



**Références de coûts pour la construction
d'ouvrages de traitement des boues de station
d'épuration
Plateformes de compostage et serres de séchage solaire**

Table des matières

1	Introduction	3
1.1	Champs de l'étude	3
1.2	Méthodologie	3
1.3	Définition des coûts.....	3
2	Analyse des dossiers AERM&C	4
2.1	Bilan général de la recherche et de l'exploitation des dossiers AERM&C	4
2.1.1	Recherche	4
2.1.2	Exploitation	5
2.1.2.1	Difficultés rencontrées	5
2.1.2.2	Données retenues pour l'analyse.....	6
2.2	Analyse des coûts	6
2.2.1	Actualisation des coûts	6
2.2.2	Serres de séchage solaires	7
2.2.2.1	Présentation générale des informations recueillies	7
2.2.2.2	Caractéristiques statistiques de l'échantillon	9
2.2.2.3	Approche des coûts	9
2.2.2.4	Proposition de coûts de référence.....	11
2.2.3	Plateformes de compostage	13
2.2.3.1	Présentation générale des informations recueillies	13
2.2.3.2	Caractéristiques statistiques de l'échantillon	15
2.2.3.3	Approche des coûts	15
2.2.3.4	Proposition de coûts de référence.....	17
3	Conclusion : récapitulatif	19
3.1	Serres de séchage solaire.....	19
3.2	Plateformes de compostage	19
3.3	Comparaison des coûts des deux types de traitement	20

1 Introduction

Cette étude a pour objectif de cerner les critères déterminants le **coût d'investissement** des ouvrages de traitement des boues de station d'épuration que sont les serres de séchage solaire et les plateformes de compostage.

Elle doit permettre :

- de déterminer les paramètres qui influencent le coût d'un ouvrage ;
- d'établir des indicateurs permettant à l'Agence d'évaluer le coût de ce type d'opérations ;
- de bancariser les données technico-économiques ;
- d'établir des coûts de référence.

1.1 Champs de l'étude

L'étude se bornera à étudier les plateformes de compostage et les serres de séchage solaire des boues de station d'épuration aidées par l'Agence dans le cadre des 7^{ème}, 8^{ème} et 9^{ème} programmes.

1.2 Méthodologie

- Analyse des décisions prises sur les programmes concernés (7^{ème}, 8^{ème} programmes) et en 2007, étude des coûts réalisés par ailleurs (Cemagref, Agences, ...)
- Analyse des projets, élaboration des déterminants et calculs de leurs coûts ;

NB : Une précédente étude sur le coût des ouvrages de stockage et de traitement des boues avait mis en lumière la difficulté de réunir les pièces comptables utiles à l'observatoire (cf. Rapport final Vf, Etude sur les coûts des ouvrages de stockage et traitement des boues de STEP¹).

Pour pallier à cette difficulté, nous avons décidé de demander auprès des délégations, en plus des dossiers, un contact auprès de la maîtrise d'ouvrage afin de se procurer les pièces nécessaires à l'étude, à savoir une copie du marché des travaux ou du Décompte Général et Définitif des opérations étudiées.

- Synthèse et définition des coûts de référence.

1.3 Définition des coûts

Il apparaît nécessaire pour la suite de l'étude de cadrer les notions de coûts, de manière à ce que chacun utilise le même langage.

Le coût de référence :

- C'est le prix acceptable pour l'Agence observé sur des projets similaires au projet étudié (et non pas le prix médian issu d'un échantillon).
- Il correspond à un équipement courant répondant aux normes réglementaires en vigueur.
- Tout dépassement de ce coût doit attirer l'attention.

NB : Remarque préalable : les coûts cités dans ce rapport seront (sauf indication contraire) des coûts en Euros Hors Taxes (€ HT).

¹ <U:\DIS\Analyses économiques\Coût des ouvrages\G- Stockage & Traitement des boues STEP\Etape 2boues>

2 Analyse des dossiers AERM&C

2.1 Bilan général de la recherche et de l'exploitation des dossiers AERM&C

2.1.1 Recherche

Initialement, 39 opérations ont été recensées : 14 opérations correspondant à du séchage solaire et 25 à du compostage.

Seulement 36 opérations ont finalement été consultées : les 14 opérations correspondant à du séchage solaire et 22 relatives au compostage.

NB : Parmi les opérations qui n'ont pas pu être étudiées, l'une a été abandonnée et les deux autres étaient trop anciennes.

Néanmoins, sur les 36 dossiers « accessibles », 27 seulement se sont avérés exploitables et ont donc été pris en compte pour l'analyse, soient, respectivement :

- 12 dossiers relatifs à des serres de séchage solaire ;
- 15 dossiers relatifs à des plateformes de compostage.

Il convient, à ce stade, de préciser, d'une part, la raison de l'écartement de 10 dossiers et, d'autre part, la nature des données qui ont pu être obtenues.

Plusieurs raisons justifient l'écartement de 9 dossiers :

- Concernant les plateformes de compostage de Valberg (06), de Gap (05), de Font-Romeu (38) et de Bouillargues (30), les dossiers étaient des dossiers d'extension, et les informations relatives au dossier initial n'ont pu être trouvées ou étaient trop anciennes pour obtenir au final des éléments exploitables ;
- La plateforme de compostage de Barjols (83) était une opération pilote donc pas exploitable car les éléments qu'elles contenaient étaient totalement déconnectés des éléments issus de projets « standards » ;

NB : un dossier « projet pilote » a tout de même été conservé, le coût et les capacités mentionnées correspondait en effet à ceux d'autres projets de dimension comparables. Il s'agit de l'unité de co-compostage de la station d'épuration de Bourg de Thizy (01).

- Dans le cas de la plateforme de compostage du SIVOM de l'étang d'or, (STEP de Mauguio Bourg (34)), l'avant-projet détaillé a été, depuis la décision d'aide, fortement modifié, et sa nouvelle mouture n'a pas encore fait l'objet d'une validation officielle ;
- Enfin, pour les dossiers du SIVOM de la Vallée de Guiers (38) (compostage), du syndicat mixte de Chambenier (07) et de la commune de Tourettes (83) (séchage solaire), il s'est tout simplement avéré impossible d'obtenir la moindre information (absence d'informations dans les dossiers et impossibilité d'en obtenir auprès des collectivités).

