois (bourg)	2019	3	EDGARD DUVAL	250	37,5	100%	0%	3	FPR + ZRV	2

Installations en exploitation

Station	Capacité nominale en EH	Capacité hydraulique en m3/j	Dégrillage	Alim 1er étage	Nbre de lits 1er étage	Surface totale 1 ^{ere} étage	m2/EH 1 ^{ere} étage	Charge hydraulique nominale m/j	Alim 2nd étage	Nbre de lits 2nd étage	Surface totale 2nd étage	m2/EH 2nd étage
Beautheil-Saints/Beautheil Bourg	400	60	Panier	1 bâchée	3	480	1,2	0,13	1 bâchée	3	234	0,6
Sancy	500	75	Automatique	2 bâchées	3	600	1,2	0,13	1 poste	3	375	0,8
Douy la ramée (bourg)	250	37,5	Automatique	1 poste	2	150	0,6	0,25	1 poste	2	100	0,4
Bouleurs/Bourg	1500	225	Automatique	1 poste	6	1734	1,2	0,13	2 bâchées	8	1156	0,8
Beautheil-Saints/Limosin	180	27	Panier	1 poste	3	210	1,2	0,13	1 poste	2	140	0,8
Beautheil-Saints/les-Parichets	180	27	Grille manuel	1 bâchée	3	210	1,2	0,13				
Bouleurs/Hameau de sarcy	135	20,2	Panier	1 bâchée	3	162	1,2	0,12	1 poste	2	108	0,8
Marolles en Brie (bourg)	400	60		1 poste	3	360	0,9	0,17	1 poste	2	240	0,6
Signy-Signets (bourg)	500	75	Automatique	1 poste	2	480	1,0	0,16	1 poste	2	320	0,6
Bussièrès (bourg)	500	75	Automatique	1 poste	3	600	1,2	0,13	1 poste	2	400	0,8
Coulommès (bourg)	600	90	Automatique	1 bâchée	3	900	1,5	0,10	1 bâchée	2	600	1,0
Villemareuil (bourg)	320	74,2	Automatique	1 poste	3	480	1,5	0,15	1 poste	2	320	1,0
Vaucourtois (bourg)	250	37,5	Automatique	1 poste	3	375	1,5	0,10	1 poste	2	250	1,0

Performances épuratoires

Normes de rejet s'appliquant à la majorité des FPR sur le Nord Seine et Marne (Beautheil bourg, Bussières, Coulommès, ...) :

Normes rejet MES (mg/l)	Normes rejet DBO5 (mg/l)	Normes rejet DCO (mg/l)	Normes rejet NK (mg/l)
30 à 35	25	90 à 125	10 à 20

Pas de maîtrise de la dénitrification (NGL) ni de la déphosphatation (Pt) sur ce type de filière à 2 étages.



Performances épuratoires

Station	Capacité nominale en EH	Normes rejet MES (mg/l)	Normes rejet DBO5 (mg/l)	Normes rejet DCO (mg/l)	Normes rejet NK (mg/l)
Beautheil-Saints/Beautheil Bourg	400	30	25	90	10
Sancy	500	50% (an)	25	125	60% (an)
Douy la ramée (bourg)	250	50% (an)	35 ou 60% (an)	200 ou 60% (an)	
Bouleurs/Bourg	1500	35 ou 90% (an)	25 ou 80% (an)	125 ou 75% (an)	15 ou 70% (an)
Beautheil-Saints/Limosin	180	50% (an)	35 ou 60% (an)	200 ou 60% (an)	
Beautheil-Saints/les-Parichets	180	50% (an)	35 ou 60% (an)	200 ou 60% (an)	
Bouleurs/Hameau de Sarcy	135	50% (an)	35 ou 60% (an)	200 ou 60% (an)	
Marolles en Brie (bourg)	400	35 ou 94% (an)	25 ou 94% (an)	125 ou 88% (an)	15 ou 85% (an)
Signy-Signets (bourg)	500	35 ou 90% (an)	25 ou 70% (an)	125 ou 75% (an)	20 ou 60% (an)
Bussières (bourg)	500	35 ou 94% (an)	25 ou 94% (an)	125 ou 88% (an)	15 ou 85% (an)
Coulommes (bourg)	600	30 ou 90% (an)	25 ou 85% (an)	90 ou 85% (an)	15 ou 70% (an)
Villemareuil (bourg)	320	30 ou 92% (an)	25 ou 90% (an)	90 ou 86% (an)	15 ou 77% (an)
Vaucourtois (bourg)	250	30 ou 94% (an)	25 ou 93% (an)	125 ou 85% (an)	15 ou 82% (an)



Mise en service – les points clés

- Vérifier et régler le volume des bâchées : doit correspondre à une lame d'eau de 2 à 5 cm en moyenne sur toute la surface du lit et ne doit pas recouvrir les roseaux.
- Vérifier la répartition de la charge hydraulique sur toute la surface du lit et ceux sur les deux étages -> égaliser si nécessaire le niveau du massif filtrant sur toute la surface et/ou le nivellement du réseau de distribution (si aérien).
- Vérifier le bon écoulement en sortie de chaque étage (plus lente sur le 1^{er} étage).
- Privilégier une période de plantation des roseaux de mars à juin.
- Eliminer systématiquement les adventices qui se développent.
- Délai de 3 à 4 mois avant respect des normes de rejet et 1 an pour avoir le rendement optimal.



Mise en service – difficultés rencontrées

Démarrage en conditions de sous-charge :

- Problème de développement des roseaux -> stress hydrique -> augmenter les fréquences d'alternance des lits
- Problème de développement des adventices -> désherbage régulier et manuel

Démarrage proche de la charge nominale :

- Colmatage temporaire du 1^{er} étage (flaquage) -> scarifier des lits du 1^{er} étage (après repos) afin de faciliter la filtration et respecter l'alternance (à augmenter si nécessaire)





Exploitation courante - Recommandations

Malgré la simplicité du procédé, le contrôle du bon fonctionnement des équipements et l'entretien des lits est primordial :

Equipements	Opérations	Fréquence
Poste de relevage	<ul style="list-style-type: none"> Vérification état général : panier dégrilleur, détecteurs de niveau. Relève des compteurs horaires et vérification du temps de marche par pompe. 	A minima, 1/sem
	<ul style="list-style-type: none"> Curage du poste 	Dès que nécessaire (à minima, 1/an)
	<ul style="list-style-type: none"> Etalonnage des pompes 	A minima, 1/an
Dégrilleur	<ul style="list-style-type: none"> Vérifier le bon fonctionnement Retirer les refus et nettoyer au jet d'eau la grille et l'ouvrage 	à minima, 1/sem
Système de bâchées	<ul style="list-style-type: none"> Vérifier le bon fonctionnement du dispositif: pas d'écoulement continu, pas de blocage... Vérifier le bon état des équipements (flexibles, guides...) Relever des compteurs de bâchées 	à minima, 1/sem
	<ul style="list-style-type: none"> Curage de la bâchée 	Dès que nécessaire (à minima, 1/an)
	<ul style="list-style-type: none"> Vérification du volume de bâchée 	A minima, 1/an

Equipements	Opérations	Fréquence
Dispositif d'alternance	<ul style="list-style-type: none"> Alternier les lits tous les 3 à 4 jours, pour un étage de filtration à 3 lits ou chaque semaine, pour un étage à 2 lits. 	1 à 2/sem
Système de répartition	<ul style="list-style-type: none"> Vérifier que l'alimentation des lits est bien homogène (absence de fuite, de colmatage...). Vérifier que les systèmes anti-affouillement soient bien horizontaux. 	à minima, 1/sem
Massifs filtrants	<ul style="list-style-type: none"> Vérifier la percolation des 2 étages. Contrôler l'aspect des effluents sortie de chaque étage (turbidité, odeur, couleur...) et mesurer le NH4 sortie du 2nd étage. 	à minima, 1/sem
	<ul style="list-style-type: none"> Désherber manuellement. 	Dès que nécessaire
	<ul style="list-style-type: none"> Faucardage des roseaux à partir de la 2nde ou 3ème année qui suit la plantation. Nettoyer les drains avec un jet sous pression (Rior) à partir des regards d'évacuation. Mesurer la quantité de boues accumulées. 	Tous les ans
Entretien des abords	<ul style="list-style-type: none"> Curage des boues lorsqu'on atteint 20 à 30 cm de boues. 	Environ 10 à 15 ans
	<ul style="list-style-type: none"> Tonte des espaces verts, élaguer les arbres. Désherber les liserons se développant sur les clôtures. 	

Exploitation – Problématiques rencontrées

Flaquage et mise en charge des filtres :

Causes récurrentes	Solutions
Surcharge hydraulique trop importante et trop fréquente Arrivée d'eau claire parasite/pluviale et dépassement de la charge hydraulique	<ul style="list-style-type: none">• Régler le volume des bâchées• Augmenter la fréquence d'alternance des casiers• Scarifier la surface des lits (s'applique à la mise en service)
Défauts d'étanchéité des systèmes de bâchée	<ul style="list-style-type: none">• Maintenance des équipements• Nettoyage régulier des chasses pour limiter l'accumulation de matière

Exploitation – Problématiques rencontrées

Répartition hétérogène des roseaux :

Causes récurrentes	Solutions
Bouchage des asperseurs des rampes d'aspersion	<ul style="list-style-type: none">• Déboucher régulièrement les asperseurs.• Augmenter le diamètre des asperseurs.
Défaut de niveau des rampes d'aspersion	<ul style="list-style-type: none">• Remise à niveau des rampes.
Colonisation du filtre par des plantes autres que les roseaux	<ul style="list-style-type: none">• Arrachage manuel des adventices ou saturation temporaire (ennoyage) de l'étage concerné.
Vitesse d'infiltration trop rapide (Pousse de roseaux auprès des asperseurs)	<ul style="list-style-type: none">• Adapter le volume de bâchée à la surface plantée (lame d'eau de 3 cm).• Couchage et enfouissement des tiges faucardés pour aider au développement de roseaux sur toute la surface.• Replanter des roseaux si besoin.



Faucardage

A effectuer chaque année au bout 2 ou 3 ans.

Opération nécessaire afin :

- de limiter l'accumulation de boues sur les filtres liés à la fanaison des roseaux
- d'assurer une meilleure reprise des roseaux
- de protéger contre certaines maladies

Période : de novembre à mars selon le climat de chaque région.
Dans notre cas, réalisé à la fin de l'hiver (mars)

Méthodes :

- Hauteur de coupe : 30 à 40 cm au dessus de la boue
- Matériel : débroussailleuse ou taille haie

Bien surveiller la période de repousse avec un désherbage systématique des adventices ou un ennoyage si développement massif important.



Curage des boues

Quand déclencher le curage?

- Atteinte d'une hauteur de boues de 20 à 30cm dans le lit.
- Et surtout, avant d'avoir des difficultés d'infiltration.

Quelle filière de traitement pour les boues?

- Epandage -> nécessite avec la réglementation COVID, l'arrêt de l'alimentation des lits concernés pendant 1 an
 - Compostage
- > Sous réserve des analyses réglementaires conformes



Curage des boues

Quelle méthodologie?

- Arrêter l'alimentation du filtre 2 à 3 semaines avant l'opération (si possible).
- Si réseau d'alimentation des lits à curer aérien, démonter l'ensemble des rampes.
- Faucarder les roseaux avant l'évacuation des boues.
- Utiliser pour le curage une pelle à godet de curage sans dents (pour limiter des racines des roseaux).
- Laisser une épaisseur de 5 cm de boues afin de préserver les rhizomes et ne pas déstructurer les couches de matériaux filtrants.
- Ratissage manuel du lit curé après curage (et non pas au godet).
- Remise en eau du lit selon les mêmes précautions que lors d'une mise en service



Curage des boues

Problématiques rencontrées :

- Difficultés d'accès autour des lits -> possibilité de curer les boues que d'un côté.
- Enlèvement d'une partie du massif filtrant lors du curage des lits -> nécessité de remettre du gravier après curage.
- Casse d'une partie des réseaux d'alimentation enterré et de ventilation.
- Curage tardif des lits avec des boues et colmatage du massif filtrant.



4

Respect des performances



Respect des performances

Parmi les 13 stations en exploitation, 12 sont conformes et 1 en cours de réhabilitation.

Station	Capacité nominale en EH	Rejet moyen 2021 MES (mg/l)	Rejet moyen 2021 DBO5 (mg/l)	Rejet moyen 2021 DCO (mg/l)	Rejet moyen 2021 NK (mg/l)	Respect des normes de rejet
Beautheil-Saints/Beautheil Bourg	400	-	6	56	4,3	oui
Sancy	500	97%	5	18	98%	oui
Bouleurs/Bourg	1500	8/94%	5/98%	43/94%	16/82%	oui
Beautheil-Saints/Limosin	180	88%	16/87%	60/83%	15	oui
Beautheil-Saints/les-Parichets	180	94%	46/92%	125/94%	16,6	oui
Bouleurs/Hameau de Sarcy	135	99%	5/99%	35/96%	1,4	oui
Marolles en Brie (bourg)	400	6/98%	6/98%	41/94%	2,8/98%	oui
Signy-Signets (bourg)	500	4/99%	8/94%	20/96%	1,2/98%	oui
Bussières (bourg)	500	14/93%	7/96%	42/90%	5,5/94%	oui
Coulommès (bourg)	600	7/96%	2/98%	19/95%	1,7/96%	oui
Villemareuil (bourg)	320	6/93,2%	4/97%	22/93%	1,6/97%	oui
Vaucourtois (bourg)	250	19/86%	19/87%	66/82%	10/79%	oui





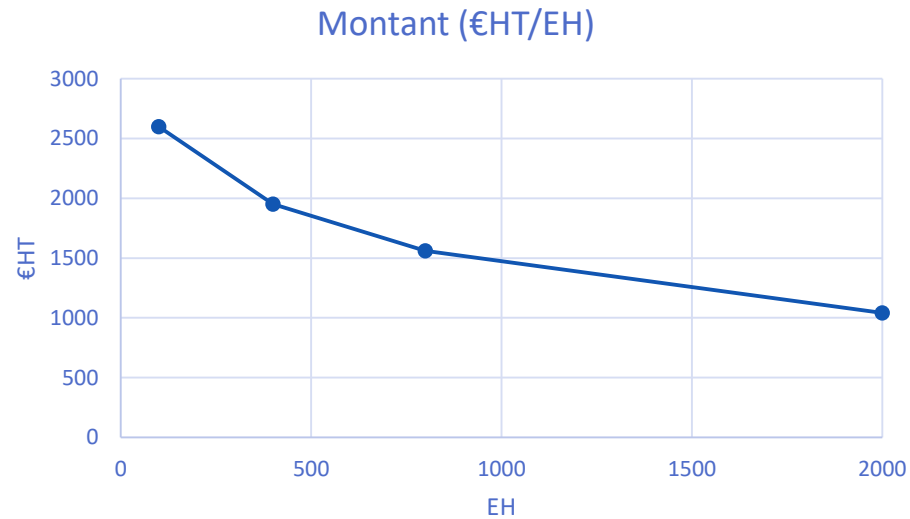
5



Coût d'investissement et d'exploitation

Coût d'investissement

Coût d'investissement compris entre 1 000 et 2 600€/EH selon la taille de la station



Pour comparaison, enveloppe travaux pour une boue activée faible charge (1 000 à 2 000EH) comprise entre 1 500 et 2 500€HT/EH selon la filière boues et les fondations nécessaires.



Temps d'exploitation

Tâches	400 EqH			1000 EqH		
	Fréquence	Durée	Total annuel	Fréquence	Durée	Total annuel
Inspection dégrillage	1/sem	10 min	9 h	1/sem	10 min	9 h
Rotation des filtres, contrôle des siphons	2/sem	5 min	9 h	2/sem	5 min	9 h
Contrôle et nettoyage des systèmes de distribution	2/an	2 h	4 h	2/an	3 h	6 h
Nettoyage des regards	2/an	1 h	2 h	2/an	1,5 h	3 h
Faucardage des roseaux	1/an	30 h	30 h	1/an	80 h	80 h
Evacuation des boues	1/10 ans	30 h	3 h	1/10 ans	60 h	6 h
Nettoyage des abords	6/an	4 h	24 h	6/an	8 h	48 h
Inspection générale	1/sem	10 min	9 h	1/sem	15 min	13 h
Enregistrement des tâches et mesures	1/sem	15 min	13 h	1/sem	20 min	18 h
Total annuel			103 heures			192 heures

CG 69 – 20 juin 2011



- Données variables selon la nécessité de désherber manuellement ou non les lits



- Retour d'expérience (hors faucardage des roseaux, évacuation des boues et nettoyage des abords) :
 - Exploitation hebdomadaire (hors période de repousse des roseaux) : 100 à 110h par an
 - Pendant la période de repousse des roseaux : rajouter 20h pour les petites stations et 40h pour les plus grosses stations



