



# Le séchage solaire des boues

## État de l'art et Retours d'expérience

J.P. Canler

Pour mieux  
affirmer  
ses missions,  
le Cemagref  
devient Irstea



[www.irstea.fr](http://www.irstea.fr)



13ème Séminaire EAU  
Polytech Montpellier - 17 au 19 Février 2014



# Le séchage solaire

## Démarche retenue pour cette étude

co-financée (AERMC et Irstea) :

- *Inventaire des procédés et présentation des différents systèmes de séchage solaire des constructeurs*
- *Visites techniques de nombreux sites (conseillés ou non par les constructeurs)*
- *Enquête auprès de tous les exploitants pour les retours d'expérience de ce procédé*
- *Exploitation des résultats pour aboutir à un document de synthèse*

# Le séchage solaire

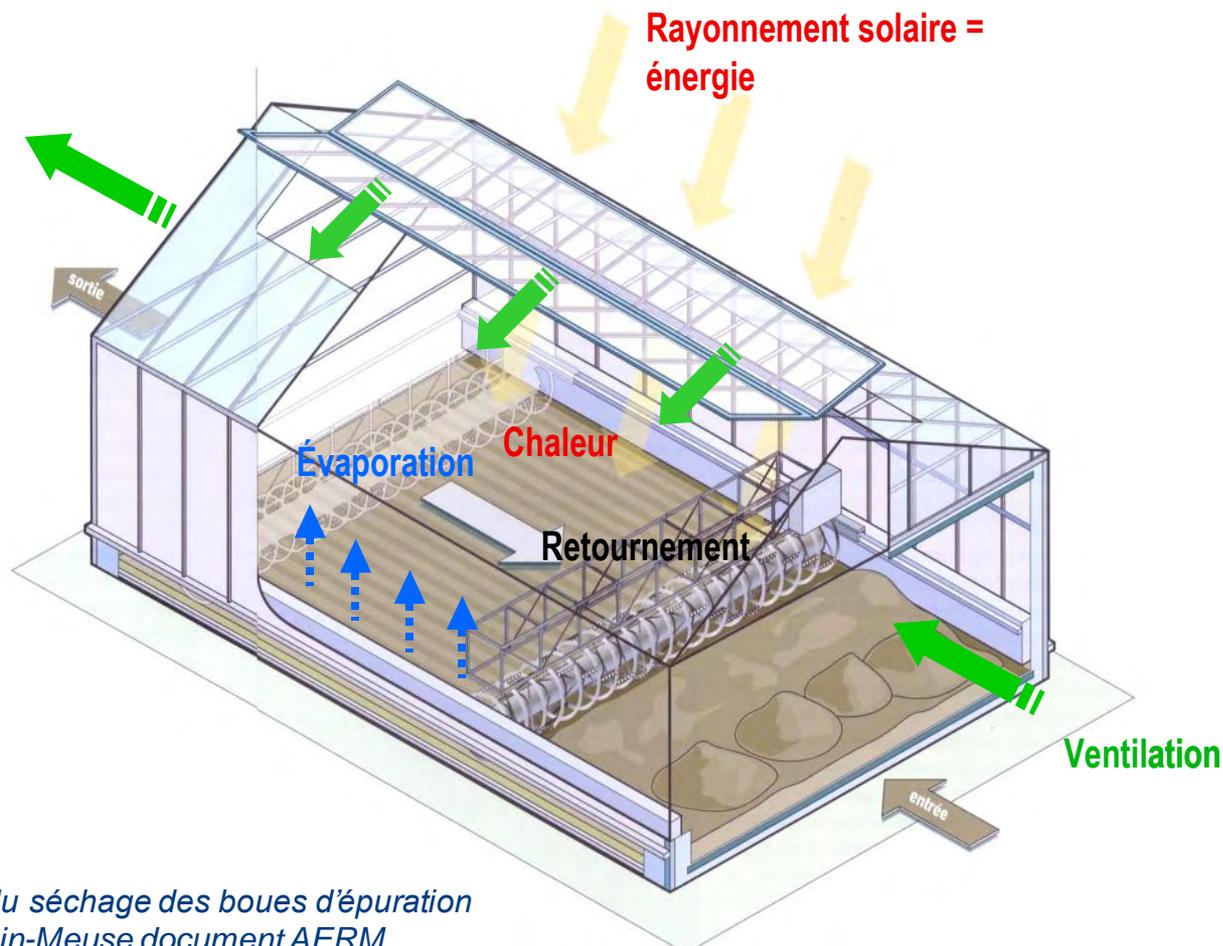
## Objectifs et intérêts :

