


NOTE D'INFORMATIONN°26
Juin 2013

Matériels pour le recyclage en installations de production d'enrobés

Le Comité opérationnel méthodologie de l'IDRRIM a commandé au groupe permanent du recyclage la rédaction d'un guide sur le recyclage à moyen et fort taux, en installation de production d'enrobés à chaud.

Le Comité opérationnel méthodologie a confié la rédaction de la partie dédiée au matériel à la Commission Matériel¹ du Comité opérationnel AVIS.

Conséquemment, cette note aborde uniquement la fabrication en installation de production et l'état du parc, à l'exclusion des sujets dédiés à la production des agrégats d'enrobés, la formulation, la gestion des chantiers, les domaines d'emploi, ou aspects administratifs, traités par ailleurs par le groupe permanent.

¹ CISMA (Syndicats des équipements pour Construction Infrastructures Sidérurgie et Manutention), USIRF (Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française) et SEMR (Station d'Essais des Matériels Routiers) de Blois.

Sommaire

P.2 | Introduction

P.3 | Généralités

P.7 | Synthèse et Répartition des solutions continues et discontinues

P.9 | Solutions continues

P.14 | Solutions discontinues

P.22 | Conclusion

Sommaire

Introduction.....	2
1. Généralités	3
1.1 Les principes de chauffe des agrégats d’enrobés (AE).....	3
1.2 Les périphériques spécifiques au recyclage.....	4
1.3 Incidence de la teneur en eau.....	5
1.4 Gestion de la vapeur d’eau.....	5
1.5 Mode d’emploi des fiches	5
2. Synthèse et Répartition des solutions continues et discontinues.....	7
2.1 Synthèse.....	7
2.2 Répartition du parc France.....	8
3. Solutions continues.....	9
3.1 Tambour sécheur enrobeur courant parallèle.....	9
3.2 Tambour sécheur avec malaxeur continu séparé	10
3.3 Tambour sécheur enrobeur tubes concentriques	11
3.4 Tambour sécheur enrobeur à contre-courant.....	12
3.5 Double tambour avec malaxeur continu séparé	13
4. Solutions discontinues.....	14
4.1 Tambour sécheur et tour discontinue, introduction par tapis lanceur.....	14
4.2 Tambour sécheur et tour discontinue, introduction au pied d’élévateur.....	15
4.3 Tambour sécheur et tour discontinue, introduction par tapis enfourneur granulats.....	16
4.4 Tambour sécheur et tour discontinue, introduction dans l’anneau de recyclage.....	17
4.5 Tambour sécheur et tour discontinue, introduction dans le malaxeur.....	18
4.6 Tambour sécheur et tour discontinue, introduction dans l’anneau de recyclage et pied d’élévateur.....	19
4.7 Tambour sécheur et tour discontinue, introduction dans l’anneau de recyclage et malaxeur.....	20
4.8 Double tambour et tour discontinue.....	21
Conclusion.....	22

Introduction

Le parc français des installations de fabrication d'enrobés, équipées pour le recyclage des agrégats d'enrobés, dépasse les 300 unités qui sont, en majorité, fixes. Le maillage géographique est très important.

Ces dernières années, les entreprises de travaux publics ont fait l'acquisition d'équipements neufs et ont modernisé le parc existant. De fait, le parc est très bien entretenu et les installations auront une durée de vie élevée.

Le parc inventorié dans cette présentation est une photographie de l'outil industriel actuel, dont on peut tirer les enseignements suivants :

- Le taux moyen potentiel de recyclage de l'ensemble du parc est de l'ordre de 35 % pour une humidité de 3 %, et de 30 % pour une humidité de 5 % ;
- 50 % des installations fonctionnent en mode continu, et 50 % en mode discontinu ;
- Les installations susceptibles de recycler à plus de 60 % représentent moins de 2 % du parc ;
- La technique actuelle la plus répandue est celle de l'anneau de recyclage, quel que soit le mode (continu ou discontinu). En discontinu, l'introduction dans le malaxeur est également fréquente ;
- Pour les grands chantiers de déconstruction, caractérisés par une bonne traçabilité du produit, les installations continues mobiles sont majoritairement utilisées.

Dans les années qui viennent, les entreprises moderniseront encore leur outil de travail et compléteront le maillage des installations fixes pour être au plus près des chantiers et diminuer l'incidence du transport.

Dès lors, il est légitime de penser que l'ensemble du parc français peut satisfaire les objectifs de l'engagement volontaire si les spécifications des formulations sont inférieures ou égales, en moyenne, au taux de 30 %. Les taux supérieurs à 30% sont réservés aux chantiers spécifiques et nécessitent des études particulières.

Les données sont fournies pour des productions dites « à chaud » à 150°C. Le sujet des enrobés tièdes est hors champ de la présente note. A process comparable, et de manière générale, toute production à des températures inférieures à 150°C augmente sensiblement les capacités de recyclage. Le sujet sera abordé dans les chapitres du guide Recyclage relatifs aux matériaux.

1 Généralités

Rappels sur les principales hypothèses retenues :

- La température initiale des granulats est de 10°C ;
- La température finale des enrobés est de 150°C* ;
- La teneur en eau résiduelle des enrobés est inférieure à 0,5 % ;
- Les débits sont calculés au niveau de la mer ;
- La température des agrégats d'enrobés (AE) après une chauffe directe dans un tambour sécheur à courant parallèle est comprise entre 120°C et 130°C ;
- Les agrégats d'enrobés sont homogènes, conformément à la norme NF EN 13108-8.

*Le cas des enrobés tièdes n'est pas abordé dans cette note

1.1 | Les principes de chauffe des agrégats d'enrobés (AE)

Le principe général est de surchauffer les granulats, l'énergie ainsi emmagasinée étant transférée aux AE pour les sécher (déshydratation) et les chauffer afin de les amener à la température finale souhaitée (Figure 1).

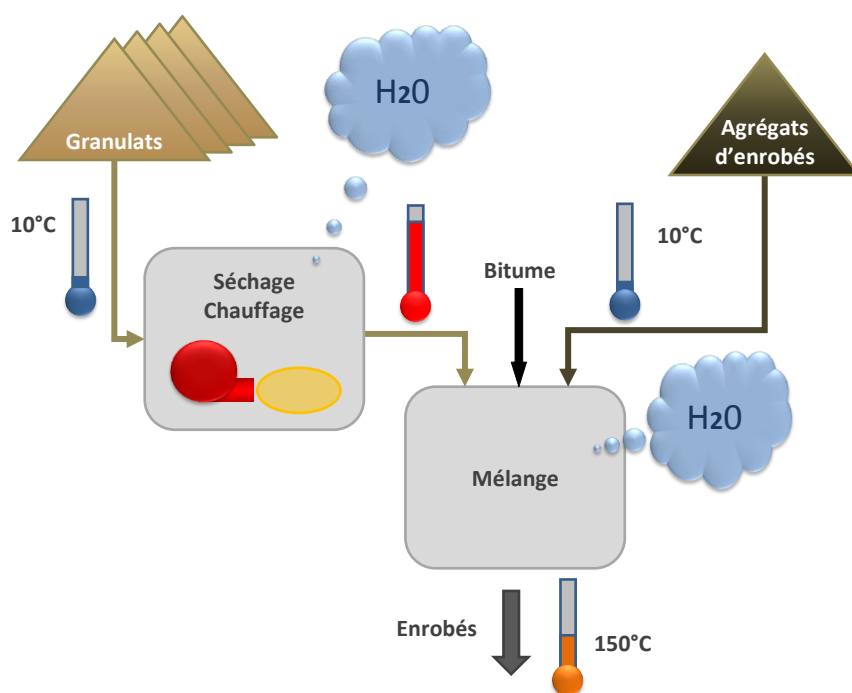


Figure 1 – Principe de chauffe indirecte des agrégats d'enrobés

Au-delà d'une certaine limite (60 %), qui dépend notamment de la teneur en eau des AE et des limites mécaniques de l'installation, cette chauffe indirecte est remplacée par une chauffe directe. Dans ce cas, les AE sont séchés et portés à une température maximale de 130°C dans un tambour sécheur à courant parallèle dédié. L'énergie complémentaire nécessaire pour approcher la température finale est amenée par les granulats surchauffés (Figure 2).

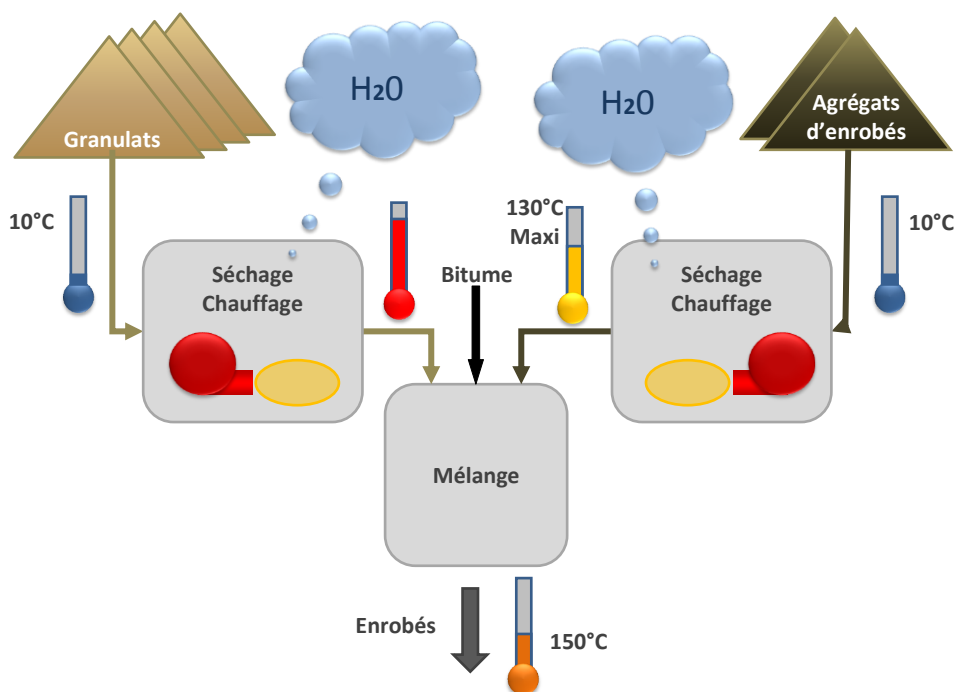


Figure 2 – Principe de chauffe directe des agrégats d'enrobés

Un temps minimum est nécessaire pour que le transfert thermique s'opère entre granulats et agrégats d'enrobés, le mécanisme de mise en contact et d'homogénéisation thermique et granulaire étant fonction de chaque type de procédé décrit dans les fiches suivantes, paragraphes 5 et 6.