Plus généralement, les éléments qui ont pu être récoltés et pris en compte dans le cadre de l'étude proviennent au final de sources diverses et pas toujours très précises, dans la mesure où certaines proviennent d'avant-projets datant de quelques années ou ont été communiquées oralement.

2.1.2 Exploitation

2.1.2.1 Difficultés rencontrées

Sur l'ensemble des dossiers, un nombre assez restreint d'information a pu être extrait. Pour bien comprendre, il convient de dresser une liste des différentes configurations rencontrées lors du dépouillement des dossiers :

Une distinction doit être faite entre les dossiers pour lesquels l'ouvrage est réalisé dans le cadre d'une construction ou d'une mise aux normes de STEP et les cas où l'opération est financée de façon isolée (serre de séchage ou plateforme de compostage).

- Dans le cas d'une construction rattachée à la STEP : l'Agence est généralement en possession du marché de la STEP. Cependant, rien ne garantit que ce marché comporte le détail des coûts ainsi qu'une description précise de l'ouvrage de traitement des boues. En effet, bien souvent, dans la décomposition des prix globale et forfaitaire, les coûts sont globalisés dans sein d'un poste « filière boues » qui comprend l'épaississement, la déshydratation préalable etc.. Seul le coût total d'investissement lié à l'ouvrage peut être obtenu mais sans réelle garantie que ce coût recouvre bien l'ensemble des dépenses liées à l'ouvrage puisque la filière « ventilation et désodorisation », qui fait l'objet d'un poste à part, englobe l'ensemble des dépenses prévues pour la totalité de la station. Le même problème a été constaté avec les DGD.

De plus, le séchage solaire et le compostage étant des traitements complémentaires des boues, ils sont souvent relégués au rang d'options possibles ou de tranches conditionnelles du marché et ne font donc pas toujours l'objet d'un descriptif précis susceptible d'apporter toute l'information nécessaire à une étude de coûts approfondie.

- Dans le cas d'une construction dite « isolée », bien souvent, le dossier n'est constitué, au mieux, que d'un avant-projet détaillé. Par ailleurs, dans les dossiers pour lesquels, des éléments de marché ou des DGD sont disponibles, les différentes configurations du détail des coûts données d'un dossier à l'autre rendent toute décomposition du coût en postes ou familles de postes inexploitable ou inopérante.

NB : les prises de contact avec les collectivités n'ont pas permis de résoudre totalement ces difficultés. Elles ont néanmoins essentiellement permis de valider ou de compléter certaines informations issues d'avant-projets.

Au final, un seul dossier sur les 15 relatifs au compostage (et aucun pour le séchage solaire) est issu d'un avant-projet et n'a pas pu faire l'objet d'une confirmation par le maître d'ouvrage des éléments apportés.

Il convient par ailleurs de souligner que cette démarche a été assez coûteuse en temps. En effet, mis à part trois ou quatre dossiers « réactifs », il a fallu, une fois le bon interlocuteur joint, le relancer à plusieurs reprises afin d'obtenir les informations demandées.

2.1.2.2 Données retenues pour l'analyse

Compte tenu des difficultés rencontrées lors de la collecte des données, il a été décidé de se focaliser sur un nombre très restreint d'éléments pour lesquels l'information s'est avérée régulièrement disponible, à savoir :

- Le coût total d'investissement en € HT ;
- La capacité nominale en Equivalent-Habitant (EH) ;
- Le volume nominal de boues à traiter en Tonnes de Boues Brutes (TBB) ;
- La surface totale de traitement (surface de la serre ou de la plateforme) en m².

D'autres données ont été renseignées dans le tableau de saisie initial (quelques précisions sur le détail des coûts, lorsque c'était possible, d'autres informations d'ordre technique etc.). Des informations susceptibles de justifier un surcoût ont également été indiquées, de sorte que l'on puisse en tenir compte dans le cadre d'une analyse qualitative (cf. Tableau 1: Principales caractéristiques des serres de séchage solaire étudiées et Tableau 3 : Principales caractéristiques des plateformes de compostage étudiées)

2.2 Analyse des coûts

2.2.1 Actualisation des coûts

Les dossiers analysés étant répartis sur la période 2002-2007, une actualisation des coûts est indispensable pour en permettre une étude économique précise.

L'indice TP01 (Index général tous travaux) présentant l'avantage d'être très général, il apparaît comme étant le moins mauvais pour l'actualisation des coûts des ouvrages étudiés ici.

Les coûts ont donc été actualisés selon la formule :

$$P = P_i * (TP01 / TP01i)$$

Avec :

- *P* = prix actualisé
- *P_i* = prix initial
- *TP01* = Indice TP01 correspondant au mois de mars de l'année 2007 (571,5) (i.e. : dernier indice paru en date de cette étude)
- *TP01_i* = Indice T01 correspondant au mois de janvier de l'année du *P_i*.

NB : L'index TP01 : « index général tous travaux », base 100 en janvier 1975, a été défini par la fédération française du bâtiment (FFB) et le ministère de l'équipement (DAEI). Cet index est composé d'un pourcentage de différents postes (sables et graviers d'alluvion 9%, barres crénelées ou nervurées pour béton armé 3%, ciments CPA+CPJ 6%, pièces de fonderies en fonte 2%, fioul domestique 4%, gazole 2%, matériel 18%, frais divers 6%, transport 4%, salaire et charges 44%).