- *Obtention d'une siccité élevée (70 à 80%)*
  - ⇒ *D'où réduction importante de volume (facteur 3 à 5).*
  - ⇒ *D'où diminution des coûts de transport et de traitement.*
- *Alternative au séchage thermique (collectivités 2 000 / 50 000 EH)*
- *Permet différents débouchés, avec en priorité la Valorisation agricole*

*Sinon : compostage , co-incinération , Incinération spécifique.*
- *Autres aspects non négligeables*
  - *Meilleure acceptation du produit final par la profession agricole.*
  - *Démarche « Développement durable »*
  - *Bonne intégration au paysage*

# Le séchage solaire

## Principe du procédé :



Source : état des lieux du séchage des boues d'épuration  
dans le bassin Rhin-Meuse document AERM

# Le séchage solaire

## Type de Serres :

- **Procédé naturel / procédé mixte** (associant plancher chauffant par pompe à chaleur et/ou injection air préchauffé)
- **Principales différences des procédés naturels existants:**
  - Syst. de retournement des boues : pont roulant ou robot
  - Insufflation d'air dans la boue
  - Oxydation aérobie de la MO (« bio-séchage ») au sein d'andains
  - Stockage interne ou externe des boues sèches
  - Présence ou non d'une désodorisation (bio ou chimique)

# Le séchage solaire

## Mécanismes à maîtriser:

- **Fermentation des boues** – processus anaérobie

*Dégagement de  $CH_4$  et  $H_2S$  ; Boues collantes, 16-35% siccité (= période hivernale)*

- **Compostage des boues** – processus aérobie

*Dégagement  $NH_3$  et  $H_2S$  ; 40-60% siccité,  $T^\circ C$  élevée*

- **Production de poussières**

*Siccité > 80%*

⇒ Préconisations **Sécurité du personnel exploitant** (masque anti-poussières, capteur de gaz, ...)

# Le séchage solaire

## Paramètres de dimensionnement :

- *Siccités initiale et finale des boues* Ex. **20% - 70%**
- *Quantité annuelle de boue à traiter* en **T MS/an**
- *Détermination du potentiel évaporatoire du site*

(Moyenne en France entre 800 et 1200 **kg EE/m<sup>2</sup>/an**)

⇒ *Performances et garanties*

*siccité minimale à l'évacuation,  
siccité moyenne/an (peu intéressant)*

# Le séchage solaire

## Calcul du dimensionnement :

- *Calcul de la quantité d'eau à évaporer*
- *Hauteur maximale du lit de boue*  
*entre 10 et 60 cm suivant procédé*  
*(et jusqu'à 100 cm en Andains)*
- *Calcul de la surface utile de séchage solaire*

	<b>Séchage Naturel</b>	<b>Avec plancher chauffant</b>
Tonne d'EE/m <sup>2</sup> .an	De l'ordre de 0,8	De l'ordre de 1,8
Kg MS/m <sup>2</sup> .an	De l'ordre de 240	De l'ordre de 490

# Le séchage solaire

État des lieux été 2009 :

► 6 constructeurs sur le plan national – 130 sites

Constructeurs	Procédé Nom commercial	Nbre de sites (en cours)
Degrémont (France Assainissement)	Héliantis	38
Saur (Stereau)	Héliocycle / Hélioplus	12
Ternois - Huber Technology	Ternois 3S (Kult SRT+)	23
Vinci (Sogea)	Sogélios	14
Thermo-System (*)	Sanglier électrique / Manager de boues	20
Véolia Water Systems (OTV - MSE)	Solia	23

