



HAL
open science

Qualité des rejets sur plateforme d'essai vs in situ des filières à fragments de coco

Roger Lacasse, Cécile Favre, Catherine Boutin, Eva Falipou

► To cite this version:

Roger Lacasse, Cécile Favre, Catherine Boutin, Eva Falipou. Qualité des rejets sur plateforme d'essai vs in situ des filières à fragments de coco. Rencontres nationales de la gestion des eaux à la source, Oct 2020, Dijon, France. pp.1-42. hal-03004706

HAL Id: hal-03004706

<https://hal.inrae.fr/hal-03004706>

Submitted on 13 Nov 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.

RENCONTRES NATIONALES DE LA GESTION DES EAUX À LA SOURCE

Séparer, Traiter, Valoriser, Economiser

@Reseau_EAU

13&14

DIJON

octobre 2020

Parc des expositions



UN ÉVÈNEMENT

CO-ORGANISÉ AVEC

EN PARTENARIAT AVEC

PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



13&14

octobre 2020

Parc des expositions

DIJON

RENCONTRES NATIONALES
DE LA GESTION DES EAUX À LA SOURCE
Séparer, Traiter, Valoriser, Economiser

@Reseau_EAU
www.rencontres-eaux.com

Qualité des rejets sur plateforme d'essai vs in situ des filières à fragments de coco

Roger LACASSE et Cécile FAVRE, PT
Catherine BOUTIN et Eva FALIPOU, INRAE

13&14

octobre 2020

Parc des expositions

DIJON

RENCONTRES NATIONALES
DE LA GESTION DES EAUX À LA SOURCE
Séparer, Traiter, Valoriser, Economiser

@Reseau_EAU
www.rencontres-eaux.com

CONTEXTE

Collaboration INRAE - PT

Collaboration depuis Juin 2018 centrée sur le suivi *in situ* des performances des dispositifs à base de fragments de coco installés en ANC.

Quatre volets d'étude

- Protocole de suivi *in situ* pouvant être généralisé ;
- Traitement statistique des données recueillies (comparaison d'approches) ;
- Comparaison des résultats en conditions plateforme d'essais  vs *in situ*  en contexte européen ;
- Comparaison des méthodologies et résultats en contextes européen et nord américain.

Communications réalisées



PLAN DE PRÉSENTATION

Mise en contexte / Évolutions de la filière à base de fragments de coco de PT

Matériels et méthodes

- Quelles données plateforme, données *in situ* ?
- Charge surfacique
- Modèle log linéaire
- Approche Limite de rejet maximum (LRM)

Impact des évolutions technologiques de la filière

- Charges surfaciques appliquées et rendements
- Auget
- Matériau

Essai d'extrapolation des résultats plateforme aux mesures *in situ*

- Analyse de la répétabilité à charge nominale
- Impact du protocole : court ou long
- Eaux usées brutes entrantes

Conclusions et perspectives

PLAN DE PRÉSENTATION

Mise en contexte / Évolutions de la filière à base de fragments de coco de PT

Matériels et méthodes

- Quelles données plateforme, données *in situ* ?
- Charge surfacique
- Modèle log linéaire
- Approche Limite de rejet maximum (LRM)

Impact des évolutions technologiques de la filière

- Charges surfaciques appliquées et rendements
- Auget
- Matériau

Essai d'extrapolation des résultats plateforme aux mesures *in situ*

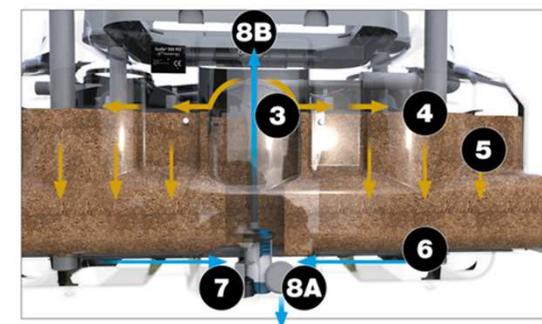
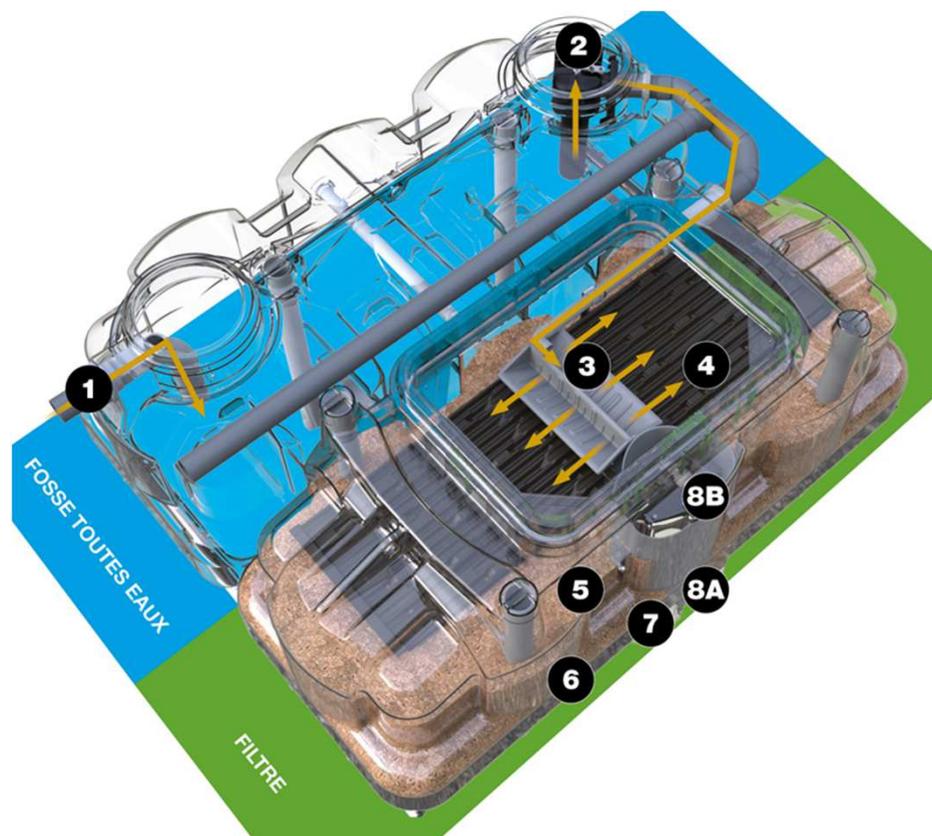
- Analyse de la répétabilité à charge nominale
- Impact du protocole : court ou long
- Eaux usées brutes entrantes

Conclusions et perspectives

Description des dispositifs à base de fragments de coco ECOFLO

LÉGENDE :

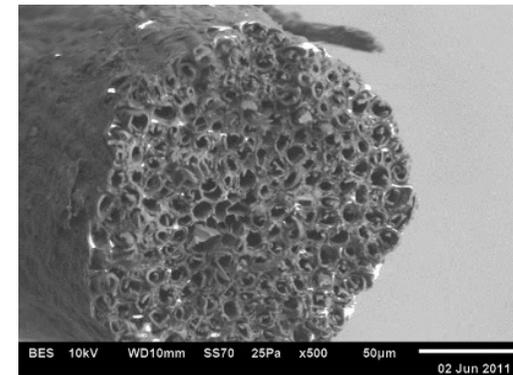
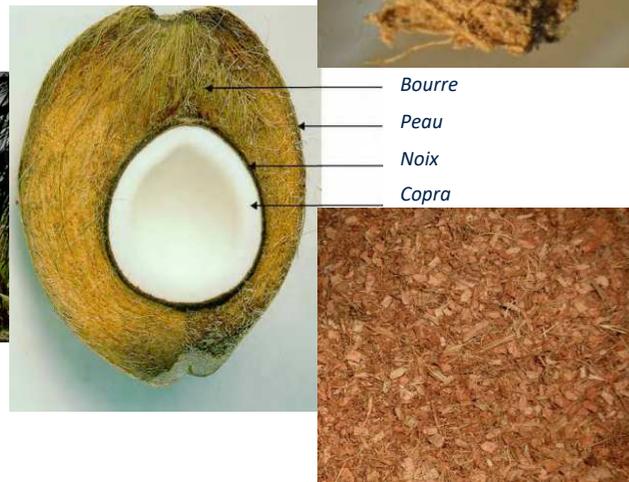
- ➊ Entrée eaux usées brutes
- ➋ Préfiltre avec connecteur de préfiltre sécurisé (CPS)
- ➌ Auget basculant bidirectionnel ajustable
- ➍ Plaques de distribution
- ➎ Media filtrant : fragments de coco
- ➏ Plancher drainant
- ➐ Compartiment de prélèvement
- ➑ Sortie basse eaux usées traitées
- ➒ Sortie haute eaux usées traitées (avec pompe intégrée)
- ➡ Sens de l'écoulement
- ➡ Eaux usées traitées



Le milieu filtrant à base de fragments de coco



Production des fruits



Porosité ouverte à 3 niveaux

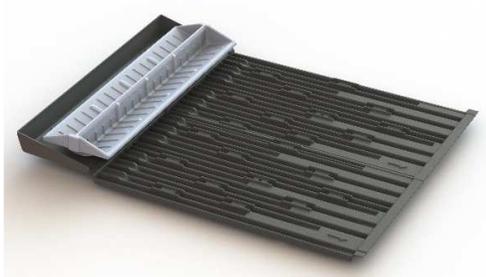
- Intra-fibres
- Intra-fragments
- Inter-fragments

