

Valorisation des boues urbaines par digestion anaérobie et devenir des médicaments

Le Floch Eloi*, Soubrand Maryline, Baudu Michel, Casellas Magali

(1) Laboratoire PEIRENE Eau, 123 Avenue Albert Thomas, 87060 LIMOGES CEDEX, France-

magali.casellas@unilim.fr

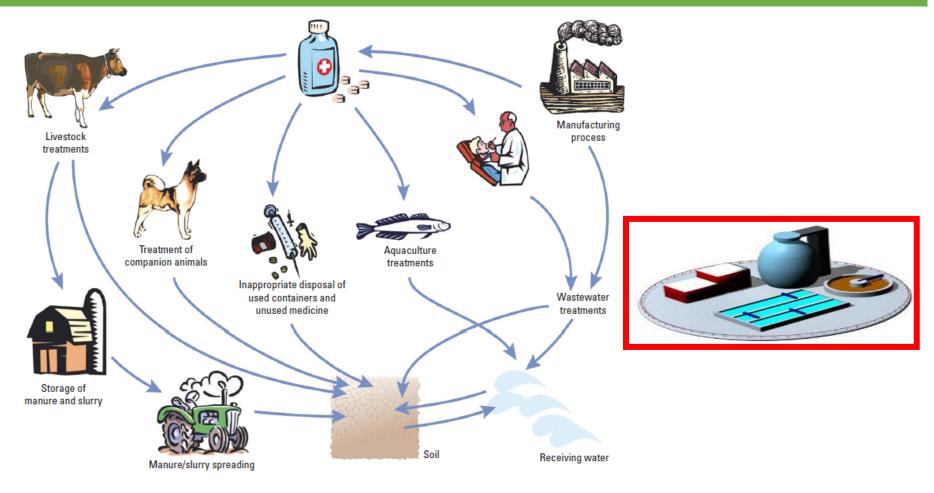
ADEME PROGRAMME IMOLPOLDYN (Programme CIDE) 2016-2019