(\*) : commercialisé par différents constructeurs

# Le séchage solaire

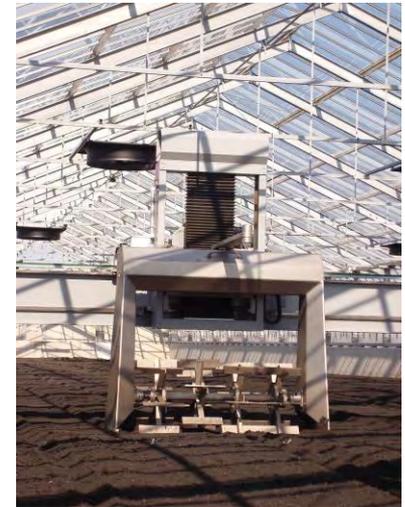
## État de l'art :

Procédés	Serre «couloir»	Mélange boues	Retourneur	Chauffage appoint	Désodo. systématique
Héliantis	X		Pont	possible	
Héliocycle	X		Pont		
Hélioplus	X		Pont	X	physico.
Sogélios		X	Pont		
Sanglier électrique		X	Robot	possible	
Manager boues	X		Pont	possible	
Solia		X	Robot		Bio ou physico
Ternois 3S	X		Pont	X	

# Le séchage solaire

## État de l'art :

- Serres « couloirs » : Héliantis – Manager de Boues  
- Héliocycle / Hélioplus – Ternois 3S



# Le séchage solaire

## État de l'art :

- Serres « à mélange de boue » : Sogelios – Sanglier électrique - Solia



# Le séchage solaire

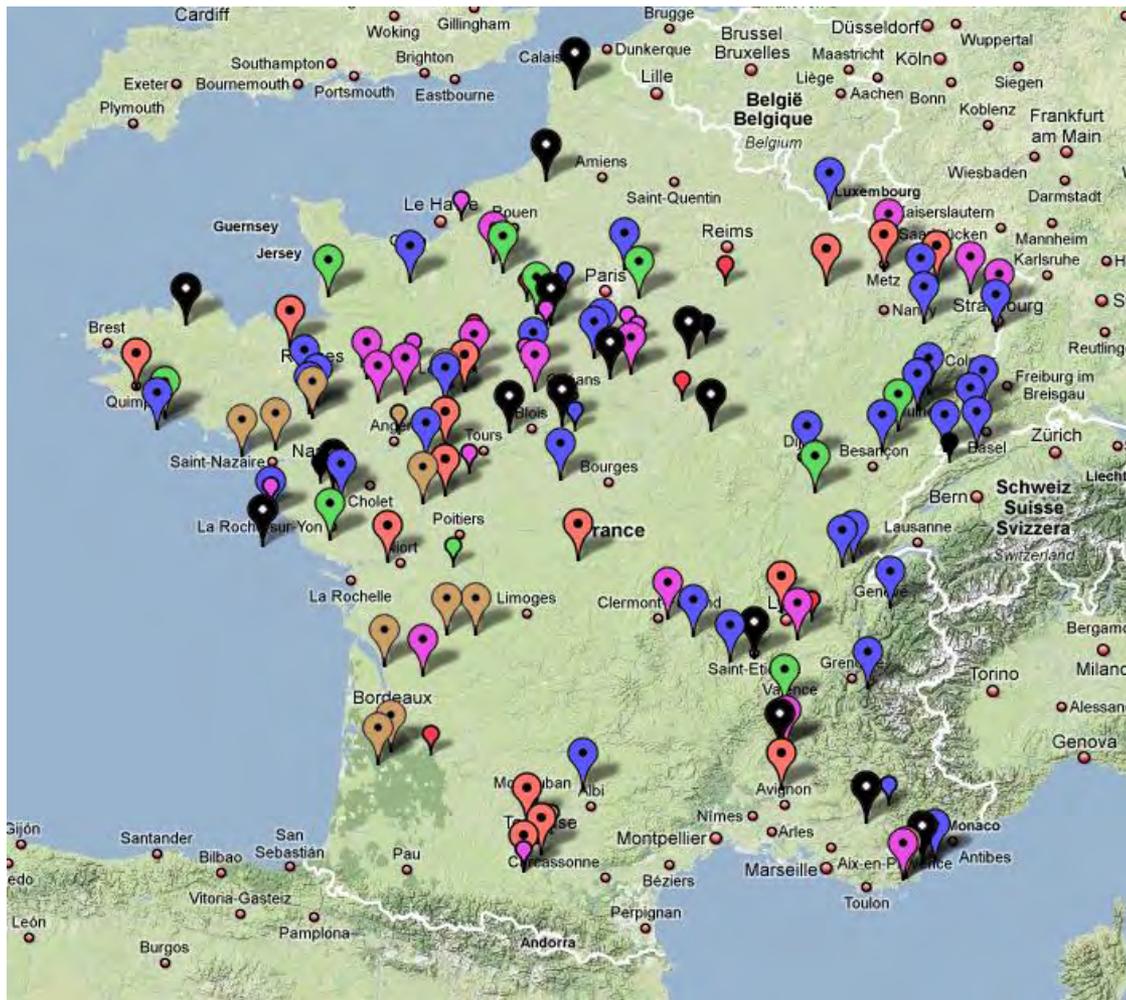
130 serres sont construites (ou en construction)

