

Gestion des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux (MIDND)

Application de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011 :
bilan des pratiques

Juillet 2014



Rapport établi par : Agathe DENOT - chef de projet Déchets, Sols Pollués, Eau Souterraine

Vu et vérifié par Laurent EISENLOHR - responsable de l'unité Déchets, Sols Pollués, Eau Souterraine

Date	Version	Commentaires
29 avril 2014	V0	Rédaction A. Denot – envoi à Philippe-Marie LACROIX (DGPR)
13 juin 2014	V1	Prise en compte des remarques de Philippe-Marie LACROIX – envoi à Christine CROS (chef du bureau PGD de la DGPR)
20 juin 2014	V2	Envoi document pour avis - Validation Thibaut NOVARESE (adjoint au chef de bureau PGD)
30 juin 2014	VF1	Envoi en relecture finale
07 2014	VF2	Envoi à la reprographie

Récapitulatif de l'affaire

Client : Christine CROS
DGPR
Paroi Nord - Grande Arche
92055 La Défense cedex

Objet de l'étude : Gestion des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux (MIDND)

Résumé de la commande : Depuis le 1er juillet 2012, l'arrêté du 18 novembre 2011 détermine les critères à respecter pour la valorisation des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux. Afin d'évaluer l'éventuel impact de la mise en application de l'arrêté du 18 novembre 2011 sur le mode de gestion, une enquête a été menée auprès des exploitants des installations de traitement thermique ainsi que les exploitants des installations de maturation et d'élaboration.

Référence dossier : Affaire 51DSP13014

Offre : Devis N° 51 2013 D 53 et proposition technique et financière envoyés le 23 mai 2013

Accord client : 13 juin 2013

Diffusion/Archivage : Documentation Cerema – Direction Territoriale Centre-Est

Chargé d'affaire : Agathe DENOT –Département Environnement Territoires Climat –
Tél. +33 (0)4 74 27 51 51 / Fax +33 (0)4 74 27 52 52
Courriel : agathe.denot@cerema.fr

Constitution de l'équipe : Direction territoriale Centre-Est (Patrick VAILLANT, José CHORDA), Direction Territoriale Nord Picardie (Jérémy WALKOWIAK), Direction territoriale Méditerranée (Élise TRIELLI), Direction territoriale Ouest (Christelle NAUDAT)

Mots Clés : mâchefer, enquête, arrêté 18 novembre 2011, circulaire 9 mai 1994, incinérateurs, MIDND, IME

Liste des destinataires

Christine CROS	DGPR Paroi Nord - Grande Arche 92055 La Défense cedex	1 exemplaire papier 1 version électronique
----------------	---	---

Conclusions

Ce document synthétise les informations recueillies, suite à enquête, auprès des exploitants d'installations de traitement thermique de déchets ainsi que les exploitants des installations de maturation et d'élaboration de mâchefer. Il ressort que, après une année d'entrée en vigueur, de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011, il n'y a pas de différence notable sur les quantités de mâchefers valorisés qu'il soit sur une période d'analyse de 42 mois d'exploitation selon la circulaire de 1994 ou sur une période d'analyse de 12 mois d'exploitation selon l'arrêté ministériel de 2011 ; la quantité de MIDND valorisés reste stable.

En revanche, la qualité des MIDND stockés en ISDND a évolué : avec la circulaire de 1994, la majorité des MIDND déposée en ISDND était classée valorisable, avec l'arrêté ministériel de 2011, la majorité des MIDND déposée en ISDND est non valorisable.

Les paramètres déclassant les MIDND sont, depuis le 1^{er} juillet 2012, le plomb et le COT.

Les retours d'enquêtes ont démontré un engagement des exploitants pour améliorer la qualité des MIDND : des procédures d'échantillonnage et des plans assurance qualité sont mis en place dans la plupart des IME.

Cependant, selon les acteurs de la filière MIDND interrogés, les donneurs d'ordre restent encore réticents à l'utilisation des MIDND. Selon eux, des actions de communication auprès des maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études sont nécessaires pour améliorer l'image du MIDND.

Isle d'Abeau, le

Agathe DENOT
Chef de projet Déchets, Sols Pollués, Eau Souterraine

Laurent EISENLOHR
Responsable de l'unité Déchets, Sols Pollués, Eau Souterraine

Sommaire

Contexte	5
1 - Enquête sur la gestion des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux en France	6
2 - Installations de traitement thermique de déchets	7
2.1 - Traitement des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	7
2.2 - Gestion des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	7
3 - Installations de maturation et d'élaboration	10
3.1 - Traitement des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	10
3.2 - Gestion des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	11
3.2.1 - Qualité des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	11
3.3 - Qualité des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	12
4 - Filières globales de gestion des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	14
5 - Actions engagées ou envisagées des acteurs de la filière de gestion des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	15
5.1 - Engagement des exploitants	15
5.2 - Actions envisagées	16
6 - Pistes de progrès	18
7 - Conclusions	21
Annexes.....	23
Annexe A - Modèle de fiche d'enquête envoyé aux exploitants des installations de traitement thermique de déchets ainsi que de maturation et d'élaboration des MIDND	23
Annexe B - Installations sollicitées et installations ayant répondu en fonction des régions	23

Contexte

Depuis le 1^{er} juillet 2012, l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011¹ définit les conditions de recyclage en technique routière des mâchefers d'incinération des déchets non dangereux (MIDND). Cet arrêté ministériel remplace la circulaire du 9 mai 1994².

Cette évolution réglementaire introduit de nouveaux critères à respecter pour le recyclage en technique routière des MIDND afin d'assurer la traçabilité des déchets depuis leur élaboration jusqu'à la mise en place sur les chantiers, dans le respect de l'environnement et de la santé humaine, notamment :

- l'allotissement des MIDND sur 1 mois ou 3 mois en fonction de la capacité autorisée de l'installation de traitement thermique productrice du MIDND,
- l'augmentation du nombre d'éléments à analyser (l'article 9 de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011 précise les conditions, pour l'exploitant, de surseoir à l'analyse de certains paramètres),
- la diminution des seuils, toute proportion gardée du changement de référentiel normatif d'analyse,
- la différenciation des usages en fonction de valeurs limites à respecter selon des scénarios d'usages routiers revêtus ou recouverts,
- l'ajout de restrictions d'usage, notamment sur l'interdiction d'utilisation des MIDND dans des parcs naturels ou des zones à karts affleurants.

Certaines notions relatives aux restrictions d'usage, indiquées dans la circulaire du 9 mai 1994, sont précisées dans l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011, notamment :

- les quantités maximales de MIDND stockés sur les emprises de chantier afin de limiter les contacts avec les eaux (< 1.000 m³),
- l'interdiction de procéder à une stabilisation des MIDND¹.

Suite à la mise en place de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011, le MEDDE/DGPR/BPGD (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie / Direction Générale de la Prévention des Risques / Bureau de la Planification et de la Gestion des Déchets) a mandaté le Cerema, pôle de compétences et d'innovation sur la valorisation et la gestion durable des déchets, afin d'estimer l'impact des nouveaux dispositifs réglementaires sur la gestion des MIDND, notamment en termes de qualité des graves de mâchefers élaborés et de filières finales.

Ce document synthétise les informations recueillies par enquête auprès des exploitants d'installations de traitement thermique de déchets (relevant des rubriques 2770 et 2771 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ainsi que les exploitants des installations de maturation et d'élaboration de mâchefer (relevant des rubriques 2716, 2771 ou 2791 de la nomenclature des ICPE). La phase d'enquête a été mise en œuvre avec l'aide des DREAL. Il est également basé sur l'état des lieux de la gestion des mâchefers en France réalisé par AMORCE en octobre 2012 [1].

1 Arrêté ministériel du 18 novembre 2011 relatif au recyclage en technique routière des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux

2 Circulaire DPPR/SEI/BPSIED n°94-IV-1 du 9 mai 1994 relative à l'élimination des mâchefers d'incinération des résidus urbains

1 - Enquête sur la gestion des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux en France

Une enquête a été réalisée auprès des exploitants des installations thermiques de déchets et des installations de maturation et d'élaboration des mâchefers (IME). Les objectifs étaient :

- d'estimer l'impact de l'entrée en vigueur de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011 (le 1^{er} juillet 2012) sur la qualité des MIDND produits et les filières de gestion,
- de recueillir les avis des acteurs sur les difficultés de la filière de gestion des MIDND,
- d'identifier, auprès des acteurs, les actions qu'ils ont réalisées ou prévues afin d'améliorer la qualité des MIDND.

Un premier questionnaire a été envoyé auprès d'une installation de traitement thermique de déchets et d'une IME des régions Île-de-France, Nord Picardie et Rhône-Alpes en avril 2013. Les objectifs étaient de tester le questionnaire auprès des acteurs de la gestion des MIDND. Cette première phase d'enquête a permis d'améliorer le questionnaire.

L'envoi du questionnaire a ensuite été étendu à l'ensemble des exploitants des installations de traitement thermique de déchets et IME de l'hexagone, via les DREAL, en juin 2013 pour des retours s'échelonnant d'octobre 2013 à janvier 2014. Le modèle de questionnaire est présenté en annexe 1.

