



INSTITUT NATIONAL DE MEDECINE AGRICOLE

14 rue Auguste Comte - 37000 Tours

www.inma.fr

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MEDECINE AGRICOLE



Plateforme de compostage en milieu clos

Approche pluridisciplinaire pour l'évaluation du risque chimique

Mémoire présenté par le Docteur TICHADOU Lucia

Octobre 2014

REMERCIEMENTS

Un grand merci à M Jamonet pour m'avoir permis de réaliser ce travail et pour sa disponibilité.

Merci à Laurent Lampin pour son professionnalisme, ses compétences et sa gentillesse.

Merci à mon Vénérable Maître Marty pour son accueil et sa patience !

Une pensée particulière pour l'équipe ardéchoise de la MSA, Magali, Laure et Thierry pour leur accueil chaleureux et leur soutien.

Ce travail est la conclusion d'une année exceptionnelle, riche en découvertes et en rencontres tant professionnelles qu'humaines.

Résumé :

Le compostage est une technique de valorisation des déchets organiques en pleine expansion. La fermentation aérobie conduit à la fabrication d'un amendement organique stable et hygiénique. Ce processus génère l'émission de substances microbiologiques, chimiques et de poussières dans les plateformes de traitement.

Le confinement du compostage, en réduisant l'impact environnemental des émissions augmente potentiellement l'exposition des salariés de ces sites.

L'étude métrologique menée ici a eu lieu dans une plateforme close compostant des boues de station d'épuration, des effluents d'élevage et des déchets verts.

Elle a évalué sur une courte période les émissions de CO₂, NH₃, H₂S et CO grâce à des capteurs individuels et d'ambiance.

Les résultats montrent des dépassements quotidiens des seuils réglementaires d'exposition professionnelle pour le CO₂ et le NH₃ ainsi que pour l'H₂S, gaz asphyxiants et irritants.

Il n'a pas été possible de déterminer des phases à risque systématique de dépassement.

Néanmoins, la démarche d'intervention dans l'entreprise a permis de dispenser des informations sur les risques, de préconiser des mesures de protection individuelle comme des détecteurs de gaz et de sensibiliser les opérateurs à la santé et sécurité au travail.

Mots clés : Gaz- Engrais-fertilisants- Risques professionnels

Abstract :

The use of composting to turn organic wastes into a valuable resource is expanding rapidly. Aerobic decomposition of organic matter lead to a fertilizing resource for the soil. microbial and chemical emissions as well as dust are produced in composting facilities.

In-vessel composting reduce environmental effect of the platforms but raise the occupational exposure for the workers.

Our investigation takes place in enclosed platform composting sewage sludge, manure and green waste. We evaluate 4 chemical pollutants (CO₂, NH₃, H₂S and CO) with mobile detection instruments.

Occupationnal exposure limits have been exceeded daily for anoxic and irritativ gasses. We cannot identify systematic acute risk period.

However, this study enable to provide information on the hazards to employees and the measures to be used to protect themselves.

Keywords : Gas- Fertiliser- Occupationnal risk

TABLE DE MATIERES

A-INTRODUCTION.....	1
B-CADRE REGLEMENTAIRE ET CHIFFRES CLES....	4
C-COMPOSTAGE.....	8
I Généralités.....	9
II Déchets concernés.....	9
III Définition.....	11
IV Description du processus.....	11
V Techniques de compostage.....	14
VI Intérêt agronomique des composts.....	17
D-RISQUES PROFESSIONNELS EN STATION DE COMPOSTAGE.....	18
I Risque biologique.....	19
II Risque chimique.....	21
II-1 les composés gazeux	
II-2 les poussières ou Matières Particules Totales	
III-3 les Eléments Traces Métalliques	
III-4 les MicroPolluants Organiques	
III Risque physique.....	27
III-1 le bruit	
III-2 les vibrations	
III-3 les autres risques	

E-PRESENTATION DE L'ETUDE	29
I Description du site.....	30
I-1 L'entreprise.....	30
I-2 Les installations.....	31
I-2-1 engins	
I-2-2 bâtiments fermés	
I-2-3 structures ouvertes	
I-3 Type et origine des déchets traités.....	33
I-4 Etapes du compostage.....	34
II Démarche d'intervention du service santé - sécurité au travail.....	37
III Analyse métrologique.....	38
III-1 Matériel et méthode.....	38
III-2 Résultats.....	41
III-3 Interprétation.....	44
IV Discussion.....	45
F-CONCLUSION	49
G-REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	51
H-ANNEXES	57

ANNEXES

- 1. Quai de déchargement des camions**
- 2. Plateforme de fermentation couverte avec casiers fermés**
- 3. Vue de l'arrière du bâtiment avec les ventilateurs**
- 4. Aire de maturation et de stockage**
- 5. Epandeur**
- 6. Tracteur agricole et chargeur frontal**
- 7. Bassins de rétention des lixiviats**
- 8. Aire de lavage**
- 9. Laveur de gaz**
- 10. Cuve d'acide sulfurique**
- 11. Biofiltre**
- 12. Mesures diurnes de monoxyde de carbone**
- 13. Mesures diurnes d'hydrogène sulfuré**
- 14. Mesures nocturnes de dioxyde de carbone**
- 15. Mesures nocturnes d'ammoniac**
- 16. tableau des alarmes enregistrées pendant les journées de travail**
- 17. Fiche technique du désinfectant**
- 18. Extrait de la fiche de données de sécurité de l'insecticide**
- 19. Résultats d'une analyse d'un lot de boues**
- 20. Extrait d'une analyse d'un lot de compost**

A. INTRODUCTION

Dès 1992, le sommet de la Terre à Rio jetait les bases fondatrices du développement durable.

« Les êtres humains ont le droit à une vie saine et productive en harmonie avec la nature... la protection de l'environnement doit faire partie intégrante du processus de développement ...pour satisfaire équitablement aux besoins des générations présentes et futures ».

« La meilleure façon de traiter les questions d'environnement est d'assurer la participation de tous les citoyens concernés »

« Les Etats doivent coopérer, dans un esprit de partenariat mondial en vue de conserver, de protéger et de rétablir la santé et l'intégrité de l'écosystème terrestre en améliorant la compréhension scientifique et en facilitant la mise au point techniques novatrices »

Depuis, les sommets, protocoles et autres moratoires se sont succédés, alertant les citoyens et les états sur les dangers que court notre planète du fait des activités humaines.

La gestion des déchets, toujours plus nombreux chaque jour, entre pleinement dans cette démarche de développement durable.

En France, le Grenelle de l'environnement a marqué une étape essentielle dans cette prise de conscience.

Le plan d'actions déchets répond à des objectifs ambitieux : produire moins de déchets, mieux les recycler, les valoriser quand cela est possible et assurer un traitement à la hauteur des enjeux sanitaires et environnementaux.: il s'agit d'utiliser les déchets comme ressources.

Les progrès techniques accomplis dans ce domaine ont vu naître de nouvelles solutions de valorisation et de recyclage. Le compostage, procédé ancestral connu de tous les agriculteurs, a lui aussi connu un regain d'intérêt.

La mise au point de nouvelles technologies a permis d'industrialiser cette pratique, d'améliorer son rendement tout en veillant à la sécurité environnementale.

Les agriculteurs sont à la fois producteurs de déchets mais aussi consommateurs de fertilisants et d'amendements organiques pour leurs terres toujours plus sollicitées en terme de rendement.

Depuis quelques années, le nombre de plateformes de compostage est en régulière progression. Les propriétaires doivent faire face aux contraintes agronomiques exigées pour leur produit mais aussi aux contraintes environnementales pour l'écosystème et les populations avoisinantes.

Ils doivent par ailleurs tenir compte des principes généraux de prévention et s'assurer que les salariés de la filière « déchets » exercent leur travail dans des conditions ne portant pas atteinte à leur santé.

C'est dans ce contexte que le service Santé Sécurité au travail de la MSA Ardèche-Drome-Loire est intervenu auprès d'un « agriculteur-composteur ».

La problématique posée par l'exploitant lors de son appel était celle-ci :

« La construction d'un hall de compostage avec des andains en casiers confinés vient d'être achevée. L'activité démarre actuellement. Y a-t-il un risque accru pour l'opérateur à travailler dans ces conditions ? »

Une équipe pluridisciplinaire, composée d'un médecin du travail et d'un conseiller en prévention, s'est saisie de ce cette problématique et a élaboré un projet de partenariat et d'accompagnement à l'évaluation des risques dans cette entreprise.

L'objet de ce travail consiste à présenter le compostage dans son cadre réglementaire, en décrire le principe et les techniques. Une synthèse sur les risques connus et documentés inhérents à cette pratique permettra de guider la phase d'étude menée sur la plateforme drômoise.

Cette étude pratique nous permettra d'évaluer certains risques chimiques liés à la fermentation. Nos objectifs vont au-delà de ces données : il s'agit pour l'équipe SST de s'intégrer dans la démarche de prévention de l'exploitant, lui apporter des informations pertinentes sur les risques, des outils de prévention ainsi qu'un appui technique.

B. CADRE REGLEMENTAIRE
ET CHIFFRES CLES

Le Code de l'environnement (article L. 541-1) définit le déchet comme "tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon". Les déchets sont générateurs de nuisances pour l'homme et la nature. Il est donc essentiel d'en contenir la production et d'en maîtriser le devenir.

Au niveau communautaire, c'est la directive cadre 2008/98/CE (1) qui fixe les orientations majeures des politiques de gestion des déchets :

- Le principe du « pollueur- payeur »
- Le principe de proximité de gestion des déchets au plus près de leur lieu de production
- La responsabilité élargie du producteur.

Elle énonce la « hiérarchie du traitement des déchets » qui devra être mise en oeuvre dans la législation des états membres :

- Prévenir la production de déchets
- Préparer les déchets en vue de leur réemploi
- Les recycler
- Les valoriser
- Les éliminer de manière sûre et dans des conditions respectueuses de l'environnement

La loi du 12 juillet 2010 (n° 2010-788) (2) (3) fixe des objectifs chiffrés en terme de valorisation dans le cadre d'un plan d'action national

- Réduction de 15 % du traitement des déchets sans valorisation, de 7 % des déchets ménagers et assimilés (DMA) collectés.

- Valorisation matière et organique des DMA de 45 % en 2015.

- Taux de recyclage de 75 % des déchets d'emballages ménagers dès 2012.

Le décret du 11 juillet 2011 achève la transposition de la directive cadre en droit français.

La réforme de la planification territoriale des déchets limite les quantités pouvant être incinérées ou mises en décharge.

Une obligation de tri et de collecte séparée des bio-déchets en vue de leur valorisation organique est imposée aux gros producteurs (le commerce alimentaire, la restauration collective, les espaces verts et l'industrie agroalimentaire).

Selon les chiffres de L'ADEME publiés dans son rapport publié en 2014 (4) la France a produit en 2010 355 millions de tonnes de déchets, avec une croissance évaluée à environ 1% par an dont environ :

- 256 millions de tonnes de déchets minéraux non dangereux (inertes, BTP essentiellement)
- 11,5 millions de tonnes de déchets dangereux
- 43 millions de tonnes de déchets non dangereux
- 47 millions de tonnes de déchets organiques répartis comme suit :

Déchets collectés par le service public	20.2 Millions de Tonnes
Déchets de cuisine,	6.8
papiers-cartons, textiles sanitaires	7.5
Déchets verts	5.9
Déchets organiques en gestion domestique	5,7
Autres déchets organiques	12
Boues de stations d'épuration (STEP)	9
Déchets verts des collectivités et des entreprises	4.2
Industries agroalimentaires (IAA)	3
Papetiers et Autres industries	2.6
Marchés, Commerces alimentaires et Restauration	2.3

Figure 1 : Production des déchets organiques en 2010. (Source Ademe rapport 2014)

Les déchets générés par l'agriculture, la sylviculture et la pêche non collectés et valorisés en tant qu'amendement sur l'exploitation (co-produits, effluents d'élevage...) représenteraient environ 375 millions de tonnes par an (4)(5), faisant de ce secteur économique le premier producteur de déchets alors même qu'il s'agit de la part la moins facilement évaluable.

Le recyclage défini par le code de l'environnement (Article L541-1-1) désigne toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins ; certaines opérations s'accompagnent de la sortie du statut de déchet.

Pour pouvoir être recyclés ou valorisés, les déchets organiques ne doivent plus être considérés comme des résidus dont il faut se débarrasser mais comme des matières premières qui peuvent présenter un intérêt soit agronomique (fertilisation, apport de matière organique...), soit matière (alimentaire ou industriel), soit énergétique (production de biogaz par méthanisation, récupération de chaleur par incinération)

Le taux de valorisation a atteint 72 % des déchets municipaux en 2011, contre 53 % en 2000 (6)

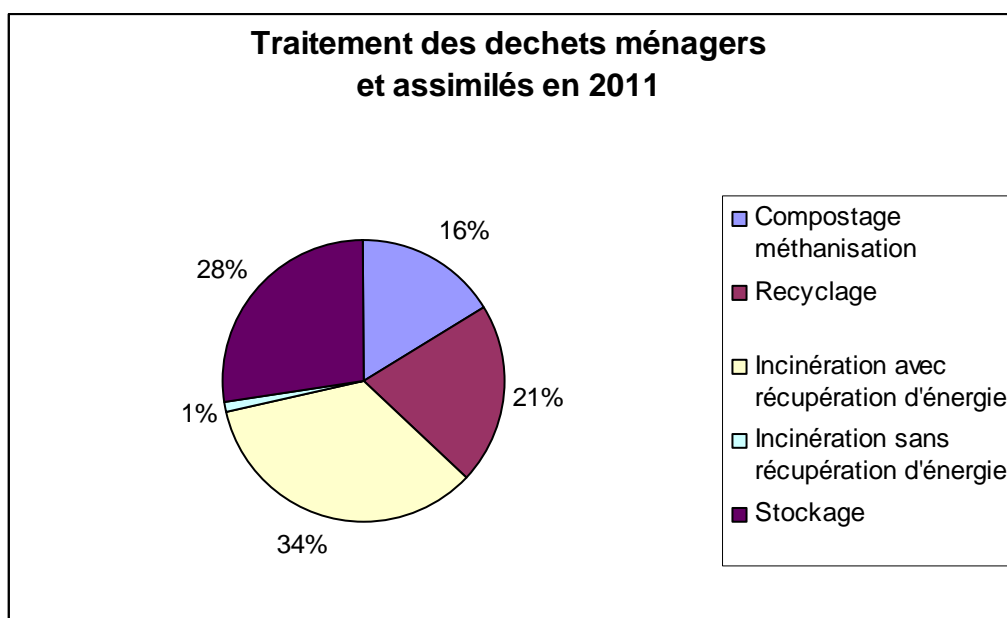


Figure 2 : Filières de traitement des DMA (données ADEME –SINOE enquête ITOM)

C. LE COMPOSTAGE

I-Généralités

Le compostage entre pleinement dans cette logique de valorisation avec un intérêt agronomique par apport d'éléments fertilisants et de matière organique mais aussi un intérêt économique.

Selon les données 2010 du ministère de l'écologie et du développement durable (7), on évalue à 800 le nombre d'installations de compostage en fonctionnement en France. Environ 6 millions de tonnes de déchets sont ainsi traités chaque année pour obtenir 1,8 M de tonnes de compost.

Cette filière de valorisation connaît une croissance importante ces dernières années du fait de la promotion du compostage domestique ou de proximité mais surtout du développement du co-compostage industriel (déchets verts et boues de station d'épuration par exemple) et du compostage agricole sur les exploitations ne disposant pas de plan d'épandage suffisant pour gérer leurs effluents d'élevage notamment.

Ces installations relèvent de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) avec des nomenclatures spécifiques en fonction des capacités de traitement et du type de déchets traités.

Les agriculteurs composteurs adhèrent à une charte préconisant les conditions d'exploitation de l'installation et les normes à respecter dans les différentes phases du procédé.

II-Déchets concernés

Les matières organiques peuvent être issues de la fraction fermentescible des ordures ménagères (FFOM), des déchets de l'industrie agroalimentaire et du commerce alimentaire mais aussi les effluents d'élevage (fumiers, lisiers) et les matières d'intérêt agronomique issues du traitement des eaux (MIATE) riches en matière azotée.

Le traitement des eaux usées (urbaines ou industrielles) aboutit à la production de boues, qui doivent subir un traitement pour réduire leur nocivité, leurs nuisances olfactives et leur volume.

D'après le commissariat général au développement, plus d'un million de tonnes de boues ont été produites en 2008 (8)

Quatre destinations sont actuellement possibles pour ces boues (9).

- l'épandage agricole pour les boues liquides ou pâteuses (47% des boues)
- l'élaboration de compost utilisé comme amendement organique (26%),
- l'incinération(19%),
- la mise en décharge (8%).

L'industrie agroalimentaire a produit quant à elle 2,7 millions de tonnes de boues et effluents en 2008 selon l'enquête sur la production de déchets non dangereux dans l'industrie (ministère de l'agriculture et de l'agroalimentaire)

Le traitement de ces résidus organiques est ainsi réparti :

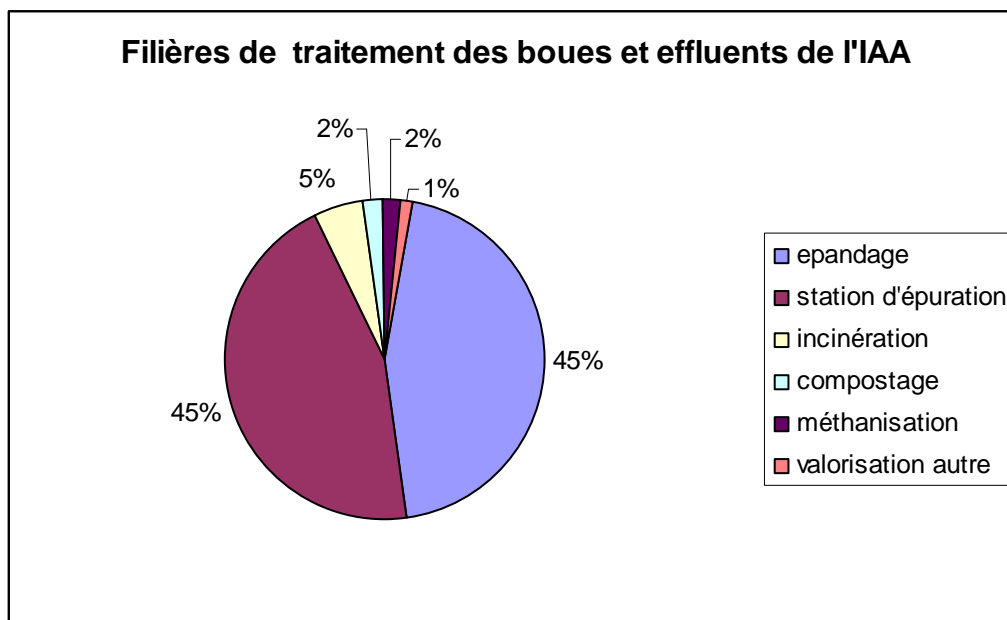


Figure 3 : Devenir des déchets organiques de l'industrie agroalimentaire
(INSEE. SSP- Agreste Primeur).

Les matières organiques sont associées à des matières végétales pour assurer le co-compostage.

Les déchets verts proviennent de l'entretien des espaces verts des collectivités, des jardins privés, des serres, des terrains de sport mais aussi des exploitations agricoles (maraîchage, horticulture...).

Il peut s'agir des résidus de tonte de pelouse, de taille et d'élagage, les sous produits de l'exploitation du bois...

III-Définition

Le compostage est un processus biologique de dégradation et de transformation de la matière organique végétale et animale en conditions aérobies. Il aboutit à l'élaboration d'une matière humifiée et stabilisée, le compost.

