

# ARMISTIQ

## Action D Traitements des boues (DA, compostage et séchage, lit de séchage)

Réunion de projet

Sophie BESNAULT

05-07-11



# Action D : Filières de traitement des boues

## Contexte :

- Plupart des micropolluants éliminées de l'eau (70%) adsorbés sur boues
- Abattement possible grâce aux procédés de traitement des boues

## Objectifs :

- Etudier le devenir des SPE à travers les procédés biologiques (compostage, lits de séchage planté de roseaux, DA) et thermiques (séchages thermiques et solaires)
- Mettre en regard coûts et contexte (capacité, exigences)
- Evaluer l'impact environnemental de ces procédés



# Molécules suivies

<b>AKP (6)</b>	4-t-butylphenol, 4-t-OP, 4-NP, 4-NP1EO, 4-NP2EO, 4-NP1EC
<b>HAP (16)</b>	Naphtalène, acenaphtylène, acenaphtène, fluorène, phenanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, dibenzo(a,h)anthracène, benzo(g,h,i)perylène, indeno(1,2,3-cd)pyrène
<b>Hormones (5)</b>	Oestrone (E1), 17 $\alpha$ -oestradiol (Ea2), 17 $\beta$ -oestradiol (Eb2), oestriol (E3), ethinylestradiol (EE2)
<b>PCB (8)</b>	CB 28, CB 50, CB 52, CB 101, CB 118, CB 153, CB 138, CB 180
<b>Métaux (14)</b>	Al, Ti, Cr, Fe, Mn, Ni, Cu, Zn, Se, As, Ag, Cd, Pb, Hg
<b>PBDE (38)</b>	BDE-3, -7, -15, -17, -28, -47, -49, -66, -71, -77, -85, -99, -100, -119, -126, -138, -153, -154, -156, -183, -184, -191, -196, -197, -206, -207, -209, -194, -195, -198, -199, -200, -201, -202, -203, -204, -205, -208
<b>Autres (8)</b>	DEHP, benzothiazole, n-dibutyl phthalate, pentachlorophénol, bisphénol A, triclosan, galaxolide, tonalide

95 substances

# Choix des STEPs

- **ASE1-Boue** : Sécheur thermique HT  
⇒ *Limay (78), Juin 2010*
- **ASE2-Boue** : Sécheur thermique BT  
⇒ *Espagne, Septembre 2010*
- **ASE3-Boue**: Sécheur solaire  
⇒ *Bellecombe (74), Mai-Juin 2011*
- **ASE4-Boue** : Compostage + DA  
⇒ *Corbeil Essonnes (91), Février-Mars 2011*
- **ASE5-Boue** : Compostage  
⇒ *Moulin sous Touvent (60) et Cuverville (27), Juin-Juillet-Août 2011*
- **ACA2-Boue** : Lit de séchage planté de roseaux  
=> *Andancettes (26), Décembre 2010*  
=> *Beaujeu (69), Décembre 2010*

# Campagnes

**ASE1-Boue** : Sécheur thermique haute température

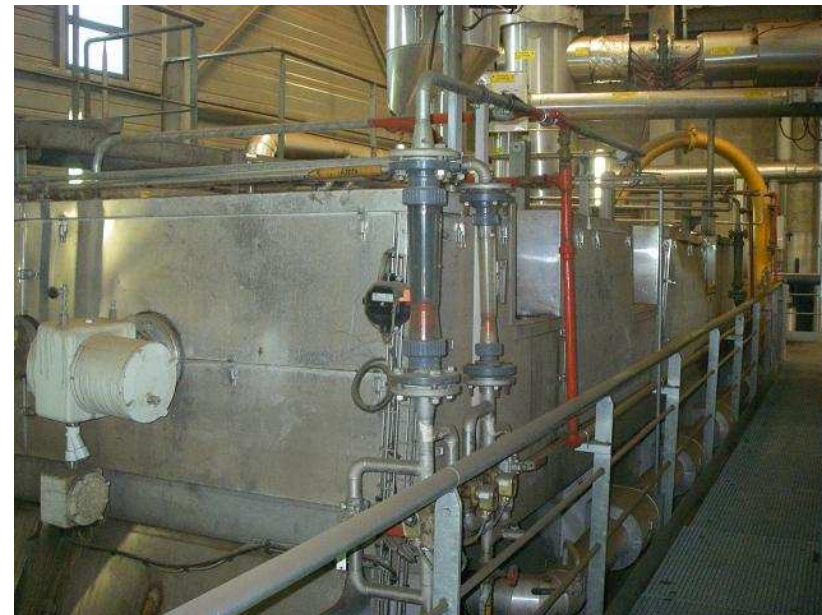
**FAITE** du 21 au 24 juin 2010

Objectif :

- Déterminer les évolutions des concentrations en substances à travers le séchage HT