Dimensionnement de la filière à base de fragments de coco

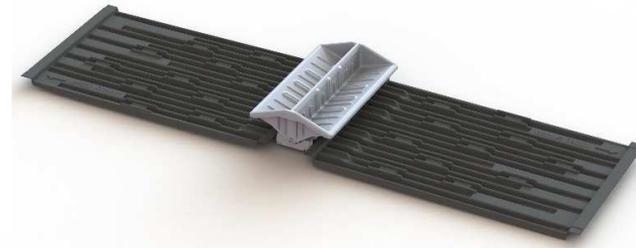
- Fosse septique de 3 m³ (5 EH) en amont du filtre
- Hauteur du lit filtrant pour toutes les versions : 65 cm
- 3 surfaces du lit filtrant depuis 2009 :
 - **V0 : 0,82 m²/EH de 2010 à 2014**
 - **V1 : 0,65 m²/EH de 2014 à 2016**
 - **V2 : 0,54 m²/EH depuis septembre 2016**

Deux types d'auget de distribution utilisés

**Auget
unidirectionnel
(long)**



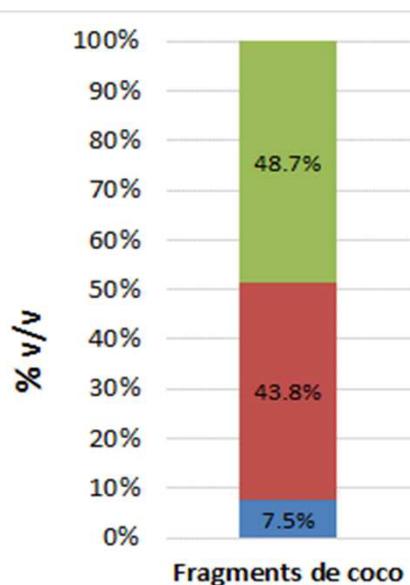
**Auget
bidirectionnel
(court ou long)**



Deux compositions de milieu filtrant à base de fragments de coco

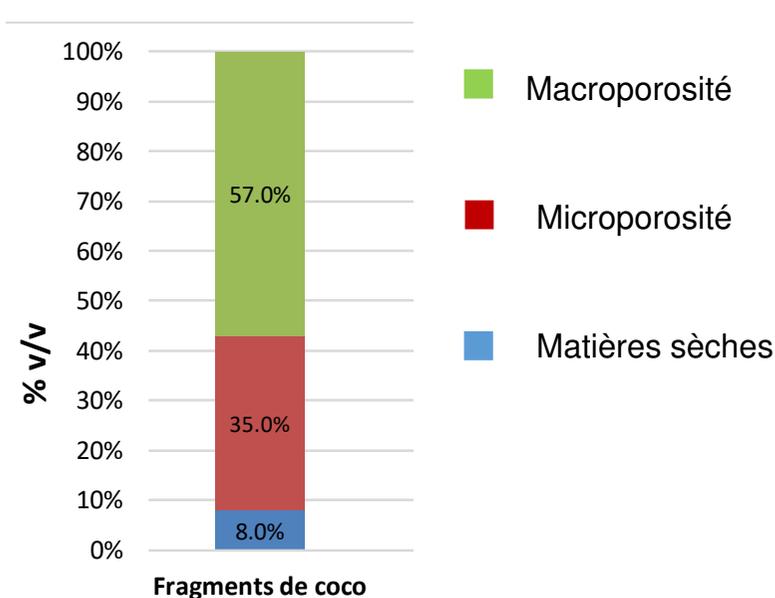
Matériau 1

Porosité totale: 92,5%
Macroporosité: 48,7%



Matériau 2

Porosité totale: 92%
Macroporosité: 57%



- Macroporosité
- Microporosité
- Matières sèches

Fiches GNP pour les 3 versions

V0

Cultures Fixées sur Support Fin : Famille A **Copeaux de coco : Filière d** **Dispositif Ad2**

Dimensionnement du filtre : 0,8 – 0,9 m²/EH

Nouvel filtre composé avec système de épurateur

Age lors de la visite	Médiane	2,5 ans
	Intervalle	[4 mois, 4,7 ans]
Taux de charge	Médiane	73%
	Intervalle	[31%, 85%]
Nombre de prélèvements		35
Nombre d'installations		10

Le nombre de prélèvements validés de ce dispositif est important (85).
La classe relative à la qualité des eaux usées traitées pour ce dispositif est « acceptable ».
La note relative à l'entretien « curatif » pour ce dispositif est de 9,4/10.

Qualité des eaux usées traitées

Entretien = curatif

Qualité des eaux usées traitées de 85 prélèvements

L'outil statistique permet de classer les différentes techniques d'épuration. Ce dispositif fait partie de :

- La famille CFSF de classe de qualité « médiocre »
- La filière « copeaux de coco » de classe de qualité « acceptable ».

Ce dispositif se différencie par analyse statistique de l'autre dispositif de la filière « copeaux de coco ».

mg/L	MES	DCO	DBO ₅	NK	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻
Médiane	12	66	7	6	6	71
Moyenne	19	71	9	10	12	74
Minimum	2	30	5	1	1	3
Maximum	256	265	28	43	58	163

La qualité des eaux usées traitées est « acceptable » pour les 3 paramètres MES, DCO et DBO₅ dans 82% des cas. Ce dispositif montre un degré de nitrification majoritairement « acceptable » (94%).

Repartition dans chaque gamme de qualité des paramètres chimiques MES, DCO et DBO₅ et des formes azotées.

Les 80^{ème} percentiles pour les paramètres MES, DCO et DBO₅ et les 20^{ème} percentiles pour l'indicateur « azote » indiquent tous une classe de qualité globale des eaux usées traitées « acceptable ».

Analyse de l'entretien de 8 installations parmi 10

L'unique opération d'entretien « curatif » concerne le décalottage d'un coudé en entrée.

La fréquence d'entretien « curatif » est « acceptable » dans 88% des cas.

Repartition des fréquences liées à l'entretien « curatif »

Le suivi in situ des installations d'ANC – GNP Septembre 2017

V1

Cultures Fixées sur Support Fin : Famille A **Copeaux de coco : Filière d** **Dispositif Ad1**

Dimensionnement du filtre : 0,6 – 0,7 m²/EH

Nouvel filtre composé avec système de épurateur

Age lors de la visite	Médiane	1,6 an
	Intervalle	[2 mois, 2,8 ans]
Taux de charge	Médiane	58%
	Intervalle	[17%, 94%]
Nombre de prélèvements		17
Nombre d'installations		6

Le nombre de prélèvements validés de ce dispositif est moyen (17).
La classe relative à la qualité des eaux usées traitées pour ce dispositif est « médiocre ».
La note relative à l'entretien « curatif » pour ce dispositif est de 6,9/10.

Qualité des eaux usées traitées

Entretien = curatif

Qualité des eaux usées traitées de 17 prélèvements

L'outil statistique permet de classer les différentes techniques d'épuration. Ce dispositif fait partie de :

- La famille CFSF de classe de qualité « médiocre »
- La filière « copeaux de coco » de classe de qualité « acceptable ».

Ce dispositif se différencie par analyse statistique de l'autre dispositif de la filière « copeaux de coco ».

mg/L	MES	DCO	DBO ₅	NK	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻
Médiane	26	89	14	29	25	42
Moyenne	37	102	14	35	31	52
Minimum	2	30	12	5	4	1
Maximum	140	248	15	103	95	140

La qualité des eaux usées traitées est « acceptable » pour les 3 paramètres MES, DCO et DBO₅ dans 69% des cas. Ce dispositif montre un degré de nitrification majoritairement « acceptable » (47%).

Repartition dans chaque gamme de qualité des paramètres chimiques MES, DCO et DBO₅ et des formes azotées.

Le 50^{ème} percentile pour le paramètre MES indique une classe globale des eaux usées traitées « médiocre ».

Analyse de l'entretien de 6 installations

Les opérations d'entretien « curatif » concernent le remplacement du tuyau d'alimentation de l'auget et la réparation de la rampe d'alimentation de l'auget.

La fréquence d'entretien « curatif » est « acceptable » dans 67% des cas.

Repartition des fréquences liées à l'entretien « curatif »

Pour information et sur la base d'une vidange tous les 4 ans (taux de charge de 100%) :

- 1 installation étudiée a une fréquence de vidange supérieure.

Le suivi in situ des installations d'ANC – GNP Septembre 2017

V2

Cultures Fixées sur Support Fin : Famille A **Copeaux de coco : Filière d** **Dispositif ECOFLO®PE2 de Premier Tech**

Dimensionnement du filtre : 0,54 m²/EH

Massif filtrant composé avec système de épurateur

Age lors de la visite	Médiane	2,3 ans
	Intervalle	[1,6 ans, 3 ans]
Taux de charge simplifié*	Médiane	50%
	Intervalle	[20%, 180%]
Nombre de prélèvements		22
Nombre d'installations		22

Le nombre de prélèvements validés de ce dispositif est moyen (22).
La classe relative à la qualité des eaux usées traitées pour ce dispositif est « acceptable ».
La note relative à l'entretien « curatif » pour ce dispositif est de 9,2/10.

Qualité des eaux usées traitées

Entretien = curatif

Qualité des eaux usées traitées de 22 prélèvements

Ce dispositif fait partie de :

- La famille CFSF de classe de qualité « médiocre »
- La filière « copeaux de coco » de classe de qualité « acceptable ».

