

Étude réalisée par :



Un projet animé par

Avec le soutien de



Un projet financé par



Yvelines
Conseil général



METABOLISME APPVPA

Note de présentation des flux de matière organique (version complète)

Référence	RP201006OM_APPVPA_note_MO_v6.00
Auteur	Systèmes Durables Contact : <plm@systemes-durables.com>
Date de création	17/06/2010
Date de livraison	16/12/2010
Diffusion	APPVPA comité technique / interne

Sommaire

1	Liste des abréviations	3
2	Rappels sur le contexte de l'étude :	3
2.1	Le projet pilote d'écologie territoriale de l'APPVPA	3
2.2	Les objectifs de l'étude	4
2.3	Les objectifs de la phase 1	4
3	Portée et limites de l'outil d'analyse de flux (approche MFA)	5
3.1	Présentation de l'analyse de flux :	5
3.2	Limites de l'analyse de flux :	5
3.3	Liens entre les métabolismes matière organique, cellulose et énergie :	6
4	Collecte réalisée	6
4.1	Les flux de matières pris en compte pour la MO	6
4.2	Collecte réalisée et données exploitées	7
4.3	Collecte suspendue	8
5	Présentation des métabolismes M.O.	9
5.1	Volet 0 : vue générale simplifiée (Import / Export)	9
5.2	Volet 1 : vue générale du système	10
5.3	Volet 2 : traitement des déchets	11
5.4	Volet 3 : agriculture :	14
6	Méthodologie et hypothèses	17
6.1	Méthodes et calculs	17
6.2	Evaluation de la part des flux réels pris en compte	24
6.3	Synthèse sur les données	25
7	Premiers éléments remarquables sur le métabolisme	26

1 Liste des abréviations

Abréviation	Signification
AGRESTE	Acronyme du service de la statistique, de l'évaluation et de la prospective agricole
APPVPA	Association patrimoniale de la Plaine de Versailles et du Plateau des Alluets
DIB	Déchets industriels banals
DV	Déchets verts
CEREN	Centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie
IFN	Inventaire forestier national
IAURIF	Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile de France
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
ORDIF	Observatoire régional des déchets d'Ile de France
PRO	Produit résiduaire organique
RGA	Recensement général agricole (tous les 10 ans environ)
RGP	Recensement général de population
STEP	Station d'épuration

Tableau 1 : Liste des abréviations utilisées dans le rapport

2 Rappels sur le contexte de l'étude :

2.1 Le projet pilote d'écologie territoriale de l'APPVPA

Ce projet s'inscrit dans une démarche territoriale qui vise à renforcer l'identité de la Plaine de Versailles et du Plateau des Alluets, à promouvoir l'économie touristique et à conforter les filières agricoles par une stratégie de qualité.

Cette stratégie s'inscrit dans le cadre du programme Leader dont les 3 axes sont rappelés ici :

- axe 1 > amélioration de la compétitivité des secteurs agricole et forestier,
- axe 2 > amélioration de l'environnement et de l'espace rural,
- axe 3 > qualité de vie en milieu rural et diversification de l'économie rurale.

L'une des trois orientations de la stratégie du programme Leader est de faire de la Plaine de Versailles et du Plateau des Alluets un site pilote pour l'écologie territoriale en appliquant les principes de l'écologie industrielle à une zone rurale périurbaine.

Le territoire présente en effet une activité agricole et sylvicole diversifiée et la recherche d'un nouvel équilibre entre l'élevage, les productions végétales et le territoire, notamment par la valorisation de la matière organique endogène, constitue un objectif prioritaire pour les promoteurs du projet.

2.2 Les objectifs de l'étude

Quatre types de ressources identifiées : matière organique, cellulose, énergie, eau.

L'objectif de l'étude est d'identifier les sources et les flux pour chacune de ces quatre ressources.

En ce qui concerne la matière organique, des travaux ont déjà été engagés sur le territoire, notamment autour de l'INRA de Versailles – Grignon et de la ferme expérimentale de Grignon (AGRO PARISTECH). L'étude doit permettre de dégager un tableau d'ensemble de la circulation de la matière organique afin d'identifier les carences éventuelles du système.

Le diagnostic pourra déboucher sur la recherche de bouclages de flux ou d'utilisations locales de ressources qui sont actuellement exportées ou qui ne sont pas valorisées (phase 2).

L'étude pourra ainsi servir d'appui au développement de filières répondant aux besoins économiques et environnementaux du territoire et de ses acteurs.

2.3 Les objectifs de la phase 1

A partir des données et expertises fournies par les acteurs du territoire, la phase 1 de l'étude vise à établir les métabolismes pour les 4 types de flux identifiés (méthode basée sur le principe de la MFA / Mass Flow Analysis).

Nous avons construit l'étude selon le plan suivant :

- collecte et analyse des données ;
- représentation graphique des métabolismes ;
- diagnostic de flux ;
- rapport intermédiaire.

Les possibilités d'optimisation des flux (phase 2) ont été proposées sur la base des pistes d'amélioration identifiées lors du diagnostic de flux. Les risques d'épuisement des stocks pourront également être mis en évidence.

3 Portée et limites de l'outil d'analyse de flux (approche MFA)

3.1 Présentation de l'analyse de flux :

L'analyse de flux permet une lecture rapide des flux générés ou transitant par le territoire.

Les flux transitent par des processus et cette transition peut s'accompagner :

- d'une augmentation du flux si le processus engendre une production de matière (production de biomasse par les sols agricoles, les terrains de golfs, les parcs et jardins des particuliers ou des collectivités par exemple) ;
- d'une diminution de flux si le processus engendre une destruction de matière : incinération, perte de masse dans un processus de fermentation ou de compostage etc.

Si le processus est neutre, le flux ne connaîtra pas de variation en masse (plateformes de tri pour les papiers et le carton par exemple).

Des flux peuvent s'aggréger s'il n'y a pas d'incompatibilité entre la nature des flux en entrée et en sortie de processus. Exemple : flux de cartons d'origines diverses en sortie de plateforme de tri.

3.2 Limites de l'analyse de flux :

L'outil utilisé pour la construction des métabolismes permet de sommer les flux en entrée et en sortie de système et de calculer les variations de stock du système et de chacun des processus.

Or, l'utilisation qui est faite de l'outil de calcul ne permet pas de distinguer les flux selon leur nature. Ainsi, il peut parfois sommer des flux incompatibles entre eux.

La lecture du processus « Culture » demande à cet égard une attention particulière : l'évolution du stock apparaît de façon artificielle comme la somme des flux en entrée (fumiers, amendements organiques etc.) desquels sont retranchés les flux en sortie (production de biomasse agricole).

Or, dans les faits, il n'y a pas de correspondance directe entre la biomasse apportée au sol et la biomasse produite du fait de la photosynthèse (fixation du CO₂ de l'atmosphère).

L'évolution du stock de matière organique dans le sol n'est donc pas directement liée à la quantité de biomasse exportée par les cultures. Elle est plutôt liée à la vitesse de minéralisation du carbone organique sous l'effet de processus qui ne sont pas traductibles dans l'outil de modélisation.

Il faut d'ailleurs préciser ici que la détermination de ces processus biologiques n'entre pas dans le champ de l'étude confiée à SD.

3.3 Liens entre les métabolismes matière organique, cellulose et énergie :

Le tableau suivant fait apparaître les flux communs à ces 3 métabolismes (dans le fonctionnement actuel du système).

Les actions qui seront envisagées pour chacun de ces flux devront être appréciées au regard des corrélations entre les trois métabolismes.

Par exemple : une utilisation énergétique de la paille aura des répercussions sur la valeur organique (donc agronomique) de ce flux pour le métabolisme de la matière organique (M.O. dans le reste du document).

A contrario, une utilisation agronomique des ressources de bois d'élagage (BRF - bois raméal fragmenté par exemple) aura des répercussions sur la valeur énergétique de ce flux pour le métabolisme de l'énergie.

