

# «Polluants émergents dans les déchets : analyse et prospective »

Période de l'étude : Janvier 2011 - Mars 2012

## Journées de restitution RECORD

27/09/12 – Paris

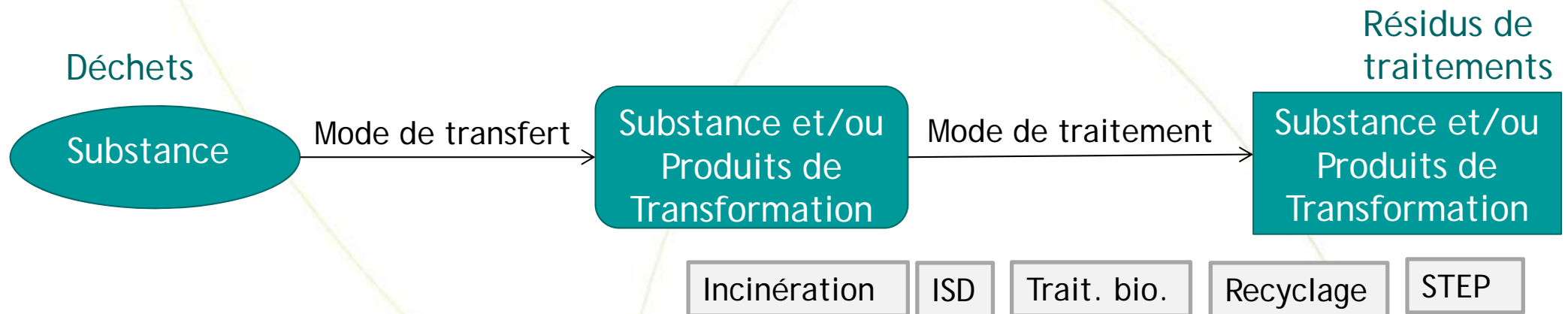


## CONTEXTE DE L'ÉTUDE

- **Contexte**
  - ✓ Evolution des modes de production et de consommation ⇒ nouvelles substances dans les produits en fin de vie et donc dans les déchets
  - ✓ Programmes de surveillance axés sur des substances réglementées (caractéristiques de persistance, bioaccumulation et/ou toxicité).
- **Substance émergente** : *Substance détectée dans l'environnement, pas encore incluse dans les programmes de suivi et dont le comportement, le devenir et les effets (éco)toxicologiques ne sont pas bien compris.*
- **Notion de polluant** ⇒ **Importance du milieu visé**
- **Cas particulier des déchets**
  - ✓ risques sanitaires et environnementaux : pour les travailleurs du déchet ou rejet dans l'environnement
  - ✓ risques pour les procédés de traitement eux-mêmes : inhibition ou interférence

## OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

- **Objectifs** : étude approfondie sur les nouvelles substances pouvant se retrouver dans les déchets, aux diverses étapes de leur traitement ou de leur valorisation.
  - ✓ Impact de la présence de ces substances au sein du cycle de gestion des déchets
  - ✓ Risques pour l'environnement.



- Généralités sur la substance
- Type de déchets ?
- Rejet diffus ou collecte spécifique ?
- Risques associés au transfert ?
- Efficacité des traitements classiques ?
- Traitement spécifique ?
- Risques pour les systèmes de traitement ?
- Risques pour les travailleurs du déchet ? <sup>3</sup>

### Contenu de l'étude

- ✓ **Partie A** : revue bibliographique pour une liste pré établie de substances.
- ✓ **Partie B** : analyse prospective visant des substances peu ou pas documentées, mais susceptibles de se retrouver dans les déchets à une échelle de 5 à 15 ans.

## PHASE A : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE – MÉTHODE

- Substances traitées dans le cadre de cette phase bibliographique

Catégorie	Sous-catégorie
Nanomatériaux manufacturés	-
OGM	-
Micropolluants émergents	Résidus pharmaceutiques *
	Pesticides *
	Autres : additifs pour le plastique, surfactants, produits de soins corporels, antiseptiques, retardateurs de flamme ...