Paramètres chimiques de l'ensemble des prélèvements validés

mg/L	MES	DCO	DBO ₅	NK	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻
Médiane	7	67	4	30	28	70
Moyenne	17	96	8	28	26	74
Minimum	2	22	2	2	2	4
Maximum	160	290	42	78	66	172

La qualité des eaux usées traitées est « acceptable » pour les 3 paramètres MES, DCO et DBO₅ dans 86% des cas. Ce dispositif montre un degré de nitrification majoritairement « acceptable » (81%).

Repartition dans chaque gamme de qualité des paramètres chimiques MES, DCO et DBO₅ et des formes azotées.

Les 80^{ème} percentiles pour les paramètres MES, DCO et DBO₅ et le 20^{ème} percentile pour l'indicateur « azote » indiquent tous une classe de qualité globale des eaux usées traitées « acceptable ».

Analyse de l'entretien de 22 installations

Les opérations d'entretien « curatif » concernent le rebranchement du câble de la pompe, le redémarrage de la pompe et la remise en état du système après une montée en charge.

La fréquence d'entretien « curatif » est « acceptable » dans 86% des cas.

Repartition des fréquences liées à l'entretien « curatif »

Pour information et sur la base d'une vidange tous les 4 ans (taux de charge de 100%) :

- 1 installation étudiée a une fréquence de vidange supérieure,
- 3 installations étudiées ont une fréquence de vidange inférieure.

Les données sont disponibles sur simple demande écrite auprès des auteurs.
Citation:
FALLOUP Evie et BOUTIN Catherine, 2020, Fiche technique du dispositif EcoFlo®PE2 selon la méthodologie d'évaluation de - Assainissement non collectif. Le suivi in situ des installations de 2011 à 2016, Boulin et al., 2017 -, INRAE, UR VERSEILLAS, 1 p.

INRAE

PLAN DE PRÉSENTATION

Mise en contexte / Évolutions de la filière à base de fragments de coco de PT

Matériels et méthodes

- Quelles données plateforme, données *in situ* ?
- Charge surfacique
- Modèle log linéaire
- Approche Limite de rejet maximum (LRM)

Impact des évolutions technologiques de la filière

- Charges surfaciques appliquées et rendements
- Auget
- Matériau

Essai d'extrapolation des résultats plateforme aux mesures *in situ*

- Analyse de la répétabilité à charge nominale
- Impact du protocole : court ou long
- Eaux usées brutes entrantes

Conclusions et perspectives

DONNÉES PLATEFORME



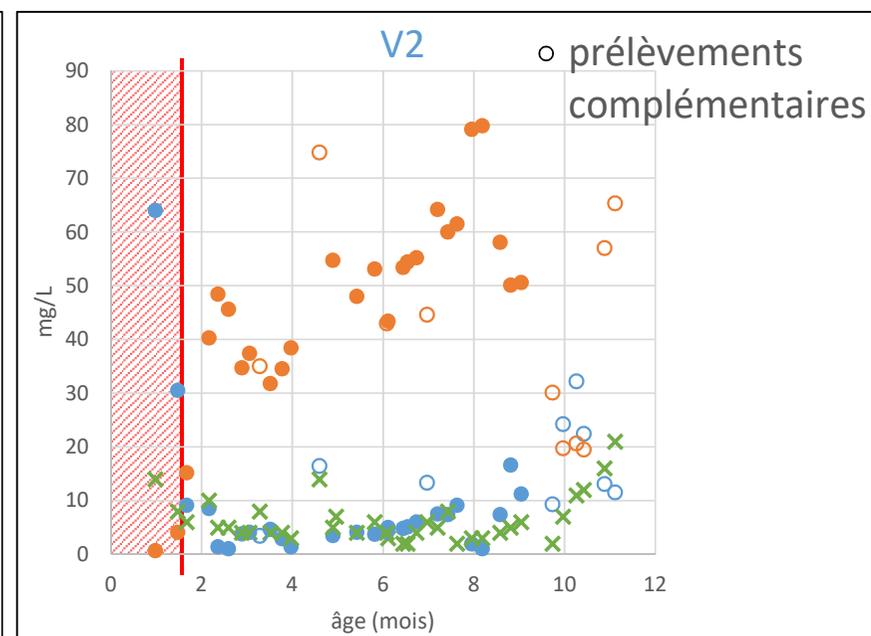
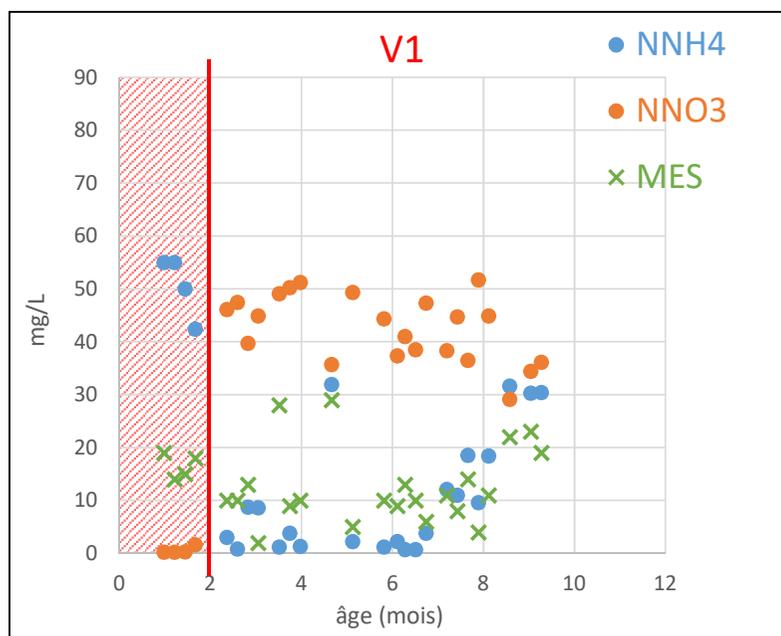
Version	V0	V1	V2
Protocole d'essais	EN 12566-3 et 6 (2008)	EN 12566-3 (2012)	EN 12566-3 et 6 + 11 mesures en stress (2015)
Capacité testée	6 EH	5 EH	5 EH
Dimensionnement en m ² /EH	0,82	0,65	0,54
Matériau	Matériau 1		Matériau 2
Type d'auget	bidirectionnel	unidirectionnel	bidirectionnel
Nombre de données disponibles	26	26	26 + 11

DONNÉES PLATEFORME



Données retenues:

après stabilisation de la
biomasse nitrifiante
($N-NO_3^- > N-NH_4^+$)



Version

V0

V1

V2

Nombre de données disponibles	26	26	26 + 11
Nombre de données retenues	23	22	24 + 11

DONNÉES SUIVI IN SITU



- V0 et V1 : données étude GNP
- V2 : deux campagnes de suivi *in situ* en 2019 selon protocole issu de nos travaux (webconférence du 27 mai 2020)

Version	V0	V1	V2
Commercialisation	sept 2010 - 2014	2014 - 2016	sept 2016
Modèles évalués	5, 6, 7, 8 et 10 EH	4 et 5 EH	5, 6 et 8 EH
Dimensionnement en m ² /EH	0,82	0,65	0,54
Matériau	Matériau 1		Matériau 2
Type d'auget basculant	<i>Epurfix 5 EH</i> : unidirectionnel		bidirectionnel
	<i>Autres modèles</i> : bidirectionnel	<i>Ecoflo</i> : bidirectionnel	
Nombre de valeurs	85	17	22

DÉFINITION DES CHARGES ENTRANTES APPLIQUÉES AU FILTRE



$$\text{charge entrante surfacique} = \frac{(1 - \text{rendement de la fosse}) * \text{charge entrante}}{\text{surface du filtre}}$$

équation 1

La charge entrante surfacique permet de comparer les 3 surfaces de filtre entre eux.

Calcul charge entrante :

- sur plateforme  : à partir des concentrations des eaux usées brutes et des débits journaliers
- in situ*  : à partir du nombre d'usagers domiciliés et de la charge unitaire de pollution MOYENNE de l'utilisateur.