Type de flux	Métabolisme cellulose	Métabolisme M.O.	Métabolisme énergie	Métabolisme eau
Boues de STEP *		X	X	X
Déchets ménagers *		X	X	
Déchets verts	X	X		
Compost	X	X		
Biomasse agricole énergétique **	X	X	X	X
Paille	X	X		X
Fumier	X	X		
Bois (prod. Forestière)	X		X	
Bois (mulch)	X		X	
Papier / carton *	X		X	

Tableau 2 : correspondances de flux entre les métabolismes (état actuel)

* valorisation énergétique = incinération (UIOM)

** ne tient pas compte des projets sur le site de Grignon (ferme expérimentale / projet Grignon énergie positive)

4 Collecte réalisée

4.1 Les flux de matières pris en compte pour la MO

La construction du métabolisme de la matière organique s'est faite à partir des données recueillies pour les flux de matières suivants :

- Boues de STEP et effluents domestiques traités en assainissement non collectif (ANC) ;
- Déchets ménagers collectés en porte-à-porte (fraction organique) ;
- Déchets organiques des entreprises et déchets industriels banals (DIB) ;
- Déchets verts et composts de déchets verts.
- Biomasse végétale produite par l'agriculture (céréales, cultures fourragères et industrielles) ;
- Effluents d'élevage (les flux de fumiers équinés sont représentés à part) ;

4.2 Collecte réalisée et données exploitées

- **Ensemble des flux :**

- Rapport sur l'évaluation de la place des PRO (Produits résiduaux organiques) dans les systèmes de production agricoles de la Plaine de Versailles et le Plateau des Alluets (K. Dhaouadi, 2009)

- **Effluents domestiques et les boues de STEP :**

- Données publiques des STEP récoltées par Systèmes Durables : Bailly (SMAROV), Beynes, Jumeauville, Les Alluets le Roi, Vallée de la Meauldre, Plaisir, Saint-Germain de la Grange, Villepreux;
- Rapport d'activité du SMAROV, années 2007 ;
- Rapport d'activité du SIDOMPE (volumes de boues incinérées), année 2007.

- **Déchets ménagers :**

- SIDOMPE, rapport d'activité 2007 + tonnages ordures ménagères, années 2007 ;
- ORDIF, tableau de bord 2007 des déchets ménagers et assimilés (publié en 2009) ;
- ADEME, [Campagne nationale de caractérisation des ordures ménagères](#) (publié en 2009).

- **Déchets verts :**

- Volumes en entrée de plateforme de compostage (Dhaouadi) ;
- Cartographie ORDIF ([déchets verts produits / ratios par commune](#)) ;
- Collecte téléphonique.

- **Effluents d'élevage et productions végétales :**

- Recensement général agricole (données 2000) ;
- Données issues du [memento Agreste pour les Yvelines](#) (données actualisées 2006) ;
- Données INSEE sur l'utilisation des sols et les productions agricoles (données 2006) ;
- Etude sur les agro-ressources en Ile-de-France.

Un tableau de correspondance des tMB en tMS se trouve en fin du paragraphe 6.1 Méthodes et calculs (Tableau 3).

4.3 Collecte suspendue

- **Pour les boues de STEP :**
 - plans d'épandage : données quantifiées pour l'année 2009 fournies par la DDT. Nous disposons aussi de la cartographie des parcelles concernées par les plans d'épandage (indications géographiques sur la provenance des boues, pas sur les volumes).

- **Pour les déchets organiques industriels :**
 - Pas de données utilisables.

5 Présentation des métabolismes M.O.

5.1 Volet 0 : vue générale simplifiée (Import / Export)

APPVPA - métabolisme matière organique - vue globale simplifiée

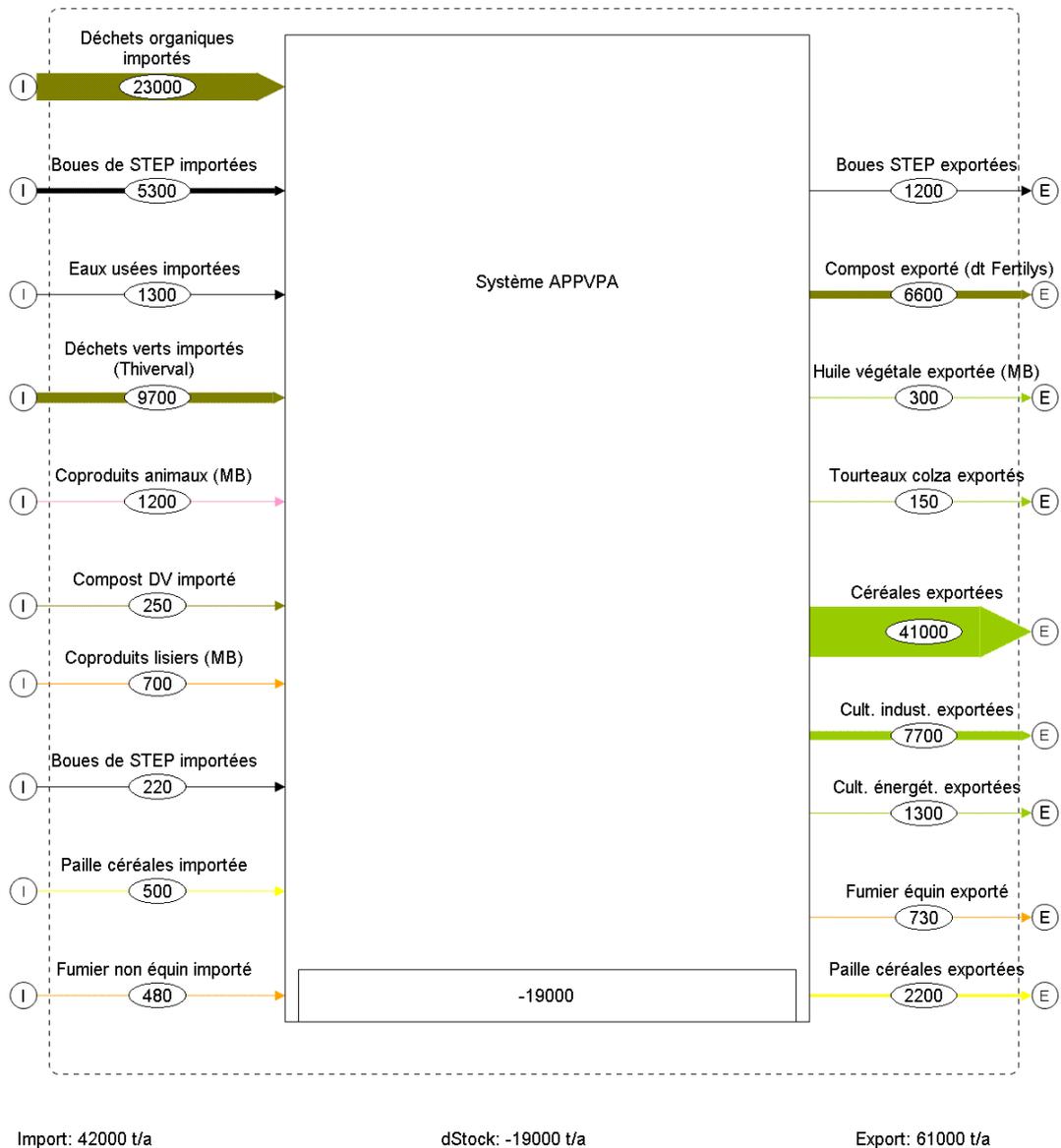


Figure 1 : Métabolisme matière organique - vue globale simplifiée (en tMS sauf flux spécifiés)