Sécheur HT

4 boues, 1 condensat



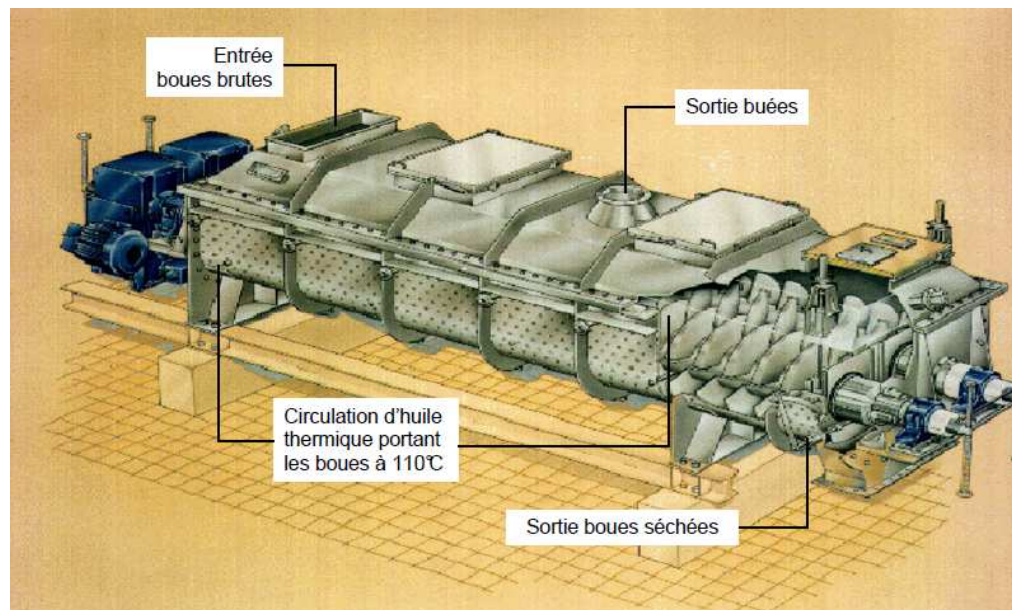
# Campagnes

**ASE1-Boue** : Sécheur thermique haute température

**FAITE** du 21 au 24 juin 2010

Description de l'installation :

Usine Prism'O, Limay : deux lignes de traitement des boues en parallèle (BVA et BVT), deux sécheurs NARA. Capacité nominale d'évaporation de  $3,4T_{\text{eau}}/\text{h}$ .  
Température des buées est d'environ  $115^{\circ}\text{C}$ , température à l'intérieur des sécheurs d'environ  $120^{\circ}\text{C}$ .



Prélèvement sur deux lignes avec deux boues différentes



# Stratégie d'échantillonnage

**ASE1-Boue** : Sécheur thermique HT

**FAITE** du 21 au 24 juin 2010

## Echantillonnage boue



Echantillons moyens 3 heures pour les boues, 4h pour le condensat (~ temps de séjour dans le sécheur)

10 prélèvement de 500 g de boue toutes les 20 minutes

# Stratégie d'échantillonnage

**ASE1-Boue** : Sécheur thermique HT

**FAITE** du 21 au 24 juin 2010

Echantillonnage boue

Calcul du nombre minimal de prélèvements et de la fréquence avec la norme ISO 5667-13:1998, Qualité de l'eau -- Échantillonnage -- Partie 13: Guide pour l'échantillonnage de boues provenant d'installations de traitement de l'eau et des eaux usées

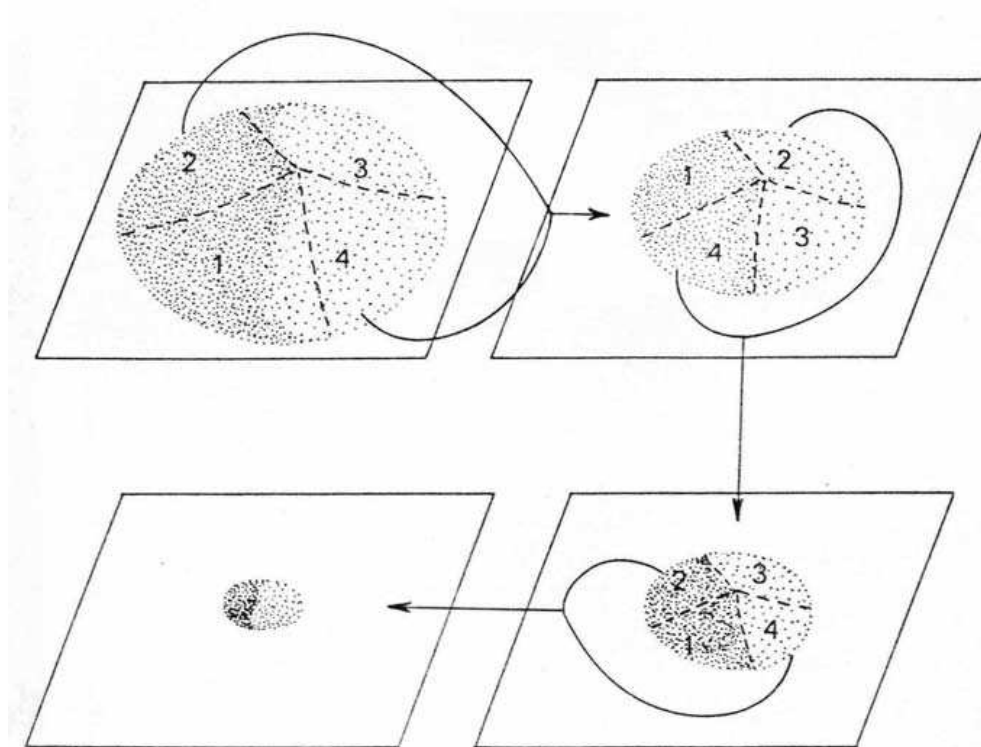
$$V = 300 \text{ m}^3$$

$$G = 3.5 \text{ tonnes/h}$$

$$n_{sp} = \frac{\sqrt{V}}{2}$$

$$t = \frac{60Q}{Gn}$$

Méthode du quartage  
(ISO 5667-13:1998)