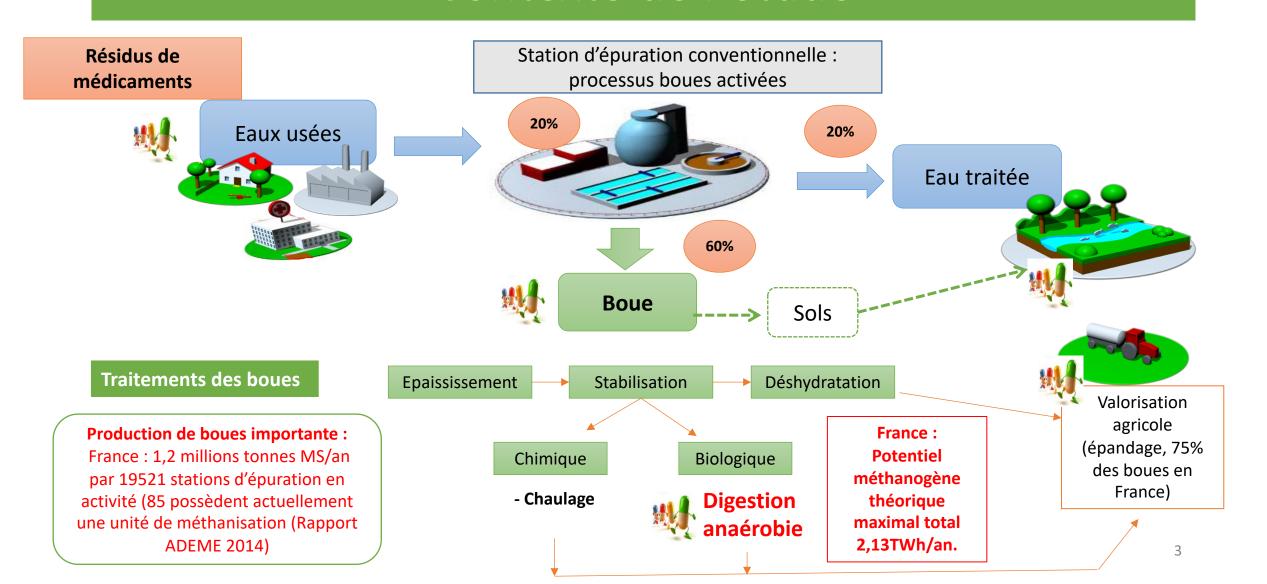
Contexte de l'étude



Différents chemins de contamination de l'environnement par les **COMPOSES PHARMACEUTIQUES CP** (Boxall et al., 2012)

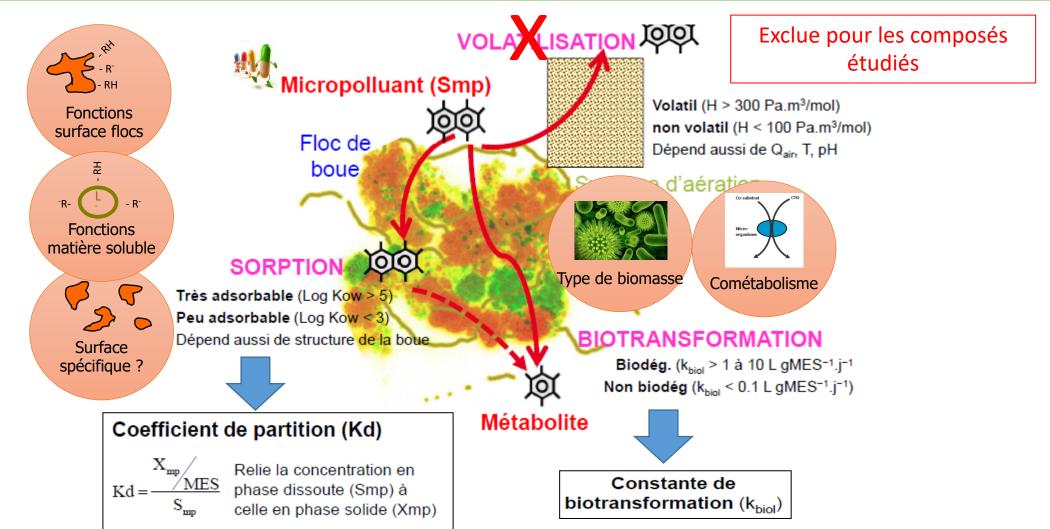


Contexte de l'étude



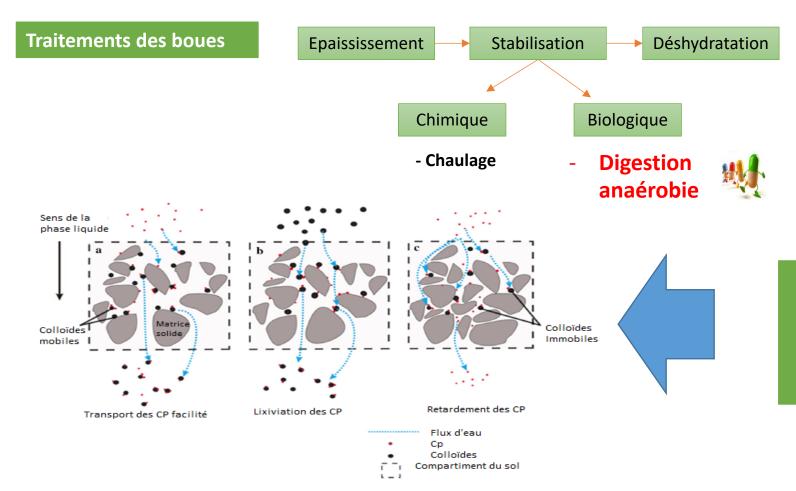


Devenir possible des CP dans les procédés biologiques de traitement des boues (dont la méthanisation)





Devenir possible des CP lors de l'épandage des boues méthanisées





Trois mécanismes possibles le transport des Composés Pharmaceutiques (CP) dans les sols (Xing et al., 2015).