6



Avantages et inconvénients

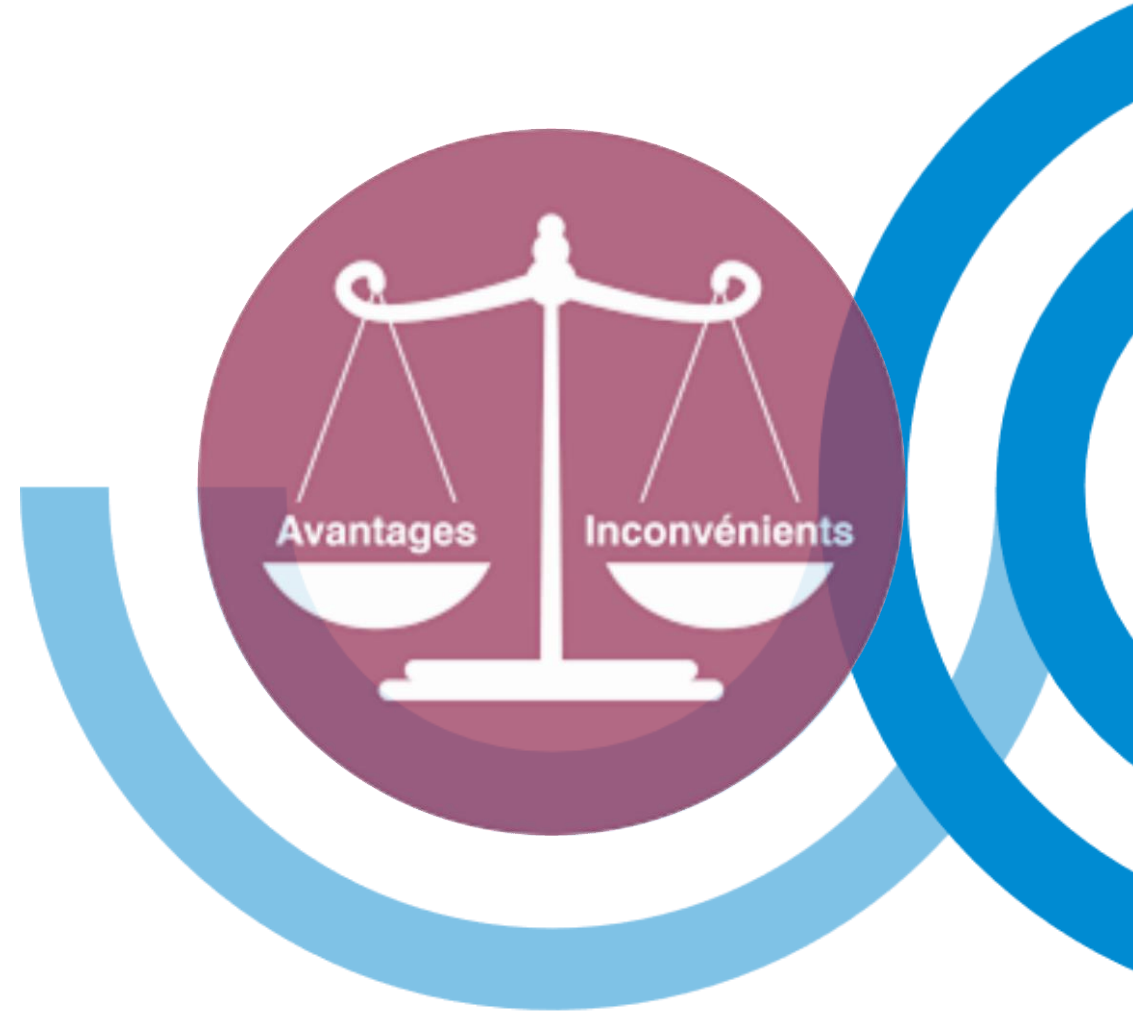
Avantages

- Bon rendement épuratoire sur le carbone et l'azote organique
- Adapté aux variations de charges saisonnières et instantanées
- Traitement des eaux usées brutes sans prétraitement
- Coûts de fonctionnement faible (quasi pas d'énergie)
- Stockage et minéralisation des boues (entre 10 et 15 ans)
- Technicité d'exploitation faible
- Intégration au territoire facile
- Nuisance limitée



Inconvénients

- Maitrise du processus épuratoire limité
- Rendement sur l'azote global et le phosphore
- Emprise au sol importante
- Gestion des adventices

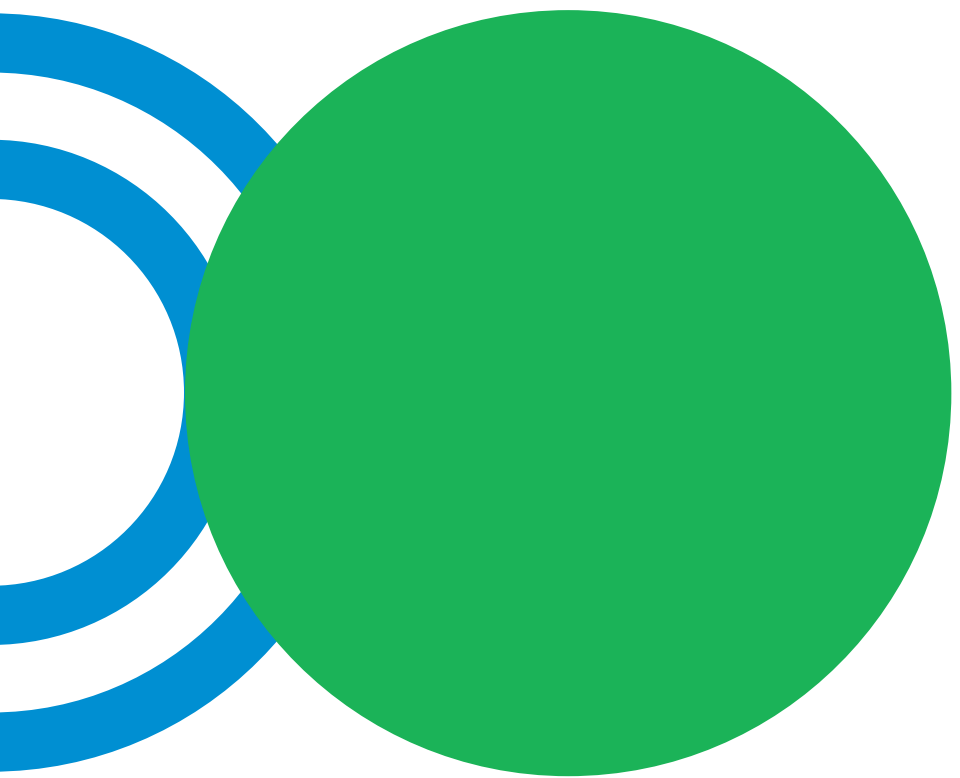




Retour d'expérience







Merci pour votre attention

RENCONTRES TECHNIQUES DÉPARTEMENTALES 2022

LE TRAITEMENT DES NITRATES ET PHOSPHATES PAR FILTRES PLANTÉS DE ROSEAUX



Philippe MICHEL

Kevin MACIEJEWSKI

2022

PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE SCIRPE



PRÉSENTATION SCIRPE



Groupe SCIRPE | Traiteur d'eau au service des collectivités rurales

Société de Conception, Ingénierie et Réalisation Pour l'Épuration

Spécialiste du traitement des eaux usées et boues par filtres à macrophytes

Date de création : Juillet 2001

Équipe de 18 professionnels



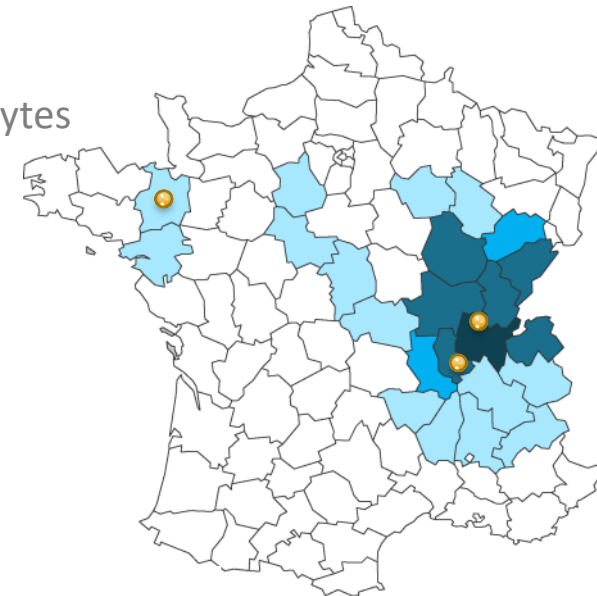
SCIRPE Centre Est
Sainte-Foy-lès-Lyon (69)



SCIRPE Atelier
Domsure (01)



SCIRPE Grand Ouest
Rennes (35)

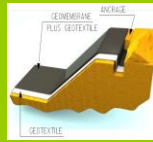


- de 1 à 5 références
- de 6 à 10 références
- de 11 à 20 références
- + de 21 références
- Implantations

Pôle Projet

Réponses techniques et financières adaptées aux besoins des communes

Dimensionnement et conception sur mesure

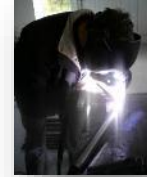


Pôle Réalisation

Coordination des travaux

Atelier de fabrication/montage

Montage des équipements sur site



Pôle Services aux Communes

Formation du personnel

Suivi des installations

SAV



Pôle R & D

Développe des procédés à la pointe de l'innovation technique et en garantit les résultats

Procédé Azoé®

Chasse SCIRPE

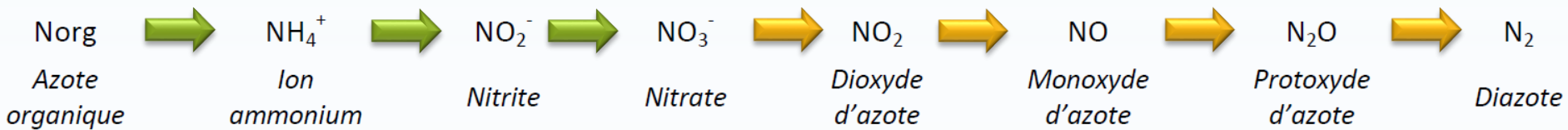


LE TRAITEMENT DES NITRATES PAR FILTRES PLANTÉS DE ROSEAUX



TRAITEMENT DE L'AZOTE

✧ Phases de transformation de l'azote :



✧ Principaux processus dans le traitement biologique de l'azote :

- Ammonification
- Assimilation
- Nitrification
- Dénitrification

✧ Réaction de **nitrification** ⇒ en présence d'oxygène

✧ Réaction de **dénitrification** ⇒ en **conditions anoxiques** (absence d'oxygène)

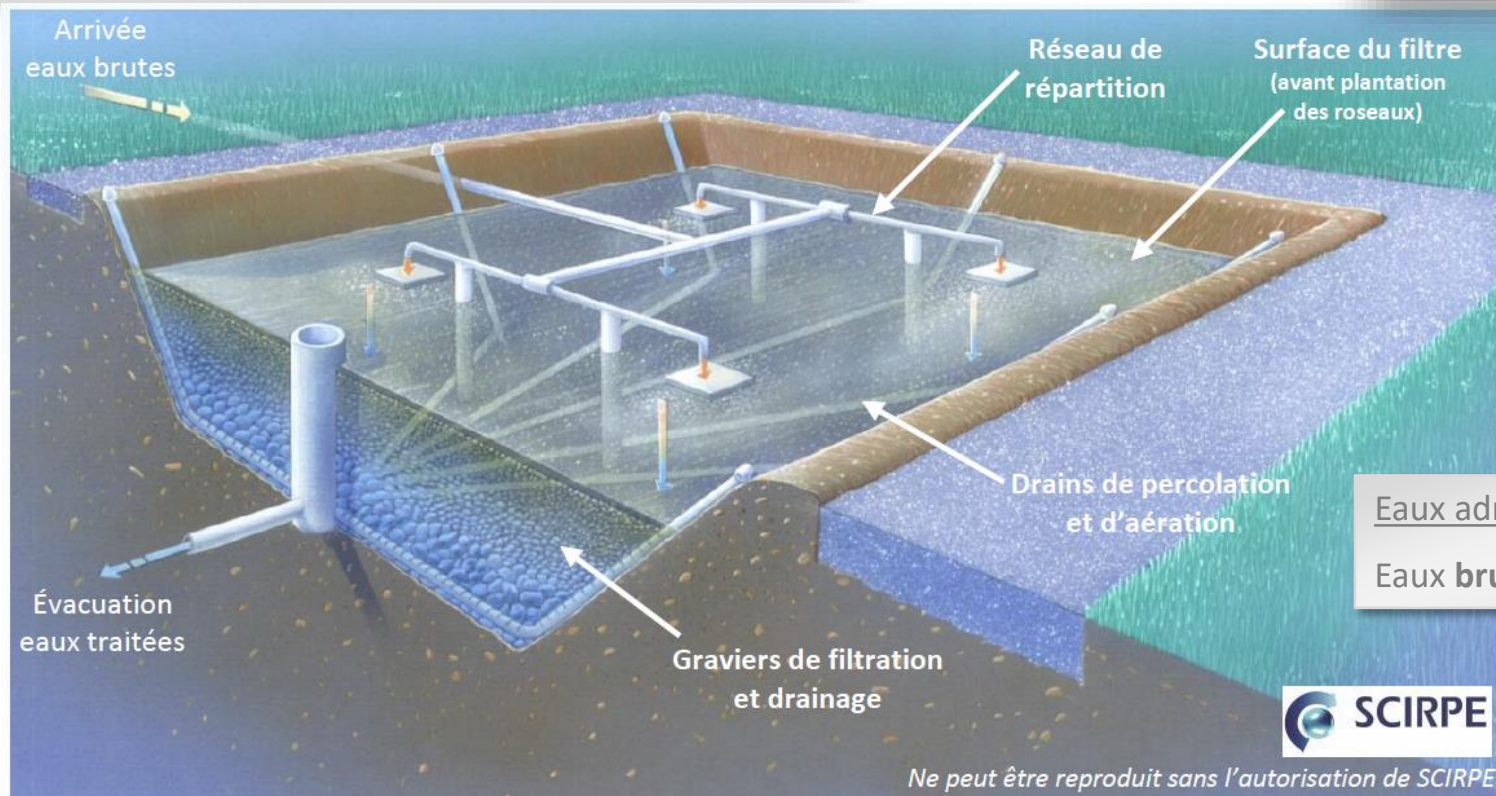
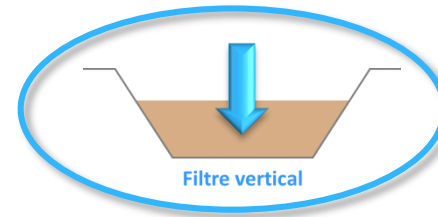
⇒ A mettre en œuvre dans les filières par **étapes successives**

LES FILTRES PLANTÉS DE ROSEAUX

FILTRE VERTICAL

Filtre planté de roseaux à écoulement vertical

- ❖ Percolation **verticale** de l'eau
 - ❖ Aération
- ⇒ Excellente **nitrification**



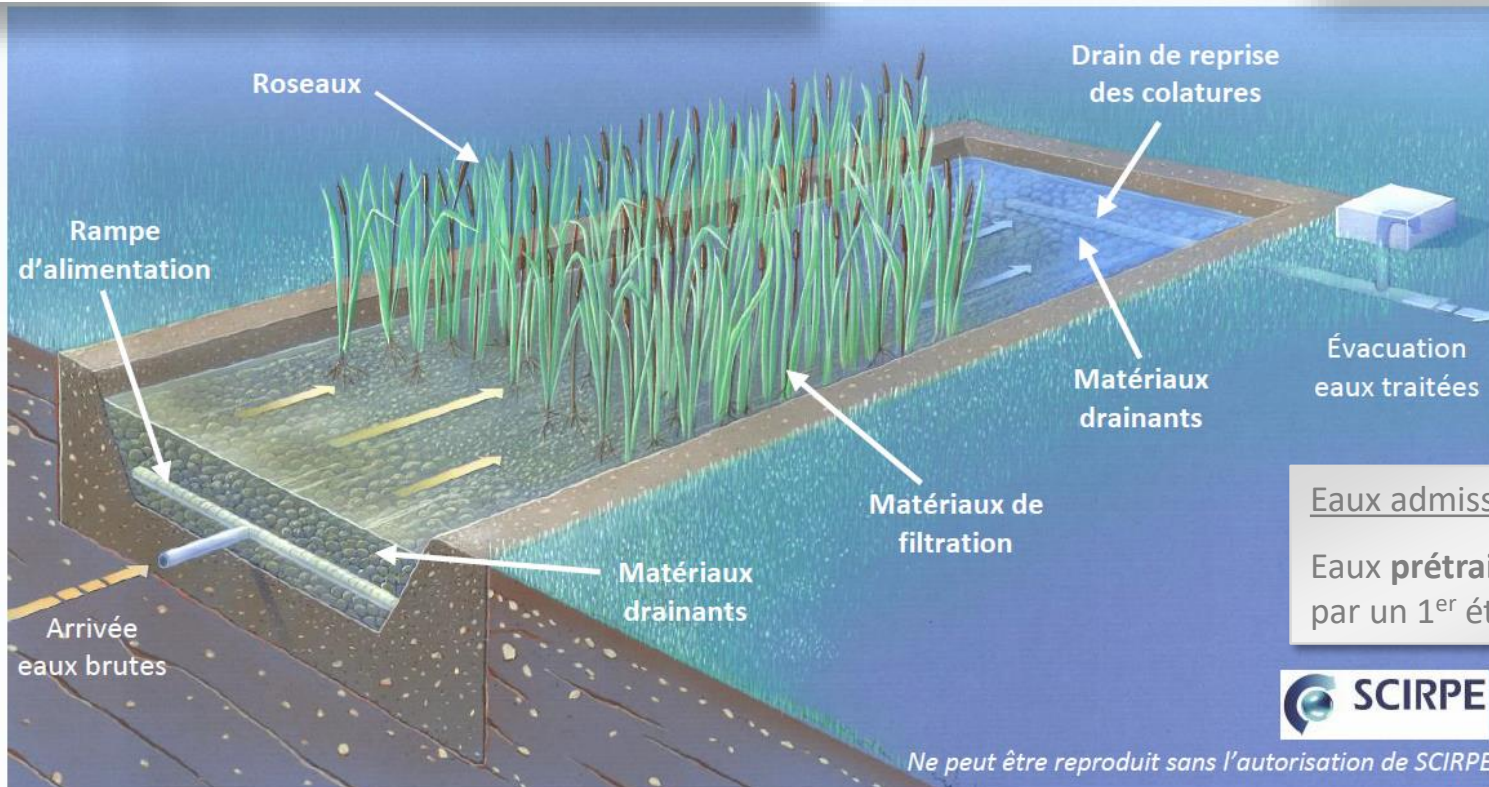
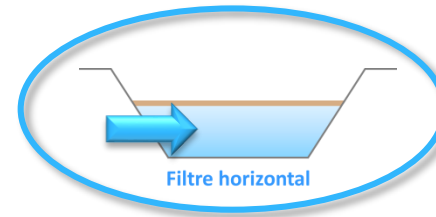
LES FILTRES PLANTÉS DE ROSEAUX

FILTRE HORIZONTAL

Filtre planté de roseaux à écoulement horizontal sous la surface

- ❖ Circulation **horizontale** de l'eau sous la surface
- ❖ Création de **zones anoxiques**

⇒ **Dénitrification**



Eaux admissibles :