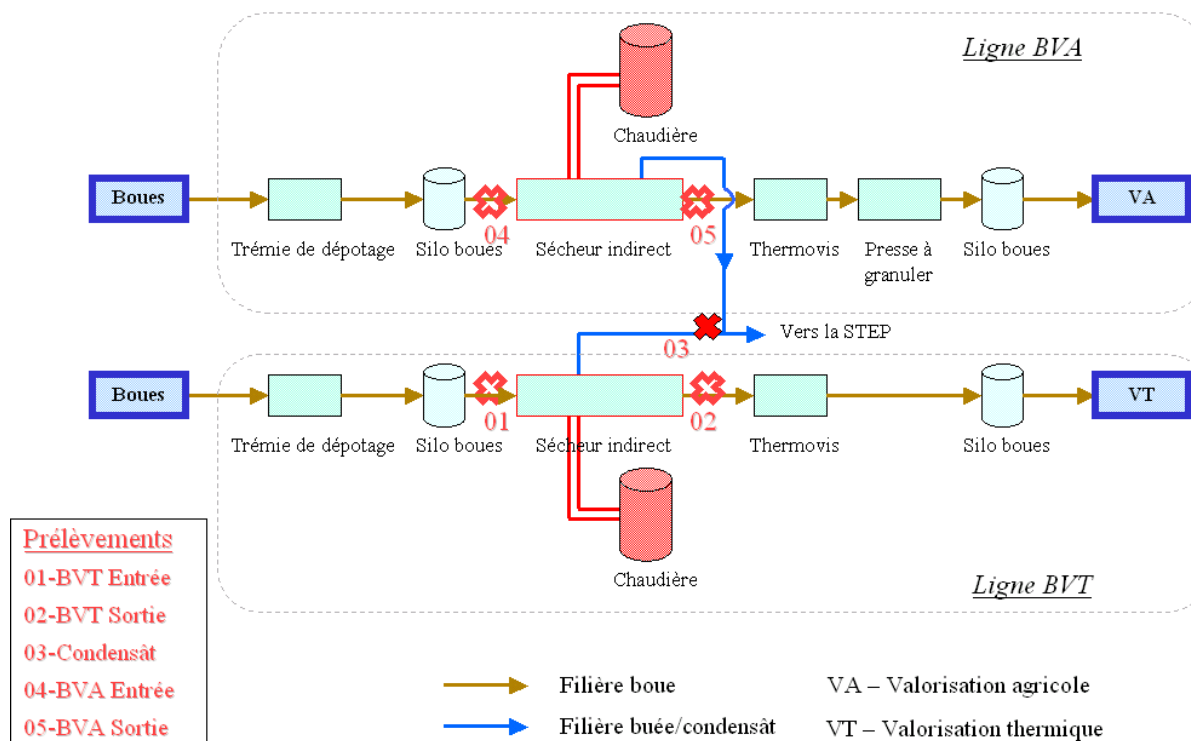
# Stratégie d'échantillonnage

**ASE1-Boue** : Sécheur thermique HT

**FAITE** du 21 au 24 juin 2010

## Points de prélèvement

PRISM'O Solutions, Limay ASE1

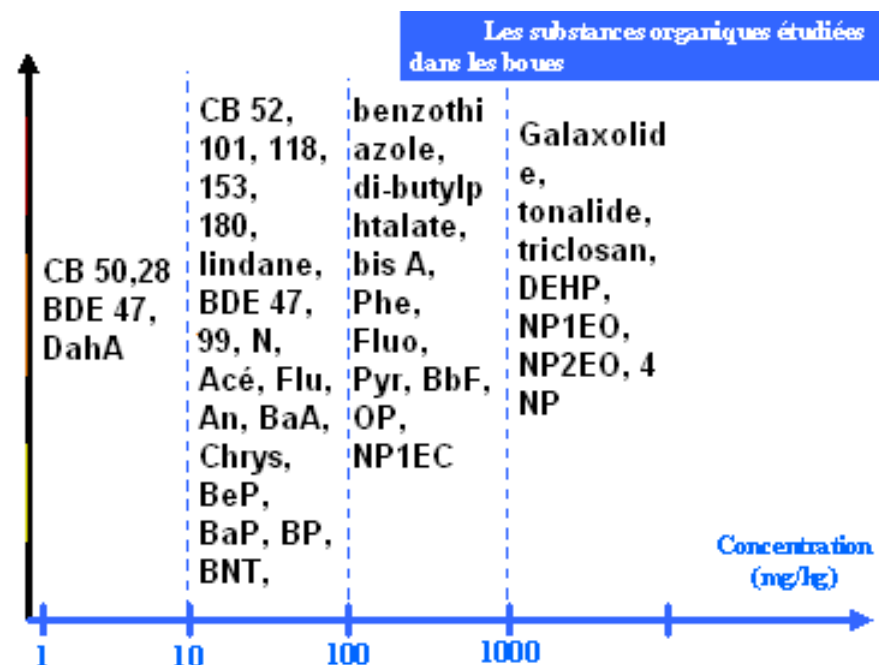
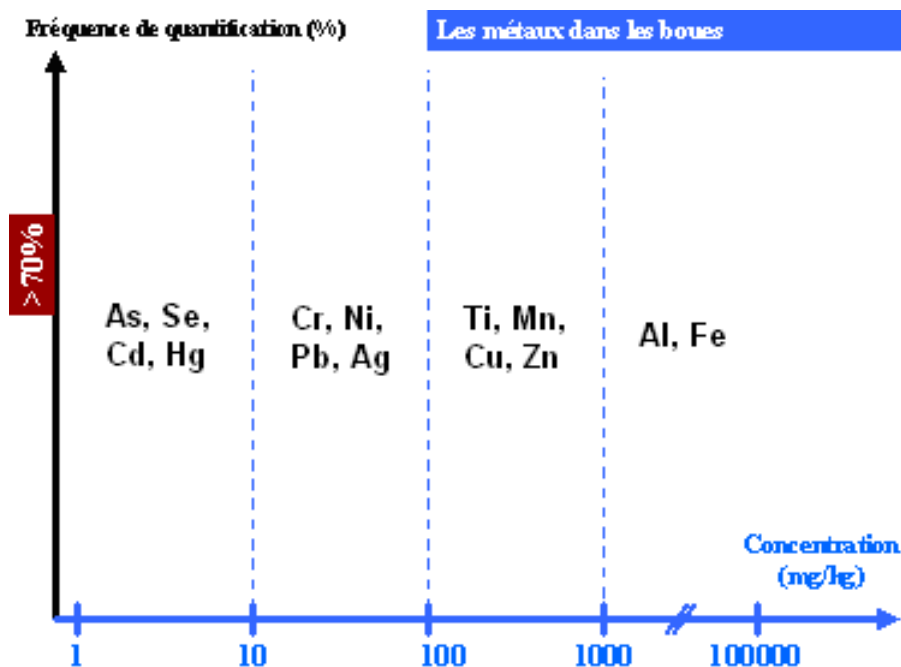


