

Maitriser les pollutions organiques en production d'eau potable.

Gestion de l'adsorption sur charbon actif en grain avec renouvellement de media

Mise en œuvre dans le procédé CARBAZUR-UP[®]

Isabelle BAUDIN,
Julien REUNGOAT, Laurent GUEY, Olivier DANIEL, & Anne BREHANT



48^{ème} congrès du Groupe Français des Pesticides,

prêts pour la révolution de la ressource



Sommaire

1. Enjeux en production d'eau potable

- Conformité à la réglementation
- Les traitements d'adsorption
- Les micropolluants émergents

2. Adaptation des procédés d'adsorption aux pollutions ciblées

- Mise en œuvre industrielle
- Nouvelle gestion des CAG avec renouvellement de media
- Le procédé CARBAZUR - UP[®]
 - *Description*
 - *Performances*

3. Conclusion & perspectives

Enjeux en production d'eau potable

- Objectifs des traiteurs d'eau
- Traitement par adsorption sur charbon actif
- Des micropolluants émergents à considérer

Enjeux en production d'Eau Potable

- ❑ **Distribuer une eau de qualité sans risque pour le consommateur**, conforme aux normes de l'Eau Potable (EP) avec anticipation de leur évolution.
- ❑ **Prendre en compte la dégradation et l'évolution de la qualité des ressources** (*impact du réchauffement climatique, prolifération d'algues, évènements extrêmes pluvieux, accroissement des teneurs en Matières Organiques Naturelles (MON) & en micropolluants*).
- ❑ **Adapter les filières de traitement existantes et/ou concevoir de nouvelles usines EP** capables de gérer les variations de qualité de la ressource.
- ❑ **Adapter les capacités** des unités de production aux évolutions des demandes en eau.
- ❑ **Maitriser les coûts d'investissement** (*sélection procédés, dimensionnement, emprise au sol...*) **& de fonctionnement** (*consommation en énergie, réactifs*) des filières de traitement (*réhabilitation et/ou nouvelle filière*).

Adapter et optimiser les traitements aux variations de qualité de la ressource

Règlementation

Paramètres <i>Quelques exemples</i>	Limite de qualité ET	Reference de qualité ET	Recommandations ET <i>(composés non réglementés)</i>
COT		< 2 mg/l	
THMs	100 µg/l		
Pesticides (mère & métabolites) (composé et somme)	0.1 et 0.5 µg/l		
Aldrine, dieldrine, heptachlore	0.03 µg/l		
Microcytines	1 µg/l		
Tetra + tri CE	10 µg/l		
Géosmine			10 ng/l
Perchlorates			4 µg/l (DGS) ; 2-6 µg/l (USA)
Perfluorés (composé et somme)			0.1 et 0.5 µg/l

Traitements

- **Gestion des MON** : traitement par coagulation (50%) & affinage (20-50%) (*oxydation, adsorption sur charbon, membranes NF-OI*).
- **Gestion des micropolluants**: par affinage (10-100%) (*oxydation, adsorption sur charbon, membranes NF-OI*).
- **Efficacité/performances** : selon type/réactivité des molécules, nature du procédé & mise en œuvre (*dosage, contact, renouvellement..*).

Adsorption sur charbon : traitement clé de gestion des MON & micropolluants

Traitement des polluants organiques par adsorption

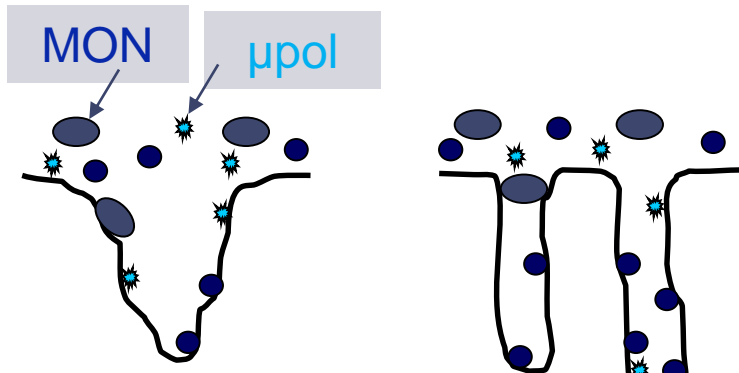
❑ **Media** : sélection selon objectifs (MO et/ou μpol) & performances visées, mise en œuvre (**CAP ou CAG** consommé ou régénéré), insertion dans filière de traitement (*en clarification, en affinage*)

❑ **CAP**: injection & contact dans un ouvrage spécifique de séparation

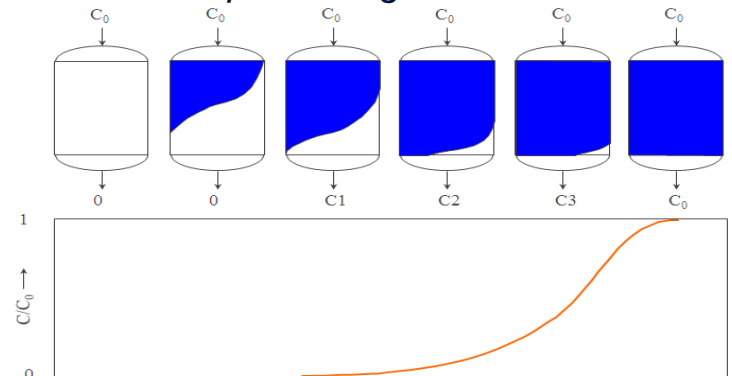
+ *souplesse, adaptation, efficacité MO & μpol , spécificité* / - : *coûts, boues avec CA*

❑ **CAG** : filtration et contact sur un média.