Au total, 127 installations de traitement thermique de déchets et 71 IME ont été sollicitées. Les installations ayant répondu à l'ensemble ou une partie du questionnaire représentent :

- 72 % des installations de traitement thermique de déchets (91 réponses au total)
- 58 % des IME (41 réponses au total)

À noter que parmi les installations de traitement thermique de déchets, 3 installations ont déclaré ne pas produire de MIDND³. Ces installations ne sont pas comptabilisées dans la suite du document. Au niveau des installations de traitement thermique de déchets, l'analyse des données concernant donc 88 installations.

Les données recueillies par les fiches d'enquête sur les MIDND en sortie d'installations de traitement thermique de déchets sont représentatives de 61 % du gisement total (en estimant, comme indiqué dans l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011, que 3 millions de tonnes de MIDND sont produits annuellement).

Les données recueillies par les fiches d'enquête sur les MIDND en sortie d'IME sont représentatives de 56 à 65 % du gisement total (en estimant, comme indiqué dans le guide édité par le SETRA [2] que les MIDND élaborés représentent 75 à 80 % en poids des MIDND en sortie d'installations de traitement thermique de déchets).

Les paragraphes suivants dressent un état des lieux de la gestion des MIDND sur les installations de traitement thermique de déchets et les IME.

3 Une installation précise que les déchets entrants sont de catégorie 1 provenant de transformation de produits d'origine animale, ils sont traités dans un four à lit fluidisé. Les deux autres installations traitent uniquement des boues de STEP.

2 - Installations de traitement thermique de déchets

Les réponses apportées par les exploitants d'installations de traitement thermique de déchets sont parfois incomplètes. Les informations sur le nombre d'installations varient donc d'une question à l'autre.

Les installations de traitement thermique de déchets ayant répondu à l'enquête fonctionnent majoritairement hors régie. Il n'y a que 10 installations sur 87 ayant déclaré une gestion en régie (une installation n'a pas répondu).

Sur les enquêtes recueillies, 69 installations ont une capacité autorisée supérieure à 50 000 t/an, soit 79 % des installations (contre 18 installations recevant moins de 50 000 t/an de déchets et une installation n'ayant pas répondu).

2.1 - Traitement des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux

Sur 86 installations de traitement thermique de déchets ayant répondu à l'enquête :

- 42 % des installations incinèrent des déchets ménagers avec un taux supérieur à 90 %,
- 26 % des installations incinèrent des DASRI (déchets d'activité de soin à risques infectieux) à un taux inférieur à 10 %.

Sur les données recueillies, aucune corrélation entre la nature des déchets entrants et la qualité des MIDND en sortie d'installations de traitement thermique de déchets n'a été relevée.

Une fois produit, les MIDND sont refroidis puis traités sur place ou envoyés vers une autre filière après un traitement primaire. Parmi les 85 réponses des exploitants, le mode de gestion est le suivant :

- 27 % des MIDND représentant 23 installations sur 85, ne subissent aucun traitement avant l'envoi vers la filière de valorisation ou d'élimination,
- 14 % des MIDND, soit 12 installations sur 85, sont traités sur l'IME attenante à l'installation de traitement thermique,
- pour 59 % des MIDND, au moins un traitement grossier est réalisé avant l'envoi vers la filière de valorisation ou d'élimination. Les traitements mentionnés consistent à extraire, de façon grossière, les éléments ferreux ou non ferreux. Les processus indiqués sont le criblage, le scalpage, l'utilisation d'une table vibrante, d'un tambour magnétique, ou d'un overband.

En sortie d'installations de traitement thermique de déchets, les MIDND sont envoyés sur une IME interne, une IME externe, une installation de stockage de déchets non dangereux ou directement sur un chantier routier (à noter que, depuis la mise en place de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011, la filière de valorisation des MIDND directement sur un chantier routier n'est plus utilisée par le gestionnaire). Le détail des filières est présenté dans le paragraphe 2.2.

2.2 - Gestion des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux

Afin d'obtenir une meilleure représentativité, l'enquête couvrait les années 2009 à 2013, représentant respectivement 42 mois de gestion des « MIOM⁴ » selon la circulaire du 9 mai 1994 et 12 mois de gestion des MIDND selon l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011.

Les figures suivantes présentent les filières de valorisation et d'élimination des mâchefers, en sortie d'installations de traitement thermique selon la circulaire du 9 mai 1994 (Figure 1a) et selon l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011 après le 1^{er} juillet 2012 (Figure 1b).

Les informations sont relatives à 72 installations de traitement thermique de déchets. Les données quantitatives

4 Mâchefers d'incinération d'ordures ménagères

issues de 12 IME ont été intégrées dans l'analyse : ces installations ont, sur le même site, l'activité d'incinération et l'activité de maturation et élaboration des MIDND, il n'y a pas de pesée sur l'installation de traitement thermique de déchets.

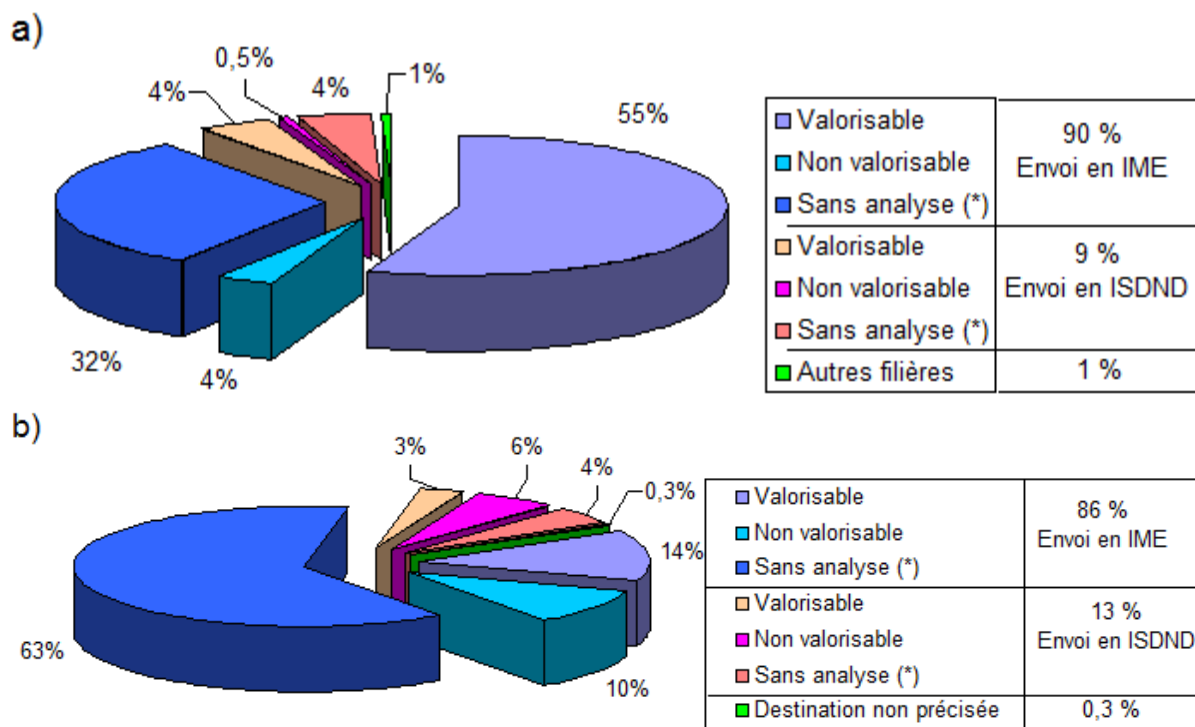


Figure 1 : Filières de valorisation ou d'élimination des MIDND en sortie d'installations de traitement thermique de déchets. a) avant le 1^{er} juillet 2012, b) après le 1^{er} juillet 2012 (bilan des enquêtes exploitables sur 72 installations).

(*) : signifie que les MIDND n'ont pas été analysés ou que les analyses sont succinctes

La part de MIDND dirigée vers les IME sans analyse chimique préalable a pratiquement doublé. 13 installations sont passées d'analyses des éléments de la circulaire du 9 mai 1994 à des analyses sur brut des éléments de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2001 ou un arrêté des analyses chimiques (cf. tableau 1).

La part de MIDND non valorisable envoyée en ISDND sans avoir mûré est 10 fois plus importante : la proportion est de 0,5 % selon la circulaire de 1994 et de 6 % selon l'arrêté ministériel de 2011. Les éléments ne respectant pas les seuils de la circulaire de 1994 sont le COT pour 32 % des MIDND bruts, le chrome VI pour 31 % des MIDND bruts et le plomb pour 24 % des MIDND bruts. Les principaux paramètres déclassant, selon l'arrêté ministériel de 2011, sont le plomb, pour 55 % des MIDND bruts, le COT pour 15 % des MIDND bruts et les dioxines furanes pour 9 % des MIDND bruts.

À noter également que 4 installations ont changé de filière de sortie après le 1^{er} juillet 2012. Les MIDND sont envoyés en installation de stockage de déchets non dangereux pour les raisons suivantes :

- pour une installation, l'appel d'offre pour une valorisation des MIDND a été infructueux,
- pour une installation, l'arrêt du partenariat de valorisation des MIDND aux vues des nouvelles prescriptions réglementaires,
- pour une installation, le seuil en plomb est dépassé pour tous les lots,
- pour une installation, il n'y a pas de raison invoquée.