5.2 Volet 1 : vue générale du système

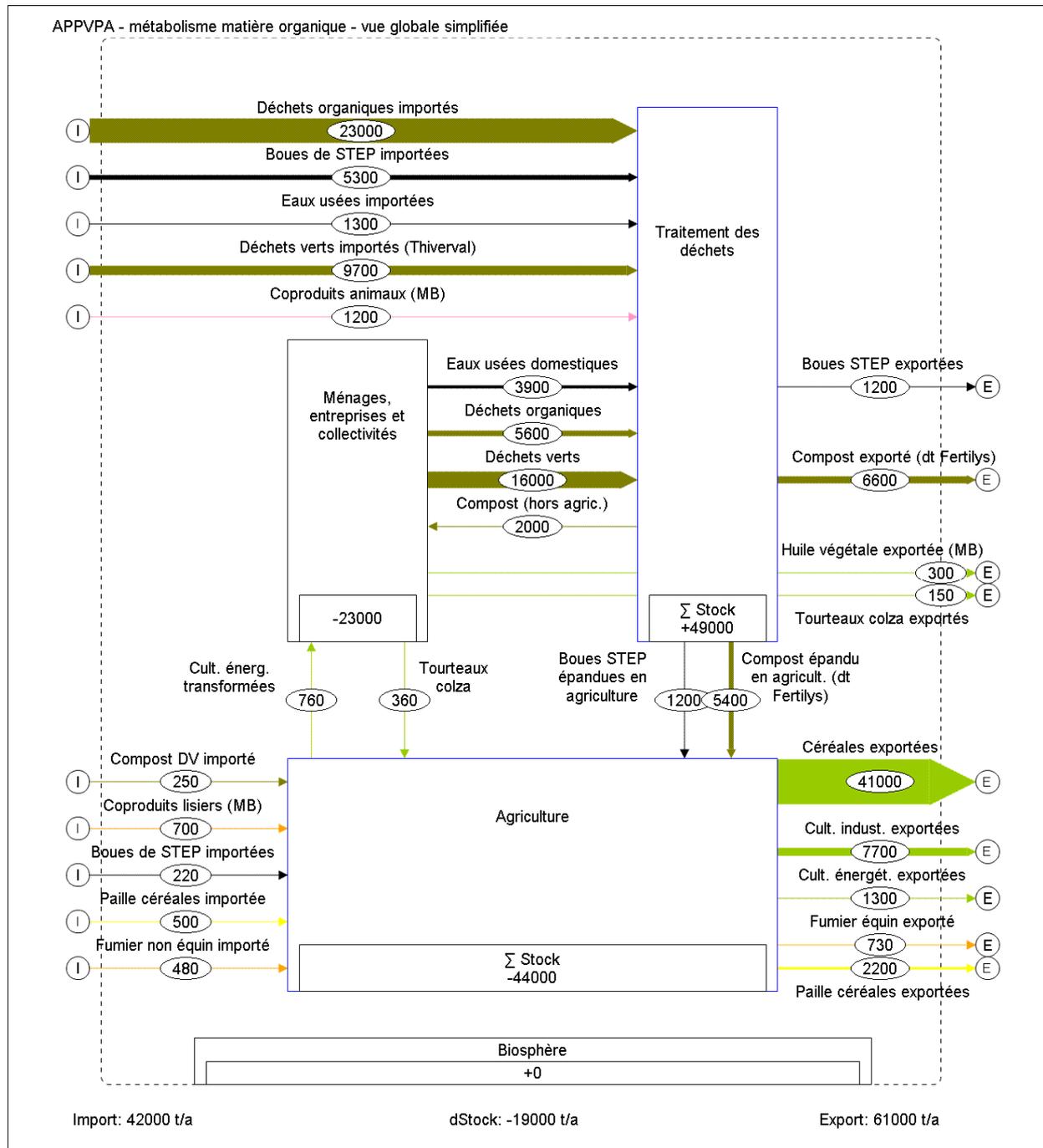


Figure 2 : Métabolisme matière organique - vue générale du système APPVPA (en tMS sauf flux spécifiés)

5.3 Volet 2 : traitement des déchets

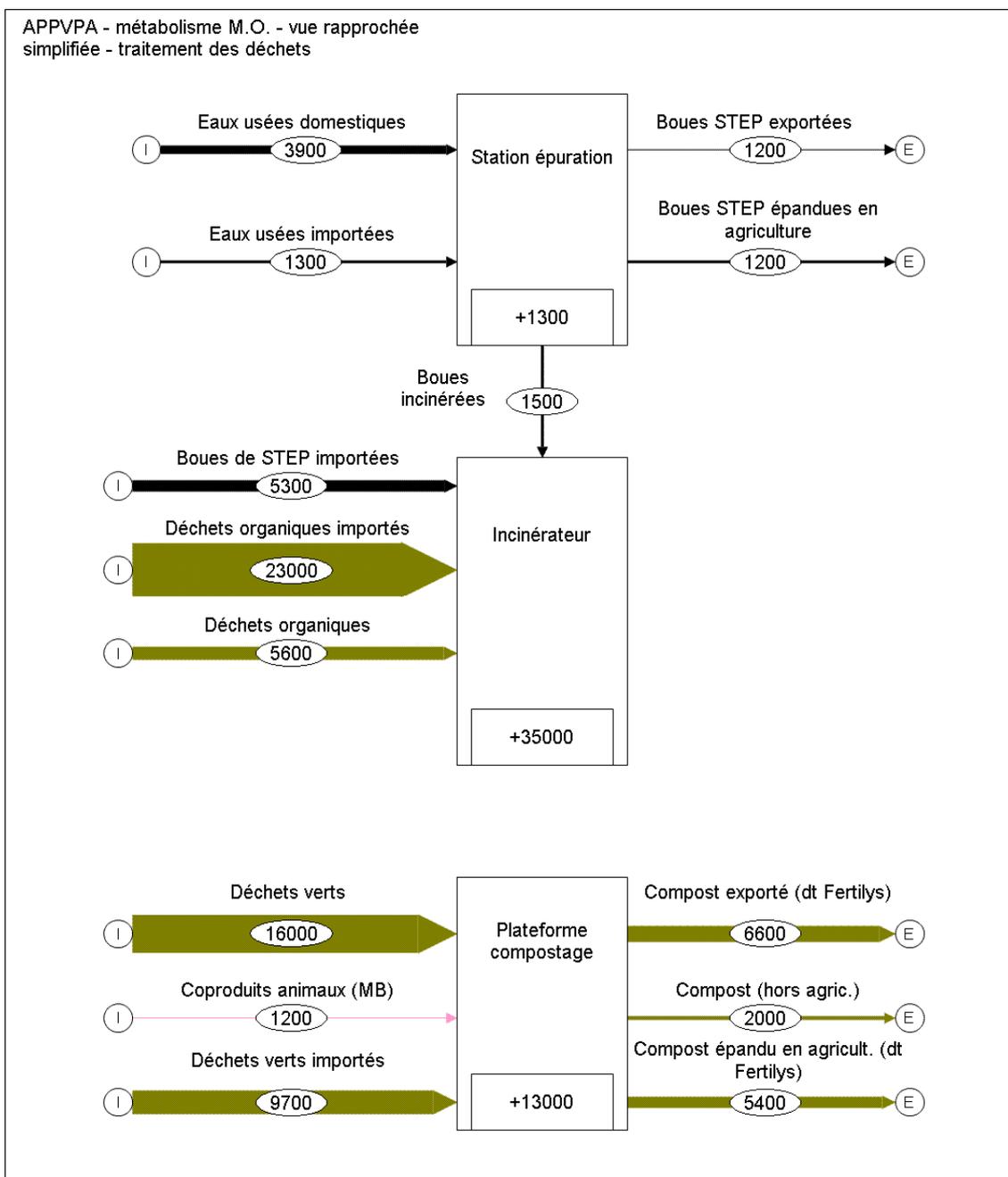


Figure 3 : métabolisme matière organique - vue rapprochée traitement des déchets (en tMS sauf flux spécifiés)

- Eaux usées domestiques et boues de STEP (données exprimées en tonnes MS) :**
 1 300 tMS d'effluents bruts importés (STEP Bailly / Carré de la Réunion) en provenance des communes de Bois d'Arcy, Le Chesnay, Rocquencourt, Versailles + une partie de la Communauté d'Agglo. de Saint-Quentin en Yvelines.

3 900 tMS d'effluents bruts produits sur le territoire et traités dans les STEP de l'APPVPA.