Charges unitaires de pollution moyenne de l'utilisateur (Olivier et al., 2019)	DBO ₅	DCO	MES	NK
g.j ⁻¹	46	106	46	11
Rendements de la fosse toute eaux (hypothèse retenue)	DBO ₅	DCO	MES	NK
%	30	30	60	0

DÉFINITION DES CHARGES SURFACIQUES TRAITÉES PAR LE FILTRE

$$\text{charge traitée surfacique} = \frac{[(1 - \text{rendement de la fosse}) * \text{charge entrante}] - \text{charge sortante}}{\text{surface du filtre}}$$

Equation 2

Calcul charge sortante:

- sur plateforme  : à partir des concentrations des eaux usées traitées et des débits journaliers
- *in situ*  : NON CALCULABLE (absence des débits)

Le lien entre charge entrante et charge traitée correspond au rendement du filtre sur plateforme

$$\text{rendement du filtre sur plateforme} = \frac{\text{charge traitée surfacique}}{\text{charge entrante surfacique}}$$

Equation 3





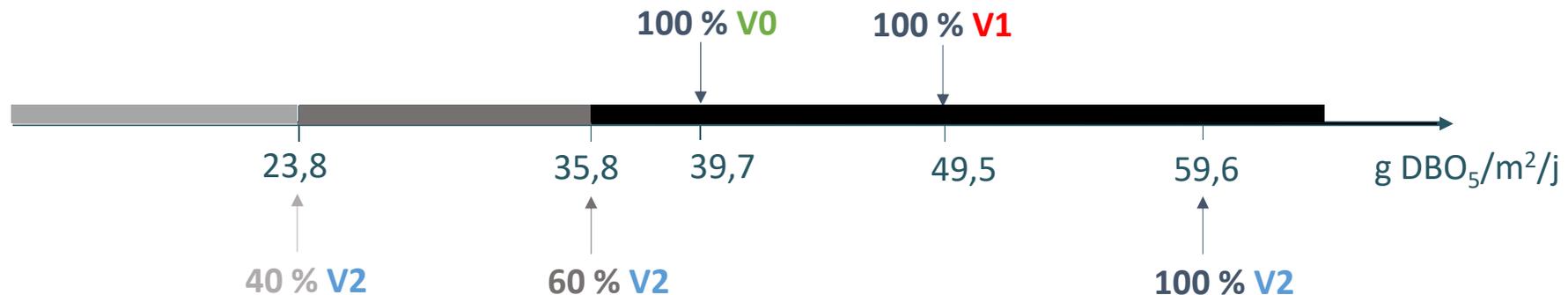
TAUX DE CHARGE SURFACIQUE EN %

Les taux de charge surfacique évalués sur plateforme et *in situ* sont comparés à la valeur nominale calculée pour V_2 :

$$\frac{(1 - \text{rendement fosse}) * \frac{46 \text{g DBO}_5 \cdot \text{j}}{\text{EH}}}{0,54 \text{ m}^2 / \text{EH}} = \frac{(1 - 0,30) * 46}{0,54} = 59,6 \text{ g DBO}_5 / \text{m}^2 / \text{j}$$

Trois classes de taux de charge surfacique en % ont ainsi été créées :

< 40% V_2 ; 40 – 60% V_2 ; > 60% V_2



MÉTHODOLOGIE DE TRAITEMENT DES DONNÉES PAR L'OUTIL STATISTIQUE : MODÈLE « LN-LINÉAIRE GÉNÉRALISÉ »

- Trois paramètres chimiques (MES, DCO, DBO₅)
- Variables explicatives avec 2 à 3 modalités :
 - 3 **dispositifs** : V0, V1 et V2
 - 2 types de **données** : plateforme ou *in situ*
 - 2 types d'**auget** : unidirectionnel et bidirectionnel
 - 2 types de **matériaux** : matériau 1 et matériau 2
 - 2 classes d'**âge** : < 2 ans, > 2 ans
 - 3 classes de **taux de charge surfacique en %** : < 40% V2, 40-60% V2, > 60% V2
- Résultats :

Ce modèle fournit une réponse à la question H0 : «il n'y a pas de différence entre les distributions» avec une probabilité d'erreur (p-value) très faible 0,1 % (au lieu de 5 %).

PRÉDICTION DE LA QUALITÉ *IN SITU* PAR LA DÉTERMINATION DE LA LIMITE DE REJET MAXIMUM

Approche développée par l'USEPA (2004) et appliquée au Québec depuis 2016 pour valider réglementairement les technologies de traitement des eaux usées utilisées en petit collectif.

LRM: capacité d'un système à respecter une exigence donnée lors du(des) prochain(s) prélèvement(s).

Hypothèses:

- Série de données représentatives de la performance du système de traitement (essais plateforme par exemple);
- Données indépendantes du temps (donc excluant la période de démarrage)
- Distribution des données: normale, lognormale ou delta-lognormale

Résultats:

Détermination de la **Limite de Rejet Maximum** (LRM) à une probabilité d'occurrence donnée, pour une technologie, selon le nombre de prélèvement(s) *in situ* réalisé(s) par site

PLAN DE PRÉSENTATION

Mise en contexte / Évolutions de la filière à base de fragments de coco de PT

Matériels et méthodes

- Quelles données plateforme, données *in situ* ?
- Charge surfacique
- Modèle log linéaire
- Approche Limite de rejet maximum (LRM)

Impact des évolutions technologiques de la filière

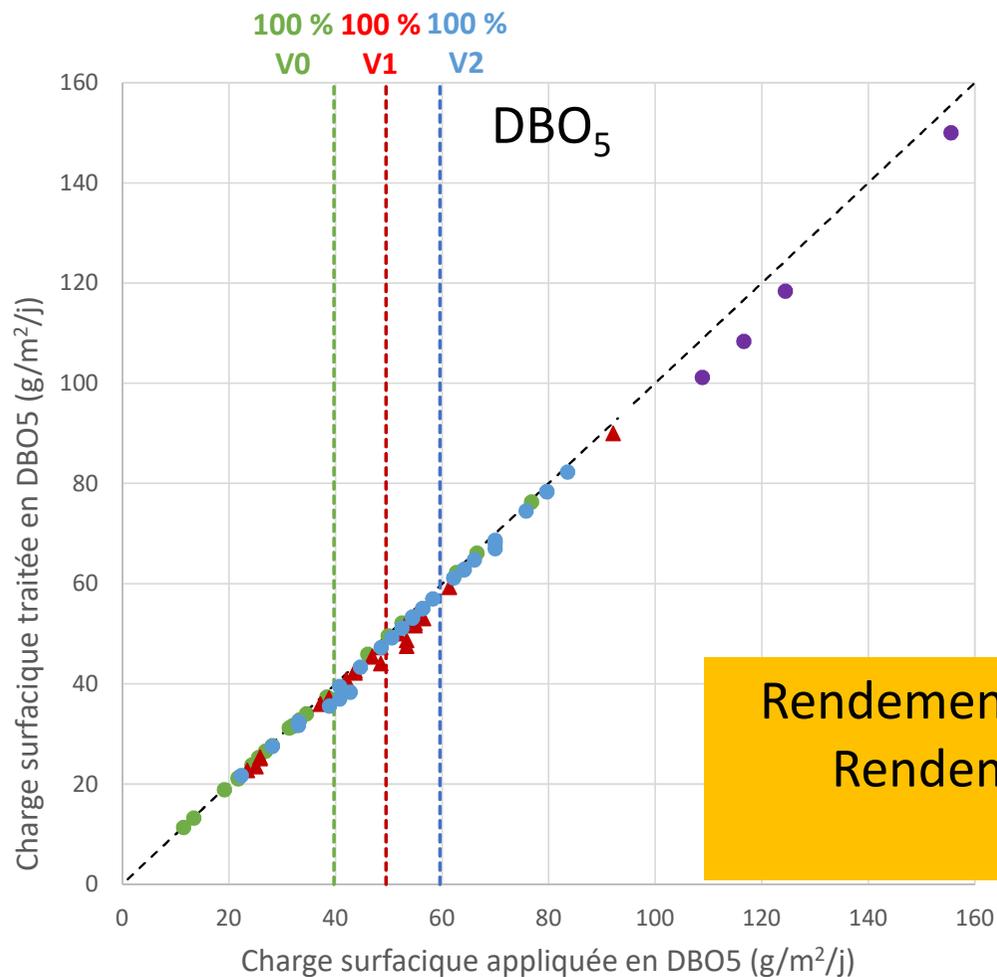
- Charges surfaciques appliquées et rendements
- Auget
- Matériau

Essai d'extrapolation des résultats plateforme aux mesures *in situ*

- Analyse de la répétabilité à charge nominale
- Impact du protocole : court ou long
- Eaux usées brutes entrantes

Conclusions et perspectives

CHARGES SURFACIQUES APPLIQUÉES ET RENDEMENTS



Rendements filtre :

- V0 = 99 % ($R^2=0,9995$)
- V1 = 96 % ($R^2=0,9920$)
- V2 sans surcharges = 97 % ($R^2=0,9962$)
- V2 avec surcharges = 96 % ($R^2=0,9972$)

- V0 (bidirectionnel)
- ▲ V1 (unidirectionnel)
- V2 (bidirectionnel)
- V2 surcharge hydr.
- 100 % rendement

Rendement indépendant de la charge surfacique appliquée.
Rendements différents pour les différents dispositifs :