Tableau 1 : Comparaison des pratiques analytiques des exploitants d'installations de traitement thermique de déchets suite à la mise en place de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011 (données sur 74 installations)

Type d'analyse	Changement de pratique analytique					Pas de changement de pratique analytique	
	Selon la circulaire puis l'arrêté ministériel	Selon la circulaire puis analyse sur brut des éléments de l'arrêté ministériel	Selon la circulaire puis pas d'analyse (*)	Sans analyse puis analyse sur brut des éléments de l'arrêté ministériel	Sans analyse(*) puis selon l'arrêté ministériel	Selon la circulaire	Pas d'analyse (*)
Nombre d'installation	29	9	4	4	5	2	21
%	39 %	12 %	4 %	4 %	7 %	3 %	28 %

(*) sans analyse signifie que les MIDND n'ont pas été analysés ou que les analyses sont succinctes, par exemple :

- analyses du COT et de la perte au feu avant le 1^{er} juillet 2012 puis COT après le 1^{er} juillet 2012 (pour 7 installations),
- analyses du COT et de la perte au feu et du plomb pour une installation après le 1^{er} juillet 2012.

3 - Installations de maturation et d'élaboration

Les réponses apportées par les exploitants d'IME sont parfois partielles. Le nombre d'installation varie donc d'une question à une autre en fonction des retours d'enquête exploitables.

Les 41 IME ayant répondu à l'enquête fonctionnent majoritairement hors régie. Il n'y a que 6 installations sur 41 ayant déclaré une gestion en régie.

Les MIDND arrivant sur l'IME sont allotés : sur 67 installations de traitement de déchets, la période généralement retrouvée est d'un mois pour 60 installations. Une période de 3 mois est retrouvée pour 6 installations. Une installation précise que les lots sont constitués pour une période variant de 1 à 2 mois.

Des procédures d'échantillonnage sont réalisées sur 37 IME, soit 90 % des installations, 3 IME n'ont pas de procédure et une IME n'a pas renseigné le questionnaire.

25 IME ont mis en place une fiche technique produit (FTP), soit 61 % des installations ; 12 IME n'ont pas de FTP et 4 n'ont pas renseigné le questionnaire.

3.1 - Traitement des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux

Le traitement des MIDND est composé d'une période de maturation des lots de MIDND, le temps de maturation varie de 1 à 12 mois (cf. figure 2), et d'une élaboration du matériau.

Pour élaborer le MIDND, un déferrailage est réalisé systématiquement. Les autres étapes d'élaboration sont les suivantes :

- un criblage est réalisé sur 36 installations sur 40,
- une séparation des non ferreux est mise en place sur 35 installations sur 40,
- une séparation des imbrûlés concerne 29 installations,
- 15 installations effectuent une opération de concassage des MIDND.

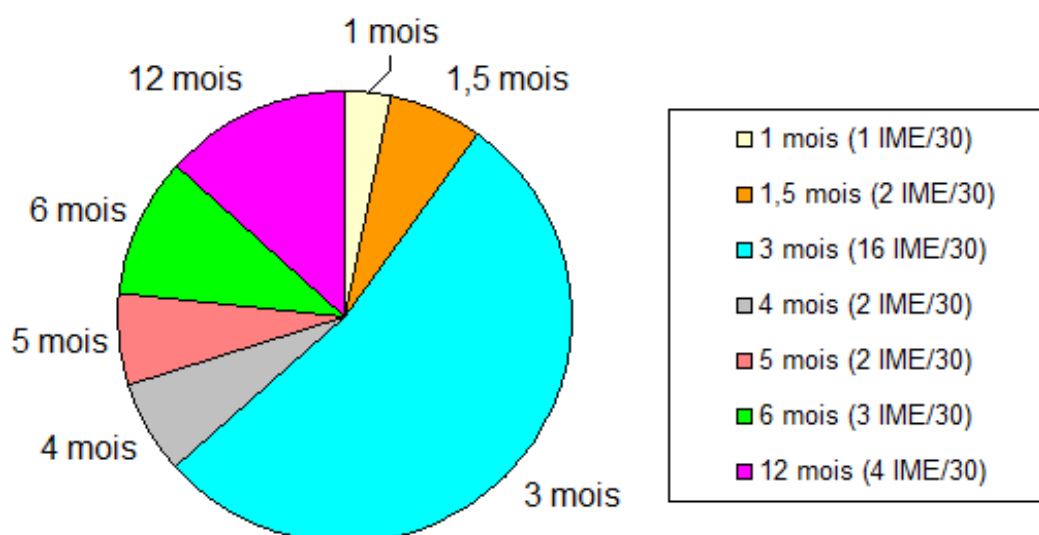


Figure 2 : Temps de maturation des MIDND sur 30 installations ayant renseignées la durée de maturation

3.2 - Gestion des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux

3.2.1 - Qualité des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux

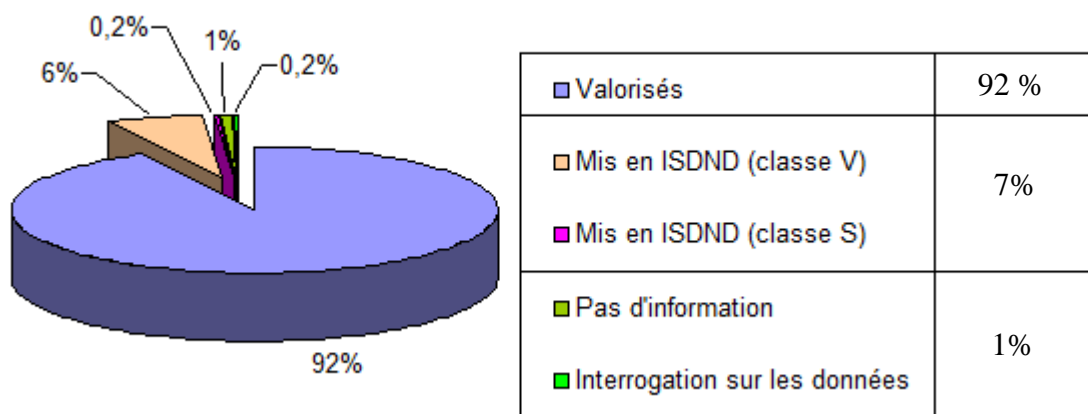
Comme pour l'installation de traitement thermique de déchets, les quantités de MIDND en sortie d'IME sont calculées sur 42 mois pour une gestion selon la circulaire de 1994 et sur 12 mois pour une gestion selon l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011. Il est considéré que :

- les stocks sur l'IME sont constants,
- les quantités valorisées selon la circulaire de 1994 sont constantes (9 IME sur 35 ont élaboré des lots maturés sur l'installation avant le 1^{er} juillet 2012 mais valorisé après cette date),

Les installations comptabilisées sont celles ayant renseignées l'enquête sur la gestion des mâchefers selon la circulaire de 1994 et selon l'arrêté ministériel de 2011, soient 35 IME.

Les figures 3a et 3b présentent les filières de gestion des MIDND en sortie d'IME en application de la circulaire de 1994 et de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011.

a)



b)

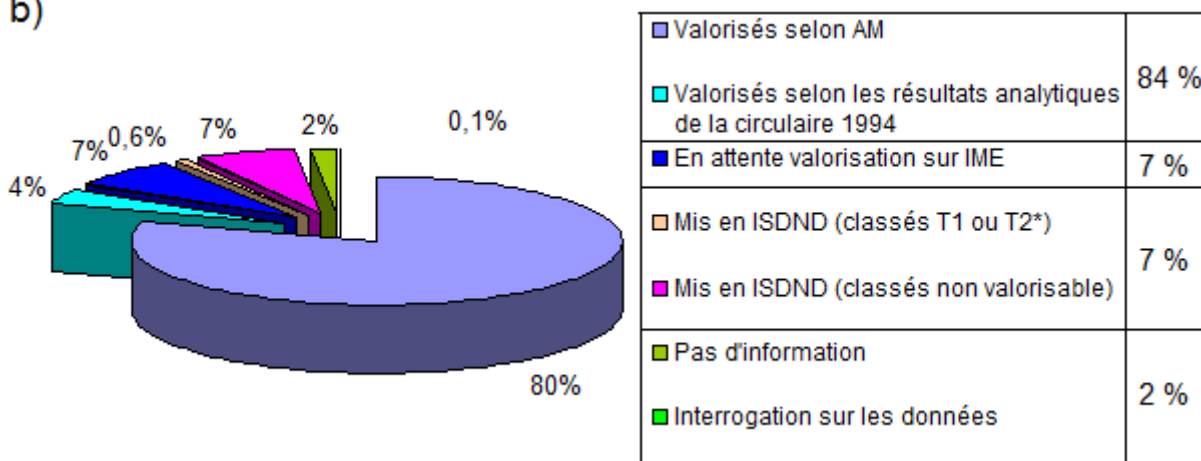


Figure 3 : Filières de gestion des MIDND en sortie d'IME. a) avant le 1^{er} juillet 2012, b) après le 1^{er} juillet 2012 (bilan des enquêtes exploitables sur 35 installations)

(*) : les usages autorisés au sein d'ouvrages routiers revêtus ou recouverts selon l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011 sont de deux types (T1 et T2). Les valeurs limites pour chaque usage sont définies à l'annexe I de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011.