1.2 | Les périphériques spécifiques au recyclage

Les agrégats d'enrobés ne sont généralement pas des produits bruts de déconstruction, mais des matériaux bitumineux précédemment rabotés et/ou concassés et criblés. Ils sont identifiés, stockés puis prédosés dans des doseurs à agrégats d'enrobés dédiés, conformément à la norme NF EN 13108-21. Les capacités usuelles des trémies sont comprises entre 10 et 20 m³, et les débits d'extraction sont de l'ordre de 20 à 200 T/h. Usuellement, un seul doseur à agrégats d'enrobés est suffisant pour les installations dont le taux de recyclage est inférieur à 30 %. Lorsque les débits de production augmentent ou que les contraintes de formulation le justifient (stockage de deux granularités d'AE par exemple), un ou plusieurs doseurs à agrégats d'enrobés complémentaires sont nécessaires.



Photos 1 & 2 – Doseurs à agrégats d'enrobés

1.3 | Incidence de la teneur en eau

L'énergie consommée par le brûleur représente l'essentiel de la consommation énergétique d'une installation d'enrobage. Cette énergie se divise en trois parties : séchage, vaporisation de l'eau et enfin chauffage (dans notre cas jusqu'à 150°C). L'énergie mobilisée pendant les phases 1 et 2 est considérable. A titre indicatif, pour des matériaux standards, l'augmentation de la teneur en eau de 2 à 5 % se traduit pour chaque point de variation par une consommation énergétique supplémentaire comprise entre 12 et 15 %. Ainsi le passage de 2 à 5 % de teneur en eau crée une demande énergétique supplémentaire de 40 %.

CONSEIL → *Le stockage des agrégats d'enrobés sous abri est la première mesure d'exploitation à mettre en œuvre pour augmenter le taux de recyclage.*



Photo 3 – Stockage de granulats sous abri

1.4 | Gestion de la vapeur d'eau

La quantité de vapeur d'eau à évacuer est proportionnelle à la teneur en eau des matériaux. Selon les procédés, la vapeur d'eau se matérialise plus ou moins tôt dans la chaîne de fabrication. Elle est collectée par des gaines mises en dépression et évacuée au travers de filtres à manches. Dans certains cas, la vapeur d'eau est un facteur limitant et perturbateur.

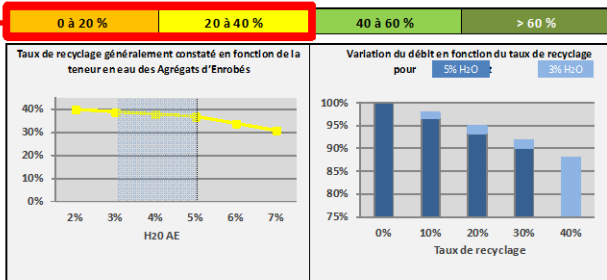
1.5 | Mode d'emploi des fiches

Treize principales technologies de recyclage ou combinaisons ont été identifiées, chacune d'elle faisant l'objet d'une fiche spécifique précisant :

- Le procédé d'enrobage : continu ou discontinu,
- La technologie concernée,
- La technique d'introduction des agrégats d'enrobés,
- Un index indiquant la classe de taux de recyclage moyen généralement constaté,
- L'évolution du taux de recyclage en fonction de la teneur en eau des agrégats d'enrobés,
- L'évolution du débit de l'installation d'enrobage en fonction du taux de recyclage,
- Un schéma de principe de la technologie de recyclage décrite,
- La proportion estimée de cette technologie sur le parc existant,
- Des facteurs influençant les variations du taux de recyclage.

 RECYCLAGE EN INSTALLATION DE FABRICATION D'ENROBES		F1
Procédé enrobage :	Continu	
Technologie :	Tambour Sécheur Enrobeur Courant parallèle	
Technique introduction agrégats d'enrobés :	Anneau de recyclage	

N° Fiche
Procédé d'enrobage
Technologie de recyclage
Technique d'introduction des AE



Classe de taux de recyclage moyen	
Taux de recyclage généralement constaté en fonction de la teneur en eau des Agrégats d'Enrobés	Variation du débit en fonction du taux de recyclage pour 5% H ₂ O et 3% H ₂ O

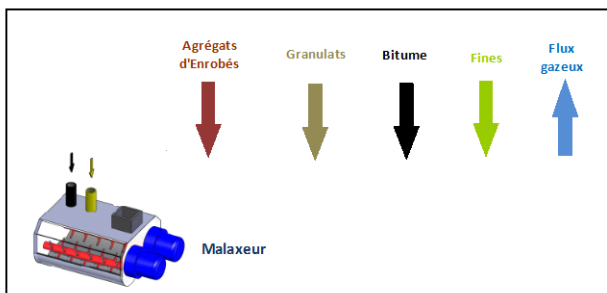
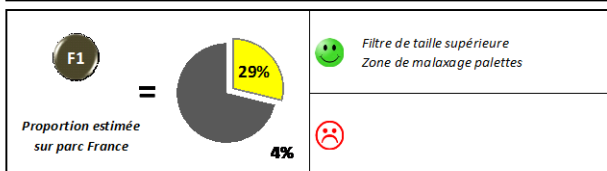


Schéma de principe de la technologie de recyclage



Proportion estimée de la technologie sur le parc existant	Facteurs influençant favorablement les variations du taux de recyclage
	Facteurs influençant défavorablement les variations du taux de recyclage

0 à 20 %	20 à 40 %	40-60 %	> 60 %
----------	-----------	---------	--------

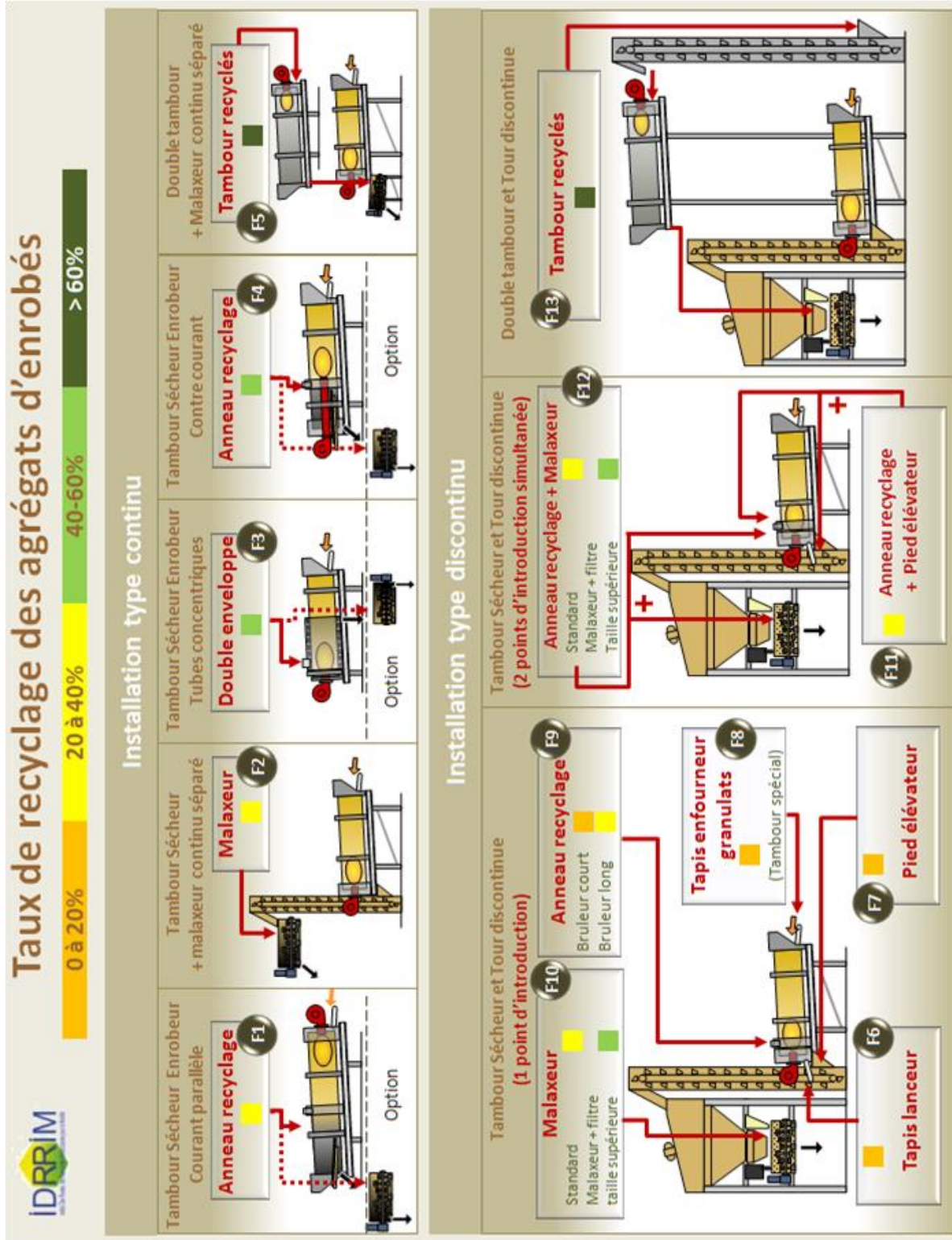
Classe de taux de recyclage moyen

Le bandeau indique un taux de recyclage généralement constaté pour la technologie décrite. Des performances plus élevées sont possibles au cas par cas, selon le degré d'expertise de l'entreprise et la formulation concernée. La validation de ces performances relève des Avis techniques de l'IDRRIM

