



Premiers enseignements de l'expérience de l'opération de méthanisation du SIVOM de la Vallée de l'Yerres et des Sénarts



POLDEN

Expertises, Études et Recherche



ADAMAS

AVOCATS ASSOCIES

TRIVALOR

Energies, Déchets
et Management
Environnemental

16 novembre 2006

Objectifs et méthode

■ Objectifs

- **Réaliser un diagnostic technique, économique et organisationnel de l'ensemble de l'unité de méthanisation permettant :**
 - ✓ d'identifier les points de vigilance inhérents de son montage à sa mise en œuvre,
 - ✓ d'établir des recommandations d'ordres techniques et de gestion de projet, afin de minimiser les risques éventuellement pris par la collectivité pour l'installation de telle unité

■ Méthode

- **Bureaux d'étude : POLDEN/INSAVALOR (mandataire), TRIVALOR, ADAMAS**
- **Comité de Pilotage : ADEME (Angers, IDF) + SIVOM**
- **Entretiens avec AMO (BETURE GIRUS, SPC), exploitant et constructeur**
- **Recueil et analyse des documents fournis par le SIVOM**
 - ✓ Marché constructeur Steinmuller Rompf
 - ✓ Marché exploitant GENERIS
 - ✓ DSP Valorga/URBASER
 - ✓ rapports d'exploitations GENERIS
 - ✓ Analyses menées par le SIVOM
- **Prélèvements et analyses**

Difficultés de la démarche

- Une unité en fonctionnement non stabilisée
 - Équipements non optimisés, digesteurs en cours de débouchage

- Une unité en cours de modification
 - Des travaux complémentaires entrepris pour atteindre les performances prévues et un régime de croisière

- Un contexte particulier :
 - La mission a débuté alors que le maître d'ouvrage était en phase de consultation pour un nouvel exploitant dans le cadre d'une délégation de service public
 - ✓ Résiliation du contrat d'exploitation
 - ✓ Après appel d'offres, l'unité est confiée sous forme d'une délégation de service public à URBASYS (groupement Urbaser Valorga) à partir de novembre 2005