N.B. : il y a également 200 tMS d'effluents bruts qui sont « exportés » = traités à l'extérieur du territoire (Les Alluets + Orgeval → Moranvilliers, Jumeauville → Arnouville et Bazemont → Nezel) qui ne figurent pas sur le schéma simplifié.

De même, l'assainissement non collectif couvre les communes d'Andelu, Davron, Herbeville, Rennemoulin et qui représente un flux de 27 tMS retournant à la biosphère, n'a pas été représenté sur le schéma simplifié.

Environ 6 800 tMS de boues ont été incinérées en 2007, (rapport d'activité du SIDOMPE) dont :

- 5 300 tMS importées ;
- 1 460 tMS (arrondis à 1 500) provenant du territoire APPVPA (1 300 = Bailly + 160 = Beynes).

1 200 tMS de boues produites sont exportées dont :

- Aulnay (Mareil + Maule + Montainville) = 120 tMS ;
- Bailly = 730 tMS ;
- Crespières = 60 tMS (pour traitement par séchage aux Mureaux) ;
- Saint-Germain de la Grange = 40 tMS (pour traitement à Villiers Saint Frédéric) ;
- Thiverval = 100 tMS ;
- Villepreux = 120 tMS (compostées dans le Loiret).

1 200 tMS sont valorisées localement en agriculture. :

- Aulnay = 130 tMS ;
- Plaisir = 730 tMS ;
- Villepreux = 380 tMS.

Pas de compostage de boues ni méthanisation connus sur le territoire.

- **Déchets ménagers organiques (exprimé en tMS¹) :**

5 600 tMS (= 9 300 tMB) de biodéchets produits localement dont :

- 22 % = 1 200 tMS en provenance des activités économiques (collecte OMR) ;
- 78 % = 4 400 tMS en provenance ménages et collectivités.

Tous les déchets organiques sont incinérés → UIOM de Thiverval.

23 000 tMS (= 38 000 tMB) importées (en provenance des syndicats de collecte adhérent au SIDOMPE mais extérieurs au territoire de l'APPVPA) : tous les déchets organiques sont incinérés.

N.B. : Orgeval et Jumeauville ne sont pas adhérents au SIDOMPE → cela génère un flux d'environ 280 tMS (= 470 tMB) de déchets organiques exportés. Ce flux ne figure pas sur le schéma simplifié.

¹ 40 % humidité / source ADEME.

Pas de compostage collectif des déchets ménagers collectés ni de procédé de méthanisation connus à ce jour.

Des opérations de compostage domestique existent (Plaisir etc), mais les quantités ainsi mobilisées ont été négligées pour le métabolisme.

- **Déchets verts (en tonnes MS²) :**

16 000 tMS (= 32 000 tMB) de déchets verts produits localement dont :

- environ 3 000 tMS imputables aux particuliers ;
- 12 000 tMS imputables aux collectivités (entretien voirie et espaces verts) ;
- 750 tMS collectées en déchetterie (donnée reconstruite / données régionales ORDIF).

9 700 tMS (= 19 000 tMB) DV importées (Cœur d'Yvelines + Parc de Versailles → Thiverval).

26 000 tMS DV traitées sur le territoire, dont :

- 18 500 tMS (= 37 000 tMB) sur plateforme de Thiverval.
- 7 000 tMS (= 14 000 tMB) sur la plateforme de Saint-Nom.

La plateforme de Versailles (Bio Yvelines Service) est considérée comme étant hors système → traite entre 4 000 tMS (= 8 000 tMB / K. Dhaouadi) et 6 000 tMS (= 12 000 tMB / Source ADEME) de DV par an.

Les déchets de tonte des golfs restent sur place. Un faible volume peut être composté pour utilisation locale (Saint-Nom). Pas d'estimation sur ces quantités récoltées.

- **Composts (en tonnes MS³) :**

Environ 14 000 tMS (= 28 000 tMB) de composts de DV produits (soit environ 50 % de perte de masse / tonnage DV), dont :

- 6 600 tMS (= 13 200 tMB) sous forme de Fertilyls produit sur la plateforme de Thiverval ;
- 7 400 tMS (= 14 800 tMB) sous forme compost DV simple.

L'utilisation du compost produit localement se répartit de la façon suivante :

- Environ 2 000 tMS consommées localement par les particuliers et les collectivités⁴ ;
- 5 400 tMS valorisées localement en agriculture, dont 1 500 tMS sous forme de Fertilyls (donnée fournie par Agralys) ;
- 6 600 tMS (= 13 200 tMB) exportées, dont 5 000 tMS sous forme Fertilyls.

² Les déchets verts sont très difficiles à caractériser. En effet, leur taux d'humidité varie fortement selon les types de produits qui les composent : entre 40 % et 50 % pour les branchages, 50 % et 80 % pour les produits de tailles et les feuilles, 70 % et 90 % pour les déchets de tonte. Hypothèse retenue pour le métabolisme = 50 % humidité (source centre recherche pour le développement international).

³ Selon la bibliographie consultée, la teneur en MS des composts de DV varie entre 29 % et 57 % sur produit brut ([INRA, valeur agronomique des composts in Dossiers de l'environnement n°25, 2003](#) / [ADAESO – APESA, synthèse bibliographique valeur agronomique des composts, 2006](#)). Hypothèse retenue = 50 % humidité.