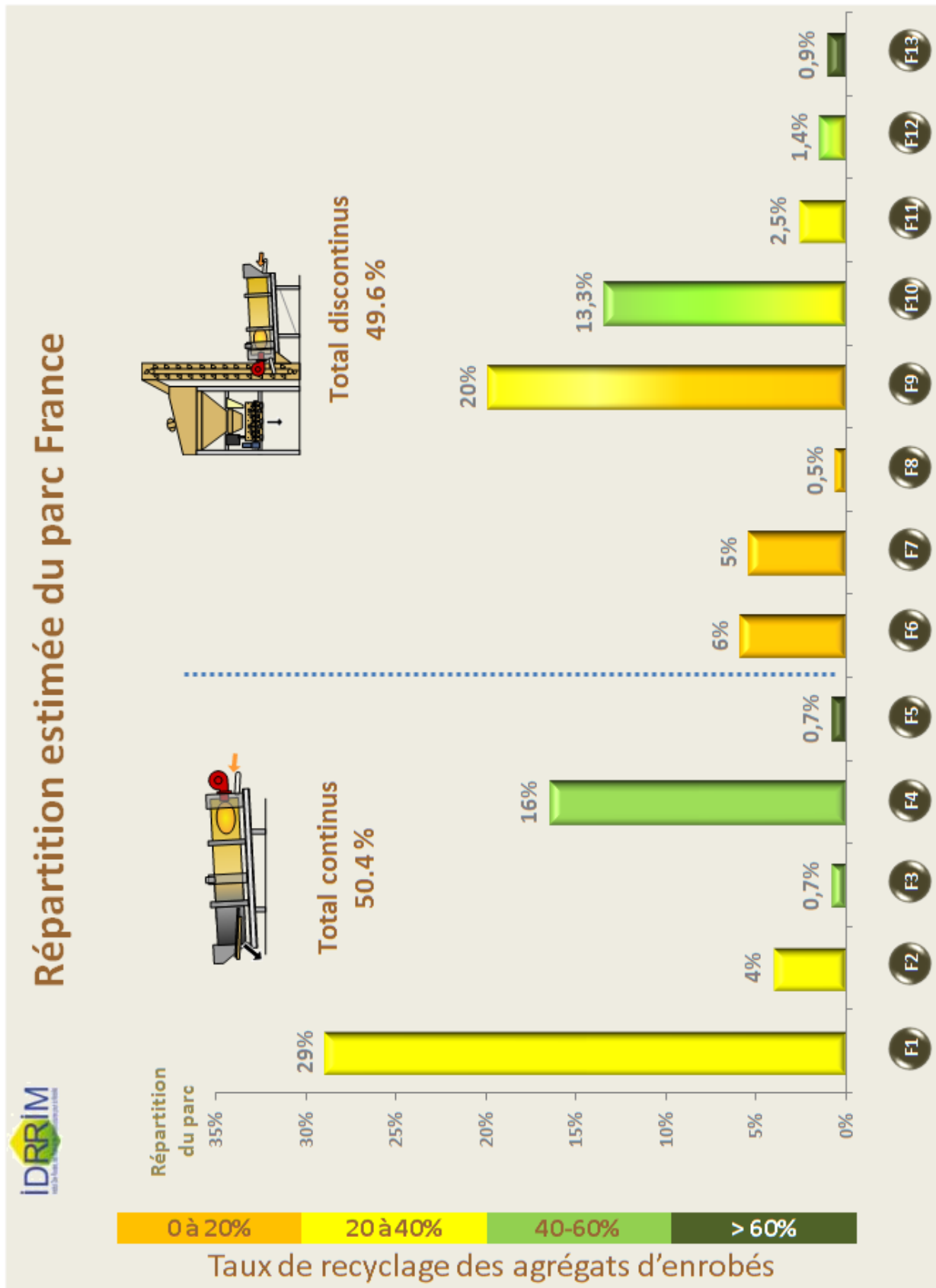
2

Synthèse et répartition des solutions continues et discontinues

2.1 | Synthèse



2.2 | Répartition du parc France



3 Solutions continues

3.1 | Tambour sécheur enrobeur courant parallèle



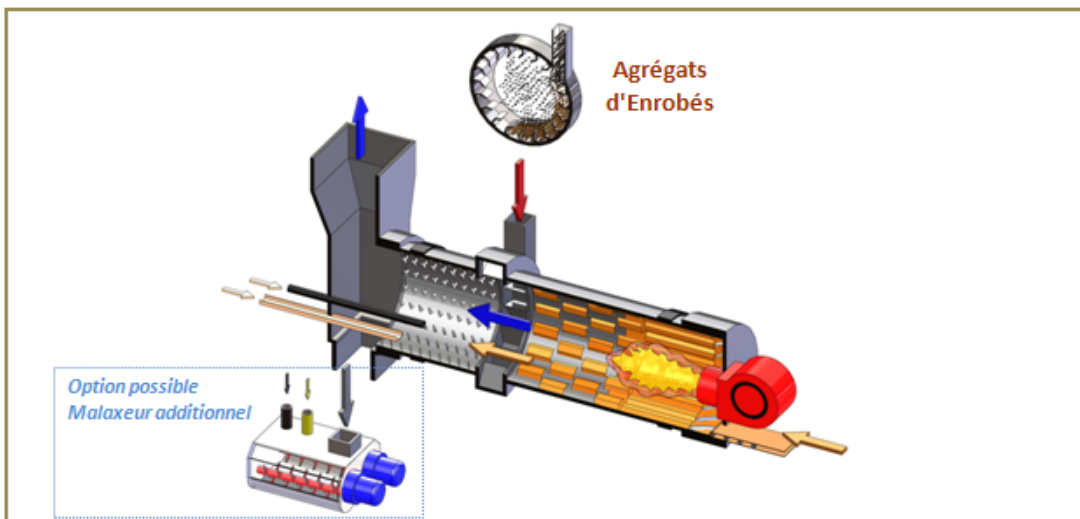
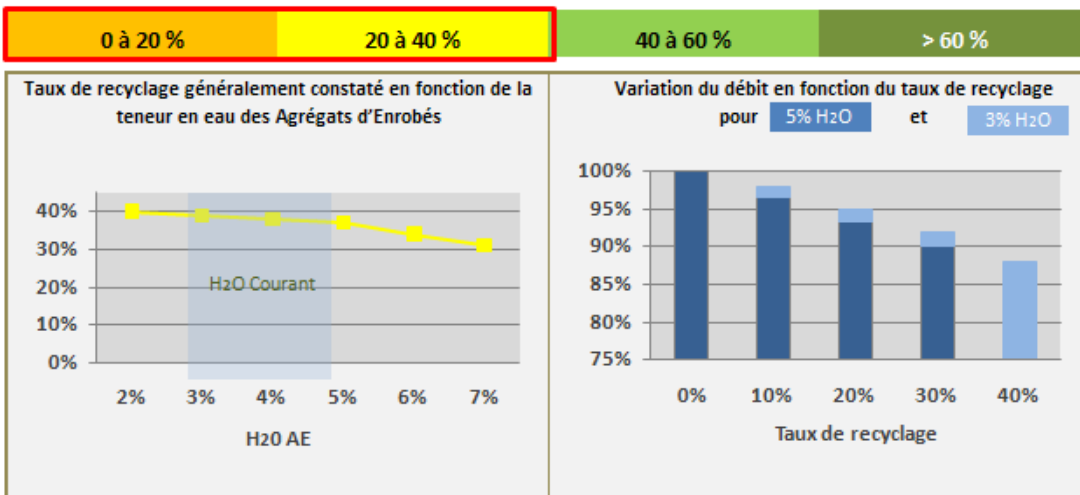
RECYCLAGE EN INSTALLATION DE FABRICATION D'ENROBÉS

F1

Procédé enrobage : **Continu**

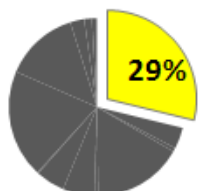
Technologie : **Tambour Sécheur Enrobeur Courant parallèle**