seulement 92 en service au 1 janvier 2009

## État des lieux :

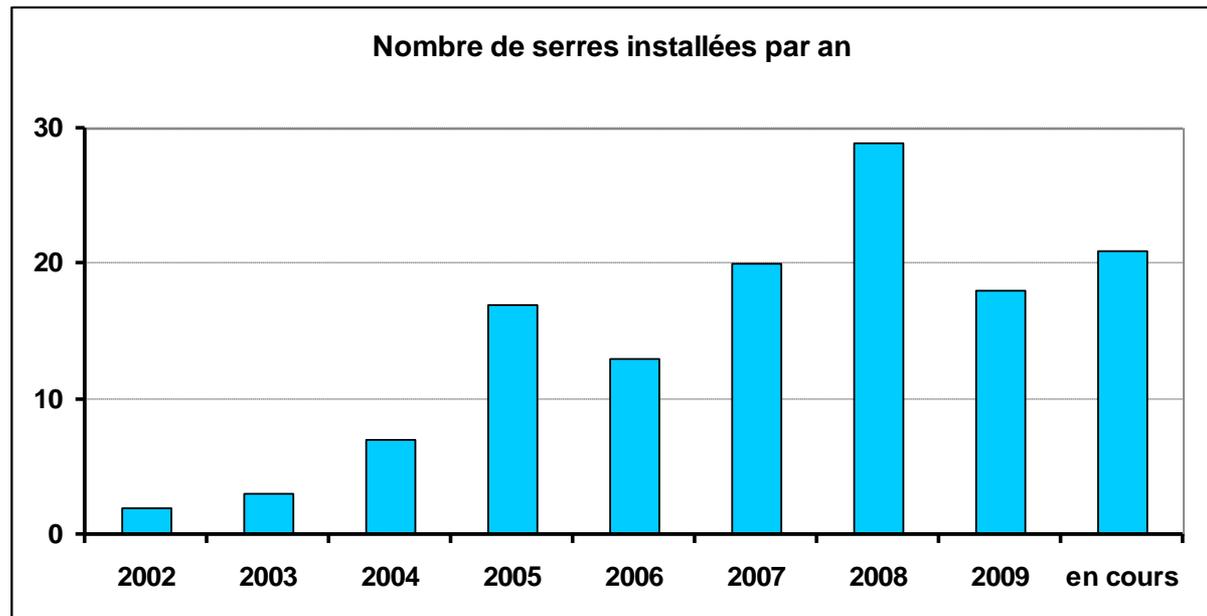
### ► Le parc existant

-  Thermo-System
-  Degrémont - FA
-  Vinci – Sogea
-  Ternois – Huber Technology
-  Veolia – MSE
-  Saur (Stereau)
-  sites en construction