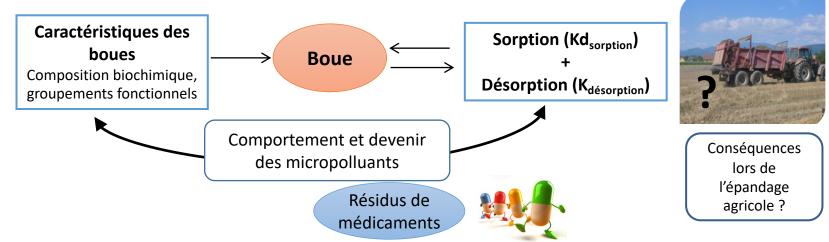


OBJECTIFS

I-MOPOL- DYN: Interactions micropolluants/matrices organiques au sein des matières fertilisantes d'origine résiduaire: influence sur la dynamique des micropolluants après retour au sol de ces matières

- Prédire le devenir des micropolluants lors des différentes étapes du traitement des boues
- Comparer les différents procédés de traitement des boues quant à leur capacité à réduire la dissémination des micropolluants lors de l'épandage

Méthodologie:





Choix des molécules

Critères de choix : consommation, occurrence dans les boues, propriétés physico-chimiques. Bibliographie : Patureau et al., 2014, ESCO MAFOR (2014), livrable IMOPOLDYN (2018)

Famille	Composé	Masse molaire (g/mol)	Solubilité dans l'eau (mg/L)	Hydrophobicité log K _{ow}	Charge à pH=7
Antiépileptique	Carbamazépine (CBZ)	236,27	17,7	2,25	chargé +
Anti- inflammatoires/analgésiques/ antalgiques	Diclofénac (DCF)	296,15	2,37	4,51	chargé –
Sulfamides	Sulfadiazine (SDZ)	250,28	500.10 ³	-0.09	Chargé -
	Sulfaméthoxazole (SMX)	253,3	610	0,89	Chargé –
	Sulfaméthoxypyridazine (SPZ)	280,3	147	0,32	Chargé –
Diaminopyrimidines	Triméthoprime (TMP)	290,32	400	0,91	Chargé +
Macrolides	Tylosine (usage vétérinaire) (TYL)	916,1	17,7	1,63	Chargé +
Fluoroquinolones	Ciprofloxacine (CIP)	331,34	30000	0,4	Zwitterion, neutre
	Norfloxacine (NOR)	319,33	178. 10³	-1.03	Zwitterion, neutre

*La sorption des CP sur les boues peut être estimée par leur l'hydrophobicité ou log K_{ow} - Hydrophile : log K_{ow} < 2,5 - Hydrophile moyen : 2,5 < log K_{ow} > 4,0

- Hydrophobe : $\log K_{ow} > 4.0$



MATERIEL ET METHODES

• Tests de sorption désorption en batch

Si adsorption du composé linéaire, à l'équilibre, le coefficient de distribution K_d peut être déterminé comme étant le rapport entre la quantité associée à la phase solide (Cs en $\mu g/kg$) sur la concentration à l'équilibre dans le milieu liquide (Ce en $\mu g/L$).

$$Kd(L.kg^{-1}) = Cs/Ce$$

Deux calculs de kd pour d'interprétation des résultats

Kd0: Coefficient de partition dans la boue à t0 « avant épandage » = « sortie process »

Kd24h : Coefficient de partition après lixiviation « simulation épandage »