Il fait intervenir successivement des populations microbiennes (bactéries, champignons et protozoaires) qui, en présence d'oxygène, produisent une montée en température, une perte en eau, une minéralisation en CO₂ et une production de substances humiques.

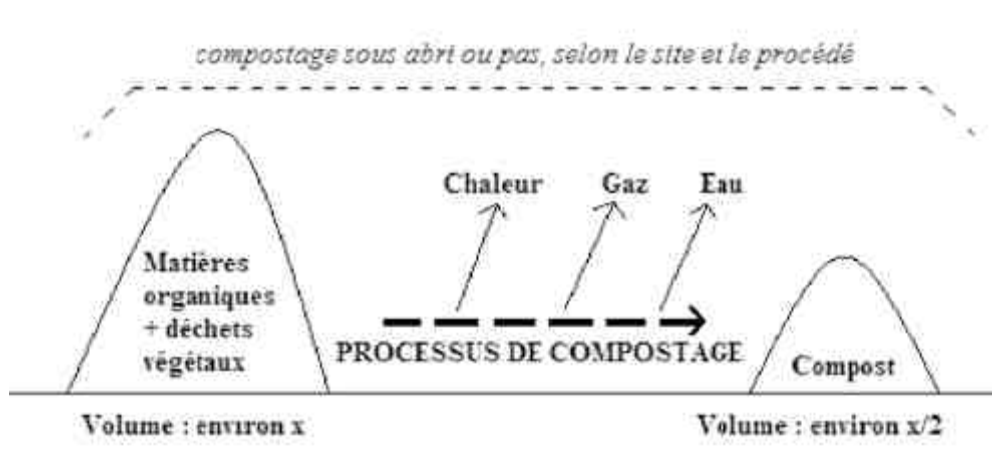


Figure 4 : principes du compostage -schéma général

IV-Description du processus

L'humification de la matière organique a lieu en trois phases (10)

- *Phase mésophile*

Des microorganismes dont la croissance est optimale entre 20 et 45°C se multiplient en présence de sucres simples et acides aminés libres ; cette phase est exothermique

- *Phase thermophile*

Durant cette étape, la température monte à 50 à 75°C. Elle s'accompagne d'une dégradation très active de la matière organique avec dégagement de CO₂, perte en azote minéralisé sous forme ammoniacale et assèchement du compost par évaporation d'eau. La production de chaleur détruit les germes pathogènes et les graines d'adventices

- *Phase de maturation*

La température décroît durant cette phase. Les microorganismes mésophiles colonisent à nouveau le compost ; les éléments de l'humus apparaissent progressivement jusqu'à la constitution du compost mature.

Les durées respectives de chacune des phases dépendent des matériaux de départ et des conditions techniques dans lesquelles le compostage s'effectue.

Les microorganismes impliqués sont nombreux et varient en fonction de la phase du processus : il s'agit de bactéries, champignons, actinomycètes, algues, protozoaires et cyanophycées

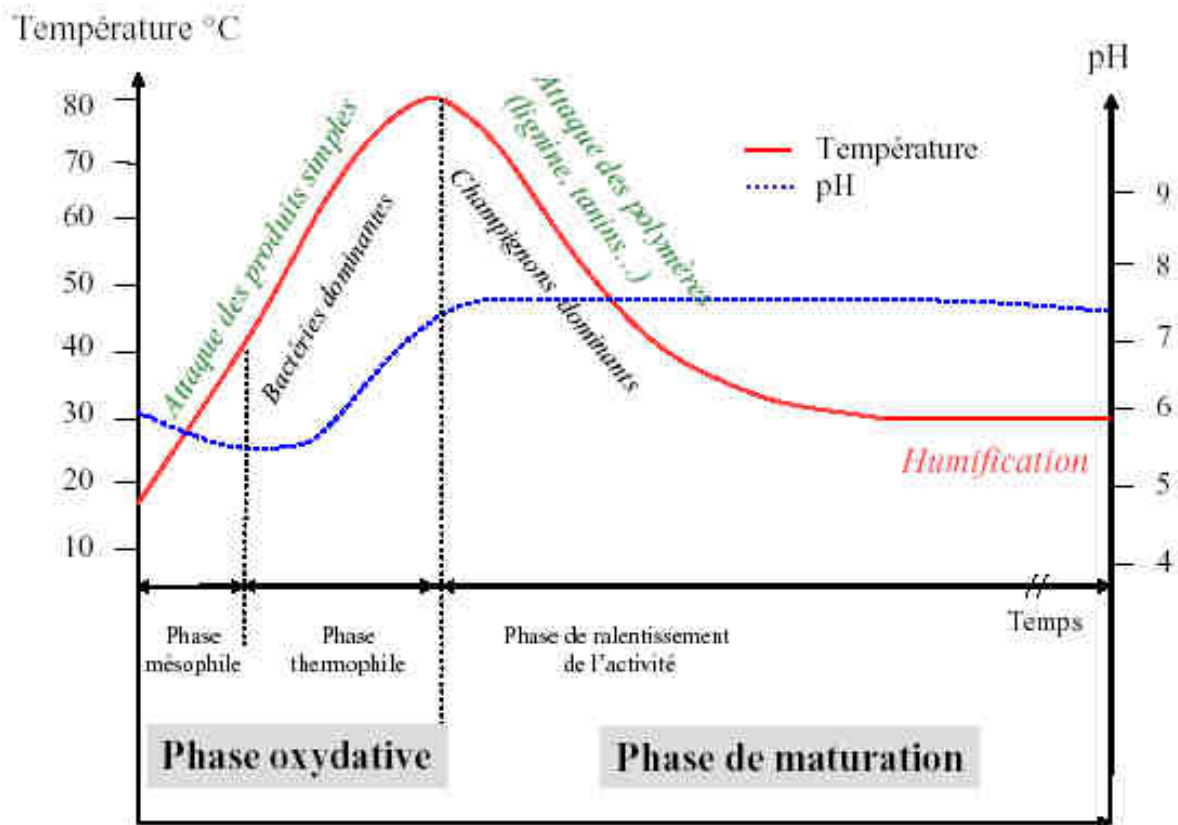


Figure 5 : courbe théorique d'évolution de la température et du pH au cours du compostage (d'après Mustin)

Divers facteurs, interdépendants les uns des autres vont conditionner le bon déroulement du compostage. (11)(12)(13)

- *Caractéristiques chimiques*

Le pH optimal ne doit pas dépasser 8 au risque d'augmenter la production d'ammoniac.

Le rapport C/N (carbone sur azote) diminue au cours du compostage en raison de l'utilisation du carbone par les micro-organismes. Le rapport optimal se situe entre 25 et 30. S'il est supérieur à 40 le processus est ralenti. S'il est trop faible, l'azote est sous utilisé et perdu sous forme d'ammoniac ou d'oxyde nitreux

Le rapport C/P (carbone sur phosphore) idéal est situé entre 75 et 150 afin d'apporter les éléments nutritionnels nécessaires aux microorganismes.

- *Caractéristiques physiques*

La porosité, la granulométrie et la taille de l'andain conditionnent la qualité de son oxygénation, son activité biologique et sa montée en température.

L'humidité représente entre 40 et 65% de la matière en début de fermentation. Trop faible, elle limite la prolifération de micro-organismes ; trop élevée, elle gêne l'aération. Elle atteint 30% en fin de cycle.

La montée en température liée à l'activité des microorganismes est l'élément principal d'hygiénisation des déchets. Trop faible, les pathogènes et graines d'adventices ne sont pas détruits. Trop élevée, l'activité enzymatique est inhibée.

C'est le paramètre le plus facilement mesurable et maîtrisable.

L'évolution de la température dépend de la composition des substrats mis à fermenter et des échanges thermiques durant le processus. Ceux-ci sont influencés par la forme et la hauteur des andains, l'aération, le bâtiment, le climat...(14)

En résumé, le compostage de déchets conduit à :

- la réduction du volume brut initial,
- l'augmentation de la teneur en matière sèche,
- l'hygiénisation du produit final par la chaleur,
- l'obtention d'un résidu riche en matières humifiables, sels minéraux et micro-organismes non pathogènes

V-Techniques de compostage

Les installations de compostage répondent aux dispositions réglementaires définies par l'arrêté du 22 avril 2008. (15)

Elles doivent comprendre :

- une zone de réception, tri et contrôle des matières entrantes
- une aire de stockage des matières premières
- une aire de préparation, mélange des éléments
- une aire ou des bâtiments dédiés à la fermentation aérobie
- une aire de maturation
- des équipements dédiés à l'affinage, criblage
- une zone de stockage avant expédition du produit fini
- un bassin de récupération des lixiviats (résidus liquides issus des andains)

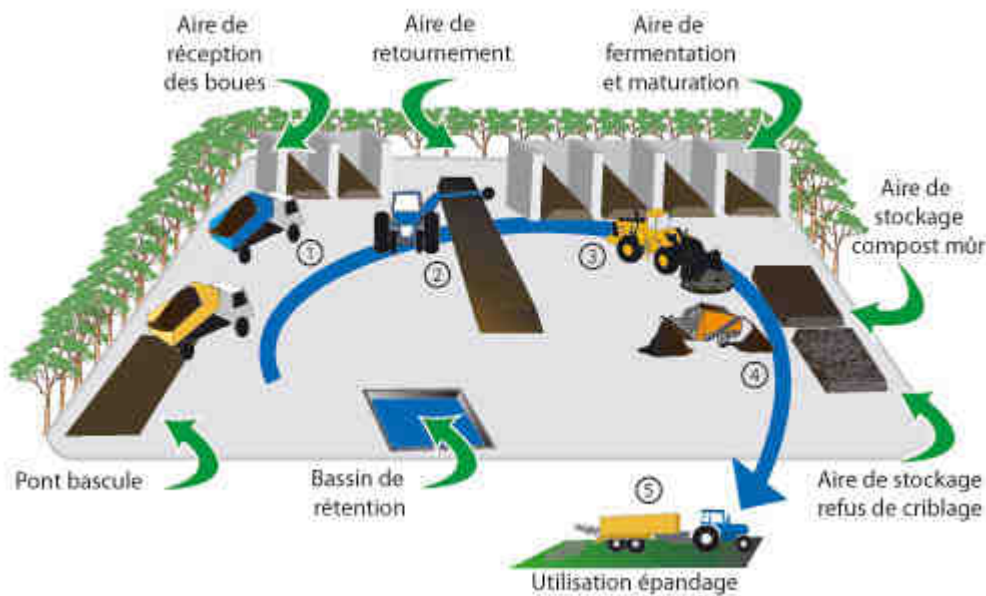


Figure 6 : plan général d'une plateforme de compostage

Ce même arrêté définit les conditions d'implantation de ces structures par rapport au voisinage, les modalités de contrôle des matières entrantes et sortantes, leur traçabilité, la gestion des effluents gazeux et liquides produits par l'installation afin de maîtriser leur l'impact environnemental et sanitaire. Les plateformes de compostage sont considérées comme des Installations Classées pour la Protection de l'environnement (ICPE)

Il existe différentes techniques de compostage industriel choisies en fonction des capacités de traitement, des lieux d'implantation des plateformes et des contraintes environnementales et /ou économiques. Elles diffèrent par la configuration des plateformes, les techniques utilisées et le mode de contrôle des paramètres du procédé.

Le processus d'humification requiert différentes opérations qui se déroulent sur plusieurs mois et selon des technologies différentes.

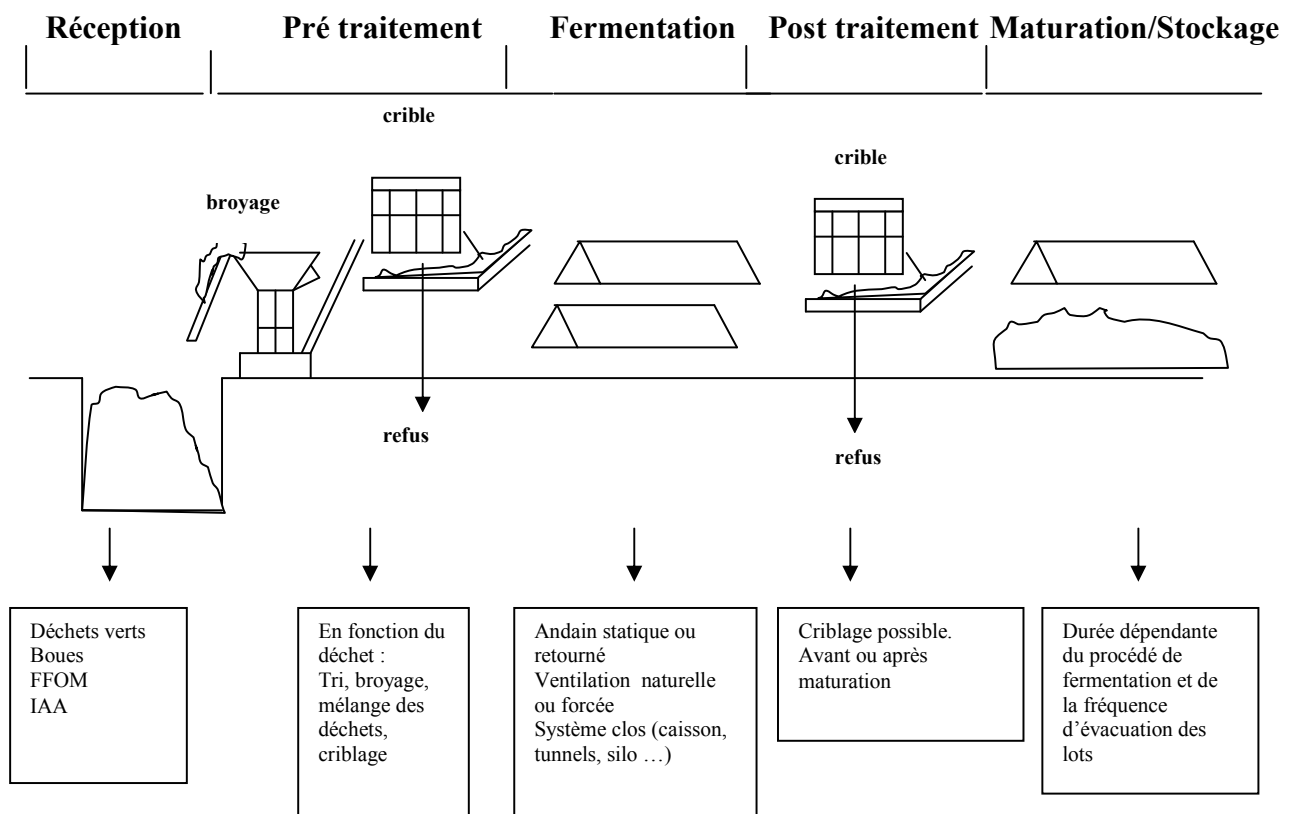


Figure 7 : étapes de fabrication du compost (d'après la FNADE) (16)

On distingue plusieurs techniques selon que la plateforme est ouverte ou fermée, le tas retourné ou statique, l'aération naturelle ou forcée. (17)

Le compostage en andains avec retournement et aération naturelle :

Il s'agit du procédé classique où l'on dispose les matières entrantes en tas allongés triangulaires de 3 ou 4 mètres de hauteur, à l'air libre sur des aires bétonnées.

Le retournement des andains se fait régulièrement au chargeur ou à l'enjambeur afin d'aérer le tas pour en accélérer la fermentation

Pour le maintien de l'activité biologique, un arrosage hebdomadaire est réalisé les trois premières semaines afin de maintenir un taux d'humidité du compost supérieur à 50 %. Le compostage dure de 10 à 16 semaines selon la nature des intrants.

Ce procédé est long, nécessite de grandes surfaces au sol, génère des nuisances olfactives notamment. Les lixiviats à traiter sont importants du fait de l'arrosage des tas et de leur exposition au lessivage des pluies.

Le compostage en andains statiques avec aération passive :

Ce procédé fait intervenir un réseau de gaines et de ventilateurs pour la distribution d'air sous les andains. La diffusion de l'air dans l'ensemble de l'andain de manière homogène est plus difficile

Le compostage en andains avec aération forcée et retournement :

Ce procédé associe une aération forcée automatisée des andains et des retournements réguliers permettant d'homogénéiser la masse des déchets en fermentation.

La décomposition en est accélérée avec un temps de traitement des déchets de l'ordre de 4 à 8 semaines dans les plateformes à ciel ouvert.

Le compostage en hall fermé :

Les déchets sont traités dans un bâtiment fermé; les andains, disposés en casiers ou couloirs sont ventilés par en dessous.

Le principe est d'optimiser le processus biologique de dégradation de la matière organique grâce à un contrôle des échanges d'air, de la température et de la teneur en eau.

Ces installations sont équipées de systèmes d'aspiration des gaz de fermentation qui sont ensuite traités par lavage et/ou biofiltration afin de réduire les nuisances olfactives.

Le déroulement du compostage est maîtrisé et les impacts sur l'environnement extérieur sont limités au maximum.

La fermentation peut être accélérée grâce à des procédés dynamiques: pré-fermentation en bio réacteur, retournement par roue pelleuse.

La durée de traitement est raccourcie par rapport à un système ouvert et varie de 3 à 5 semaines. Ce procédé est adapté au traitement de grands volumes bien qu'il requière une superficie plus faible; il nécessite des investissements plus lourds en terme de bâtiment et de matériel de traitement de l'air. Les quantités de lixiviats à traiter sont plus faibles puisque l'eau dégagée est aspirée et les tas sont protégés des pluies.

Le compostage en enceinte close :

Les déchets sont confinés dans des digesteurs, des silos, des conteneurs.

La masse de compost est ventilée, permettant une maîtrise du processus de fermentation. Le brassage est totalement automatisé. La durée de fermentation est accélérée.

Ces techniques sont coûteuses à l'installation

VI-Intérêt agronomique des composts

L'épandage sur l'exploitation des déchets agricoles et effluents d'élevage est une pratique séculaire. Il en est de même du compostage.

L'industrialisation de l'agriculture a sensiblement modifié les pratiques avec l'utilisation croissante d'engrais minéraux industriels stables visant à une amélioration des rendements. Ces pratiques culturales conduisent à l'appauvrissement des sols.

Les volumes de déchets industriels (IAA) et urbains (STEP), chaque année plus élevés, conduisent à trouver des solutions durables tant sur le plan agronomique qu'environnemental. La valorisation en agriculture des matières fertilisantes et supports de cultures est une alternative à la mise en décharge ou à l'incinération qui doivent tendre à diminuer notablement (3)

L'épandage de Matières Fertilisantes d'Origine Résiduaire (Mafor) a concerné 6,6 millions d'hectares de grandes cultures et prairies en 2011 dans la quasi-totalité des régions.

Au total, plus de 25% des surfaces de grandes cultures (notamment maïs, blé tendre et colza) et près de 30% des surfaces de prairies ont reçu un épandage de Mafor cette année-là; 94% étaient des effluents d'élevage, les 6% restant provenant de l'industrie betteravière, des composts urbains et des boues d'épuration urbaines ou industrielles (18).

Le compost constitue un amendement organique qui améliore la biodiversité des sols par apport de microorganismes, lutte contre son appauvrissement en minéraux, améliore ses qualités physicochimiques et contribue à diminuer les besoins en engrais industriels azotés. (19).

Pour obtenir le statut de produit commercialisable, les déchets transformés en compost doivent répondre à des critères de composition constants par rapport aux teneurs annoncées, d'un lot à l'autre, homogènes à l'intérieur d'un lot, stables au cours du stockage. Ils doivent aussi garantir leur innocuité pour l'homme, les végétaux, les animaux et l'environnement. (20).

La mise sur le marché en France des matières fertilisantes et supports de cultures est réglementée par les articles L955-1 à L955-11 du Code Rural.