# Le séchage solaire

## État des lieux :



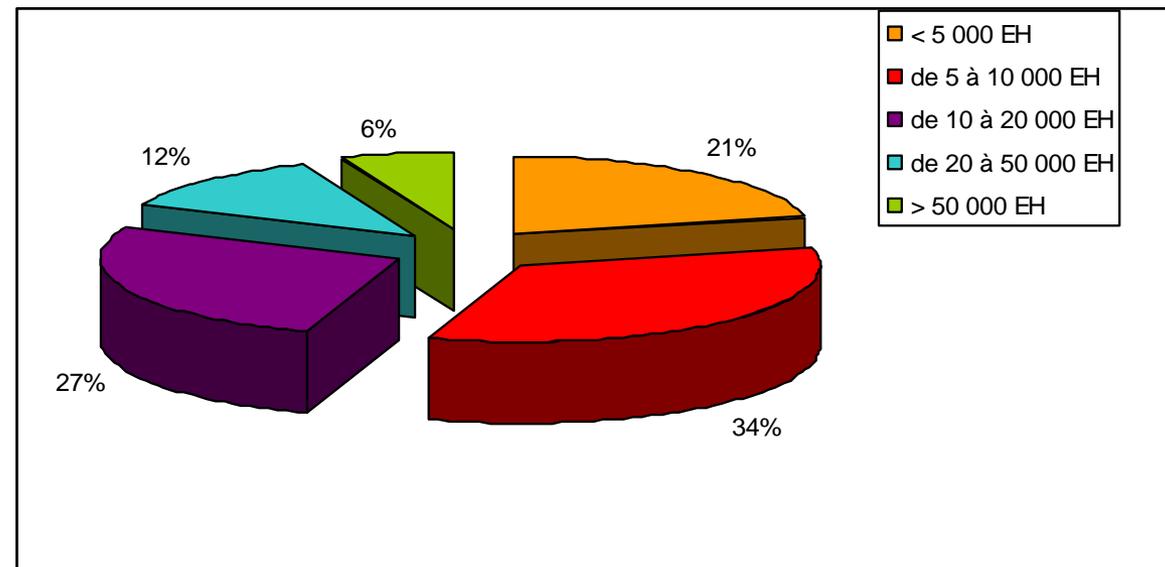
- *Développement rapide dès 2002 puis stabilité*
- *1<sup>ère</sup> serre construite par Thermo-System*
- *Ternois : dernier constructeur arrivé sur le marché mais a rattrapé son retard*

# Le séchage solaire

## État des lieux :

### ► Le créneau d'application

- *Pourcentage de serres installées par taille de station*



# Le séchage solaire

## État des lieux :

- *Gamme de siccité entrée/sortie procédé*

Entrée majoritairement à 20/22% (centrifugation amont)

Sortie siccité > à 70%

Varie avec le fonctionnement des serres

(1 ou 2 extractions / an, l'été uniquement)

- *Taux de charge des installations*

Globalement sous chargées (procédé récent)

- *Présence d'une désodorisation*

37% des sites équipés

Désodorisation biologique domine nettement

# Le séchage solaire

## Approche économique :

- **Coût d'investissement**

*de l'ordre de **50 € HT / EH** avec des variations importantes.  
Sur la filière globale, peut représenter 20 % du coût total de la STEP*

*STEP 3 000 / 15 000 EH, positionnement concurrentiel avec LSPR (mais siccité 20%) ou filières Boues chaulées (mais siccité 30%)*

*Retour de cet investissement peut être rapide en raison des gains sur les coûts de transport et de traitement de la boue élevés*

- **Coût d'exploitation**

*Suivi minimal incompressible de ½ journée par semaine*

# Le séchage solaire

## Approche économique :

- **Coût de fonctionnement**

Comparaison des consommations énergétiques avec le séchage thermique, en kWh nécessaire pour évaporer une tonne d'eau