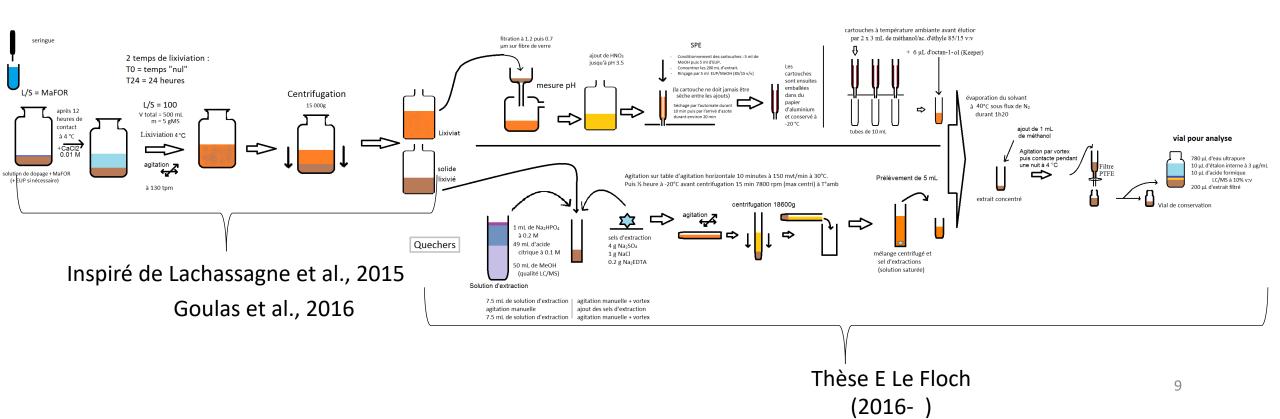
Le Floch Eloi, Soubrand Maryline, Baudu Michel, <u>Casellas Magali</u> Laboratoire PEIRENE Eau, 123 Avenue Albert Thomas, 87060 LIMOGES CEDEX, France



MATERIEL ET METHODES

• Tests de sorption désorption en batch

MESURE DU COEFFICIENT DE PARTITION SOLIDE/LIQUIDE KD





Concentration des CP dans les différents lots de boues: Effet de la digestion anaérobie

Forte réduction en CP dans les boues digérées	Forte réduction	en CP	dans	les	boues	digérées
---	-----------------	-------	------	-----	-------	----------

Effet notable de cette réduction par le compostage

	CBZ	DCF	SDZ	SMX	SPZ	ТМР	TYL	CIP	NOR
Boues Chaulées (BCh)	139	70	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	1685	1412
Boues digérée (BD)		ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	185	170
Boues déshydratées (centrifugées et séchées) (BCD)	ND*	ND*	ND*	2628	28	ND*	245	1433	2280
Boue déshydratées (filtre presse) (BFP)		ND*	ND*	36	ND*	ND*	ND*	287	193
Boues Lit séchage planté de roseau (BLR)	ND*	ND*	ND*	100	142	ND*	ND*	ND*	ND*
Boues compostées (CpB)		37	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	65	55
Autres intrants? Teneurs médianes (μgCP/kgMS) ESCO MAFOR (2014)									
Boues urbaines									
	41	59	10	20	0,08	22,4	1526	2285	2000



MATERIEL ET METHODES

• Tests de sorption désorption en batch

Si adsorption du composé linéaire, à l'équilibre, le coefficient de distribution K_d peut être déterminé comme étant le rapport entre la quantité associée à la phase solide (Cs en $\mu g/kg$) sur la concentration à l'équilibre dans le milieu liquide (Ce en $\mu g/L$).

$$Kd(L.kg^{-1}) = Cs/Ce$$

Deux calculs de kd pour d'interprétation des résultats

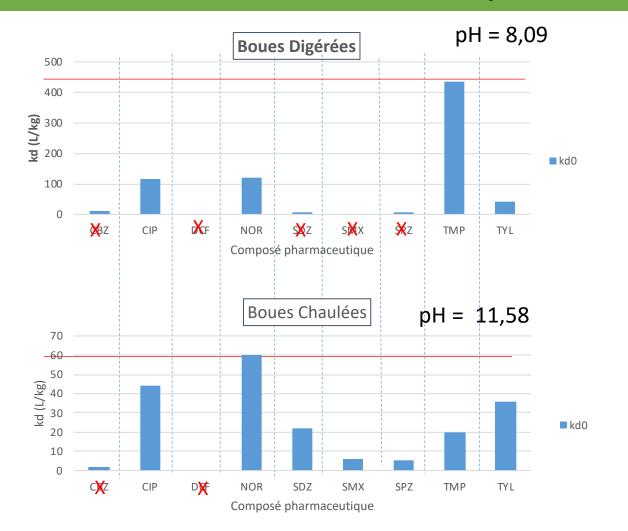
Kd0 : Coefficient de partition dans la boue à t0 « avant épandage » = « sortie process »