# Résultats

**ASE1-Boue** : Sécheur thermique HT

**FAITE** du 21 au 24 juin 2010

53 substances détectées en entrée, 52 en sortie sur 57 analysées



Non détectés : tertbutylphénol, pentachlorophénol, BD 119 et 153, NP 1EC (sortie)

# Résultats

**ASE1-Boue** : Sécheur thermique HT  
**FAITE** du 21 au 24 juin 2010

Famille	Composé	Abattement BVT %	Abattement BVA %
	Benzothiazole	-26	-33
	Terbutylphénol	NC	NC
	Galaxolide	64	49
	Tonalide	48	36
	Di-butylphthalate	-1	20
	Pentachlorophénol	NC	NC
	Triclosan	5	-37
	DEHP	-19	-88
	Bisphénol A	-129	-503
PCB	CB 50+28	25	14
	CB 52	22	-2
	CB 101	18	-31
	CB 118	8	-30
	CB 153	21	-44
	CB 138	20	-51
	CB 180	17	-58
PBDE	Lindane	62	-162
	BDE 47	10	-24
	BDE 119	NC	NC
	BDE 99	-11	-33
	BDE 153	NC	NC
HAP	Naphtalène (N)	36	38
	Acénaphylène	64	35
	Acénaphène	87	61
	Fluorène	38	-12
	Phénanthrène (Phe)	-6	-82
	Anthracène (An)	24	-91
	Fluoranthène (Fluo)	15	-116
	Pyrène (Pyr)	16	-75
	Benzo(a)Anthracène (BaA)	33	-97
	Chrysène (Chrys) + Triphénylène (Triph)	24	-76
	Benzo(b+j+k)Fluoranthène (BbF, BkF, BjF)	31	-87
	Benzo(e) Pyrène (BeP)	30	-81
	Benzo(a) Pyrène (BaP)	37	-64
	Pérylène (Per)	6	-66
	Indène(c-d)Pyrène (IP)	38	-66
	Dibenzo(a,h + a,c)Anthracène (DahA, DacA)	33	-62
	Benzo(ghi)Pérylène (BP)	31	-80
	2,1-Benzonaphthothiophène (2,1 BNT)	16	-80
	Dibenzothiophène(DBT)	25	-60
AKP	NP1EO	42	2
	NP2EO	42	40
	4-NP	-51	-376
	OP	61	9
	NP1EC	59	100
Métaux	Al	-3	-6
	Ti	0	-7
	Cr	-44	-30
	Fe	-39	-40
	Ni	-19	-18
	Cu	-6	-1
	Zn	-2	-12
	As	-31	-19
	Ag	-16	-27
	Cd	-18	-26
	Pb	-3	-31
	Hg	47	13

# Campagnes

**ASE2-Boue** : Sécheur thermique basse température

**FAITE** du 20 au 24 septembre

Objectif :

- Déterminer les évolutions des concentrations en substances à travers le séchage BT

Sécheur BT

4 boues, 1 condensat



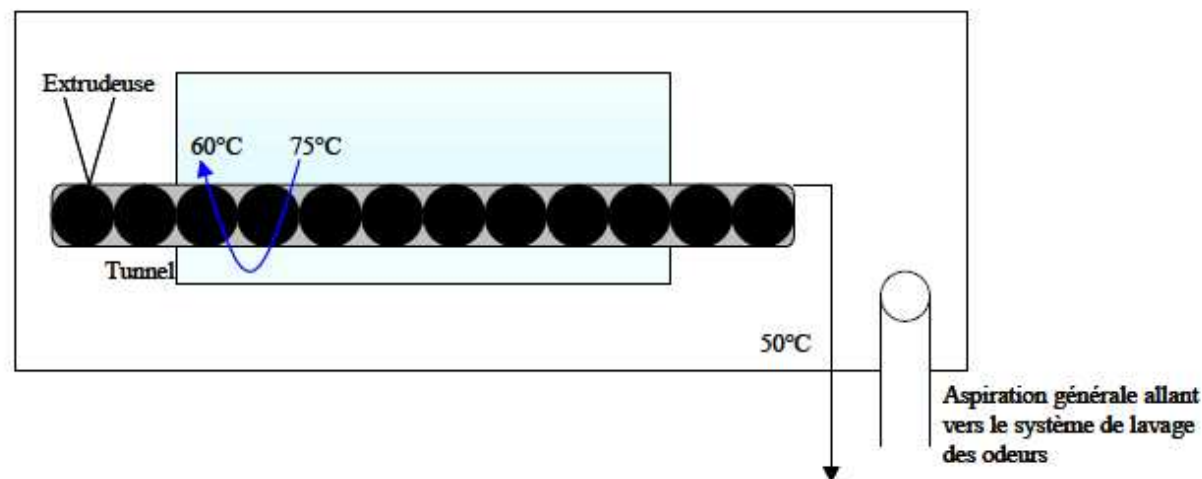
# Campagnes

**ASE2-Boue** : Sécheur thermique basse température

**FAITE** du 20 au 24 septembre

Description de l'installation :

Boues d'une STEP de 2,800,000 EH. Capacité d'évaporation 16,000 L/h. Sécheur à bande STC. Quatre lignes en parallèle (A, B, C et D), sécheur d'une capacité de 4,000 L/h d'eau condensée. Température inférieure à 80°C



Prélèvement sur deux jours (même ligne)