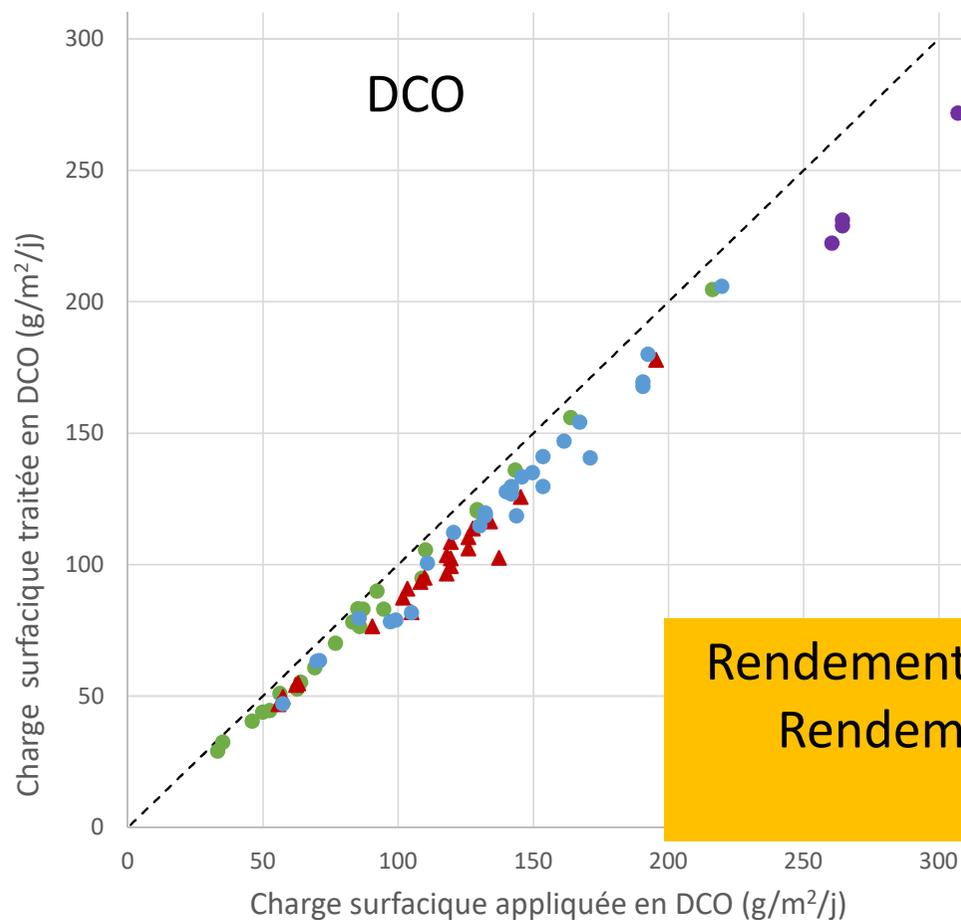
$$V1 < V2 < V0$$

CHARGES SURFACIQUES APPLIQUÉES ET RENDEMENTS



Rendements filtre :

- **V0 = 93 %** ($R^2=0,9935$)
- **V1 = 86 %** ($R^2=0,9709$)
- **V2 sans surcharges = 89 %** ($R^2=0,9759$)
- **V2 avec surcharges = 88 %** ($R^2=0,9880$)



- V0 (bidirectionnel)
- ▲ V1 (unidirectionnel)
- V2 (bidirectionnel)
- V2 surcharge hydr.
- 100 % rendement

Rendement indépendant de la charge surfacique appliquée.
Rendements différents pour les différents dispositifs :

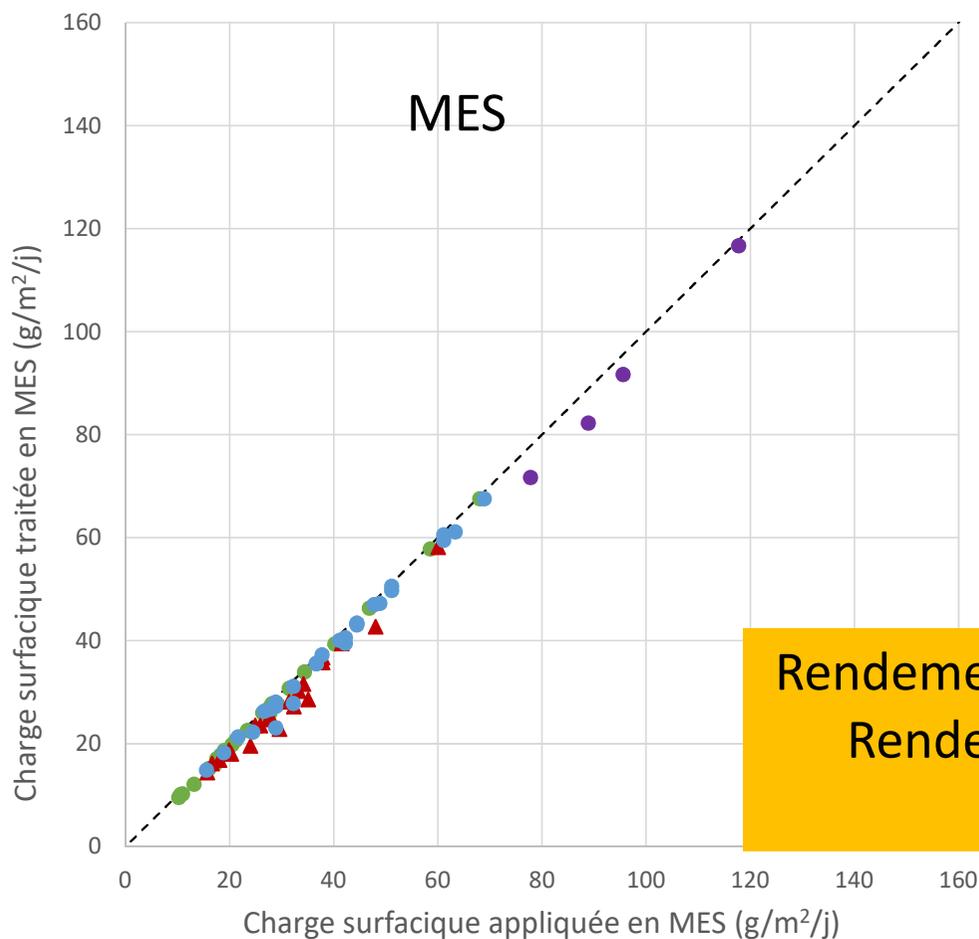
$$V1 < V2 < V0$$

CHARGES SURFACIQUES APPLIQUÉES ET RENDEMENTS



Rendements filtre :

- **V0 = 98 %** ($R^2=0,9986$)
- **V1 = 92 %** ($R^2=0,9690$)
- **V2 sans surcharges = 97 %** ($R^2=0,9913$)
- **V2 avec surcharges = 96 %** ($R^2=0,9951$)



Rendement indépendant de la charge surfacique appliquée.
Rendements différents pour les différents dispositifs :

$$V1 < V2 < V0$$

IDENTIFICATION DES FACTEURS D'INFLUENCE

Variables explicatives de l'outil « In-linéaire généralisé »

- Type de données : plateforme / *in situ*
- Taux de charge surfacique DBO₅ : < 40% V2 / 40%-60% V2 / > 60% V2)
- Auget : unidirectionnel / bidirectionnel
- Matériau : matériau 1 (V0 et V1) / matériau 2 (V2)
- Age de l'installation : < 2 ans / > 2 ans

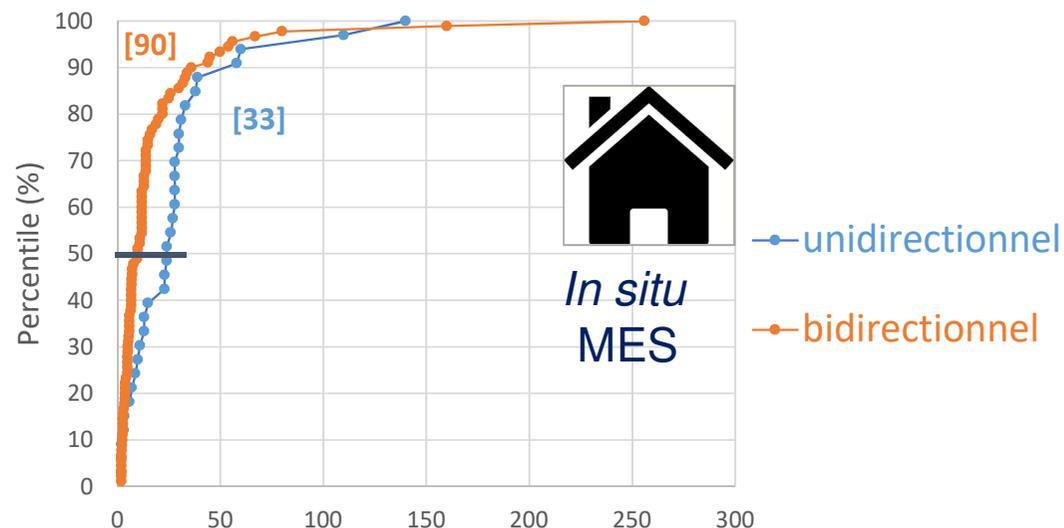
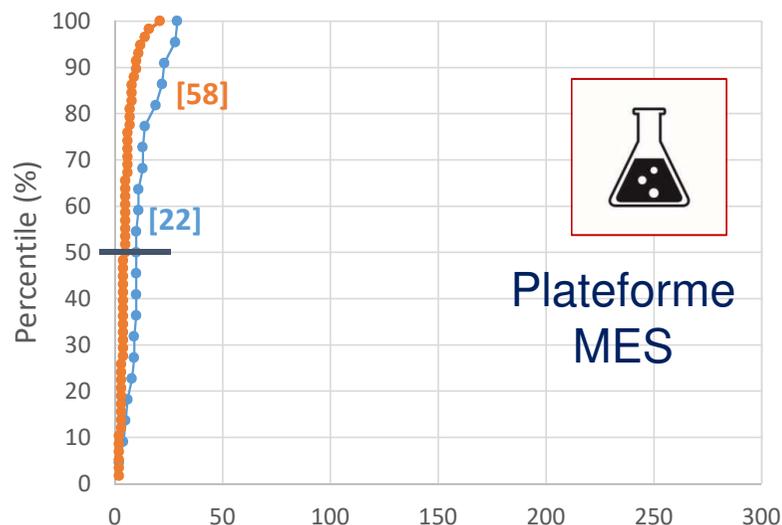


Les réponses de l'outil :

Paramètres	Type de données	Taux de charge DBO ₅	Auget	Matériau	Age
	2 classes	3 classes	2 classes	2 classes	2 classes
MES	MES	-	MES	-	-
DCO	DCO	-	DCO	DCO	-
DBO ₅	-	-	-	-	-

- Le type de données et la nature de l'auget sont des facteurs explicatifs des différences de distribution des concentrations en MES.
 - La nature du matériau s'ajoute aux 2 facteurs précédents pour la DCO.
 - Absence de facteur identifié pour la DBO₅

EFFET CONJOINT « AUGET » ET « TYPE DE DONNÉES » SUR MES



Le type de données et l'auget ont un impact identifié conjoint sur la distribution des concentrations en MES.