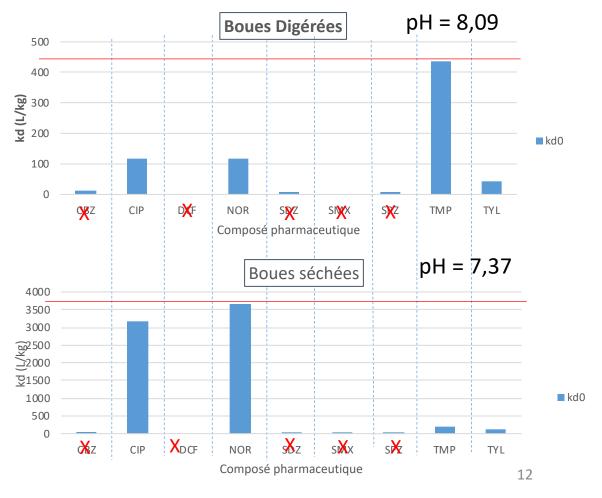
Kd24h : Coefficient de partition après lixiviation « simulation épandage »



KD0 : COEFFICIENT DE PARTITION SOLIDE/LIQUIDE DANS LA BOUE « AVANT ÉPANDAGE » 9 CP

METHANISATION/AUTRES PROCEDES DE TRAITEMENT

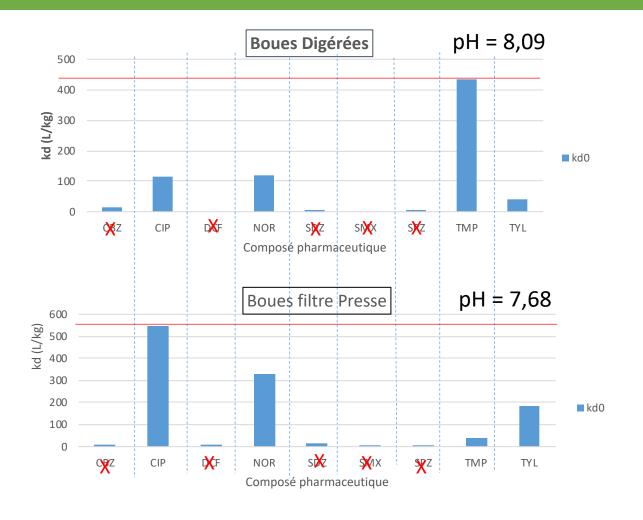


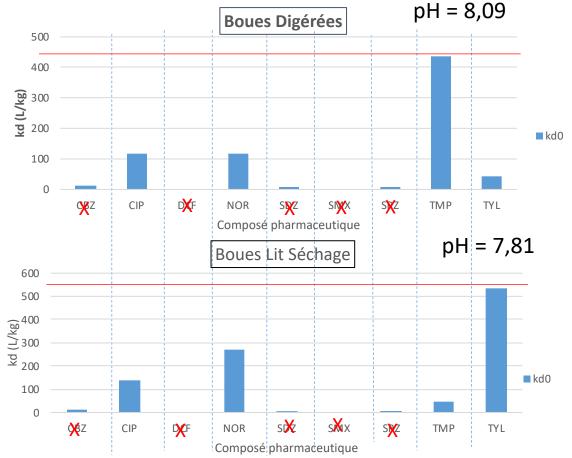




KD0 : COEFFICIENT DE PARTITION SOLIDE/LIQUIDE DANS LA BOUE « AVANT ÉPANDAGE » 9 CP

METHANISATION/AUTRES PROCEDES DE TRAITEMENT



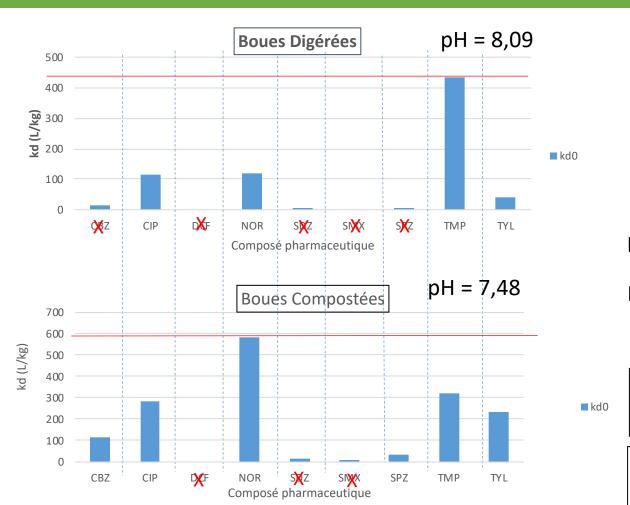


Le Floch Eloi, Soubrand Maryline, Baudu Michel, <u>Casellas Magali</u> Laboratoire PEIRENE Eau, 123 Avenue Albert Thomas, 87060 LIMOGES CEDEX, France



KD0 : COEFFICIENT DE PARTITION SOLIDE/LIQUIDE DANS LA BOUE « AVANT ÉPANDAGE » 9 CP

METHANISATION/AUTRES PROCEDES DE TRAITEMENT



Boues digérées (kd varient de 0 à 600 L/kg⁻¹)

CP sorbés TMP>CIP =NOR > TYL

Gamme de kd comparable

Boues Filtre Presse (CIP>NOR>TYL>TMP)

CP sorbés comparables mais ordre différent

Boues Lit de Séchage (TYL>NOR>CIP>TMP)