2.2.2 Serres de séchage solaires

2.2.2.1 Présentation générale des informations recueillies

Les éléments nécessaires à l'analyse ont pu être réunis pour 12 serres de séchage solaire.
Le tableau ci-dessous synthétise les principales informations recueillies pour chaque ouvrage étudié :

Tableau 1: Principales caractéristiques des serres de séchage solaire étudiées

exploitant ou commune d'implantation	Dépt	capacité de l'installation en EH	coût d'investissement actualisé en € HT	coût en €/EH	Volume nominal de boues traitables sur le site en TBB / an	coût en €/TBB	siccité garantie après serre	surface des serres en m ²	Coût en €/m ²	m ² /TB B	hauteur des boues en m	durée de stockage prévue	nombre de serres	Traitement des odeurs
CC Val de Saône Chalaronne	01	8 000	246 600	31	770	320	70%	666	370	0,86	0,70	8 mois	1	non
LUXEUIL	70	11 000	365 750	33	1 050	348	65%	670	546	0,64		9 mois	1	oui
ST MAURICE DE BEYNOST	01	12 200	735 134	60	1 100	668	> 80%	538	1 366	0,49	0,30	6 mois	1	oui (plancher chauffant)
SIVU de Taradeau-Vidauban - Les Arcs / Commune des Arcs	83	13 000	610 714	47	1 220	501	65à 70%	590	1 035	0,48			1	non
ST PAUL TROIS CHATEAUX	26	13 000	506 771	39	1 250	405	>=70%	1 101	460	0,88		1 an	1	oui
Livron sur Drôme	26	15 000	490 000	33	1 135	432	80%	720	681	0,63	0,30	6 mois	1	oui (plancher chauffant)
SIVU de Taradeau-Vidauban - Les Arcs / Com de Taradeau Vidauban	83	15 000	700 000	47	1 405	498	65à 70%	728	962	0,52			1	oui (plancher chauffant)
SIVOM Bellecombe	74	16 000	961 421	60	1 894	508	80%	1 350	712	1,80	0,4 à 0,5	6 mois	1	non
Syndicat d'Assainissement Des Iles (SADI) - Le Touvet	38	18 000	660 175	37	1 602	412	45%	1 050	629	0,66	0,30 à 0,40	6 mois	1	non
CC du Larmont	25	53 000	1 043 326	20	4 500	147		2 880	362	0,64	0,4 à 0,5		3	non
Communauté de Communes de l'Agglomération de Vesoul	70	72 000	324 700	5	4 286	76	70%	1 476	220	1,23	0,45	7 mois	1	non
BEAUNE	21	100 000	1 802 999	18	6 600	273	80%	5 040	358	0,76	0,2 à 0,6	1 an	6	oui

NB : La siccité moyenne des boues à l'entrée en serre de séchage solaire est généralement de 20%.

2.2.2.2 Caractéristiques statistiques de l'échantillon

Les caractéristiques de l'échantillon sont les suivantes :

Tableau 2: Caractéristiques statistiques de l'échantillon des serres de séchage solaire

	Coût d'investissement en € HT	Coût en € / EH	Coût en € / TBB	Coût en € / m ²	Dimensionnement en m ² / TBB ²
Minimum	246 600	5	76	220	0,34
2 ^{ème} décile	390 600	22	283	360	0,59
Médiane	635 445	35	409	460	0,66
Moyenne	703 966	36	377	521	0,67
8 ^{ème} décile	916 164	47	500	662	0,80
Maximum	1 802 999	60	668	1 035	0,88

Les serres de séchage étudiées s'échelonnent entre un coût d'investissement minimum de 246 600€ HT et un coût maximum de 1 802 999 € HT.

Le coût d'investissement minimum correspond à une serre d'une capacité de 8 000 EH et d'un volume de boues traitable de 770 tonnes de boues brutes (TBB). Sa surface est de 666 m². Il s'agit d'un ouvrage couvert, réalisé dans le cadre de la construction d'une station d'épuration et dont la durée de stockage peut atteindre 8 mois.

Le coût d'investissement maximum correspond à un ouvrage de 6 lignes de séchage indépendantes, d'une capacité de 100 000 EH et pouvant traiter jusqu'à 6 600 tonnes de boues brutes par mois. L'ouvrage est totalement confiné et s'étend sur une surface de 5 040 m². Il a été construit de manière isolée (indépendamment de la construction d'une STEP). La durée de stockage peut aller jusqu'à 1an.

Le coût d'investissement moyen de l'échantillon s'élève à 703 966 € HT.

2.2.2.3 Approche des coûts

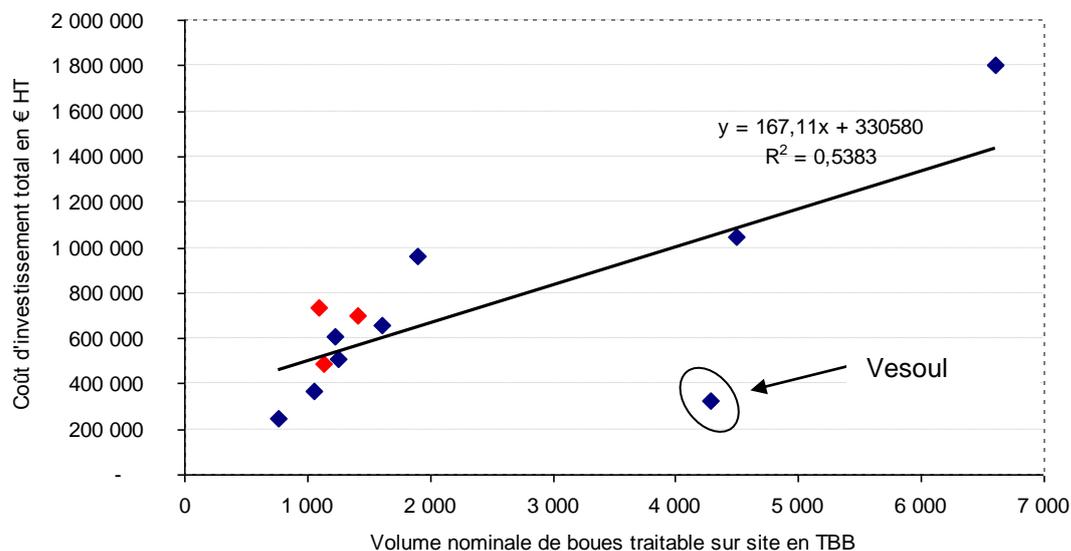
Deux corrélations peuvent être établies :

- Une première entre le coût total d'investissement et le volume de boues traitable sur site en Tonnes de Boues Brutes par an (TBB / an) ;
- Une seconde entre le coût total d'investissement et la surface totale de traitement de la (des) serre(s).

NB : l'échantillon comporte trois serres (Saint-Maurice du Beysnost, Taradeau-Vidauban et Livron sur Drôme) dotées d'un procédé de séchage par plancher chauffant. Ce procédé présente, entre autres, l'avantage de permettre de réduire fortement les surfaces de serres nécessaires. Par conséquent, raisonner en € / m² n'est pas cohérent pour ces ouvrages. Ils seront donc écartés de la seconde corrélation établie.