Médiane MES [effectif]	Plateforme		<i>In situ</i>	
	Unidirectionnel	Bidirectionnel	Unidirectionnel	Bidirectionnel
Médiane observée	10 [22]	5 [58]	24 [33]	10 [90]
Médiane calculée	9,9	4,8	18,9	9,1

L'auget bidirectionnel améliore la rétention des MES.

EFFET DU MATÉRIAU SUR LA DISTRIBUTION DE LA DCO

- 3 effets conjoints identifiés pour la DCO
- Données dépendantes : absence (auget unidirectionnel / matériau 2)
- Nouveau test sur jeu de données restreint à l'auget bidirectionnel



Paramètres	Type de données	Age	Charge surfacique	Matériau
		2 classes	2 classes	3 classes
Carbonés	MES	-	-	DCO

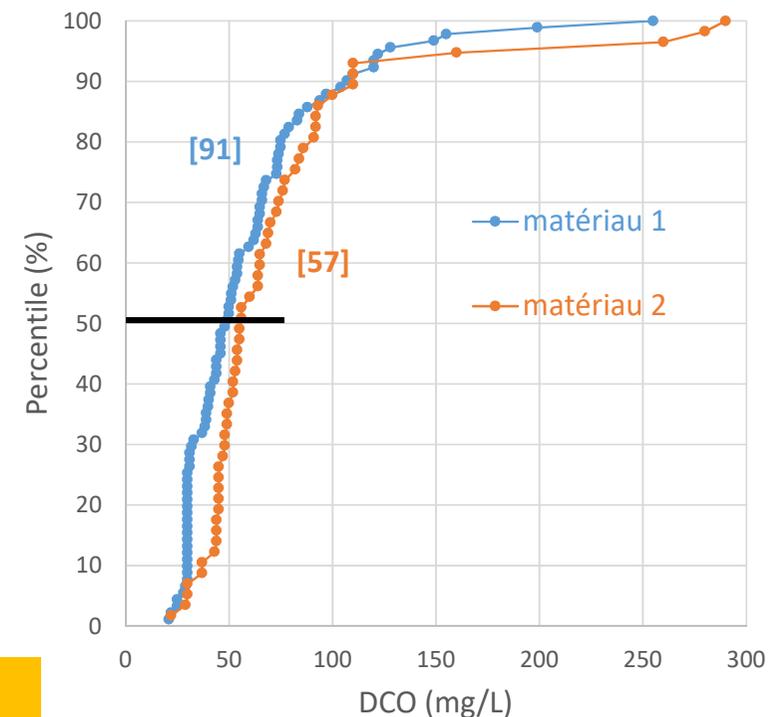
Le matériau a un impact identifié sur la distribution des concentrations en DCO.

médiane DCO

[effectif]

	Matériau 1	Matériau 2
Médiane observée	49 [91]	56 [57]
Médiane calculée	42,8	58,6

La concentration des rejets en DCO avec le matériau 2 est légèrement supérieure à celle obtenue avec le matériau 1.



PLAN DE PRÉSENTATION

Mise en contexte / Évolutions de la filière à base de fragments de coco de PT

Matériels et méthodes

- Quelles données plateforme, données *in situ* ?
- Charge surfacique
- Modèle log linéaire
- Approche Limite de rejet maximum (LRM)

Impact des évolutions technologiques de la filière

- Charges surfaciques appliquées et rendements
- Auget
- Matériau

Essai d'extrapolation des résultats plateforme aux mesures *in situ*

- Analyse de la répétabilité à charge nominale
- Impact du protocole : court ou long
- Eaux usées brutes entrantes

Conclusions et perspectives

ANALYSE DE LA RÉPÉTABILITÉ DE LA QUALITÉ DU REJET :

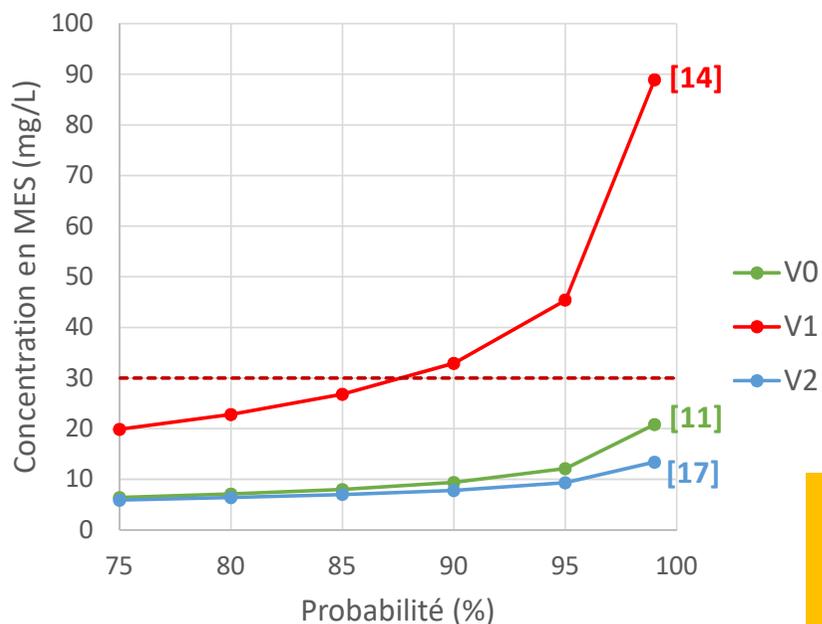
- En conditions de charge nominale et après stabilisation des biomasses
- Concentrations EUB respectant individuellement les seuils imposés par la norme EN 12566-3



Application de la loi de Student à ces données plateforme car loi log normale

$$L_{sup} = m + \sigma \times k' \quad \text{où} \quad k' = k \times \sqrt{(n+1)/n}$$

avec :
 m = moyenne
 σ = écart type
 k = coefficient de Student pour une probabilité donnée
 n = nombre de valeurs



Respect du seuil de 30 mg MES/L

Pour V0 et V2 : respecté avec une probabilité de 100 %

Pour V1 : respecté avec une probabilité de 88 %

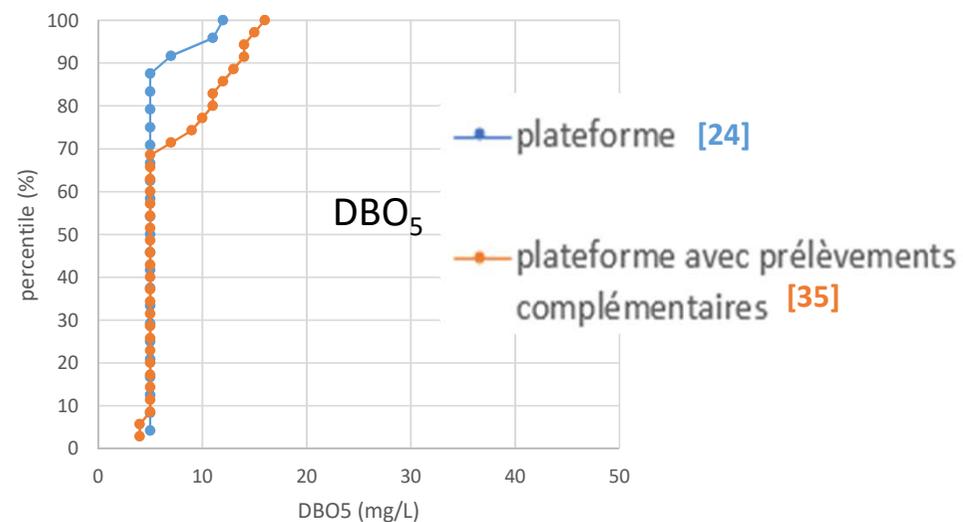
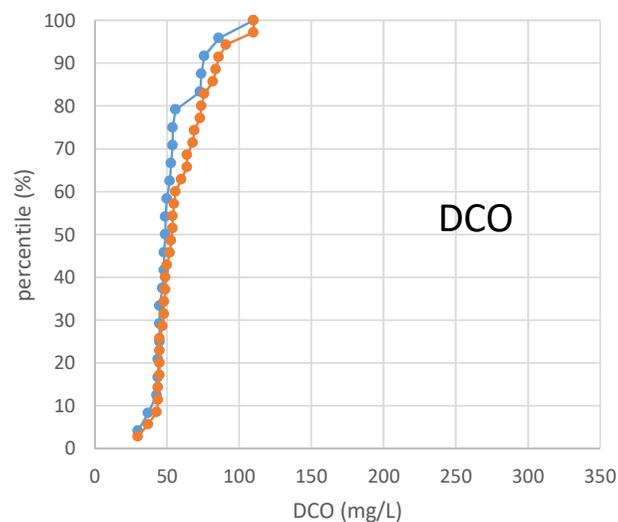
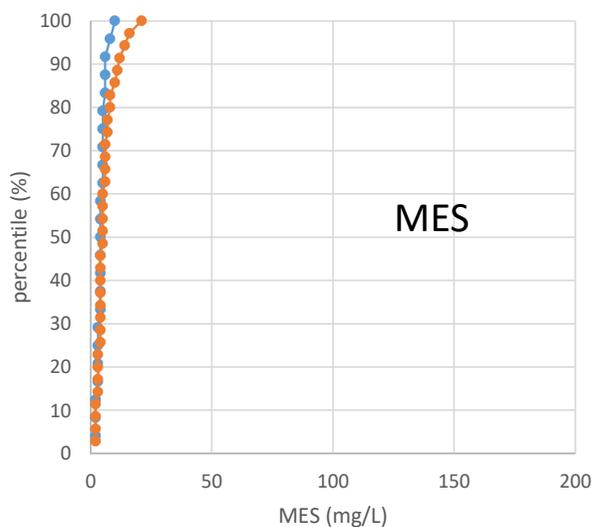
Cette analyse, appliquée à tous les dispositifs permettrait de qualifier de façon comparée la répétabilité de la qualité des rejets en conditions contrôlées.