Type de séchage	Type de serres		kWh / T EE
Séchage solaire	Serre ouverte	Sans ventilation et sans désodorisation	30 à 70
		avec ventilation et sans désodorisation	70 à 100
	Serre fermée	avec ventilation et désodorisation biologique	100 à 200
		avec ventilation et désodorisation chimique	Jusqu'à 1000
	Serre fermée avec plancher chauffant	avec ventilation et sans désodorisation	150 à 250
		avec ventilation et désodorisation	250 à 1100
Séchage thermique	(combustible + électricité)		1000 [700 mini théo à 1200]

# Le séchage solaire

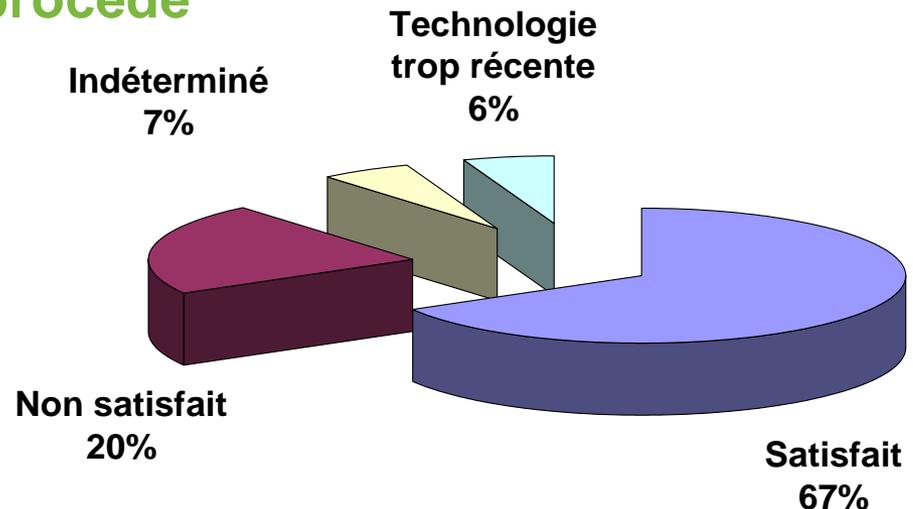
## Résultats de l'enquête auprès des exploitants :

### ► Taux de réponses

« Serres en service » = **78%** et « Retours d'expérience » (en service au 1/01/2008) = **75%**  
 ⇒ **Très bonne représentativité du parc**

### ► Taux de satisfaction du procédé

**Retours d'expérience**  
 ⇒ **2/3 sont satisfaits**



**3 Procédés trop récents pour en tirer des conclusions :**  
**Héliocycle, Ternois 3S et Sogelios**

# Le séchage solaire

## Résultats de l'enquête auprès des exploitants :

### ► Principaux avantages

- Fréquemment annoncé:

**Qualité du produit final obtenu (39%)** (Siccité, stabilité, sans odeur, sans chaux, facile à stocker, très apprécié pour l'épandage,.... )

**Volume de boue à évacuer très réduit (19%)**

- Régulièrement annoncé:

**Exploitation et coût d'exploitation réduit (9%)**

**Aspect énergétique : énergie gratuite et renouvelable (10%)**

**Système combiné : Séchage et stockage (4%)**

# Le séchage solaire

## Résultats de l'enquête auprès des exploitants :

### ► Principaux inconvénients

- Fréquemment annoncé:

**Nuisances (30%)** (dont Olfactives – 60%, Poussières – 26%, puis Thermiques et Sonores)

**Exploitation (24%)** (suivi délicat, forte réactivité et compétences nécessaires, temps passé)

**Performances (13%)** (inefficace l'hiver)

**Équipements (13%)** (fiabilité, usure, automatisme)

- Régulièrement annoncé:

**Coûts importants (9%)** (investissement et consommation énergétique)

# Le séchage solaire

## ► Parmi les « non Satisfaits » de serres ayant plus de 2 ans de fonctionnement

- **Type de problèmes rencontrés :**

Odeurs (64%) – Pannes de retourneur (57%) - Pas de séchage l'hiver (50%)

→ Problèmes de dimensionnement et de fiabilité de l'équipement

- **Ancienneté :** Principalement 1<sup>er</sup> sites des constructeurs, mais pas toujours