² Trois serres avec un procédé « plancher chauffant » ont été enlevées pour le calcul du ratio m² / TBB.

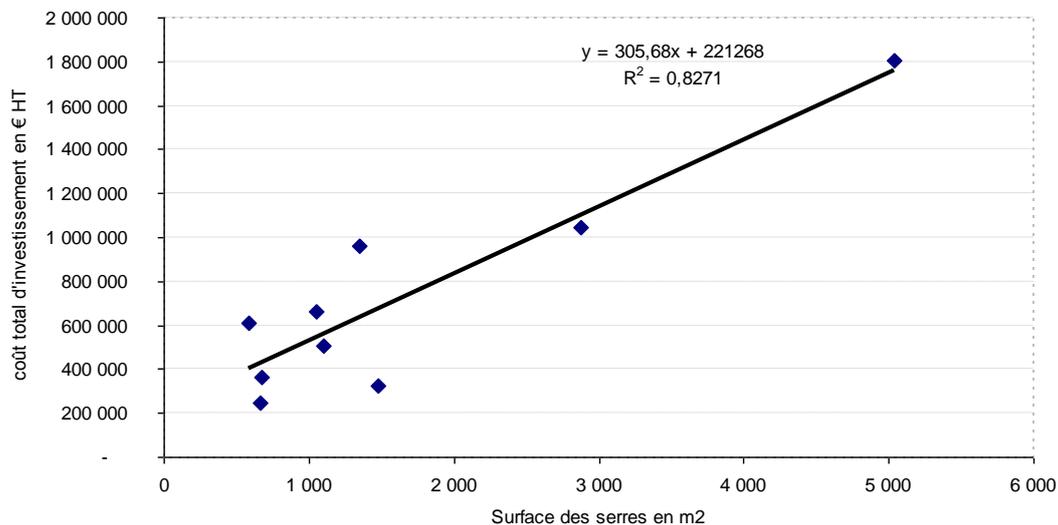
Figure 1: Corrélation entre le coût total d'investissement et le volume nominal de boues traitable sur site (en TBB/an)



La corrélation obtenue entre le coût d'investissement et la capacité de l'ouvrage en TBB / an est plutôt médiocre, le coefficient de corrélation R^2 étant seulement de 0,54.

NB : les points en rouge sur le graphique correspondent aux procédés avec plancher chauffant.

Figure 2: Corrélation entre le coût total d'investissement et la surface totale de traitement



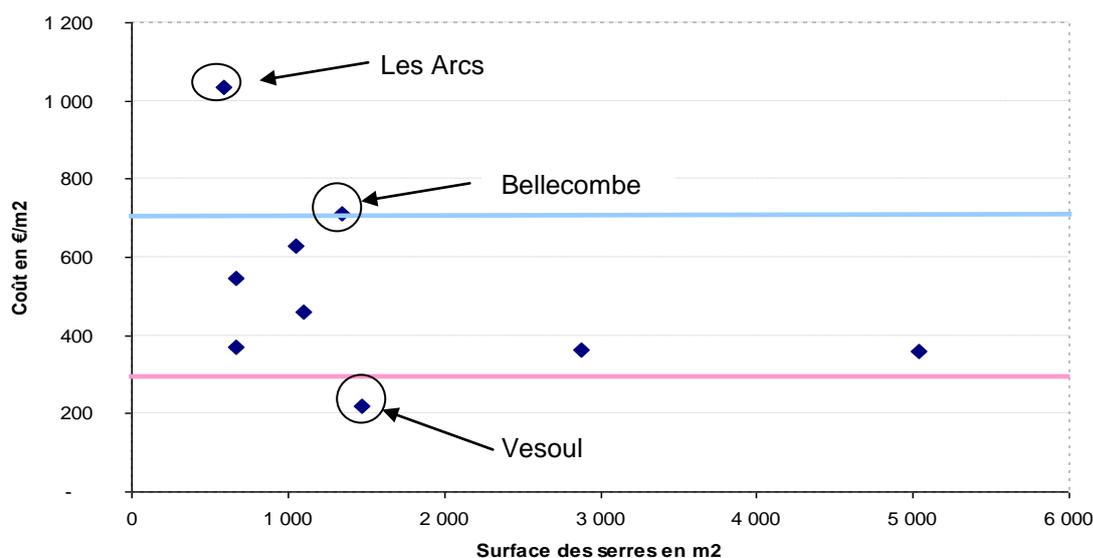
La corrélation obtenue est nettement meilleure avec la surface de traitement en ($R^2 = 0,83$). Il semble donc logique de raisonner sur ce critère de surface pour établir un coût de référence. Néanmoins, ce raisonnement ne pouvant inclure les serres de séchage avec plancher chauffant, une référence en € / TBB devra également être étudiée.

2.2.2.4 Proposition de coûts de référence

On distinguera, dans un premier temps, le coût de référence des serres dites « standard » (i. e. en excluant les procédés avec plancher chauffant), exprimé en €/m², puis dans un second temps, un coût de référence en € / TBB pour l'ensemble de l'échantillon.

2.2.2.4.1 Coûts de référence des serres de séchage « standard »

Figure 3: Coût d'investissement des serres de séchage solaire « standard » en € / m²



Il est proposé d'établir un coût de référence à 700 € / m², ce qui correspond à un écrêtement de 20% des valeurs supérieures.

Rappel : le 8^{ème} décile de l'échantillon est de 662 € / m² (cf. Tableau 2: Caractéristiques statistiques de l'échantillon des serres de séchage solaire).

Une valeur se démarque assez nettement : il s'agit du coût en € / m² observé pour la serre de la commune **des Arcs**. Avec un coût de 1 035 € / m². Cette serre fait partie des plus petites de l'échantillon (590 m²), pour une capacité relativement modeste (13 000 EH et 1 220 TBB / an) et pour un coût d'investissement de 610 714 €.

Comparé à des ouvrages de caractéristiques similaires (capacité et surface), cet ouvrage présente manifestement un surcoût que rien ne semble pouvoir justifier. En outre, il semblerait, qu'il soit sous-dimensionné, son ratio m² / TBB étant seulement de 0,48, c'est-à-dire parmi les 20% des valeurs les plus faibles de l'échantillon.