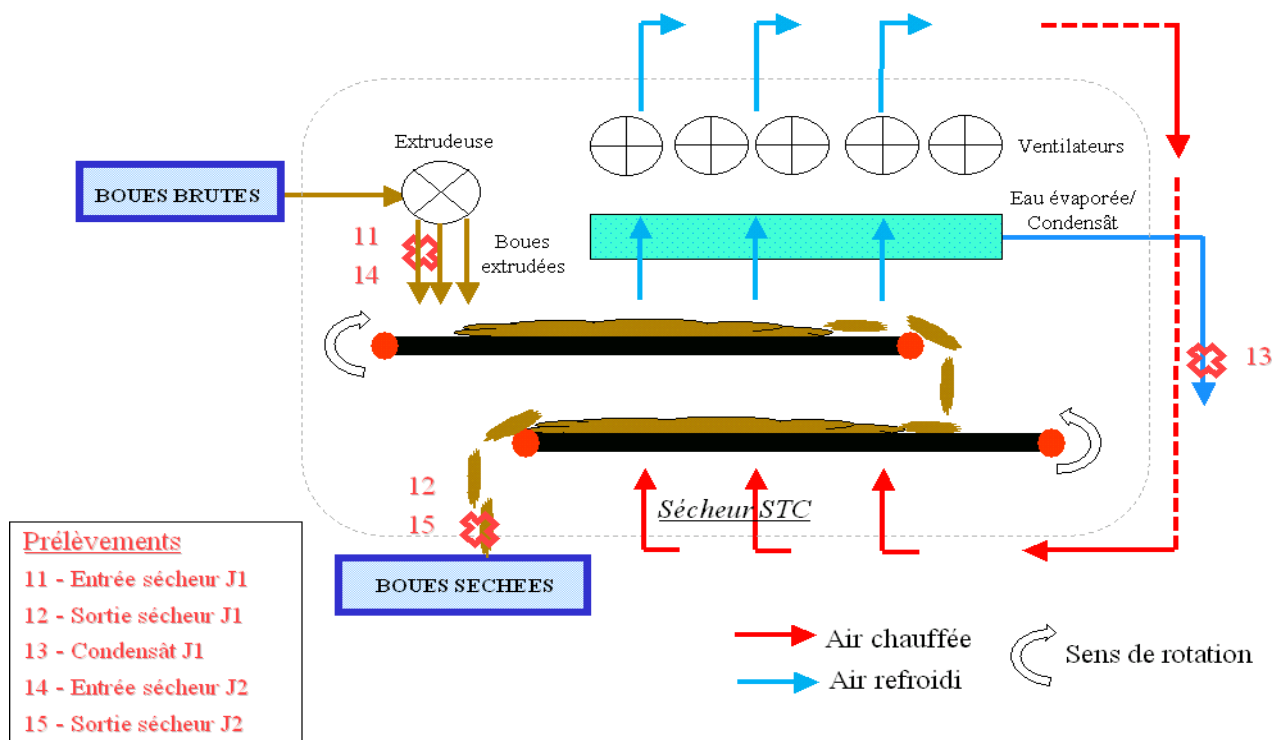
# Stratégie d'échantillonnage

**ASE2-Boue** : Sécheur thermique basse température

**FAITE** du 20 au 24 septembre

Points de prélèvement

Site de Besos ASE2





# Résultats

**ASE2-Boue** : Sécheur thermique BT

**FAITE** du 20 au 24 septembre

53 substances détectées en entrée et en sortie  
sur 59 analysées (Mn et Se en plus)

Non détectés : tertbutylphénol,  
pentachlorophénol, BDE 119, BDE 153,  
acénaphtylène, pérylène

Famille	Composé	Abattement J1 %	Abattement J2 %
	Benzothiazole	25	27
	Tertbutylphénol	NC	NC
	Galaxolide	1	-1
	Tonalide	-2	-1
	Di-butylphthalate	-35	48
	Pentachlorophénol	NC	NC
	Triclosan	18	16
	DEHP	-22	22
	Bisphénol A	-28	8
	CB 50+28	-29	-178
PCB	CB 52	-14	-32
	CB 101	-2	8
	CB 118	-9	10
	CB 153	-2	-10
	CB 138	-1	5
	CB 180	0	-8
PBDE	Lindane	11	18
	BDE 47	4	5
	BDE 119	NC	NC
	BDE 99	1	2
HAP	BDE 153	NC	NC
	Naphtalène (N)	-20	61
	Acénaphtylène	NC	NC
	Acénaphène	8	26
	Fluorène	2	22
	Phénanthrène (Phe)	-29	40
	Anthracène (An)	-25	56
	Fluoranthène (Fluo)	-5	51
	Pyrène (Pyr)	-7	35
	Benzo(a)Anthracène ( BaA)	-23	42
	Chrysène (Chrys) + Triphénylène (Triph)	-12	35
	Benzo(b+j+k)Fluoranthène (BbF, BkF, BjF)	-4	7
	Benzo(e) Pyrène (BeP)	6	-20
	Benzo(a) Pyrène (BaP)	-7	-14
	Pérylène (Per)	NC	NC
	Indène(c-d)Pyrène (IP)	-9	7
	Dibenzo(a,h + a,c)Anthracène (DahA, DacA)	30	19
	Benzo(ghi)Pérylène (BP)	-2	5
	2,1-Benzonaphthothiophène (2,1 BNT)	9	44
	Dibenzothiophène(DBT)	-8	39
AKP	NP1EO	25	27
	NP2EO	40	35
	4-NP	-38	-24
	OP	-68	-99
	NP1EC	56	31
Métaux	Al	3	-7
	Ti	-3	1
	Cr	1	6
	Mn	1	2
	Fe	-2	3
	Ni	-4	19
	Cu	-1	5
	Zn	-2	3
	As	0	8
	Se	-10	-39
	Ag	0	7
	Cd	0	5
	Pb	2	8
	Hg	-17	-2