+ *filtration (biodégradation) & adsorption, coûts* / - : *efficacité liée à fréquence régénération*



Porosité CA liées à nature du media
(houille, coco)

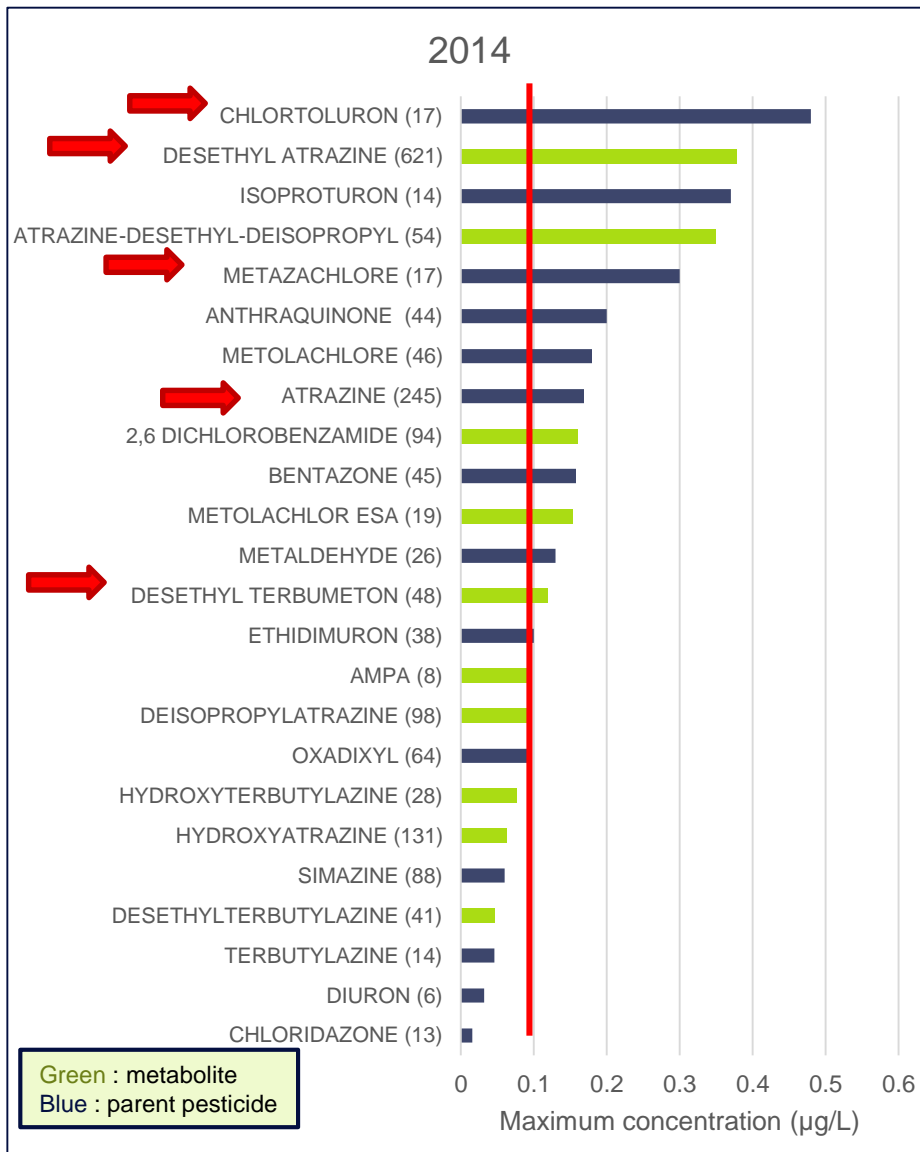
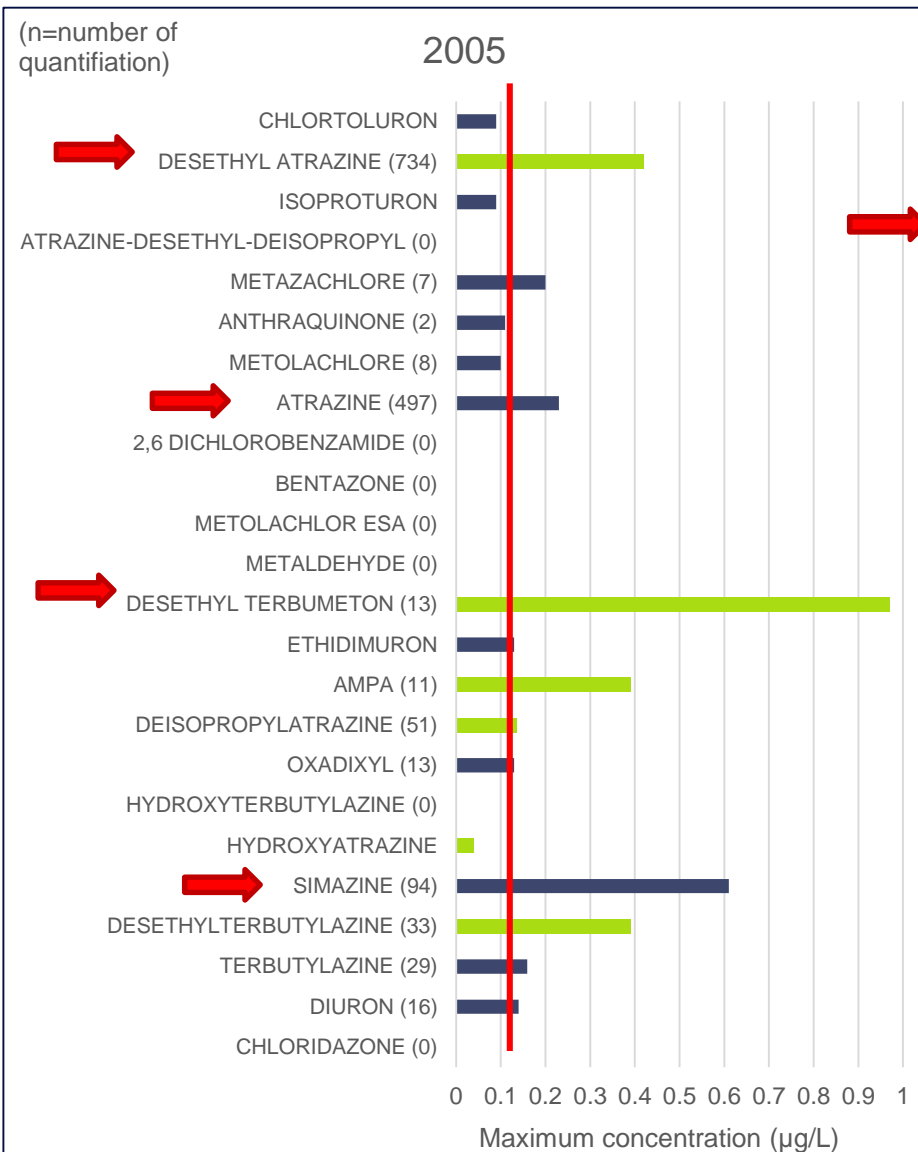