Un autre point se situe légèrement au dessus du coût de référence : il s'agit de la serre de séchage solaire de **Bellecombe**. Son coût en € / m² atteint la valeur de 712. Il s'agit d'une serre d'une capacité de 16 000 EH et de 1 894 TBB pour une surface de 1 350 m². Ce léger surcoût peut se justifier par une taille de serre relativement importante par rapport à sa capacité, le ratio m² / TBB (0,71) étant supérieur au ratio moyen observé sur l'ensemble de l'échantillon considéré (0,67, cf. Tableau 2: Caractéristiques statistiques de l'échantillon des serres de séchage solaire).

Par ailleurs, une seule serre se situe en dessous des 300 € / m² : **Vesoul**, avec 220 € / m². Ce coût très bas semble pouvoir se justifier par un ratio m² / TBB de 0,34, le plus faible de l'échantillon. Ce coût peut donc être considéré comme anormalement bas, puisque visiblement lié à un sous-dimensionnement de la serre.

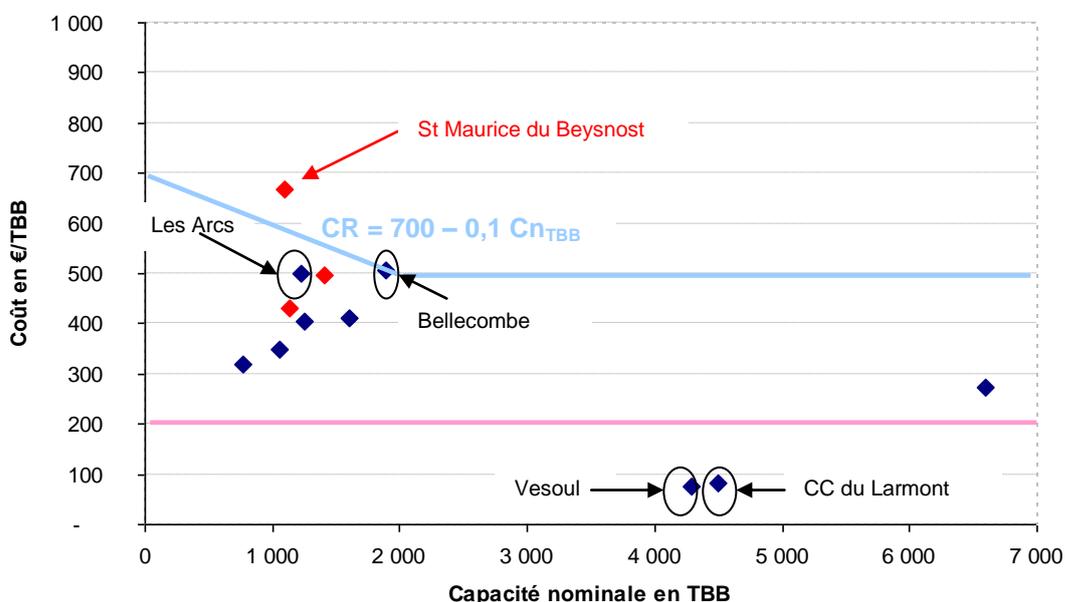
NB : Cette serre apparaissait déjà comme hors norme lors de l'établissement d'une corrélation entre le coût total d'investissement et le volume en TBB / an. Cependant, les éléments concernant cette serre sont à prendre avec précaution dans la mesure où la capacité nominale en TBB n'a pas pu nous être confirmée.

Compte tenu de ces éléments, l'instauration d'un coût minimum de référence de 350 € / TBB (i.e. un écrêtement de 20 % des valeurs inférieures, le 2^{ème} décile étant égal à 360 € / TBB, cf. Tableau 2: Caractéristiques statistiques de l'échantillon des serres de séchage solaire) est opportune.

Dans la mesure où les serres de séchage solaires avec plancher chauffant n'ont pu être prises en compte dans le raisonnement en € / m², il convient d'établir un coût de référence en € / TBB.

2.2.2.4.2 Coûts de référence applicables à l'ensemble de l'échantillon

Figure 4 : Coût d'investissement des serres de séchage solaire en € / TBB



Parmi les serres les plus onéreuses en € / TBB, on retrouve celles de **Bellecombe** et des **Arcs** ainsi que les 3 serres avec plancher chauffant (i.e. **en rouge**, de la plus chère à la moins chère : **Saint-Maurice du Beysnost**, Taradeau-Vidauban et Livron sur Drôme).

Il est proposé d'établir un coût de référence en € / TBB à **CR = 700 - 0,1*Cn_{TBB}** (où CR = coût de référence et Cn_{TBB} = capacité nominale de la serre en TBB / an) et ce jusqu'à une production de 2 000 TBB / an, puis à **CR = 500 € / TBB** au-delà (compte tenu de la configuration du nuage de points), ce qui permet un écrêtement des 20% des valeurs supérieures.

NB : La valeur de 500 € / TBB correspond, elle, au 8^{ème} décile et seules les serres de séchage de **St-Maurice du Beysnost** (668 € / TBB) et de **Bellecombe** (508 € / TBB) ont un coût en € / TBB significativement au dessus.

Par ailleurs, un coût de référence minimum peut être établi à 200 € / TBB puisque seules deux valeurs se trouvent en dessous :

- **Vesoul**, qui est sous-dimensionnée (rappel : 0,34 m² / TBB), ce qui explique probablement son faible coût d'investissement par rapport à la capacité à traiter ;

- et la **Communauté de Communes du Larmont**, qui, suite à des dysfonctionnements (problèmes d'odeurs notamment, la serre ne bénéficie pas d'un système de traitement), a cessé l'exploitation de sa serre.

2.2.2.4.3 Synthèse : coûts de référence pour la construction de serres de séchage solaire

- Pour les serres « standard » (sans plancher chauffant) :

$$\text{CR} \in [350; 700] \text{ € / m}^2$$

- En incluant les serres avec plancher chauffant :

$$\text{Si } C_{n_{TBB}} < 2\,000 ; \text{CR} \in [200; 700 - 0,1 * C_{n_{TBB}}] \text{ € / TBB}$$

$$\text{Si } C_{n_{TBB}} \geq 2\,000 ; \text{CR} \in [200; 500]$$

2.2.3 Plateformes de compostage

2.2.3.1 Présentation générale des informations recueillies

Les éléments nécessaires à l'analyse ont pu être réunis pour 15 plateformes de compostage. Néanmoins, parmi ces 15 cas d'étude, un cas est basé sur des données issues d'avant-projet qui doivent donc être considérées avec les précautions qui s'imposent, les éléments qu'il comporte n'étant pas forcément définitifs et donc pas nécessairement précis.