Les Normes AFNOR NF U 44-051(amendements organiques) (21) et NF U 44-095 (composts contenant des matières d'intérêt agronomique, issues du traitement des eaux.)(22) réglementent la production, la commercialisation et l'utilisation agronomique des matières compostées.

Elles spécifient la nature des matières premières utilisées, leur mode d'obtention et leurs compositions: teneur en matière organique, rapport C/N, teneurs en azote (N), phosphore (P_2O_5), potassium (K_2O).

Les normes fixent aussi des teneurs limites en éléments traces métalliques (ETM), en composés traces organiques (HAP et PCB), en micro-organismes d'intérêt sanitaire (œufs d'helminthes, *salmonella*, *escherichia coli*, entérocoques, *clostridium*, *listeria*) et en éléments inertes et impuretés.

Elles déterminent les paramètres à contrôler sur les produits finis (paramètres agro-environnementaux et biologiques) et les modalités de ces contrôles.

D. RISQUES PROFESSIONNELS
EN STATION DE COMPOSTAGE

La valorisation des déchets par compostage industriel a vocation à se développer. La circulaire du 28 juin 2011 encadre les installations classées pour la protection de l'environnement afin d'imposer une maîtrise de la qualité des composts produits, de leur innocuité mais aussi une maîtrise de l'impact environnemental pour la santé publique des populations riveraines.

L'ADEME a développé un programme d'études et de recherches (23) afin de cerner l'ensemble des risques liés à cette activité. Chaque installation doit produire une étude d'impact évaluant l'ensemble des risques et nuisances pour l'environnement (24).

Le personnel des sites constitue la population la plus exposée tant sur le plan aigu que chronique. Notre présentation se focalisera exclusivement sur les risques professionnels auxquels sont exposés les opérateurs de plateformes de compostage industriel.

De nombreux auteurs ont effectué des études épidémiologiques et météorologiques afin d'identifier les dangers, évaluer les expositions et caractériser les risques auquel sont exposés ces salariés (25)(26)(27)(28)

I-Risque biologique

Les bioaérosols émis sur les sites de compostage (29) contiennent les microorganismes présents dans les matières premières compostées mais aussi ceux qui se développent lors de la phase de fermentation.

Ce sont des bactéries, des actinomycètes, des champignons de décomposition ou saprophytes, mais aussi des allergènes, des toxines et leurs métabolites.

Bactéries	Bactéries Gram négatif : <i>Enteobacter cloacae</i> , <i>E. agglomerans</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Xanthomonas maltophilia</i> , <i>Serratia rubidea</i> Bactéries Gram positif : <i>Staphylococcus epidermidis</i>
Actinomycètes	Thermophiles : <i>Saccharopolyspora rectivirgula</i> (syn : <i>Faenia rectivirgula</i> , <i>Micropolyspora faeni</i>), <i>Saccharomonospora</i> spp (dont <i>S. viridis</i>), <i>Thermoactinomyces thalophilus</i> , <i>Thermoactinomyces vulgaris</i> et <i>Thermomonospora</i> spp. Mésophiles : <i>Streptomyces</i> spp
Champignons	Moisissures de décomposition : <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>A. candidus</i> , <i>A. nidulans</i> , <i>A.niger</i> , <i>A. flavus</i> , <i>A. eburneo-cremeus</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>Penicillium</i> spp, <i>Eurotium</i> spp, <i>Trichoderma</i> spp, <i>Absidia</i> spp, <i>Rhizopus</i> spp, <i>Emericella</i> spp, <i>Tritirachium</i> spp, <i>Mucor</i> spp. Moisissures saprophytes : <i>Cladosporium</i> spp, <i>Alternaria</i> spp, <i>Vertillicium</i> spp, <i>Didymella</i> spp. Levures : <i>Candida</i> spp, <i>Rhodotorella</i> spp, <i>Endomycopsis</i> spp.

Figure 8 : Principaux micro-organismes identifiés dans les aérosols en plate-forme de compostage (d'après Schlosser et Huyard, 2008) (30)

Les microorganismes pathogènes des matières premières sont détruits par la montée en température et l'activité de la flore thermophile.

Des températures mal maîtrisées peuvent conduire à l'apparition d'une flore elle-même pathogène en cours de fermentation.

Les voies d'exposition sont principalement respiratoire mais aussi digestive (par déglutition des grosses particules inhalées et contamination main-bouche), muqueuse et cutanée.

L'inhalation de bioaérosols est à l'origine d'un risque infectieux, inflammatoire et allergique bien documenté dans de nombreuses publications. (30)(31)

Les atteintes infectieuses sont essentiellement liées à *Aspergillus fumigatus*. Cette moisissure provoque des infections opportunistes chez des personnes immunodéprimées ou porteuses de pathologies broncho-pulmonaires chroniques.

Les manifestations inflammatoires ORL et respiratoires sont dues aux endotoxines de la paroi microbienne, aux β glucanes et aux moisissures.

Les symptômes rapportés sont transitoires, associant rhinite, toux, conjonctivite, bronchospasme mais aussi des signes généraux (myalgies, arthralgies, fébricule).

Il s'agit alors du syndrome toxique des poussières organiques, bien connu en agriculture, résolutif mais étroitement lié aux niveaux d'exposition élevés (concentration atmosphérique en particules, durée et fréquence d'exposition).

Les manifestations allergiques observées sont liées à des phénomènes d'hypersensibilité de type I (rhinite, asthme, conjonctivite) mais aussi des infiltrats inflammatoires du parenchyme pulmonaire. Ces troubles sont favorisés par l'existence d'une atopie ainsi que des niveaux élevés d'exposition.

Anzivino-Viricel (32) dans sa synthèse bibliographique publiée en 2012 cite plusieurs études de cohorte chez des travailleurs.

Des toux, dyspnée, bronchites, rhinites, asthme sont rapportés avec un niveau de preuve d'association avec l'exposition convaincant.

Des pathologies gastro-intestinales, dermatologiques et conjonctivales sont jugées comme possiblement liées à l'exposition aux bioaérosols. Les données sont jugées insuffisantes pour conclure à un lien avec des pathologies respiratoires chroniques.

L'INRS, en 2010 (33) a effectué des campagnes de mesurage sur plusieurs types de plateformes différant par les déchets traités, le process utilisé, le confinement des sites.

Des prélèvements d'ambiance et sur les opérateurs ont été réalisés en saison chaude et froide et lors des différentes opérations de travail.

Ces analyses métrologiques ont révélé des niveaux significativement élevés d'endotoxines, de bactéries et de moisissures au sein des plateformes.

Les phases de manipulation des déchets (chargement, tri, criblage, retournement) ont été identifiées comme à risque élevé d'exposition aux bioaérosols.

C'est aussi le cas des halls de fermentation confinés, du travail en saison sèche (générateur de plus de poussière) et du compostage des boues de STEP ou de biodéchets.

L'exposition aux bioaérosols ne fait pas l'objet de valeurs limites réglementaires, comme tout agent infectieux.

Toutefois, le code du travail (art R4222-10) stipule que les concentrations moyennes en poussières inhalables et alvéolaires de l'atmosphère, inhalée par une personne, évaluées sur une période de 8 heures, ne doivent pas dépasser respectivement 10 et 5 mg/m³ (VLEP contraignante) (34). Ces valeurs concernent les poussières réputées sans effet spécifique, ce qui n'est pas vraiment le cas des bioaérosols. Elles peuvent néanmoins servir d'élément de surveillance des ambiances de travail afin de mettre en œuvre des mesures de prévention collectives et individuelles pour les salariés.

II-Risque chimique

Les différents composés chimiques mesurés dans l'atmosphère des sites de compostage proviennent des déchets entrants, du processus de fermentation et des engins circulants. (23)(33)(35)(36)

II-1 Les composés gazeux

- **L'eau**

Sous forme de vapeur, elle est produite en masse pendant les phases de fermentation mais aussi de maturation.

Cette vapeur est aspirée par les systèmes de ventilation forcée dans les sites clos.

- **L'ammoniac**

Le NH₃ est issu de la volatilisation du NH₄⁺ qui provient à la fois de la minéralisation de l'azote organique et des processus de nitrification/dénitrification des ions nitrites et nitrates.

L'émission est maximale pendant la fermentation et dans les phases où la température est la plus élevée.

La production d'ammoniac est dépendante de la microflore du substrat et de son ratio C/N, de l'aération de l'andain et des retournements qui conditionnent l'activité des microorganismes, la montée en température et la minéralisation.

L'ammoniac (CAS 7664-41-7) est un gaz incolore à odeur piquante, plus léger que l'air, très soluble dans l'eau et fortement réactif.

Le NH₃ est rapidement transformé en ammoniacque en milieu humide, solution caustique pour la peau et les muqueuses. (37). Il est étiqueté comme Toxique.

Les lésions provoquées sont dépendantes de la concentration atmosphérique du produit et de la durée d'exposition. Le seuil olfactif de détection est très variable (de 5 à 50 ppm)

En exposition aiguë, le NH₃ provoque une irritation cutanée, conjonctivale, rhinopharyngée et trachéo-bronchique (toux, dyspnée, bronchospasme voire détresse respiratoire)

Une hyperréactivité bronchique (RADS) peut survenir après un accident aigu.

L'exposition chronique à des concentrations modérées provoque une tolérance mais ce gaz irritant peut occasionner des asthmes persistants (38)

Des valeurs limites d'exposition professionnelles (VLEP) contraignantes (34) ont été établies (art R231-58 du code du travail).

La VME (valeur moyenne d'exposition) est de 10 ppm (7 mg/m³) sur 8 heures, la VLECT (valeur limite d'exposition court terme) est de 20 ppm (4 mg/m³) sur 15 minutes.

Dans l'étude menée par l'INRS en 2010 (33), près d'un tiers des prélèvements effectués en ambiance étaient supérieurs à la VME, la majorité d'entre eux étant notés sur les plateformes compostant des boues de STEP et dans des enceintes fermées.

- **le Dioxyde de carbone**

Le CO₂ constitue l'essentiel des pertes en carbone de la matière compostée en conditions aérobies et est un bon indicateur de la biodégradation.

Les composés biodégradables sont hydrolysés puis oxydés par l'activité microbienne.

Les composés organiques volatils et de méthane produits dans les zones d'anaérobiose sont eux-mêmes dégradés en CO₂ en conditions aérobies.

Comme pour le NH₃, les émissions de CO₂ sont liées au substrat lui-même, son ratio C/N, l'aération de l'andain par la ventilation et les retournements mais sont aussi fortement conditionnées par la température et l'humidité.

Elles augmentent progressivement au début de la phase de fermentation pour atteindre leur maximum, puis diminuer pour être réduites pendant la maturation.

La réactivation de l'activité microbienne lors des retournements provoque une recrudescence des dégagements.

Les émissions de CO₂ signent une fermentation efficace et ne doivent pas être empêchées.

Le dioxyde de carbone (CAS 127-38-9) est présent à l'état naturel dans l'atmosphère entre 0,03 et 0,06% (39). C'est un gaz incolore, inodore, plus lourd que l'air, soluble dans l'eau et stable à température ambiante.

Le CO₂ diffuse librement à travers la membrane alvéolaire quand il est inhalé, provoquant une augmentation de la PCO₂ sanguine et une acidose respiratoire.

A fortes concentrations, c'est un gaz asphyxiant. Les premières manifestations apparaissent pour une concentration atmosphérique de 2%. (40)

Elles associent en concentration croissante une polypnée, des céphalées, vertiges, tachycardie, HTA puis signes de détresse neurologique et respiratoire aboutissant très vite au décès brutal.

Les études concernant l'exposition chronique montrent un phénomène de tolérance avec des modifications des paramètres biologiques sans retentissement clinique.

L'arrêté du 30 juin 2004 établissant la liste des valeurs limites d'exposition professionnelle en application de l'article R. 232-5-5 du code du travail fixe une VME indicative sur 8h à 5000 ppm soit 0,5% (34)

- **l'hydrogène sulfuré**

L'H₂S est issu de la dégradation anaérobie des acides aminés soufrés constitutifs des protéines ou d'autres molécules organiques ou minérales contenant du soufre. La volatilisation de l'H₂S est favorisée par des températures élevées, par le débit d'aération et par une acidification du milieu.

Les mercaptans sont des composés organiques soufrés responsables en grande partie des nuisances olfactives. Ils peuvent être produits en condition aérobie et anaérobie.

Les déterminants des émissions d'H₂S sont liés au substrat (microflore, humidité, porosité, prétraitements), à l'aération des andains (en permettant une montée en température satisfaisante et donc une minéralisation des composés organiques soufrés).

Les émissions d'hydrogène sulfuré sont minimales quand le processus de fermentation est maîtrisé (aération, température, pH) ; elles sont accrues lors des phases de retournement et diminuent en cours de fermentation.

L'H₂S (CAS 7783-06-4) (41) est un gaz incolore, plus lourd que l'air, à odeur d'œuf pourri caractéristique décelée pour des concentrations atmosphériques de l'ordre de 0,02 à 0,1 ppm. La détection olfactive disparaît à forte concentration par anesthésie des cellules de l'odorat. Il est absorbé par inhalation principalement et métabolisé en thiosulfates, sulfates et sulfites pour être éliminé. C'est un puissant inhibiteur de la cytochrome oxydase mitochondriale provoquant un blocage de la chaîne respiratoire et une hypoxie tissulaire.

Les effets aigus chez l'homme sont dus à ses propriétés irritantes et anoxiantes dont l'intensité et la gravité sont liées aux concentrations atmosphériques (42).

Dès 100 ppm apparaissent des signes irritatifs oculaires et ORL, des céphalées, nausées, perte de connaissance. Si les concentrations dépassent 500 ppm, une détresse neurologique associée à un œdème pulmonaire lésionnel apparaît. Pour des valeurs de 1000 ppm, l'exposition même très brève aboutit au décès brutal, risque professionnel connu des travailleurs en raffinerie, traitement des eaux usées, égouts... et autrefois nommé le « plomb du vidangeur » L'exposition répétée à l'H₂S provoque des symptômes respiratoires (bronchites), oculaires (conjonctivites), neurologiques (céphalées, troubles mnésiques) et digestifs (anorexie, nausée).

Les valeurs limites d'exposition professionnelle réglementaires sont des VLEP contraignantes. (34)

La VME sur 8 heures est fixée à 5 ppm (7 mg/m³) et la VLECT sur 15 minutes est à 10 ppm (14 mg/m³).

- **le monoxyde de carbone**

Le CO n'est pas produit par le compostage mais est émis par les moteurs à explosion des engins thermiques utilisés sur la plateforme.

Dans des enceintes closes et en cas de forte activité, ce risque peut ne pas être négligeable.

Ce gaz (CAS 630-08-0) (43) est inodore, incolore, aussi dense que l'air.

Le CO est naturellement présent dans l'air à des valeurs de 0,1 à 0,2 ppm, la carboxyhémoglobine (HbCO) physiologique se situant chez un non fumeur entre 0,3 et 0,7%. Absorbé par les poumons, il diffuse à travers les membranes alvéolo-capillaires et possède une affinité pour l'hémoglobine supérieure à celle de l'oxygène provoquant l'anoxie.

Les signes de l'intoxication aiguë sont concentration-dépendants. Ils associent des céphalées, nausées, vertiges à partir de 200 ppm puis troubles de conscience, coma, convulsions, d'ischémie myocardique et décès pour des concentrations dans l'atmosphère au-delà de 800 ppm.

Une enquête de 2005 (44) constatait que 63 % des intoxications oxycarbonées professionnelles de la série étaient dues à des engins mobiles à moteur thermique dans des locaux fermés mal ventilés.

II-2 Les poussières ou matières particules Totales (MPT)

Elles sont des éléments solides en suspension dans l'air. Elles peuvent être inertes (sans effet spécifiques), mais on retrouve aussi des particules métalliques et de la silice.

Les différentes études météorologiques citées dans le rapport de l'ADEME (23) ont permis de montrer que :

- l'essentiel de ces particules ont une granulométrie inférieure à 10 µm correspondant à la fraction alvéolaire des poussières inhalables.

- les concentrations moyennes mesurées sur les sites et sur les opérateurs sont très variables mais se situent généralement entre 2 et 10 mg/m³ pour une VME Poussière totale à 10 et alvéolaire à 5 mg/m³ (34)

- les tâches les plus exposantes sont celles où le compost est manipulé (réception, retournement, criblage et conditionnement).

II-3 Les éléments traces métalliques (ETM)

Ils sont nombreux dans les déchets entrants ; leur teneur est variable selon le type de déchets. Les métaux les plus présents sont le zinc, le cuivre, le plomb, le chrome, le nickel, le mercure, le sélénium, le cadmium, l'arsenic.

Ils ne sont pas détruits par la fermentation et se concentrent même pour certains dans le produit fini.

Toutefois, leur teneur est réduite par l'obligation d'analyse à laquelle sont soumises notamment les boues de STEP avant compostage.

Les produits finis, avant commercialisation en tant qu'amendement, obéissent aux mêmes contraintes pour préserver leur qualité agronomique et réduire la contamination alimentaire en métaux lourds.

II-4 Les micropolluants organiques (MPO)

Ils regroupent de très nombreuses familles chimiques.

Il s'agit d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), de polychlorobiphényles (PCB), de pesticides (notamment organochlorés très rémanents), et de composés organiques volatils (COV) (alcools, aldéhydes, cétones, esters, acides...)(45) (46).

Outre leur toxicité spécifique neurologique, rénale, hépatique, hématologique, certains d'entre eux comme le benzène sont des cancérigènes avérés.

Domingo en 2008 (25) souligne le caractère ubiquitaire de ces composés dans l'atmosphère, leurs effets toxiques bien documentés pour beaucoup d'entre eux mais aussi le petit nombre d'études permettant d'évaluer avec précision le niveau d'exposition des salariés des sites de compostage.

Toutefois, Nadal en 2009 (26) comme Eitzer en 1995 (45) ont globalement évalué le risque comme étant faible pour le personnel exposé.

Les étapes de tri, manipulation/broyage et phase initiale de la fermentation restent néanmoins les plus à risque de forte exposition.

Poirot en 2010 (33) relève lors de sa campagne de mesurage des concentrations pour la plupart inférieures à 0,1 mg/m³ en moyenne qu'il juge sous évaluées en raison de la grande variété de familles chimiques; il note toutefois une prépondérance des composé terpéniques.

Les composés organiques sont pour la plupart odorants, ces odeurs étant considérées comme des nuisances pour les populations riveraines mais aussi pour les travailleurs.

La perception des odeurs n'est pas forcément corrélée à un niveau d'exposition ni à l'effet toxique des substances.

Le niveau d'impact est variable de la simple détection, la nuisance, l'intolérance, l'irritation à la toxicité aigue ou chronique (47)

Divers symptômes rapportés, associant des phénomènes irritatifs, des signes digestifs non spécifiques, des céphalées, des signes respiratoires sont considérés comme significativement liés aux nuisance olfactives. (48)

La valeur cible retenue dans la réglementation française (ICPE compostage) comme seuil de nuisance est approximativement de 5 unités d'odeur/m³

L'étude de synthèse réalisée par l'école nationale de santé publique en 2002 (35) a proposé une liste non exhaustive des substances émises par une installation de compostage.

Ils sont présentés dans la figure 9.