Boues Compostées (NOR>TMP>CIP<TYL>CBZ>SPZ)

Gamme de kd non comparable

Boues Séchées (kd varient 0 à 3500 L/kg⁻¹). Très élevés Absence de tous les CP sauf NOR CIP

Boues Chaulées (pH= 11,6) (kd varient 0 à 60 L/kg⁻¹) .Très faibles. Présence de tous les CP sauf DCF CBZ.



MATERIEL ET METHODES

• Tests de sorption désorption en batch

Si adsorption du composé linéaire, à l'équilibre, le coefficient de distribution K_d peut être déterminé comme étant le rapport entre la quantité associée à la phase solide (Cs en $\mu g/kg$) sur la concentration à l'équilibre dans le milieu liquide (Ce en $\mu g/L$).

$$Kd = Cs/Ce$$

Deux calculs de kd pour d'interprétation des résultats

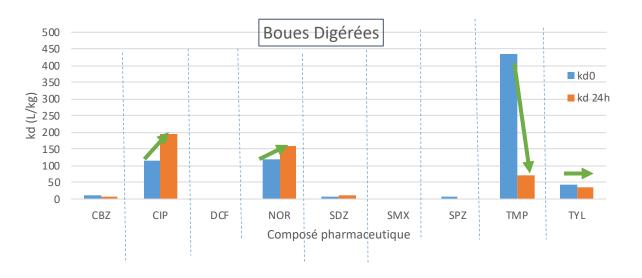
Kd0: Coefficient de partition dans la boue à t0 « avant épandage » = « sortie process »

Kd24h: Coefficient de partition après lixiviation « simulation épandage »

Le Floch Eloi, Soubrand Maryline, Baudu Michel, <u>Casellas Magali</u> Laboratoire PEIRENE Eau, 123 Avenue Albert Thomas, 87060 LIMOGES CEDEX, France