Ce cas s'identifie par une couleur différente (violet).

Le tableau ci-dessous synthétise les principales informations recueillies pour chaque plateforme :

Tableau 3 : Principales caractéristiques des plateformes de compostage étudiées

Commune d'implantation	département	capacité de l'installation (en EH)	coût d'investissement actualisé en € HT	coût en €/EH	Volume nominal de boues traitables sur site en TBB/an	coût en €/TBB	degré de confinement phase de fermentation	Traitement des odeurs	Surface de traitement totale en m ²	Coût en € / m ²
Feschés le Châtel (Agglo de Montbéliard)	25	160 000	6 655 487	42	15 000	444	Total	tours de lavage + 2 biofiltres	7 330	908
Canet en Roussillon	66	60 000	517 782	9	3 640	142	Total	tours de lavage	2 400	216
Les Avenières (Nappes)	38	16 000	1 589 881	99	1 800	883	Total	tours de lavage	1 710	930
Eguilles	13	9 000	326 467	36	700	466				
Sainte-Maxime	83	110 000	2 646 267	24	4 000	662	couvert	biofiltre		
Amélie les Bains	66	23 000	476 771	21	1 500	318	non couvert		2 750	173
Péage de Roussillon	38	58 100	2 116 272	36	4 600	460	couvert			
Carcassonne	11	120 000	4 600 602	38	9 140	503	Total	Tours de lavage	1 533	3 001
Villard de Lans (Fenat)	38	45 000	130 496	3	2 160	60	non couvert	biofiltre		
Traffeyère	38	80 000	2 932 899	37	7 500	391	Total	lavage chimique	8 650	339
Clarensac	30	9 500	76 904	8	1 150	67	couvert	biofiltres	2 250	34
Bernis	30	7 000	238 301	34	850	280				
Cournonterral	34	7 000	267 150	38	850	314	couvert	Système Madic (désodorisation biologique)	1 800	148
Bourg de Thizy	69	17 400	366 386	21	690	531				
Château-Gaillard Ambérieu	01	40 000	1 563 405	39	2 600	601	couvert (cellules aérées)	biofiltres	1 300	1 203

NB : La siccité moyenne des boues à l'entrée en compostage est généralement de 20%.

2.2.3.2 Caractéristiques statistiques de l'échantillon

Tableau 4 : Caractéristiques de l'échantillon des plateformes de compostage

	Coût d'investissement en € HT	Coût en € / EH	Coût en €/TBB	Coût en €/m2
Nombre de valeurs	15	15	15	9
Minimum	76 904	2	50	34
2ème décile	261 380	18	253	190
Médiane	517 782	36	444	624
Moyenne	1 631 622	30	408	850
8ème décile	2 703 593	38	545	1 093
Maximum	6 655 487	61	883	3 001

Le coût d'investissement moyen des plateformes de compostage est de 1 631 622 € HT.

Il varie

- De 76 904 € HT pour un ouvrage d'une capacité de 9 500 EH pouvant traiter 1 150 TBB / an. Le processus de compostage dure en moyenne 6 à 9 mois. Seule l'aire de fermentation est couverte (mais elle n'est pas confinée) et la désodorisation est réalisée grâce à un biofiltre. La surface totale de la plateforme est de 2 250 m² (aire de circulation et aménagements paysagers compris) ;
- A 6 655 487 € HT pour une plateforme de 7 330 m², pouvant traiter jusqu'à 15 000 TBB / an et dimensionnée pour une capacité de 160 000 EH. La plateforme est totalement confinée et le traitement des odeurs se fait par tours de lavage et biofiltres.

Le dimensionnement moyen des plateformes de l'échantillon est de 3 955 TBB / an et varie de 700 à 15 000 TBB / an.

NB : les données relatives à la surface sont données à titre indicatif mais sont à prendre avec beaucoup de précautions dans la mesure où :

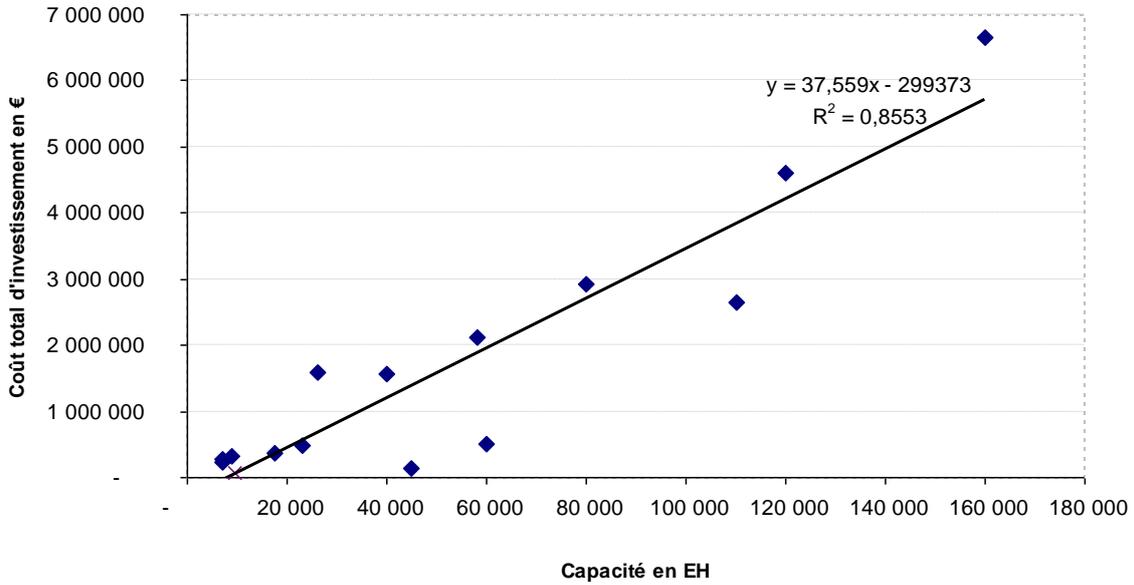
- *d'une part, elles ne sont pas renseignées systématiquement ;*
- *et, d'autre part, il n'est pas certain que la surface indiquée face référence à la même chose dans tous les dossiers. Dans certains, il s'agit uniquement de la surface utile de la plateforme, dans d'autres, c'est la surface totale, aménagements annexes (aires de circulation etc.) compris.*

2.2.3.3 Approche des coûts

Les éléments disponibles nous permettent de tester deux corrélations :

- Une première entre le coût d'investissement et la capacité de l'ouvrage en Equivalent-Habitant ;
- Une seconde entre le coût d'investissement et le volume nominal de boues brutes traitable sur site.