ETM	chlorure de vinyle CAS 75-01-4	benzo(a)pyrène CAS 50-32-8
Cadmium CAS 7440-43-9	trichloroéthylène CAS 79-01-6	benzo(ghi)pérylène CAS 191-24-2
Chrome III CAS 16065-83-1	tetrachloroethylene CAS 127-18-4	PCBs CAS 1336-36-3
Cuivre CAS 7440-50-8	benzène CAS 71-43-2	pesticides
Mercure CAS 7439-97-6	chlorobenzène CAS 108-90-7	aldrine CAS 309-00-2
Nickel CAS 7440-02-0	1,4 dichlorobenzène CAS 106-46-7	dieldrine CAS 60-57-1
Plomb CAS 7439-92-1	éthylbenzène CAS 100-41-4	carbaryl CAS 63-25-2
Zinc CAS 7440-66-6	isopropylbenzène (cumène CAS 98-82-8)	DDT CAS 50-29-3
Sélénium CAS 7782-49-2	toluène CAS 108-88-3	endrine CAS 72-20-8
Arsenic CAS 7440-38-2	styrène CAS 100-42-5	chlordan CAS 12789-03-6
COV	xylène CAS 1330-20-7	heptachlore CAS 76-44-8
acétaldéhyde CAS 75-07-0	acroléine CAS 107-02-8	lindane (gamma-Hexachlorocyclohexane CAS 58-89-9)
formaldéhyde CAS 50-00-0	HAP	pentachlorophénol CAS 87-86-5
acétone CAS 67-64-1	naphtalène CAS 91-20-3	hexane CAS 110-54-3
2 butanone CAS 78-93-3	fluoranthène CAS 206-44-1	Autres
disulfure de carbone CAS 75-15-0	acénaphthène CAS 83-32-9	ammoniac CAS 7664-41-7
chloroforme CAS 67-66-3	fluorène CAS 86-73-7	H ₂ S CAS 7783-06-4
1,2 dichloroéthane CAS 107-06-2	phénanthrène CAS 85-01-9	Dioxines
chlorure de méthylène (dichlorométhane) CAS 75-09-2	anthracène CAS 102-12-7	poussières
tétrachlorure de carbone CAS 56-23-5	pyrène CAS 129-00-0	

**Figure 9 : liste non exhaustive des substances émises par une installation de compostage
D'après les travaux de l'ENSP en 2002**

III-Risque physique

Les opérations de transport, chargement, retournement, criblage exposent le personnel des plateformes à des risques physiques.

III-1 Le bruit

Il fait partie intégrante des risques à évaluer dans les études d'impact sur les populations riveraines.

Il est généré essentiellement par les camions- bennes livrant les déchets, les machines utilisées pour la mise en andains et les retournements (chargeuse/pelleteuse, enjambeur).

En dessous de 80 dB (A), une exposition prolongée au bruit peut provoquer fatigue, stress, anxiété, troubles de l'attention, troubles du sommeil, troubles cardiovasculaires, hypertension... Il peut également perturber la communication, gêner la concentration, détourner l'attention... et conduire à des accidents du travail.

Au-dessus de 80 dB (A), le bruit peut provoquer des acouphènes, une perte auditive transitoire et réversible.

À partir de 140 dB (C), un bruit soudain très intense peut entraîner une surdité brutale, totale ou partielle, réversible ou non.

Les articles R. 231-126 et R. 231-127 du code du travail précisent les niveaux qui devront être évalués, voire mesurés, et les valeurs de référence susceptibles de constituer des points de repères pour mener une action de prévention.

Deux paramètres sont utilisés : l'exposition moyenne sur 8 heures (notée Lex, 8 heures) et le niveau de bruit impulsionnel maximal, dit niveau de crête (noté Lp,c).

Les valeurs d'exposition inférieure déclenchant l'action sont fixées à **80 dB(A)** pour la Lex, 8 h et **135 dB(C)** pour la Lp,c.

Cette action consiste en la mise à disposition de protecteurs individuels, l'information et formation des travailleurs et la surveillance de la santé par un examen audiométrique.

Les Valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action sont fixées à **85 dB(A)** pour la Lex,8 h et **137 dB(C)** pour la Lp,c.

Un programme de mesures de réduction d'exposition au bruit, une signalisation des endroits bruyants et une limitation d'accès sont mises en œuvre. Le port de protecteurs individuels devient obligatoire ainsi que la surveillance médicale renforcée (49).

Quelque soit le niveau de bruit, les principes généraux de prévention requièrent une évaluation du risque, des mesures de protection collectives (réduction à la source, choix des matériels) et individuelles (EPI).

III-2 Les vibrations

Les opérateurs d'engins mobiles sont régulièrement exposés des vibrations transmises à l'ensemble du corps. Ces vibrations entraînent des lombalgies, des hernies discales...

Les effets des vibrations sur le corps dépendent de leur niveau d'accélération (exprimé en m/s^2), de leur fréquence, de la durée d'exposition.

Certaines situations de travail majorent le risque lombaire des salariés exposés aux vibrations basse fréquence. C'est le cas notamment de la position assise prolongée, des postures contraignantes maintenues, des montées et descentes fréquentes de l'engin, du siège (qualité, état et réglage).

Les articles R. 4444-1 à R. 4447-1 du code du travail imposent à l'employeur l'évaluation du risque vibratoire et les mesures de prévention visant à réduire ces risques.

La valeur d'exposition journalière déclenchant l'action, dite valeur d'action est fixée **0,5 m/s^2** . Si cette valeur est dépassée, des mesures techniques et organisationnelles doivent être prises afin de réduire au minimum l'exposition. (50)

La valeur limite d'exposition journalière de **1,15 m/s^2** ne doit jamais être dépassée.

III-3 Autres risques

Nous citerons globalement divers risques plus généraux:

- chute de plain-pied sur sol glissant et souillé,
- chute de hauteur lors de la montée sur les tas et des montées/descente des engins,
- travail en atmosphère humide et milieu insalubre
- accidents lors de la conduite d'engins
- troubles musculosquelettiques
- risques psychosociaux en lien avec les conditions de travail
- incendie, explosion, intempéries...

E-PRESENTATION DE L'ETUDE

I- Description du site

I-1 L'entreprise

L'exploitation, à l'origine agricole est située dans la plaine de la Drôme. Elle regroupe plusieurs activités: le transport, le commerce, le séchage, le stockage, la manutention de céréales et de sels de déneigement.

En 2009, une plateforme de compostage est créée, sur une aire goudronnée de 5000 m² en extérieur, avec 5 casiers à l'air libre, en ventilation forcée sans aspiration.

En 2013, la plateforme fermée et ventilée est construite:

Capacité de traitement: 7200 tonnes de déchets par an aboutissant à la fabrication de 2500 tonnes de compost

Personnel: un responsable technique et commercial, une secrétaire, un opérateur pour le traitement des déchets sur la plateforme, des chauffeurs salariés d'une filiale du groupe.



Figure 10: Vue aérienne du site: zone d'implantation de la plateforme fermée

I-2 Installations

I-2-1 Engins

Un chargeur pour la réception des déchets et le retournement des andains,
Des tracteurs avec épandeur pour réaliser le mélange à composter et pour l'épandage du produit normé sur les parcelles.

I-2-2 Bâtiments fermés

Un bâtiment fermé d'une surface totale d'environ 5200 m², abritant toute l'installation de traitement des déchets et comprenant :

- un quai de déchargement pour le déversement des boues d'épuration
- une zone centrale de 2300 m² pour procéder au mélange des boues avec des co-produits (déchets verts, refus de criblage). Ce hall sert de lieu de stockage temporaire dans l'attente d'un volume suffisant de boues à traiter.
- 6 cellules de fermentation de 750 m³ chacune (6m x 25m x 5m)
- une ouverture latérale pour rentrer les engins et sortir le compost

Un bâtiment annexe avec le «laveur de gaz»

Un local technique utilisé pour stocker les échantillons prélevés en attente d'analyse dans le cadre du contrôle qualité et conformité mais aussi pour stocker les produits chimiques utilisés pour le nettoyage des casiers et le traitement insecticide des tas en maturation.

I-2-3 Structures ouvertes

Un pont bascule agréé pour peser les déchets entrants

Une enceinte close mais à ciel ouvert renfermant le biofiltre

Deux bassins de rétention d'eau pour la récupération systématique des lixiviats

Une infrastructure bétonnée de 7000 m² avec 5 casiers ventilés pour la phase de maturation puis le stockage du produit fini en attente des résultats d'analyses qualitatives et quantitatives avant commercialisation

Les figures 11 et 12 représentent une vue de dessus de la plateforme de compostage et une vue en coupe d'une cellule de fermentation.

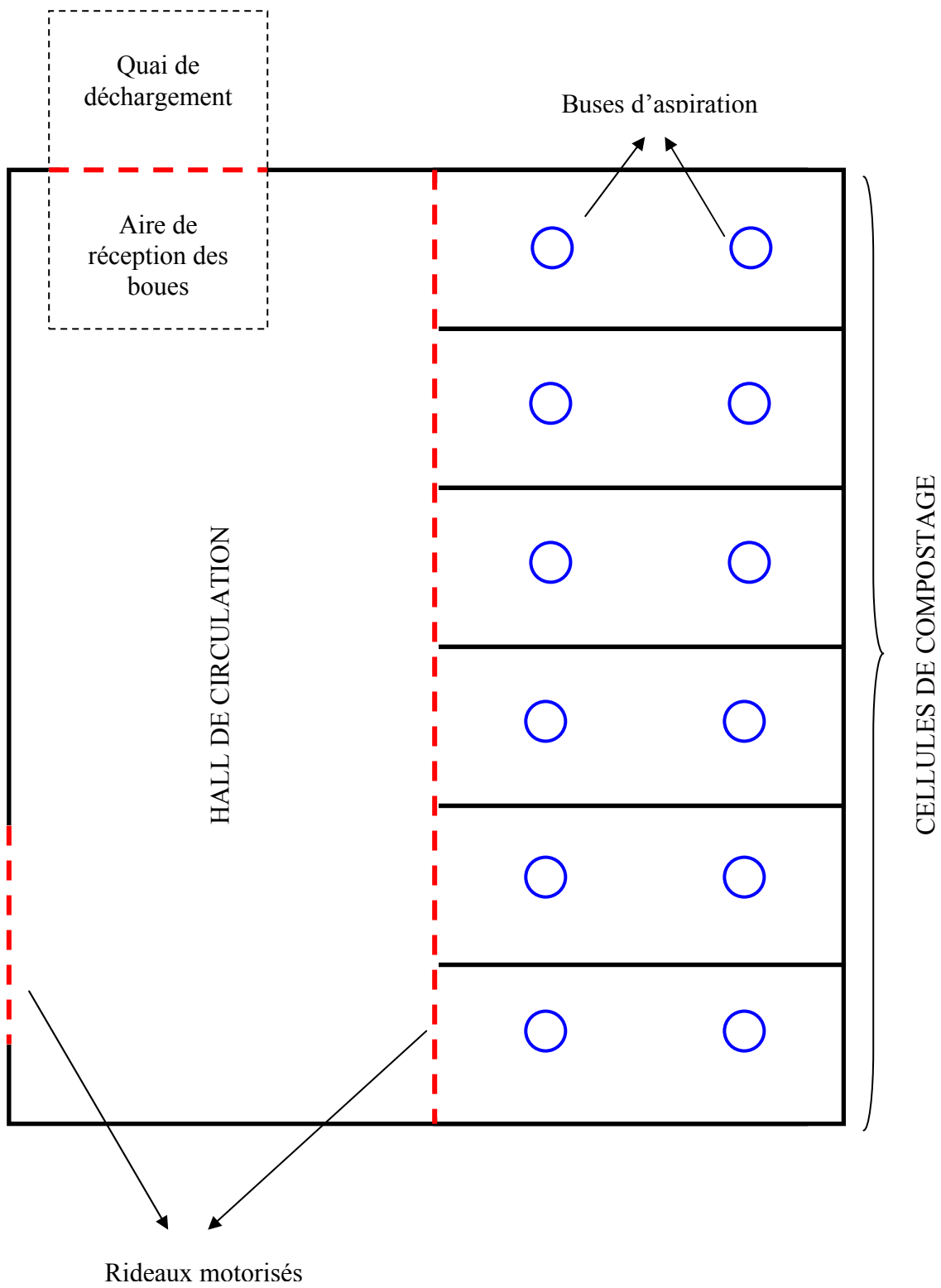


Figure 11: vue de dessus de la plateforme de compostage

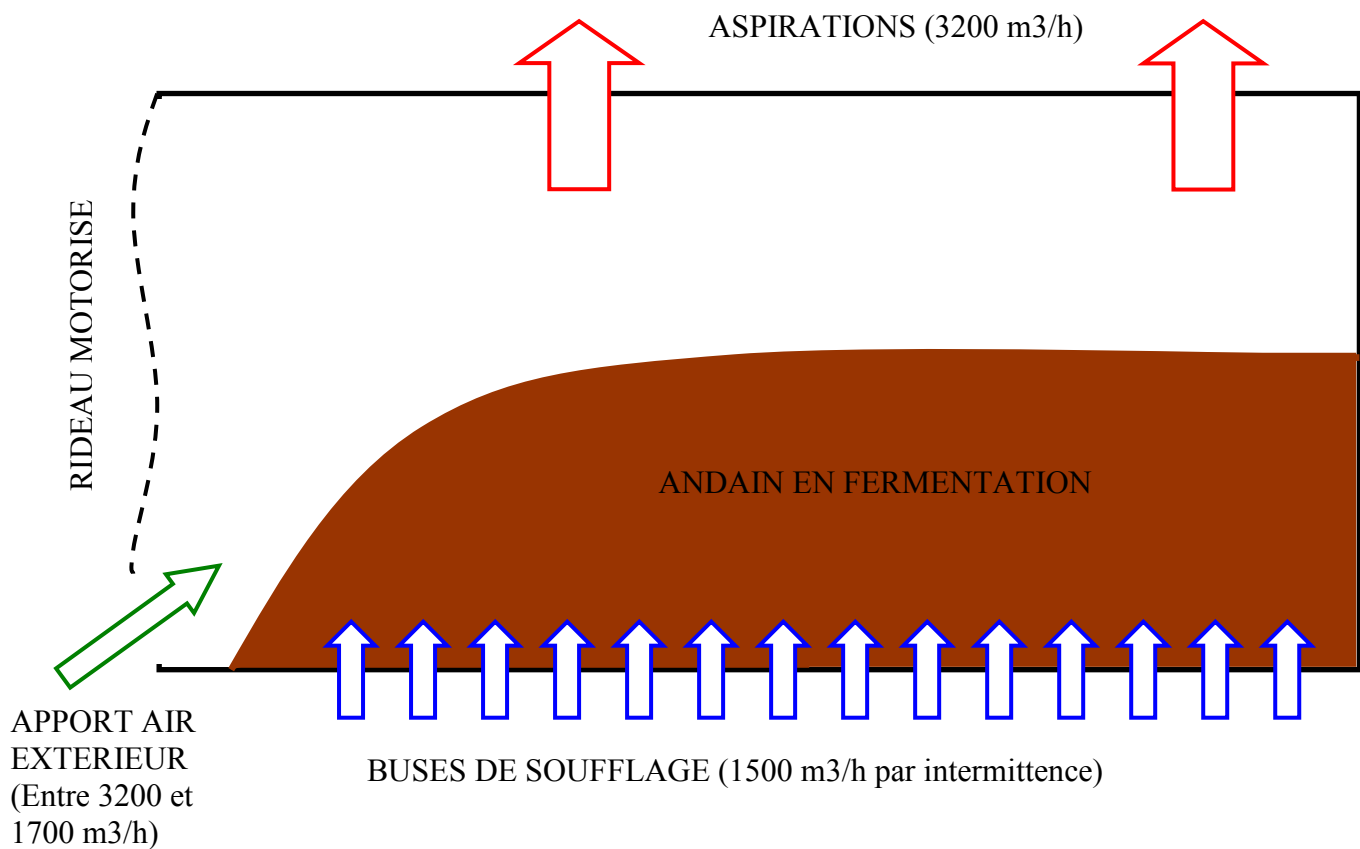


Figure 12 : vue en coupe d'une cellule de fermentation

I-3 Type et origine des déchets traités

L'exploitation reçoit des boues provenant de 12 stations d'épuration en Drôme et Ardèche, Des déchets verts provenant des collectes en déchèterie de la Drôme, des effluents d'industries Agroalimentaires de transformation de fruits (une en Drôme et une en Vaucluse), des effluents d'élevage provenant d'exploitations locales ne disposant pas de plan d'épandage ou devant assurer le traitement d'effluents contaminés (salmonelles par exemple pour les élevages de volailles).

Les déchets entrants sont acheminés par camion appartenant à une filiale du groupe. Chaque lot de boues est livré avec un rapport d'analyses réalisées par la station d'épuration. Ces analyses concernent les éléments physicochimiques caractérisant la valeur agronomique et la teneur en éléments traces métalliques. Un exemplaire de ces analyses est présenté en annexe.

I-4 Etapes du compostage

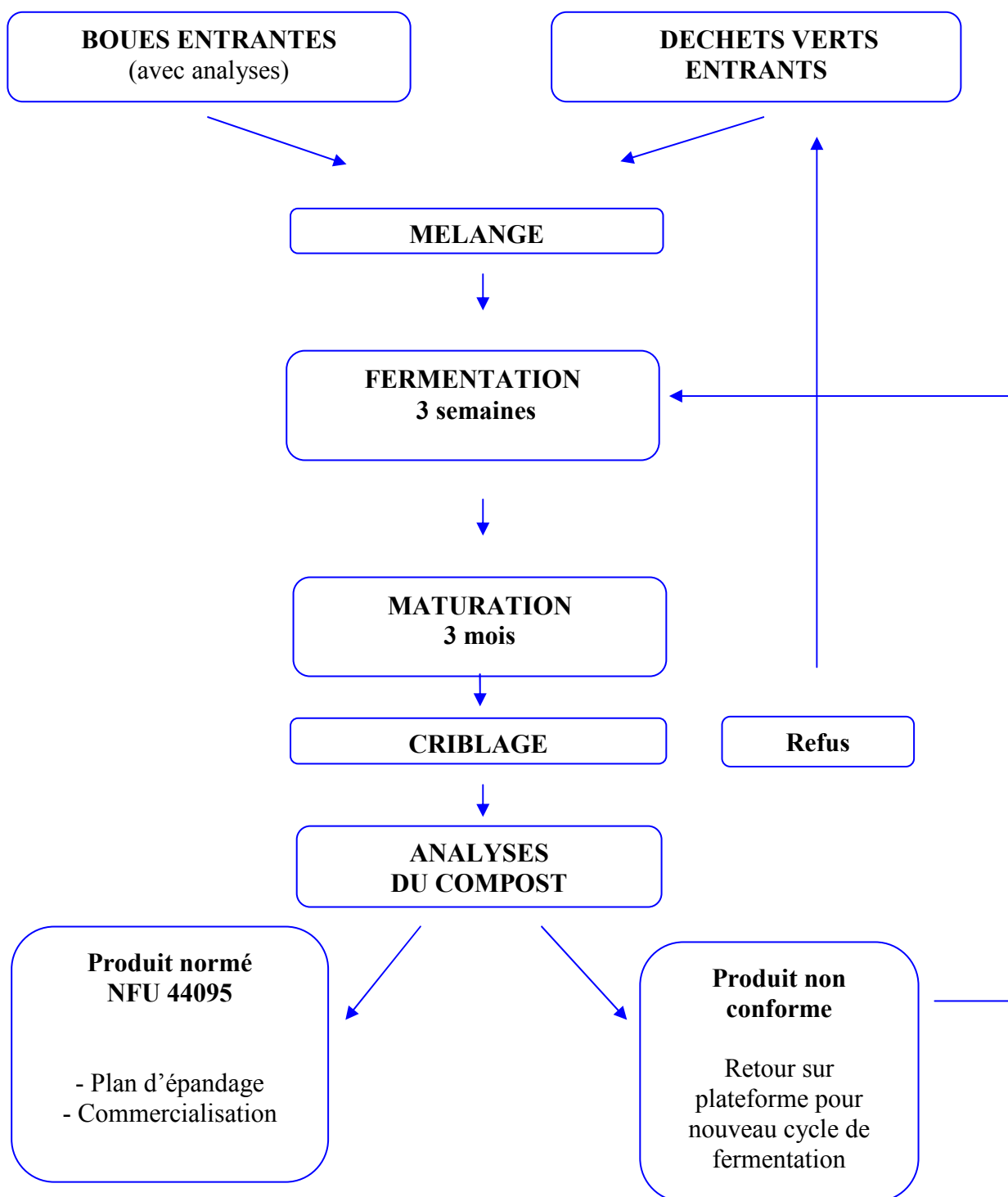


Figure 13: synoptique des flux

* mélange

Il a lieu sur la zone de déchargement avec un épandeur agricole.