Fréquence régénération selon percée cibles visées
Ex : 3 mois pour COD & 2 ans pour atrazine

Adsorption sur CAP ou CAG selon objectifs de gestion des MON et/ou micropolluants

Les composés à considérer

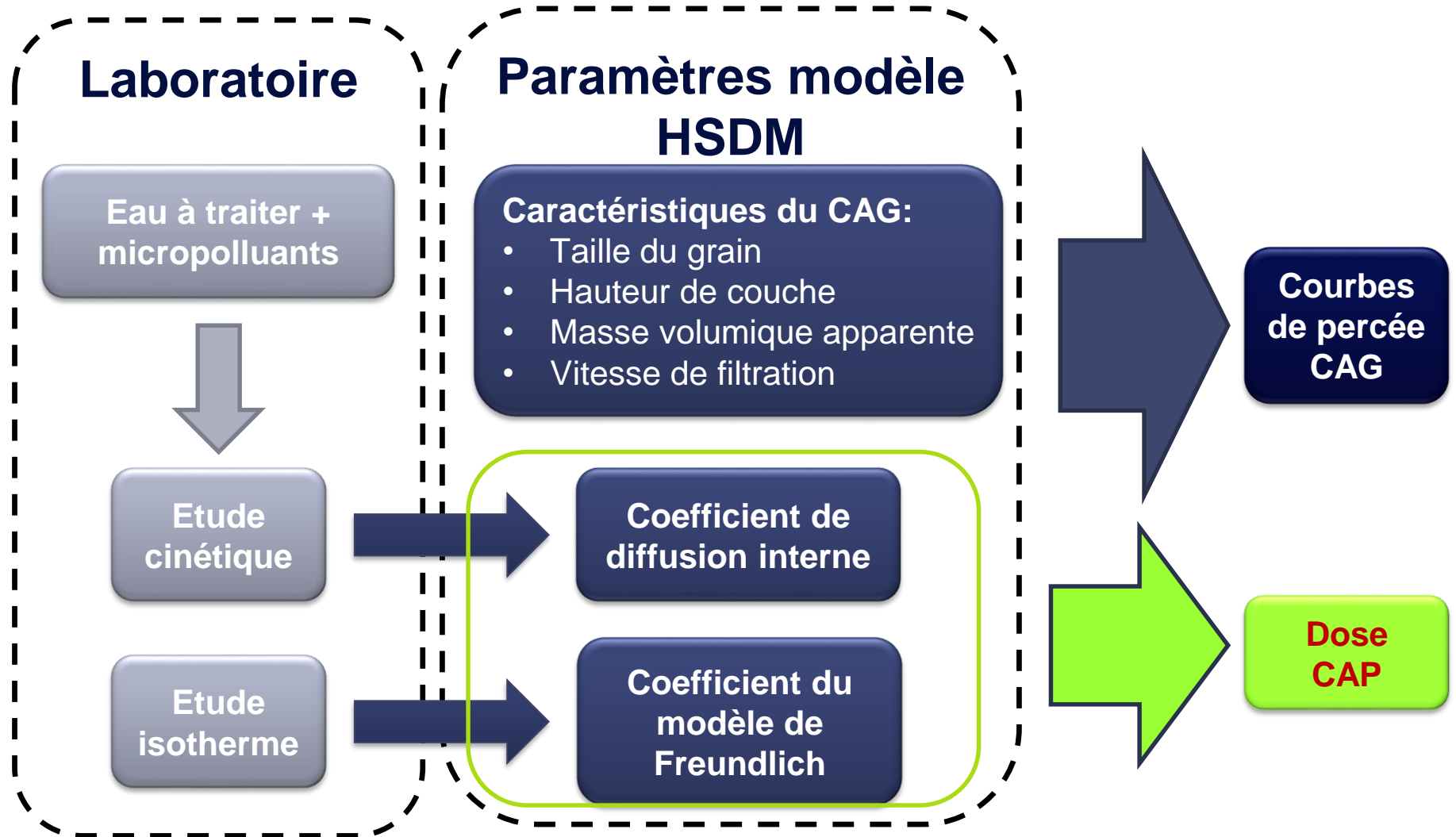
Ex : Pesticides & métabolites en eaux traitées en France (Suez)



Baisse des non conformités pesticides; apparition de métabolites polaires peu adsorbables