*\* substance pour laquelle les déchets en contenant font l'objet d'une filière de collecte spécifique.*

### ■ Nanomatériaux

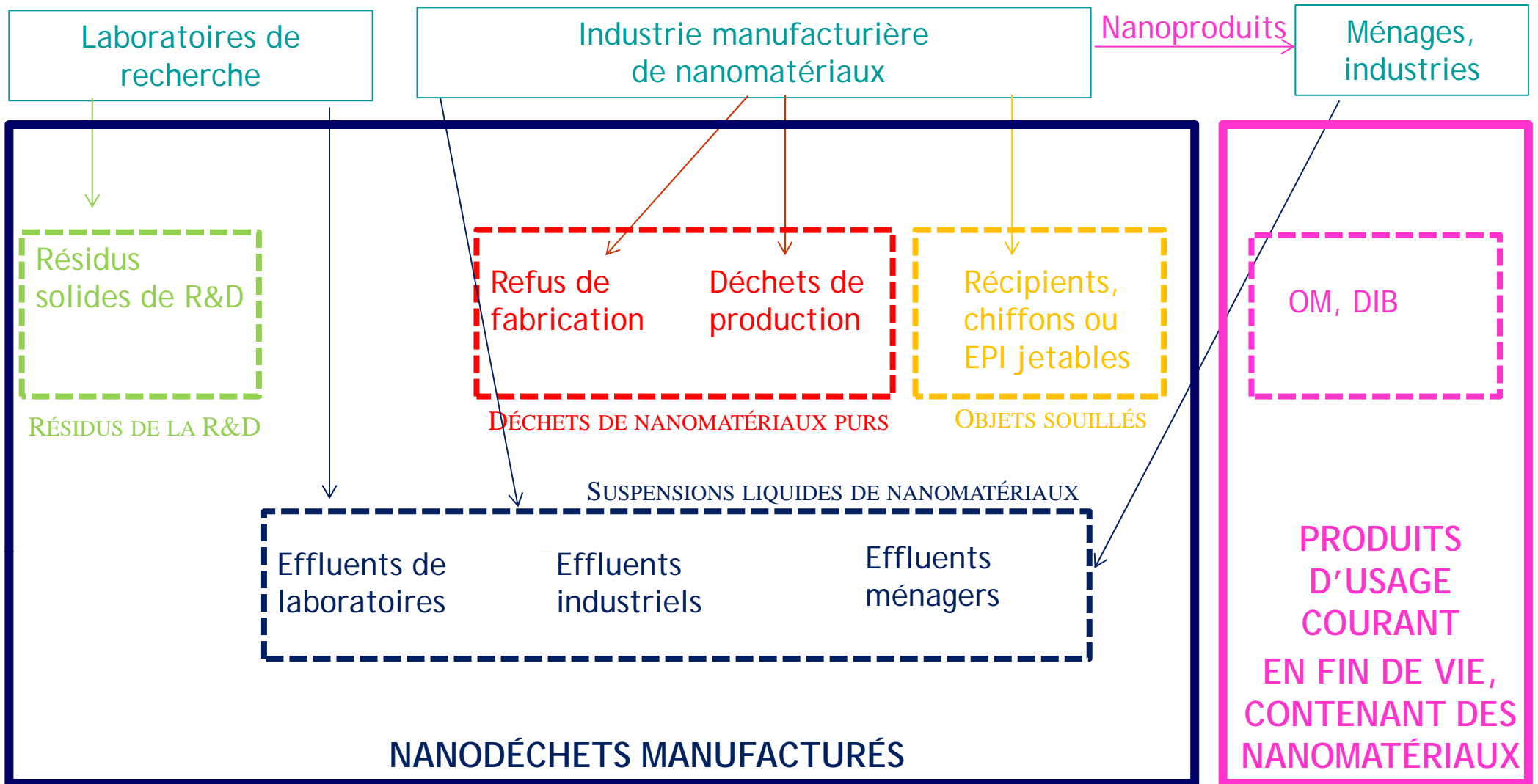
- ✓ Définition (UE, 18/10/11) : « *matériau naturel, formé accidentellement ou manufacturé, contenant des particules libres, sous forme d'agrégat ou sous forme d'agglomérat, dont au moins 50 %, dans la répartition numérique par taille, présentent une ou plusieurs dimensions externes comprises entre 1 et 100 nm* ».
- ✓ Principales NP fabriquées en France : TiO<sub>2</sub>, nanoparticules d'argent et de silice, NTC.