Eaux **prétraitées** au min par un 1^{er} étage de FPR

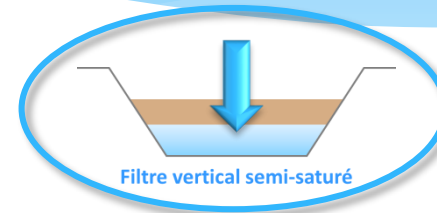
LES FILTRES PLANTÉS DE ROSEAUX

FILTRE VERTICAL SEMI-SATURÉ

Filtre planté de roseaux à écoulement vertical semi-saturé

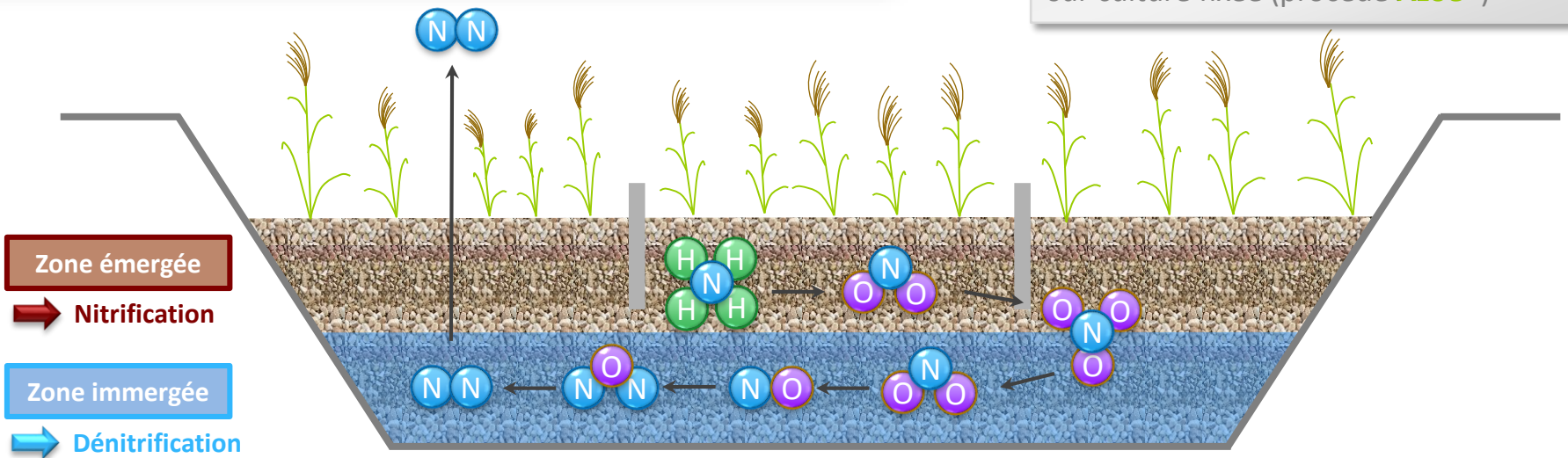
- ❖ Percolation **verticale** de l'eau
- ❖ Aération dans la **zone émergée supérieure**
- ❖ Conditions anoxiques dans la **zone saturée inférieure**

⇒ **Nitrification / Dénitrification**

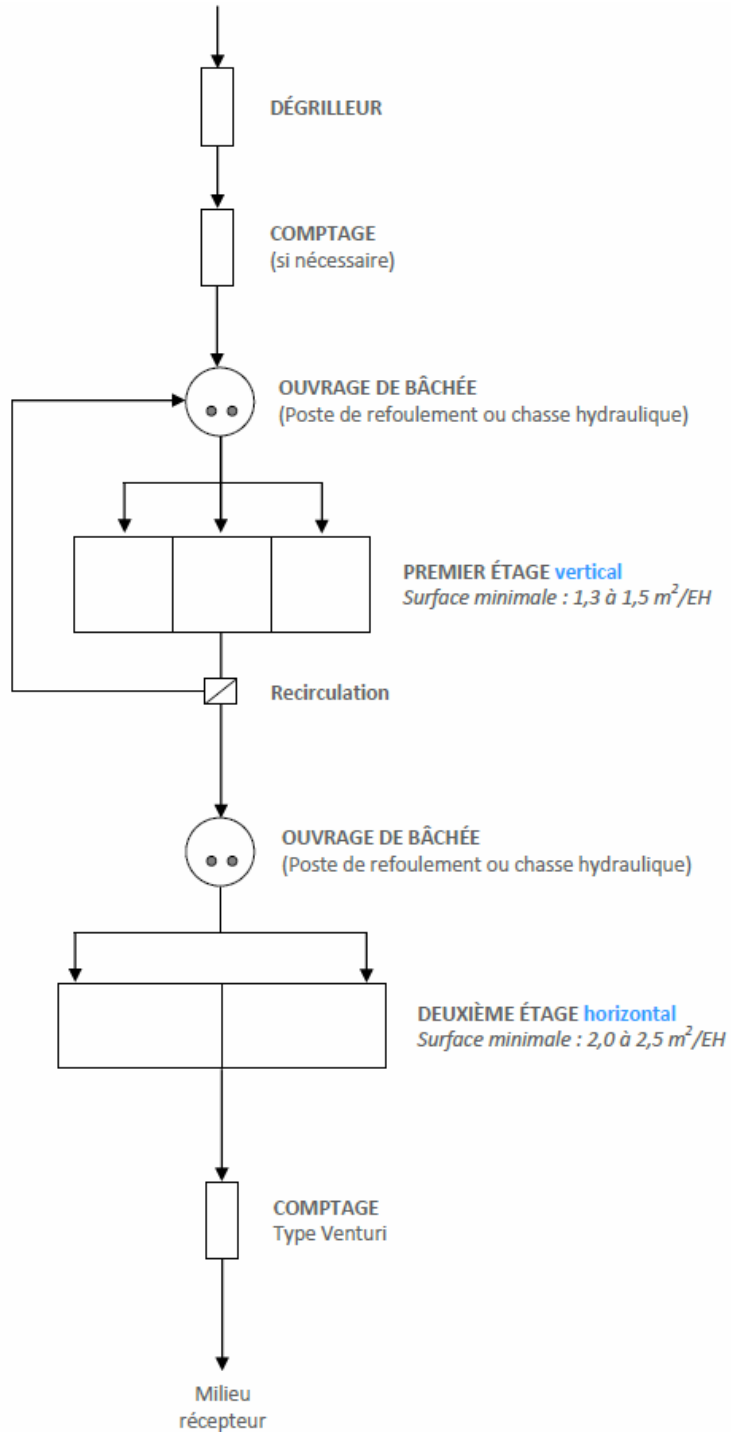


Eaux admissibles :

Eaux **prétraitées** au min par un 1^{er} étage de FPR ou par prétraitement biologique sur culture fixée (procédé **Azoé®**)

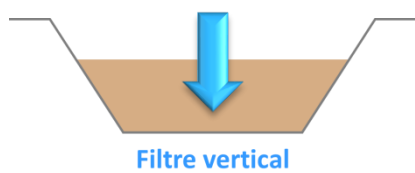


Filtre vertical partiellement immergé



FILIÈRE TYPE

DÉNITRIFICATION SIMPLE



Filtres plantés de roseaux avec dénitrification simple

Surface totale ≥ 3,5 m²/EH
 ⇒ **NGL ≤ 40 mg/L**

EXEMPLE DE RÉALISATIONS

DÉNITRIFICATION SIMPLE



Station de Rachecourt sur Marne

Dépt 52

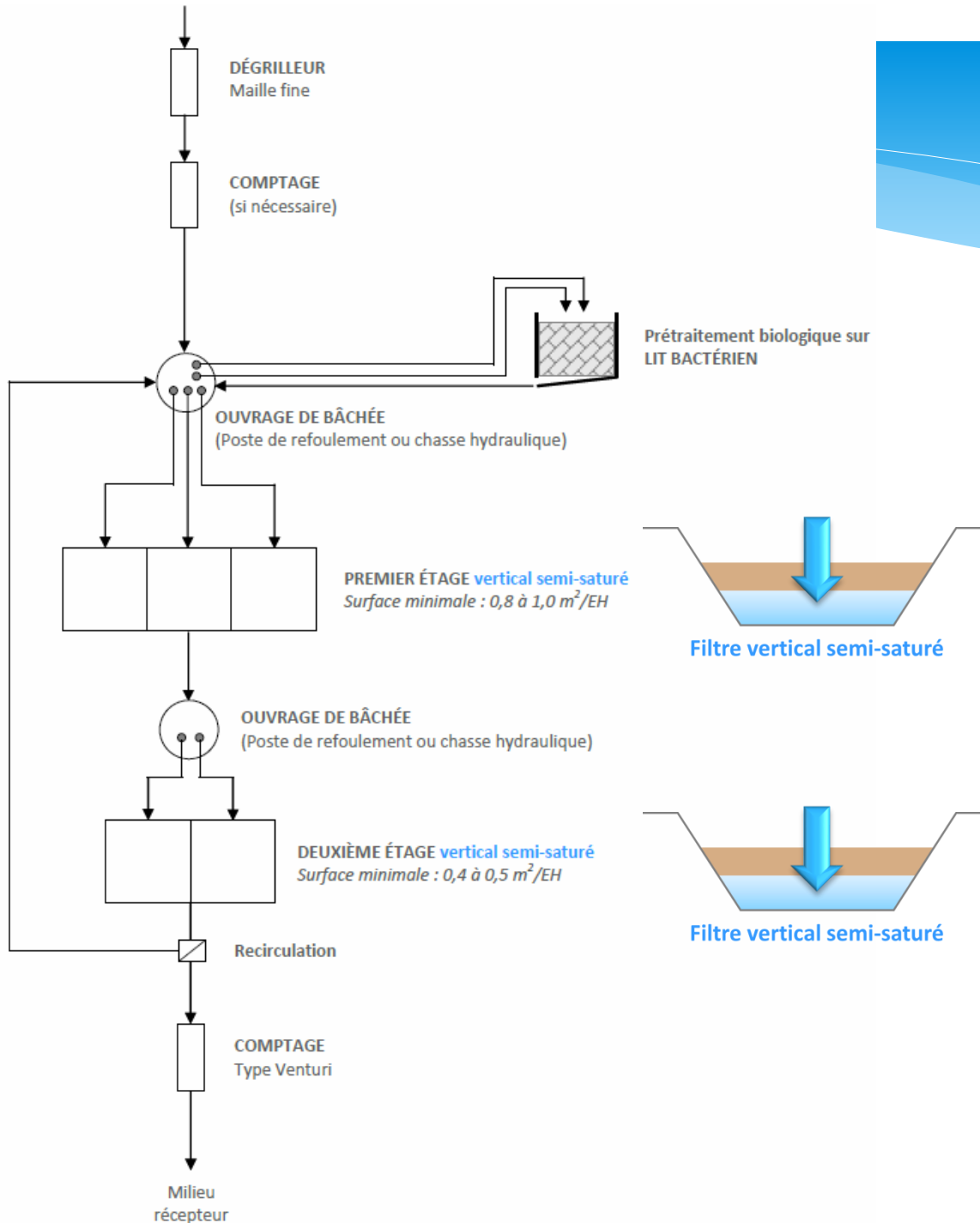
1 000 EH

1^{er} étage vertical (1 m²/EH)

2^{ème} étage horizontal (2,5 m²/EH)

- **Dénitrification**

FILIÈRE AZOÉ[®]-N DÉNITRIFICATION POUSSÉE



Filtres plantés de roseaux avec
dénitrification poussée :

Filière Azoé[®]-N
Procédé SCIRPE
(brevet n° 07 107814.1)



⇒ NGL ≤ 25 mg/L



Station de Neuville-lès-Dames

Dépt 01

1 600 EH

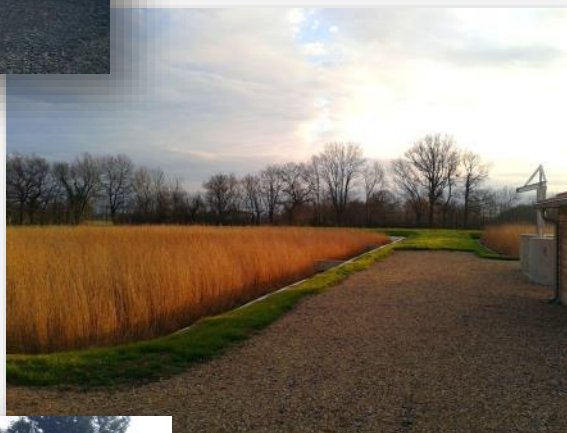


Filière Azoé®-N :

Prétraitement par lit bactérien

Filtration sur 2 étages verticaux par filtres plantés de roseaux

- **Nitrification**
- **Dénitrification**



Station de Corcelles-en-Beaujolais

Dépt 69

1 100 EH

Filière Azoé®-N :

Prétraitement par lit bactérien
Filtration sur 2 étages verticaux par
filtres plantés de roseaux

- **Nitrification**
- **Dénitrification**

LE TRAITEMENT DES PHOSPHATES PAR FILTRES PLANTÉS DE ROSEAUX



LA PROBLÉMATIQUE DU PHOSPHORE

TRAITEMENT DES EAUX USÉES PAR FPR



85 000 T/an de P
rejetées via les
eaux usées
domestiques en
France*

Eaux superficielles :
Problème
d'eutrophisation

Agriculture :
Élément nutritif en
voie d'épuisement

Principales techniques de traitement du phosphore adaptées à la filière par FPR :

❖ Technique dite « **passive** » :

⇒ *Utilisation d'un support filtrant à fort pouvoir d'adsorption / précipitation*

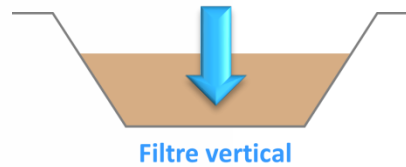
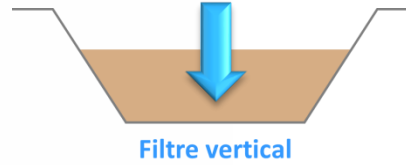
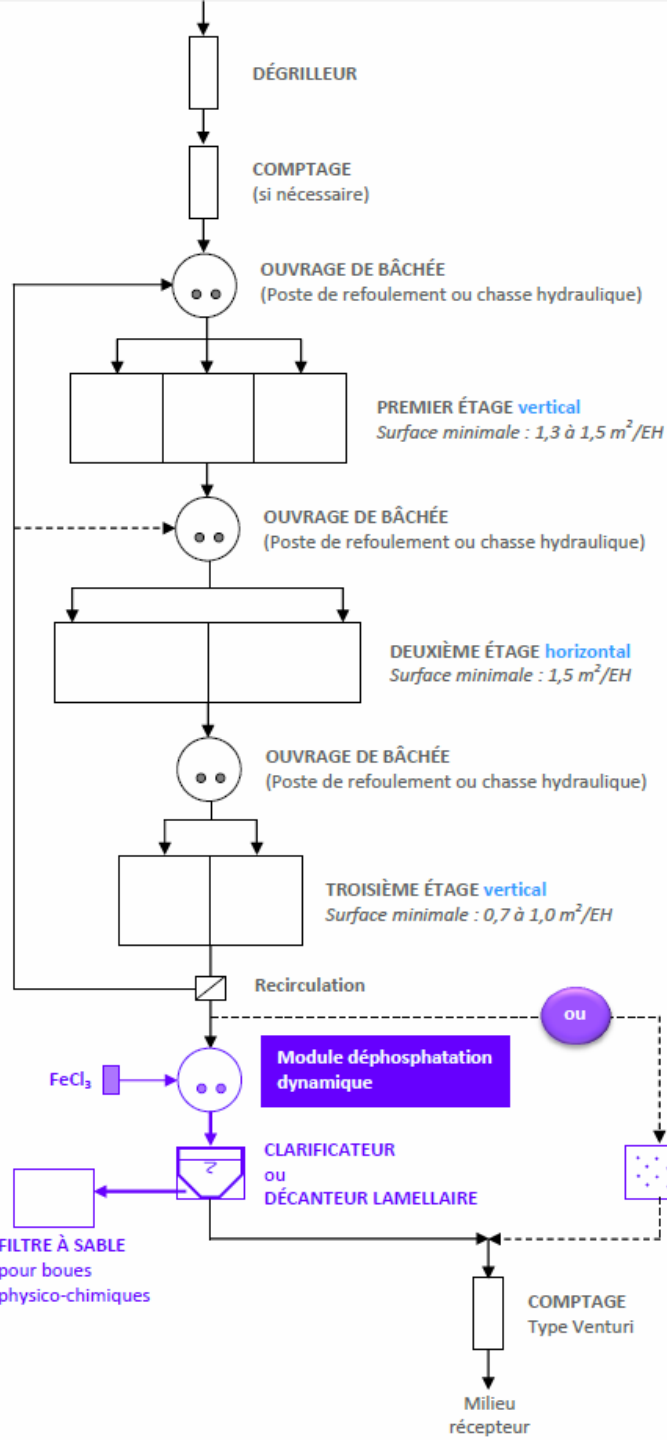
- Filtre à phosphorites : apatite, calcite
- Filtre à laitier de sidérurgie

❖ Technique dite « **dynamique** » :

⇒ *Traitement au fil de l'eau à l'aide de sel métallique*

- Traitement tertiaire sur décanteur avec extraction séparée des boues physico-chimiques
- Procédé **Azoé**[®] développé par **SCIRPE** avec stockage du phosphore au sein des boues de surface combinées du 1^{er} étage (brevet n° 07 107814.1)