Prédiction de traitement par adsorption

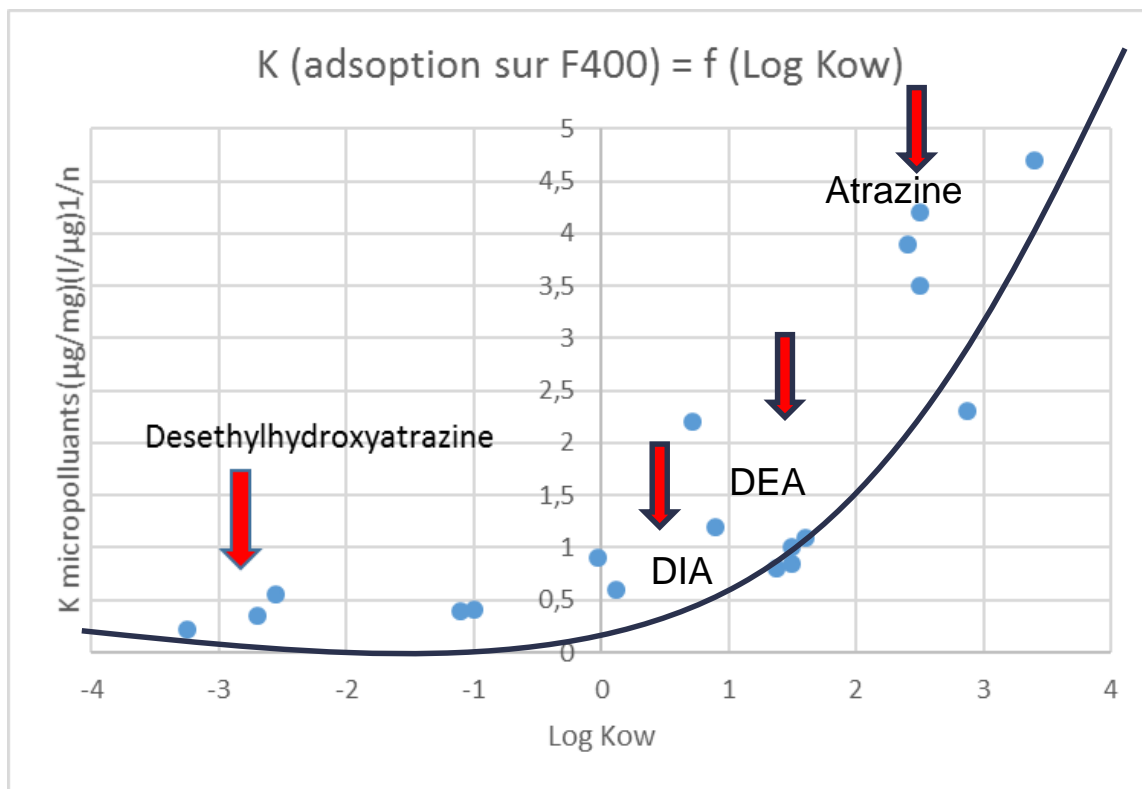
Tests en laboratoire & modélisation



Prédiction de mise en œuvre par essais en laboratoire & modélisation

Classement de traitabilité des polluants par adsorption

Lien Log Kow et tests en laboratoire



Polluants émergents dans les ressources difficiles à traiter par adsorption: petites molécules polaires, hydrophiles, faible Log Kow (ex : métabolites de pesticides) en lien avec faible cste K (issues test labo)

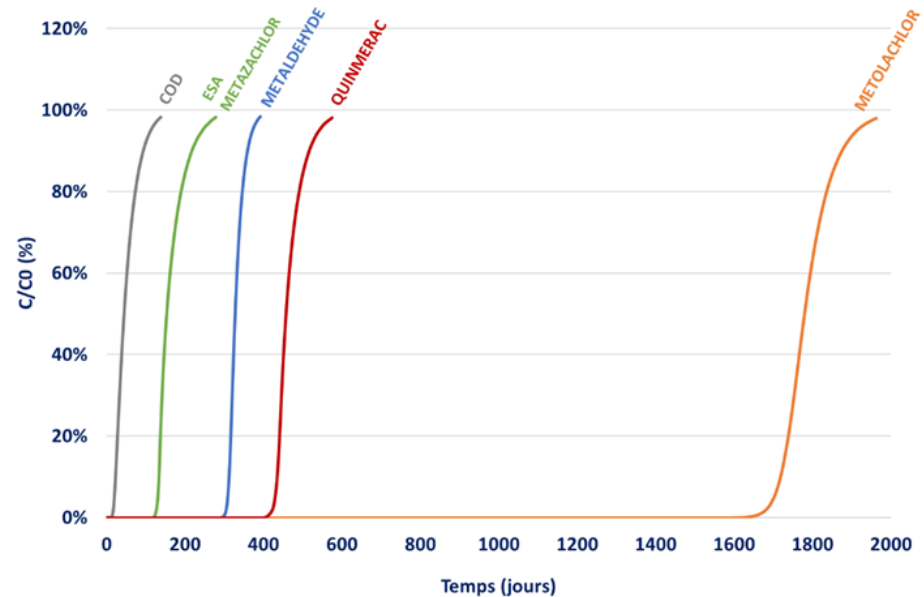
Estimation de la traitabilité des composés par adsorption selon Log Kow

Exemple de prédiction de traitement de pollutions

Eeau de surface (COD = 4.5 mg/l)

	Agent chimique	Famille	Formule chimique	Log Kow	Dose CAP pour 90% (1 à 0.1 µg/l)
Metolachlor	Herbicide	Chloroacetanilide	$C_{15}H_{22}ClNO_2$	3.13	3
Quinmerac	Herbicide	Quinoléine	$C_{11}H_8ClNO_2$	1.76	8
Métaldéhyde	Molluscicide	Aldéhydes	$C_8H_{16}O_4$	0.12	25
ESA Metazachlor	Herbicide	Chloroacétanilides (Métabolite Métazach)	$C_{14}H_{17}N_3O_4S$	-0.03	30

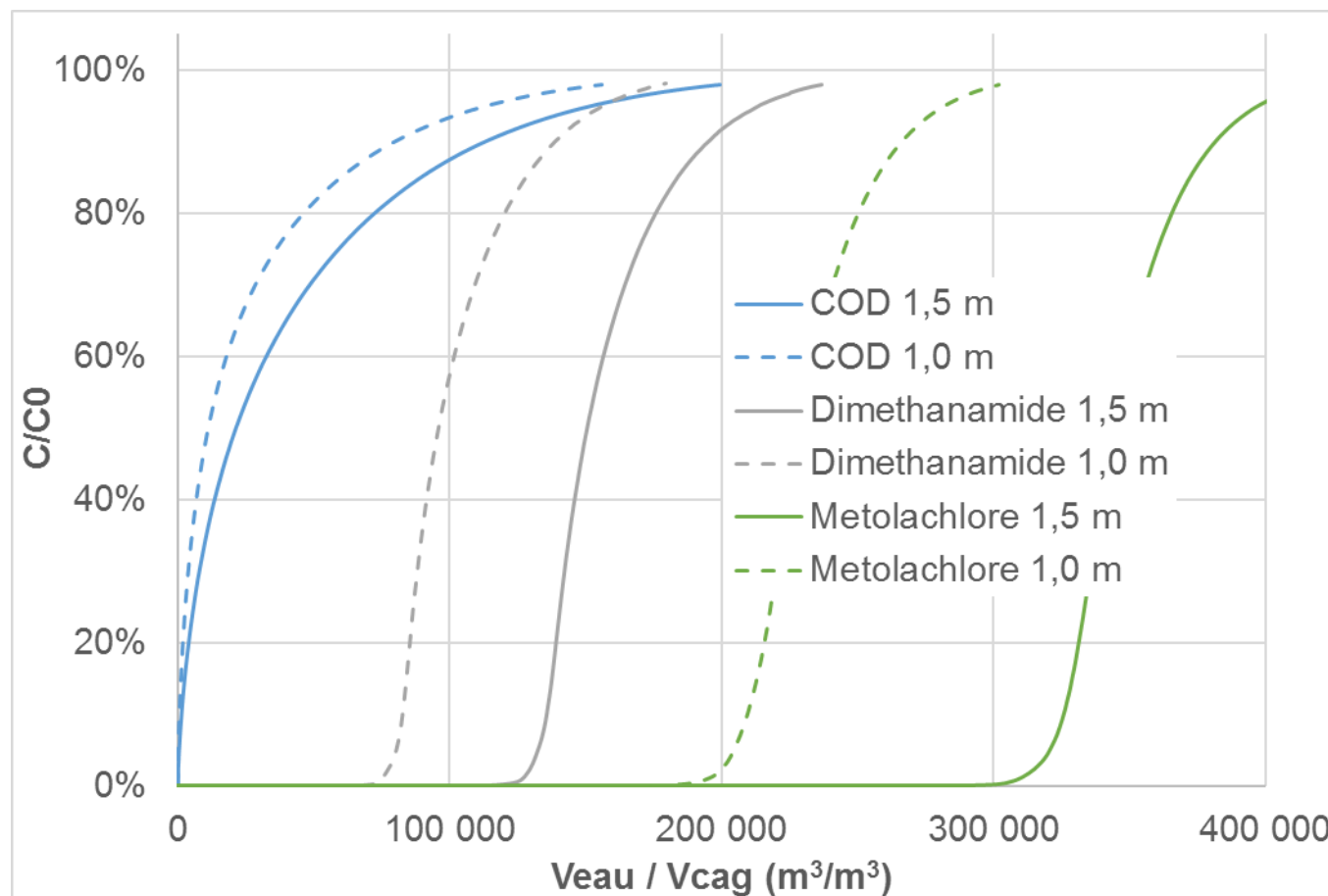
Tests en laboratoire & modélisation (Freundlich, HSDM)
 CAP -Jacobi Aquasorb MP23
 CAG Jacobi Aquasorb 6300