### ■ Nanodéchet

- ✓ Pas de définition officielle. Proposition de définition : tout nanomatériau collectable en fin de vie (Sardinia 2011, Session Nanowaste issue)
- ✓ Différentes classifications possibles :
  - Par composition chimique ou propriétés physico-chimiques du matériau
  - Par risque (dangerosité et voies d'exposition possibles) : problème du manque de connaissances
  - Par origine dans le déchet, localisation des NP dans le déchet et propriétés visibles ou attendues du nanodéchet

# PHASE A : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE – FOCUS SUR LES NANOMATÉRIAUX

## ■ Sources de nanodéchets



### ■ Modes de transfert

- ✓ Pas de collecte spécifique, absence de marquage des produits ⇒ rejets diffus et non identifiés, en mélange dans les filières traditionnelles de collecte et de traitement

DÉCRET DU 19/02/2012 : MISE EN PLACE D'UN DISPOSITIF DE DÉCLARATION OBLIGATOIRE DES QUANTITÉS ET DES USAGES DES SUBSTANCES NANOPARTICULAIRES OU DES NANOMATÉRIAUX PRODUITS, IMPORTÉS OU DISTRIBUÉS EN FRANCE (Applicable à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2013)

- ✓ Manque de connaissances sur les risques associés
- ✓ Principe de précaution recommandé
  - Fabricants : guides pour l'utilisation sécurisée de leurs produits en fin de vie
  - Groupes d'experts (INRS, Nanosafe, Ordimpip...) : Entreposage en réservoirs étanches et sacs anti-statiques, de manière isolée et avec traçage
- ✓ Protection individuelle (EPI) lors de la manutention/entreposage :
  - Absence d'étude sur le risque explosif des NP
  - Protection cutanée : efficacité reconnue des gants pour stopper les nanoaérosols mais non évaluée pour les NP en suspension dans un liquide
  - Protection respiratoire : efficacité reconnue des filtres HEPA pour les NP

## PHASE A : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE – FOCUS SUR NANOMATÉRIAUX

- **Modes de traitement** : absence de méthode et de préconisations pour le traitement, manque de connaissances sur l'efficacité des traitements et les risques associés
- **Comportement dans les filières de traitement traditionnelles**
  - ✓ **Recyclage** :
    - rentabilité économique pour certaines NP uniquement (Nano-Au)
    - aucune étude identifiée relative à l'impact des NP sur les procédés de recyclage matière et la qualité des matériaux recyclés
  - ✓ **Incinération** : tests de combustion nécessaires afin d'évaluer si les NP restent sous forme nanoparticulaire (exutoire = fumées) ou s'agglomèrent par frittage avec d'autres particules (exutoire = mâchefers)
  - ✓ **Stockage en ISD** : question du potentiel d'agrégation dans les lixiviats et de leur diffusion à travers les membranes de fond + toxicité pour la biodégradation ?
  - ✓ **Traitement en STEP** :
    - traitement par filtration ou coagulation/floculation : essais industriels requis
    - interférences avec le procédé de traitement des eaux : résultats contradictoires



## PHASE A : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE – FOCUS SUR NANOMATÉRIAUX

- **Quantification des flux de nanodéchets**
  - ✓ Modélisation stochastique : estimation des paramètres d'entrée du modèle (volumes de production, émissions et devenir dans l'environnement) à partir d'hypothèses, d'extrapolations ou de facteurs de sécurité.

Produit	NTC		Nano-Ag	
	Tous		Textiles et plastiques	Textiles
Référence	Gottschalk <i>et al.</i> , 2009		Blaser <i>et al.</i> , 2008	Boldrin <i>et al.</i> , 2011
Zone géographique	USA		UE 25	Danemark
Année	2009		2010	2011
Production (en t / an)	75	30	110 - 230	5,5 (23 000*)
Part recyclée	3 %	1 %	-	Non estimé
Part stockée en ISDND (% stocké directement)	78 % (72 %)	50 % (28 %)	14 % (0 %)	
Part incinérée (dt incinéré directement)	17 % (17 %)	13 % (4 %)	14 % (0 %)	
Part reçue en STEP	1 %	63 %	94 %	

## PHASE A : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE – FOCUS SUR NANOMATÉRIAUX

### ■ Quantification des flux de nanodéchets

- ✓ Modélisation stochastique : estimation des paramètres d'entrée du modèle (volumes de production, émissions et devenir dans l'environnement) à partir d'hypothèses, d'extrapolations ou de facteurs de sécurité.