KD 24H COEFFICIENT DE PARTITION SOLIDE LIQUIDE «SIMULATION EPANDAGE » 9 CP METHANISATION/AUTRES PROCEDES DE TRAITEMENT



BOUES DIGEREES

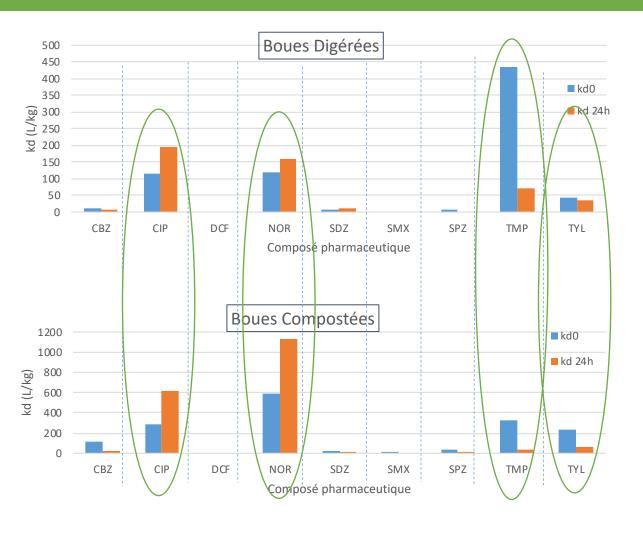
Diminution drastique du Kd pour la TMP (molécule lixiviée)

CIP (NOR) légère tendance à l'augmentation de kd (molécules non lixiviées)