Rappel : Historique de l'opération

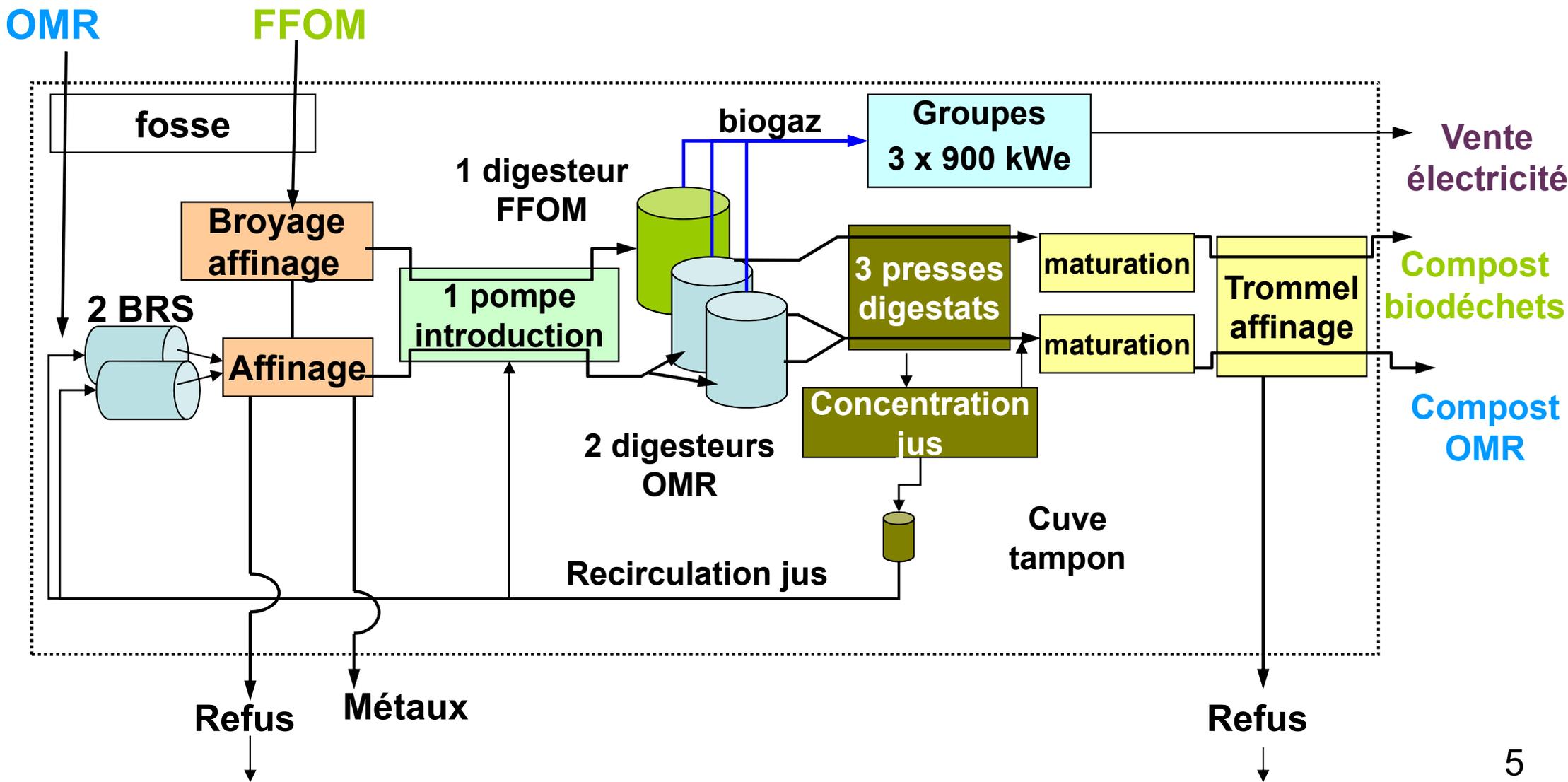
Mise en place du projet

- 1990 → Réalisation d'une **unité de tri + compostage par bioréacteurs** (2 BRS)
- août 1997 → Etude de vérification de l'adéquation de l'installation
- déc. 1998 → Marché négocié assistance à M. Ouvrage et M. Œuvre pour la réhabilitation de l'installation : Béture Environnement / Girus retenus
- déc. 1999 → **Offre retenue** du groupement Steinmüller Rompf – Quille / process Valorga (marché sur performances)
- nov. 2000 → Enquête publique // Signature contrat terres vives
- mars 2001 → Obtention permis de construire
- avril 2001 → **Démarrage du chantier de l'unité de méthanisation**
→ Généris/REP, exploitant retenu après AO sur performances
- juil. 2002 → **Cessations de paiements Steinmüller Rompf**
- sept. 2002 → **Constat de la défaillance de Steinmüller Rompf aux 3/4 du chantier.**
SIVOM = Maître d'Ouvrage et Maître d'œuvre, responsable de finaliser l'unité