IMPACT DU PROTOCOLE

Données V2 uniquement

Protocole court : marquage CE

Protocole « long » : marquage CE + prélèvements complémentaires

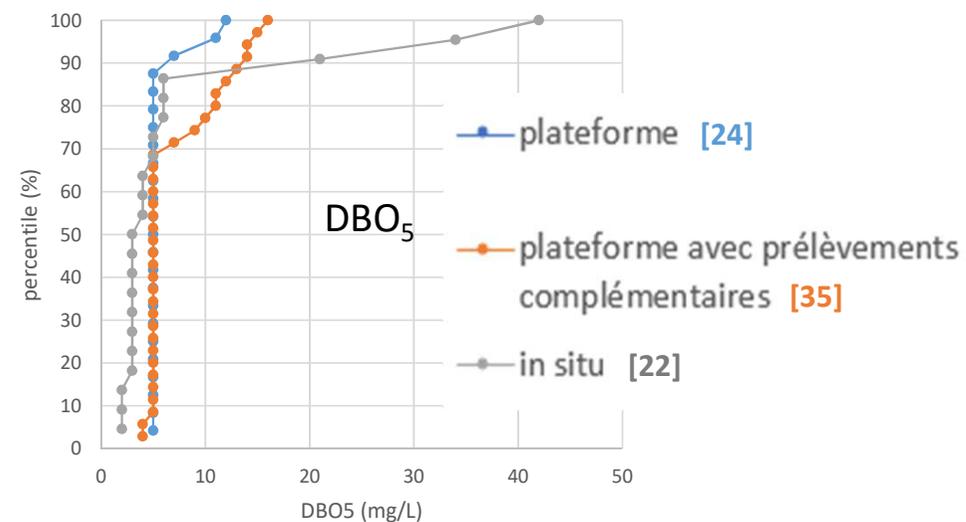
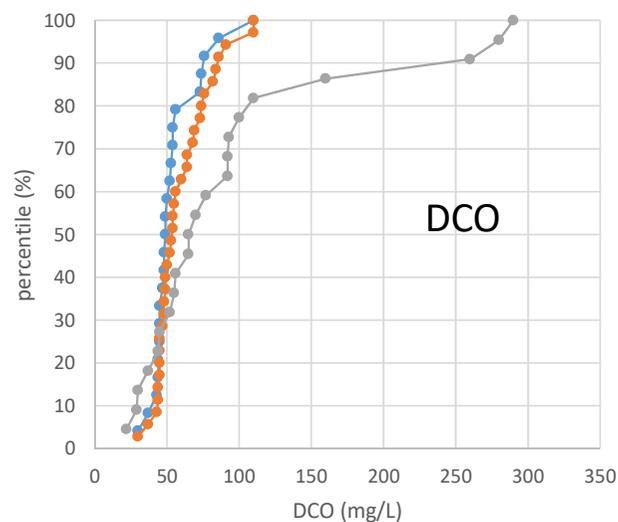
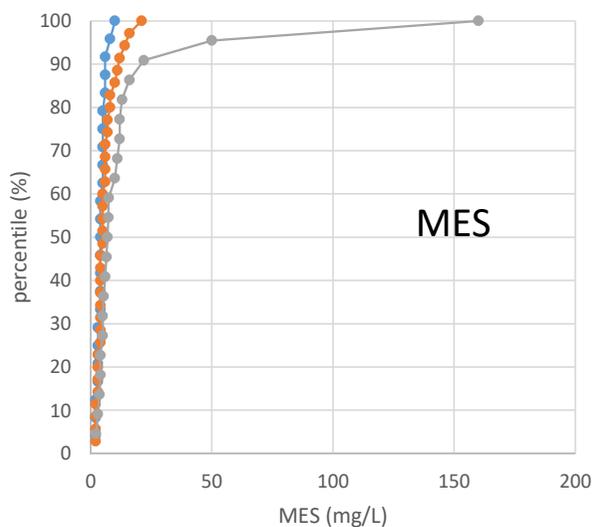


IMPACT DU PROTOCOLE

Données V2 uniquement

Protocole court : marquage CE

Protocole « long » : marquage CE + prélèvements complémentaires



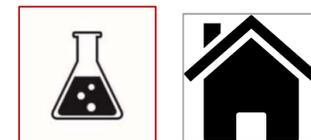
Pour MES et DCO, les distributions du **protocole long** montrent des concentrations supérieures à celles du **protocole court** et s'approchent davantage des résultats *in situ*.

IMPACT DU PROTOCOLE (OUTIL LN-LINÉAIRE GÉNÉRALISÉ)

Données V2 uniquement

Variables explicatives :

- Type de données (plateforme / *in situ*)
- Charge surfacique DBO₅ (< 40% V2 / 40%-60% V2 / > 60% V2)



Cas 1 : type de donnés = protocole court vs *in situ*

Paramètres	Type de données	Charge surfacique DBO ₅
	2 classes	3 classes
MES	Impact identifié	-
DCO	-	-
DBO ₅	-	-

Cas 2 : type de donnés = « protocole long » vs *in situ*

Paramètres	Type de données	Charge surfacique DBO ₅
	2 classes	3 classes
MES	-	-
DCO	-	-
DBO ₅	-	-

Cas 1 : Le type de données a un impact identifié pour la distribution des concentrations en MES

Cas 2 : Le type de données n'a pas d'impact identifié pour la distribution des concentrations en MES₂

IMPACT DU PROTOCOLE (OUTIL LN-LINÉAIRE GÉNÉRALISÉ)

Données V2 uniquement



Pour les MES, l'outil identifie **un impact** du mode de recueil de données entre plateforme et *in situ* en **protocole court**, qu'il **n'identifie plus** en « **protocole long** ».

Cas 1 : protocole court vs *in situ*

observée (calculée)		Plateforme [24]	<i>In situ</i> [22]
MES	Médiane	4,0 (4,0)	7,2 (8,7)
	Percentile 80	5,4 (5,9)	12,8 (19,1)

Impact identifié

Cas 2 : « protocole long » vs *in situ*

observée (calculée)		Plateforme [35]	<i>In situ</i> [22]
MES	Médiane	5,0 (4,9)	7,2 (8,7)
	Percentile 80	8,0 (8,5)	12,8 (19,1)

Pas d'impact

L'outil identifie l'intérêt du « **protocole long** » vs **protocole court** pour s'approcher du contexte *in situ*.

IMPACT DU PROTOCOLE (DÉTERMINATION DES LRM)

Données V2 uniquement



Les LRM pour les MES sont évaluées en considérant un prélèvement par site en conditions *in situ* (22 données indépendantes).

Cas 1: protocole court vs <i>in situ</i>			
observée		Plateforme [24]	In situ [22]
MES	50 % de probabilité	4,1	7,2
	80 % de probabilité	6,6	12,8

Cas 2: « protocole long » vs <i>in situ</i>			
observée		Plateforme [35]	In situ [22]
MES	50 % de probabilité	5,1	7,2
	80 % de probabilité	9,6	12,8

Les LRM calculées confirment également l'intérêt du « **protocole long** » vs **protocole court** pour s'approcher du contexte *in situ*.