Un volume de boues et trois volumes de co-produits structurants (déchets verts, refus de criblage) sont mélangés pour assurer l'apport carboné et aérer le compost.

* phase de fermentation

Elle s'effectue dans les cellules fermées par un rideau motorisé.

Les déchets montent en température jusqu'à 70 °assurant la phase d'hygiénisation.

Un contrôle de la température est effectué en continu à l'aide de 2 sondes posées sur l'andain à l'entrée des déchets dans la cellule.

La ventilation est assurée par des buses au sol (rails) qui injectent de l'air capté à l'extérieur du bâtiment pendant 300 secondes toutes les 15 minutes. Chaque case est équipée d'un moteur individuel.

Le système d'aspiration situé au plafond avec un débit de 3 200 m³/h par cellule est assuré par un moteur commun à toutes les cellules.

Cette phase dure en moyenne 3 semaines

* phase de maturation

Elle s'effectue en cellules ouvertes sur l'aire goudronnée extérieure pendant 3 mois durant lesquels on procède à une ou 2 opérations de retournement pour aérer l'andain.

Une pulvérisation d'insecticide est effectuée régulièrement pour lutter contre la prolifération des insectes autour des tas, notamment des mouches.

* opération de criblage

Elle est réalisée par une entreprise prestataire. Elle vise à calibrer le compost en assurant une granulométrie homogène et en récupérant les éléments les plus gros (refus de criblage)

Ces refus sont réintégrés aux déchets verts destinés à être mélangés aux boues d'épuration

* stockage

Le compost mûré est stocké pendant 1 mois le temps d'obtenir les résultats des analyses qualitatives réglementaires.

Puis le produit contrôlé est prêt à être commercialisé.

* traitement des gaz aspirés

L'air issu des cellules fermées passe dans un «laveur de gaz». Il permet de traiter des gaz contenant les composés azotés (ammoniac)

Ce procédé consiste à solubiliser un polluant gazeux en faisant circuler les gaz sous une pluie d'eau additionnée d'un réactif, l'acide sulfurique.

Puis l'air passe ensuite dans un biofiltre constitué d'écorces de bois posées sur un sol en caillebotis dans le but de neutraliser les odeurs essentiellement liées aux mercaptans et aux composés organiques volatils (COV).

Le principe de fonctionnement de base du biofiltre est proche de celui des tours à charbon actif. Cela consiste à traiter biologiquement les gaz grâce à des bactéries fixées sur un support organique (tourbe, écorces) qui vont dégrader les polluants gazeux.

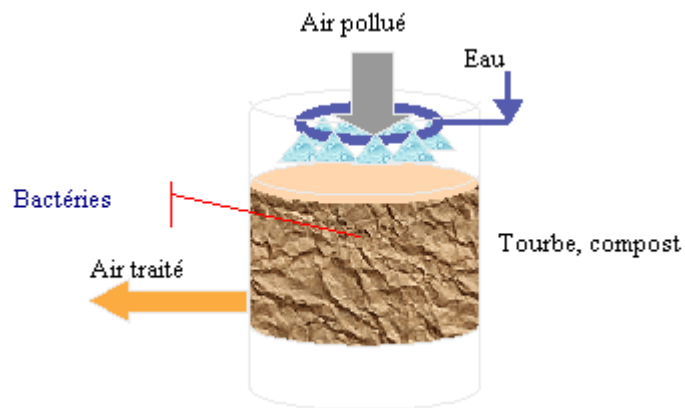


Figure 12: Principe de fonctionnement d'un biofiltre.
Source: Ademe/Air/Techniques de traitement

* lixiviats

Les jus de fermentation et le liquide de lavage neutralisant les composés azotés sont drainés vers un bassin puis traité ultérieurement en station d'épuration.

Les eaux de surface de la zone de maturation et les eaux de rinçage des camions sont récupérées dans un autre bassin et seront destinées à l'épandage.

* nettoyage

Les cellules de fermentation sont nettoyées avec un produit utilisé normalement dans l'hygiène des bâtiments d'élevage, le Best Top II® avec un pulvérisateur à dos, quand le compost est sorti pour la phase de maturation.

Les camions sont nettoyés après chaque déchargement, les roues sont désinfectées, les eaux de lavage étant dirigées dans un bassin de rétention spécifique.

II-Démarche d'intervention du service Santé Sécurité au Travail

Après quelques années de fonctionnement de la plateforme ouverte, des problématiques de nuisances olfactives ont amené l'exploitant à envisager une autre conception d'installation, permettant à la fois de traiter les dégagements gazeux en réduisant leur impact sur le voisinage mais aussi d'optimiser le procédé de compostage par une maîtrise plus grande de la montée en température, de l'aération des tas et donc de la fermentation.

L'exploitant a fait appel à une entreprise spécialisée qui a conçu, calculé et installé le système de ventilation des casiers et de traitement des gaz afin de minimiser les rejets d'effluents dans l'atmosphère.

Toutefois, le confinement du process de fermentation a soulevé des inquiétudes en terme de sécurité pour les opérateurs.

C'est pour évaluer ces risques «nouveaux» qu'il a fait appel au conseiller en prévention de la MSA pour l'aider dans sa démarche.

La première visite a eu lieu à la mise en route de la plateforme close. Elle a soulevé une série de problématiques sanitaires mais aussi techniques:

- Capacité du système de ventilation à assurer une oxygénation correcte et linéaire des andains pour éviter une fermentation anaérobie
- Procédures éventuelles en cas de défaut d'aspiration des gaz de fermentation
- Fonctionnement en mode dégradé en cas de panne du système dans l'attente de maintenance
- Risques lors de l'intervention sur les andains : pose des sondes thermiques ou phases de retournement ou déplacement des tas
- Capacité de résistance des rideaux des cellules par rapport au flux d'air en cas de fermeture complète
- Dimensionnement des aérations prévues dans le bâtiment pour assurer ces flux d'air et maintenir une pression positive dans les casiers

Lors de cette première visite, un seul casier était en activité, les portes du hangar n'étaient pas installées.

Le service Santé Sécurité (conseiller en prévention et médecin du travail) a proposé à l'exploitant un protocole de mesurage des gaz afin d'évaluer le risque chimique pour l'opérateur en milieu confiné.

Un protocole de métrologie comportant une phase de mesurage, une exploitation des résultats et un rendu des données à l'équipe dirigeante a été mis en place. Des informations médicales sur les effets des différents gaz sur la santé ont été données.

Compte tenu des connaissances sur les émissions atmosphériques de la phase de fermentation, il a été choisi de mesurer le dioxyde de carbone, l'ammoniac, l'hydrogène sulfuré en raison de la gravité potentielle des intoxications.

En raison du confinement du hall de compostage, nous avons trouvé intéressant de faire des mesures de monoxyde de carbone (émis par les engins thermiques) et d'oxygène qui est consommé par le processus de fermentation.

III-Analyse métrologique

III-1 Matériel et méthode

Le service prévention de la MSA a loué de 2 capteurs multigaz type X-AM 5600 de la société Draeger utilisant des capteurs infrarouges, d'une autonomie 10 h, rechargeables sur secteur.

Les capteurs ont été laissés à l'entreprise du 27/01/2014 au 15/02/2014 avec au total 9 journées d'enregistrement durant lesquelles l'opérateur tient un relevé de ses activités.

Le capteur fixe a été positionné dans la zone de chargement à une hauteur de 1m50 sur un pilier, vers 18h00 environ en fin de journée de travail. L'enregistrement a été effectif jusque vers 4h00 en moyenne en raison de l'autonomie des batteries. L'appareil était rechargé en journée.

Le capteur individuel devait être fixé à la ceinture de l'opérateur durant sa journée de travail. La personne chargée d'effectuer les opérations dans le bâtiment a des horaires variables, en fonction du rythme d'arrivée des déchets et des autres tâches qu'il effectue en dehors de la plateforme. L'opérateur tient un registre des tâches effectuées les jours d'enregistrement.

Les capteurs effectuent des mesures en temps réel mais les enregistrements se font toutes les minutes.

Les alarmes sont réglées à 2 niveaux :

A1 pour la pré-alarme correspondant généralement à la VME (8h) en France ou en Allemagne pour le NH₃ (pays d'origine du fabricant des capteurs)
Elle peut être acquittée par l'opérateur.

A2 pour l'alarme principale correspondant à la VLE (15 min)
Celle-ci, pour des raisons de sécurité ne peut être acquittée. L'opérateur doit s'extraire de la zone dangereuse et attendre que le niveau mesuré descende en dessous de la VME pour que l'alarme s'éteigne.

Les niveaux d'alarme choisis sont les suivants

	O ₂	NH ₃	H ₂ S	CO ₂	CO
Niveau d'alarme A1	19%	20 ppm	5 ppm	0,5%	30 ppm
Niveau d'alarme A2	23%	40 ppm	10 ppm	1%	60 ppm

Le dépouillement des données est réalisé grâce à un capteur infra rouge et un logiciel spécifique du fabricant.

Les données extraites, présentées dans un fichier texte comportent plusieurs types d'information :

- Les évènements liés au fonctionnement de l'appareil (marche, arrêt, état de la batterie...)

- Les données de calibrage

- Les valeurs des mesures enregistrées

- Les alarmes A1 et A2

Ces données sont converties en fichier excel® en isolant les alarmes et les valeurs mesurées. Les données correspondant à des artefacts sont supprimées (élimination des valeurs élevées ne correspondant pas à des alarmes).

Les données sont présentées en graphique pour chaque gaz.

Chaque journée d'enregistrement (une donnée par minute) est matérialisée sur le graphique, permettant de repérer les journées où se sont produits des pics mais aussi les valeurs de ces pics et leur moment de survenue afin de pouvoir les confronter à l'activité de travail.

Les alarmes sont regroupées dans un tableau avec les horaires et les valeurs enregistrées.

Le relevé d'activité quotidienne de l'opérateur comporte les renseignements suivants :

- Réception des boues avec leur provenance: « arrivée »

- Préparation de l'andain par mélange déchets verts et boues: « composter »

- Mise en place d'un andain dans un casier: « rentrer »

- Déplacement d'un andain d'un casier à l'autre: « déplacer bâtiment »

- Sortie d'un andain vers l'aire de maturation: « sortie »

- Manipulation de déchets en extérieur: « mélanger »

- Nettoyage des casiers: « nettoyage »

Ce relevé est présenté dans le tableau suivant. Les opérations se suivent dans l'ordre chronologique du déroulé de la journée mais ne sont pas horodatées.

Les horaires de travail sont variables d'un jour sur l'autre avec des demi journées de travail en dehors de la plateforme notamment pour des phases de transport en camion.

Lundi 27/01	Mardi 28/01	Mercredi 29/01	Jeudi 30/01	Vendredi 31/01
-composter (2 lots) -arrivée (2 lots) -sortie (3 casiers)	-sortie -composter (2 lots) -mélanger -rentrer	-arrivée (2 lots) -composter -arrivée	-rentrer -arrivée (2 lots) -composter -rentrer -nettoyer	
Lundi 3/02	Mardi 4/02	Mercredi 5/02	Jeudi 6/02	Vendredi 7/02
-mélanger -arrivée (2 lots)	-arrivée (2 lots) -composter -mélanger	-arrivée (4 lots) -composter -sortie	-rentrer -nettoyer -arrivée (4 lots) -composter	-arrivée (1 lot) -composter -rentrer -mélanger -arrivée
Lundi 10/02	Mardi 11/02	Mercredi 12/02	Jeudi 13/02	Vendredi 14/02
	-arrivée (2 lots)	-composter -sortie -arrivée	-sortie -arrivée (4 lots) -composter -sortie	-déplacer -rentrer -arrivée

Figure 14 : relevé d'activité de l'opérateur
en gris les journées d'enregistrement
en rouge les nuits d'enregistrement

Le capteur fixe du bâtiment a été positionné 2 fois supplémentaires dans le hall : les nuits du 3 au 4 février et du 11 au 12 février.

III-2 Résultats

a) capteur fixe- données d'enregistrements nocturnes

Durant les 11 nuits d'enregistrement, aucune émission d'H₂S n'a été enregistrée.

Concernant le CO₂, la VME n'a jamais été dépassée avec des valeurs comprises entre 0,05% et 0,15% le plus souvent ; durant la nuit du 11 au 12 février, les valeurs atteignent 0,17% à plusieurs reprises.

La concentration atmosphérique en oxygène n'a jamais été inférieure à 20,8%

Les mesures de NH₃ avoisinent ou dépassent la VME française de 10 ppm plusieurs fois:

- .en début d'enregistrement alors que l'activité de l'opérateur se termine et que le hall de fermentation ferme ses portes, lors des soirées du 28 et 29 janvier, 3, 6 et 12 février
- .durant les nuits du 11 au 12 et du 12 au 13 février aux alentours des 2 heures du matin

Le capteur de CO n'a atteint la VME de 30 ppm que dans la nuit du 13 février sur une courte période de 10 minutes entre 2 et 3 heures du matin sans qu'il n'y ait de source identifiée à ce moment de l'enregistrement.

b) capteur individuel- données d'enregistrements diurnes

L'**oxygène** n'a jamais été mesuré à moins de 19% au cours des 9 journées de travail enregistrées.

L'alarme du capteur **CO** n'a sonné que 6 fois sur l'ensemble des 9 journées de mesures. Seules 2 valeurs ont été supérieures à la VLE (124 et 304 ppm). Celles-ci sont survenues le premier jour d'enregistrement, peu de temps après la démonstration de l'appareil.

Le seul pic d'**H₂S** au-delà des valeurs d'exposition réglementaires a lui aussi été mesuré au même moment.

Les alarmes ne se sont jamais déclenchées lors des autres journées mais des valeurs approchant la VME de 5 ppm ont été notées le 30/01.

Le **CO₂** est le gaz qui a le plus souvent dépassé les valeurs réglementaires.avec des alarmes déclenchées au moins un fois par jour d'enregistrement hormis le 29/01.

La VLE de 1% a été atteinte à 3 reprises dont une sur une durée de 5 minutes l'après midi du 7 février.

Concernant le NH₃, le seuil de 10 ppm (VLE française) a été dépassé 7 jours sur les 9.

La VLE de 20 ppm a été dépassée durant 5 journées atteignant la journée du 7/2 un pic à 92 ppm.

Les valeurs enregistrées de CO₂ et de NH₃ sont présentées dans les graphiques suivants.

Les autres gaz et les alarmes sont exposés en annexe.

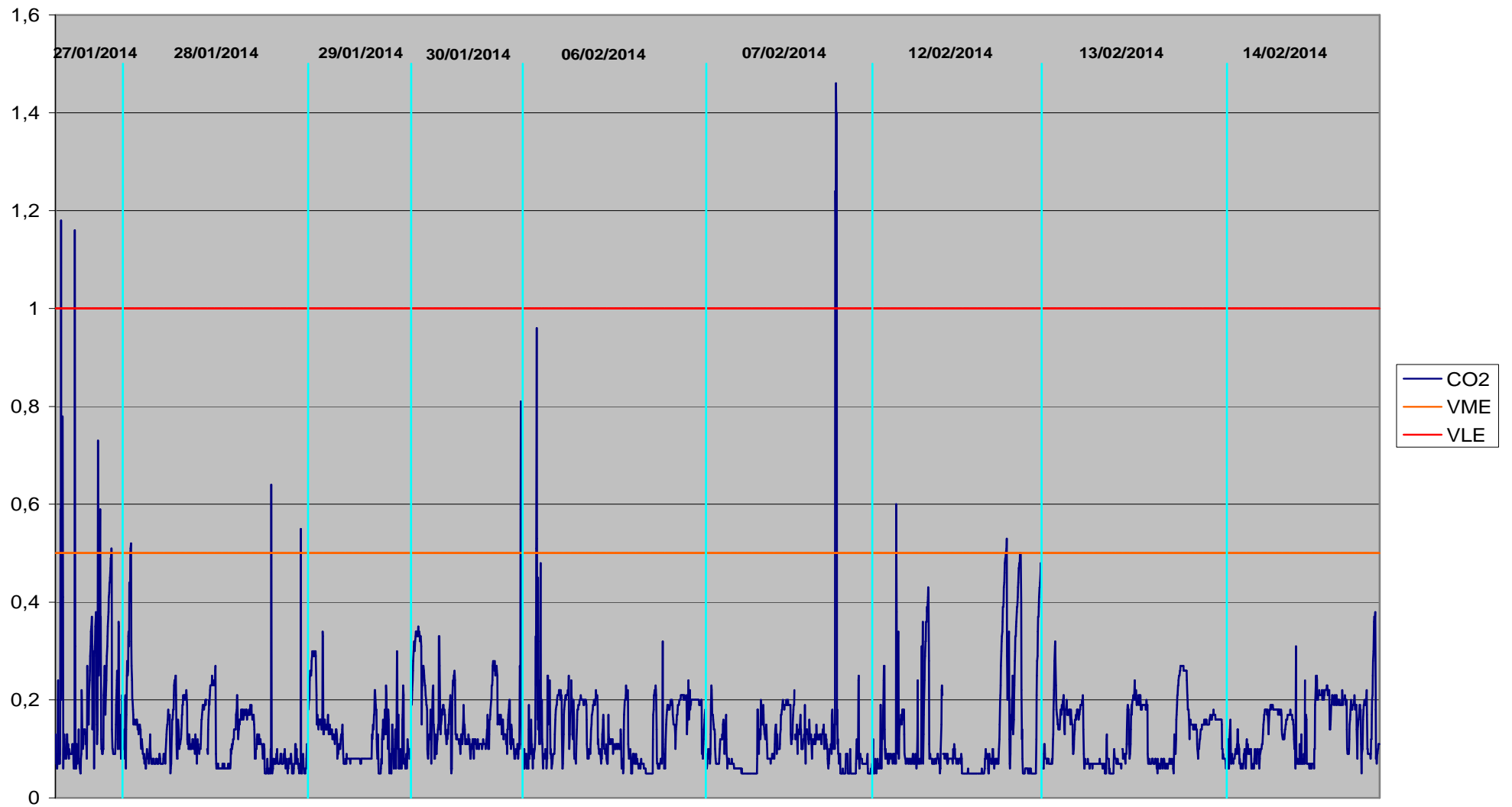


Figure 15 : Mesures diurnes de CO2

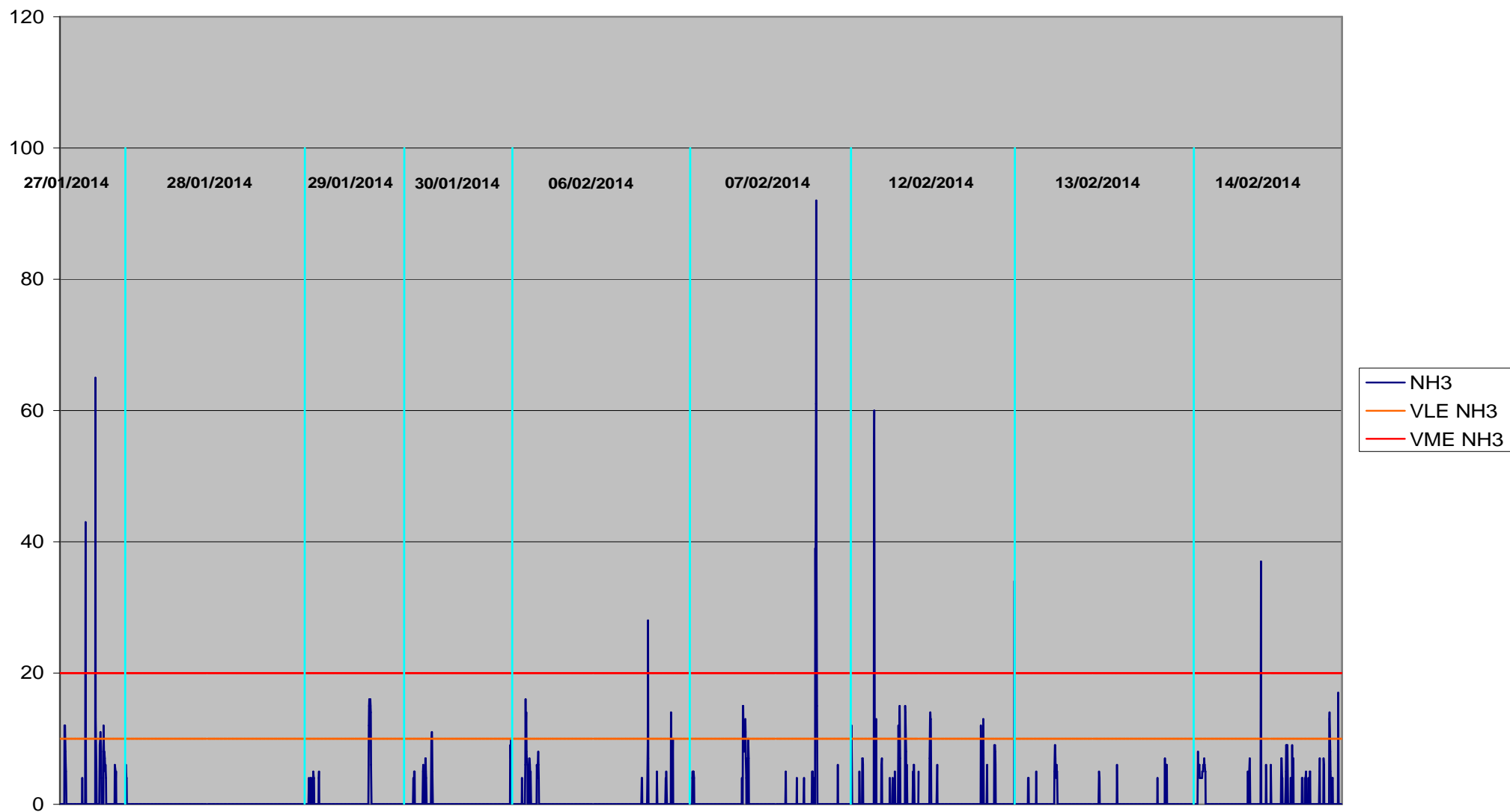


Figure 16 : Mesures diurnes de NH3

III-3 Interprétation

Les pics sont le plus souvent enregistrés en début de matinée de travail (ouverture des vantaux) et en fin d'après midi après plusieurs heures de manipulation des déchets.