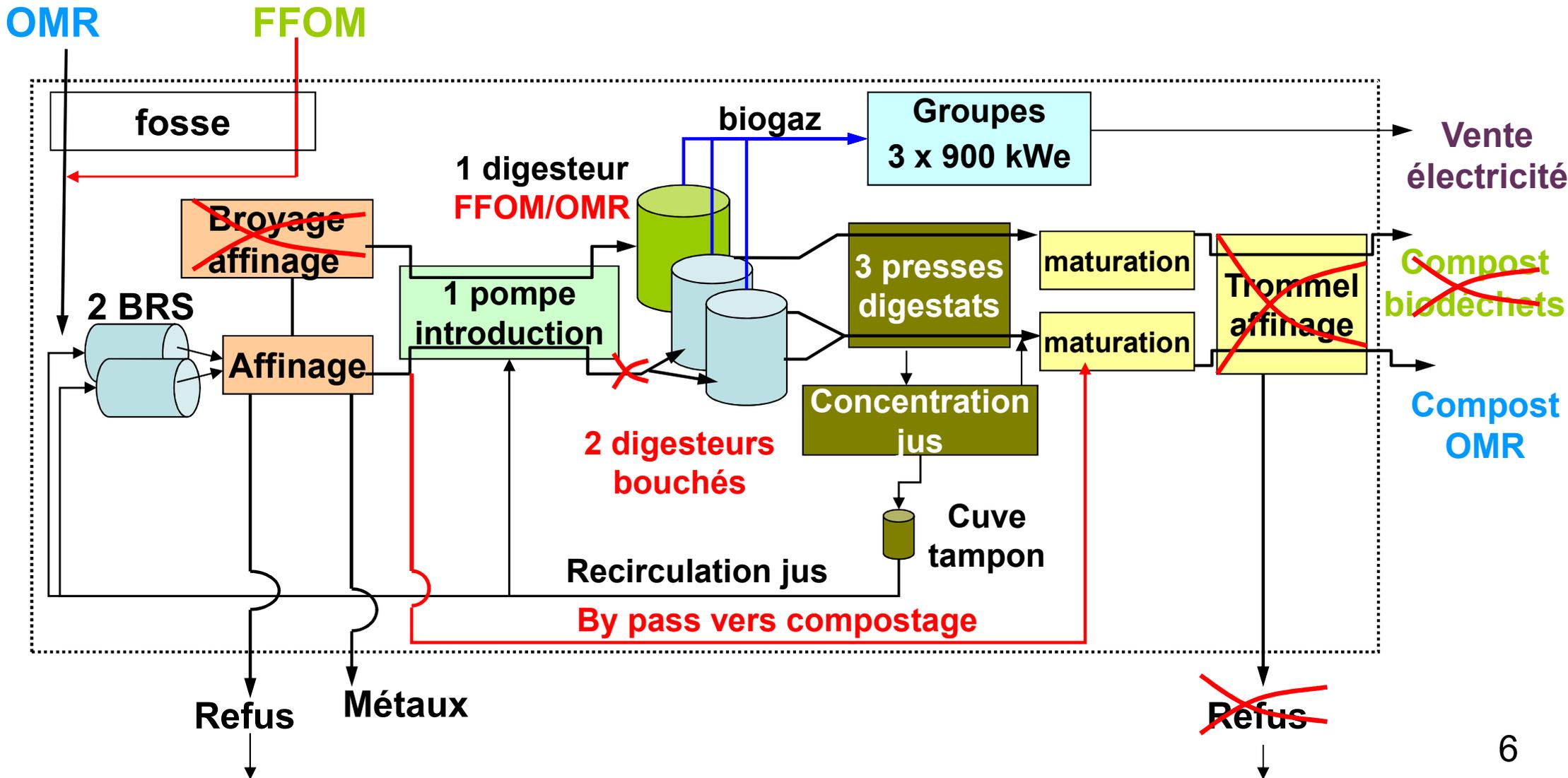
Fonctionnement dégradé

- Mai 2003 → Fin de réception de travaux (Marché Quille et 57 marchés de sous-traitance)
- Juil. 2003 → **Constat d'aménagements complémentaires et travaux d'optimisation**
→ Programme d'actions pour atteinte des performances (SIVOM, Girus, Béture Environnement, SP Conseil, Généris et Valorga International)
- Déc. 2003 → Avenant Généris
- 2005 → Résiliation du marché d'exploitation -> Lancement d'une nouvelle DSP

Prévisionnel : synoptique de fonctionnement prévisionnel de l'unité de méthanisation