Produit	NTC		Nano-Ag	
	Tous		Textiles et plastiques	Textiles
Référence	Gottschalk <i>et al.</i> , 2009		Blaser <i>et al.</i> , 2008	Boldrin <i>et al.</i> , 2011
Zone géographique	USA		UE 25	Danemark
Année	2009		2010	2011
Production (en t / an)	75	30	110 - 230	5.5 (23 000*)
Part recyclée	3 %	1 %	-	Non estimé
Part stockée en ISDND (% stocké directement)	78 % (72 %)	50 % (28 %)	14 % (0 %)	
Part incinérée (dt incinéré directement)	17 % (17 %)	13 % (4 %)	14 % (0 %)	
Part reçue en STEP	1 %	63 %	94 %	

\* Distinction entre la quantité de nanomatériau contenue dans les déchets et la quantité de nanoproducts en fin de vie

## PHASE A : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE – PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

- Peu d'information quant à la présence des substances nouvelles dans les déchets et leur impact sur les modes de traitement et l'environnement.
- Hormis pour les déchets de pesticides et de médicaments, pour lesquels des filières de collecte et de traitement spécifiques existent, les déchets pollués par ces substances suivent les filières de traitement classiques.
  - ✓ Question des **déchets diffus** : rejet en continu (pseudo-persistance) et grande variété de polluants (effet cocktail).
- L'ensemble des filières de traitement classiques est concerné par les nouveaux polluants, même si les filières produisant des résidus liquides (lixiviats d'**ISDND**, boues de **STEP**) sont plus particulièrement sensibles aux micropolluants.
- Pour l'**incinération**, ce sont principalement les nanoparticules qui soulèvent actuellement des questions (efficacité d'épuration des fumées)
- Le **recyclage** pose quant à lui le problème de la remise en circulation de produits contenant des polluants et de la contamination d'autres produits recyclés au sein de la chaîne de traitement.

## PHASE A : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE – PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

- Mise en évidence de **difficultés analytiques** pour l'identification de ces substances et l'évaluation de leur présence dans les déchets et/ou les résidus de traitement des déchets
  - ✓ nanoparticules aux propriétés physiques particulières inadaptées aux méthodes de détection classiques dans les matrices environnementales (déchets solides, lixiviats, boues de STEP)
  - ✓ micropolluants émergents constituant une famille de composés complexes, avec de nombreux produits de transformation, dont la connaissance et la quantification ne sont pas exhaustives.
- **Difficultés pour la quantification des flux** de ces substances dans les déchets : nécessite la connaissance :
  - ✓ des quantités de substances présentes dans les différents produits
  - ✓ des voies de dégradation de ces substances lors de l'utilisation du produit ou du traitement des déchets

## PHASE B : ANALYSE PROSPECTIVE : MÉTHODE

### ■ Méthodologie

- ✓ **Questionnaire** envoyé à des acteurs de différents domaines d'expertise
- ✓ Compléments d'information via **entretiens ciblés**
- ✓ **Complément bibliographiques** : étude croisée de listes de substances émergentes :
  - Des listes relatives aux eaux, eaux usées et boues : Projet ScorePP, Directive Cadre sur l'Eau, RSDE2, Plan Micropolluants 2010-2013
  - Une liste relative à l'air ambiant : VLEP
  - Des listes relatives à des produits/matrices divers : REACH, PIC, POP, NORMAN, SIN liste 2.0

- **Résultats de l'enquête** : substances citées par les experts interrogés
  - ✓ Mise en évidence de substances ou familles de substances potentiellement préoccupantes quant à leur présence dans les déchets
    - Pas de liste exhaustive, ni prioritaire
    - Exemples de substances, fonction des préoccupations du moment
    - Très axé sur les micropolluants (matrice eau)
  - ✓ Constat : peu d'information quant à la présence des substances nouvelles dans les déchets et leur impact sur les modes de traitement et l'environnement
  - ✓ Identification de nouveaux programmes de R&D en lien avec cette thématique
    - Etudes relatives aux micropolluants émergents en STEP bien avancées
    - Études relatives à l'impact des nanoparticules en cours de lancement
    - Début de questionnaire relatif au risque lié au recyclage de déchets contenant des polluants émergents (contamination des matériaux recyclés et accumulation des additifs)