# Campagnes

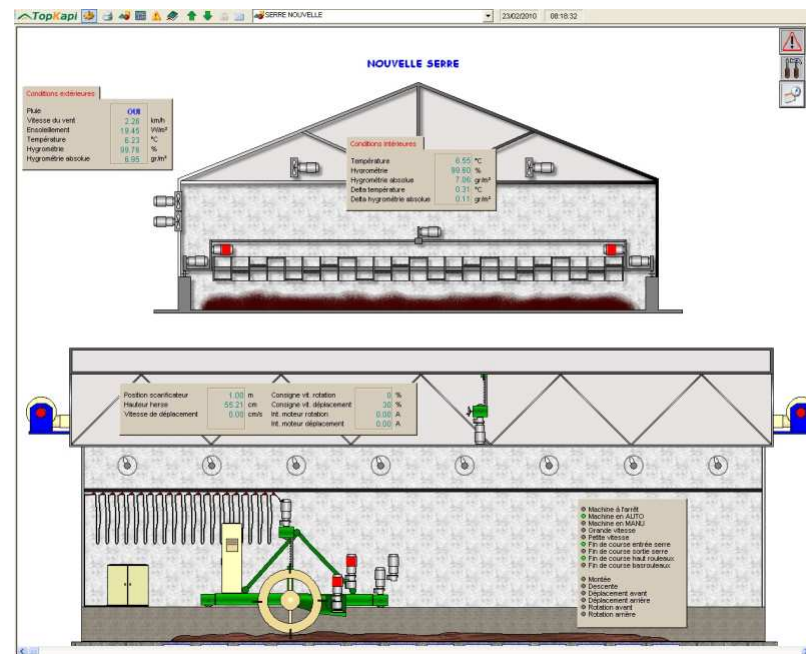
## **ASE3-Boue** : Sécheur solaire Bellecombe

*FAITE du 19 mai au 15 juin*

Objectif :

- Déterminer les évolutions des concentrations en substances à travers le séchage solaire

6 boues, pas de condensats



# Campagnes

## **ASE3-Boue** : Sécheur solaire Bellecombe

*FAITE du 19 mai au 15 juin*



Description de l'installation :

Boues de la STEP de Bellecombe (32 000 EH), deux sécheurs Héliantis avec machine de scarification

Echantillons moyens espace, suivi d'un lot de boue (~ 10 T) séparé par un intervalle physique (1 à 2 m d'écart entre différents lots)

Calcul du nombre minimal de prélèvements avec la norme ISO 5667-13:1998, Qualité de l'eau -- Échantillonnage -- Partie 13: Guide pour l'échantillonnage de boues provenant d'installations de traitement de l'eau et des eaux usées

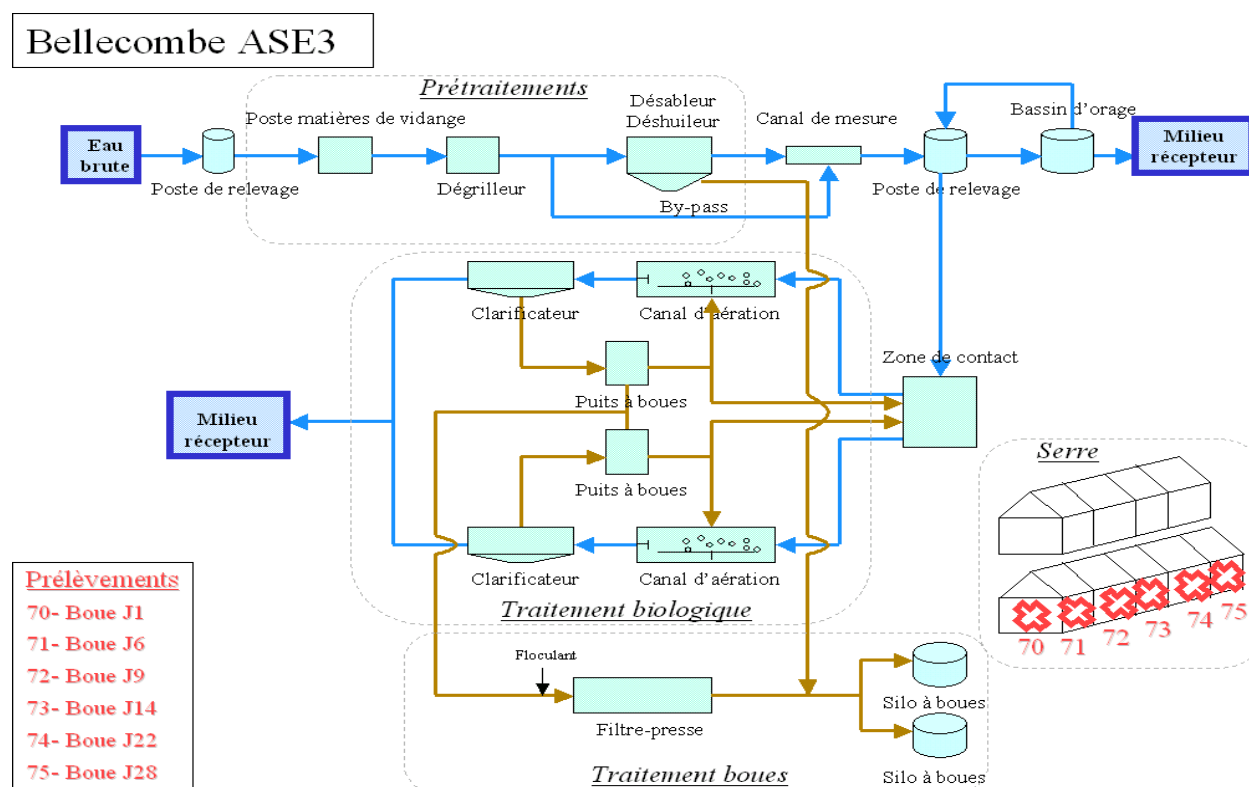
Boue du mois de février mise de côté pour état 0 (Sipibel)

# Stratégie d'échantillonnage

**ASE3-Boue** : Sécheur solaire Bellecombe

*FAITE du 19 mai au 15 juin*

Points de prélèvement



# Campagnes

**ASE4-Boue** : DA + compostage Corbeil

*FAITE du 2 février au 8 avril*

Objectif :

- Déterminer les évolutions des concentrations en substances à travers le compostage et la DA