Adaptation du traitement d'adsorption (dose CAP ou régénération) au polluant ciblé

Exemple de prédiction de percée de filtre CAG (eau de Seine) *Modèle HSDM*

Influence de la hauteur de couche

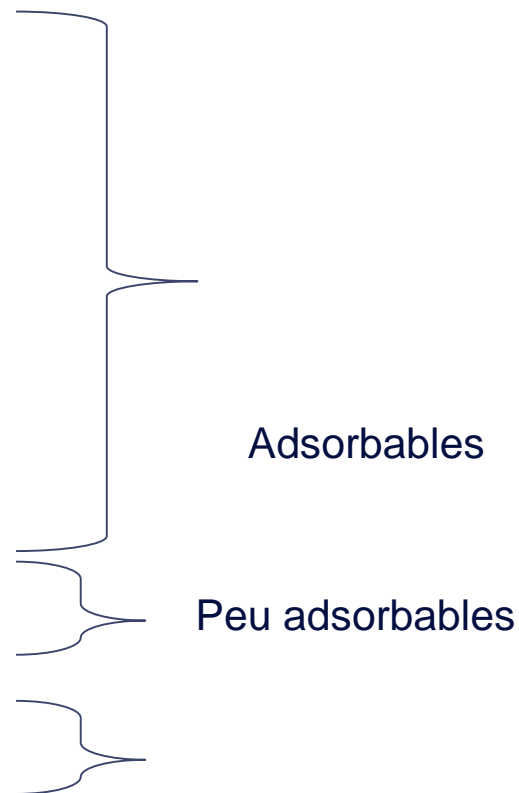


Une hauteur plus importante permet une réduction de la consommation de CAG

Adaptation de la régénération du media selon la cible la moins bien adsorbée

Ex de Prédiction de percée de micropolluants sur un filtre CAG alimenté par eau de surface décantée

PESTICIDE/ MICROPOLLUANT	V EAU / V CAG PERCÉE 0,1 µG/L	LOG K _{OW}
Métolachlore	320 000	3,45
Diuron	250 000	2,68
Atrazine	230 000	2,5
Déséthylatrazine - DEA	220 000	1,5
Chlorotoluron	200 000	2,41
Métazachlore	190 000	2,13
Déisopropylatrazine - DIA	130 000	1,2
Aminotriazole	85 000	-0,97
Desethylhydroxyatrazine	83 000	-2,7
COD (20% abattement)	70 000	
Métaldéhyde	65000	0,12



Gestion du CAG sur cible Métaldehyde

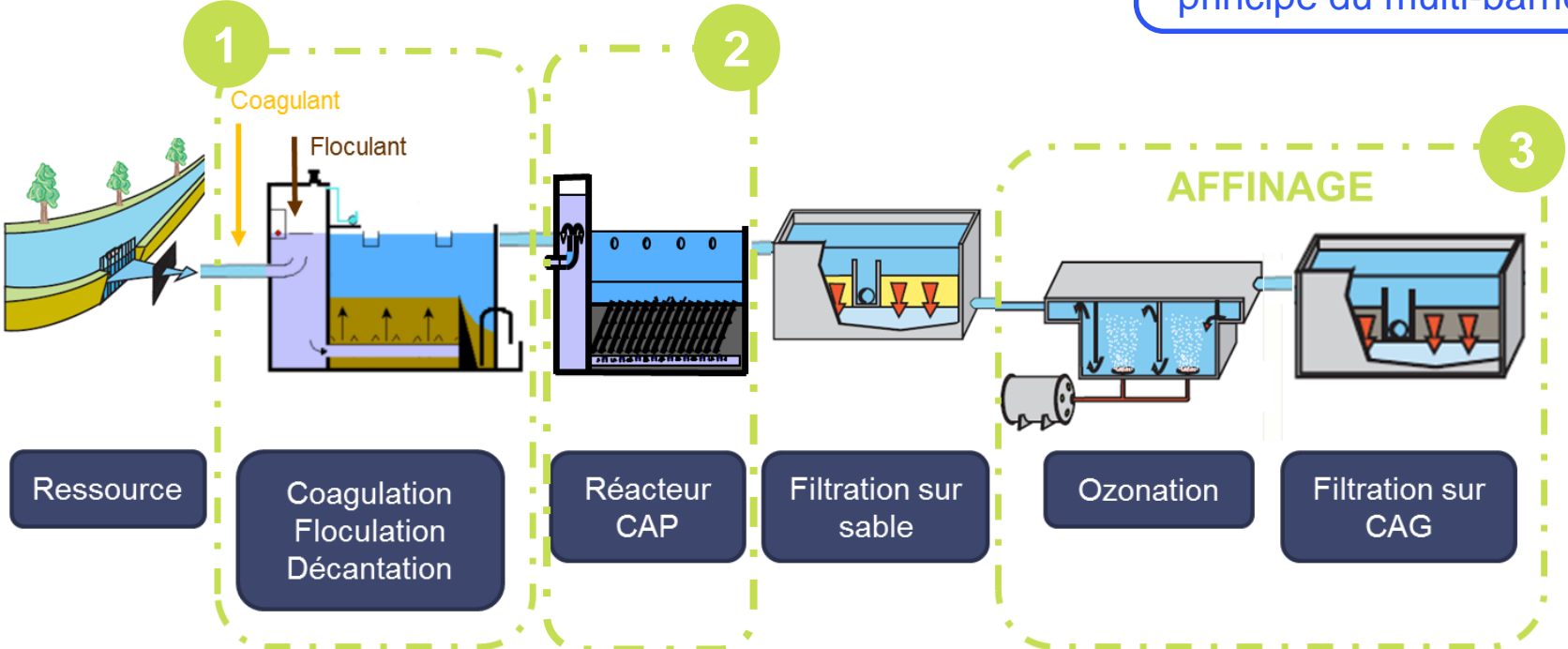
Gestion du media (renouvellement) nécessaire pour abattre les composés ciblés