En considérant que les MIDND en stock sur les IME seront valorisés, le pourcentage de MIDND valorisé avant et après le 1^{er} juillet 2012 est relativement constant, respectivement 92 % et 91 %.

Dans les 80 % de MIDND valorisés selon l'arrêté ministériel, 1,3 % n'ont pas d'usage précisé dans le questionnaire et 0,4 % sont utilisés en ISDND⁵ pour limiter les envois, les 78 % restants sont valorisés en technique routière.

La proportion de MIDND valorisable mis en ISDND diminue fortement : 6 % selon la circulaire de 1994 et 0,6 % selon l'arrêté ministériel de 2011.

La part de MIDND non valorisable mis en ISDND est en augmentation, elle passe de 0,2 à 7 %. Les paramètres discriminants sont présentés dans le paragraphe suivant.

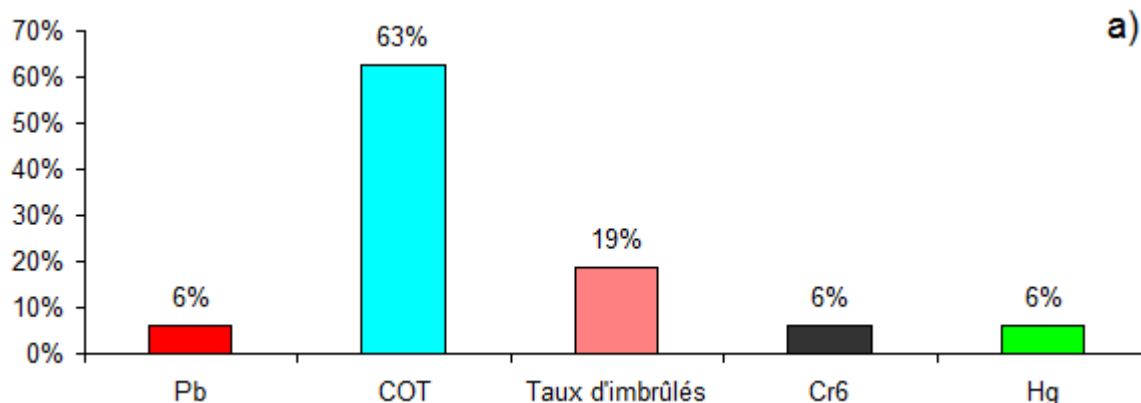
À noter que 4 % des lots ont été valorisés après le 1^{er} juillet 2012 selon la circulaire de 1994. Ce sont des lots élaborés avant le 1^{er} juillet 2012.

3.3 - Qualité des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux

Concernant les lots valorisables, il est important de noter que 66 % des lots sont classés de type 2⁽⁶⁾ selon les analyses physico-chimiques, mais ils ne sont utilisés pour un usage de type 2 uniquement dans 23 % des cas (statistique réalisée pour 41 installations de traitement thermique de déchets). L'usage le plus important concerne le type 1⁽⁷⁾.

Les figures 4a et 4b présentent la répartition et le type d'éléments chimiques dépassant au moins un des seuils de valorisation de la circulaire de 1994 et de l'arrêté ministériel de 2011. Au total, 16 lots de MIDND issus de 8 installations de traitement thermique de déchets ont dépassés les valeurs seuils de la circulaire de 1994 et 34 lots de MIDND issus de 10 installations de traitement thermique de déchets ont dépassés les valeurs seuils de l'arrêté ministériel de 2011.

Les statistiques ont été réalisées sur le nombre de lot. Elles ne prennent pas en compte les quantités associées à chaque lot.



5 L'exploitant considère que l'utilisation des MIDND relève d'une opération de valorisation

6 Les usages routiers de type 2 sont les usages d'au plus six mètres de hauteur en remblai technique connexe à l'infrastructure routière ou en accotement, dès lors qu'il s'agit d'usages au sein d'ouvrages routiers recouverts. Relèvent également des usages routiers de type 2 les usages de plus de trois mètres et d'au plus six mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages routiers revêtus.

7 Les usages routiers de type 1 sont les usages d'au plus trois mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages routiers revêtus.

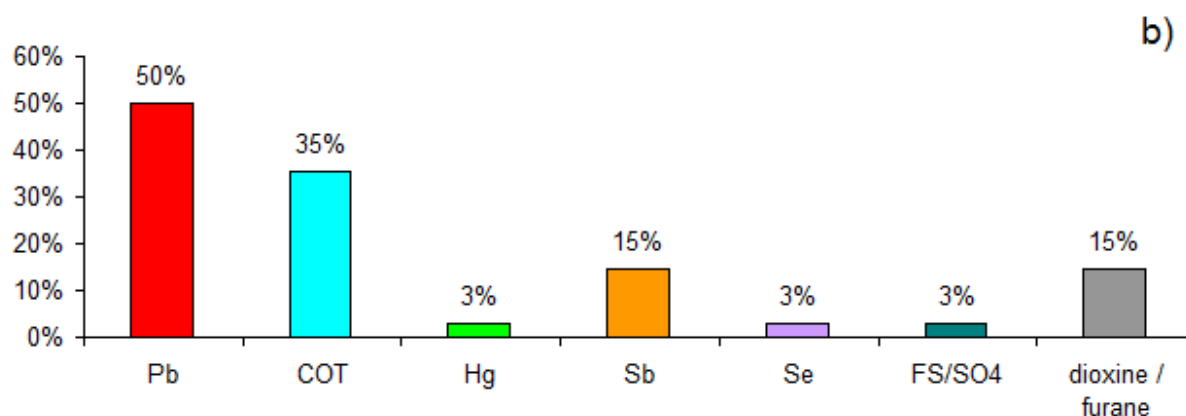


Figure 4 : Paramètres dépassant les seuils de valorisation. a) selon la circulaire de 1994, b) selon l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011

Le taux d'imbrûlé, deuxième élément discriminant selon la circulaire de 1994 n'est plus analysé. Le même constat est fait pour l'élément chrome 6.

Depuis la mise en application de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011, le plomb devient le principal élément discriminant. Le dépassement en élément plomb sur la figure 4b concerne 5 installations mais les 2/3 des lots dépassant le seuil de plomb ne provient que d'une installation. Les lots ont maturé 5 mois pour une installation, 3 mois pour 3 installations, et 1,5 mois pour une installation.

Le dépassement du seuil de dioxine furane concerne 4 installations et 5 lots dont les analyses sont supérieures aux valeurs seuils.

4 - Filières globales de gestion des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux

L'objectif est de tracer les MIDND depuis leur production en installation de traitement thermique jusqu'à leurs exutoires finaux. Les exutoires finaux sont :

- la valorisation : l'usage principal est la technique routière, un usage moins fréquent concerne l'utilisation dans les aménagements d'ISDND,
- en ISDND (directement en sortie d'installations de traitement thermique de déchets ou après l'élaboration en IME).

Les données issues des installations de traitement thermique de déchets sont croisées avec les données des installations de maturation et d'élaboration. Au total, la gestion des MIDND issus de 61 installations de traitement thermique est connue depuis leur production jusqu'aux exutoires finaux.

Les figures 5a et 5b précisent les filières de gestion des MIDND selon la circulaire de 1994 et l'arrêté ministériel de 2011.

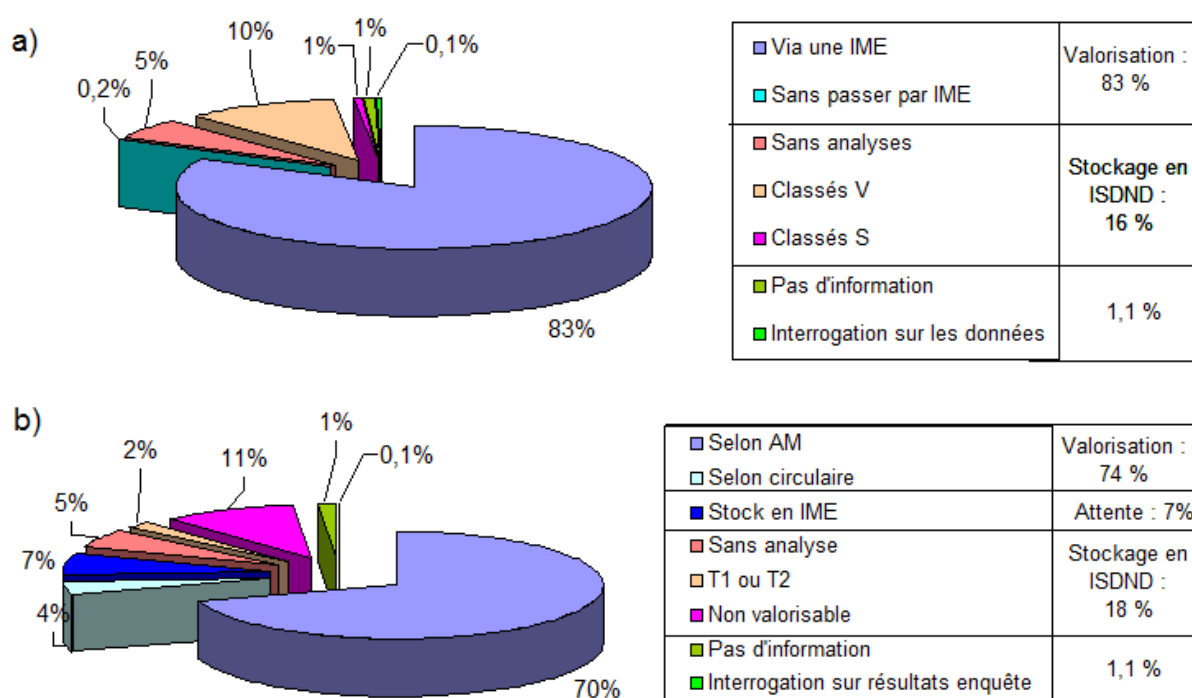


Figure 5 : Filières de gestion des MIDND a) avant le 1^{er} juillet 2012, b) après le 1^{er} juillet 2012 (bilan des enquêtes exploitables sur 61 installations de traitement thermique de déchets)