### ■ Types de substances identifiées

- ✓ Des substances émergentes détectées dans l'environnement, pour lesquelles peu d'information existent quant à leur traitement dans les déchets. Il s'agit principalement de micropolluants émergents :
  - des **intermédiaires de réaction** (alkyles phénols, benzènes et dérivés, solvants chlorés...) qui seront à rechercher principalement dans les effluents industriels (et non sous forme de déchet solide),
  - des **additifs pour différents types de produits** tels que les plastique, papier, textile, caoutchouc (PFOS, oxydes de diphényl, phtalates dont le DEHP, chloroalcanes, etc.). Ces composés sont susceptibles d'être présents dans les déchets solides, les rejets aqueux et les boues de STEP. Flux diffus (présence notamment dans les OM).
- ✓ Des substances déjà identifiées à risque et interdites à l'utilisation/production en France, mais présentes dans les déchets (import, produit en fin de vie) ou les résidus de centres de traitement (lixiviats, boues de STEP) et dont l'impact sur la gestion des déchets n'est encore pas complètement connu ;
- ✓ Des substances déjà connues mais dont l'utilisation récente dans de nouveaux produits peut générer des problèmes concernant leur traitement futur sous forme de déchets (ex : mercure des ampoules à basse consommation)

### ■ Classification par type de substance, puis par type d'article les contenant

## PHASE B : ANALYSE PROSPECTIVE : PRINCIPAUX RÉSULTATS (3/3)

### Classification par type d'article les contenant : exemple des déchets **plastique**

NOTE SUR LES SUBSTANCES CITÉES : Liste non exhaustive et non classée en termes de substances prioritaires (quantitativement ou toxicologiquement)

Catégories de substances	Substances potentiellement présentes
Métaux	Plomb
Phtalates	DEP ; DBP ; BBP ; DEHP ; DMP ; DEMP ; DINP ; DIDP
Retardateurs de flamme	Polybrominated diphenylethers (PBDE) ; Tetrabromobisphenol-A (TBBP-A) ; Hexabromocyclododecane (HBCD) ; Organophosphates
Nanoparticules	NanoTube de Carbone (NTC) ; Nano Ag
Bisphénols	BPA ; BPS
Alkylphénols	Nonylphenol ; Nonylphenol etoxylate ; Octylphenol ; Octylphenol etoxylate
Linear Alkylbenzene Sulfonates (LAS)	Nbutylbenzenesulfonamide (NBBS)
Composés organostanniques	Tributyltin(TBT) ; Triphenyltin(TPT) ; Tributylstannane
Filtres UV	Benzophénones
Oxydes de diphenyl	PentaPBDE ; OctaBDE
Amide	Dimethylacetamide (DMAC)
Amine aromatique	2,2'-Dichloro-4,4'-methylenedianiline, 4,4'-Diamino-3,3'-dichlorodiphenylmethane (MOCA)
Chloroalcanes	



## PERSPECTIVES DE RECHERCHE

- Identification de nouvelles substances préoccupantes en constante **évolution**
- Besoin en R&D, de manière plus ou moins approfondie pour chaque type de substance considérée (en fonction du niveau d'information déjà connu) de manière à :
  - ✓ Améliorer le **traçage** de ces substances dans les produits pour quantifier leur présence dans les déchets ;
  - ✓ Développer des **méthodes d'échantillonnage et de quantification** pour ces substances dans la matrice déchets et les résidus de traitement correspondants (lixiviats, boues de STEP, etc.) ;
  - ✓ Identifier les **effets toxiques potentiels** des déchets souillés ;
  - ✓ Evaluer comment les polluants émergents **interagissent** et affectent la matrice déchet ;
  - ✓ Définir le **devenir des substances** durant les processus de traitement des déchets, de manière à assurer un traitement adapté et éventuellement une séparation à la source ;
  - ✓ Etablir finalement des recommandations pour la manutention et le traitement de ces déchets

## VALORISATION ENVISAGÉES

- Publications envisagées :
  - ✓ Article dans une revue scientifique spécialisée dans les déchets
  - ✓ Publication d'une synthèse de l'étude dans une revue technique française

## PRÉSENTATION DU COMITÉ DE SUIVI

Nom	Société
BENZARIA Cyrille	SARP INDUSTRIES
CIMOLINO Lauro	SOCOTEC
COUFFIGNAL Bénédicte	RECORD
DELPLANCHE Thierry	SOLVAY
DAMIEN Alain	EDF
DEPORTE Isabelle	ADEME
GALTIER Laurent	SITA FD
KECK Gérard	VETAGRO SUP / RECORD
MARCOUX Marie-Amélie	ECOGEOS
MATIAS Marta	ECOGEOS
MONNET Corinne	RECORD



**«Polluants émergents dans les déchets : analyse et prospective »**

**Journées de restitution RECORD**

**27/09/12 – Paris**