Adaptation des procédés d'adsorption aux pollutions ciblées

Les solutions industrielles de mise en œuvre de CAP & CAG

Exemple de filière avec adsorption

Eau de surface (COD=5 mg/l)
avec micropolluants
principe du multi-barrières

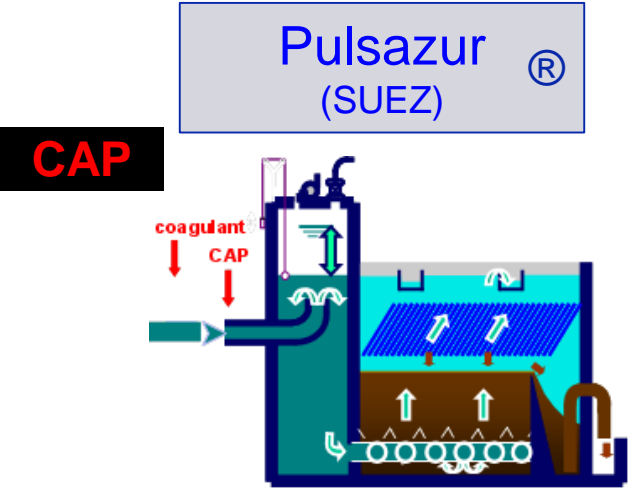


TOTAL

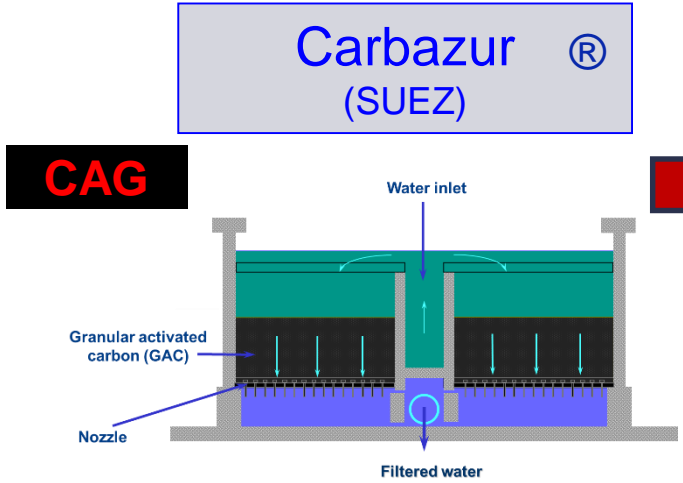
COD	↘ 30 à 50%	↘ 10 à 20%	0%	↘ 10 à 20%	↘ 50 à 70%
UV	↘ 50 à 70%	↘ 50 à 70%	0%	↘ 50 à 70%	↘ 85 à 100%
Micropolluants	0-10%	↘ 20 à 100%	0%	↘ 20 à 100%	↘ 50 à 100%

Adapter-optimiser l'adsorption (*dose CAP, âge de CAG*) selon traitabilité des polluants cibles

Adaptation des réacteurs d'adsorption aux polluants émergents peu adsorbables



Augmentation de la dose de CAP



Augmentation de fréquence de régénération
Nouveau mode gestion: renouvellement 1/2 continu du media

Carbazur Up® (SUEZ)

Nouvelle gestion du media (CAP,CAG) nécessaire pour abattre les composés ciblés



Exemple de technologies SUEZ de clarification & adsorption appliquées en traitement de Seine

MORSANG

225 000 m³/j



Densadeg (12,5 m/h) & Pulsator (4,8 m/h) & **Pulsatube (9,4 m/h)** avec **CAP** si besoin

Carbazur 1^{er} étage

VIRY

120 000 m³/j

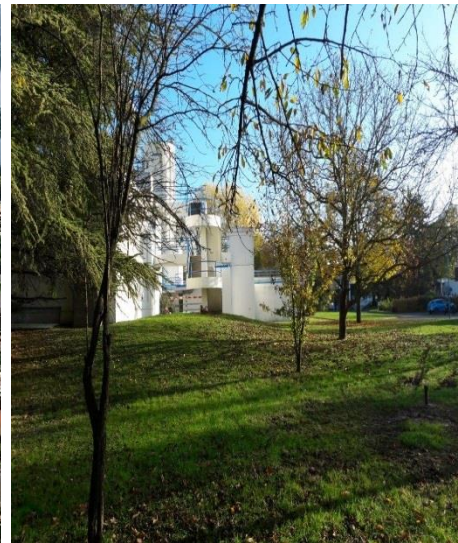


Pulsator & Accelator (2 m/h) avec **CAP** si besoin

Carbazur 1^{er} étage

VIGNEUX

55 000 m³/j



Pulsator (4 m/h) & **Pulsatube (8m/h)** avec **CAP** si besoin

Carbazur 1^{er} étage

MONT VALERIEN

110 000 m³/j



Densadeg (12,5 m/h) & Pulsatur **CAP** et **Pulsatube (7,5 m/h)**

Carbazur UP

Des procédés de clarification - adsorption adaptés au traitement de la Seine

Le Procédé CARBAZUR-UP[®]

- Gestion de CAG avec renouvellement de media
- Description
- Performances

Principe du Carbazur-Up

Carbazur Biflux

- charbon actif en grain
- réacteur à lit fixe
- flux ascendant (10-15 m/h)
- effet tampon face aux pic de pollution
- pas de déchet, régénération de l'adsorbant
- faible encrassement