⁴ Donnée reconstruite / moyenne établie par l'ADEME sur 15 plateformes IdF

5.4 Volet 3 : agriculture :

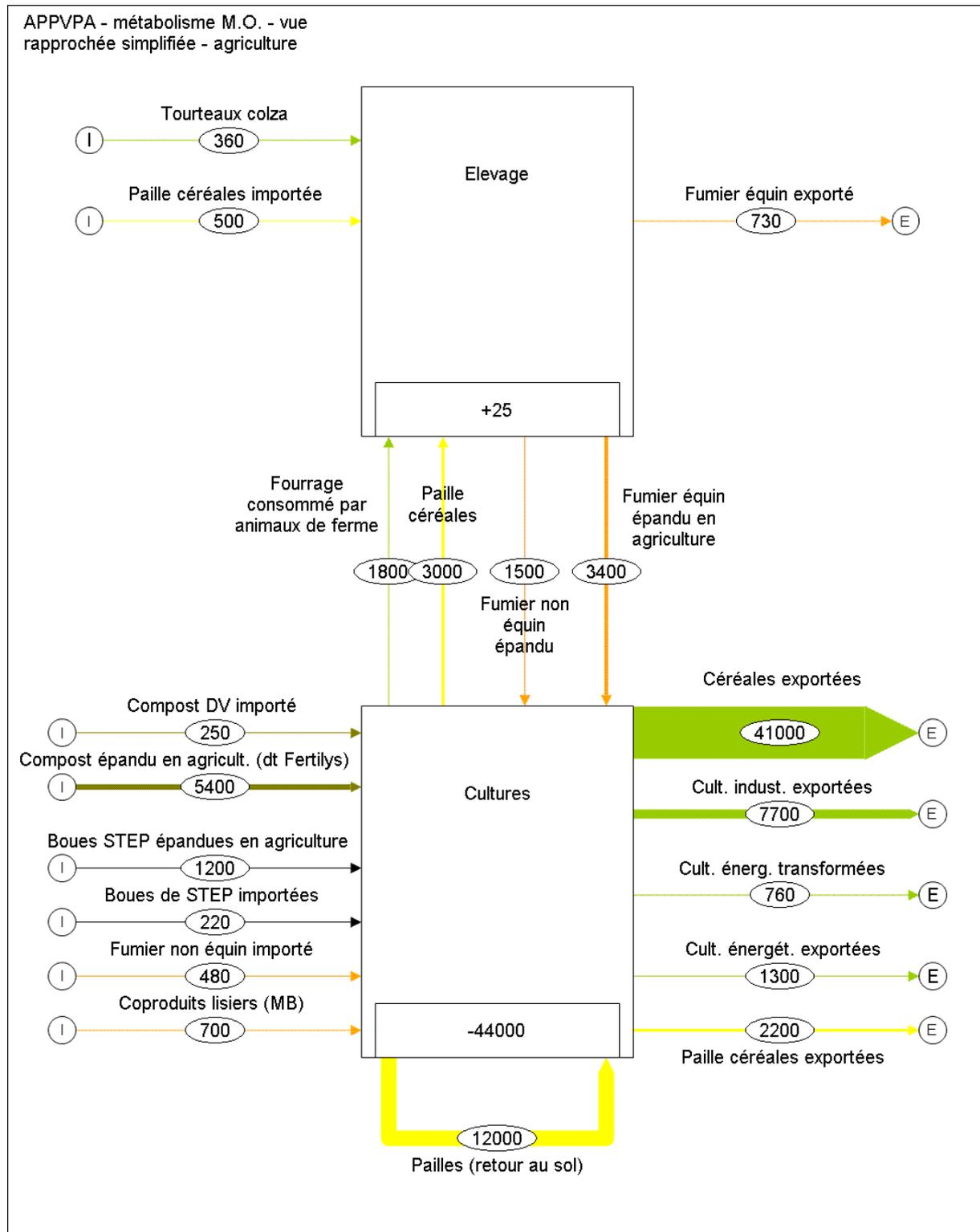


Figure 4 : Métabolisme matière organique - vue rapprochée agriculture (en tMS sauf flux spécifiés)

- **Productions végétales (hors paille) :**

53 000 tMS de biomasse agricole (hors paille) sont produites chaque année sur le territoire de l'APPVPA, dont :

- 41 000 tMS (= 48 000 tMB) de céréales (les céréales couvrent environ 58 % de la SAU sur le territoire de l'APPVPA (Méthodes et calculs, p. 17 et s.).
- 9 800 tMS (= 11 600 tMB) de cultures industrielles et énergétiques ;
- 1 800 tMS de fourrages (environ 2 % de la SAU).

Les cultures énergétiques représentent 2 100 tMS environ (hypothèse 8 % SAU / rendements colza 2006).

- 760 tMS (900 tMB) de colza sont transformées localement, générant en retour environ 600 tMB de tourteaux de colza. 70% de ces tourteaux (420 tMB soit 360 tMS) sont consommés sur le territoire de l'APPVPA et 30 % (180 tMB soit 153 tMS) sont exportés. Les 300 tMB restant sont exportées sous forme d'huile végétale.

Les cultures industrielles comprennent environ :

- 6 400 tMS de betterave (1 % SAU / projection données dpt au niveau APPVPA)
- 1 300 tMS de protéagineux.

N.B. : pour mémoire, il apparaît également utile de rappeler que le stockage des céréales en silos produisent entre 0,3 et 0,5 % de freintes (ou issues silos⁵) → le stockage des céréales produites sur la zone d'étude génère un gisement potentiel de 200 tMS de freintes par an. Ce flux ne figure pas sur la vue simplifiée.

- **Pailles (en tonnes MS / 15 % humidité):**

17 200 tMS (= 21 000 tMB) de pailles de céréales sont produites sur le territoire, dont 70 % = 12 000 tMS retournent directement au sol (récolte réalisée 1 année sur 3) ;

N.B. : 2 000 tMS de paille d'oléagineux sont également produites : elles sont réputées non récoltées ; pour simplifier la lecture elles ne sont pas reportées sur le métabolisme.

Ventilation de la production (5 200 tMS = 30 % de la production totale de pailles de céréales) :

- environ 3000 tMS sont consommées sur place pour la litière des animaux de ferme.
- 2200 tMS sont supposées exportées (gisement potentiel pour une utilisation non agricole).

Par ailleurs, on note l'importation de 500 tMS de paille dans le cadre de contrats d'échange paille / fumier.

⁵ Source : cartographie et quantification des agroressources en IdF, valeurs moyennes pour tout type céréales confondues

- **Effluents élevage (en tonnes MS⁶) :**

Environ 5 600 tMS d'effluents produits chaque année sur territoire APPVPA dont :

- 4 100 tMS (8 300 tMB) de fumiers équins (uniquement animaux en boxes pdt au moins 9 mois sur 12), dont 730 tMS sont exportées dans le cadre de contrats paille/fumier ;
- 750 tMS de fumier paillé bovin et 120 tMS (= 4 000 tMB / 3 % MS) de lisiers bovin ;
- 350 tMS de fumiers ovins + caprins ;
- 260 tMS (= 370 tMB) de fientes de volailles séchées (hypothèse = 70 % MS).

Environ 4 900 tMS d'effluents d'élevage (soit l'intégralité des effluents bovins, ovins, caprins et de volaille + 82 % des fumiers équins produits sur le territoire) sont épandus localement. Pas de compostage de fumier connu.

- **Amendements organiques et PRO :**

Consommation par l'activité agricole des divers PRO recensés sur territoire APPVPA :

- **Composts de DV :**

- 5 400 tMS (= 11 000 tMB) de composts produits localement, dont 1 500 tMS (= 3 000 tMB) sous forme de Fertilys ;
- 250 tMS (= 500 tMB = compost produit par sur la plateforme de Versailles) importés par la ferme de Gally.

- **Coproduits d'élevage :**

- 700 tMB de coproduits issus de lisiers de porcs en provenance de Bretagne (Humival / lisier centrifugé compacté) ;
- 480 tMS de fumiers non équins importés (dont 250 tMS de fumier bovin par la ferme de Gally et 230 tMS de fientes de volailles séchées en provenance de Bretagne).

- **Boues de STEP :**

- 220 tMS de boues de STEP importées ;
- 1 200 tMS boues issues des STEP du territoire.

⁶ Fumier : entre 20 et 25 % MS, Fientes séchées : entre 60 et 80 % MS, Lisier : 97 % humidité (3 % MS), sur produit brut (source SRVA / Lausanne)

6 Méthodologie et hypothèses

6.1 Méthodes et calculs

- **Effluents domestiques et boues de STEP :**

Lorsqu'elles se sont avérées disponibles et exploitables, les données publiques issues de la collecte pour les différentes STEP du territoire ont été utilisées en priorité (soit environ 80 % des flux). Les valeurs sont généralement données en tMS et directement utilisables comme telles dans les métabolismes.

Lorsque les données publiques n'ont pas pu être collectées, les valeurs ont été reconstruites à partir :

- des données INSEE pour la population des communes ;
- hypothèse de 21,17 kg MS/hab/an (valeur établie par K. Dhaouadi à partir données STEP Plaisir / conforme avec la moyenne donnée par l'ADEME qui varie entre 15 et 25 kg MS/hab/an en France).

- **Déchets ménagers :**

Hypothèse retenue de 40 % d'humidité (source ADEME).

Total collecte SIDOMPE 2007 (particuliers + entreprises) = 188 115 tMB.

Quantité affectée au territoire APPVPA = méthode ratio population (soit environ 20 %).

Pour les communes non affiliées au SIDOMPE (Jumeauville + Orgeval), le volume de déchets ménagers produits a été reconstruit à partir du volume théorique moyen pour les Yvelines estimé à **287,6 kgMB/an/hab (Source ORDIF)**.

La partie fermentescible est estimée à 25 % du volume des déchets ménagers collectés (source ADEME / Campagne nationale pour la caractérisation des ordures ménagères / 2009).

22 % de la collecte OMR provient des activités économiques (source ADEME 2009).

- **Déchets verts :**

- **Caractérisation du flux :**

Les déchets verts sont très difficiles à caractériser. En effet, leur taux d'humidité varie fortement selon les types de produits qui les composent : entre 40 % et 50 % pour les branchages, 50 % et 80 % pour les produits de tailles et les feuilles, 70 % et 90 % pour les déchets de tonte. L'hypothèse retenue pour la construction du métabolisme s'établit à 50 % d'humidité⁷.

- **Calcul des flux :**

Les communes ont été classées selon une échelle qui s'étend de < 20 kgMB/an/hab à > 100 kgMB/an/hab en fonction des données saisies sur la carte publiée par l'ORDIF ([tableau de bord / 2007](#)).