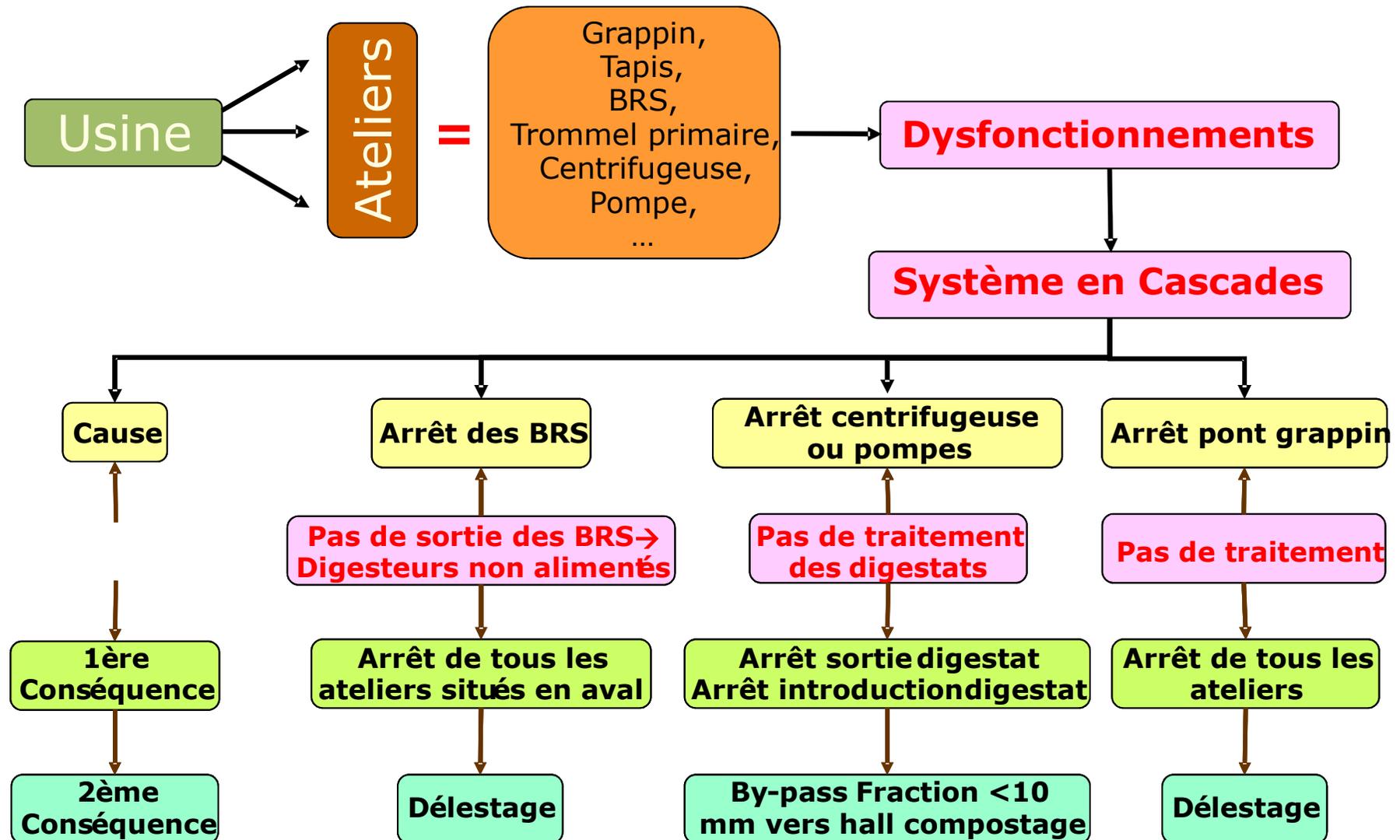


Situation 2004 : synoptique de fonctionnement de l'unité de méthanisation pris en compte dans le programme de la DSP



incinération avec valorisation énergétique ou centre de stockage avec valorisation du biogaz

Incidences des arrêts et dysfonctionnements vus au travers de 3 exemples



Diagnostics par flux et enseignements

Collectes séparatives amont

■ Constats

- **Performances des collectes amonts en place**
 - ✓ Verre : collecte insuffisante (15kg/hab/an)
 - ✓ Autres emballages et journaux : 29 kg/hab/an, comparable avec celles constatées en Ile de France pour des Syndicats avec 20 à 30% d'habitat vertical
- **L'association des BRS et de la forte présence de verre**
 - ✓ les cylindres de pré fermentation favorisent la casse du verre,
 - ✓ avec la présence importante de verre dans le flux d'ordures résiduelles le dispositif favorise les inertes fins
- **La ligne de tri a été modifiée afin de produire avant digesteurs une qualité de matière la plus proche de la norme NFU 44051 avril 2006 (sur les paramètres impuretés)**

■ Enseignements

- **Le tri mécanique permet d'atteindre un niveau d'impureté compatible avec la norme NFU 44051 avril 2006 malgré une collecte du verre moyenne**
- **Améliorer les collectes de verre permettrait cependant de réduire l'usure des appareils de tri (enseignement qui reste à valider)**
- **Quelle que soit la collecte du verre il faut être vigilant sur le tri-mécanique**

Diagnostics par flux et enseignements

Les ordures ménagères résiduelles

■ Constats

➤ La composition des ordures ménagères avant et après tri

- ✓ Dans les OM, % en poids brut de Matière Organique biodégradable, : 41% (sept.03 analyses CEMAGREF) ; 47 % (sept 05 analyses POLDEN) -> *Données à fiabiliser*

➤ La nécessité d'un tri poussé des ordures ménagères avant méthanisation?