Les constats sont identiques à ceux faits en sortie d'IME, à savoir :

- en considérant que les MIDND en stock sur les IME sont réellement valorisés, le pourcentage de MIDND valorisé avant et après le 1^{er} juillet 2012 est relativement constant, respectivement 83 % selon la circulaire de 1994 et 81 % selon l'arrêté ministériel de 2011,
- la part de MIDND valorisable mis en ISDND diminue fortement. Le stockage des MIDND classés valorisable selon la circulaire de 1994 représente 10 %. Avec la mise en place de l'arrêté ministériel de 2011, le pourcentage passe à 2 %,
- la part de MIDND non valorisable mis en ISDND passe de 1 à 11 %. Le nombre de lot dépassant les seuils de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011 est en augmentation.

5 - Actions engagées ou envisagées des acteurs de la filière de gestion des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux

5.1 - Engagement des exploitants

Les figures ci-dessous présentent les actions entreprises dans les installations de traitement thermique de déchets et IME.

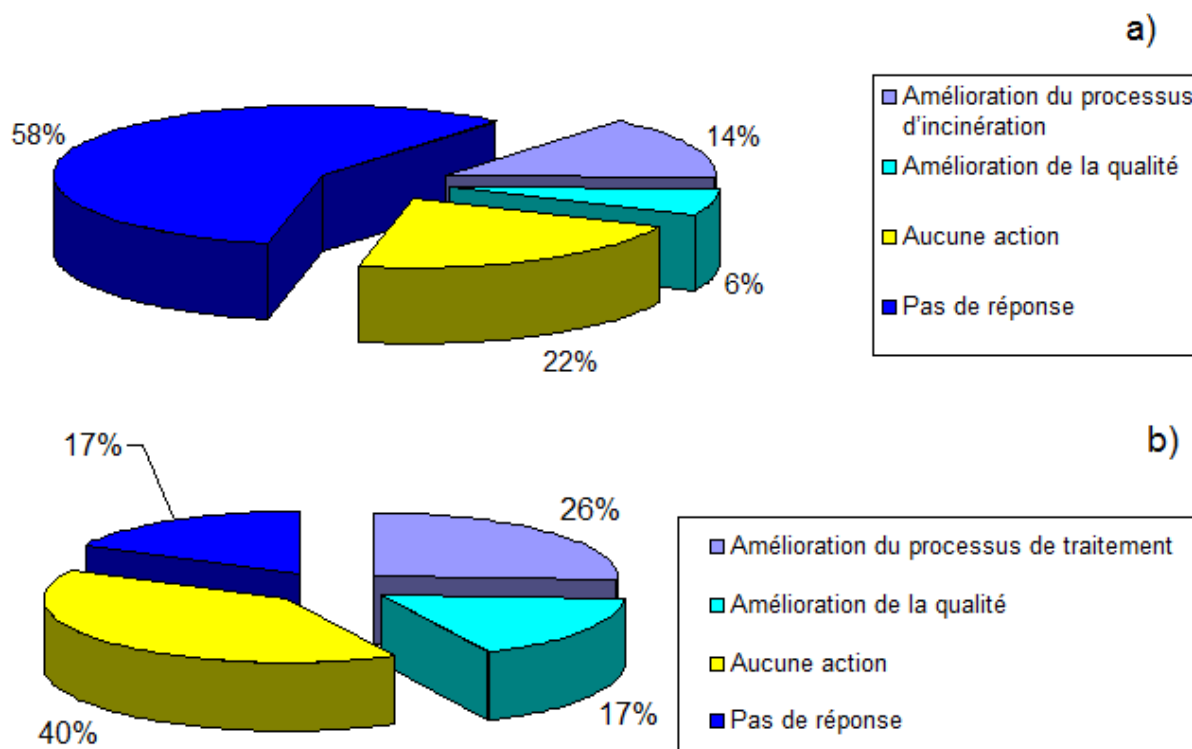


Figure 7 : Actions entreprises par les acteurs pour améliorer le mode de gestion des MIDND. a) sur les installations de traitement thermique de déchets, b) sur les IME

Les principales actions entreprises dans les installations pour améliorer la qualité des MIDND sont relatives :

- au processus d'incinération, notamment en maîtrisant les paramètres de combustion (augmentation de la durée de montée en température et d'utilisation des brûleurs, mise en place de pyromètres, vigilance sur les débits d'incinération, modification des cycles des extracteurs, des paramètres de combustion, etc.) ;
- au processus d'élaboration du MIDND :
 - augmentation du délai de maturation, arrosage,
 - décalage dans le temps de l'analyse physico-chimique des MIDND élaborés,
 - investissement ou remplacement de matériel (overband),
 - organisation de la plateforme : allotissement, augmentation des hauteurs des tas, exploitation de nuit,
 - démarche administrative pour augmenter la surface de l'IME ;

- l'amélioration de la qualité, notamment la traçabilité et l'échantillonnage :
 - mise en place d'un plan assurance qualité,
 - embauche d'un coordinateur Qualité Environnemental,
 - adaptation / amélioration des méthodes d'échantillonnage,
 - formation des équipes pour les prélèvements,
 - investissement dans un logiciel de suivi de la qualité,
 - augmentation des fréquences d'analyse.

5.2 - Actions envisagées

Les figures ci-dessous présentent les réponses des exploitants d'installations de traitement thermique de déchets et d'IME sur les actions envisagées :

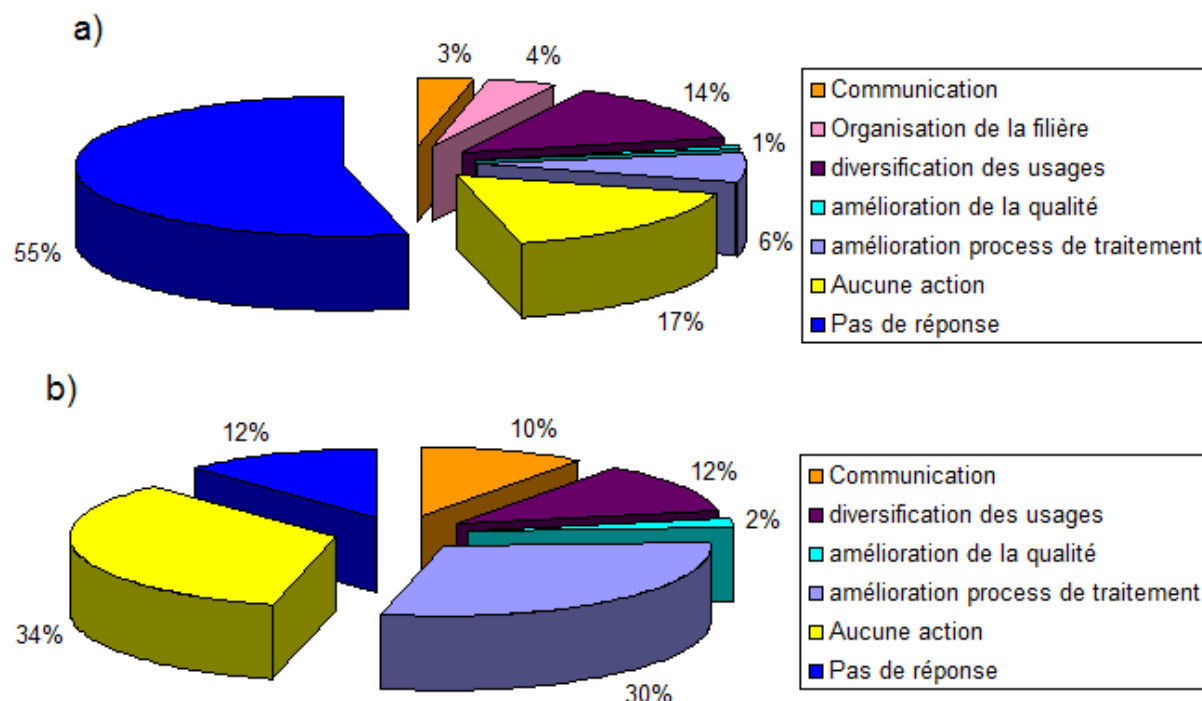


Figure 8 : Actions envisagées par les acteurs de la gestion des MIDND. a) sur les installations de traitement thermique de déchets, b) sur les IME