Figure 5 : Corrélation entre le coût total d'investissement et la capacité de l'ouvrage en Equivalent-Habitant

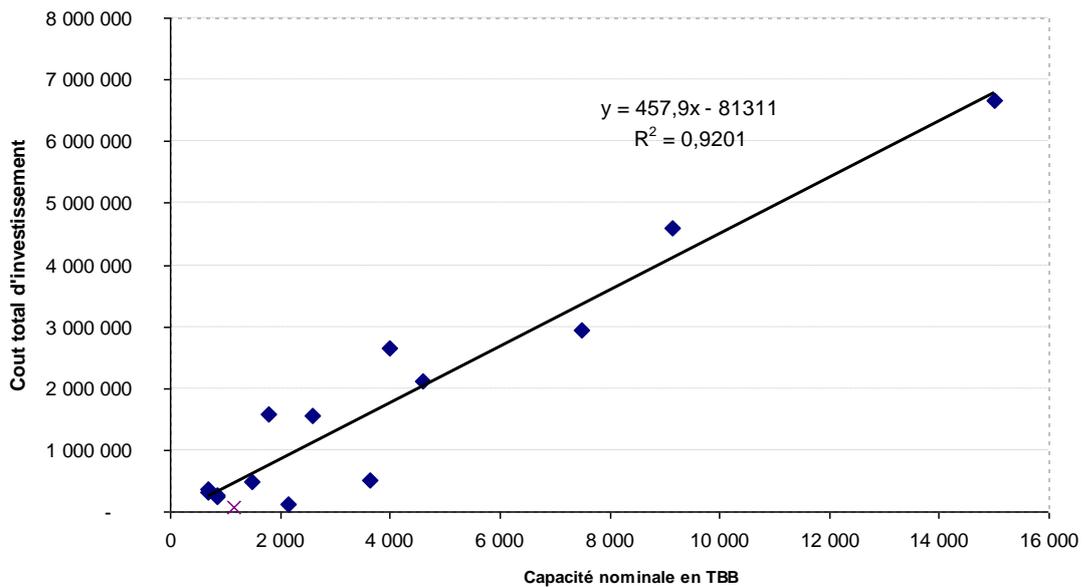


La corrélation entre le coût total d'investissement d'une plateforme de compostage et sa capacité en Equivalent-Habitant est plutôt forte ($R^2 = 0,85$).

Le coût total d'investissement d'une plateforme de compostage dépendrait donc, dans une large mesure, de sa capacité en EH.

Il convient de vérifier que le volume nominal de boues traitable sur site (en tonnes de boues brutes) offre également une bonne corrélation.

Figure 6 : Corrélation entre le coût total d'investissement et le volume de boues traitable sur site en TBB

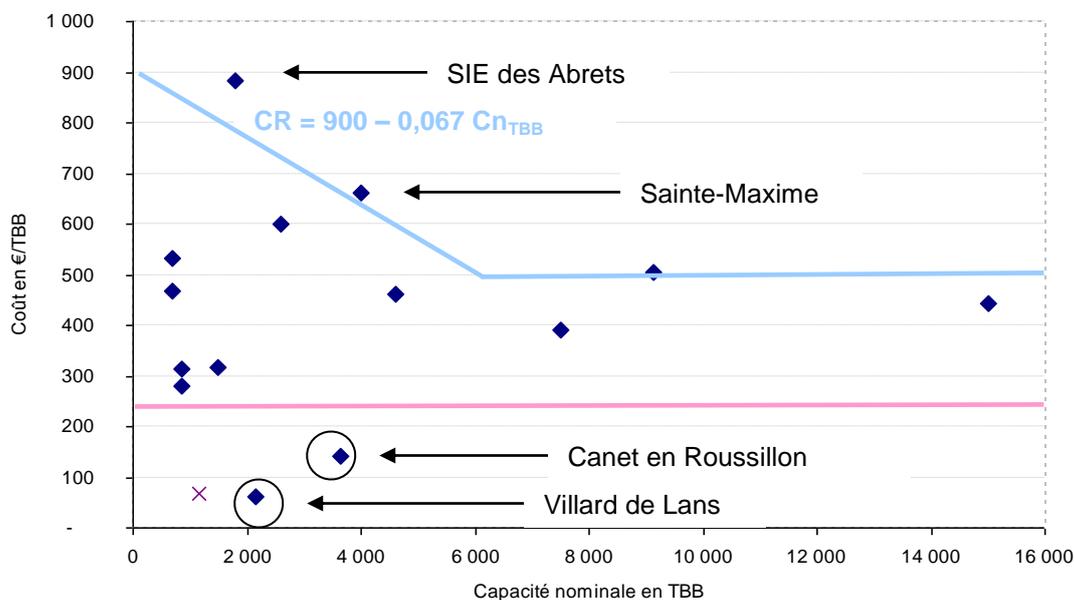


Avec un R^2 à 0,92, la capacité de l'ouvrage en TBB offre une meilleure corrélation encore que la capacité en EH. C'est donc essentiellement sur ce critère que l'on va se baser pour établir des coûts de référence.

2.2.3.4 Proposition de coûts de référence

Pour établir un coût de référence, on va s'intéresser au coût total d'investissement par tonne de boues brutes (TBB).