FILIÈRE TYPE DÉNITRIFICATION POUSSÉE ET DÉPHOSPHATATION



Filtres plantés de roseaux avec dénitrification poussée et déphosphatation

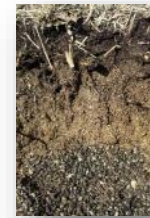
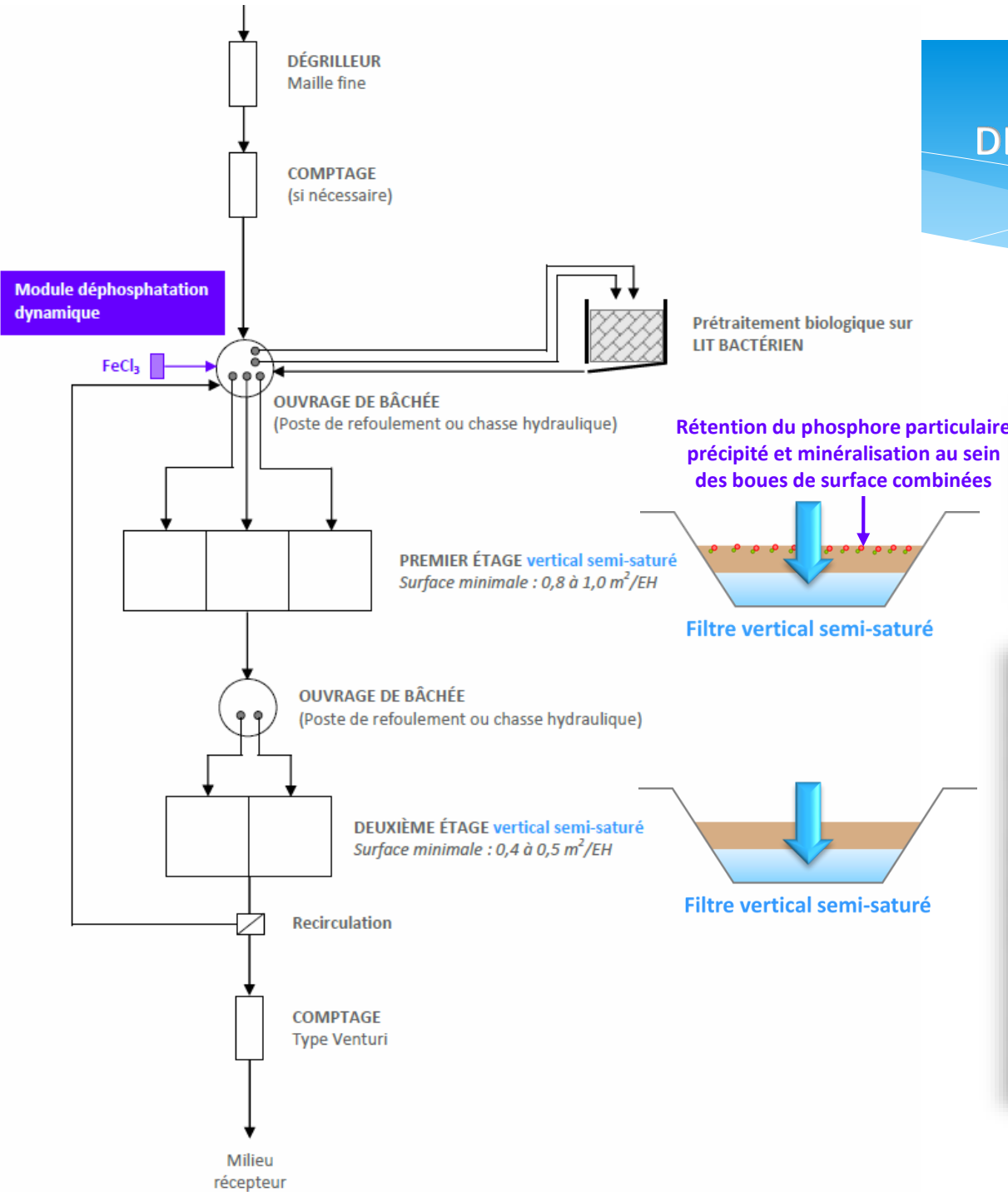
Surface totale $\geq 3,5 \text{ m}^2/\text{EH}$
 $\Rightarrow \text{NGL} \leq 20 \text{ mg/L}$

Surface totale $\geq 4,0 \text{ m}^2/\text{EH}$
 $\Rightarrow \text{NGL} \leq 15 \text{ mg/L}$

$\Rightarrow \text{Pt} \leq 2,5 \text{ mg/L}$

FILIÈRE AZOÉ®-NP

DÉNITRIFICATION POUSSÉE ET DÉPHOSPHATATION



Filtres plantés de roseaux avec dénitrification poussée et déphosphatation :

Filière Azoé®-NP
Procédé SCIRPE
(brevet n° 07 107814.1)



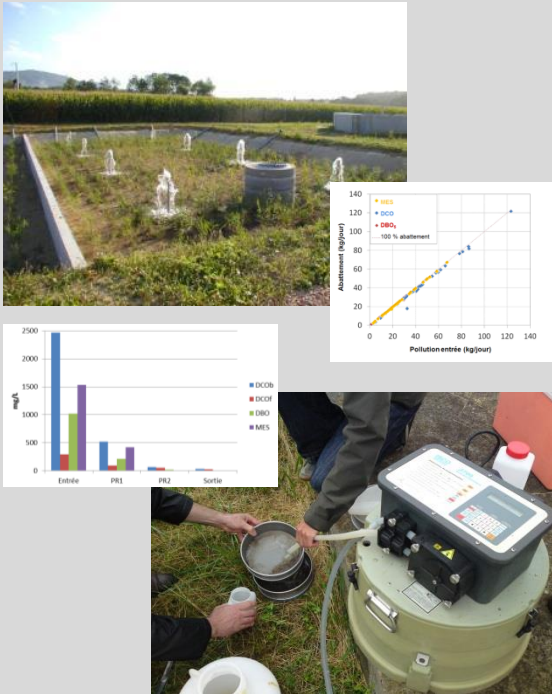
- ⇒ NGL ≤ 25 mg/L
- ⇒ Pt ≤ 2 mg/L

ANNEXE : LA FILIÈRE AZOÉ®-NP

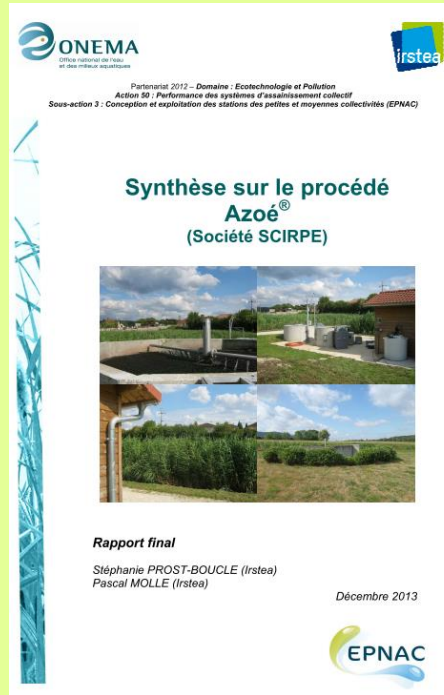


Azoé® : Retour de fonctionnement et d'expérience de plus de 10 ans

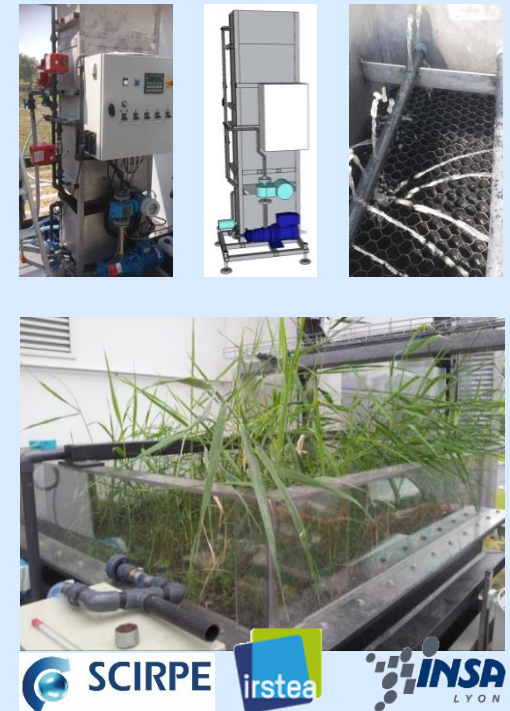
Suivi régulier interne et collecte des bilans réalisés sur nos installations

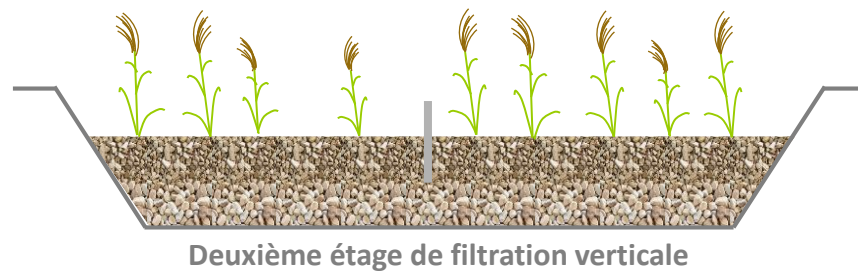
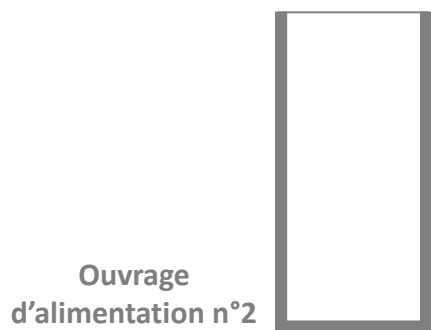
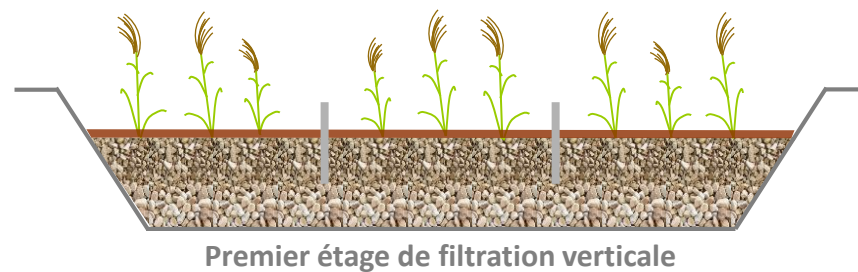
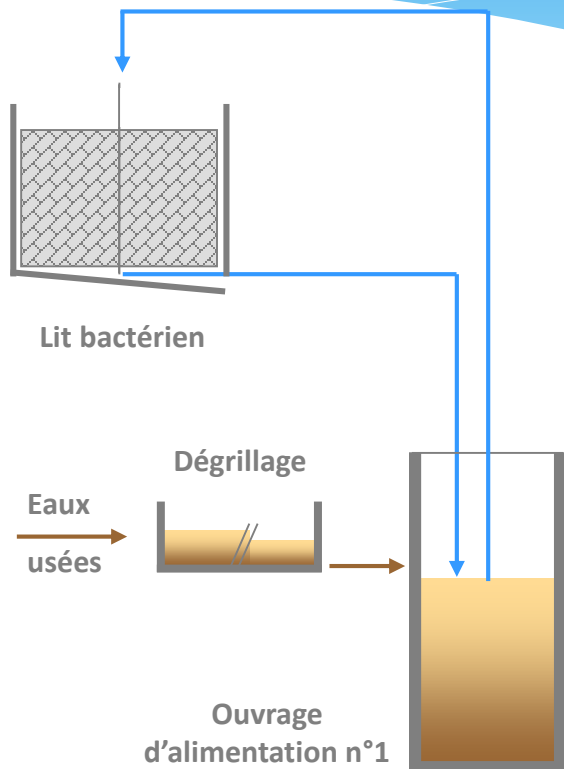


Groupe de travail EPNAC « Synthèse sur le procédé Azoé® », 2013

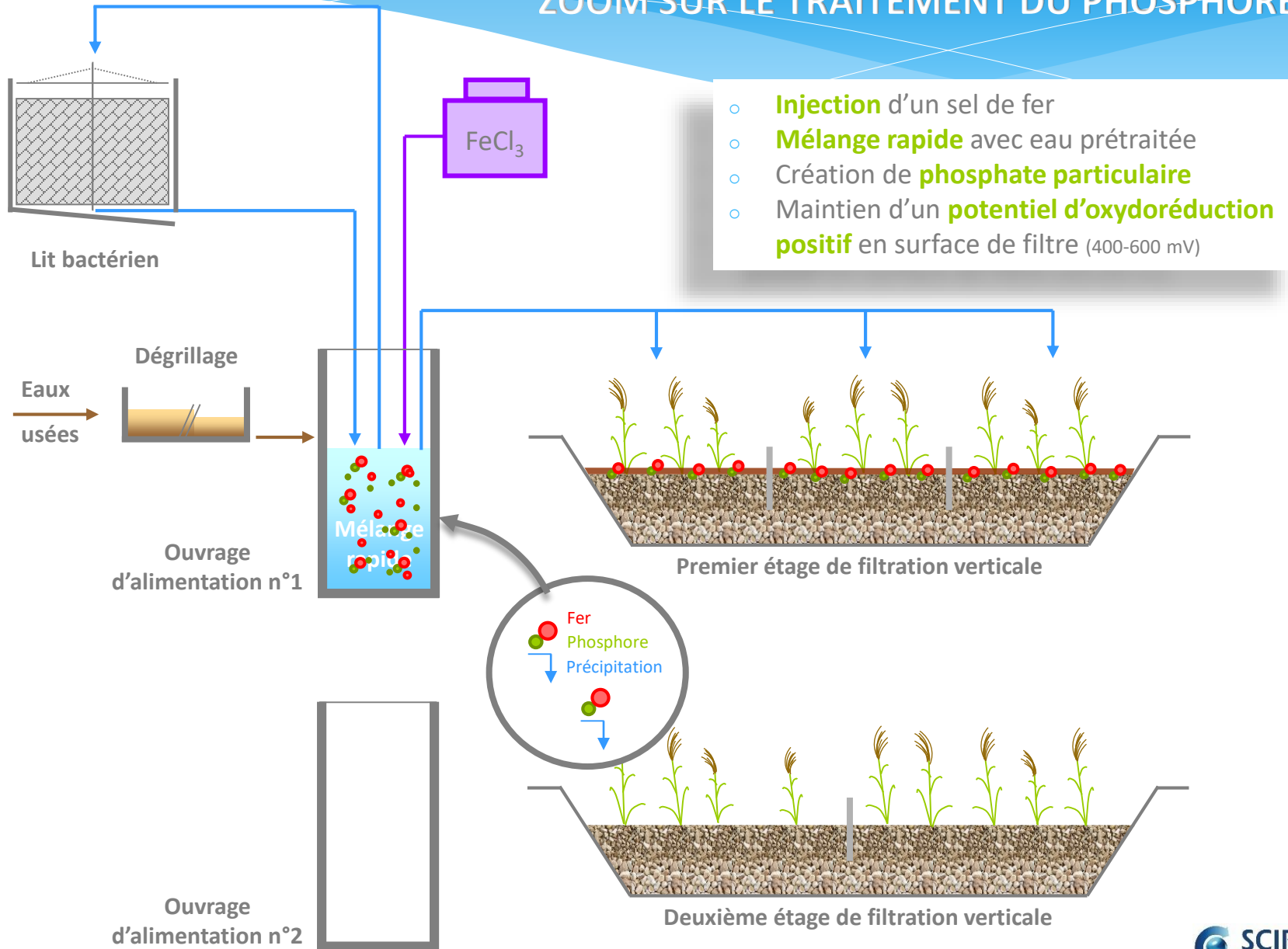


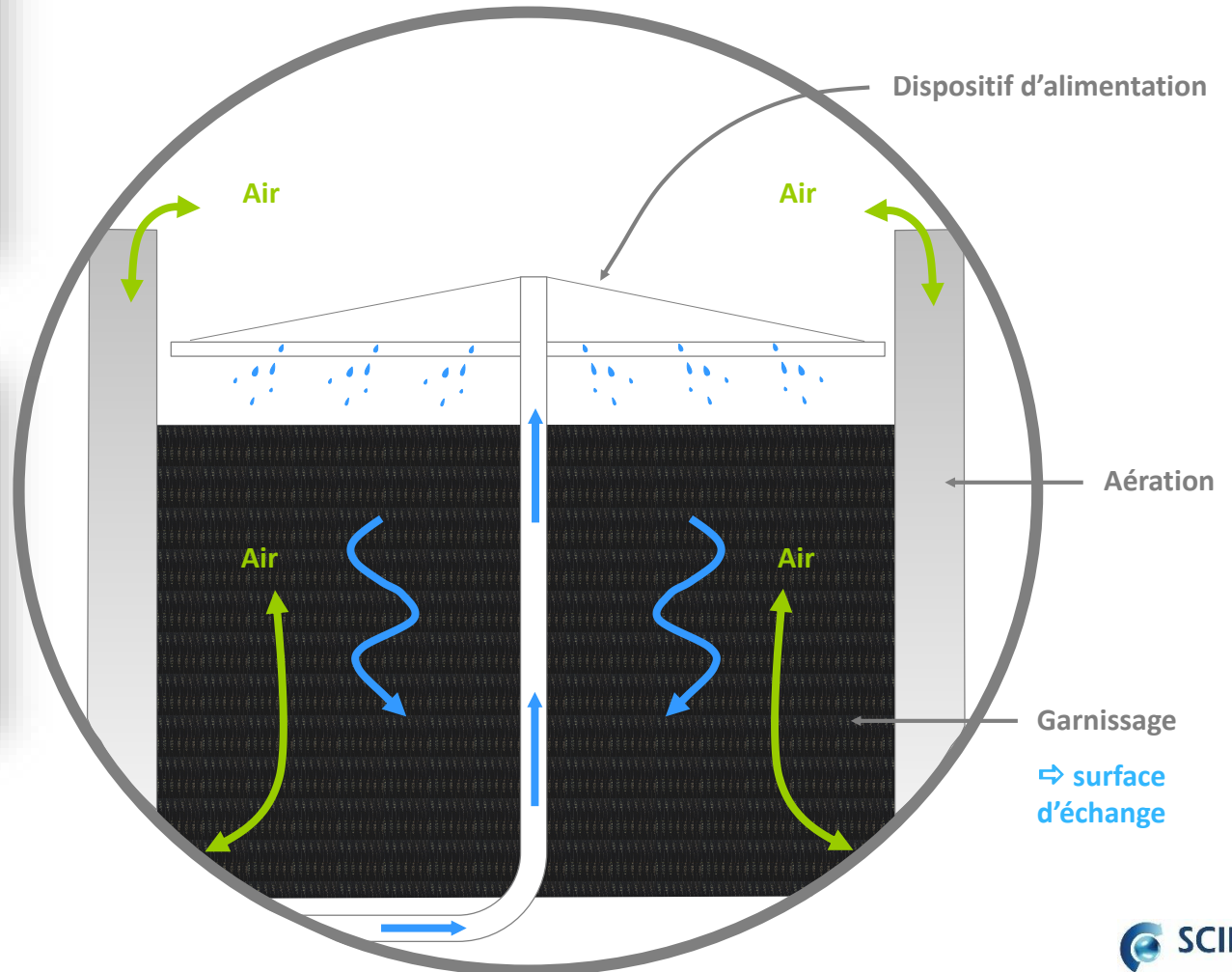
Thèse « Devenir du phosphore dans les filtres plantés de roseaux », 2014