Ces actions sont relatives :

- au processus d'élaboration du MIDND :
 - amélioration du tri des ferreux, des non ferreux et des imbrûlés,
 - étude sur l'impact du temps de maturation sur la qualité des MIDND,
 - dépôt de dossier de demande d'autorisation d'exploiter une surface plus importante sur la plateforme,
 - investissement ou étude d'investissement sur des dispositifs de criblage, déferrailage, overband ou courant de Foucault,
 - suivi de l'impact de l'extraction des métaux ferreux et non ferreux sur les teneurs en métaux lourds contenus dans les MIDND ;
- à la diversification des usages :
 - proposition d'un matériau traité aux liants hydrauliques (ciment ou chaux),
 - étude de la vitrification des MIDND,
 - association à des matériaux inertes,

-
- étude d'autres usages que la route, notamment la réalisation de plateforme industrielle, l'aménagement des installations de stockage de déchets, en produits de substitution de matériaux naturels dans les mortiers, béton ou éléments préfabriqués ;
 - à la mise en place d'action de communication auprès des maîtres d'ouvrages et associations environnementales ;
 - à l'amélioration de la qualité des MIDND :
 - étude pour augmenter la séparation des métaux ferreux et non ferreux des MIDND,
 - étude de l'influence de la teneur en eau des MIDND lors du refroidissement des MIDND en sortie de four, sur la qualité des MIDND ;
 - à l'organisation de la filière, notamment avec l'étude de création d'IME (ce point a été précisé par des exploitants d'installations de traitement thermique de déchets).

6 - Pistes de progrès

Sur les 103 retours d'enquête, 45 % des acteurs ont répondu à la question relative aux difficultés de la filière (6 % des acteurs n'ont pas donné d'avis et 49 % n'ont pas répondu au questionnaire).

Les thèmes abordés sont regroupés en 7 catégories :

- réticence des acteurs de la filière à l'emploi des MIDND,
- organisation de la filière,
- manque de communication,
- diminution des besoins en MIDND,
- critères d'usages plus restrictifs,
- difficultés administratives,
- qualité physico-chimique des MIDND.

Les figures ci-dessous présentent les avis des exploitants d'installations de traitement thermique de déchets et d'IME.

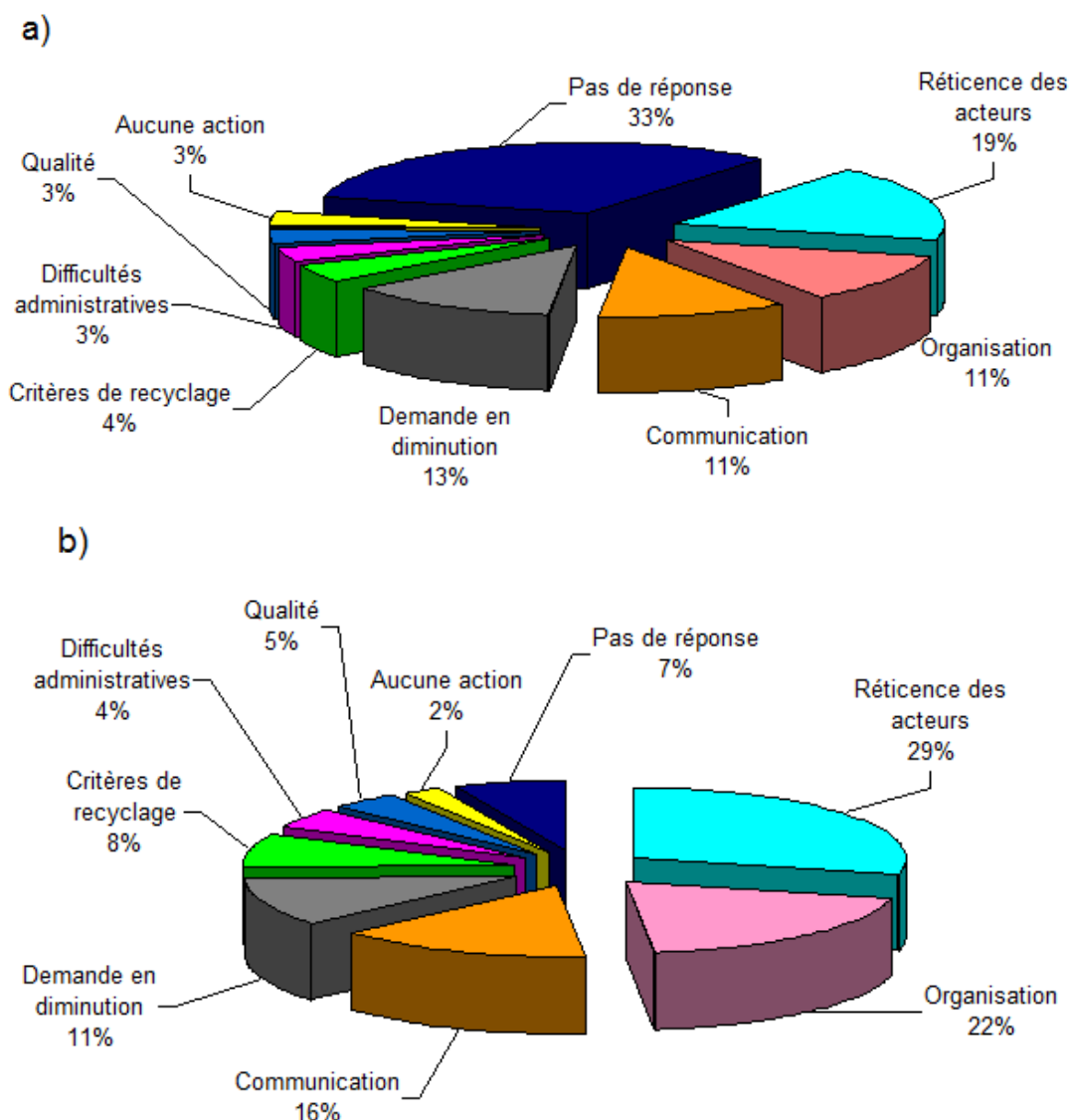


Figure 9 : Avis des acteurs sur les difficultés de la filière de gestion des MIDND. a) sur les installations de traitement thermique de déchets, b) sur les IME

Sur le thème de la **réticence des acteurs**, les exploitants des installations mettent en avant les points suivants :

- les maîtres d'ouvrages publics et privés, maîtres d'œuvre, bureaux de contrôles techniques n'incitent pas à l'utilisation des MIDND :
 - la variante MIDND n'est pas prescrite dans les cahiers des charges,
 - les MIDND ne sont pas proposés en matériau de base des CCTP,
- le montage des dossiers de réponse à appel d'offre et la mise en œuvre sont plus contraignants avec les MIDND que les matériaux naturels : documents à fournir, traçabilité,
- les associations environnementales n'ont pas une bonne image du matériau,
- les acteurs craignent des difficultés relationnelles avec les associations, en cas d'utilisation des MIDND, avec des risques d'arrêt de chantier.

Les exploitants des installations de traitement thermique de déchets et IME indiquent des difficultés liées à **l'organisation de la filière**, notamment :

- l'irrégularité saisonnière des chantiers entraînant une saturation de la plateforme IME pendant la période hivernale,
- une organisation plus contraignante :
 - le stockage temporaire sur chantier ne doit pas excéder 1000 m³,
 - les chantiers d'utilisation des MIDND s'éloignent d'IME,
 - les coûts liés à la multiplication des analyses ne peuvent pas être répercutés sur la vente de MIDND élaborés,
- le suivi et la traçabilité des lots sont difficiles pour les exploitants d'installations de traitement thermique de déchets :
 - difficultés à s'assurer des conditions d'usage,
 - retour d'information sur la qualité des lots sortis d'IME,
- les chantiers sont de plus en plus loin.

Sur le manque de **communication**, les exploitants des installations mettent en avant les points suivants :

- la méconnaissance du matériau MIDND,
- une image négative du MIDND,
- une absence de communication positive et constructive de l'état.

La **diminution des besoins en MIDND** est principalement due, selon les exploitants, à :

- la concurrence avec d'autres matériaux : matériaux naturels, matériaux alternatifs (déchets du BTP, béton),
- la baisse du nombre de chantier,
- un intérêt et une rentabilité faibles pour les petits chantiers,
- l'évolution des techniques constructives nécessitant moins de matériaux.

Selon les exploitants, les **critères d'usages** sont plus contraignants, notamment :

- le périmètre de l'arrêté ministériel ne concerne uniquement l'usage en technique routière. Les prestations ne peuvent englober l'utilisation en remblai sous bâtiment,
- l'impossibilité d'utilisation au niveau de karst affleurant,
- la réglementation est plus complexe : mise en place de 2 types d'usage⁸, mise en place de procédure d'échantillonnage et de PAQ obligatoire, augmentation des analyses,
- une saturation de la plateforme IME liée à l'allotissement des MIDND et l'irrégularité saisonnière des chantiers.