TYL pas de modification du kd



KD 24H COEFFICIENT DE PARTITION SOLIDE LIQUIDE «SIMULATION EPANDAGE » 9 CP METHANISATION/AUTRES PROCEDES DE TRAITEMENT

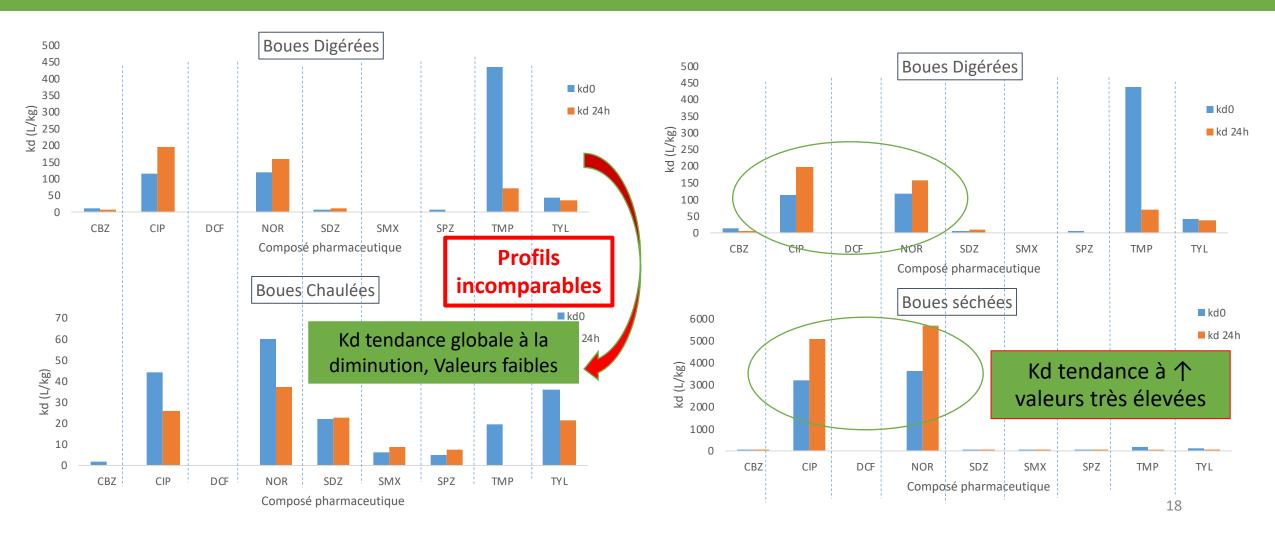




TENDANCES
SIMILAIRES BOUES
DIGEREES/BOUES
COMPOSTEES



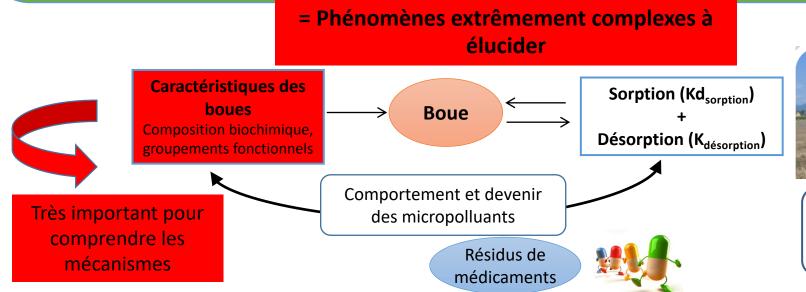
KD 24H COEFFICIENT DE PARTITION SOLIDE LIQUIDE «SIMULATION EPANDAGE » 10 CP METHANISATION/AUTRES PROCEDES DE TRAITEMENT



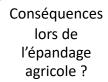


CONCLUSION

- Faibles teneurs en micropolluants dans les boues digérées (cette teneur est encore réduite après compostage) par comparaison aux boues chaulées.
- Possible de mesurer rapidement des constantes permettant de « prédire » le comportement des 9 CP étudiés lors d'un épandage.
- Le chaulage augmente le niveau de lixiviation des composés (kd faibles).
- Très faible lixiviation des composés dans les boues digérées.



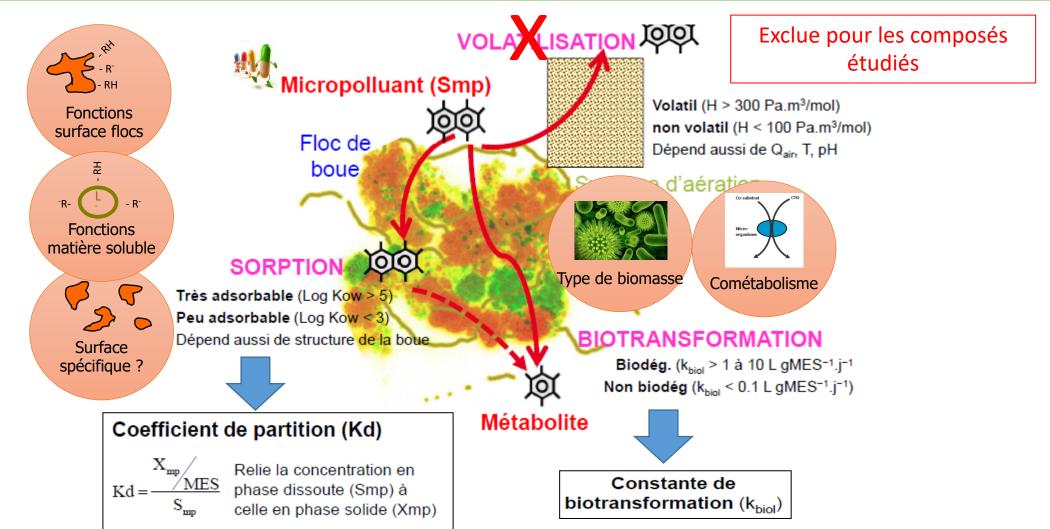








Devenir possible des CP dans les procédés biologiques de traitement des boues (dont la méthanisation)









Valorisation des boues urbaines par digestion anaérobie et devenir des médicaments

Le Floch Eloi*, Soubrand Maryline, Baudu Michel, Casellas Magali

(1) Laboratoire PEIRENE Eau, 123 Avenue Albert Thomas, 87060 LIMOGES CEDEX, France-

magali.casellas@unilim.fr