ZOOM SUR LE TRAITEMENT DU PHOSPHORE





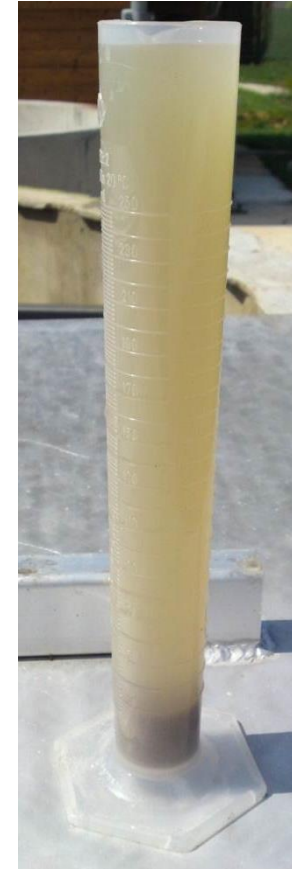


**Wastewater treatment plant of CORMATIN
1 000 population equivalent
View of the trickling filter with water distribution**





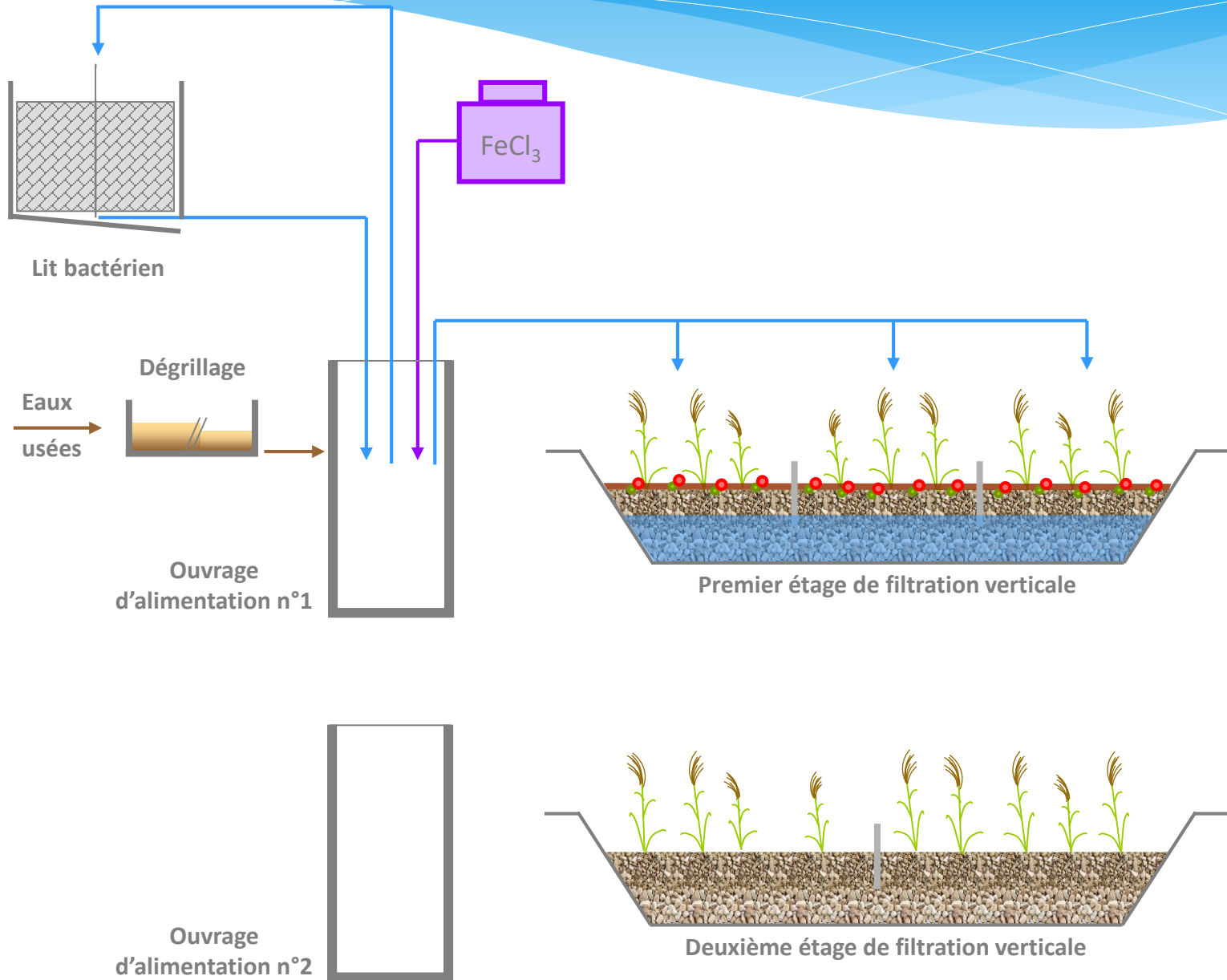
Développement du biofilm

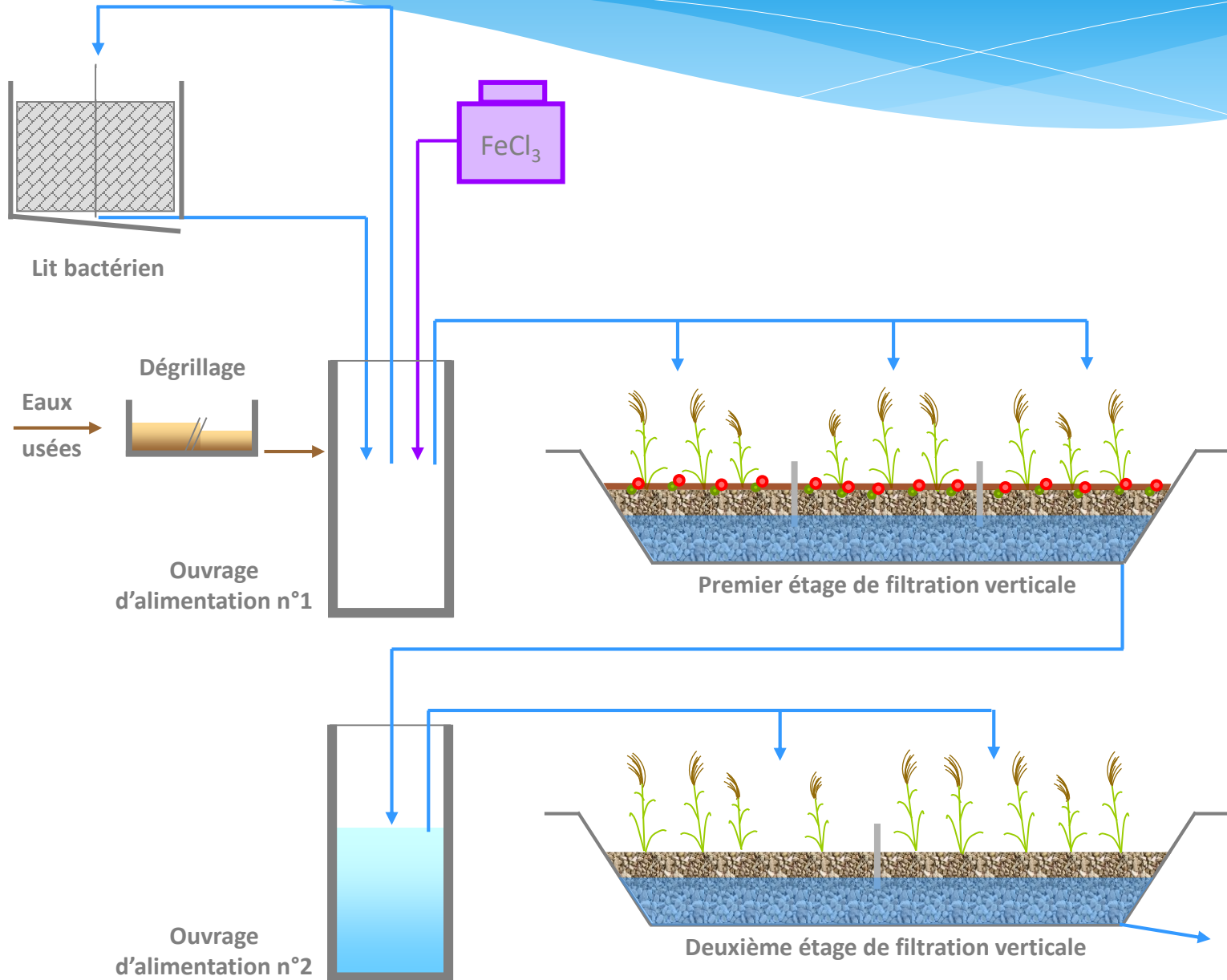


Création d'un
floc
particulaire
décantable

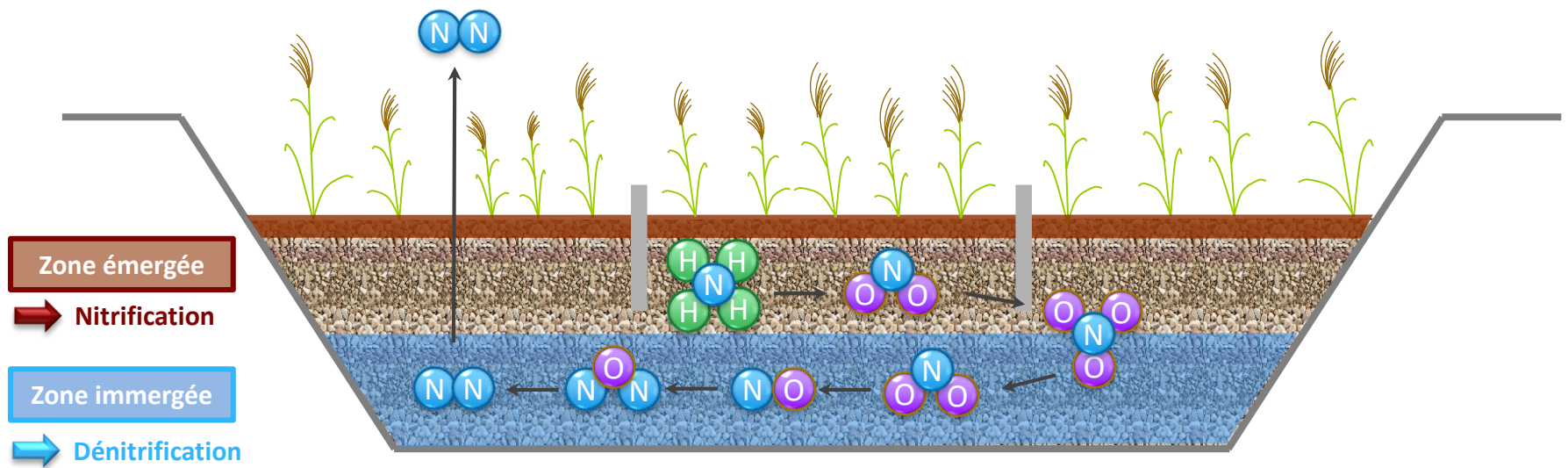


**Wastewater treatment plant of CORMATIN – 1 000 population equivalent
View of the first stage with flocculated sludge**





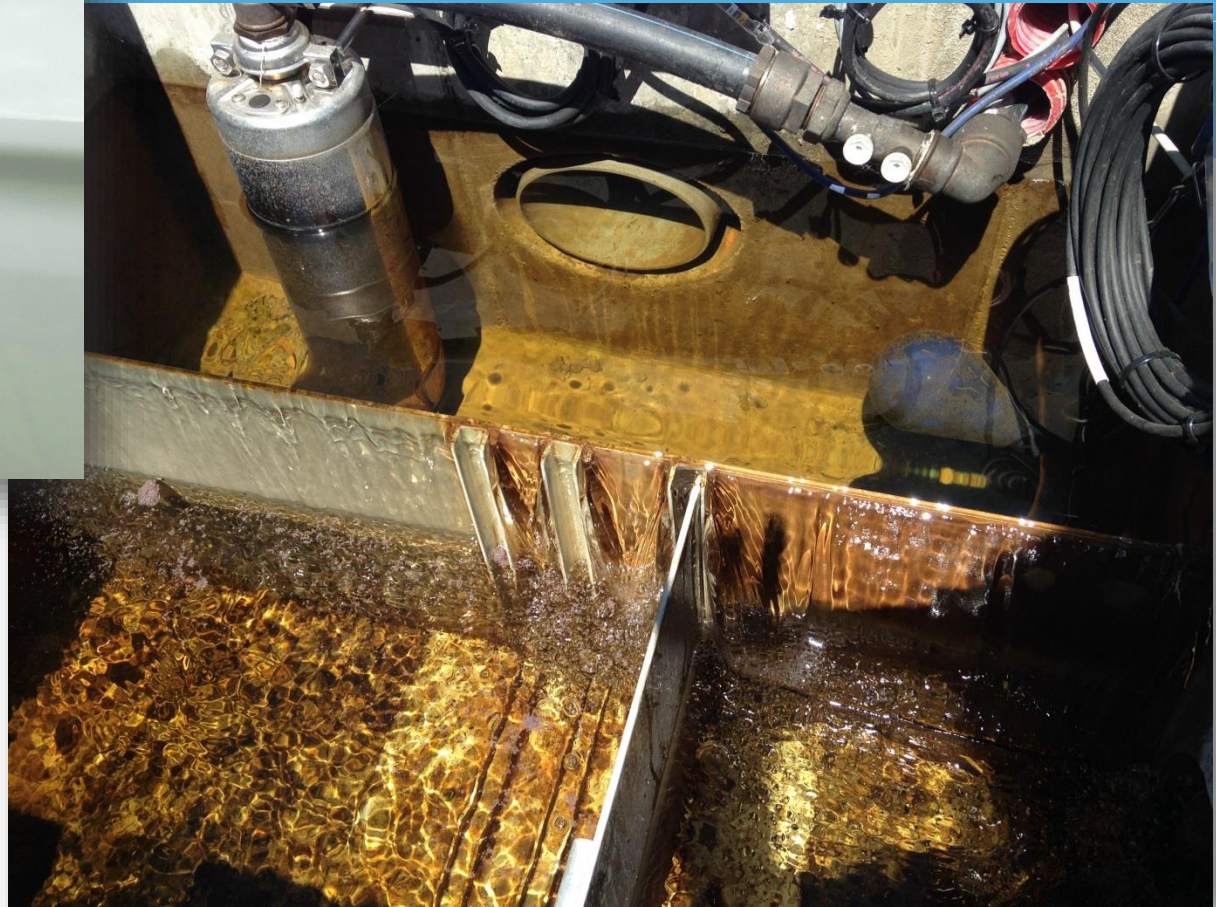
- Création d'une **zone tampon** par **immersion** de chaque étage
- **Conditions anoxiques** favorables à la **dénitrification**
- Augmentation du **temps de séjour**



Filtre vertical partiellement immergé



**Wastewater treatment plant of CORMATIN – 1 000 population equivalent
View of the second stage**



**Wastewater treatment plant of CORMATIN – 1 000 population equivalent
View of the outflow**

REED BED FILTERS – WORKING PRINCIPLE

Quality of discharged water

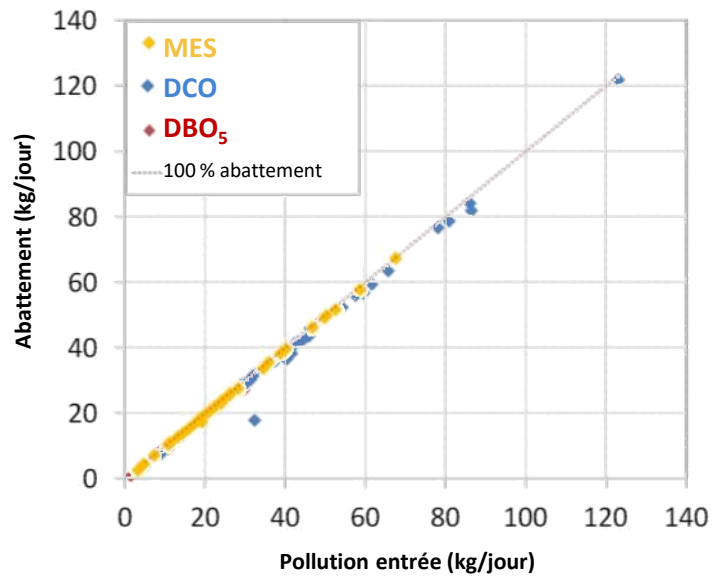


AZOÉ[®]-NP

RETOURS TERRAIN



SUIVI DE LA STATION D'ÉPURATION DE VERCIA

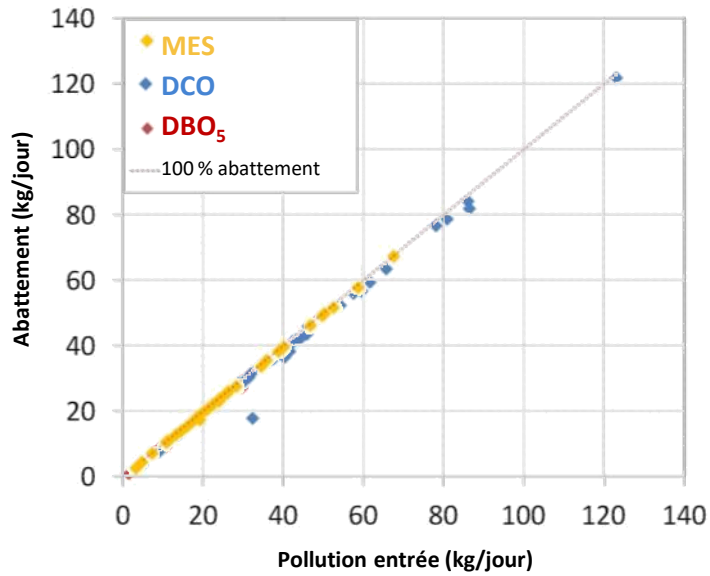


Synthèse de 34 bilans 24h réalisés entre 2006 et 2012



Station de Vercia-Rotalier

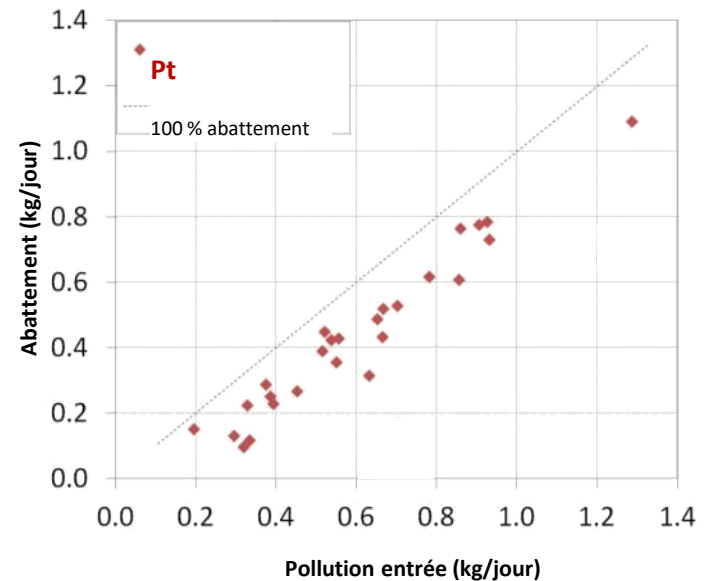
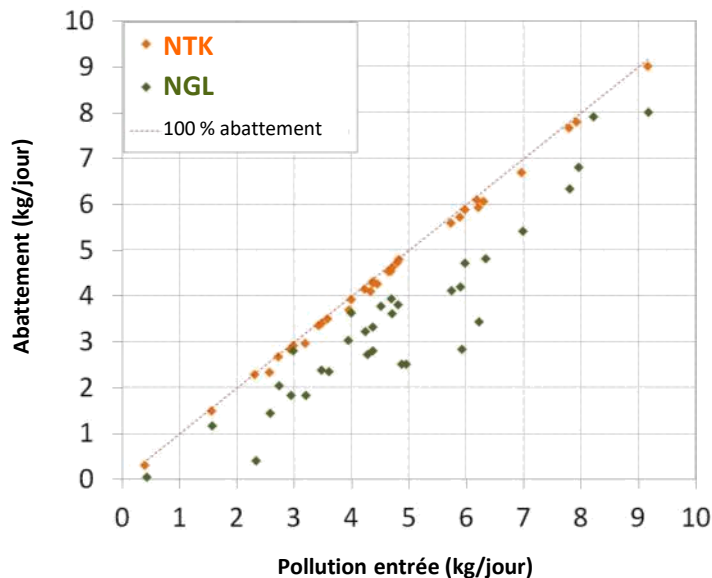
SUIVI DE LA STATION D'ÉPURATION DE VERCIA