Certaines **difficultés administratives** ont été notées, notamment :

- pour la mise en place de filière de valorisation des MIDND, que ce soit pour la création d'une IME ou la

8 Les usages routier sont définis à l'annexe I de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011, il s'agit

- d'usages de type 1, d'au plus trois mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages routiers revêtus.
- d'usages de type 2, d'au plus six mètres de hauteur en remblai technique connexe à l'infrastructure routière ou en accotement, dès lors qu'il s'agit d'usages au sein d'ouvrages routiers recouverts. Relèvent également des usages routiers de type 2 les usages de plus de trois mètres et d'au plus six mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages routiers revêtus.

- valorisation des graves en installation de stockage de déchets,
- dans certains départements, des mesures préventives ont été indiquées dans les plans de prévention et de gestion des déchets non dangereux,
- les contraintes administratives ne facilitent pas la valorisation des MIDND (il y a peu d'outil de gestion simple et peu coûteux pour aider la filière, de nombreux documents à mettre en place, traçabilité plus importante que dans l'utilisation de matériaux naturels),
- des disparités d'interprétation des textes au niveau des services de l'état.

Sur le thème de la **qualité physico-chimique** des MIDND, les exploitants des installations mettent en avant les points suivants :

- la difficulté de représentativité des échantillons : 2 analyses sur un même échantillon peuvent classer les MIDND en catégories différentes,
- les incertitudes sur la mesure ne sont pas prises en compte dans la mise en place des seuils : pas de possibilité d'arrondir ou dépasser de quelques %,
- certains composés dépassent les seuils sans explication, par exemple, l'antimoine,
- la qualité des MIDND est difficile à appréhender : la nature et la qualité des déchets entrants dans les installations de traitement thermique de déchets varient notamment en fonction des saisons,
- les analyses à réaliser sont nombreuses alors que de nombreux paramètres sont toujours en dessous des seuils.

7 - Conclusions

La figure ci-dessous présente les résultats quantitatifs de la gestion des MIDND avant et après la mise en place de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011.

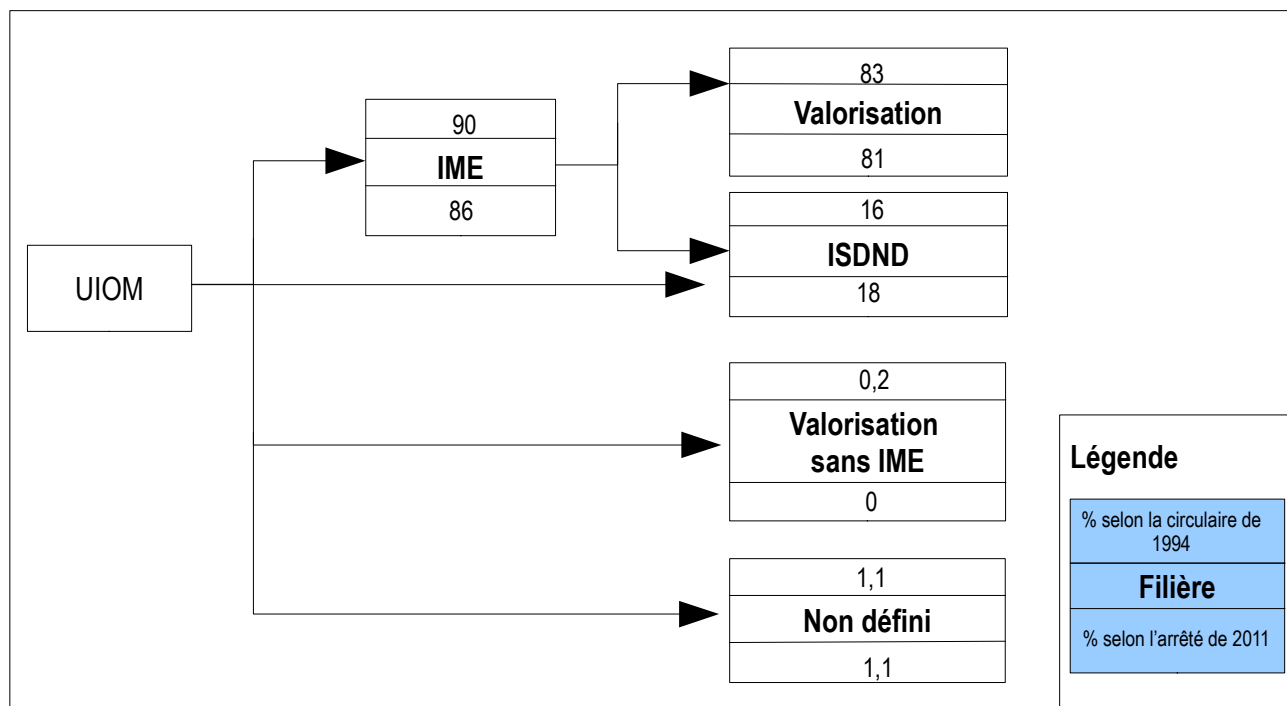


Figure 10 : Gestion des mâchefers selon la circulaire de 1994 et l'arrêté ministériel de 2011

Après une année d'entrée en vigueur de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011, il n'y a pas de différence notable sur les quantités de MIDND valorisés entre la circulaire de 1994 et l'arrêté ministériel de 2011. La quantité de MIDND valorisé reste stable.

En revanche, la qualité des MIDND stockés en ISDND a évoluée :

- avec la circulaire de 1994, la majorité des MIDND déposée en ISDND était classée valorisable,
- avec l'arrêté ministériel de 2011, la majorité des MIDND déposée en ISDND est non valorisable. Les paramètres déclassant les MIDND sont, depuis le 1^{er} juillet 2012, le plomb et le COT.

Les enquêtes ont démontré un engagement des exploitants pour améliorer la qualité des MIDND : les procédures d'échantillonnage et les plans assurance qualité sont mis en place dans la plupart des IME.

Cependant, les donneurs d'ordre restent encore réticents à l'utilisation des MIDND. Des actions de communication auprès des maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études sont nécessaires pour améliorer l'image du MIDND.

Les gestionnaires ont également demandé d'élargir les usages sous bâtiment et en aménagement de carrières, sous conditions d'acceptabilité et de mise en place de seuils adaptés.

Bibliographie

- [1] AMORCE, État des lieux de la gestion des mâchefers en France, Série Technique, DT 50, octobre 2012, 21 p.
- [2] Sétra, Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – les mâchefers d'incinération de déchets non dangereux (MIDND), octobre 2012, 48 p.

Annexes

Annexe A - Modèle de fiche d'enquête envoyé aux exploitants des installations de traitement thermique de déchets ainsi que de maturation et d'élaboration des MIDND

Annexe B - Installations sollicitées et installations ayant répondu en fonction des régions

ANNEXE A

Modèle de fiche d'enquête envoyé aux exploitants des installations de traitement thermique de déchets ainsi que de maturation et d'élaboration des MIDND

RETOUR D'EXPÉRIENCE DE L'ARRÊTÉ MINISTÉRIEL « MÂCHEFERS »

L'arrêté ministériel du 18 novembre 2011 définit les règles pour le recyclage, en technique routière, des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux (MIDND). Depuis le 1^{er} juillet 2012 cet arrêté ministériel est entré en vigueur et remplace la circulaire du 9 mai 1994, relative à l'élimination des mâchefers d'incinération des résidus urbains.

Parmi les règles détaillées par l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011, des valeurs limites à respecter, en teneur intrinsèque et en teneur dans les éluats après lixiviation, sont fournies en fonction d'un usage routier clairement défini.

L'objectif de cette enquête est de dresser un premier bilan de la qualité des graves de mâchefer produits moins de 10 mois après l'entrée en vigueur de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011. Cette enquête actuellement en phase d'essai sera étendue à toutes les régions en septembre 2013.

L'enquête s'adresse aux exploitants des installations de traitement thermique de déchets non dangereux et aux installations de maturation et d'élaboration (IME) produisant des matériaux alternatifs (mâchefers élaborés) et routiers (graves de mâchefers) à partir de MIDND.