Pulsazur

- charbon actif en poudre
- réacteur à lit de boue
- renouvellement continu
- maîtrise des performances
- adaptation de la dose en fonction de la qualité d'eau brute et des objectifs
- optimisation des coûts

Carbazur Up

- charbon actif en grain
- lit à renouvellement continu
- flux ascendant (10-15 m/h)

Dépôt brevet FR 13 52641

Gestion des CAG avec renouvellement du media adaptée au traitement de polluants peu adsorbables

Description du Carbazur-Up

Filtration ascendante (10-15 m/h)

Phase ajout-extraction media (5-10 cm)

CAG extrait, non saturé, régénéré

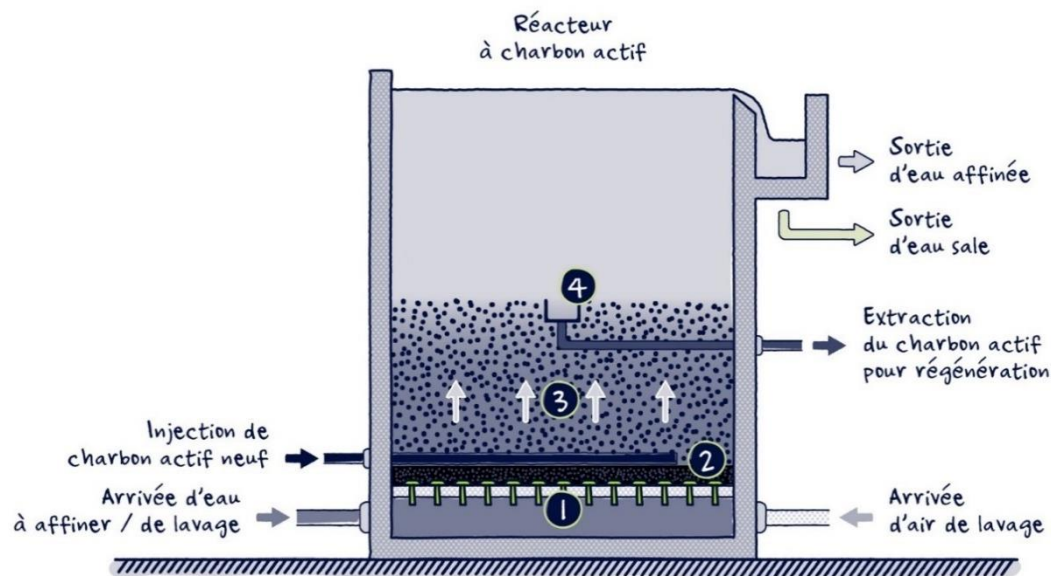
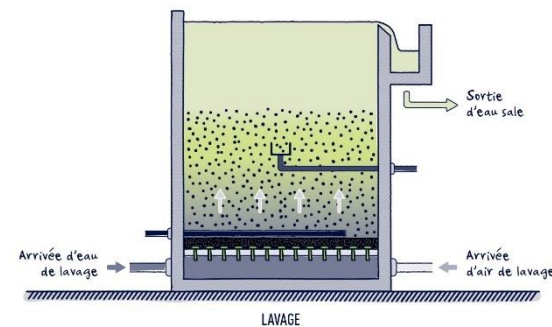


SCHÉMA D'ENSEMBLE

- 1. Plancher à buselures
- 2. Couche support
- 3. Lit de charbon actif en grain
- 4. Goulotte de reprise du charbon

Lavage (air puis eau)



CAG méso-poreux, base houille, type ré-aggloméré, Indice Iode > 900 mg/g

Taille 12x40 mesh; TE= 0,6-0,7 mm; CU=1.6.