Technique introduction agrégats d'enrobés : **Anneau de recyclage**




F1


=



29%

Proportion estimée sur parc France

 *Filtre de taille supérieure*
Zone de malaxage palettes



3.2 | Tambour sécheur avec malaxeur continu séparé



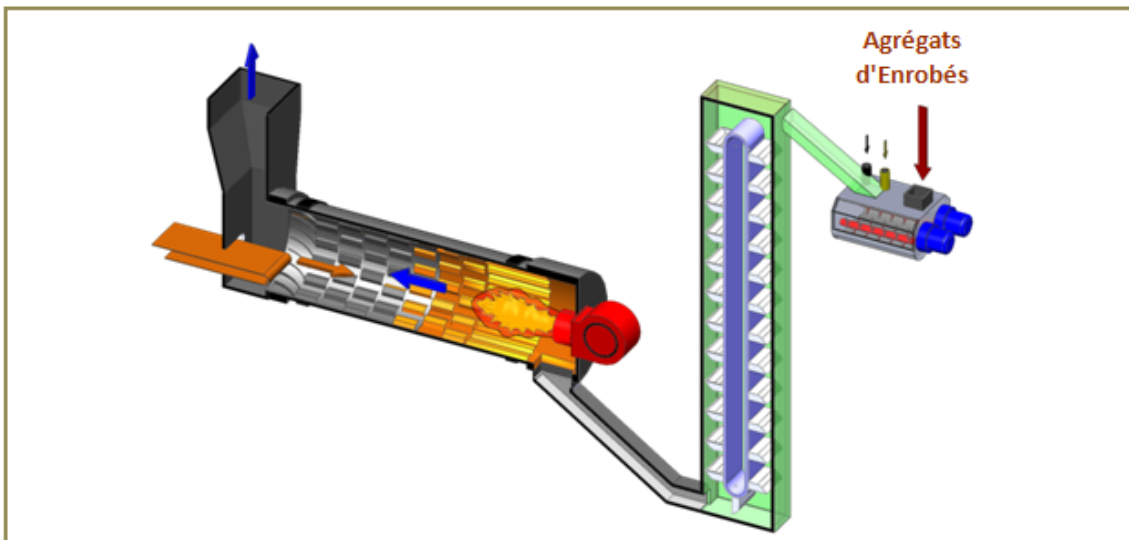
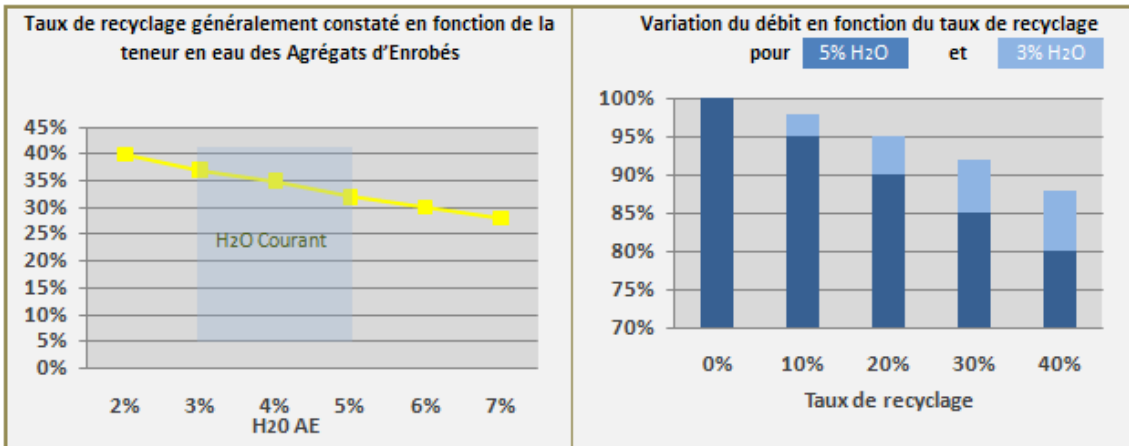
RECYCLAGE EN INSTALLATION DE FABRICATION D'ENROBES

F2

Procédé enrobage : **Continu**

Technologie : **Tambour Sécheur + Malaxeur continu séparé**

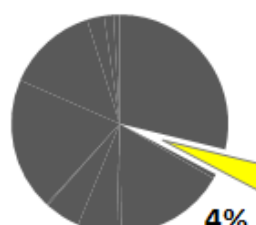
Technique introduction agrégats d'enrobés : **Malaxeur**



F2

Proportion estimée sur parc France

=



4%

😊

*Filtere de taille supérieure
Assainissement au malaxeur
Capacité du malaxeur*

😞

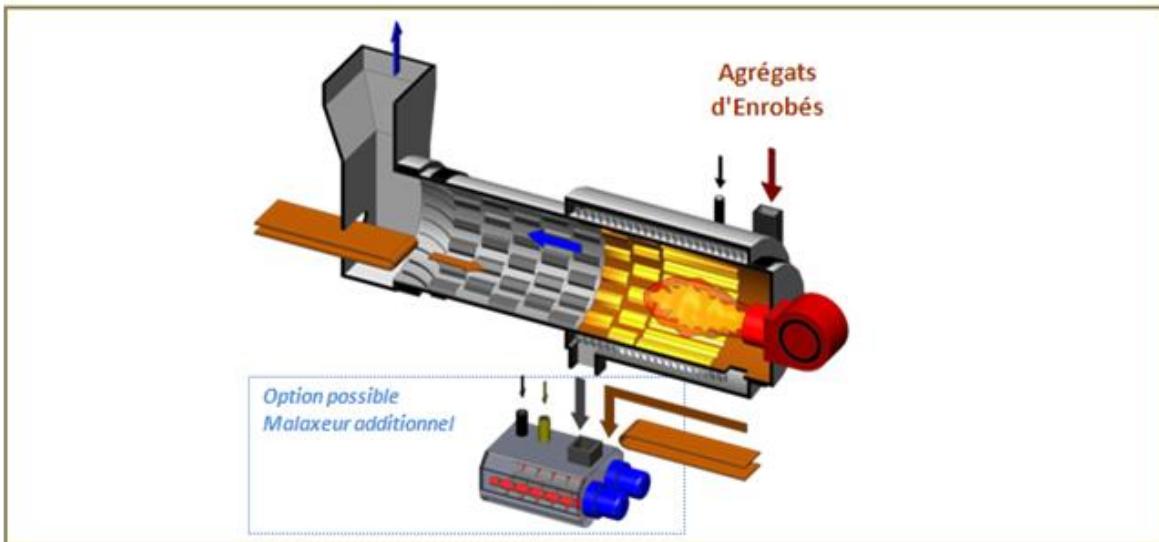
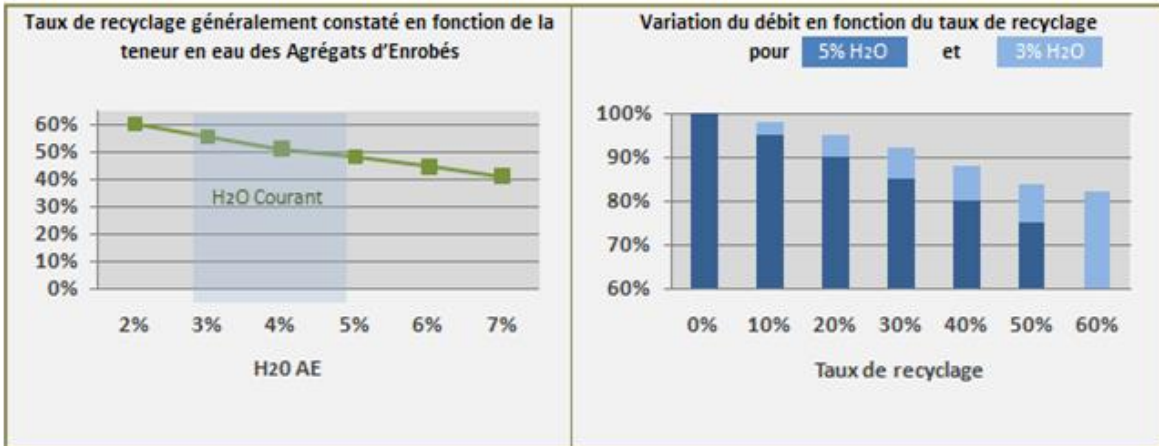
3.3 | Tambour sécheur enrobeur tubes concentriques

IDRRIM RECYCLAGE EN INSTALLATION DE FABRICATION D'ENROBES **F3**

Procédé enrobage : Continu

Technologie : Tambour Sécheur Enrobeur Tubes concentriques

Technique introduction agrégats d'enrobés : Double enveloppe



<p>F3</p> <p>Proportion estimée sur parc France</p>	<p>0,7%</p>	<p> <i>Filtre de taille supérieure</i> <i>Malaxeur additionnel</i> <i>Système de décolmatage double tambour</i></p> <hr/> <p> <i>Colmatage du double tambour</i></p>
--	-------------	--

3.4 | Tambour sécheur enrobeur à contre-courant



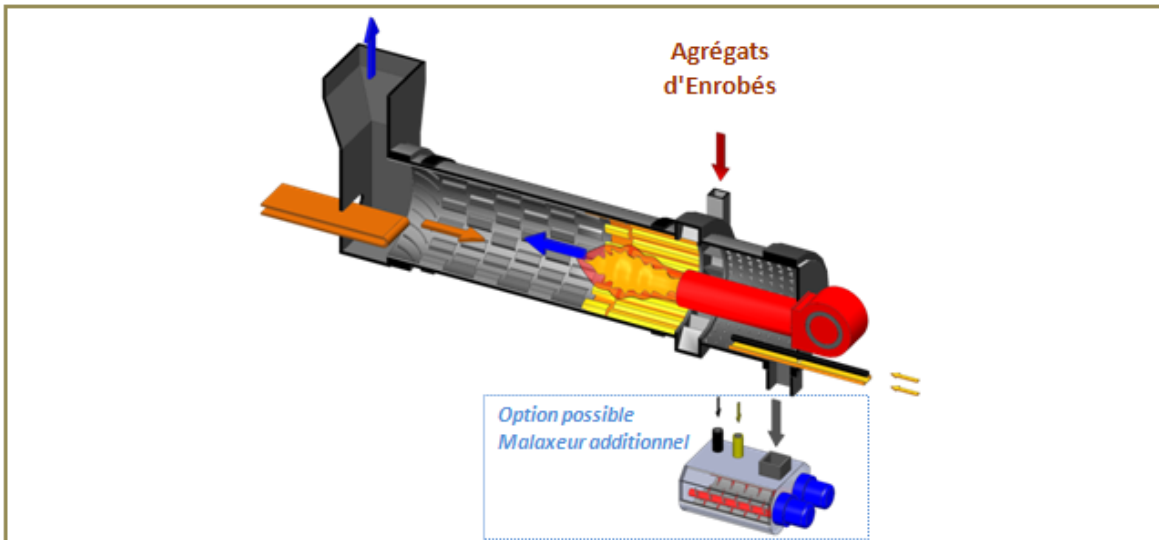
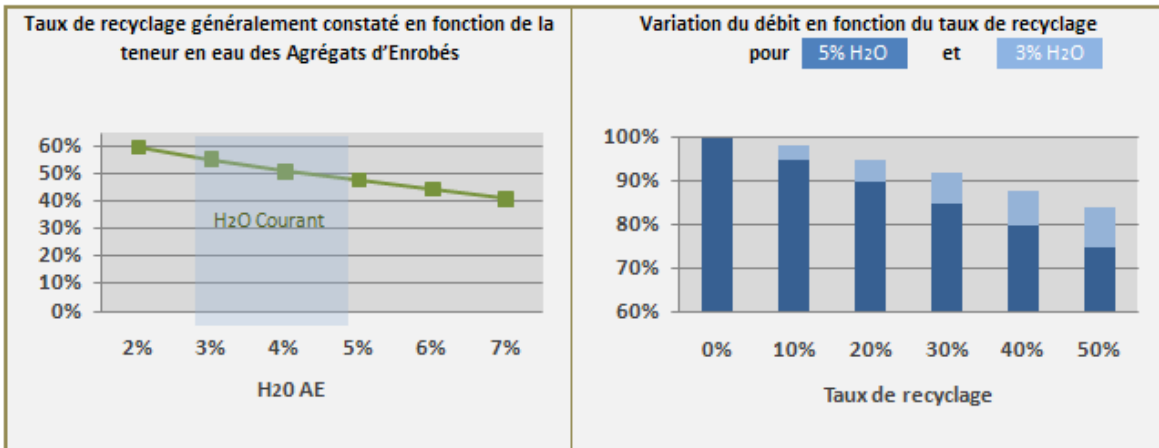
RECYCLAGE EN INSTALLATION DE FABRICATION D'ENROBES