- ✓ Affiner après digestion au niveau requis par la norme 44051 avril 2006 semble impossible
- ✓ L'affinage avant méthanisation doit permettre d'approcher les exigences de la norme amendement sur les impuretés (verre métaux et plastiques)

➤ La définition des performances

- ✓ Les performances du constructeur étaient définies pour une composition après tri et sans plage de variation, ce qui est juridiquement très fragile

Diagnostics par flux et enseignements

Les ordures ménagères résiduelles

■ Enseignements

➤ Intérêt du BRS

- ✓ Le BRS semble bien jouer son rôle de fragmentation de la matière organique facilitant son tri mécanique ultérieur et ce pour une perte modeste de matière organique (estimation SIVOM: 10 à 15% -> *données à fiabiliser*)

➤ Impact du tri amont sur le reste de l'installation

- ✓ L'affinage poussée avant méthanisation permet de gérer un produit plus propre mais aussi plus fin et plus riche en matières organiques
- ✓ La conception et le réglage des équipements de déshydratation aval doit être prévue (ou modifiée) en conséquence
- ✓ Le temps de séjour dans le digesteur doit être adapté à cette matière plus fermentescible (réduction par rapport à un fonctionnement sur ordures moins bien triées)
- ✓ L'affinage réduit aussi les éléments ligneux nécessaire au compostage : il est nécessaire de restructurer le digestat par un apport de fraction grossière de broyat de déchets verts

➤ Pour une meilleure définition des performances :

- ✓ La réalisation de caractérisations des ordures ménagères adaptées au projet avant de lancer la consultation des constructeurs permet de mieux définir le projet.
- ✓ La caractérisation est à définir en fonction des éléments utiles pour la méthanisation et la valorisation du compost tout en tenant en compte les variations saisonnières

Diagnostics par flux et enseignements

Les biodéchets

■ Constats

➤ Remarque préalable

- ✓ Du fait des dysfonctionnements rencontrés, le traitement distinct des flux biodéchets n'a pas pu être mis en œuvre celui-ci interviendra à l'issue de la première phase de la DSP (Juillet 2007)

➤ Qualité et composition des biodéchets

- ✓ Les biodéchets collectés auprès des ménages contiennent une forte proportion de branchages.
- ✓ Teneur en impuretés (au sens de la norme NF U 44051-avril 2006) de 13%, (au-delà de 20% pour la DSP branchage compris).

➤ Un gisement qui reste à conforter

- ✓ La mise en place de la collecte de biodéchets en habitat vertical (30% de la population) a été écartée en raison d'une trop mauvaise qualité
- ✓ L'apport de déchets du MIN de Rungis n'a pas eu lieu (déchets humides et odorants)

Diagnostiques par flux et enseignements

Les biodéchets

■ Enseignements

- **Adapter la chaîne de préparation à la qualité des biodéchets**
 - ✓ Privilégier un broyeur qui accepte les branchages sans pulvériser les refus
- **Intégrer dans la conception et l'exploitation la variabilité mensuelle des tonnages**
 - ✓ Les quantités mensuelles de biodéchets varient dans un rapport d'au moins de 1 à 2
 - ✓ L'humidité est aussi très variable (voir bilan hydrique)
- **Biodéchets des activités : bien valider la fiabilité d'approvisionnement des gisements de biodéchets issus des activités**

Diagnostics par flux et enseignements

Les refus (sur flux OMR et biodéchets)

■ Constats

- **le taux de refus totaux à prévoir est d'environ 45 - 50% du tonnage entrant**
- **Ce taux important est consécutif du choix de privilégier la qualité du compost**
- **Coûts d'élimination non négligeables (estimation 40% du coût d'exploitation)**

■ Enseignements

- **Bien valider la pérennité des exutoires pour les refus (CSDU ou incinération)**
- **Assurer l'écoulement d'un compost de qualité**

Diagnostics par flux et enseignements

Le compost

■ Constats

- **La performance du dispositif d'affinage du compost n'a pu être validé l'usine étant en fonctionnement dégradé**
 - ✓ lors des essais de réception : le dispositif produisait une matière conforme au projet de norme
 - ✓ Lors des essais POLDEN : ce n'était plus le cas, vraisemblablement à cause d'un mauvais état du matériel d'affinage (toiles percées)
 - ✓ L'opérateur de la DSP : prévoit le respect de la norme mais prévoit un affinage complémentaire, par mesure de sécurité
- **Le taux de matière organique du digestat est faible**
 - ✓ le digestat de la ligne OMR a un taux de MO parfois < à 20% sur brut (NF44051), d'où nécessité d'ajouter de la matières végétales au niveau du compostage
- **Le taux de compost prévisionnel est d'environ 26% à 35% du tonnage entrant (OMR + biodéchets, déchets verts non recirculés, tonnage non fiabilisé)**