Synthèse de 34 bilans 24h réalisés entre 2006 et 2012

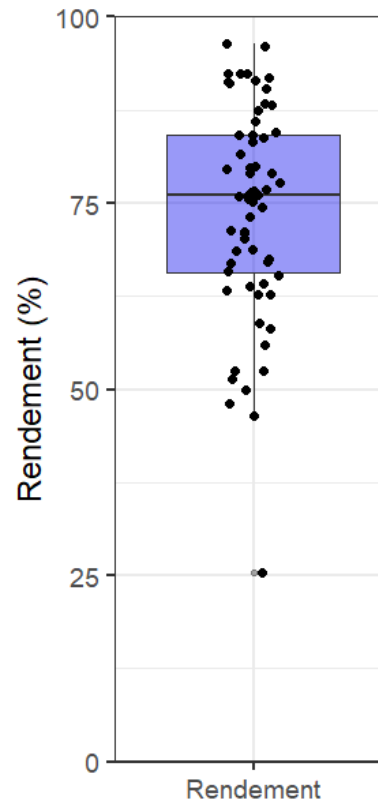
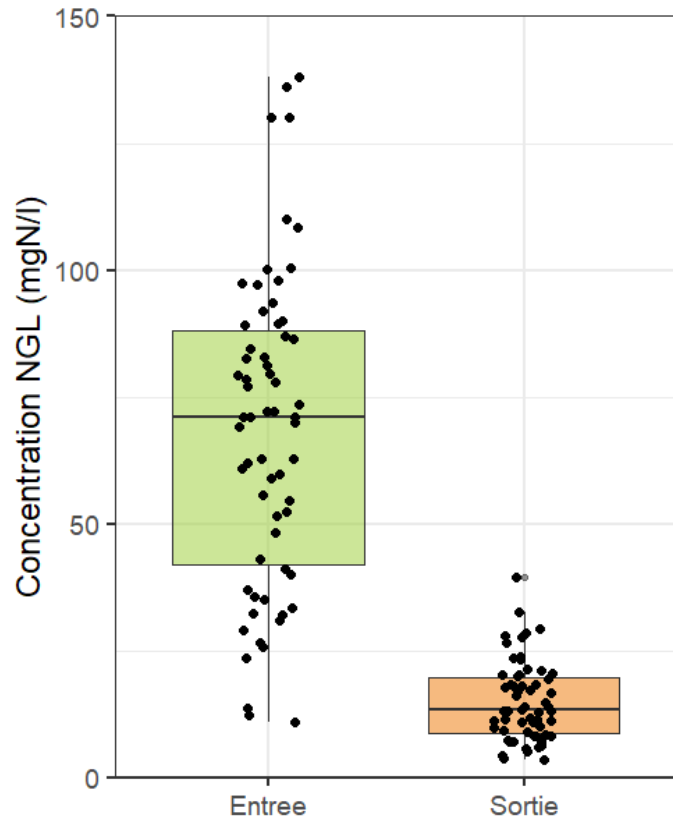


Station de Vercia-Rotalier



LA FILIÈRE AZOÉ

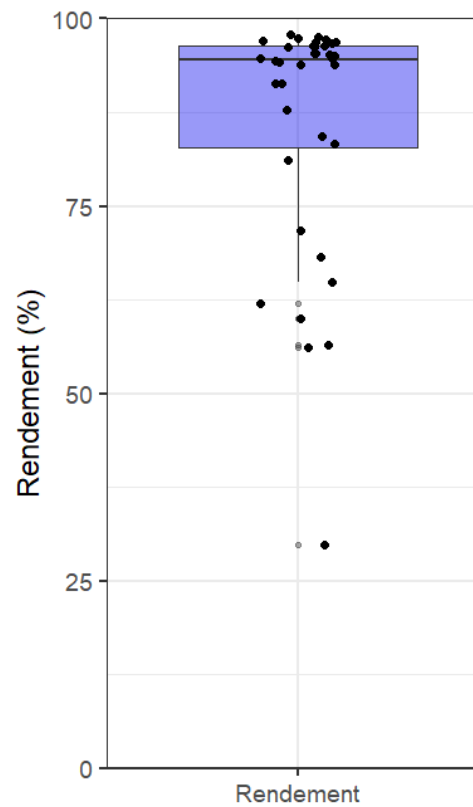
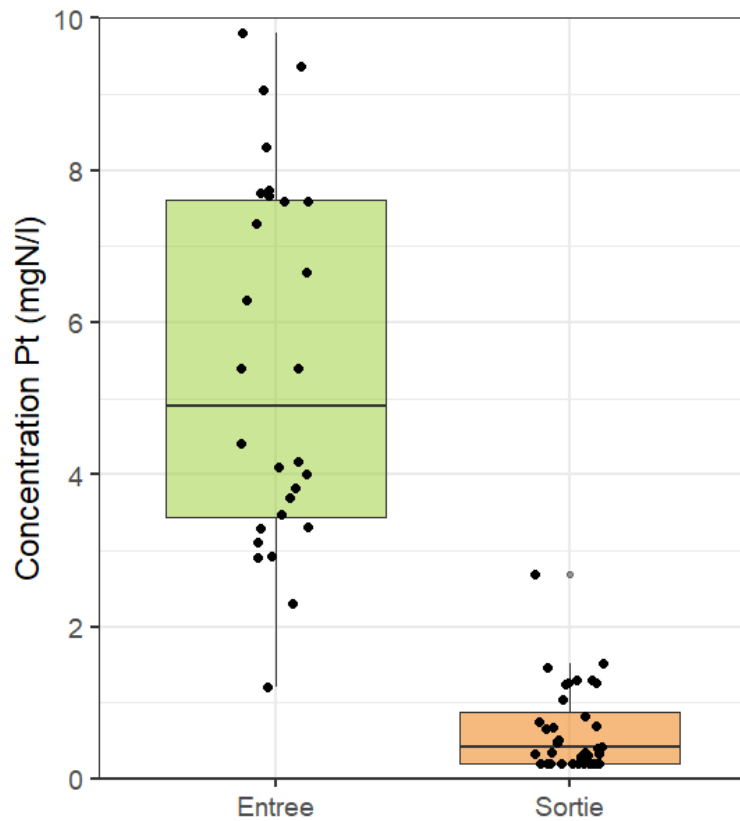
AZOTE TOTAL



Nombre de bilans pris en compte = 63

LA FILIÈRE AZOÉ

PHOSPHORE TOTAL



Nombre de bilans pris en compte = 63

ETUDE DE CAS : COMPARATIF BOUES ACTIVÉES



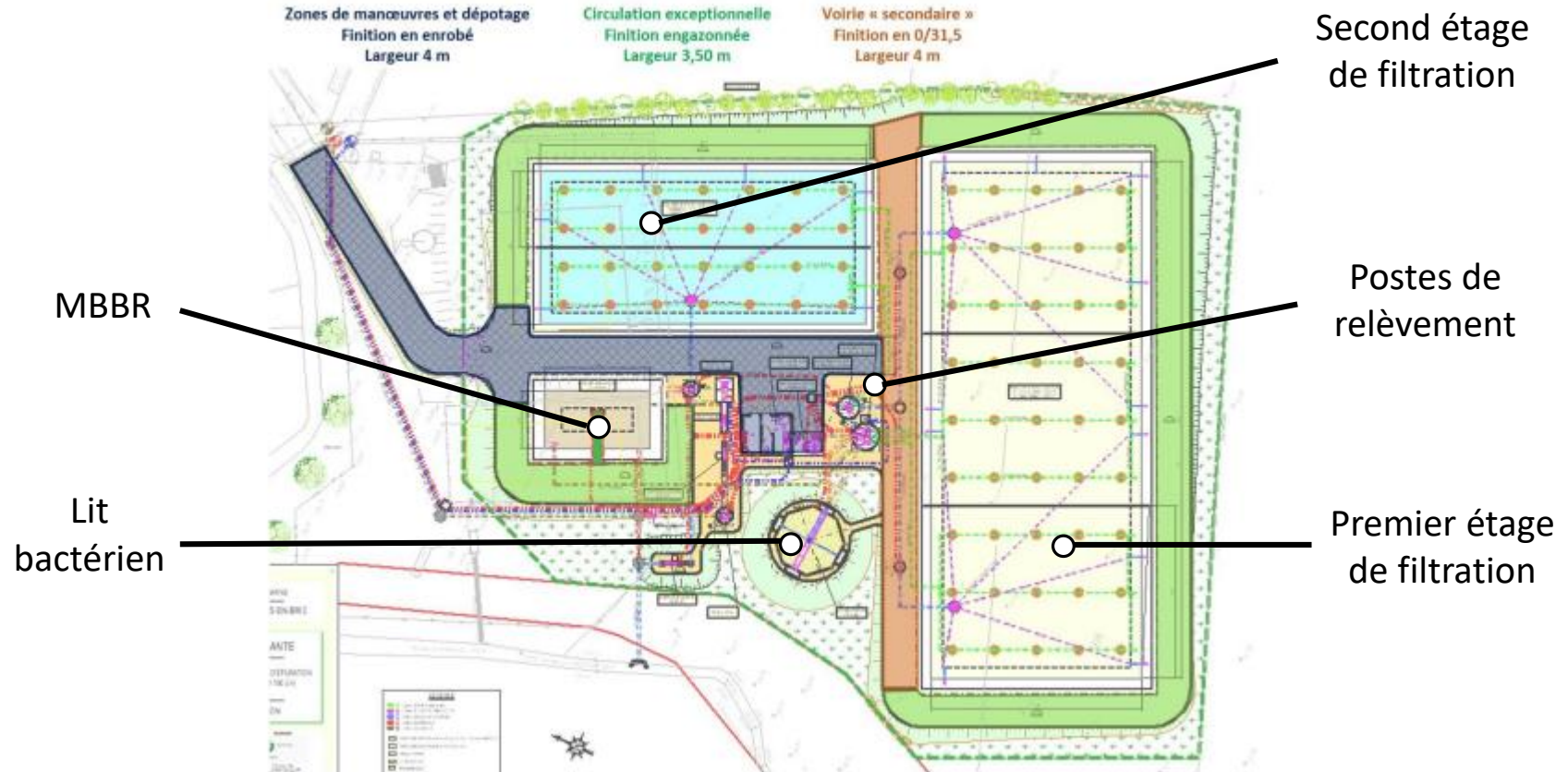
Caractéristiques du projet :

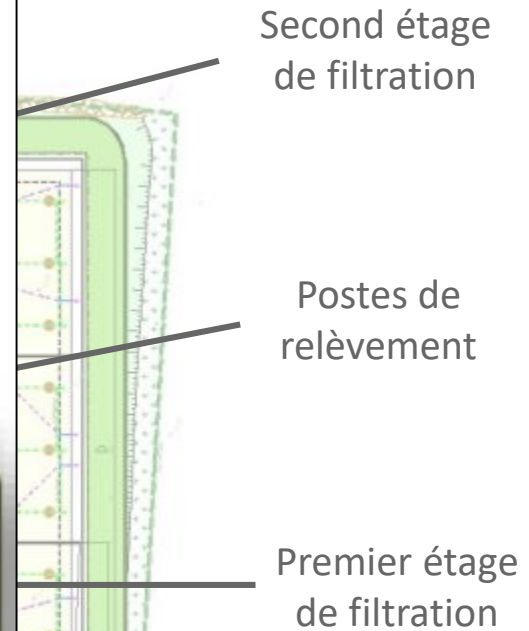
- Capacité : 1100 EH
- Volume journalier : 148 m³/jour
- Exigence de rejet

PARAMETRES	CONCENTRATION MAXIMALE (mg/L)	<u>OU</u>	RENDEMENT MINIMAL (%)
DBO ₅	25 mg/l	ou	90 %
DCO	90 mg/l	ou	85 %
MES	35 mg/l	ou	90 %
NTK	30 mg/l	ou	85 %
NGL	15 mg/l	ou	85 %
Pt	2 mg/l	ou	75 %
pH	Entre 6 et 8,5		
T°C	< 25 °C		

Réponse à l'appel d'offre :

- Base : boues Activées
- Variante : MBBR + AZOE NP





Légende	
1	Zone de traitement
2	Zone de stockage
3	Zone de distribution
4	Zone de traitement
5	Zone de stockage
6	Zone de distribution
7	Zone de traitement
8	Zone de stockage
9	Zone de distribution
10	Zone de traitement
11	Zone de stockage
12	Zone de distribution



Poste de dépenses	Coût exploitation (€HT/an) Boues activées	Coût exploitation (€HT/an) MBBR + AZOE NP
Personnel	14 462 €	2 218 €
Consommation énergétique	7 552 €	1 878 €
Réactifs eau et boues	3 000 €	3 000 €
Evacuation des boues et sous-produits	4 000 €	2 888 €
Entretien et maintenance	2 971 €	1 798 €
Renouvellement	12 930 €	5 438 €
TOTAL	46 915 €	17 220 €
<i>Poste de dépenses</i>	<i>Coût investissement (€HT) Boues activées</i>	<i>Coût investissement (€HT) MBBR + AZOE NP</i>
TOTAL	1 515 000 €	1 349 000 €

ANNEXE : EXEMPLES DE RÉALISATIONS FILIÈRE AZOÉ®NP





**MISE EN SERVICE EN
2004**

Station de Vercia-Rotalier

Dépt 39

1 100 EH



Filière Azoé®-NP :

Prétraitement par lit bactérien

Filtration sur 2 étages verticaux par
filtres plantés de roseaux

- **Nitrification**
- **Dénitrification**
- **Déphosphatation**

MISE EN SERVICE EN
2010



Station de Beaufort-Orbagna

Dépt 39

1 500 EH - 3 800 EH en pointe
(dont effluents viticoles et de distillerie)

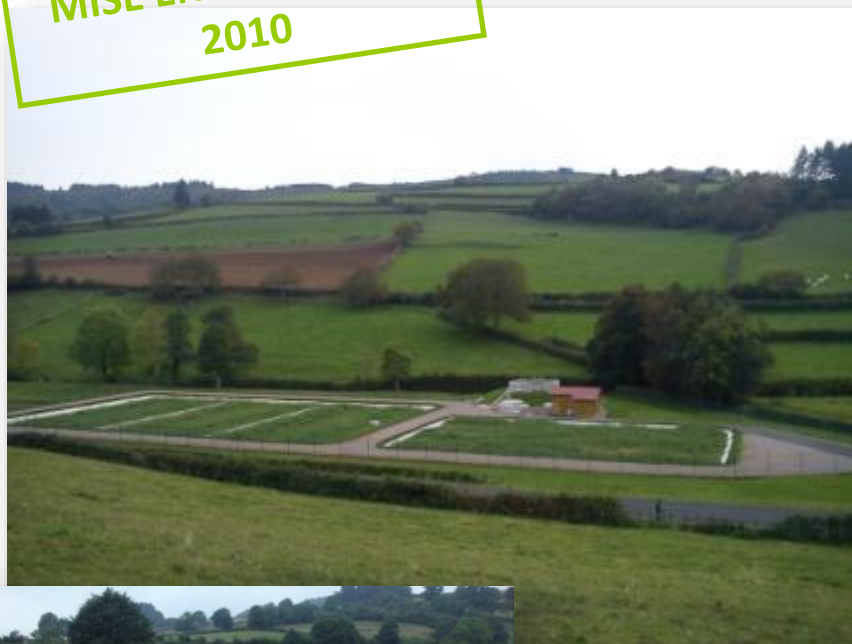


Filière Azoé®-NP :

Prétraitement par lit bactérien
Filtration sur 2 étages verticaux par
filtres plantés de roseaux

- **Nitrification**
- **Dénitrification**
- **Déphosphatation**
- **Traitement des effluents viticoles**

MISE EN SERVICE EN
2010



Station de Matour Dépt 71

1 600 EH

Filière Azoé®-P :

Prétraitement par lit bactérien
Filtration sur 2 étages verticaux par
filtres plantés de roseaux

- **Nitrification**
- **Dénitrification**
- **Déphosphatation**

MISE EN SERVICE EN
2012



Station de Andelarre-Andelarrot C.C.A.V. de Vesoul

Dépt 70

510 EH



Filière Azoé®-P :

Prétraitement par lit bactérien
Filtration sur 2 étages verticaux par
filtres plantés de roseaux

- **Déphosphatation**

MISE EN SERVICE EN
2015



Station de Cormatin

Dépt 71

1 000 EH

Filière Azoé®-NP :