11 boues, 2 retours en tête, 3 condensats,  
2 co-produits



# Campagnes

**ASE4-Boue** : DA + compostage Corbeil

*FAITE du 2 février au 8 avril*

Description de l'installation :

Corbeil possède pour le traitement des boues un digesteur anaérobie ainsi qu'un compostage, ce qui est plutôt rare. Digesteur mésophile avec une capacité de 2400 m<sup>3</sup>. Compostage Amendor : tunnels fermés ventilés, recirculation d'air chaud, 3150 T/an de compost produit. Compostage accéléré : fermentation 7 jours, maturation 14 jours puis criblage

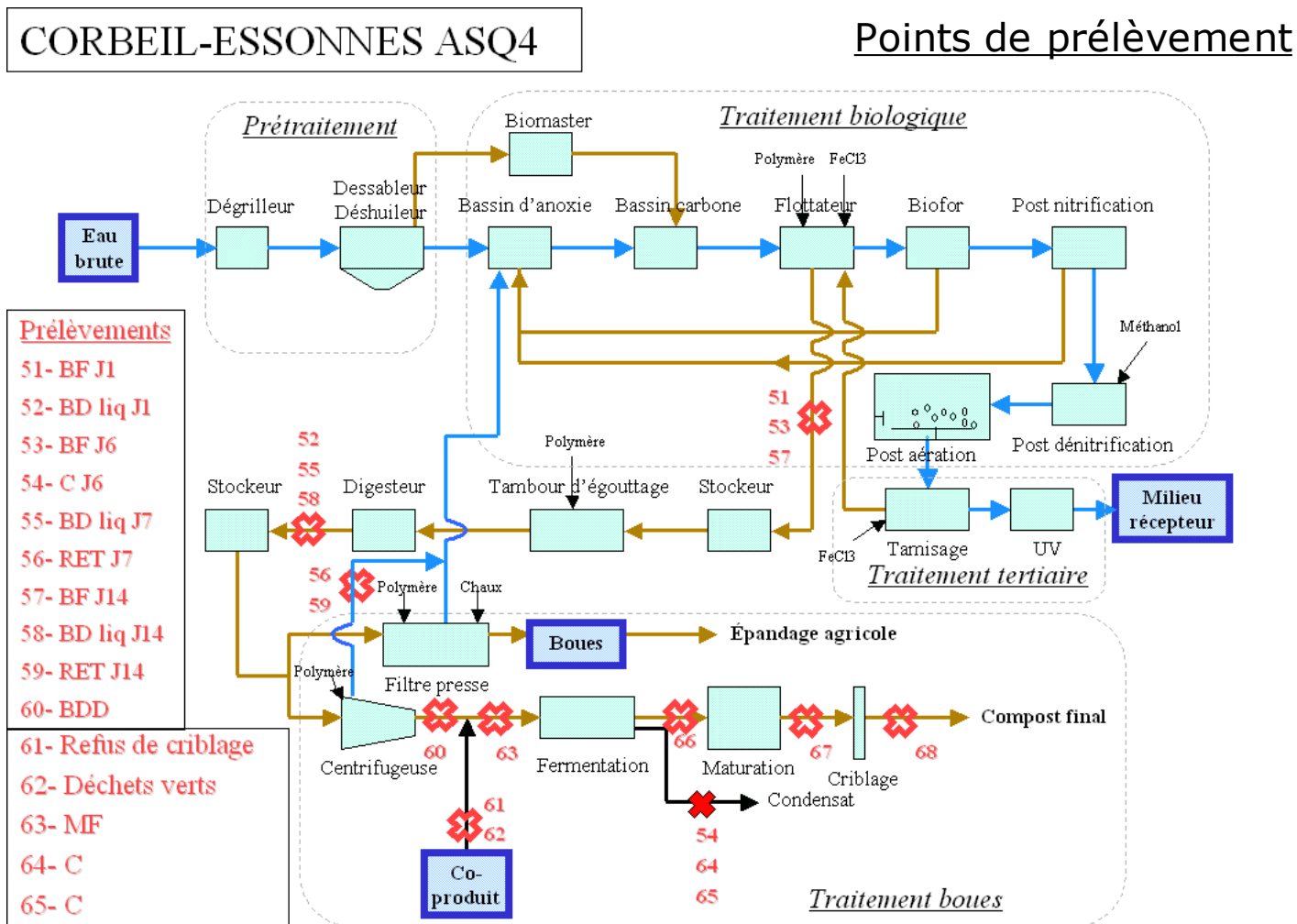




# Stratégie d'échantillonnage

**ASE4-Boue** : DA + compostage Corbeil

FAITE du 2 février au 8 avril



# Campagnes

## **ASE5-Boue** : Compostage

*Juin-Juillet-Août 2011, sur 10 semaines*

Objectif :

- Déterminer les évolutions des concentrations en substances à travers le compostage

12 boues, 2 condensat, 3 co-produits



# Campagnes

## **ASE5-Boue** : Compostage

*Juin-Juillet-Août 2011, sur 10 semaines*

Deux sites :

- **Moulins-sous-Touvent (60)**, casiers semi-fermés (ventilés sous une toiture), boues de la STEP de Compiègne, compost produit Organosol (15 000T/an soit 50T/j), fermentation de 4 à 6 semaines, maturation de 6 à 8 semaines puis criblage

- **Cuverville (27)**, andains en extérieur non ventilés, compost produit Fertiseine (8500 T/an), durée de compostage d'environ 2 à 3 mois



# Stratégie d'échantillonnage

**ASE5-Boue** : Compostage

*Juin-Juillet-Août 2011, sur 10 semaines*

Moulin sous Touvent

Semaine 1 : 1 boue (**Echibioteb**), 1 refus de criblage, 1 mélange à composter, 1 condensat

Semaine 2 : 1 boue pendant retournement, 1 condensat

Semaine 3 : 1 boue pendant retournement

Semaine 4 : 1 mélange avant criblage, 1 compost criblé, 1 refus

Semaine 5 : 1 compost

Semaine 7 : 1 compost (**Echibioteb**)