⁷ Source : Jean-Luc Farinet et Seydou Niang, Développement durable et agriculture urbaine en Afrique francophone, enjeux, concepts et méthodes, CIRAD / CRDI, 2004.

La production pour chaque commune procède du croisement de ces données avec les données population de l'INSEE.

La différence entre production des particuliers ainsi obtenue et les volumes collectés en entrée plateforme (source K. Dhaouadi et opérateur) fournit la production théorique des collectivités (DV collectés par les services municipaux + entreprises élagage et paysagistes).

Pour les DV collectés en déchetterie : DV = 15,4 % des 67,5 kgMB/an/hab de déchets collectés en moyenne dans les déchetteries en IdF (source ORDIF).

Les trois flux ont été agrégés pour faciliter la lecture du métabolisme.

Pour les golfs, un volume théorique de biomasse a été calculé à partir des rendements de la fétuque⁸ et des superficies des golfs recensés sur le territoire (St-Nom, Noisy, Feucherolles, Plaisir / cartographie IAURIF complétée par collecte téléphonique auprès de quelques golfs).

A la demande du COFIL, les quantités ainsi générées et qui retournent directement au sol ont été portées au stock dans le processus « Entreprises ».

- **Composts DV :**

- **Caractérisation du flux :**

Selon la bibliographie consultée, la teneur en MS des composts de DV varie entre 29 % et 57 % sur produit brut⁹.

L'hypothèse retenue pour la construction du métabolisme s'établit à 50 % d'humidité.

- **Calcul des flux :**

L'extrapolation des consommations/ha/type de culture (source : enquête K. Dhaouadi auprès de 14 agriculteurs, dont 2 maraîchers, 1 horticulteur, 1 pépiniériste) conduit à une estimation de 75 000 tMB (= 38 000 tMS) de composts de DV consommés sur l'ensemble du territoire APPVPA.

Cette démarche conduit à une impasse, les quantités ainsi calculées dépassant de beaucoup (> 140 %) la capacité de production des 3 plateformes de compostage identifiées sur le territoire ou à proximité immédiate (Thiverval, Saint-Nom et Versailles).

Le comité de pilotage du 3 juin 2010 a donc validé l'hypothèse selon laquelle les flux de composts utilisés en agriculture ne pouvaient excéder la production de ces trois plateformes.

L'ensemble des composts produits sur les plateformes de Thiverval et Saint-Nom étant déjà affecté, les importations sont donc limitées, au maximum, à la totalité du compost produit par la plateforme de Versailles (hors du système dans le métabolisme), soit 3 600 tMB (= 1 800 tMS).

⁸ La fétuque (*Festuca L.*) est un genre de graminées (*Poaceae*), dont plusieurs espèces sont cultivées comme plantes fourragères. Les golfs utilisent généralement des mélanges de graminées (fétuque rouge, agrostide etc).

⁹ INRA, valeur agronomique des composts in Dossiers de l'environnement n°25, 2003 ; ADAESO – APESA, syn thèse bibliographique sur la valeur agronomique des composts, 2006.

- **Productions végétales :**

- **Caractérisation du flux :**

L'hypothèse retenue pour la construction du métabolisme s'établit à 15 % d'humidité pour les céréales et cultures industrielles.

Pour le fourrage les rendements sont exprimés directement en tonnes MS.

- **Calcul des flux :**

Coefficients de rendements utilisés par les services de la statistique agricole¹⁰ :

- Pour les fourrages : 78 quintaux/ha/an.
- Pour les céréales : 82 quintaux/ha/an.
- Pour les cultures industrielles : 29 quintaux/ha/an pour les oléagineux, 41 quintaux/ha/an pour les protéagineux et 700 quintaux/ha/an pour les betteraves sucrières.

Cultures énergétiques :

Le RGA ne distingue pas les différents types de cultures selon leur destination (alimentaire ou énergétique). La collecte nous indique qu'une partie de la SAU est affectée aux cultures énergétiques (colza, blé éthanol), mais sans qu'il nous soit permis de préciser les surfaces concernées.

Les renseignements collectés par téléphone auprès des acteurs locaux nous permettent néanmoins de **considérer comme potentiellement valorisées par la filière énergie les productions recensées sous la mention « cultures industrielles » dans le RGA.**

Sur le territoire de l'APPVPA, les **cultures industrielles représentent environ 8% de la SAU** (soit près de 900 ha / source RGA). Compte tenu des rendements utilisés (colza = 2,9 tMB/ha, source Agreste 2006), nous obtenons ainsi une biomasse de 2 100 tMS (= 2 500 tMB) de « **colza** » énergétique.

La collecte nous indique également que 900 tMB de colza sont transformées localement, générant en retour environ 600 tMB de tourteaux de colza dont 70 % sont consommés sur le territoire de l'APPVPA et 30 % sont exportés. Le différentiel entre les 2 500 tMB produites et les 900 tMB transformées localement sont supposées exportées.

Cultures industrielles :

En dehors des cultures énergétiques, **le RGA (données 2000 redressées avec les données départementales Agreste 2006) nous permet de recenser environ 400 ha de protéagineux**, soit, avec un rendement de 4,1 tMB/ha (source Agreste 2006), une production de biomasse de 1 500 tMB. Aucune valorisation n'ayant été identifiée localement, tout est supposé exporté.

Enfin, toujours **en nous référant aux données départementales Agreste 2006, nous avons considéré que 1% de la SAU était consacré à la production de betterave industrielle** ce qui, avec un

¹⁰ Source memento Agreste 2006 pour les Yvelines

rendement de 70 tMB/ha (Agreste 2006), nous donne une production de biomasse de 7 600 tMB. Aucune valorisation n'ayant été identifiée localement, tout est supposé exporté.

Les flux de betterave et de protéagineux ont été agrégés en un seul flux (cultures industrielles = 7 700 tMS, soit environ 9 100 tMB).

Production de fourrage :

La production de fourrage s'établit quant à elle à 1 800 tMS (soit 7,8 tMS/ha sur 2,1% de la SAU = 230 ha). La consommation locale de fourrage, calculée en fonction du cheptel (équins + bovins uniquement) recensé sur le territoire et des hypothèses de consommation journalière pour les équins et les bovins¹¹, s'établit entre 1 000 tMS (hypothèse basse) et 1 900 tMS (hypothèse haute). La production de fourrage couvre donc à peu près les besoins locaux, ce qui semble exclure à priori des échanges (imports ou exports) entre le territoire et l'extérieur.

- **Paille :**

- **Caractérisation du flux :**

L'hypothèse retenue pour la construction du métabolisme s'établit à 15 % d'humidité¹².

- **Calcul des flux :**

Pour les pailles d'oléagineux : méthode des ratios (SAU des communes/SAU des cantons) à partir des quantités calculées par l'étude agro-ressources du conseil régional. Production totale pailles d'oléagineux = 2 000 tMS (= 2 400 tMB). Tout est supposé retourner au sol.

Cependant, ces pailles ne sont pas récoltées et ne semblent pas constituer un enjeu pour le territoire. Aussi, à l'invitation du porteur de projet, il a été décidé de ne pas les faire figurer sur le métabolisme.

Pour les pailles de céréales : rendement **3,3 tonnes MB/ha**¹³, avec un taux d'exportation hors champ de 33 % de la production annuelle¹⁴. Le reliquat (66 %) retournant au sol.

La production totale s'établit donc à 17 200 tMS (= 21 000 tMB), dont 12 000 tMS retournent directement au sol et 5 200 tMS sont prélevées annuellement dont :

- 3000 tMS sont destinées à l'élevage.
- 2200 tMS sont exportées

¹¹ Hypothèses de calcul : entre 12 et 18 kg MS / jour / bovin et entre 1,2 et 2,5 kg MS / jour / cheval.

¹² Source : ADEME / ICTF, Résidus de cultures et pailles de céréales, 1998. Le taux d'humidité de la paille à la récolte est évalué entre 12 et 15 %.