■ Enseignements

- **Pour être écoulé sous la NF 44 051 le digestat nécessite**
 - ✓ Une étape de séchage pour atteindre 20% de MO sur produit brut
 - ✓ Une étape complémentaire de compostage qui implique l'ajout de broyat de déchets verts pour augmenter sa porosité et son taux de matières organiques
- **La synergie avec les déchets verts est importante car ceux-ci constituent une réserve de structurants utile pour le compostage des OMR comme pour celui des biodéchets**

Diagnostics par flux et enseignements

L'énergie / biogaz

■ Constat

- **Avec l'affinage poussé avant méthanisation, la matière entrante est plus riche en MO et la production de biogaz sur le flux entrant dans les digesteurs est plus élevée :**

- ✓ Constaté lors des essais de réception (avant affinage poussé) : 170 Nm³/t méthanisée
- ✓ Prévus dans le nouveau contrat de DSP : 190 Nm³/t digérée pour le flux OMR
128 Nm³/t digérée pour les biodéchets
soit une moyenne de 178 Nm³/t digérée

- **Les consommations électriques se sont révélées plus importantes que celles prévues :**

- ✓ Environ 70 à 90 kWhe/tonne traitée mesurée contre 50 kWhe / tonne traitée prévue

Contraintes prises dans la DSP:

- Déshumidification du biogaz
- Epuration H₂S du biogaz

■ Enseignements

- **L'épuration du biogaz n'est pas à négliger.**
- **Par rapport au compostage, la méthanisation reste productrice nette d'énergie**

Analyse organisationnelle, enseignements contractuels

- **Limite des contrats portant sur des performances, avec uniquement des objectifs de résultats et une solide garantie financière, mais sans moyens imposés**
 - **BABCOK : La taille du groupe ne laissait pas supposer de défaillance**
 - **L 'appel d 'offre était orienté sur des performances, laissant au concepteur le choix des moyens de les atteindre**

- **Nécessité de lier conception et construction dans le même contrat**

- **Nécessité d'associer le mieux possible exploitant et constructeur, idéalement en regroupant la conception, la construction et l 'exploitation dans une même convention**

- **Deux solutions pour associer au mieux constructeur et exploitant**
 - **Une vigilance lors des phases de réception / mise en service au cours desquelles l'unité « change de mains »**
 - **Un contrat qui porte directement sur la conception, la construction et l 'exploitation**
 - ✓ Dialogue compétitif portant sur la construction et l'exploitation ; Partenariat public privé ; Délégation de service public ; Bail emphytéotique avec convention d'exploitation

Analyse organisationnelle, enseignements contractuels

■ Les clauses essentielles lorsque l'exploitant est distinct du concepteur/constructeur

➤ Formulation des garanties,

- ✓ En fonction des déchets
- ✓ En fonction de la réglementation

➤ Vérification des garanties

➤ Formation du personnel

➤ Transmission des documents nécessaires

➤ Procédure de mise en service industrielle et de réception avec un montage qui permet :

- ✓ De se donner le temps de valider les performances
- ✓ De laisser le constructeur régler son process
- ✓ De mettre à profit ces étapes pour former le personnel

CONCLUSIONS :

Points de vigilance lors de la **conception** d'une unité de méthanisation

- **Les différents ateliers d'une unité de méthanisation sont interdépendants**
 - **Privilégier les montages concepteur/constructeur, même si les équipements périphériques du digesteur (chaîne de préparation amont, déshydratation en aval) semblent classiques et bien connus des concepteurs,**
- **Bien prendre en compte les variations saisonnières de qualité et quantité de déchets pour dimensionner l'ensemble des équipements :**
 - **Biodéchets : variations de tonnages mensuel de 1 à 2**
 - **Humidité des biodéchets ou OMR : variable en hiver et été avec conséquences sur le bilan hydrique**
- **Même si l'objectif d'obtenir un bilan hydrique nul semble possible, disposer d'une filière pour les jus de pressage apporte plus de souplesse dans l'exploitation :**
 - **Station d'épuration**
 - **Épandage des jus de pressat**
- **Affinage et prétraitement**
 - **OMR : affiner avant le digesteur est nécessaire si on veut pouvoir composter efficacement après**
 - **Biodéchets : contiennent beaucoup de branchages et des impuretés : prévoir un broyeur adapté**

CONCLUSIONS :