Les dégagements de CO sont les plus faciles à expliquer puisque dus à l'activité des engins thermiques dans le hall principal et dans les casiers. En journée, les 2 portails du hall restent ouverts pour faciliter les chargements et déchargements des produits. Ils permettent ainsi une ventilation satisfaisante.

On peut identifier plusieurs journées de travail « remarquables » comportant des périodes d'émissions gazeuses excédant les VME voire les VLE du NH_3 et du CO_2 notamment. Pour tenter d'expliquer ces dépassements, il est intéressant de les confronter à l'activité menée sur la plateforme lors de ces pics.

La journée du 27 janvier est celle où le matériel de mesure a été apporté, présenté à l'opérateur et testé pour en montrer le fonctionnement.

Plusieurs pics de NH_3 autour de 10 ppm et 2 alarmes à 43 et 65 ppm sont enregistrés 1 heure après la mise en route de l'appareil.

Il en est de même pour le CO_2 avec plusieurs valeurs supérieures à 0,5 % dès l'allumage de l'appareil et un pic à 1,16% une heure plus tard.

Nous avons assisté aux débuts de l'enregistrement : l'opérateur s'est rendu sur un andain pour positionner les sondes de température. La ventilation s'est mise en route au moment où il se trouvait au sommet du tas, ce qui a déclenché l'alarme de CO_2 .

Plusieurs casiers ont été manipulés pour les vider favorisant les dégagements de gaz de l'andain.

Un peu plus tard, il a été noté un pic de CO pouvant correspondre à l'arrivée de bennes dans le hall pour livrer des boues mais aussi au moteur du chargeur qui a vidé 3 casiers.

Le pic d' H_2S correspond sans doute lui aussi au déchargement des boues dans le hall.

La journée du 7 février a été marquée par des pics élevés de NH_3 et de CO_2 .

4 lots de boues sont arrivés simultanément, dégageant du NH_3 . De nombreuses manipulations ont eu lieu au cours de cette journée avec notamment la rentrée en casier d'un compost mélangé la veille ce qui explique le dégagement de CO_2 par le début d'une fermentation.

Le relevé d'activité ne comportant pas d'horaire, il est très difficile de fournir des explications formelles aux différents pics mesurés.

Les mêmes tâches se répètent chaque journée dans un ordre aléatoire dépendant notamment des livraisons de boues et de l'avancement du processus de fermentation.

Pour le même type d'opérations, nous ne relevons pas les mêmes pics d'émission gazeuse rendant l'interprétation des mesures difficile.

Lors du rendu des résultats à l'exploitant, diverses pistes ont été évoquées :

Les lots de boues ne sont compostés que lorsque les quantités livrées sont suffisantes pour faire un andain. Il arrive donc régulièrement que les tas attendent jusqu'à 48-72 h dans le hall avant d'être mélangés au structurant. Ce temps d'attente non ventilé peut être générateur de dégagement d'H₂S mais aussi d'ammoniac.

Le processus de fermentation dans chacun des 6 casiers n'est pas au même stade avec des dégagements de CO₂ variables d'un tas à l'autre en fonction de l'activité microbologique dans l'andain.

La pose de sonde de température avec montée sur le sommet de l'andain et le changement de cellule sont susceptibles de générer une sur-exposition de l'opérateur. Il est regrettable de ne pas disposer des horaires précis de ces phases.

Enfin, nous avons appris qu'il arrive au salarié de fumer dans son chargeur fermé (ou pas) et non ventilé ni filtré pour l'instant.

Cette donnée rend l'interprétation des pics de CO₂ et CO difficiles.

IV-DISCUSSION

La mise en place d'un nouveau procédé industriel dans une entreprise implique une prise en compte des nouveaux risques générés par ces changements.

Le compostage est générateur de risques bien documentés pour les salariés, multiples mais difficilement évaluables à moins de protocoles de mesurages compliqués et onéreux à mettre en œuvre.

Le directeur de la plateforme dans laquelle a eu lieu notre étude était soucieux d'appréhender les risques occasionnés par le confinement de son procédé.

Sa démarche vers le service de prévention de la MSA a permis une prise en compte de ses interrogations.

L'étude métrologique n'a été qu'un élément qui s'est intégré dans une démarche plus globale de conseils techniques, d'évaluation des risques, d'informations des travailleurs et d'aides financières pour améliorer la sécurité.

L'interprétation des résultats obtenus a mis en évidence les limites de la méthodologie employée.

-du fait de la durée de vie de la batterie du capteur de nuit, nous ne disposons pas de valeurs mesurées à l'arrivée de l'opérateur sur le site. Or, la phase d'ouverture des portails après plus de 12 heures de confinement du hall de réception comporte a priori un risque accru d'exposition aux gaz émis par les déchets.

-le relevé d'activité n'a pas été suffisamment rigoureux pour permettre une interprétation des pics mesurés par rapport aux taches effectuées

-l'étude a eu lieu en période hivernale et humide. Les conditions de température et d'hygrométrie sont capitales dans le processus de fermentation et influencent l'activité microbienne et donc les dégagements gazeux

-le tabagisme de l'opérateur a certainement influencé les mesures effectuées par son capteur sans qu'il soit possible d'en déterminer l'impact précis.

-les émissions gazeuses ne constituent qu'une part du risque auquel sont exposés les travailleurs. Nous avons détaillé dans la première partie de ce travail les risques liés aux bioaérosols, aux matières particulaires et aux éléments traces métalliques. Une évaluation complète se devrait de mesurer ces différents éléments; elle pourrait faire l'objet d'un complément d'étude, plus coûteuse et complexe sur le plan analytique.

- il ne nous a pas été possible d'identifier avec précision les phases à risque systématique d'émission toxique. Néanmoins, nous constatons que les seuils réglementaires en CO₂, NH₃ et plus rarement H₂S sont dépassés plusieurs fois sur 9 journées de mesurage. Ces dégagements dépendent de multiples facteurs non maîtrisables: qualité des boues, rythme de réception, durée du stockage, qualité de la fermentation, ventilation des locaux ...

Il est licite de proposer des mesures de prévention visant à protéger le travailleur lors de l'ensemble des phases de travail.

L'H₂S et le CO₂, du fait de leur effet anoxiant doivent pouvoir être détectés par un capteur individuel permettant d'alerter en temps réel l'opérateur du danger imminent (51).

Les détecteurs portatifs doivent être suffisamment petits et légers pour ne pas engendrer de gêne pour l'opérateur et afficher en permanence les niveaux de concentration.

Le premier seuil d'alarme doit conduire à stopper les travaux en cours et analyser la situation. Le deuxième niveau d'alarme déclenche une procédure d'évacuation.

Dans le cas du site étudié, ces mesures sont d'autant plus indispensables que le salarié est le plus souvent seul sur la plateforme, sans contrôle visuel possible depuis les autres installations.

Des dégagements importants d'ammoniac ont, été relevés dans les plates-formes de compostage lors des études menées par en 2010 (33).

Une autre étude (52) est en cours depuis 2009 pour évaluer les procédés d'épuration utilisés dans les masques de protection individuelle et les cabines d'engin, notamment les principes d'adsorption en présence de co-polluants comme le sulfure d'hydrogène ainsi qu'en présence d'une forte humidité. L'analyse des caissons d'épuration équipant les engins montre une forte disparité tant au niveau de leur conception que de leur capacité à piéger l'ammoniac.

Concernant les engins utilisés sur les plateformes de compostage, ils doivent aussi être équipés pour prévenir le risque d'exposition aux bioaérosols.

Une étude menée par O Schlosser en 2012 (53) montre l'intérêt d'équiper les chargeurs frontaux de cabines pressurisées munies de filtre HEPA (high efficiency particulate air) pour prévenir l'exposition aux bactéries, moisissures et endotoxines.

Au-delà des données brutes de métrologie, les différentes visites effectuées sur le site ont mis en évidence des problématiques techniques et organisationnelles non évoquées au départ et ont élargi l'approche santé, sécurité au travail dans cette entreprise.

-quand la plateforme a fonctionné à plein régime, l'exploitant a constaté une forte condensation dans le hall mais aussi une mise en dépression des rideaux des casiers, amenant à s'interroger sur les débits d'air au sein des cellules de fermentation.

Les débits d'aspiration estimés par le fabricant sont compris, par cellule, entre 3000 et 3500 m³/h ; l'aspiration est continue alors que la ventilation sous les andains est séquentielle (300 secondes toutes les 15 minutes)

Afin que l'air de la cellule ne soit refoulé dans le hall central, la vitesse d'air au niveau des rideaux ne doit pas être inférieure à 0,5 m/s²

L'air entrant dans les cellules provient en partie du hall qui doit donc lui aussi être suffisamment ventilé. Le renouvellement d'air peut être compromis par la fermeture des portails, notamment la nuit, alors que l'aspiration est, quant à elle continue.

Le conseiller en prévention a donc établi une feuille de calcul permettant de déterminer la taille des ouvertures nécessaires pour assurer une vitesse d'air comprise entre 0,5 et 2 m/s²

L'ouverture des bâches à une hauteur maximale de 30 cm doit permettre d'obtenir ce débit d'air dans les cellules.

Le bâtiment ne disposant que de deux portails souvent fermés, il a été proposé de créer dans le bardage des ouvertures comprises entre 3 et 11 m², une surface d'environ 5 m² répartie en 2 ouvertures semblant un bon compromis.

Lors de la conception du bâtiment, le dimensionnement de la ventilation a été choisi pour assurer une fermentation optimale. Mais il n'a pas suffisamment pris en compte cette problématique de flux d'air entrant dans les cellules via le sas principal. Sur les conseils du service prévention, l'exploitant a fait appel à une société spécialisée dans la ventilation des locaux afin d'examiner les solutions possibles pour remédier au problème.

-à l'occasion d'une 3^{ème} visite du site, nous avons découvert d'autres tâches réalisées par l'opérateur l'exposant à des risques non perçus comme tels.

Les cellules sont nettoyées une fois vidées avec un produit conçu pour le nettoyage des bâtiments d'élevage, **le Best TOP II®**

Il contient du formaldéhyde à 117 g/kg, du glutaraldehyde à 130 g/kg et du chlorure de didecyldiméthylammonium à 50 g/kg.

Il est bactéricide, fongicide et virucide. Son pH est à 4. Il est conditionné en bidons de 20 litres stockés dans un local.

Ce produit est étiqueté sensibilisant, nocif par inhalation, par contact cutané et par ingestion et cancérigène suspecté.

(fiche technique en annexe)

L'opérateur l'utilise avec un pulvérisateur à dos sans aucun équipement de protection.

A la faveur de nos entretiens avec l'employeur, il apparaît que la dangerosité du produit à court et moyen terme était totalement méconnue.

Les tas de compost en maturation sont régulièrement pulvérisés d'insecticide à l'aide d'un tracteur agricole. Le produit utilisé est le **KARATE Xpress®** à base de lambda cyalothrine. Il est étiqueté irritant, sensibilisant et nocif par inhalation et ingestion.

(voir FDS en annexe)

Là encore, les phases de reconstitution du produit et de traitement sont réalisées sans aucune protection individuelle.

La toxicité immédiate et à long terme est méconnue de l'employeur et de son salarié.

Enfin, l'**acide sulfurique** servant au laveur de gaz est stocké dans des cuves. L'alimentation de la machine se fait par un tuyau issu de la cuve, de même que la vidange.

Il peut se produire des refoulements accidentels amenant l'acide à se déverser dans le local avec un risque à la fois respiratoire et corrosif cutané bien connu pour l'acide sulfurique.

Les opérations de maintenance ne sont pas effectuées avec toutes les précautions raisonnablement requises.

L'employeur, conscient des risques potentiels inhérents au confinement de la plateforme a choisi de faire appel au service Santé et sécurité au travail pour l'aider dans sa démarche d'évaluation de risques.

L'analyse métrologique, dont la méthodologie est discutable n'a finalement été qu'une étape dans cette démarche.

Celle-ci a aboutit à des préconisations techniques, des conseils en terme d'information des travailleurs et de prévention des risques. Elle pourrait peut être aussi faire l'objet d'une aide financière pour l'achat de détecteurs individuels CO₂ et H₂S et d'un chargeur à cabine pressurisée avec filtre à charbon.

F- CONCLUSION

L'évaluation des risques professionnels constitue une obligation de l'employeur dans le cadre des principes généraux de prévention.

Lors de la mise en place d'un nouveau procédé de fabrication, il convient de réévaluer les risques potentiellement occasionnés par ces changements.

L'exploitant de la plateforme de compostage a sollicité le service santé sécurité au travail pour l'aider à évaluer les risques chimiques, conscient que le confinement pouvait majorer l'exposition de son salarié. Sa demande a été faite alors que l'activité de la nouvelle plateforme venait de démarrer.

Il nous a donc fallu établir un protocole de métrologie rapide et simple à mettre en œuvre, privilégiant la mesure des gaz comportant un danger immédiat pour l'opérateur.

Bien que la méthodologie soit discutable, les résultats obtenus ont permis d'atteindre plusieurs objectifs.

L'analyse des pics de gaz mesurés a montré que les seuils réglementaires ont été dépassés plusieurs fois sans permettre d'identifier des phases de travail à risque majoré. Aucune journée ne se ressemblant, cela implique de mettre en place les moyens nécessaires à une détection en temps réel des gaz dangereux.

Les multiples visites sur le site ont pu mettre en évidence d'autres problématiques de sécurité méconnues de l'employeur et de son salarié. D'autres thématiques de prévention n'ont pas pu être abordées mais mériteraient d'être développées ultérieurement : hygiène individuelle sur les lieux de travail (lavage des mains, tabagisme, douche en fin de poste), port des équipements de protection individuelle (gants, lunettes, masque poussière et/ou masque à cartouche selon les tâches) , mesures de sécurisation du travailleur isolé...

L'approche pluridisciplinaire, technique et médicale a permis une prise de conscience des situations à risque, des effets potentiels sur la santé des tâches accomplies, des améliorations possibles à apporter et de l'intérêt d'intégrer l'approche santé - sécurité en amont des projets.

Notre étude a permis à cet employeur de découvrir l'offre de services proposée par la MSA. Il a été mis en relation avec des professionnels pouvant l'aider sur l'aspect technique de son entreprise. Il a désormais des interlocuteurs privilégiés à son écoute pour l'aider dans sa démarche de prévention des risques et d'information de ses salariés.

F-BIBLIOGRAPHIE

1- Directive 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets

Eur-lex.europa.eu/legal-content

2- LOI n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement
legifrance.gouv

3- MEDD. Plan d'action déchets 2009-2012 Grenelle de l'environnement.
Sept 2009

4- ADEME
Déchets-chiffres clés 2014
ademe.gouv

5- Agreste-Primeur
statistique agricole numéro 245 juillet 2010

6- ADEME
enquête ITOM les installations de traitement des ordures ménagères en France .
Résultats 2010

7- Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie.
Prévention des risques/gestion des déchets/ chiffres clés
5/9/2011

8-Commissariat général au développement durable. Service de l'observation et des statistiques.
Repères: chiffres clés de l'environnement.
Edition 2012

9- ADEME. Comité national des boues
Les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture
<http://www.ademe.fr/partenaires/boues/>
19/11/2003

10- Mustin, M. 1987.
Le Compost, Gestion de la Matière Organique,
Editions F. Dubusc, pp. 957,Paris.