Figure 7 : Coût d'investissement de la plateforme de compostage en €/TBB



Parmi les plateformes les plus chères, deux se démarquent assez nettement. Il s'agit :

- De la plateforme de compostage du **Syndicat des Eaux des Abrets et Environs**. C'est le dossier pour lequel le coût en € / TBB (883) est le plus important, alors que la capacité de l'ouvrage peut être considérée comme moyenne, voire faible (26 000 EH et 1 800 TBB / an, alors que la médiane de l'échantillon est de 40 000 EH et 2 160 TBB / an). Le surcoût de cette plateforme par rapport à des plateformes de capacité équivalente s'explique probablement par le choix d'une technicité assez importante, puisque confiné et doté d'un système de désodorisation par tours de lavage, alors que les ouvrages de dimension comparable ont plutôt opté pour des plateformes moins équipées, voire rustiques ;
- De la plateforme du **SIVOM de Golfe Grimaud Sainte- Maxime Garde Freinet** pour laquelle le coût d'investissement atteint 662 € / TBB. Il s'agit d'un ouvrage assez important (110 000 EH et 4 000 TBB / an), mais plutôt basique : avec fermentation par aération forcée et retournement, couverte mais non confinée et avec traitement des odeurs par biofiltres. Le seul élément qui pourrait justifier un surcoût est le fait que cet ouvrage a nécessité des gros travaux d'aménagement (franchissement d'une rivière et consolidation d'une paroi rocheuse) qui représentent environ 30% du coût total d'investissement.

NB : il est important de noter, concernant cette plateforme, qu'il existe un décalage entre la capacité nominale de l'ouvrage en EH et la capacité de l'ouvrage en TBB, ce qui semble indiquer que la station d'épuration ne fonctionne pas à plein régime et que la plateforme a été dimensionnée pour accueillir une production de boue basée sur la production effective de la STEP plutôt que sur la production nominale.

Il convient également de constater qu'au-delà d'une capacité de 6 000 TBB / an, le coût d'investissement a tendance à s'établir sous les 500 € / TBB.

Ainsi, le coût de référence proposé est de $900 - 0,067 * \text{la capacité nominale en TBB / an}$ pour les plateformes dont la capacité est inférieure à 6 000 TBB/an et de 500 € / TBB au-delà. Ce coût de référence permet un écrêtement des 20 % des valeurs supérieures.

Par ailleurs, trois plateformes seulement ont un coût d'investissement inférieur à 250 € /TBB, dont l'une (la plateforme du **Syndicat Intercommunal d'Evacuation des Eaux Usées de Moyenne Vaunage** à Clarensac) correspond à une valeur incertaine car issue d'un avant-projet. Concernant les deux autres, il s'agit :

- D'une plateforme visiblement assez rustique : celle de la Communauté de Communes du Massif du Vercors à **Villard de Lans**. D'une capacité de 45 000 EH et de 2 160 TBB / an, son coût d'investissement est seulement de 60 € / TBB ;
- De la plateforme de **Canet en Roussillon** (142 € / TBB, pour une capacité de 60 000 EH et 3 640 TBB / an) réalisée dans le cadre d'une STEP ce qui pourrait peut-être justifier un coût plus faible malgré un ouvrage assez élaboré (confiné avec traitement des odeurs par tours de lavage).

Aucun autre élément n'est en mesure de justifier la faiblesse des coûts d'investissement en € / TBB de ces ouvrages.

Néanmoins, un coût de référence minimum à 250 € / TBB correspondant à un écrêtement des 20 % des valeurs inférieures de l'échantillon, il semble donc tout à fait pertinent.

Le coût de référence proposé pour les plateformes de compostage est donc de :

Si $Cn_{TBB} < 6\,000$; CR $\in [250; 900 - 0,067 * Cn_{TBB}]$ € / TBB

Si $Cn_{TBB} \geq 6\,000$; CR $\in [250; 500]$

Où :

- CR = coût de référence ;
- Cn_{TBB} = capacité nominale de la serre en TBB / an.

3 Conclusion : récapitulatif

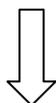
3.1 Serres de séchage solaire

- Pour des serres sites standard (en excluant la technique avec plancher chauffant), le coût de référence (CR) s'exprime en $\text{€} / \text{m}^2$:

$$\text{CR} \in [350; 700] \text{ €} / \text{m}^2$$

- Si l'on considère l'ensemble des serres de séchage solaire (tout procédé confondu), le coût de référence s'exprime en $\text{€} / \text{TBB}$:

$$C_{n_{\text{TBB}}} < 2\,000 \cdot \text{TBB} / \text{an}$$



$$\text{CR} \in [200; -700 + 0,1 \cdot C_{n_{\text{TBB}}}] \text{ €} / \text{TBB}$$

$$C_{n_{\text{TBB}}} \geq 2\,000 \text{ TBB} / \text{an}$$

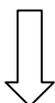


$$\text{CR} \in [200; 500] \text{ €} / \text{TBB}$$

3.2 Plateformes de compostage

Le coût de référence des plateformes de compostage s'exprime en $\text{€} / \text{TBB}$:

$$C_{n_{\text{TBB}}} < 6\,000 \text{ TBB} / \text{an}$$



$$\text{CR} \in [250; 900 - 0,067 \cdot C_{n_{\text{TBB}}}] \text{ €} / \text{TBB}$$

$$C_{n_{\text{TBB}}} \geq 6\,000 \text{ TBB} / \text{an}$$



$$\text{CR} \in [250; 500] \text{ €} / \text{TBB}$$

3.3 Comparaison des coûts des deux types de traitement

Le coût d'investissement du compostage en € / TBB est nettement plus important que le coût d'investissement du séchage solaire. Deux exemples illustrent cet élément :

- Avec un volume à traiter de 500 TBB / an, le coût d'investissement du séchage solaire est de 650 € / TBB (i. e. $700 - 0,1 \cdot 500$) alors que le coût d'investissement du compostage s'élève à 866,50 € / TBB (i. e. $900 - 0,067 \cdot 500$) ;
- Avec un volume à traiter de 2 000 TBB / an, le coût d'investissement du séchage solaire est de 500 € / TBB alors que celui du compostage est de 766 € / TBB.

Le coût d'investissement du compostage ne devient compétitif par rapport au séchage solaire qu'à partir de 6 000 TBB / an à traiter, le coût de référence étant alors de 500 € / TBB pour chacun des deux types d'ouvrages.

Il convient d'ailleurs de constater que peu de sécheurs solaires de l'échantillon sont dimensionnés pour recevoir plus de 6 000 TBB /an (seul le sécheur de Beaune atteint 6 600 TBB / an, les autres ouvrages de l'échantillon n'excèdent pas 4 500TBB / an).