Points de vigilance lors de la conduite de l'unité

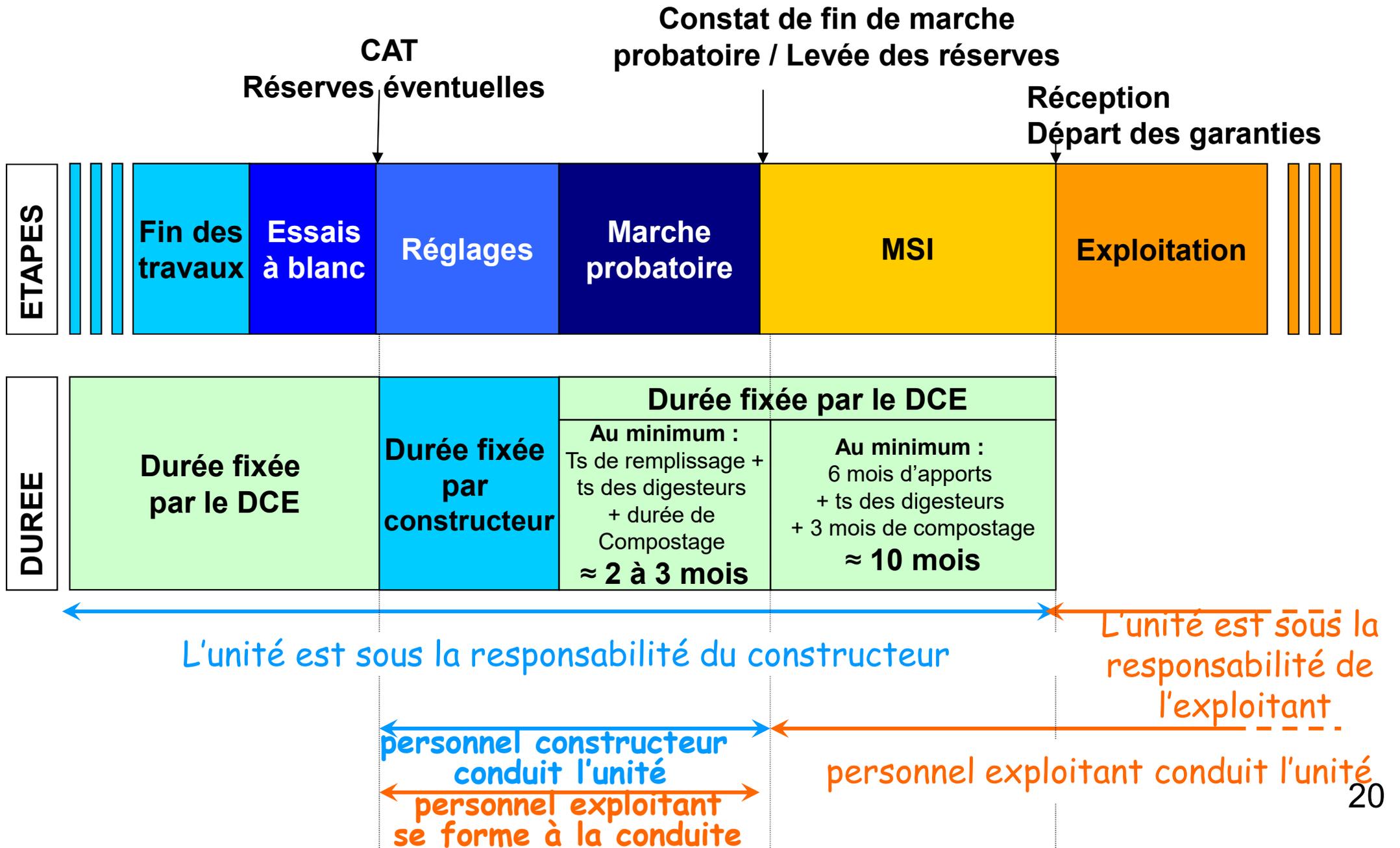
■ Constat issu de l'analyse des causes de dysfonctionnement

- **Le non respect d'une plage de taux de matières sèches à l'entrée du digesteur peut entraîner une sédimentation dans le digesteur**
- **Un défaut d'entretien ou de pilotage peut être à l'origine de plusieurs pannes sur des équipements placés en aval ou en amont des digesteurs, avec des conséquences graves sur ceux-ci, notamment leur bouchage**