F4

Procédé enrobage : Continu

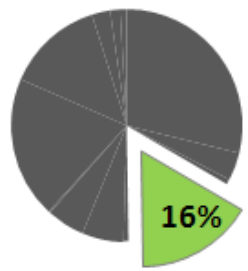
Technologie : Tambour Sécheur Enrobeur Contre courant

Technique introduction agrégats d'enrobés : Anneau de recyclage



F4

Proportion estimée sur parc France



16%

Filtre de taille supérieure Malaxeur additionnel

Colmatage de l'anneau

3.5 | Double tambour avec malaxeur continu séparé

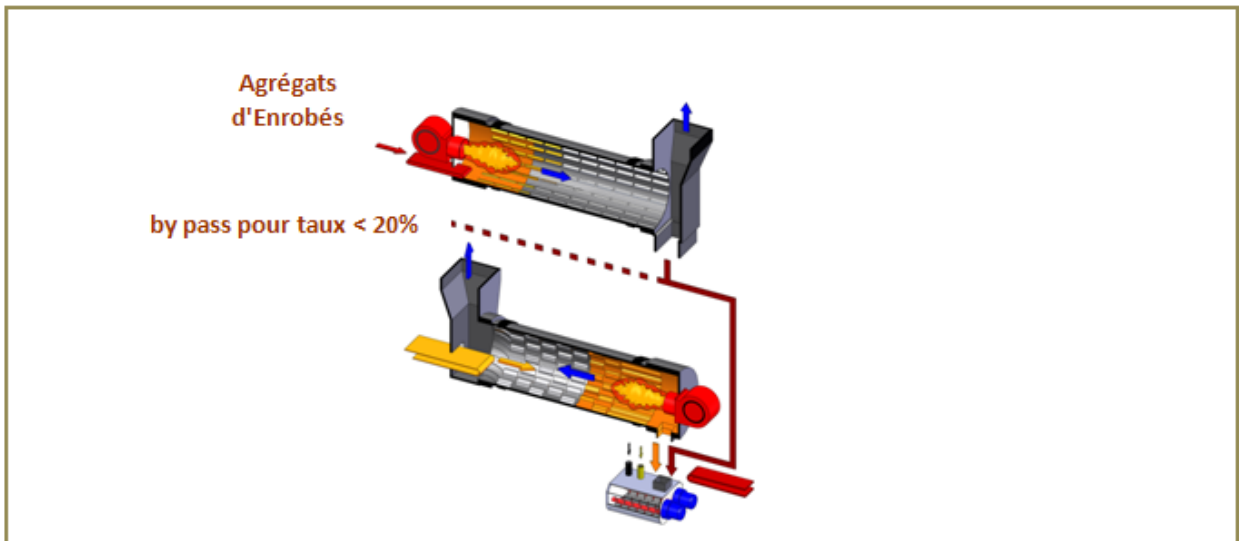
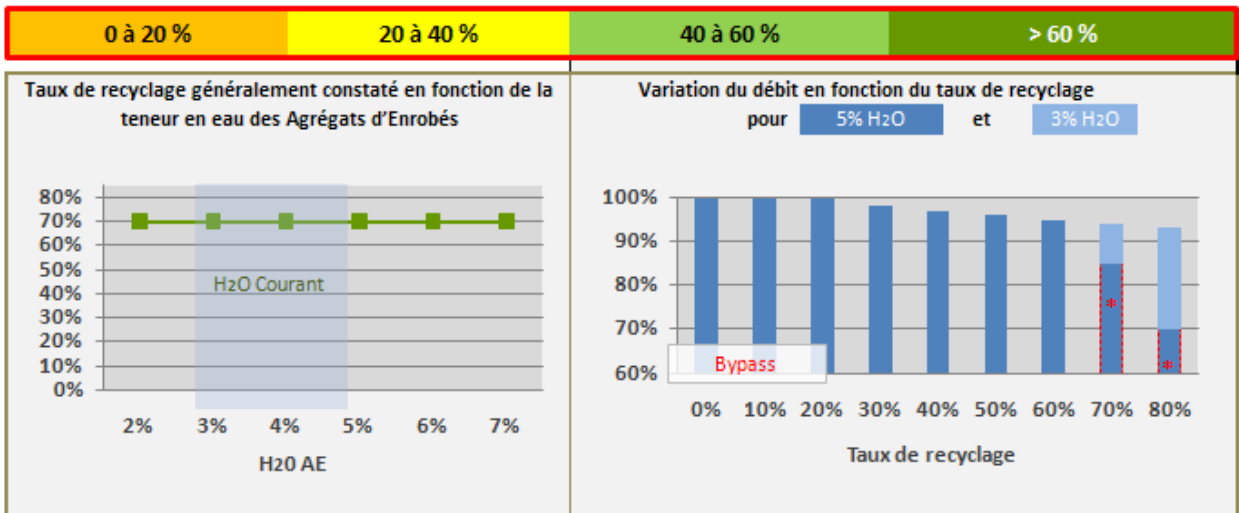
RECYCLAGE EN INSTALLATION DE FABRICATION D'ENROBES

F5

Procédé enrobage : Continu

Technologie : Double tambour + Malaxeur continu séparé

Technique introduction agrégats d'enrobés : Tambour recyclés



F5

Proportion estimée sur parc France

=

0,7%

Prévoir dispositif complémentaire pour faible taux de recyclage

** Attention au dimensionnement du sécheur AE pour atteindre des taux > 70%*

4 Solutions discontinues

4.1 | Tambour sécheur et tour discontinue, introduction par tapis lanceur

RECYCLAGE EN INSTALLATION DE FABRICATION D'ENROBES

F6

Procédé enrobage : Discontinu

Technologie : Tambour Sécheur et Tour discontinue

Technique introduction agrégats d'enrobés : 1 point d'introduction: Tapis lanceur

0 à 20 %

20 à 40 %

40 à 60 %

> 60 %

Taux de recyclage généralement constaté en fonction de la teneur en eau des Agrégats d'Enrobés