COMPARAISON DES EUB PLATEFORME



ET *IN SITU*



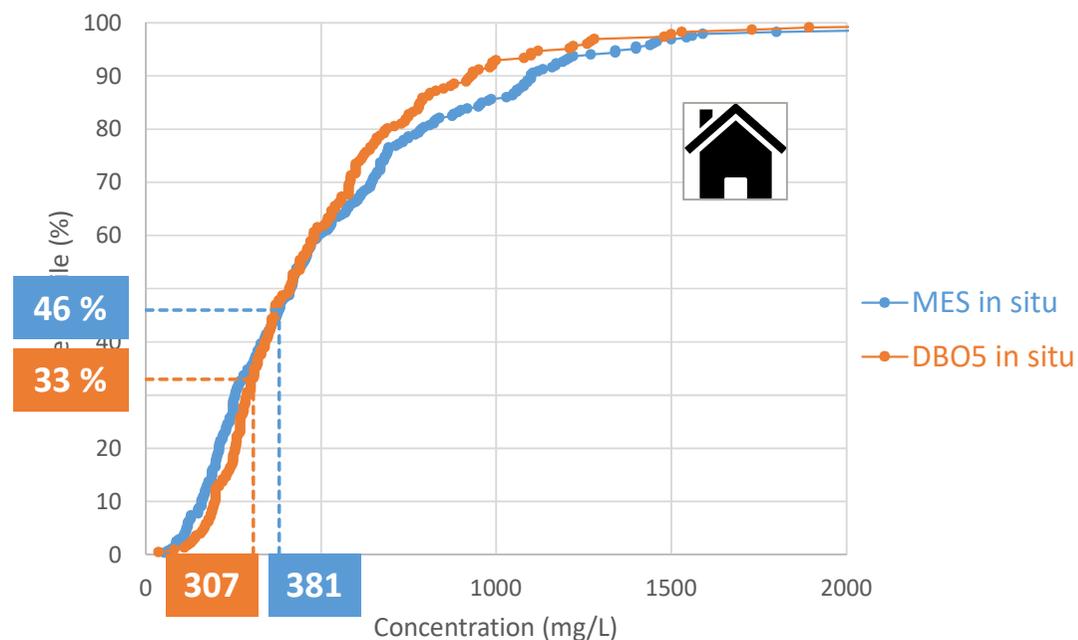
	Débits (L.j ⁻¹ .EH ⁻¹)
Moyennes EUB Plateforme	155
Moyennes EUB <i>In situ</i> ¹	100
Ratio <i>in situ</i> / plateforme	1 / 1,55

Concentrations EUB (mg.L ⁻¹)		
MES	DCO	DBO ₅
381	747	307
544	1212	514
1,42	1,62	1,67

¹ d'après Olivier et al., 2019

Correspondance des moyennes mesurées sur plateforme aux percentiles *in situ* :

Résultat DCO :
La moyenne plateforme DCO de 747 mg/L correspond au percentile 32 *in situ*.

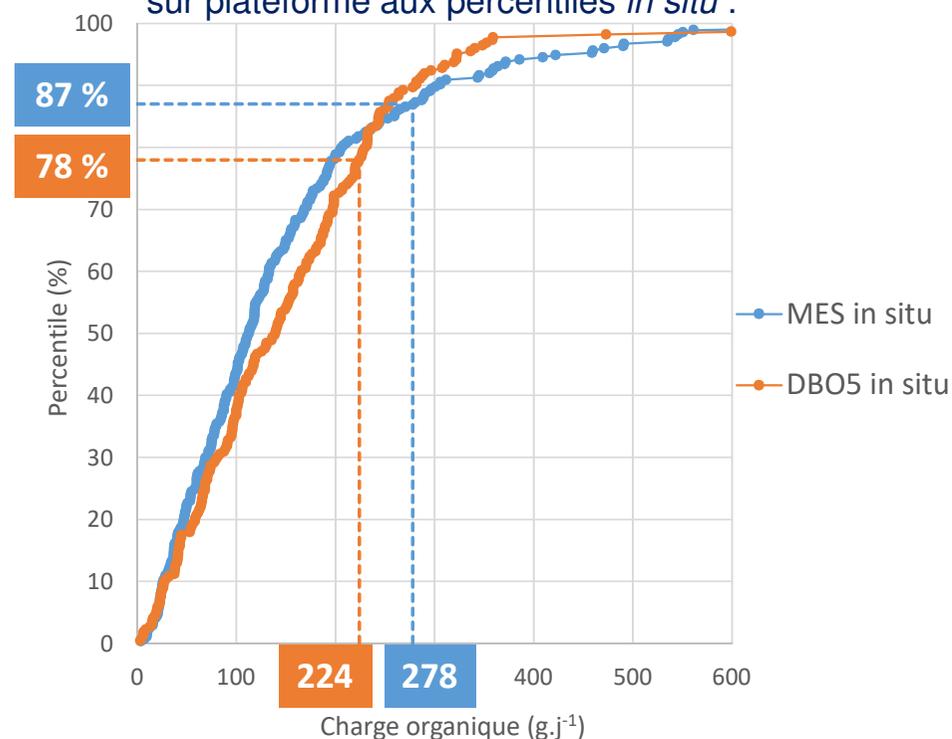


COMPARAISON DES EUB PLATEFORME  ET *IN SITU*  : CHARGES

Charge organique
=
débit * concentration

	Charge hydraulique (L.j ⁻¹)	Charge organique (g.j ⁻¹)		
		MES	DCO	DBO ₅
Plateforme : moyenne pour 5 EH	774	278	543	224
<i>In situ</i> ¹ : percentile 90 d'un ménage type	568	305	676	281
Ratio <i>in situ</i> / plateforme	1/1,36	1,10	1,25	1,25

Correspondance des moyennes mesurées sur plateforme aux percentiles *in situ* :



¹ d'après Olivier et al., 2019

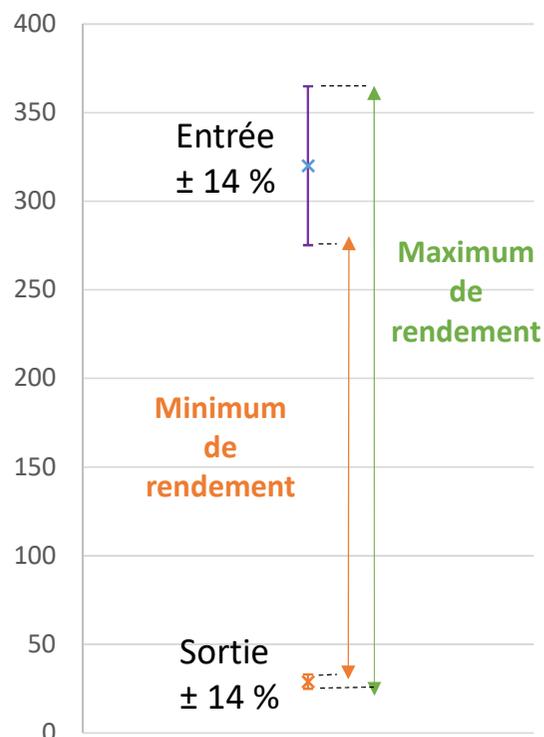
Résultat DCO :
La moyenne plateforme DCO de 543 g.j⁻¹
correspond au percentile 83 *in situ*

Les charges organiques appliquées en plateforme et *in situ* sont équivalentes.
En conséquence, les rendements sont aussi comparables.

RENDEMENTS *IN SITU*, AVEC INCERTITUDES APPLIQUÉES, ET EXTRAPOLÉS À LA PLATEFORME

Les rendements sur plateforme ne suivent pas de loi normale.

Exemple avec une incertitude sur les concentrations de $\pm 14\%$



		MES	DCO	DBO ₅
Incertitudes de mesures (%)		14	17	25
Percentile 80 EUB <i>in situ</i> ¹ (mg/L)		788	1810	690
Objectif rejet (mg/L)		30	200	35
Rendements calculés avec les incertitudes	minima (%)	95,0	84,4	91,5
	maxima (%)	97,1	92,2	97,0
Rendements à atteindre sur plateforme (%)		97,1	92,2	97,0

¹ d'après Olivier et al., 2019

PLAN DE PRÉSENTATION

Mise en contexte / Évolutions de la filière à base de fragments de coco de PT

Matériels et méthodes

- Quelles données plateforme, données *in situ* ?
- Charge surfacique
- Modèle log linéaire
- Approche Limite de rejet maximum (LRM)

Impact des évolutions technologiques de la filière

- Charges surfaciques appliquées et rendements
- Auget
- Matériau

Essai d'extrapolation des résultats plateforme aux mesures *in situ*

- Analyse de la répétabilité à charge nominale
- Impact du protocole : court ou long
- Eaux usées brutes entrantes

Conclusions et perspectives

Conclusions et perspectives

- Trois dispositifs avec
trois surfaces de filtration,
deux types d'auget et
deux compositions de milieu filtrant à base de fragments de coco.
- V0 et V2 qualifiés « acceptable » par GNP, V1 qualifié « médiocre ».
- Données plateforme : trois marquages CE et prélèvements complémentaires pour V2.
- Données *in situ* : étude du GNP et les suivis *in situ* 2019 pour V2.

Conclusions et perspectives

- Rendement des filtres sur plateforme indépendant de la charge surfacique appliquée (coefficients de corrélation supérieurs à 0,97, tous paramètres carbonés et dispositifs confondus) et $V1 < V2 < V0$. 
- L'auget bidirectionnel améliore la rétention des MES  et 
- Le matériau 2 (macroporosité plus élevée) présente des concentrations légèrement plus élevées en DCO que le matériau 1.
- Poursuite de l'analyse pour l'ensemble des paramètres azotés.
- Est-il possible d'optimiser davantage $V2$?
- Publication prochaine d'un article.

Conclusions et perspectives

- Analyse de la répétabilité des rejets à charge nominale et après stabilisation (loi de Student) : seuil à respecter selon une probabilité à définir.
- Le **protocole « long »** permet une meilleure représentativité des conditions *in situ* que le **protocole court** : validé par 3 approches différentes
- Charges EUB  vs  équivalentes: les rendements sont comparables.



Pour l'obtention d'une qualité de rejet *in situ* MES = 30 mg/L et DBO₅ = 35 mg/L, les rendements sur plateforme sont : $\eta_{MES} = 97 \%$; $\eta_{DBO5} = 97 \%$

- Comparaison des protocoles européen et nord américain et publication.

13&14

octobre 2020

Parc des expositions

DIJON

RENCONTRES NATIONALES
DE LA GESTION DES EAUX À LA SOURCE
Séparer, Traiter, Valoriser, Economiser

@Reseau_EAU
www.rencontres-eaux.com

MERCI pour votre attention

QUESTIONS?