11-Misra R.V and al.
Methodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole
FAO document de travail sur la terre et les eaux
Rome 2005, ISSN 1729-0554

12- Albrecht R
co- compostage de boues de station d'épuration et de déchets verts : nouvelle méthodologie de suivi des transformations de la matière organique
Thèse de science de l'environnement. Université Paul Cézanne. 11/05/2007

- 13- Francou C
Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage –
Recherche d'indicateurs pertinents,
Thèse de Doctorat, Institut national agronomique Paris-2003
- 14- Devisscher S
Le compost.
Mémoire de D.E.S.S., université de Picardie, 1997
- 15- Arrêté du 22 avril 2008
Règles techniques des installations de compostage soumises à autorisation,
legifrance.gouv JORF n°0114 du 17 mai 2008
- 16- FNADE : fédération nationale des activités de la dépollution et de l'environnement.
Le compostage.
Fiche thématique, 2003
- 17- Cemagref
CleanwasT : Projet Agence Nationale de recherche
Evaluation des technologies propres et durables de gestions des déchets
Novembre 2011
- 18- INRA- CNRS- IRSTEA
Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les sols à usage agricole ou forestiers. Impacts agronomiques, environnementaux et socio-économiques
Résumé de l'expertise scientifique collective. Juillet 2014
- 19- Leclercy D
Le compost Une filière de valorisation des déchets organiques à développer
Courrier de l'environnement de l'INRA n°47, octobre 2002 125
- 20- ADEME
Le cadre réglementaire et juridique des activités agricoles de méthanisation et de compostage
Nov 2012
- 21- Norme AFNOR NFU 44051 amendements organiques
- 22- Norme AFNOR NFU 44095 : Amendements organiques - Composts contenant des matières d'intérêt agronomique, issues du traitement des eaux.
- 23- Deportes I
Programme de recherche sur les émissions atmosphériques du compostage.
Connaissances acquises et synthèse bibliographique
Service Prévention et Gestion des Déchets Direction Consommation Durable et Déchets –
ADEME Angers Juillet 2012

- 24- Ecole Nationale de Santé Publique
Eléments pour la prise en compte des effets des unités de compostage de déchets sur la santé des populations riveraines
29 avril 2002
- 25- Domingo JL, Nadal M
Domestic waste composting facilities : a review of human risks
Environnement International 35 (2009) 382-389
- 26- Nadal M et al
Health risks of the occupational exposure to microbiological and chemical pollutants in a municipal waste organic fraction treatment plant
Int. J. Hyg. Environ. Health 212 (2009) 661–669
- 27- Hambach et al
Work-related health symptoms among compost facility workers: a cross-sectional study.
Archives of Public Health 2012 70:13.
- 28- Suivi de 5 années des symptômes et des fonctions respiratoires chez des salariés du compostage en Allemagne
Infosanté déchets n°58- 2007
- 29- CAREPS
Etude bibliographique sur l'évaluation des risques liés aux bioaérosols générés par le compostage des déchets
Février 2002
- 30- Schlosser O, Huyard A
les bioaérosols en plateforme de compostage : exposition et risque professionnel
Environnement, Risques et Santé. Vol 7, n°1, janvier-février 2008
- 31- Stagg S
Bioaerosol emissions from waste composting and the potential for workers' exposure
Research report 786
Health and Safety Executive 2010
- 32- Anzivino-Viricel L et al
Gestion des déchets ménagers et assimilés : bilan des connaissances et évaluation des effets sanitaires en population générale et au travail
Environnement, Risques et santé vol 11, n°5, sept-oct 2012
- 33- Poirot P et al
Approche des risques chimiques et microbiologiques dans le secteur du compostage
INRS- Hygiène et sécurité du travail- ND 2336-221-10
- 34- Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France
INRS ED 984 juillet 2012

35- Ecole Nationale de Santé Publique
Risques non microbiologiques associés au compostage des déchets
19 août 2002

36- ASTEE Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement
Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire dans l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation
Juin 2006

37- Fiche toxicologique FT 16
Ammoniac et solutions aqueuses
INRS 2007

38- Testud F
Pathologie toxique professionnelle & environnementale
Editions ESKA, 2005

39- Fiche toxicologique FT 238
Dioxyde de carbone
INRS 2005

40- Intoxication par inhalation de dioxyde de carbone
DMT n° 79
INRS 1999

41- Fiche toxicologique FT 32
Hydrogène sulfuré
INRS 2009

42- Risques d'intoxication présentés par l'hydrogène sulfuré
R 420
INRS 2005

43- Fiche toxicologique FT 47
Monoxyde de carbone
INRS 2009

44- Intoxications oxycarbonées professionnelles
DMT n°102
INRS 2005

45- Eitzer BD
Emissions of volatil chemicals from municipal solid waste composting facilities
Environ Sci Technol 1995 ; 29 : 896-202

46-Komilis D
Emission of volatile organic compounds during composting of municipal solid wastes
Water Research Volume 38, Issue 7, April 2004, Pages 1707–1714

- 47- Schiffman, S.S., Williams, C.M.
Science of odor as a potential health issue.
Journal of Environmental quality 2005. 34, 129-138.
- 48- Aatamila M 2011
Odour annoyance and physical symptoms among residents living near waste treatment centres
Environmental Research Volume 111, Issue 1, January 2011, Pages 164–170
- 49- Valeurs limites d'exposition au bruit et port de protecteurs individuels
Préconisations de l'INRS
ED 133-2012
- 50- Vibrations et mal de dos
Guide des bonnes pratiques en application du décret "Vibrations"
INRS ED 6018- 2012
- 51- Méthanisation des déchets issus de l'élevage, de l'agriculture et de l'agroalimentaire.
Risques et prescription de sécurité
INRS ED 6153 juin 2013
- 52- Ferrari P
Evaluation de procédés d'épuration de l'ammoniac en milieu professionnel
INRS- Etude en cours
- 53- Schlosser O
Protection of the vehicle cab environment against bacteria, fungi and endotoxins in composting facilities
Waste Management Volume 32, Issue 6, June 2012, 1106–1115

G-ANNEXES

1-Quai de déchargement des camions



2-Plateforme de fermentation couverte avec casiers fermés



3-Vue de l'arrière du bâtiment avec les ventilateurs



4-Aire de maturation et de stockage



5-Epandeur



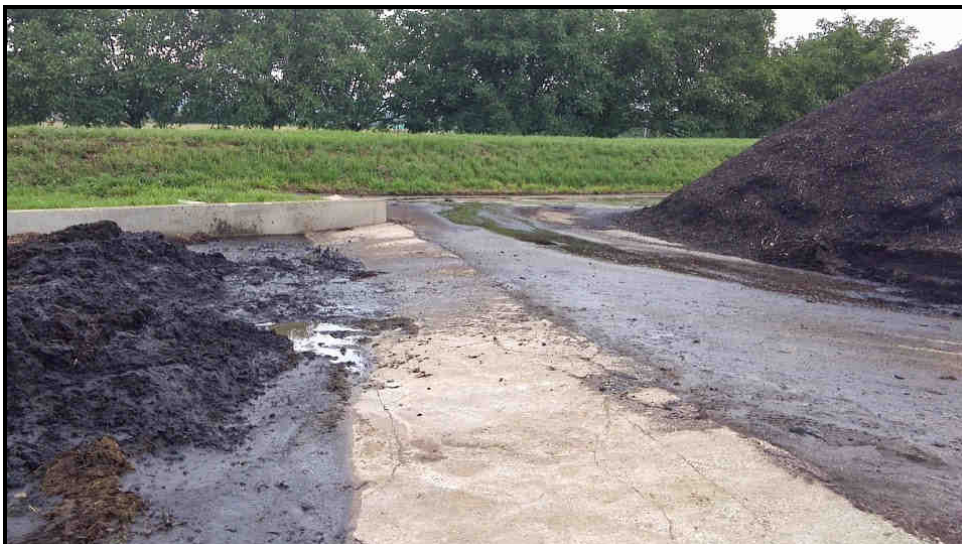
6-Tracteur agricole et chargeur frontal



7-Bassins de rétention des lixiviats

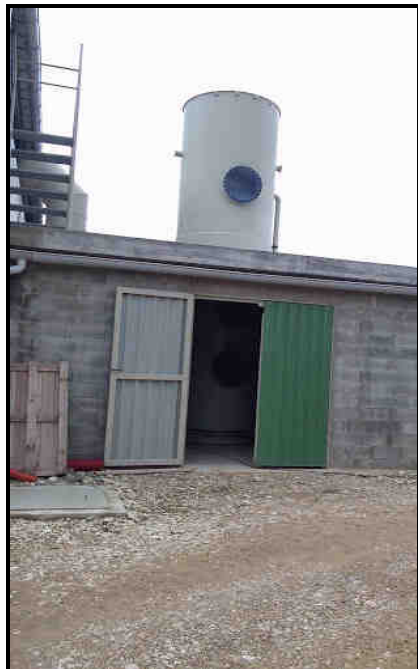


8-Aire de lavage



9-Laveur de gaz

Bâtiment



Cuve de lavage



Moteur aspirant les gaz



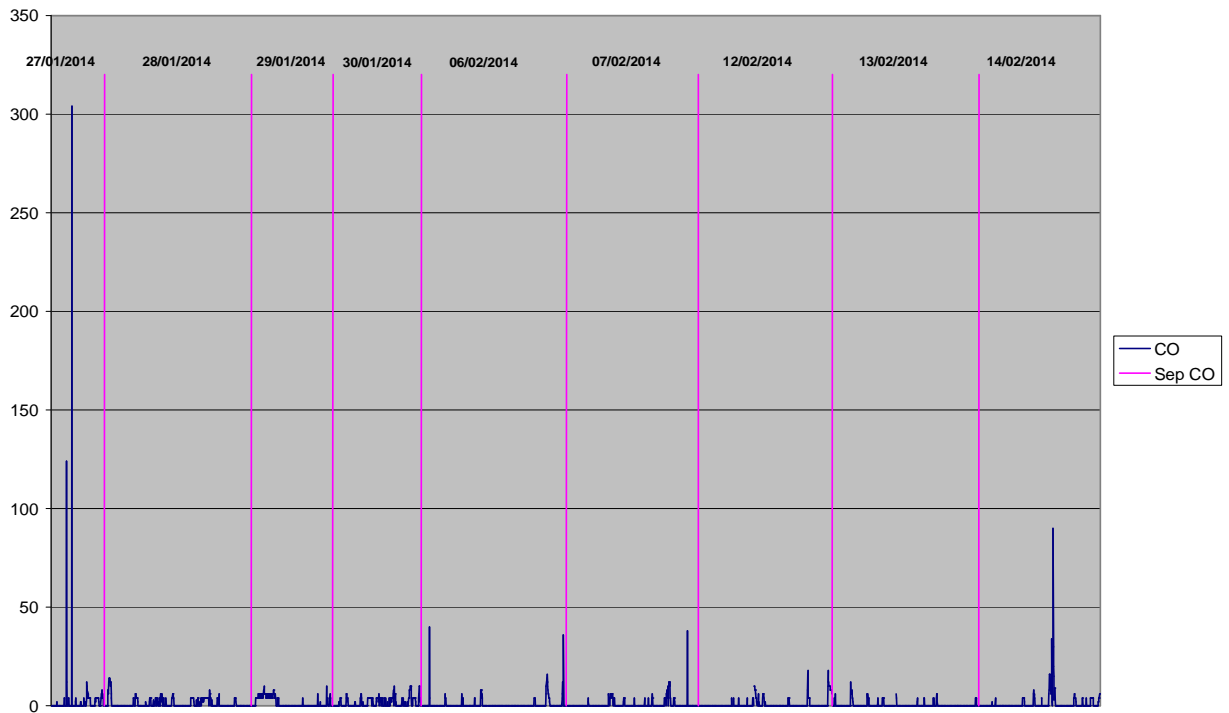
10-Cuve d'acide sulfurique



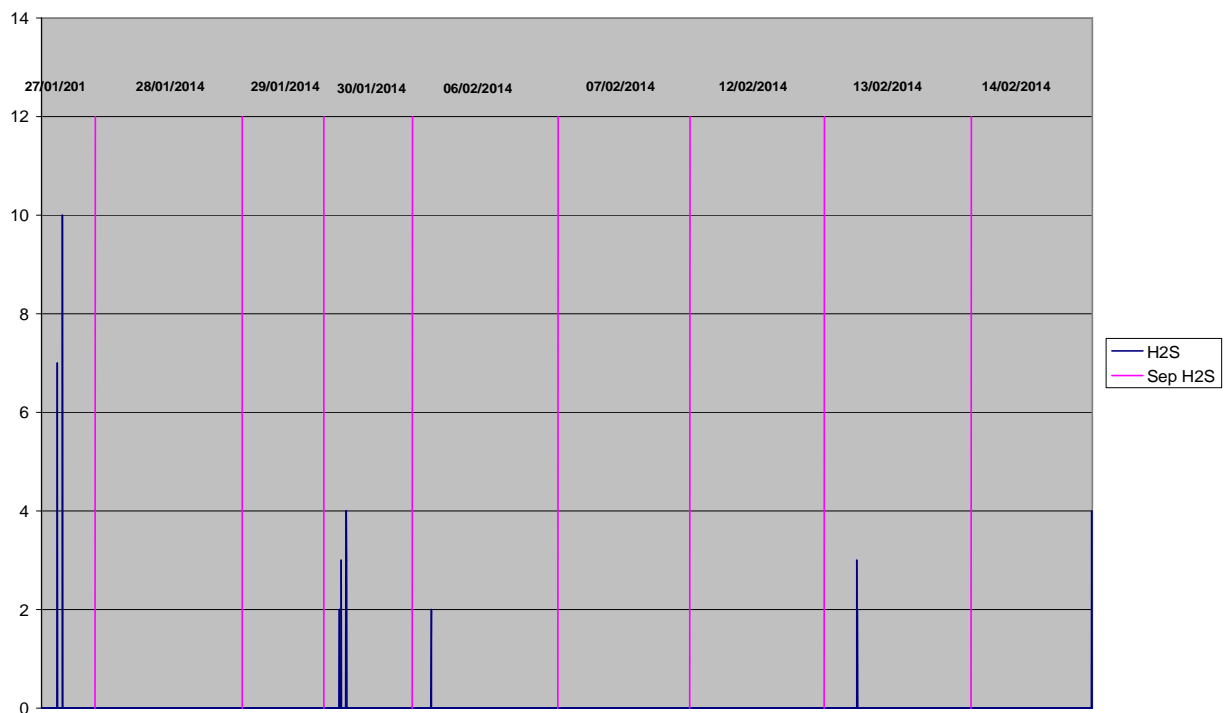
11-Biofiltre



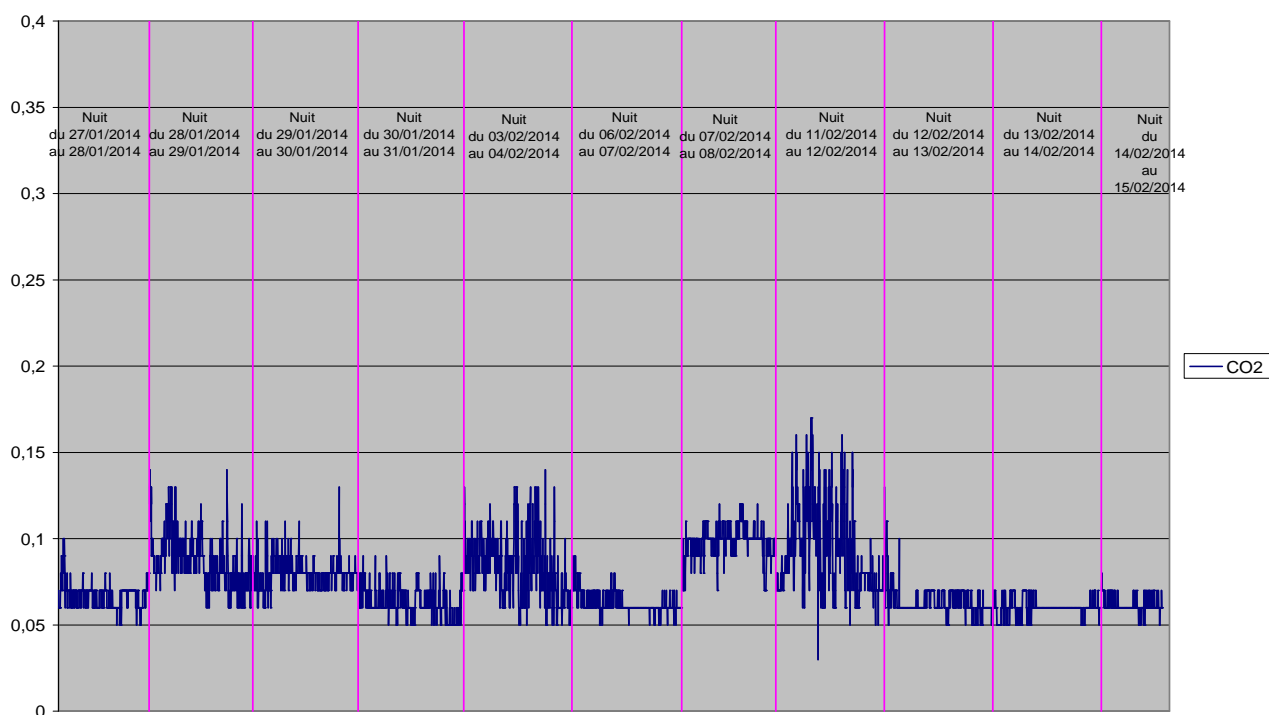
12-mesures diurnes de monoxyde de carbone



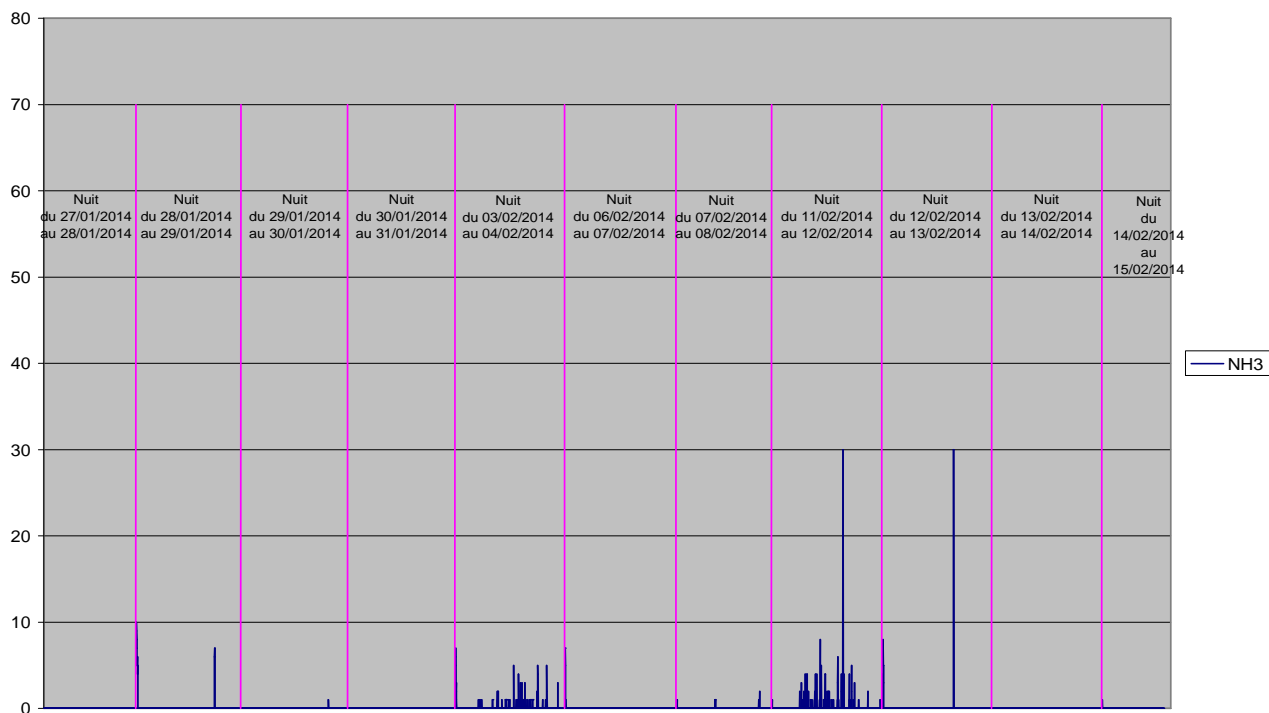
13- Mesures diurnes d'hydrogène sulfuré



14- Mesures nocturnes de dioxyde de carbone



15- Mesures nocturnes d'ammoniac



16- Tableau des alarmes enregistrées pendant les journées de travail

		O2	NH3	H2S	CO	CO2
1 ^{er} niveau d'alarme (A1)		19,0 %	20 ppm	5 ppm	30 ppm	0,5 %
2 ^{ème} niveau d'alarme (A2)		23,0 %	40 ppm	10 ppm	60 ppm	1,0 %
27/01/2014	15:27:30	20,3	12	0	0	0,59
27/01/2014	15:29:30	19,9	6	0	0	1,18
27/01/2014	15:33:30	20,5	0	0	2	0,78
27/01/2014	16:10:30	19,4	0	7	124	1,16
27/01/2014	16:30:30	20,9	43	10	304	0,22
27/01/2014	17:01:30	20,9	65	0	0	0,33
27/01/2014	17:19:30	20,9	4	0	0	0,73
27/01/2014	17:25:30	20,3	0	0	4	0,59
28/01/2014	16:44:20	20,9	0	0	0	0,64
28/01/2014	18:12:20	20,3	0	0	0	0,55
28/01/2014	08:31:56	20,3	0	0	12	0,52
30/01/2014	14:44:03	20,9	7	3	0	0,23
30/01/2014	15:02:03	20,9	10	4	2	0,33
30/01/2014	15:03:03	20,9	11	4	2	0,33
30/01/2014	15:04:03	20,9	10	3	0	0,27
30/01/2014	19:05:03	20,4	9	0	10	0,59
30/01/2014	19:06:03	20,2	7	0	10	0,81
30/01/2014	19:07:03	20,3	10	0	2	0,62
06/02/2014	08:43:28	20,9	0	0	40	0,06
06/02/2014	08:54:28	19,9	11	0	0	0,96
06/02/2014	08:55:28	20,1	14	0	0	0,53
06/02/2014	18:23:56	20,9	0	0	36	0,1
07/02/2014	15:39:50	19,9	0	0	12	1,24
07/02/2014	15:40:50	20	39	0	12	1,18
07/02/2014	15:41:50	19,6	30	0	12	1,46
07/02/2014	15:42:50	19,7	61	0	10	1,4
07/02/2014	15:43:50	19,6	92	0	12	1,4
07/02/2014	16:49:50	20,5	6	0	38	0,25
12/02/2014	09:59:37	19,1	55	0	0	0,6
12/02/2014	10:00:37	20,4	60	0	0	0,38
12/02/2014	17:02:05	20,3	12	0	0	0,53
13/02/2014	17:48:36					> 1,0
14/02/2014	15:53:12	20,9	0	0	34	0,21
14/02/2014	15:56:12	20,9	0	0	30	0,21
14/02/2014	15:57:12	20,9	0	0	30	0,21
14/02/2014	15:59:12	20,9	0	0	30	0,21
14/02/2014	18:52:12	20,9	0	4	4	0,11

17-Fiche technique du désinfectant

Désinfectant

HYGIÈNE



BEST TOP II

Domaines d'utilisation



Désinfectant liquide pour l'élevage

Composition

Formaldéhyde 117 g/kg
 Glutaraldéhyde 130 g/kg
 Chlorure de didecylidiméthylammonium 50 g/kg.