H2O AE (%)	Taux de recyclage (%)
2%	20%
3%	19%
4%	17%
5%	15%
6%	13%
7%	12%

Variation du débit en fonction du taux de recyclage pour 5% H2O et 3% H2O

Taux de recyclage (%)	5% H2O (%)	3% H2O (%)
0%	100%	95%
10%	98%	93%
20%	95%	90%

F6 = **6%**

Proportion estimée sur parc France

Colmatage pied et tête élévateur

4.2 | Tambour sécheur et tour discontinue, introduction au pied d'élevateur



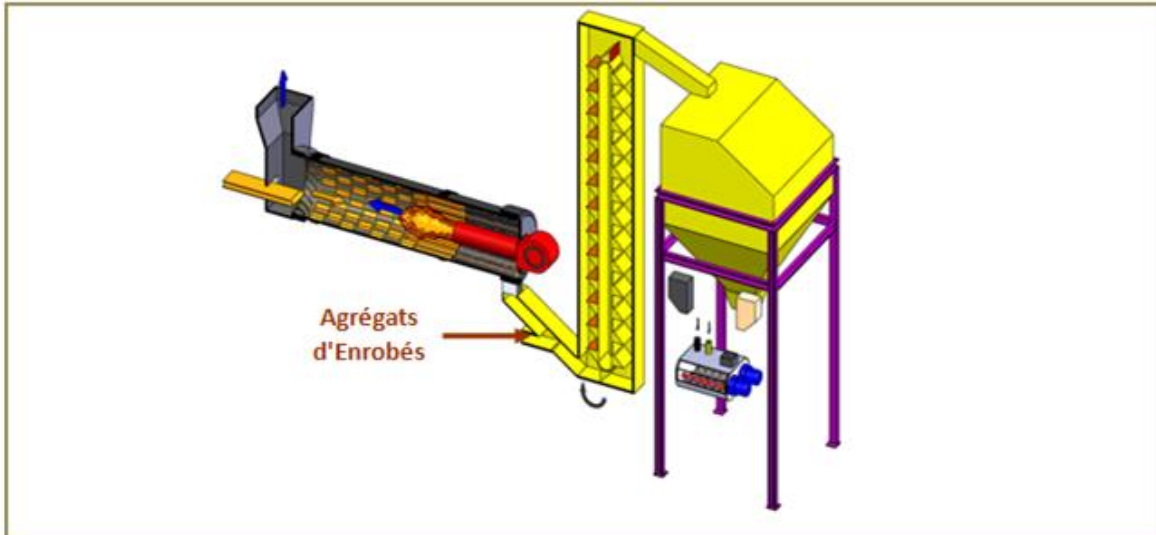
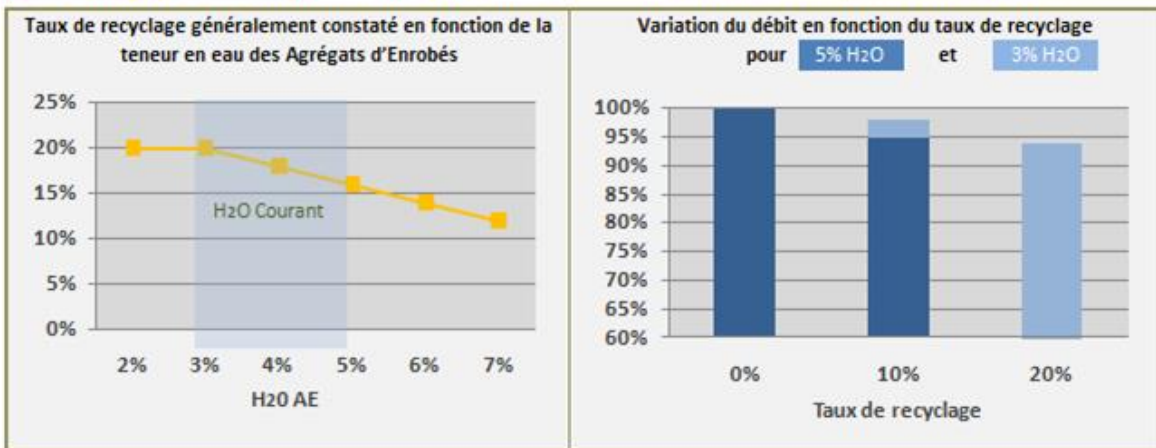
RECYCLAGE EN INSTALLATION DE FABRICATION D'ENROBES

F7

Procédé enrobage : **Discontinu**

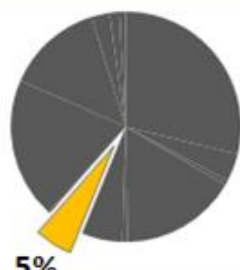
Technologie : **Tambour Sécheur et Tour discontinue**

Technique introduction agrégats d'enrobés : **1 point d'introduction: Pied élévateur à chaud**




F7


=



5%

Proportion estimée sur parc France





Colmatage pied et tête élévateur

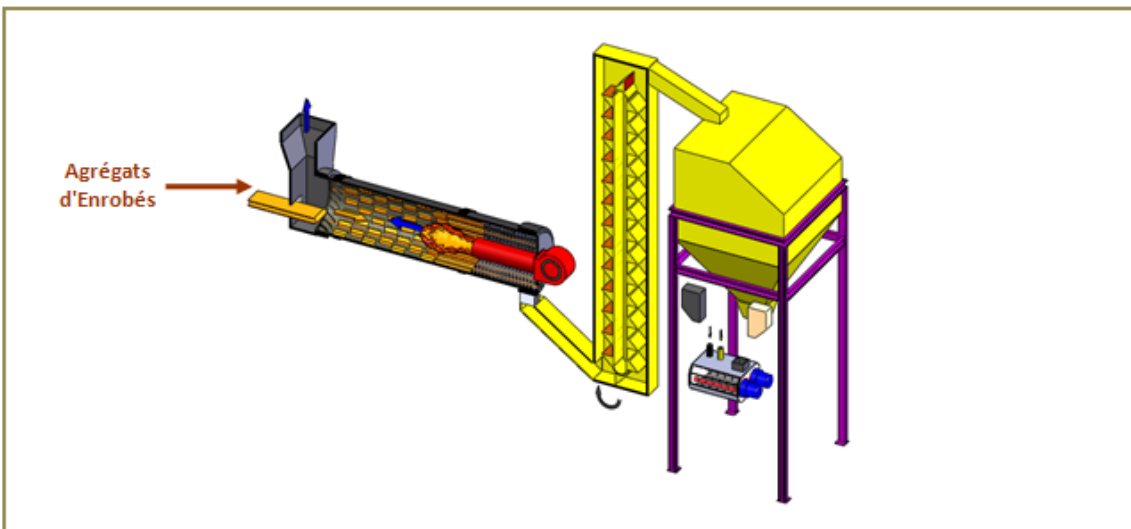
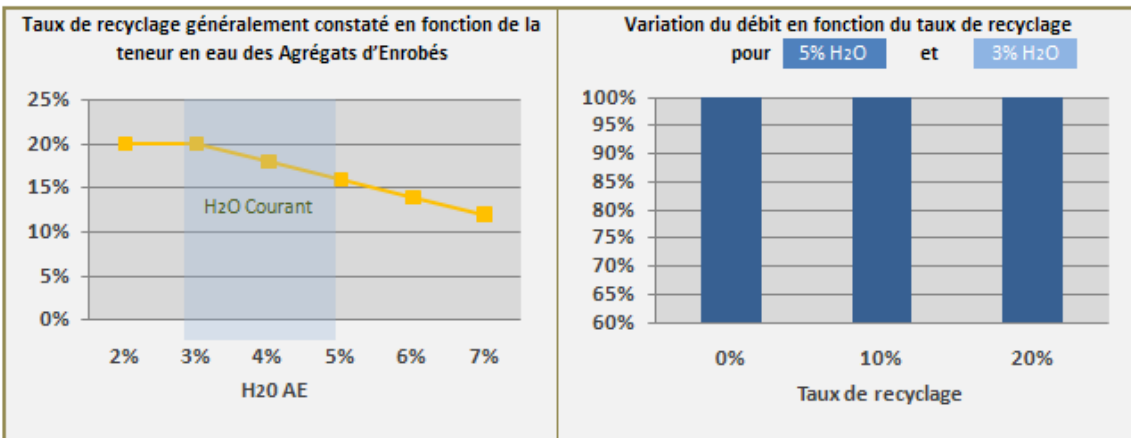
4.3 | Tambour sécheur et tour discontinue, introduction par tapis enfourneur granulats

IDRRIM RECYCLAGE EN INSTALLATION DE FABRICATION D'ENROBES **F8**

Procédé enrobage : **Discontinu**

Technologie : **Tambour Sécheur et Tour discontinue**

Technique introduction agrégats d'enrobés : **1 point d'introduction: Tapis enfourneur granulats**



F8

Proportion estimée sur parc France


0,5%

=

😊

☹️ *Technique d'introduction déconseillée*

4.4 | Tambour sécheur et tour discontinue, introduction dans l'anneau de recyclage



RECYCLAGE EN INSTALLATION DE FABRICATION D'ENROBÉS

F9

Procédé enrobage : Discontinu

Technologie : Tambour Sécheur et Tour discontinue

Technique introduction agrégats d'enrobés : **1 point d'introduction: Anneau de recyclage**

0 à 20 %

20 à 40 %

40 à 60 %

> 60 %

*Si équipé d'un brûleur long

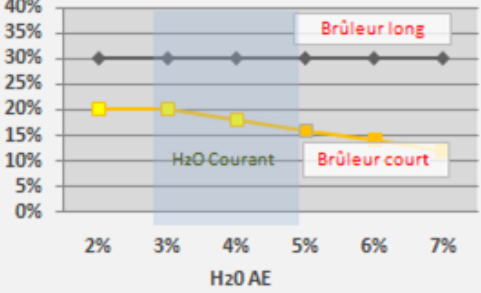
0 à 20 %

20 à 40 %

40 à 60 %

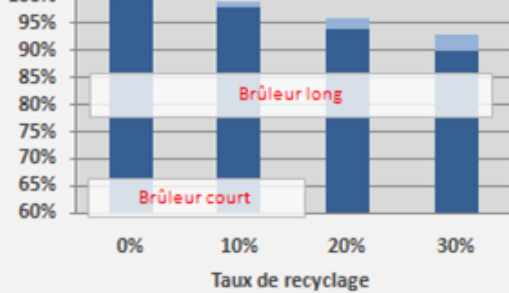
> 60 %

Taux de recyclage généralement constaté en fonction de la teneur en eau des Agrégats d'Enrobés

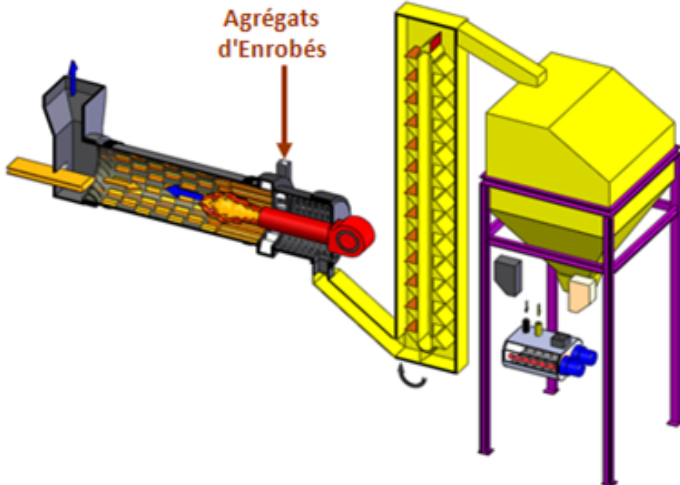


H ₂ O AE (%)	Brûleur long (%)	Brûleur court (%)
2%	30%	20%
3%	30%	20%
4%	30%	18%
5%	30%	16%
6%	30%	14%
7%	30%	12%