INSTALLATION DE TRAITEMENT THERMIQUE DE DÉCHETS NON DANGEREUX

Caractéristiques de l'installation

Nom de l'exploitant :

Localisation de « l'usine d'incinération de déchets » :

- Installation en régie : oui non

Date de l'AP (mise à disposition de l'inspecteur des IC) :

- Récupération énergétique :
 - Production d'électricité
 - Production de chaleur
 - Autre (préciser) :
- Caractéristique des fours

Tableau 1

Caractéristiques	Four n°1	Four n°2	Four n°3	Four n°4
Capacité annuelle (tonnes)				
Capacité nominale (t/h)				
Pouvoir calorifique de référence des déchets (kJ/kg)				
Température du four				

Origine et nature des déchets en entrée du four

DASRI

Pourcentage par rapport à la quantité totale de déchets incinérés :

Déchets des ménages – collecte sélective

Taux :

Préciser le périmètre géographique de la collecte des déchets des ménages :

Boues de STEP

Taux :

Origine(s) :

Joindre les analyses chimiques (mise à disposition de l'inspecteur des IC)

Autre matière entrant dans le four ou dans le processus thermique

Pourcentage par rapport à la quantité totale de déchets incinérés :

Nature :

Qualité :

Capacité de l'installation de traitement thermique productrice du MIDND

- supérieure ou égale à 50 000 tonnes de déchets incinérés par an
- inférieure à 50 000 tonnes de déchets incinérés par an

Gestion des mâchefers en sortie du four

Bain de refroidissement, préciser la nature physico-chimique, composition :

Mode de gestion des effluents liquides :

Autre(s) système(s) de refroidissement :

Traitement(s) des mâchefers avant envoi sur la plate-forme de l'installation de maturation et d'élaboration (IME) :

Temps de stockage des MIDND sur l'installation avant envoi sur l'IME :

INSTALLATION DE MATURATION ET D'ÉLABORATION DE MÂCHEFERS (IME)

Rappel de quelques définitions de l'article 2 de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011 :

- **Matériau alternatif** : tout matériau élaboré à partir d'un même lot périodique et destiné à être utilisé, seul ou en mélange avec d'autres matériaux, alternatifs ou non, au sein d'un matériau routier.
- **Matériau routier** : tout matériau alternatif ou mélange d'un matériau alternatif avec d'autres matériaux, alternatifs ou non, répondant à un usage routier.
- **Elaboration** : opération reposant sur une combinaison de traitements physiques simples, dits « de préparation », et de traitements physico-chimiques simples, dits « de maturation », visant à produire un matériau alternatif à partir d'un MIDND.
- **Formulation** : opération visant à mélanger des matériaux, alternatifs ou non, dans des proportions déterminées afin de produire un matériau routier.
- **Stabilisation** : opération visant à utiliser différents réactifs dans le but de limiter la solubilité des polluants.

Caractéristiques de l'installation

Nom de l'exploitant :

Localisation de l'IME :

- IME en régie :

oui

non

Date de mise en œuvre de la procédure d'assurance qualité selon AM (mise à disposition de l'inspecteur des IC)

Origine des mâchefers entrant sur l'installation de maturation et d'élaboration des MIDND

Installation de traitement thermique de déchets non dangereux (rubrique 2771) nombre et localisation :

Installation de traitement thermique de déchets non dangereux et DASRI (rubrique 2770) nombre et localisation :

Période de constitution d'un lot périodique de MIDND sur l'installation en fonction de l'origine du MIDND

Tableau 1

Période de constitution d'un lot	Origine des MIDND			
1 mois				
3 mois				
6 mois				
autre préciser				

Quantité de MIDND acceptée par mois sur l'installation (tonnes) :

Quantité de MIDND acceptée par mois en fonction de l'installation de traitement thermique d'origine :

Les MIDND sont-ils caractérisés au sens de l'article R. 541-8 du code de l'environnement afin de caractériser leur degré de dangerosité

oui

non

Si oui :

Type d'essais :

Fréquence de réalisation :

Étapes d'élaboration du matériau alternatif (mâchefer élaboré)

- maturation – préciser la durée moyenne par lot :
- déferraillage des métaux ferreux
- extraction des métaux non ferreux
- criblage
- concassage
- extraction des imbrûlés
- autres traitements, préciser :

Procédure d'échantillonnage des matériaux alternatifs par lot

oui

non

Joindre le document formalisant la procédure

Étapes de production du matériau routier (grave de mâchefer)

Préciser la chronologie de l'élaboration:

- Existence d'une Fiche Technique Produit (FTP) du matériau routier (grave de mâchefer) mise à disposition de l'inspecteur des IC :

oui

non

Caractérisation physico-chimique des MIDND du 1er janvier 2009 au 30 juin 2012 et filières de traitement

Le tableau 2 présente les analyses à réaliser selon la circulaire de mai 1994. Si d'autres analyses sont réalisées, merci de compléter le tableau.

Le tableau 3 présente les filières de valorisation des MIDND (pour les lots classés V ou les lots classés M, qui, après maturation, sont classés V)

Le tableau 4 présente les filières de traitement pour les MIDND pour les lots classés S (y compris les lots classés M, qui, après maturation, sont classés S)

Tableau 2

Paramètres	Norme	Identification du lot : n° lot et quantité (tonne)											
		Lot :											
		Quantité :											
Taux d'imbrûlés (%)													
Fraction soluble (%)													
Hg (mg/kg)													
Pb (mg/kg)													
Cd (mg/kg)													
As (mg/kg)													
Cr 6+ (mg/kg)													
As (mg/kg)													
SO4 2- (mg/kg)													
COT (mg/kg)													
...													

- Lots classés V

Pour les lots classés V y compris les lots classés V suite à une période de maturation, indiquer les quantités, filières de valorisation et maîtres d'ouvrage des travaux.

Tableau 3

N° du lot et usine d'origine	Quantité (tonne)	Filières de valorisation				Maître d'ouvrage
		Structure routière ou de parking	Remblai < 3 m avec recouvrement végétal d'au moins 0.50 m	Remblai < 3 m avec un revêtement imperméable	Autres (préciser)	

- Lots classés S

Pour les lots classés S y compris les lots classés S suite à une période de maturation, indiquer les quantités et les filières de valorisation.

Tableau 4

N° du lot et usine d'origine	Quantité (tonne)	Destination (par exemple, ISDND)

Caractérisation physico-chimique des MIDND depuis le 1^{er} juillet 2012 et filières de traitement

Le tableau 5 présente les analyses à réaliser selon l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011. Si d'autres analyses sont réalisées, merci de compléter le tableau.

Le tableau 6 présente les filières de valorisation des MIDND.

Le tableau 7 présente les destinations pour les MIDND dépassant au moins un des seuils de l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011.

Tableau 5 : analyses réalisées sur les MIDND selon l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011

Paramètres	Norme	Identification du lot périodique de matériaux alternatifs (mâchefers élaborés) - N° lot et quantité (en tonne)											
		Lot n°											
COT		Quantité :											
As													
Ba													
Cd													
Cr total													
Cu													
Hg													
Mo													
Ni													
Pb													
Sb													
Se													
Zn													
Fluorure													
Chlorure													
Sulfate													
Fraction soluble													
BTEX													
PCB													
Hydrocarbures C10 à C40													
HAP													
Dioxines et furanes													
Unité de mesure:													
...													

A l'exception des dioxines et furanes dont l'unité est à préciser, l'unité pour tous les autres éléments et substances est mg/kg de matière sèche.

- Filières de valorisation

Préciser les quantités de MIDND commercialisées depuis juillet 2012 ainsi que leur usage :

Tableau 6

N° du lot	Quantité (tonne)	Filières (préciser l'usage)			Maître d'ouvrage (CG, communes, communauté de communes, DIR, DREAL, etc.)
		Usages routiers de type 1	Usages routiers de type 2	Autres (préciser)	

- Filière d'élimination

Le tableau 7 détaille la destination des lots de MIDND ne respectant pas au moins une valeurs-limite de l'AM du 18 novembre.

Tableau 7

N° du lot et usine d'origine	Quantité (tonne)	Destination

Des actions ont-elles déjà été mises en œuvre pour améliorer la qualité des MIDND en vue de respecter les seuils fixés par l'arrêté ministériel du 18 novembre 2011 ?

1.
2.
3.

Selon les exploitants, quelles sont les difficultés de la filière ?

1.
2.
3.
4.
5.

Actions envisagées pour améliorer la qualité finale du matériau.

1.
2.
3.
4.
5.

ANNEXE B

Installations sollicitées et installations ayant
répondu en fonction des régions

Région	Nombre d'installation de traitement thermique de déchets		Nombre d'installation de maturation et d'élaboration des mâchefers	
	Existante	Ayant répondu	Existante	Ayant répondu
ALSACE	4	4	3	3
AQUITAINE	9	5	3	1
AUVERGNE	1	1	1	1
BASSE-NORMANDIE	1	1	3	0
BOURGOGNE	3	3	3	2
BRETAGNE	11	7	4	3
CENTRE	10	7	3	2
CHAMPAGNE ARDENNES	3	1	3	1
FRANCHE-COMTE	6	1	5	1
HAUTE NORMANDIE	3	0	1	0
ILE DE FRANCE	20	20	7	7
LANGUEDOC-ROUSSILLON	4	4	3	3
LIMOUSIN	3	0	2	0
LORRAINE	4	4	4	2
MIDI-PYRENEES	3	3	3	3
NORD PAS DE CALAIS	8	8	4	1
PAYS DE LA LOIRE	6	2	2	2
PICARDIE	1	1	1	0
POITOU-CHARENTES	7	6	4	4
PROVENCE-ALPES COTE D'AZUR	5	4	3	1
RHONE-ALPES	15	9	9	4
TOTAL	127	91	71	41



Cerema

Connaissance et prévention des risques – Développement des infrastructures – Énergie et climat – Gestion du patrimoine d’infrastructures
Impacts sur la santé – Mobilités et transports – Territoires durables et ressources naturelles – Ville et bâtiments durables

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Département Environnement Territoires Climat - 46, rue Saint-Théobald - BP 128 - 38081 L'ISLE D'ABEAU CEDEX - +33 (0)4 74 27 51 51

Siège social : Cité des mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30

Établissement public - Siret 130 018 310 00016 - TVA Intracommunautaire : FR 94 130018310 - www.cerema.fr