Mode d'emploi

Appliquer sur des surfaces nettoyées et rincées. Le dosage est fonction de l'effet souhaité : bactéricide 0,20 % (contact 5 minutes), fongicide 0,8 % (contact 15 minutes), virucide 1 % (contact 30 minutes) par trempage ou en pulvérisation.

Avantages

Economique. Rémanent. Actif en présence de matières organiques et eaux dures.

Précautions d'emploi

R 42/43 Peut entraîner une sensibilisation par inhalation et par contact. R 20/21/22 Nocif par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion. R 34 Provoque des brûlures. R 40 Effet cancérogène suspecté - preuves insuffisantes. S23 Ne pas respirer les gaz. S26 En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste. S36/S37/S39 Porter un vêtement de protection approprié, des gants et un appareil de protection des yeux / du visage. S45 En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (lui montrer l'étiquette). S38 En cas de ventilation insuffisante porter un appareil respiratoire approprié. S60 Eliminer le produit et son récipient comme un déchet dangereux. S9 Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé. S2 Conserver hors de portée des enfants. Polluant Marin. Ne pas jeter les résidus dans les égouts et les cours d'eau.

Caractéristiques

Aspect : liquide bleu
 pH : 4

Conforme à l'annexe du 08/09/99 relatif aux produits utilisés pour le nettoyage des matériaux et objets destinés à entrer en contact avec des denrées, produits, boissons pour l'alimentation de l'homme et des animaux.

N° homologation 20700116

	bactériocide (%)	virucide (%)	fongicide (%)
Logements d'animaux domestiques	0,2	1,0	0,8
Matériels de transports des animaux domestiques	0,2	1,0	0,8
Matériel d'élevage	0,2	1,0	0,8

Conditionnement

Bidon de 5/20/220 kg.

Les renseignements donnés dans cette notice sont fournis de bonne foi dans le but d'aider notre clientèle. En raison de la diversité des utilisations et des conditions d'emploi de nos produits, nous prions notre clientèle de s'assurer que ceux-ci conviennent bien à l'usage auquel ils sont destinés.



CTH 128, avenue Château Reury - 26100 ROMANS sur ISÈRE - FRANCE

☎ (0033) 4 75 70 71 72 - www.cth.fr

21069/Rev. 11/2013

18-Extrait de la fiche de données de sécurité de l'insecticide

FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ conformément au
Règlement (CE) No. 1907/2006

syngenta.

KARATE XPRESS

Version 3.2 - Cette version remplace toutes les éditions précédentes.
Date de révision 03.07.2013

Date d'impression 03.07.2013

SECTION 1. IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE/ DU MÉLANGE ET DE LA SOCIÉTÉ/ L'ENTREPRISE

1.1 Identificateur de produit

Nom du produit : **KARATE XPRESS**

Design code : A12686A

1.2 Utilisations identifiées pertinentes de la substance ou du mélange et utilisations déconseillées

Utilisation : Insecticide

1.3 Renseignements concernant le fournisseur de la fiche de données de sécurité

Société : Syngenta France SAS
1 avenue des Prés
CS 10537
78286 Guyancourt Cedex
France

Téléphone : +33 (0)1 39 42 20 00
Téléfax : +33 (0)1 39 42 20 10
Adresse e-mail : sds.ch@syngenta.com

1.4 Numéro d'appel d'urgence

Numéro d'appel d'urgence : 0 800 803 264
Accident transport 06 11 07 32 81
Centre anti-poison de Paris 01 40 05 48 48

SECTION 2. IDENTIFICATION DES DANGERS

2.1 Classification de la substance ou du mélange

Classification conformément aux Directives UE 67/548/CEE ou 1999/45/CE

Xn, Nocif

N, Dangereux pour l'environnement

R20/22: Nocif par inhalation et par ingestion.

R36/38: Irritant pour les yeux et la peau.

R43: Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau.

R50/53: Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.

2.2 Éléments d'étiquetage

Symbole(s)



Nocif



Dangereux pour l'environnement

Version 3.2

Page 1 de 12

KARATE XPRESS

Version 3.2 - Cette version remplace toutes les éditions précédentes.
Date de révision 03.07.2013

Date d'impression 03.07.2013

SECTION 3. COMPOSITION/ INFORMATIONS SUR LES COMPOSANTS

3.2 Mélanges

Composants dangereux

Nom Chimique	No.-CAS No.-CE Numéro d'enregist- rement	Classification (67/548/CEE)	Classification (RÈGLEMENT (CE) No 1272/2008)	Concentration
lambda- cyhalothrine	91465-08-6 415-130-7	T+, N R21 R25 R26 R50/53	Acute Tox.3; H301 Acute Tox.3; H311 Acute Tox.2; H330 Aquatic Acute1; H400 Aquatic Chronic1; H410	5 % WW
acide citrique anhydride	77-92-9 201-089-1	Xi R36	Eye Irrit.2; H319	1 - 5 % WW
naphthalene- sulfonic acid, sodium salt, polymer with formaldehyde		Xi R36/38	Eye Irrit.2; H319 Skin Irrit.2; H315	1 - 5 % WW
talc	14807-98-6 238-877-9	-	-	40 - 50 % WW

Les substances pour lesquelles il existe, en vertu des dispositions communautaires, des limites d'exposition professionnelle.

Pour le texte complet des Phrases-R mentionnées dans ce chapitre, voir section 16.


Pour le texte complet des Phrases-H mentionnées dans ce chapitre, voir section 16.

SECTION 4. PREMIERS SECOURS


4.1 Description des premiers secours

- Conseils généraux : Se munir de l'emballage, de l'étiquette ou de la fiche de données de sécurité lorsque vous appelez le numéro d'urgence de Syngenta, un centre anti-poison ou un médecin, ou si vous allez consulter pour un traitement.
- Inhalation : Amener la victime à l'air libre.
Respiration artificielle en cas de respiration irrégulière ou d'arrêt respiratoire.
Coucher la personne concernée et la maintenir au chaud.
Appeler immédiatement un médecin ou un centre anti-poison.
- Contact avec la peau : Oter immédiatement les vêtements et les chaussures contaminés.
Laver immédiatement et abondamment à l'eau.
Si l'irritation de la peau persiste, appeler un médecin.
Laver les vêtements contaminés avant une nouvelle utilisation.

19-Résultats d'analyse d'un lot de boues




LCA
un choix pour demain



COFRUC
ESSAIS

EM_ML3 WR_BOU_E_V1

RAPPORT D'ANALYSES
Selon Arrêté du 06/01/2002




REMANDAIRE / PRESCRICTEUR

DESTINATAIRE

Lieu de prélevement			
Conteneur			
Volume			
Prélevage effectué			
N. de commande	4 101 901 909		
Date de prélèvement	06/12/2013	Date d'analyse	10/12/2013
Date d'analyse	10/12/2013	Date de clôture	22/12/2013 (v.1)

N° RAPPORT PORL13018052 **REFERENCE CLIENT** BOUES DESHYDRATEES DE PRIVAS DU 6/12/2013



MATRICE Boues

Echantillon prélevé par le client

TYPE Boue urbaine

La portée d'accréditation concerne les 2 pages du rapport d'essai.
 Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole ⊕. Les avis de conformité contenus dans ce rapport de sont pas couverts par l'accréditation. Contact: ils ne doivent pas couvrir du calcul des incertitudes.
 Les méthodes de dosage sont détaillées sur le site internet de l'entreprise (www.laboratoire-lca.fr), rubrique « qualité ». Le ⊕ signifie uniquement le respect du titre respect des valeurs limites réglementaires de l'arrêté pris en référence. L'accréditation Cofruc atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation. Les dimensions des étalons utilisés en titration sont précisées du symbole ⊕, celles confiées à un prestataire externe accrédité, du signe « plus », et celles confiées à un prestataire externe non accrédité, du signe « pt ». Les rapports originaux sont disponibles sur simple demande. Ce rapport d'analyse ne concerne que l'échantillon source de l'analyse. Sa reproduction est autorisée que sous sa forme intégrale. Il ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation de l'entreprise.

		sur 500		sur 1000	
Paramètres physico-chimiques et matière organique					
⊕ Matière sèche	NF EN 12880	%			15,2
⊕ Humidité	NF EN 12880	%			83,8
⊕ pH à 25°C	NF EN 12176	unité pH			6,5
⊕ Matières organiques	NF EN 12679	%	81,2		13,2
Carbone organique	Calcul	%	40,6		6,0
⊕ Matières minérales	NF EN 12679	%	18,8		3,0
Equivalents	Calcul				5,3
Valeur azotée					
⊕ Azote Kjeldahl	NF EN 13342	% N	7,67		1,24
Azote ammoniacal	Méthode interne	% N	0,726		0,118
Azote organique	Calcul	% N	6,93		1,12
Éléments majeurs (après mise en solution à l'eau régale selon NF EN 13346)					
⊕ Phosphore	NF EN ISO 11885	% P2O5	5,53		0,90
⊕ Potassium	NF EN ISO 11885	% K2O	0,38		0,062
⊕ Calcium	NF EN ISO 11885	% CaO	1,85		0,30
⊕ Magnésium	NF EN ISO 11885	% MgO	0,40		0,064
Soufre	NF EN ISO 11885	% SO3	1,85		0,30
Sodium	NF EN ISO 11885	% Na2O	0,13		0,020
		sur 100		somme	
Mise en solution à l'eau régale selon NF EN 13346 sauf mention contraire					
⊕ Chrome	NF EN ISO 11885	mg/kg	17,4		1 000 ⊖
⊕ Cuivre	NF EN ISO 11885	mg/kg	190		1 000 ⊖
⊕ Nickel	NF EN ISO 11885	mg/kg	12,2		200 ⊖
⊕ Zinc	NF EN ISO 11885	mg/kg	403		3 000 ⊖
Somme Cr + Cu + Ni + Zn	Calcul	mg/kg	623		4 000 ⊖
⊕ Mercure	NF ISO 16772	mg/kg	0,37		10 ⊖

Ce rapport est la version originale

page 1 / 2

LCA La Rochelle (siège social) - ZI Chef de bare - 1 rue Samuel Champlain - 17074 La Rochelle Cedex 09 - Tél. 0 546 434 548 Fax 0 546 975 980 - contact@laboratoire-lca.com
 LCA Bordeaux 39, rue Michel Montaigne - BP 122 - 33824 Blanquefort Cedex - Tél. 0 556 355 860 - Fax 0 556 355 889 - info-bordeaux@laboratoire-lca.com
 S.A.S. à Commande de Direction et Comité de Surveillance au capital de 400 000 euros - R.C.S. La Rochelle B 383 318 001 Siret : 383 318 501 00005 - APE : 7120Z - FR 26 580 115 511

20-Extrait d'une analyse d'un lot de compost



Formular NF-2012.2

Réf. échantillon : LOT / JANVIER TRIM 2013

DEMANDEUR	INTERMEDIAIRE

Nom de la station :

Commune :

Date prélèvement : 22/04/2013

Date d'arrivée : 24/04/2013

Date de début d'analyse : 24/04/2013

Date d'édition : 06/05/2013

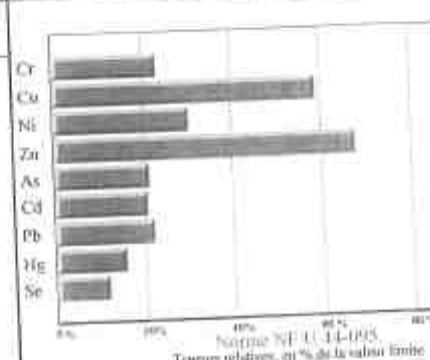
N° de commande : 1102 000 771

Affaire :

Nature de l'échantillon : Compost de MIATE NF U44095

Rapport d'analyse N° PORL1300

CARACTERISATION DE LA VALEUR AGRONOMIQUE				Résultats exprimés sur		Critères NF U 44-095		Observations et paramètres calculés
DETERMINATIONS	Symboles	Unités	sec	brut	Qual. de la norme	Conformité à la norme		
Matière sèche (NF EN 12889)	MS	%		54,6 X	— 50	Conforme		
Humidité (NF EN 12889)		%		45,4				
pH (NF EN 12176)			8,8 X					
Conductivité (DTA349/02 selon NF EN 12176)	CE	µS.cm ⁻¹	1,77					
COMPOSITION DU PRODUIT								
Perte au feu de la M.S. (NF EN 12879)	MO	%	51,1	27,9 X	— 30	Conforme		
Perte au feu de la M.S. (NF EN 12879)	MO	%		26,7	— 20	Conforme		
Matières minérales		%	48,9					
Azote Kjeldahl (NF EN 13342)	NTK	%	3,12	1,70		Conforme	C organique : 256 g.kg ⁻¹	
Azote global (NTK+N-NO ₃)	NT	%	3,15	1,72 X	— 3	Conforme	N organique : 1,60 % m	
Rapport MO/N organique				17,4	— 10	Conforme	Rapport C/N : 8,1	
Azote ammoniacal	N-NH ₄	%	0,18	0,10	— 0,5	Conforme	Rapport C/Norg : 8,7	
Azote nitrique	N-NO ₃	mg.kg ⁻¹	340	199	— 1000	Conforme		
Phosphore	P ₂ O ₅	%	3,03	1,65 X	— 3	Conforme		
Potassium	K ₂ O	%	1,67	0,91 X	— 3	Conforme		
Magnésium	MgO	%	0,80	0,44 X				
Calcium	CaO	%	8,26	4,51 X				
Sodium	Na ₂ O	%	0,16	0,09				
Total N+ P ₂ O ₅ + K ₂ O		%		4,28	— 7	Conforme		
Soufre	SO ₂	%	1,32	0,72				
Chlorure	Cl-	g.kg ⁻¹						
Aluminium	Al	%						
Fer	Fe	mg.kg ⁻¹	17 400	Valens				
Manganèse	Mn	mg.kg ⁻¹	332	limites				
Chrome	Cr	mg.kg ⁻¹	27,8	120				
Cuivre	Cu	mg.kg ⁻¹	177	300				
Nickel	Ni	mg.kg ⁻¹	18,2	60				
Zinc	Zn	mg.kg ⁻¹	405	600				
Arsenic (M1 selon ISO 17375-1)	As	mg.kg ⁻¹	3,8	12				
Cadmium	Cd	mg.kg ⁻¹	0,6	3				
Plomb	Pb	mg.kg ⁻¹	39,5	100				
Mercuré (M3 16772)	Hg	mg.kg ⁻¹	0,3	3				
Sélénium (M1 selon ISO 17375-1)	Se	mg.kg ⁻¹	1,4	12				
Molybdène	Mo	mg.kg ⁻¹	2,9					
Bore	B	mg.kg ⁻¹						
Cobalt	Co	mg.kg ⁻¹	4,0					



LCA17 - Responsable Technique Général

Le rapport ne concerne que les objets soumis à essai. Le rapport d'essai ne doit pas être reproduit, partiellement ou totalement, sans l'approbation de l'informateur émetteur.
 La responsabilité de ce rapport d'essai n'est assurée que sous sa forme intégrale. Il est reporté à page 1.
 Toute réimpression ne tient pas compte du risque des informations de sécurité disponibles sur le site Internet de l'organisme (www.lca17.com) ou auprès de nos clients.
 LCA17 - Responsable Technique Général

CARACTERISATION DE LA VALEUR AGRONOMIQUE		Resultats exprimes		Observations et parametres calcules
DETERMINATIONS	Symbole - Unite	sec	brut	
Matiere seche (70,17% a 105°C)	%		74,3	
Humidite	%		18,4	
MICRO-POLLUANTS ORGANIQUES				
DETERMINATIONS	Symbole - Unite	sur sec		Cas Général Norme NF U 44-095 Composantes, articles de la norme NF U 44-095
PCB 024	mg/kg	100 à 1000		
PCB 052	mg/kg	100 à 1000		
PCB 101	mg/kg	100 à 1000		
PCB 118	mg/kg	100 à 1000		
PCB 176	mg/kg	100 à 1000		
PCB 183	mg/kg	100 à 1000		
PCB 180	mg/kg	100 à 1000		
Somme des 7 PCB	mg/kg	1000 à 10000	1,07	140-7 PCB
Fluoranthene	mg/kg	0,14	1,07	Fluor
Banane(s) fluoranthene	mg/kg	100 à 1000	1,07	BS Fluor
Acénapyrene	mg/kg	100 à 1000	1,07	BS Pyr

Cofrao	Determination	Resultat	Unite	Methode	Limite
Micro-organismes					
⊕	Dénombrement Escherichia coli	< 1 000	ufc/g MB	NF ISO 16849-2	10 000 ufc/g MB
⊕	Dénombrement Entérocoques	120	/g MB	NF EN ISO 7898-1	100 000 /g MB
⊕	Dénombrement Clostridies sulfuraires	NE 300	ufc/g MB	NF EN ISO 7937	1 000 ufc/g MB
Micro-organismes pathogènes					
⊕	Recherche Salmonella	ABSENCE	/g MB	NF EN ISO 6579	Absence /g MB
⊕	Recherche Listeria monocytogenes	ABSENCE	/g MB	NF EN ISO 11290-1/A1	Absence /g MB
⊕	Rech. oeufs d'Helminthes viables (triple flott)	ABSENCE	/1,5g MB	XP X 33-017	Absence /1,5g MB

Commentaires liés à l'analyse de l'échantillon
NE = Nombre estimé

Echantillon satisfaisant aux critères microbiologiques de la norme NF U 44-095 toutes cultures sauf cultures maraichères.