# Stratégie d'échantillonnage

**ASE5-Boue** : Compostage

*Juin-Juillet-Août 2011, sur 10 semaines*

Cuverville

Semaine 1 : 1 boue, 1 refus de criblage, 1 mélange à composter

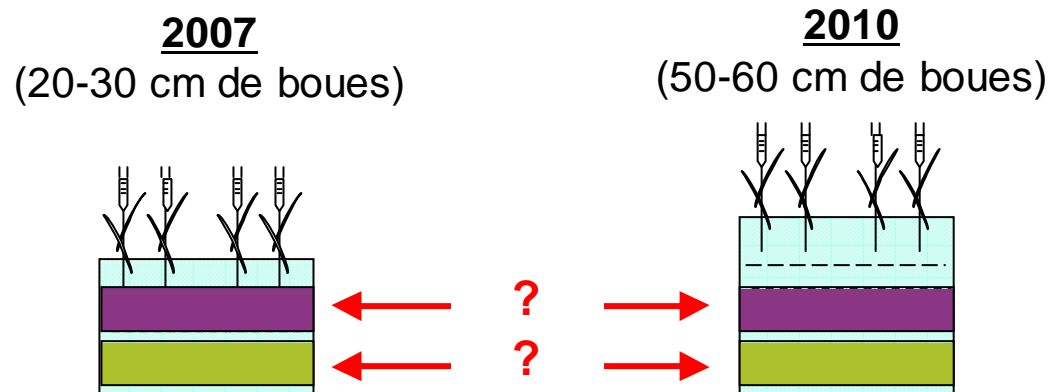
Mois 2 : 1 mélange en compostage

Mois 3 : 1 compost



# Campagne : Lits de séchage planté de roseaux

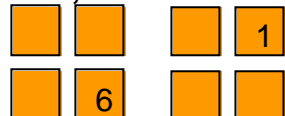
**Objectif :** Déterminer les évolutions des concentrations en substances au sein de la filière LSPR (comparaison teneurs 2007, 20010, 2012)



**Campagnes :** ACA2-Boue1 (Déc 2010, 4 boues pâteuses)  
ACA2-Boue2 (mi-2012, 4 boues pâteuses)

## Beaujeu (2.900 EH)

8 lits, 75 m<sup>2</sup> chacun



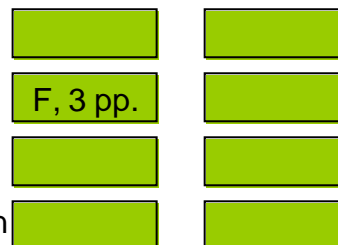
30 kgMS/m<sup>2</sup>.an

Filtre 1, 1 pp.

Filtre 6, 1 pp.

## Andancette (13.000 EH)

8 lits de 470 m<sup>2</sup> chacun



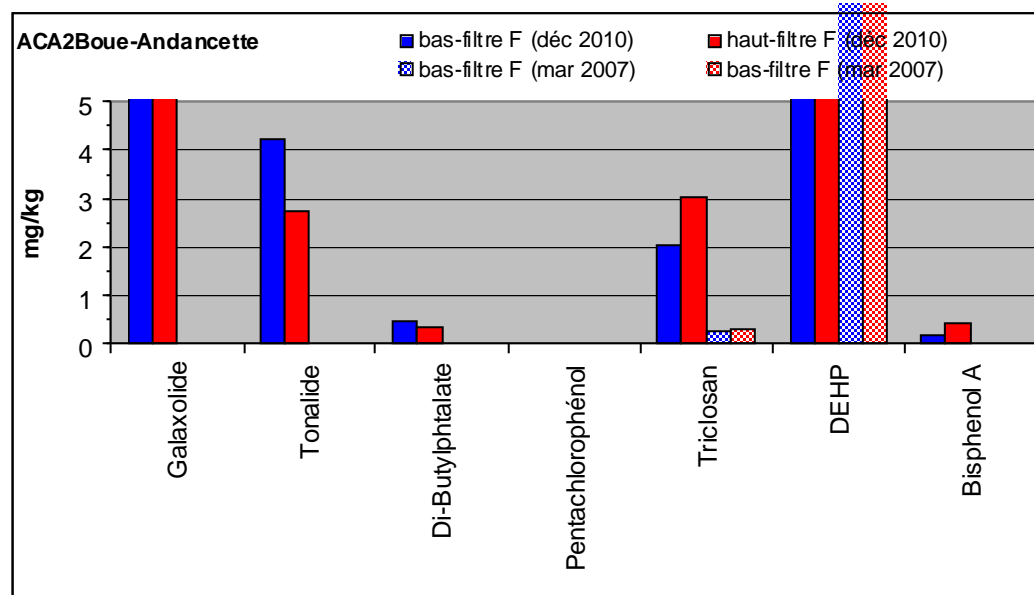
50 kgMS/m<sup>2</sup>.an





# Observations

- Résultats reçus: Cirsee et cemagref-métaux
- Substances quantifiées :
  - 6 organiques (dont triclosan et DEHP commun avec données 2007)
  - 14 métaux
- Observations sur les concentrations 2010 par rapport à 2007 :
  - Concentration plus faible pour Ag, Hg
  - Concentration plus forte pour triclosan
  - Concentration inchangée pour Ti, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Pb
  - Observation contradictoire pour DEHP
- Prochaine campagne :
  - été 2012



# Conclusions

Campagnes boues bientôt terminées (dernier envoi de boue CIRSEE en septembre, CEMAGREF dernière campagne été 2012)

La plupart des substances analysées sont détectées dans les boues en entrée et en sortie de séchage à des concentrations similaires à celles retrouvées dans AMPERES et la littérature

Résultats reproductibles sur sécheur BT entre les deux jours

Importance d'avoir un format "standard" pour les résultats pour faciliter l'interprétation