¹³ Source : cartographie biomasse IDF 2007, d'après données Arvalis, Chambre d'Agriculture, Coopérative Ile-de-France Sud

¹⁴ Exportation 1 année sur 3 / entretien acteur et COPIL

Les quantités de paille consommées localement ont été estimées à partir des hypothèses suivantes :

→ **Pour les éleveurs (bovins + équins) céréaliers :**

- besoins des animaux supposés couverts par la paille produite sur l'exploitation ;
- consommations retenues pour la litière : 13,3 kg/j/cheval et 13 kg/j/bovin (d'après bibliographie et indications fournies par INRA¹⁵). Pour les ovins et caprins, la consommation a été évaluée à 1,5 kg/jour/tête.

Ces hypothèses nous permettent ainsi de calculer une consommation annuelle de 4 200 tMB (= 3 500 tMS) de paille sur le territoire. Or, nous savons par la collecte que deux éleveurs de chevaux se fournissent en paille à l'extérieur du territoire dans le cadre de contrats d'échange paille/fumier. La quantité de paille ainsi importée s'évalue à 500 tMS.

La différence, soit 3 000 tMS (= environ 3 600 tMB) constitue le flux de paille entre la boîte cultures et la boîte élevage.

Compte tenu de l'hypothèse faite pour la récolte, le reliquat entre paille consommée sur place et paille récoltée constitue un flux de 2 200 tMS. Aucune utilisation n'ayant été identifiée sur le territoire, ce flux est représenté en export.

• **Effluents d'élevage :**

○ **Caractérisation du flux :**

Les valeurs en matière sèche sont calculées à partir des hypothèses suivantes¹⁶ :

- Fumier : 50 % MS retenu pour le métabolisme ;
- Fientes séchées : entre 60 et 80 % MS → 70 % MS retenu pour le métabolisme ;
- Lisier : 97 % humidité (3 % MS sur produit brut) → 3 % MS retenu pour le métabolisme.

○ **Calcul des flux :**

Production théorique de fumier par tête calculée à partir des valeurs suivantes¹⁷ :

- Fumiers équins = 35 kgMB/jour/tête, soit 12,8 tMB/tête/an ;
- Bovins lait (100 % lisier) : 45 kgMB/jour/tête, soit 16,4 tMB/tête/an ;
- Bovins lait (stab. 100 % paillée) = 39 kgMB/jour/tête, soit 14,2 tMB/tête/an ;
- Ovins / caprins = 3,5 kgMB/jour/tête, soit 1,3 tMB/tête/an ;
- Volailles (poules pondeuses / fientes) = 0,14 kgMB/jour/tête, soit 0,05 tMB/tête/an.

Seuls les fumiers produits par les chevaux en boxes sont comptabilisés. Production limitée à 9 mois sur 12 pour tenir compte de la période estivale où les animaux restent au champ.

Pour les lisiers, hypothèse 1 m³ = 1 tMB (1<densité lisier<1,03 à 6 ou 7 % de MS).

¹⁵ 400 kg de paille/cheval/mois d'après indications fournies par K. Dhaouadi et S. Houot.

¹⁶ Source : AGRIDEA Lausanne (ex -SRVA).

¹⁷ Source : Ziegler & Heduit, Engrais de ferme : valeur fertilisante, gestion, environnement, Institut technique du porc, 1991. Rapport de K. Dhaouadi pour les cheptels.

Les calculs nous donnent ainsi une production de 8 300 tMB de fumiers équins (dont 7 900 tMB de fumier paillé et 380 tMB de fumier sur copeaux), 1500 tMB de fumier de bovins et 700 tMB de fumiers paillés d'ovins et caprins.

La collecte nous indique également la production de 4 000 tMB de lisier bovin (Grignon) et 370 tMB de fientes de volailles.

En dehors des deux contrats d'échange paille/fumiers recensés sur le territoire, qui destinent à l'exportation hors du territoire 1 460 tMB de fumier paillé de cheval, tous les effluents d'élevage sont supposés épandus localement.

- **PRO utilisés en agriculture (autre que composts de DV) :**

A partir de l'enquête de terrain conduite par K. Dhaouadi, nous avons cherché à extrapoler les pratiques de fertilisation sur le territoire de l'APPVPA. Nous avons suivi plusieurs méthodes différentes :

- par type de culture ;
- par type d'exploitation ;
- au prorata de la SAU etc.

Aucune de ces méthodes ne nous a permis de parvenir à des résultats satisfaisants et ces valeurs ont été contestées par les acteurs du territoire.

Aussi, à l'invitation du Comité de pilotage et sur les conseils de l'INRA, nous avons décidé de ne retenir que les flux clairement identifiés par la collecte.

Flux	Valeur tMB	Valeur tMS	Hypothèse
Déchets ménagers organiques (25 % du total OMR)	48 000	29 000	40 % humidité
Déchets verts (PC Thiverval + St Nom + Versailles)	60 000	30 000	50 % MS
Composts (Thiverval y compris Fertilys + St Nom)	28 000	14 000	50 % MS
Fertilys	13 000	6 500	50 % MS
Production agricole (céréales + fourrage + cult. indus.)	62 000	53 000	15 % humidité
Effluents élevage épandus (tout compris fumier / lisier / fientes)	15 000	4 900	Cf détail
• dont fumiers	10 500	4 500	50 % MS
• dont fientes séchées	400	280	70 % MS
• dont lisier	4 000	120	3 % MS

Tableau 3: correspondances tMB / tMS

Flux	Valeur tMS	Equiv. N (en kg)	Equiv. P ₂ O ₅ (en kg)	Equiv. K ₂ O (en kg)
Boues de STEP*	9 200	616 000	478 000	18 000
Déchets ménagers (25 % du total OMR)	29 000	725 000	232 000	319 000
Déchets verts (PC Thiverval + St Nom + Versailles)	30 000	330 000	-	-
Composts (Thiverval + St Nom+ Versailles / hors Fertilys)	9 300	84 000	37 000	-
Fertilys	6 500			
Production céréales	41 000	825 000	275 000	217 000
Cultures industrielles	10 200	217 000	72 000	71 000
Fourrage	1 800	35 000	11 000	50 000
Paille céréales (y compris import)	17 200	158 000	42 000	252 000
Effluents élevage épandus (tout compris fumier / lisier / fientes)*	2 500	75 000	36 000	95 000
• dont fumiers*	5 300	56 000	18 000	75 000
• dont fientes séchées*	280	13 000	15 000	10 000
• dont lisier*	120	6 400	3 200	9 600

Tableau 4 : Valeur agronomique des flux (N/P/K)

*Hors importation PRO sur lesquelles trop d'incertitudes demeurent

Sources pour N/P/K :

- Productions végétales :
 - Pour N : Chambre d'Agriculture Midi-Pyrénées « Bases agronomiques de la fertilisation azotée », 2003 ;
 - Pour P et K : COMIFER cité par UNIFA in « Rapport sur l'évolution de la fertilisation en France et bilans régionaux depuis 20 ans », 2009.
- Effluents d'élevage : IE – ITAVI – ITP, «Fertiliser avec les engrais de ferme», 2001, cité par Chambre Agriculture Midi-Pyrénées in « Bases agronomiques de la fertilisation azotée », 2003.
- Déchets verts : Jean-Luc Farinet et Seydou Niang, Développement durable et agriculture urbaine en Afrique francophone, enjeux, concepts et méthodes, CIRAD / CRDI, 2004.
- Composts de déchets verts : Source Agence de l'Eau, cité par UNIFA in « Rapport sur l'évolution de la fertilisation en France et bilans régionaux depuis 20 ans », 2009.
- Boues de STEP : Source Agence de l'Eau, cité par UNIFA in « Rapport sur l'évolution de la fertilisation en France et bilans régionaux depuis 20 ans », 2009.

6.2 Evaluation de la part des flux réels pris en compte

• Pour les effluents domestiques et les boues de STEP :

Sont connus avec précision :

- Les quantités d'effluents domestiques produits (valeur 21,17 kg/j/hab établie par K. Dhauouadi conforme à la moyenne nationale donnée par l'ADEME) ;
- Les quantités de boues produites sur le territoire (données publiques STEP / 80 % des flux).