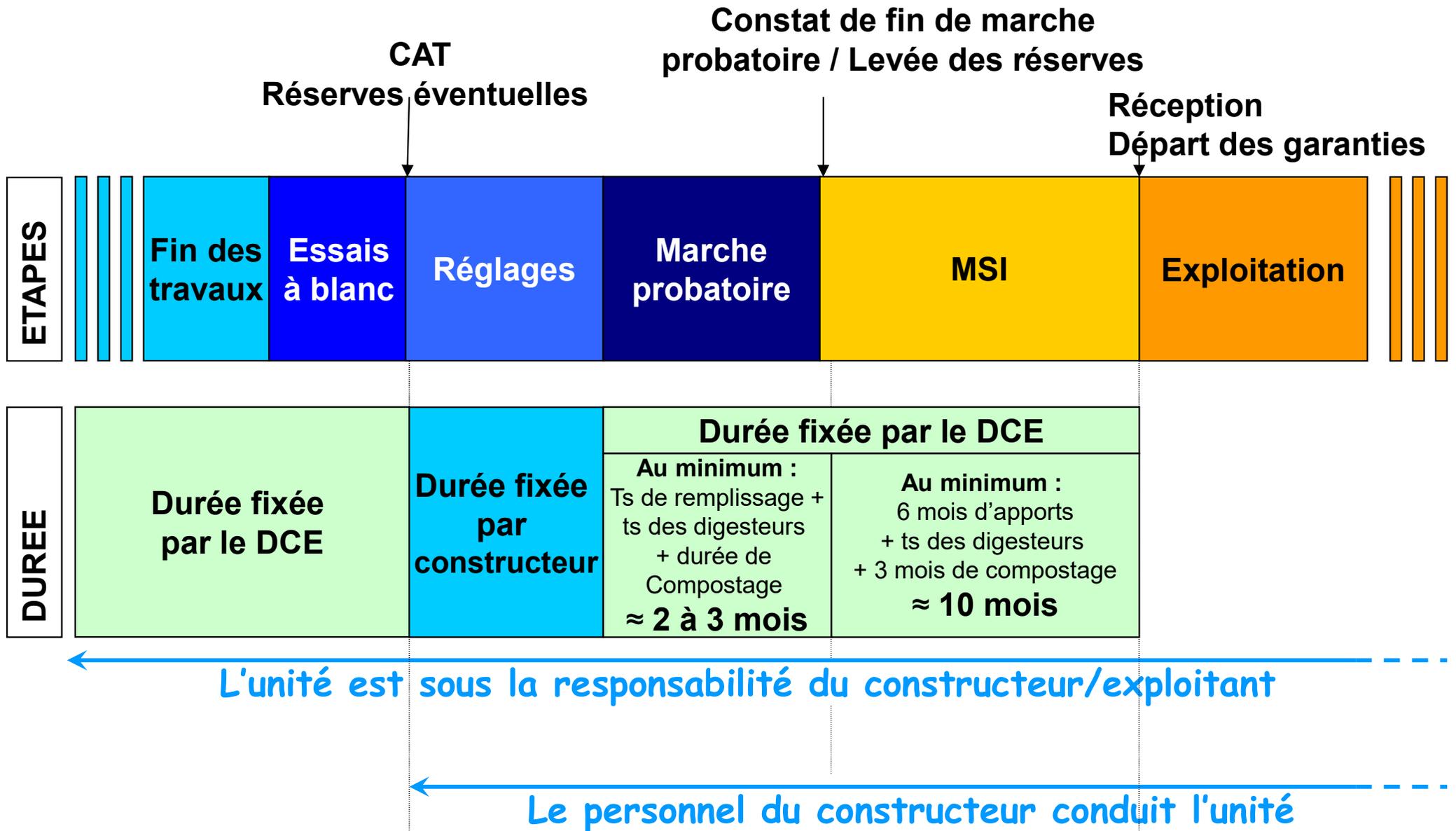
■ Enseignements

- **Respecter les consignes d'exploitation et notamment du taux de matière sèche, du temps de séjour**
- **La maintenance préventive est indispensable ce qui passe par :**
 - ✓ Nécessité de personnel formé
 - ✓ Nécessité de disposer d'un stock de pièces de première urgence suffisant (selon process)
 - ✓ Nécessité de disposer de rupture de charge pour faciliter les interventions
 - ✓ Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur

Articulation des étapes de réception et mise en service dans un montage avec un *contrat de construction et un contrat d'exploitation*



Articulation des étapes de réception et mise en service dans un montage avec un ***contrat unique construction/exploitation***





Premiers enseignements de l'expérience de l'opération de méthanisation du SIVOM de la Vallée de l'Yerres et des Sénarts



POLDEN

Expertises, Études et Recherche



ADAMAS

AVOCATS ASSOCIES

TRIVALOR

Energies, Déchets
et Management
Environnemental

16 novembre 2006