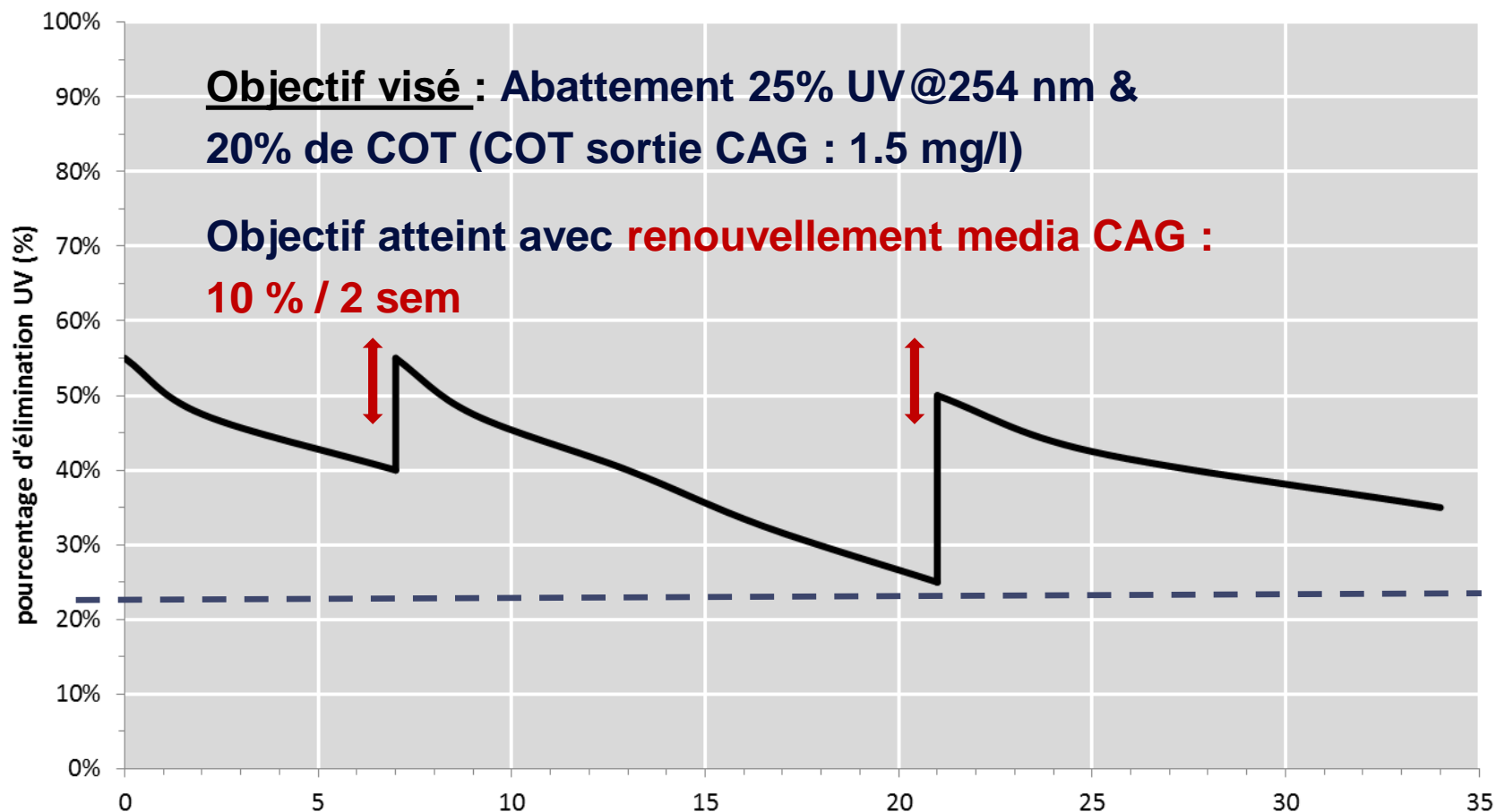
Ex CAG: Chemviron-F400, Norit GAC 1240

Renouvellement du media pour maintien des performances ou gestion de pic de pollution

Performances du CARBAZUR-UP

Ex: Tests sur eau de surface décantée

Suivi abattement MO – 1m CAG F400- V=15 m/h-T:10-15°C



Renouvellement du CAG : équivalent à une consommation de 6 mg/l de CA
Age du CAG équivalent à = 50 000 V/V

Performances du CARBAZUR-UP

Ex: Tests sur eau de surface décantée

Suivi abattement micropolluants – 1m CAG F400- V=15 m/h-T:10-15°C

Analyses par HPLC-HR-MS : **27** micropolluants ciblés, **13** détectés dans l'eau décantée, **2** détectés dans l'eau filtrée CAG

µg/L	Eau décantée	Eau filtrée CAG
Atrazine	0,008	< 0,005
Déisopropylatrazine	0,032	< 0,020
Déséthylatrazine	0,03	< 0.01
Metolachlor – ESA	0,054	< 0,020
Paracétamol	0,17	< 0.01
Carbamazépine	0,03	< 0.01
Oxadixyl	0,006	< 0,005
AMPA	0,25	0,22
Diclofenac	0,04	< 0,02
PFOA	0,003	< 0,001
PFOS	0,007	< 0,001
Iopromide	0,10	0,04



Efficacité du CAG à capter traces de micropolluants adsorbables



Micropolluants très peu adsorbables



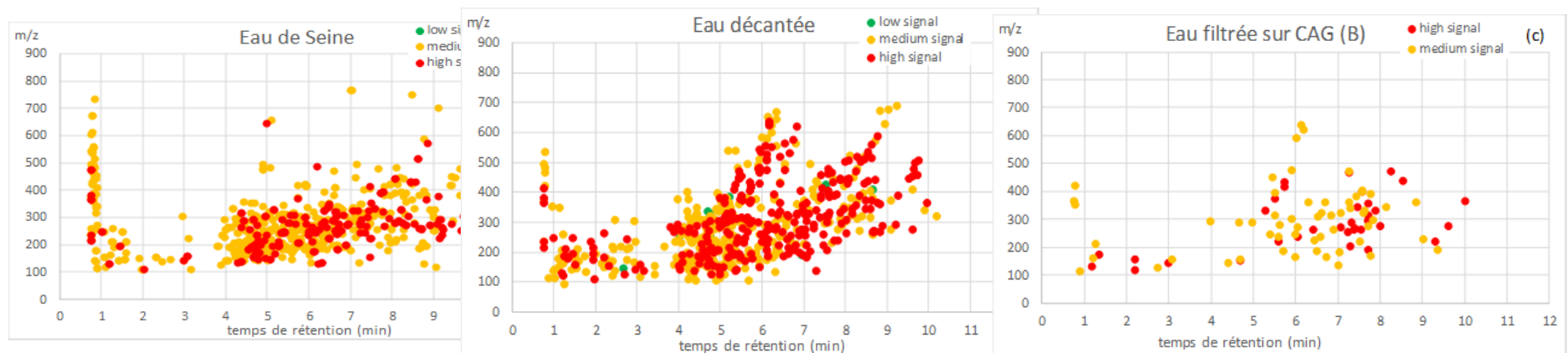
Renouvellement du CAG adapté à gestion des micropolluants présents

Performances du CARBAZUR-UP

Pertinence de l'analyse non ciblée “*empreinte chimique*” comme outil de surveillance de la ressource & suivi des pollutions émergentes le long de la filière de traitement (*HPLC-HR & MS*)

Ex= Suivi pilote CARBAZUR-UP sur Eau de Seine décantée

Empreinte non ciblée: EB (695 pics), ED (627) & E-CAG (94)



85% des composés non ciblés adsorbés sur CARBAZUR-UP.

Outil innovant en surveillance ressource et contrôle fiabilité des traitements

Conclusion

Conclusion

- 1. Emergence au niveau des ressources de micropolluants difficile à éliminer**
(petites molécules, oxydées, polaires, métabolites de pesticides)
- 2. Nécessité d'adapter les filières de traitement à ces composés pour garantir une eau traitée conforme aux réglementations actuelles et à venir**
- 3. Adaptation des procédés d'adsorption sur charbon**
 - Ajustement de la dose de CAP aux polluants le plus réfractaire
 - Gestion ajustée des CAG avec renouvellement du media selon cibles visées
- 4. Le Carbazur Up avec renouvellement du media : procédé simple, robuste d'adsorption ajustable au traitement des MON & micropolluants**
 - Avantages techniques et économiques de cette gestion de l'adsorption / autres solutions SUEZ (CAG-CARBAZUR, ou CAP-Pulsazur)
 - Intégration simple dans une filière de traitement en réhabilitation et/ou pour une nouvelle conception.
 - Standardisation en cours pour applications industrielles

Souplesse, robustesse, adaptabilité du procédé CARBAZUR-UP pour la gestion de micropolluants émergents

Merci de votre attention



ready for the resource revolution