Variation du débit en fonction du taux de recyclage pour 5% H₂O et 3% H₂O



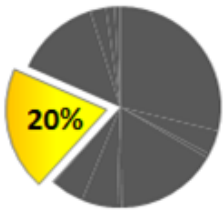
Taux de recyclage (%)	Brûleur court (%)	Brûleur long (%)
0%	65%	35%
10%	75%	25%
20%	80%	20%
30%	85%	15%



Agrégats d'Enrobés

F9

Proportion estimée sur parc France



Filtre de taille supérieure
Brûleur long

Mauvaise position de l'anneau de recyclage
Brûleur court
Colmatage de l'anneau
Colmatage tête et pied élévateur

4.5 | Tambour sécheur et tour discontinue, introduction dans le malaxeur



RECYCLAGE EN INSTALLATION DE FABRICATION D'ENROBÉS

F10

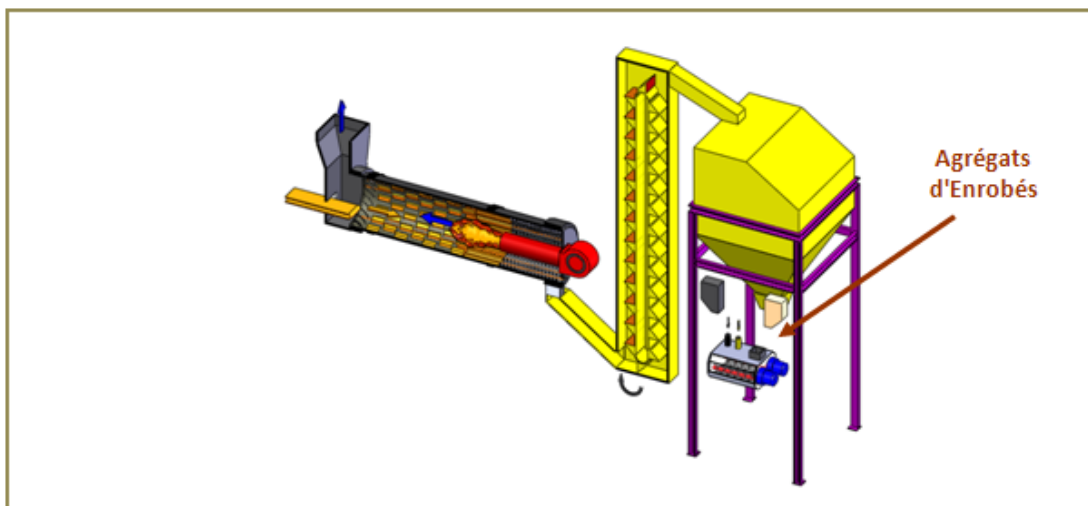
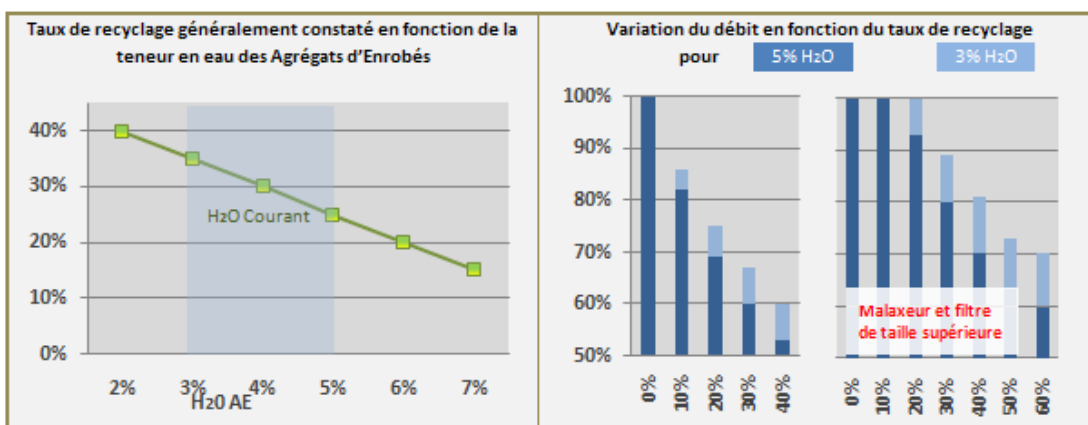
Procédé enrobage : **Discontinu**

Technologie : **Tambour Sécheur et Tour discontinue**

Technique introduction agrégats d'enrobés : **1 point d'introduction: Malaxeur**



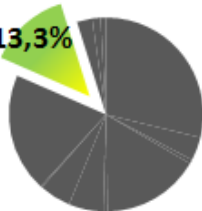
**Si équipé d'un malaxeur et d'un filtre de taille supérieure*




F10


Proportion estimée sur parc France

=




13,3%

 *Assainissement malaxeur*
Malaxeur taille supérieure

 *Attention aux températures de surchauffe des granulats pour les taux de recyclage > 45%*

4.6 | Tambour sécheur et tour discontinue, introduction dans l'anneau de recyclage et pied d'élévateur



RECYCLAGE EN INSTALLATION DE FABRICATION D'ENROBÉS

F11

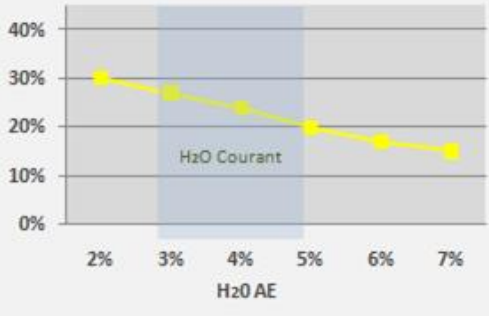
Procédé enrobage : **Discontinu**

Technologie : **Tambour Sécheur et Tour discontinue**

Technique introduction agrégats d'enrobés : **2 points d'introduction: Anneau de recyclage + Pied élévateur**

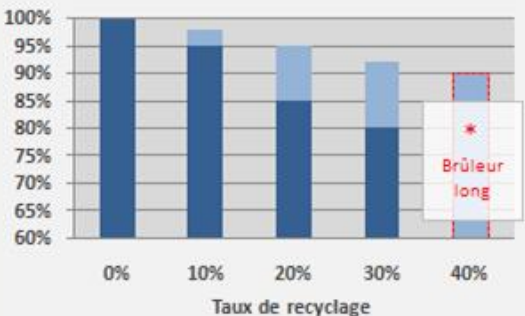
0 à 20 %
20 à 40 %
40 à 60 %
> 60 %

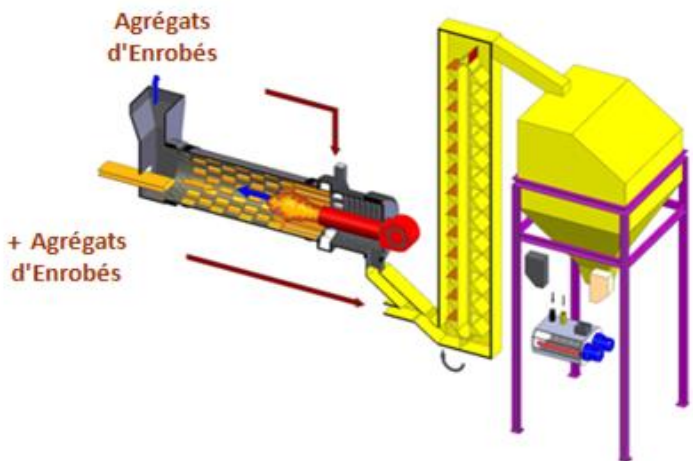
Taux de recyclage généralement constaté en fonction de la teneur en eau des Agrégats d'Enrobés



Variation du débit en fonction du taux de recyclage pour

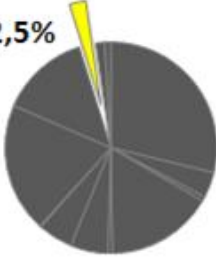
5% H₂O
3% H₂O






F11

2,5%




Proportion estimée sur parc France



Filtre de taille supérieure

* Brûleur long



Mauvaise position de l'anneau de recyclage

Brûleur court

Colmatage de l'anneau

4.7 | Tambour sécheur et tour discontinue, introduction dans l'anneau de recyclage et malaxeur