Prétraitement par lit bactérien
Filtration sur 2 étages verticaux par
filtres plantés de roseaux

- **Nitrification**
- **Dénitrification**
- **Déphosphatation**

MERCI POUR VOTRE ATTENTION



Gestion des boues des Filtres plantés de roseaux



1- Introduction

2-Aspect qualitatif et quantitatif

3-Modalités de curage

4-Destination des boues produites

5-Approche technico-économique

6-Conclusion

1- Introduction

- Seul le premier étage est concerné par l'opération de curage



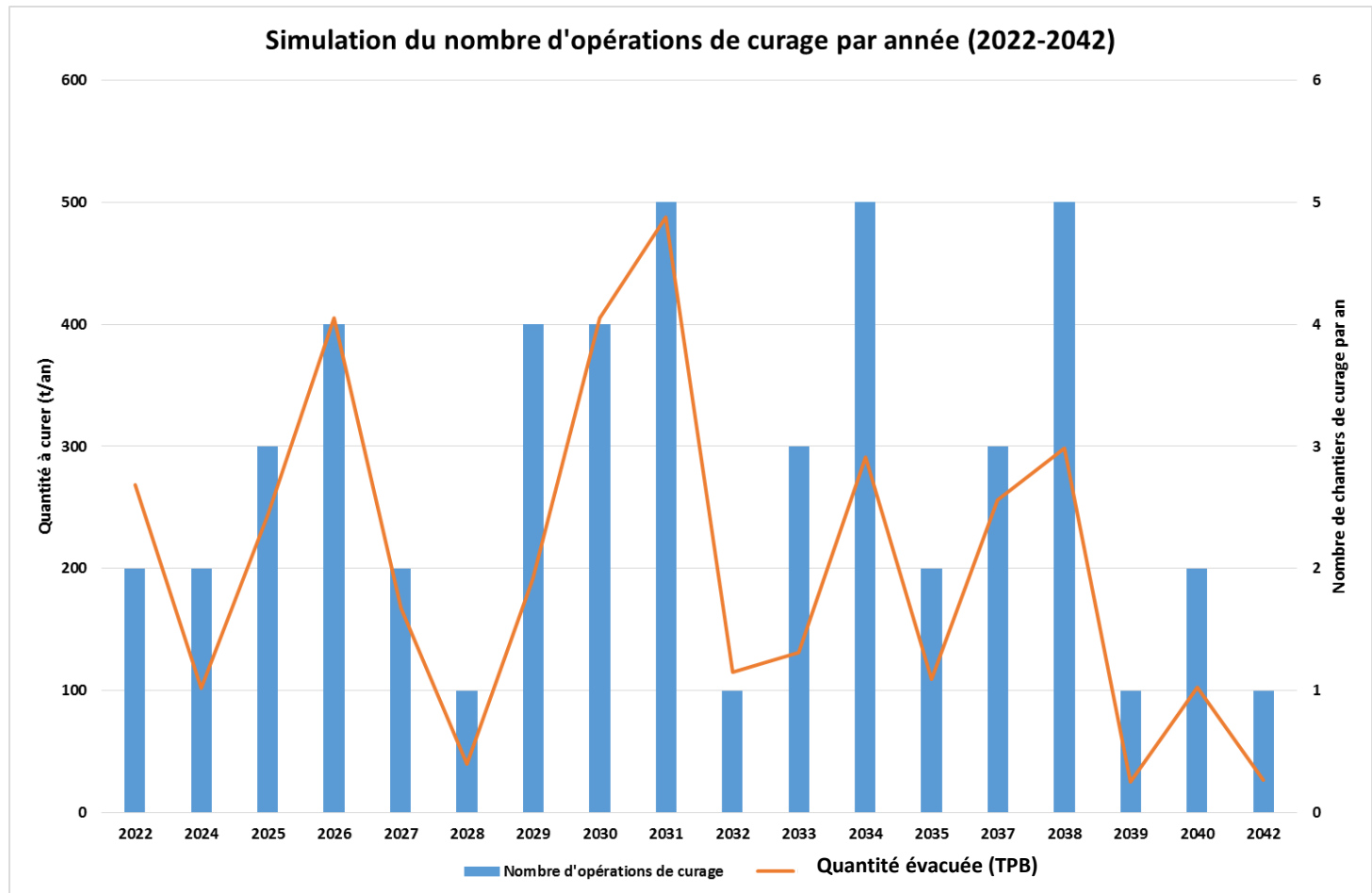
Contexte actuel

- **Peu de sites concernés par un curage, les premiers dispositifs ayant été mis en eau au début des années 2000**

Commune d'implantation	Maître d'ouvrage	Capacité nominale (EH)	Coef de charge pollution (%)	Période de curage	Durée du stockage (an)	Tonnage évacué (TPB)
Beautheil-Saints/ Beautheil	CACPB	400	59	08/2017	14	45
				12/2021	4	
Sancy-Les-Meaux		500	45	04/2022	18	77
St-Martin-des-Champs (Coupigny)	CC2M	130	44	04/2021	17	15

Projection pour les 20 prochaines années

- Prévission années à venir : 1 à 5 curages/an (50 STEPs)
- Production moyenne annuelle : 200 tonnes de produit brut et 4 000 tonnes de produit brut sur la période

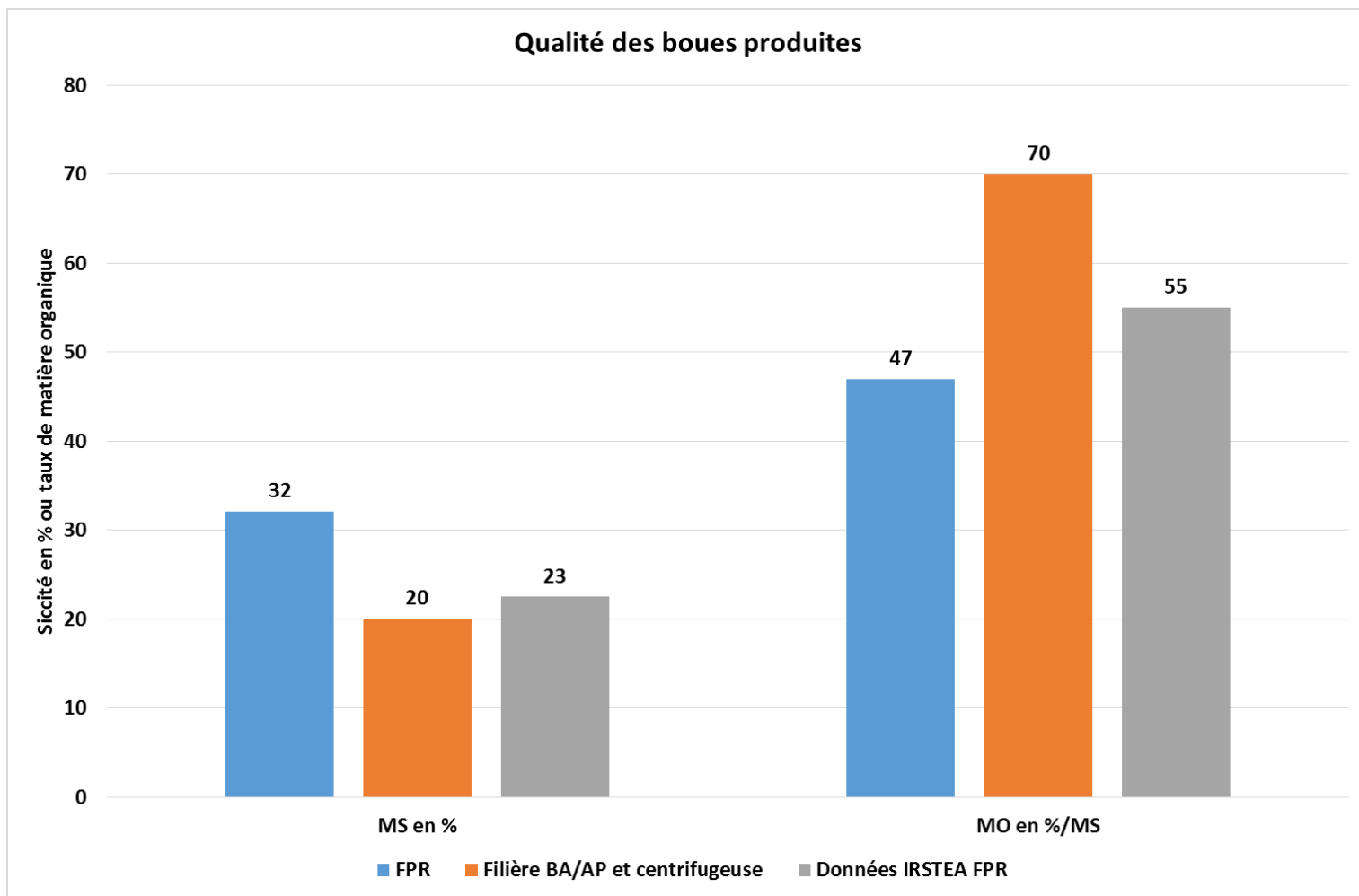


2-Aspect qualitatif et quantitatif des boues de FPR

Caractéristiques générales

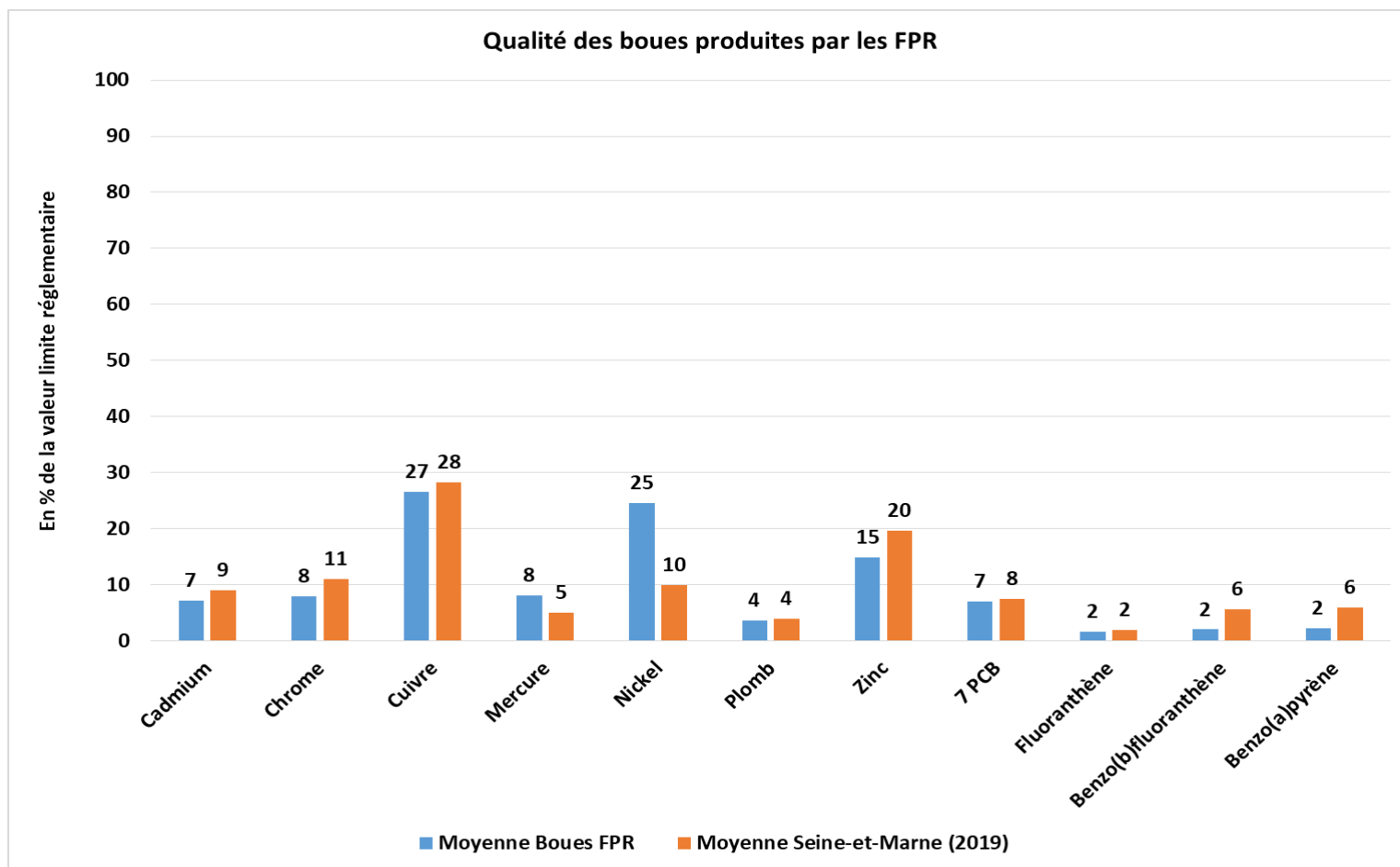
- **Bonne tenue en tas du produit** : boues solides non collantes avec des **siccités comprises entre 21 et 46 %**
- **Produit stabilisé ne générant pas de nuisances olfactives**
- **Valeur agronomique intéressante** avec des teneurs en azote et phosphore significatives





Présence de métaux lourds et de polluants organiques

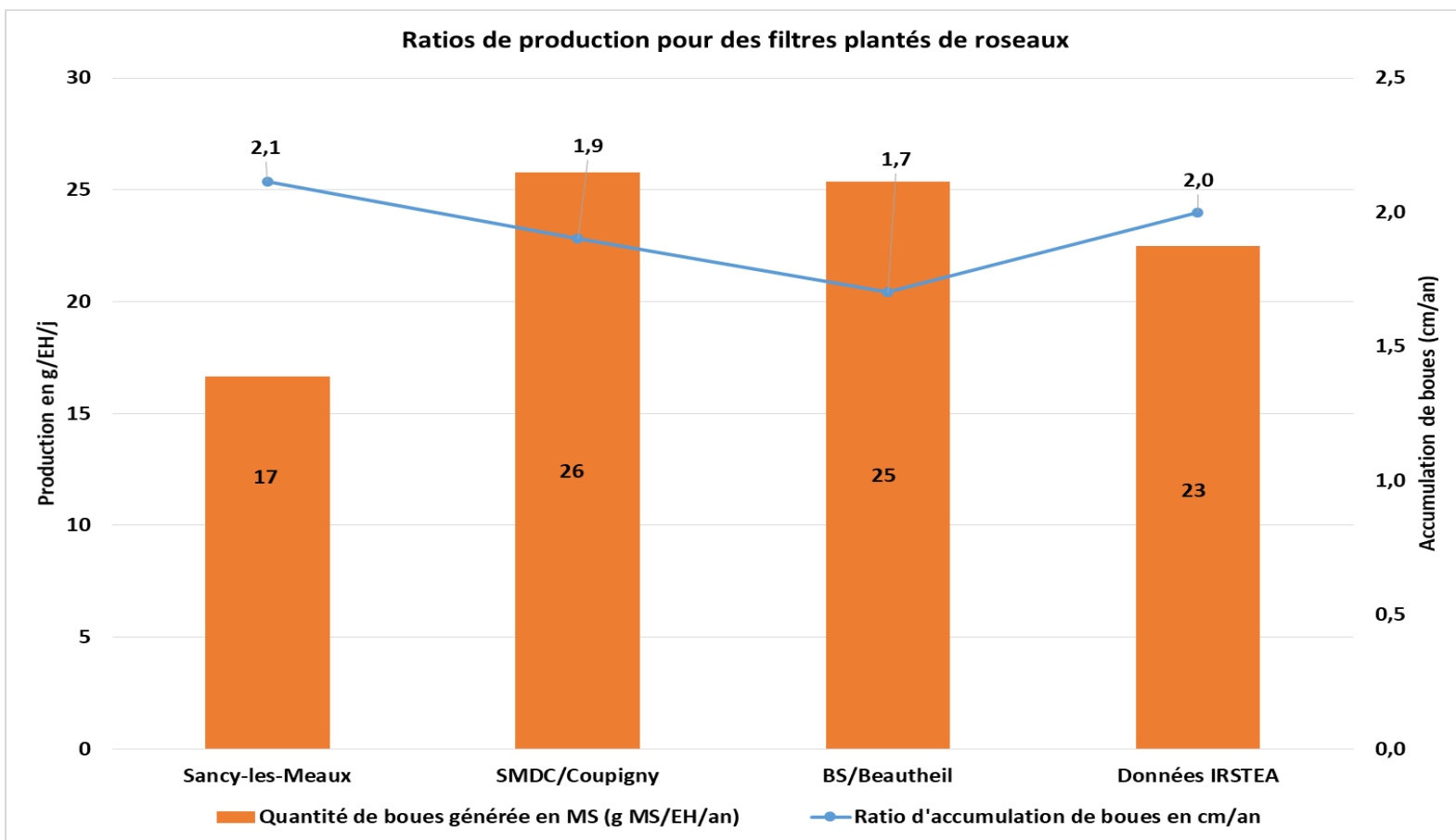
- **Teneurs en micropolluants très faibles**, mais avec un point de vigilance sur les modalités de prélèvement des boues pour ne pas fausser les résultats
- **Présence de déchets plastiques possibles**, le dégrillage amont étant souvent grossier



Quantité de boues produites

IRSTEA:

- **Vitesse d'accumulation des boues** (dépendant de la charge traitée) de l'ordre de **2 cm/an à capacité nominale**
- **Ratio moyen de production de boues de 23 g MS/EH/j**



3-Modalités de curage des FPR

Etapas préalables au curage

- **Pré-diagnostic 1 an avant le chantier** : cubage, analyses, réflexion sur la destination ...
- **Déclenchement de l'opération de curage** : hauteur de revanche inférieure à 10 cm au dessus des boues; affleurement des bouches d'alimentation ou événements d'aération, flaquage ou débordements des lits
- **Opération programmable toute l'année, privilégier la période où la reprise des roseaux est la meilleure (printemps), possible aussi en fin d'été**
- **Enlever les macrodéchets plastiques visibles auprès des points d'alimentation** (à faire régulièrement selon INRAE)
- **Faucardage/ broyage pour rendre visible les équipements** (points d'alimentation, cheminées d'aération, canalisations)

Opération de curage des boues (1)

- **Curage avec mini-pelle avec godet tranchant (risque de tassement, donc limitation à un poids maximal de 3 t (ARPE) pour la majorité des chantiers de Seine-et-Marne.**

NB INRAE préconise : pelleteuses à longue flèche restant à l'extérieur des filtres

- **Curage successifs des lits, l'alimentation des lits n'étant pas arrêtée (continuité du traitement)**



Jour 1	Alimentation	Curage	Repos
Jour 2	Repos	Alimentation	Curage
Jour 3	Curage	Alimentation	Repos
Nombre de jours avec ressuyage	1	12	7

NB: temps de ressuyage partant sur un début de curage après 1 semaine d'alimentation du filtre n°1 (rotation sur le filtre n°2)

Opération de curage des boues (2)

- Dégager à la pelle les points sensibles : bordure, points d'alimentation...
- Epaisseur de boues à curer : entre 10 et 15 cm en moyenne
- Reprise et transport par un camion-benne équipé d'un grappin de chargement



Un exemple à ne pas reproduire

- Attention à ne pas utiliser du matériel surdimensionné :
conséquences : enlèvement de la couche filtrante, casse de certains équipements et tassement des couches filtrantes...avec la nécessité de remise en état de l'ensemble de la station d'épuration.