Sont mal connus (valeurs reconstruites) :

- les quantités réelles de boues importées.

Ne sont pas connus :

- les effluents industriels qui font l'objet d'un raccordement au réseau public.

• Pour les déchets ménagers :

Sont connues avec précision :

- Les quantités de déchets collectées (source SIDOMPE) ;
- Les quantités traitées par l'incinérateur de Thiverval-Grignon (SIDOMPE).

Ne sont pas connus :

- Les quantités de biodéchets compostées par les particuliers (Plaisir).

• **Pour les déchets verts :**

Sont connues avec une relative précision :

- Les quantités de DV entrant sur les plateformes de compostage (Source K. Dhaouadi) ;
- Les quantités de DV produites par les particuliers (d’après ORDIF) ;
- Les quantités collectées en déchèterie (d’après ORDIF).
-

Sont mal connus (valeurs reconstruites) :

- Les quantités produites par les collectivités ;
- Les quantités issues de l’entretien des golfs.

Ne sont pas connus :

- Les quantités issues de l’entretien des zones d’activité.

• **Effluents d’élevage et productions végétales :**

Les données sur les surfaces et les cheptels sont incertaines compte tenu du secret statistique qui s’impose sur les données RGA pour certaines communes du territoire.

Le taux de couverture des flux réels par le métabolisme est toutefois estimé > 60 %.

6.3 Synthèse sur les données

Tableau 5 : Evaluation des flux – tableau synthétique

Nature du flux	Taux complétude	Fiabilité de la donnée	Importance du flux
Effluents urbains et boues de STEP	Très bon	Très bon	Moyen
Déchets ménagers	Très bon	Très bon	Elevé
Déchets verts	Très bon	Très bon	Elevé
Composts	Très bon	Bon	Moyen
Effluents d’élevage	Très bon	Bon	Faible
Productions végétales	Bon	Bon	Très élevé
Paille	Bon	Bon	Moyen

Echelle de valeur pour la fiabilité des données :

- Très bon : > 80 % ;
- Bon : entre 60 et 80 % ;
- Moyen : entre 40 et 60 %
- Faible : inférieur à 40 %.

Echelle de valeur pour l’importance du flux :

- Très élevé : > 30 % total métabolisme ;
- Elevé : entre 15 et 30 % ;
- Moyen : entre 5 et 15 %
- Faible : inférieur à 5 %.

7 Premiers éléments remarquables sur le métabolisme

- **Pour les boues de STEP :**

- **Bouclages / valorisation matière / substitutions en place :**

6 800 tMS de boues de STEP sont incinérées, dont 1 500 générées directement par le territoire (soit presque 40 % des boues produites)

Environ 8 200 tMS de boues utilisées en agriculture, dont 7 000 tMS (= 85 %) sont importées (sous réserve hypothèse consommation PRO en agriculture validées)

- **Pistes d'optimisation :**

Des optimisations peuvent être recherchées, notamment à travers la transformation des boues brutes en produits organiques plus facilement utilisables en agriculture péri-urbaine (production de granulés ?).

Cette transformation permettrait en effet :

- de limiter les nuisances aux riverains (odeurs / transport sur route) ;
- de limiter les coûts de manutention et de transport.

Bilan énergétique / pertes au niveau de l'UIOM + valeur ajoutée agronomique à valider.

Le bilan énergétique pourrait être abaissé si la transformation des boues était couplée :

- à l'incinérateur (bouclage flux chaleur / 7 700 tep = 89 GWh = pertes chaleur) ;
- à un méthaniseur (utilisation énergie produite / CH₄).

N.B. : Le séchage à partir de la chaleur produite par l'incinérateur semble avoir été étudié par le passé, avant d'être repoussée faute d'accord entre les acteurs → voir si les difficultés soulevées alors pourraient être levées ?

- **Déchets ménagers :**

- **Bouclages / valorisation matière / substitutions en place :**

29 000 tMS de déchets ménagers (fraction organique) sont incinérées chaque année avec rendement énergétique assez faible .

- **Pistes d'optimisation :**

Actuellement, rendement énergétique assez faible (pertes chaleur équivalentes à la production d'électricité vendue sur le réseau) → des optimisations peuvent être recherchées :

- pour la collecte (collecte sélective ?) ;
- pour la valorisation : compostage chez les particuliers ? Unité de méthanisation ?

Bilan énergétique / économique à valider / production énergétique de l'UIOM (pertes exploitation / rendement énergétique).

- **Déchets verts :**

La filière est bien en place avec 30 000 tMS de DV traités (y compris Versailles) et 15 800 tMS (y compris Versailles) de co-produits bien valorisés (6 500 tMS de Fertily = 46 % du total des composts de DV produits).

Une grande partie des composts (6 600 tMS = 47 %) est exportée, dont la majorité (5 000 tMS = 75 %) sous la forme de Fertily.

- **Paille et biomasse agricole :**

- **Bouclages / valorisation matière / substitutions en place :**

Les pailles de céréales semblent aujourd'hui toutes affectées à un usage particulier :

- soit agronomique (retour au sol direct ou par l'intermédiaire des fumiers paillés) ;
- soit au niveau des élevages (litières pour chevaux).

Par ailleurs, 51 000 tMS de biomasse végétale dont 41 000 tMS de céréales (comprenant de 70 à 85 % d'amidon et de 2 à 4 % de cellulose dans les grains) sont produites sur le territoire → orientée vers les filières alimentaires.

Les céréales sont supposées stockées dans les silos du territoire → génèrent environ 200 tMS (0,05 % de la masse stockée) de freintes (ou d'issues de silos).

- **Pistes d'optimisation :**

Une étude conduite par l'INRA (K. Dhaouadi) vise à mieux cerner les optimisations possibles au niveau des coproduits issus de l'élevage (valeur agronomique des fumiers en fonction du type de litière).

Le compostage du fumier avant utilisation en agriculture pourrait également être étudié (plus grande stabilité de la M.O. / Se référer à l'étude de K. Dhaouadi / cinétique de minéralisation du carbone des différents PRO étudiés sur le territoire APPVPA).

La valorisation énergétique des pailles inexploitées en agriculture peut être envisagée : production de chaleur, d'électricité, de biocarburants (voie biologique ou thermo-chimique).

La production de cultures énergétiques dédiées peut se développer (sous réserve de maîtriser la concurrence avec les cultures alimentaires).

Les résidus de cultures (notamment les pailles d'oléagineux qui ne sont pas récoltées) peuvent également faire l'objet d'une valorisation énergétique (cf étude sur la quantification des agro-ressources / IDF).

Dans un cadre plus large que celui de l'étude, voir si la valorisation des issues de silos est possible au niveau régional (cf étude agro-ressources).

Autres pistes exploitables :

- valorisation énergétique des fumiers : méthanisation, combustion ;
- développement d'une filière biomatériaux à partir de biomasse d'origine agricole (paille, chanvre, lin etc.) ;
- pâte à papier / chimie verte à partir de la paille ou de productions végétales dédiées (amidon, huiles végétales etc.)

N.B. : Attention aux compensations à mettre en œuvre si certains flux devaient être réaffectés (équilibre des sols notamment dans l'hypothèse d'une valorisation énergétique de certains flux de MO : boues, fumiers, résidus de cultures etc.)

Contacts :



Association Patrimoniale de
la Plaine de Versailles et du Plateau des Alluets

37, rue Andrée Lebourblanc
78590 Noisy le Roi
Tel : 01 30 80 08 30
animationplainedeversailles@yahoo.fr
<http://www.plainedeversailles.fr/>



183, avenue du Général Leclerc,
78220 Viroflay
Tel : 01 39 24 85 48
contact@sicaversaillesidf.fr
www.sicaversaillesidf.fr



6 av St Germier
31600 Muret
Tel / Fax : 33 (0)5 62 23 28 84
www.systemes-durables.com