IDRRIM RECYCLAGE EN INSTALLATION DE FABRICATION D'ENROBES **F12**

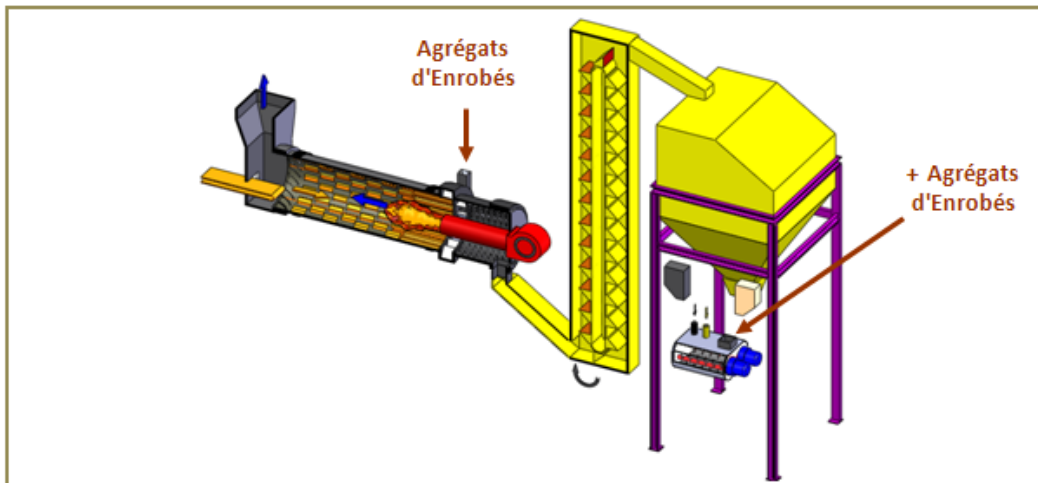
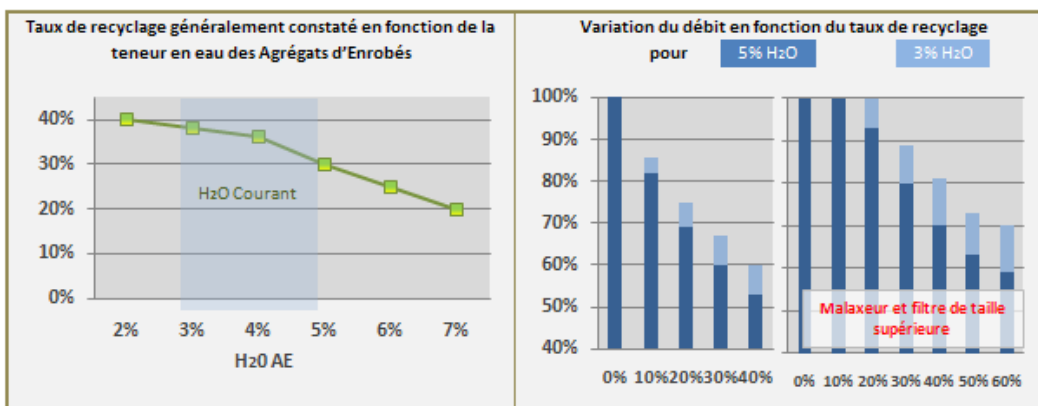
Procédé enrobage : **Discontinu**

Technologie : **Tambour Sécheur et Tour discontinue**

Technique introduction agrégats d'enrobés : **2 points d'introduction: Anneau de recyclage + Malaxeur**



*Si équipé d'un malaxeur et d'un filtre de taille supérieure



F12 = **1,4%**

Proportion estimée sur parc France

😊 Filtre de taille supérieure
Brûleur long
Assainissement malaxeur
Malaxeur taille supérieure

😞 Mauvaise position de l'anneau de recyclage
Brûleur court

4.8 | Double tambour et tour discontinue



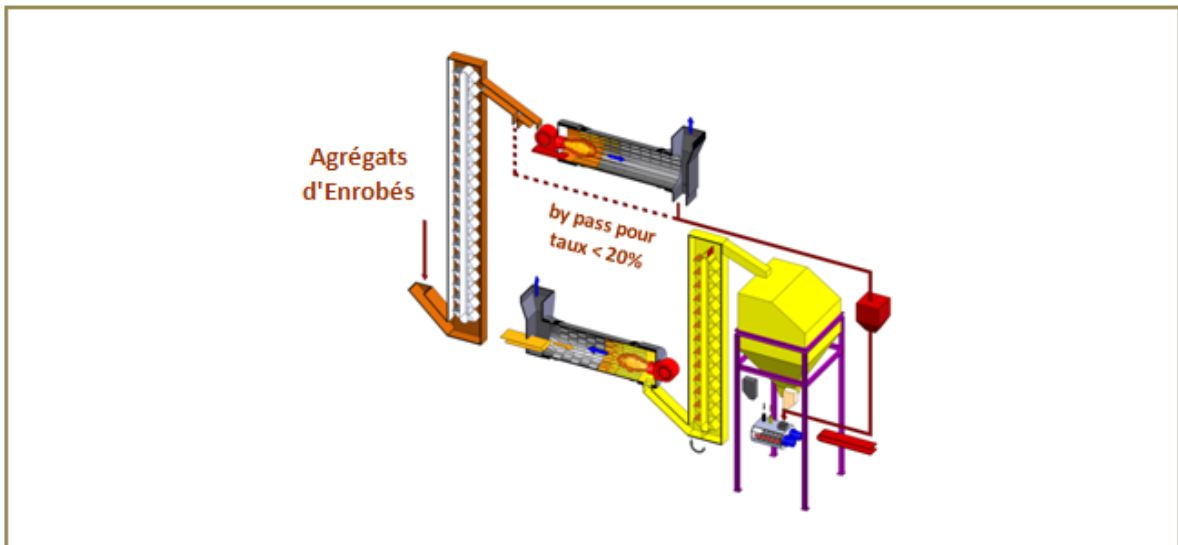
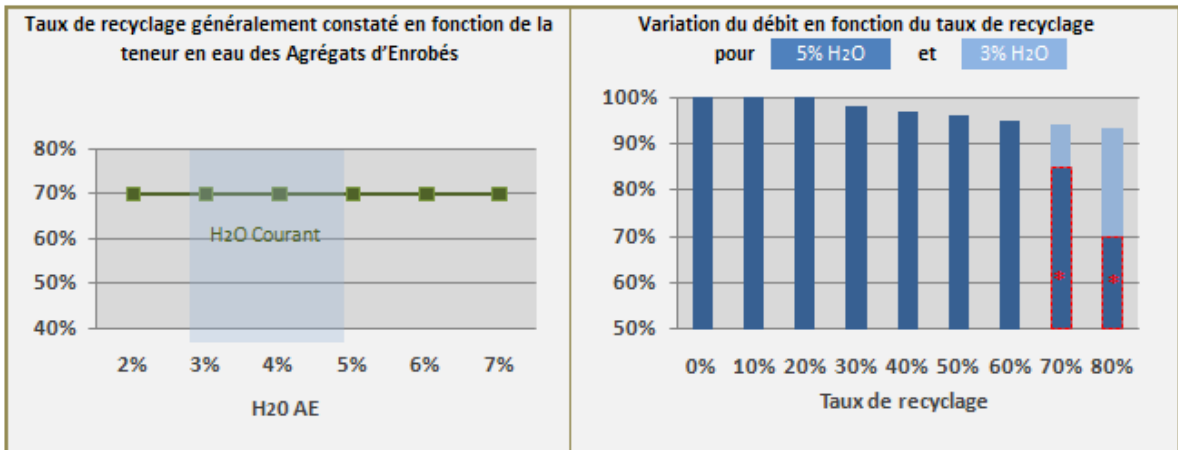
RECYCLAGE EN INSTALLATION DE FABRICATION D'ENROBÉS

F13

Procédé enrobage : **Discontinu**

Technologie : **Double tambour et Tour discontinue**

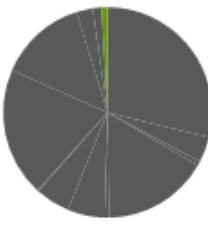
Technique introduction agrégats d'enrobés : **Tambour recyclés**





F13

Proportion estimée sur parc France

0,9%



 *Prévoir dispositif complémentaire pour faible taux de recyclage*

 ** Attention au dimensionnement du sécheur AE pour atteindre des taux > 70%*

Conclusion

La photographie du parc français actuel traduit les efforts importants réalisés par la profession depuis plusieurs années. La capacité de recyclage globale est suffisante pour recycler entre 7 à 8 millions de tonnes d'agrégats d'enrobés par an. La production d'enrobés à chaud annuelle étant de l'ordre de 40 millions, cela conduit à une capacité actuelle de recyclage sur l'ensemble du parc supérieure à 18 %.

Ceci est en accord avec les objectifs nationaux de 2020 d'une part, et d'autre part, avec la disponibilité des ressources en agrégats de l'autre.

Il convient toutefois de retenir les aspects suivants :

- L'essentiel des installations est caractérisé par un taux de recyclage de l'ordre de 30 %, le taux étant largement fonction de l'humidité. Lorsque celle-ci augmente, le taux diminue rapidement, ainsi que les capacités de production.
- Les remarques précédentes supposent un maillage régulier des installations équipées d'un système de recyclage.
- Les processus de fabrication sont également répartis entre le continu et le discontinu.
- Le recours au fort taux est marginal, essentiellement lié à des chantiers de déconstruction bien maîtrisés du point de vue traçabilité. Le traitement ponctuel de la demande est alors assuré par une installation de fabrication d'enrobés spécialisée.

Enfin, nous attirons l'attention des prescripteurs sur l'importance des facteurs influant sur les capacités de recyclage :

- La teneur en eau des agrégats d'enrobés et des granulats.
- La température des enrobés bitumineux.

A process comparable, et de manière générale, toute production à des températures inférieures à 150°C augmente sensiblement les capacités de recyclage. Le sujet sera abordé dans les chapitres relatifs aux matériaux.

Document réalisé par l'Institut Des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité

IDRRIM – 9, rue de Berri 75008 PARIS – France

Téléphone : 01 44 13 32 87 – Télécopie : 01 42 25 89 99

E-mail : idrrim@idrrim.com

Disponible en téléchargement sur www.idrrim.com

Avertissement : La présente note est destinée à donner une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et de non exhaustivité. Ce document ne peut en aucun cas engager la responsabilité ni des auteurs, ni de l'Institut Des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité.



Institut Des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité

ADF - ADCF - ADSTD - AFGC - AITF - AMF - AFPGA - ASCQUER - ASFA - ATEC ITS France – ATR
CERTU - CETU - CF-AIPCR - CICF Infrastructures et environnement - CISMA - CNFPT - CTMNC
CTPL - DGAC/STAC - DSCR - Ecole des Ponts Paris-Tech – ENTPE - ESITC Cachan - ESTP - FNTP
GART - GPB - IFSTTAR - MEDDE [DGITM, DIT, DIR, CETE] - IREX - Office des Asphaltes
Ordre des Géomètres Experts - RFF - SER - Sétra - SETVF - SFIC - SNBPE - SPECBEA - SPTF - STRRES
SYNTEC INGENIERIE - UNPG - USIRF- UPC