Reprise du fonctionnement des lits après curage

- **Rétablissement de la planéité des lits**
- **Pas de replantation des roseaux: repousse rapide à partir des rhisomes présents dans la couche de boues restantes**
- **Réalimentation des lits après le curage sur la base du cycle initial (alimentation/repos)**

Choix du matériel de curage

	Mini-pelle (intervention à l'intérieur des lits)	Pelleteuse avec bras articulé (intervention de l'extérieur des lits)
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accès facile aux filtres quelle que soit la configuration du lieu ▪ Précision du travail sans nécessité d'une intervention humaine pour le guidage ▪ Coût de mise en œuvre plus faible pour les petits chantiers (- 3 j) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Matériel de chantier spécifique pouvant nécessiter un porte char pour le déplacer ▪ En principe, moins de tassement des couches filtrantes ▪ Capacité de curage plus grande (500 m²/j, par exemple)
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risque de tassement des couches filtrantes ▪ Rendement du chantier faible (200 m² à la journée, par exemple) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Engin encombrant et lourd ▪ Précision du travail moindre avec nécessité d'un guidage de la pelle par une personne ▪ Coût d'amenée et de repli de chantier plus élevé
Conclusion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A réserver pour les STEPs de petite taille (< 500 EH) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour les FPR de taille moyenne (> 500 EH)

4-Destination des boues

Deux solutions à privilégier :

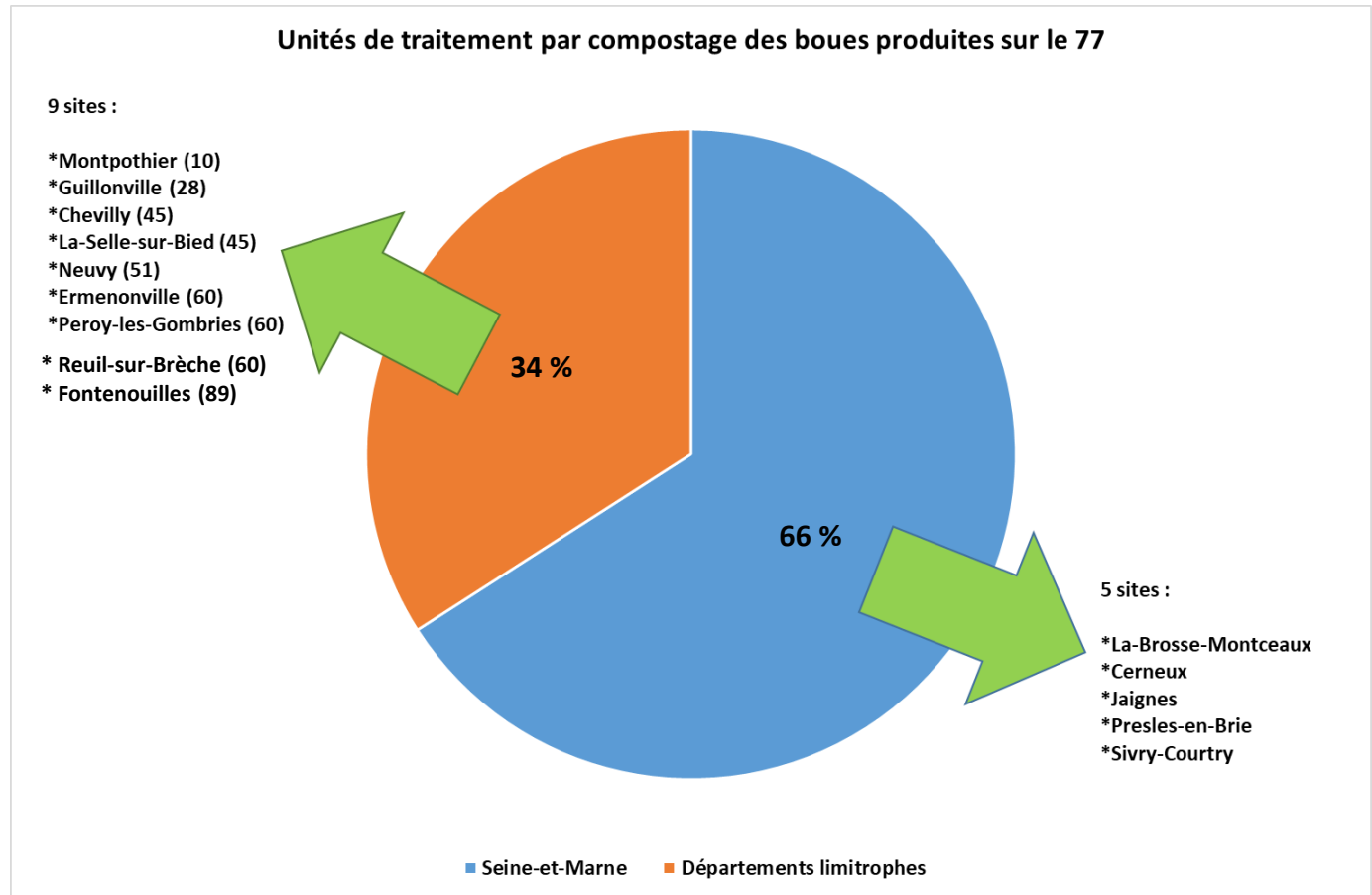
- **Compostage** sur une plateforme agréée
- **Epandage direct sur des parcelles agricoles situées à proximité**



	Compostage	Valorisation agricole
Points positifs	<ul style="list-style-type: none"> - Production d'un produit hygiénisé présentant une bonne image de marque - Transfert de responsabilité vers l'exploitant de la plateforme de compostage - Pas de contrainte de stockage 	<ul style="list-style-type: none"> - Traitement de proximité si l'épandage se fait localement. - Plus faible empreinte carbone : moins de transport et diminution des intrants importés (Phosphore) ou de matières azotées produites à partir d'énergie fossile. - Coût inférieur si gisement important
Points négatifs	<ul style="list-style-type: none"> - Coût supérieur pour les gisements de taille supérieure à 100 TPB 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité de trouver un agriculteur souhaitant mettre à disposition une ou deux parcelles dans un objectif de rendre service à la collectivité - Gestion et suivi des filières plus contraignants. - Dilution des responsabilités au travers de la multitude d'intervenants. - Nécessité de planifier la période de curage avec la période d'épandage - COVID 19 : Produit non hygiénisé interdit à l'épandage sans traitement complémentaire (Arrêté du 30/04/2020)
Conclusion	A adopter pour les petits gisements, l'accès aux plateformes de compostage sur le 77 n'étant pas un facteur limitant	Réflexion à mener pour les gros gisements

Plateformes de compostage

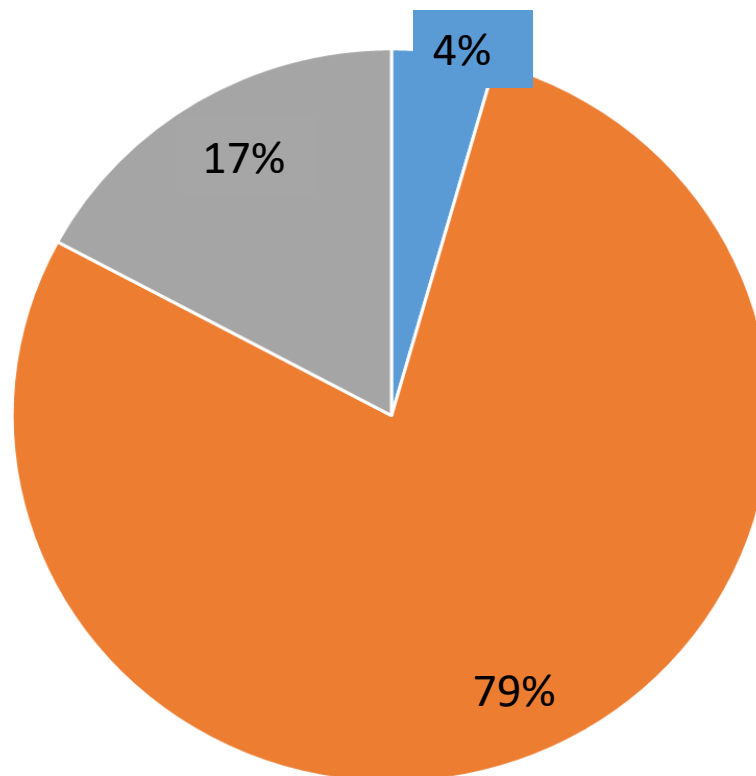
- De nombreuses unités de compostage qui traitent 28% de la production de boues du Département



5- Approche économique : exemple de Sancy-Les-Meaux (500 EH)

- **Poste principal de dépense : curage, reprise et transport**
- **Coût total : 21 109 € HT soit 247 € HT/TPB**
- **Coût ramené à l'année de fonctionnement : 1200 € HT/an**

Répartition des coûts d'une opération de curage



■ Encadrement et préparation du chantier ■ Curage, reprise et transport ■ Compostage

6- Conclusions

- **Quantité de boues produites par année restant faible** : 10 tonnes/an pour une station à mi- charge de 1000 EH
- **Qualité du produit satisfaisante pour une destination agricole**
- **Opération de curage relativement simple à condition d'utiliser les bons outils** : mini-pelle pour les petits chantiers et pelleteuse avec flèche pour les plus gros chantiers
- **Privilégier le compostage pour la destination finale du produit pour les petits gisements**
- **Penser à l'accès aux filtres pour le matériel (réduire les manœuvres)**

MERCI POUR VOTRE ECOUTE

Visiter le site de l'eau du Département : <https://eau.seine-et-marne.fr/fr>



Département de Seine-et-Marne

Hôtel du Département

CS 50377

77010 Melun cedex

Tél. 01 64 14 77 77

seine-et-marne.fr



Les outils techniques et financiers d'accompagnement

Maxime GABET: chef du service du SATESE à la DEEA
maxime.gabet@departement77.fr

- **La politique de l'eau départementale d'aide à l'investissement des collectivités pour l'assainissement collectif**
- **Coûts d'investissement observés pour les filtres plantés de roseaux et coûts d'exploitation**
- **L'appui technique ID77**

Subventions du Département

*Stations d'épuration des eaux usées et ouvrages de dépollution
(études et travaux)*

✓ **≤ 500 EH : 25 %**

✓ **entre 500 EH et 2 000 EH :**

$$25 \% - [((\text{capacité} - 500) \times 10) / 1500]$$

✓ **entre 2 000 EH et 4 000 EH :**

$$15 \% - [((\text{capacité} - 2000) \times 5) / 2\ 000]$$

✓ **supérieure ou égale à 4 000 EH : 10 %**

**-> Taux bonifié de 5% si priorité définie au SDASS EU 1 ou 2
dans la limite des 80% avec financement croisé AESN**

Subventions du Département

- **Achat du terrain prix plafond fixé à 7 €/m²** (inclus dans ce forfait l'ensemble des frais associés à l'acte d'achat (frais notariés, indemnité d'éviction, frais dans le cas d'une procédure d'expropriation, servitude...)).
- **bassin d'orage** sur réseau d'assainissement raccordé à une station d'épuration de capacité $\geq 4\ 000$ EH : 10% ;
- **bassin d'orage** sur réseau d'assainissement raccordé à une station d'épuration de capacité $< 4\ 000$ EH : 15 % ;
- **Si bassin d'orage de la station d'épuration:** taux station d'épuration y compris si délocalisé sur le réseau

Collecteurs d'eaux usées et ouvrages ou équipements annexes (études et travaux)

- Collectivités non équipées d'un réseau d'assainissement
 - création d'un réseau d'eaux usées conforme au zonage collectif : 10 % ;
- Collectivités dépendant d'un système d'assainissement équipé d'une station d'épuration de capacité inférieure à 4 000 EH ($\geq 4\ 000$ EH):
 - réhabilitation des réseaux eaux usées ou unitaires par l'intérieur ou par remplacement conforme au programme hiérarchisé du schéma directeur d'assainissement ou suite à la réalisation d'inspections télévisées : 15 %/10% ;
 - enquêtes domiciliaires préalables à la mise en séparatif : 15 %/10% ;
 - enquêtes domiciliaires préalables à une extension de réseau : 10 % ;
 - diagnostic des bâtiments publics : 20 % ;
 - travaux de mise en conformité dans le domaine de l'assainissement des bâtiments publics : 15 % ;

- mise en séparatif : 15 %/10% ;
- équipement de surveillance réglementaire des réseaux de collecte (DO, trop-plein de poste) : 20 %/15% ;
- équipement permettant la réalisation d'un diagnostic permanent : 20 %/10% ;
- extension de réseau séparatif ou unitaire : 10 % ;

Si conforme au zonage d'assainissement, prévu dans le programme hiérarchisé du schéma directeur d'assainissement et hors raccordement zone d'activités, zone de nouvelle urbanisation de type lotissement.

- télésurveillance des postes de relèvement : 15 %/Non financé;
- collecteur d'eaux pluviales, d'eaux de source ou d'eaux de drainage accompagnant un réseau d'eaux usées existant et visant une amélioration de la sélectivité des effluents en l'absence d'autres solutions techniques : 10 %/ Non financé.

Coût d'investissement/exploitation stations d'épuration filtres plantés de roseaux

Période: 2015-2022				
Capacités (EH)	<= 200	201-500	501-1000	1001-2000
Coût moyen d'investissement (euros HT/EH)	1382	1274	962	853
Coût minimum d'investissement (euros HT/EH)	1034	916	711	607
Coût maximum d'investissement (euros HT/EH)	2088	1833	1383	1082
Nombre de dispositifs	8	9	8	3
Capacité moyenne (EH)	140	367	643	1133
Dispositif avec bassin d'orage	0	4	4	1
Ecart moyen de coût entre dispositif avec et sans bassin d'orage (%)		32%	25%	

NB: Echelle nationale : coût moyen de 700 euros HT/EH pour une 1000 EH (source INRAE)

Période: 2012-2022				
Capacités (EH)	700 -1000 Filtres plantés	700-1000 Boues activées	1001-2000 Filtres plantés	1000-2000 Boues activées
Coût moyen d'investissement (euros HT/EH)	852	1633	835	1222
Coût minimum d'investissement (euros HT/EH)	567	1167	607	793
Coût maximum d'investissement (euros HT/EH)	1383	1972	1082	1850
Nombre de dispositifs	5	3	4	12
Capacité moyenne (EH)	751	900	1175	1456

- *Coût d'exploitation 700 EH (source SATESE77) de l'ordre de 17 000 à 19 000 euros HT/an (hors électricité et curage des boues)*
- *Coût d'exploitation 1000-1300 EH (source SATESE77) de l'ordre de 25 000 euros HT/an (hors électricité et curage des boues)*

L'appui technique ID77: l'ingénierie départementale

- Demande à faire sur la plateforme:

<https://www.id77.fr/>



- Offre C15: Mise en œuvre d'un projet d'assainissement (eaux usées et eaux pluviales)
- Appui d'ingénierie sur les études amont adapté aux besoins et à la structuration des services de la collectivité

MERCI POUR VOTRE ECOUTE

Visiter le site de l'eau du Département : <https://eau.seine-et-marne.fr/fr>



Département de Seine-et-Marne

Hôtel du Département

CS 50377

77010 Melun cedex

Tél. 01 64 14 77 77

seine-et-marne.fr





**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Rencontres techniques départementales - Novembre 2022

Assainissement collectif et filtres plantés de roseaux

Accompagnement de l'agence de l'eau Seine Normandie

XIème programme 2019-2024

Programme pluriannuel d'intervention (Com. de bassin et Cons. Administration)

Mise en œuvre du SDAGE 2022-2027

➡ Bon état – réduction des émissions de micropolluants

Programme Eau et Climat

➡ Faire face à la baisse des débits, sécheresses, inondations, augmentation T° et augmentation niveau de la mer

➡ Priorisation

Paramètres déclassant des ME – Paramètres risquant déclassement



XIème programme 2019-2024

Règles générales

- Seuil plancher de 10 000€ TTC pour une opération
- Minimum de 100 000€ pour le versement d'avances
- On parle bien de démarrage « d'opération » et non plus uniquement de démarrage de travaux

Post-COVID Plan de reprise – Plan de relance

+20% pour dossiers **prioritaires** (STEP, réseaux et EP) – 31/12/2023 **dépôt**

Forfait branchement revalorisé (+20%) avec majorations IdF et MO publique

Simplification (ZRV, modification prix réseau de transfert)

Xième programme 2019-2024



Stations d'épuration – réseau d'assainissement

CONCEPTION (Etudes Moe)

TRAVAUX (Prix de référence-plafond)

50%

Subvention: 40% ou 60%
Avance: 20%

- Prix de référence et prix plafond calculés en fonction de la pollution éliminée
- 60% pour les projets jugés **prioritaires** pour l'atteinte du bon état des ME
- Agglomération d'assainissement de plus de 10 000 EH:
Travaux réseau minorés (S20% A40%) si pas de zonage pluvial,
Obligation d'avoir un diagnostic permanent opérationnel

XIème programme 2019-2024

Formulaires

Démarches simplifiées – depuis le 01/07/2022

<https://www.eau-seine-normandie.fr/Demarches-simplifiees>



SE DOCUMENTER SUR LE SUJET

Retrouvez l'ensemble des tutoriels mis à disposition par "Démarches Simplifiées"

Programme "Eau & climat" 2019-2024 (version révisée)

Démarches Simplifiées

Pour accéder au service en ligne, cliquer sur un des liens ci-dessous

Demande d'aide

Demande de paiement

Demande de Prorogation



Assistance



Assistance



Assistance