→ 1<sup>ère</sup> expérience

- **Taux de charge :** 1<sup>ers</sup> dimensionnement (3 sites à 100%) ; mais d'autres en sous charge évacuent les boues l'hiver

→ Dimensionnement

- **Type de boues - Déshydratation amont - désodorisation:**

83% de boues ll<sup>aires</sup> ; 75% de centrifugeuse ; 60% traitement de l'air

⇒ ***Principalement des problèmes de dimensionnement et communication***

# Le séchage solaire

## Retours d'expérience :

- ***Bon dimensionnement***

Surface, limiter la hauteur de boue , renouvellement de l'air

- ***Maîtrise du produit à traiter***

Siccité amont fonction des constructeurs

Type de produit : maîtrise fine ou absence de boues extérieures, pas de chaux

Bonne gestion de la file eau (degré d'aération, extractions régulières)

- ***Exploitation***

Présence de l'exploitant : qualifié, suivi constant et réactivité

Bonne gestion des retournements et de l'étalement

0,5 jour mini incompressible

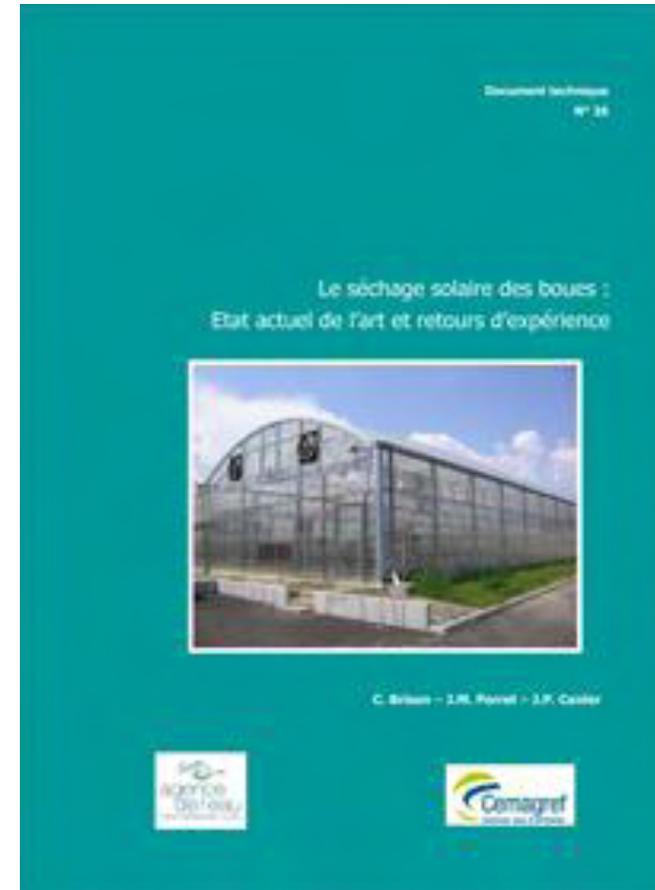
# Le séchage solaire

## Retours d'expérience :

- ***Nuisances olfactives = Risque toujours possible***
  - Intégrer la proximité du voisinage
  - Installation désodorisation totale (mais efficacité non garantie), désodorisation partielle (1/3 de Q air), tour de dissémination
  - Si occasionnelles (sortie de l'hiver), utilisation de masquant
  - Assurer une bonne gestion : fréquence de retournements, épaisseur de boue
- ***Poussières***
  - Réduction du nombre de retournements, voire arrêt si la siccité finale est obtenue
  - Arrêt des déstratificateurs pour la zone sèche
- ***Pour les serres naturelles, stockage mais faible séchage durant 6 mois d'octobre à avril***



# Le séchage solaire



Document technique n° 36

[Le séchage solaire des boues : État actuel de l'art et retours d'expérience](http://www.fndae.fr/documentation/doc_technique.htm)

[http://www.fndae.fr/documentation/doc\\_technique.htm](http://www.fndae.fr/documentation/doc_technique.htm)

# Le séchage solaire



*Merci pour votre attention.....*



POLYTECH  
MONTPELLIER  
13ÈME  
SÉMINAIRE EAU

