

Reprise de l'étude santé

ISDND Alvéol

Communes de Bellac et de Peyrat-Bellac

AVANT PROPOS

Le SYDED est autorisé à exploiter sur les communes de Bellac et Peyrat de Bellac un centre de traitement et de stockage de déchets non dangereux. L'autorisation préfectorale date du 15 mars 2006 et l'exploitation a débuté en juillet 2009.

Afin de respecter les prescriptions de l'article 3.9.3 de l'arrêté préfectoral du 15 mars 2006 qui imposait la mise en place d'un programme de surveillance de la qualité de l'air dans un délai de 2 ans après la mise en service puis tous les 3 ans, des campagnes de caractérisation des émissions atmosphériques et de mesures de qualité de l'air se sont déroulées en 2011, 2012, 2013 et 2014 (sur une période de 1 mois).

Sur la base des résultats des campagnes de la qualité de l'air de 2012 dont l'objectif était de mesurer les concentrations en polluants liées à l'activité du site au niveau des populations cibles, l'étude santé réalisée dans le cadre du DDAE initial a été mise à jour et a fait l'objet d'un rapport en juin 2012.

Bien que l'étude d'évaluation des risques dans sa version 2 (juin 2012) permette de confirmer qu'il n'y a pas de risque sanitaire majeur pour les populations riveraines, il apparaît que l'hydrogène sulfuré est le polluant traceur d'activité pour lequel la vigilance doit être plus grande.

Les résultats des campagnes de 2013 et 2014 indiquent une amélioration par rapport aux campagnes précédentes de 2012 avec des valeurs inférieures ou très proches des seuils de quantification et inférieures au seuil réglementaire relatif à la santé (VTR, VME...). Cette amélioration est à mettre en relation avec l'arrêt de l'unité de stabilisation et avec les actions menées par le SYDED sur l'ISDND depuis ces dernières années. Notons également que le SYDED a mis en place de nombreux dispositifs de suivi des émissions afin de comprendre l'origine des odeurs et de mieux orienter les actions correctives.

Le présent rapport a pour objet de mettre à jour l'étude santé sur la base des données issues de l'ensemble des suivis réalisés sur le site (suivi des rejets atmosphériques, capteurs sur site et campagne LIM'AIR 2013 /2014). Cette mise à jour comprend la réalisation d'une modélisation des émissions du site incluant un volet temporel. **Cette modélisation permettra d'obtenir une cartographie du panache de concentration afin d'évaluer quelle population est exposée.**

TABLE DES MATIERES

1 Présentation du site.....	1
1.1 Situation administrative.....	1
1.2 Historique	2
1.3 Description de l'activité de stockage.....	2
1.3.1 Les principaux chiffres	2
1.3.2 Fonctionnement	2
1.3.3 Gestion des eaux de ruissellement.....	3
1.3.4 Gestion des lixiviats	4
1.3.5 Gestion du biogaz	6
1.4 Problèmes des odeurs et actions engagées	11
1.5 Historique des études menées sur le site	13
1.6 Synthèse et implication pour la mise à jour de l'étude santé	14
2 Préambule général	15
2.1 Méthodologie.....	15
2.2 Acronymes.....	18
2.3 Caractérisation de l'environnement du site	20
3 Identification des substances émises	22
3.1 Les déchets entrant sur le site (issus du rapport 2012).....	22
3.2 Les rejets atmosphériques	23
3.2.1 Définition des sources	23
3.2.2 Caractéristiques des émissions	30
3.2.3 Synthèse des sources prises en compte pour le volet air	39
3.3 Les odeurs (issu du rapport 2012).....	39
3.4 Les envols de déchets (issu du rapport 2012).....	42
3.5 Les micro-organismes (issu du rapport 2012).....	43
3.6 Les insectes et les animaux (issu du rapport 2012).....	43
4 Choix des polluants traceurs de risque	45
4.1 Définition et démarche suivie dans le cadre de l'EQRS	45
4.2 Application au site étudié	46
5 Identification des dangers et des relations dose-réponse	47
5.1 Généralités sur la toxicité des substances.....	47
5.1.1 VTR des toxiques cancérogènes.....	48

5.1.2	VTR des toxiques non cancérogènes.....	48
5.2	Méthode de choix des VTR.....	48
5.3	Recensement des VTR	49
5.4	VTR disponibles des composés traceurs de risques retenus et VTR retenues ..	49
6	Évaluation du niveau d'exposition des populations	52
6.1	Voies d'exposition et cibles retenues	52
6.2	Caractérisation des populations exposées	55
6.2.1	Définition de la zone géographique concernée par les rejets de l'ISDND alvéol	55
6.2.2	Caractérisation de la population exposée et composition.....	55
6.2.3	Composition et état sanitaire de la population exposée.....	58
6.2.4	Établissement recevant du public	58
6.2.5	Condition d'exposition des populations	58
6.3	Niveaux d'exposition aux polluants traceurs de risque.....	60
6.3.1	Hypothèses prises en compte.....	60
6.3.2	Caractéristiques des rejets / détermination des flux	61
6.3.3	Modélisation de la dispersion atmosphérique	64
6.3.4	Résultats du calage du modèle	65
6.3.5	Résultats phases 1 et 7	67
6.3.6	Synthèse.....	72
7	Caractérisation des risques pour la santé des populations riveraines	73
7.1	Définition du risque sanitaire et niveau d'acceptabilité	73
7.1.1	Caractérisation du risque sanitaire pour les polluants traceurs non cancérogènes (polluants systématiques).....	73
7.1.2	Caractérisation du risque sanitaire pour les polluants traceurs cancérogènes (polluants stochastiques).....	74
7.1.3	Acceptabilité des risques pour les polluants cancérogènes	75
7.2	Caractérisation des risques – effets à seuil par inhalation.....	76
7.2.1	Concentration au niveau des points de référence	76
7.2.2	Rappel des VTR retenues	76
7.2.3	Indice de risque.....	76
7.3	Caractérisation des risques – effets sans seuil par inhalation.....	77
7.3.1	Concentrations au niveau des points de référence.....	77
7.3.2	Rappel des VTR retenues	77
7.3.3	Excès de Risque Individuel	78
7.4	Analyse au regard des travailleurs.....	79
8	Analyses des incertitudes et conclusions.....	80
8.1	Analyse des incertitudes	80
8.1.1	Facteurs de sous-estimation des risques	80
8.1.2	Facteurs de surestimation des risques.....	81
8.2	Conclusion.....	81

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Arrêtés préfectoraux relatifs au centre de traitement et de stockage de déchets Alvéol.....	1
Tableau 2 : Substances connues dans les émissions de torchère	25
Tableau 3 : Flux de poussières totales liés aux déversements des déchets.....	27
Tableau 4 : Polluants présents dans les émissions atmosphériques des engins et effets sur la santé	28
Tableau 5 : Valeurs minimales et maximales en polluants observées dans une alvéole en exploitation, dans l'ambiance générale du site et dans l'environnement proche du site.....	29
Tableau 6: Correspondance entre type de couverture et taux de captage (ADEME/SITA France).....	33
Tableau 7 : Concentration en polluants au niveau d'une alvéole en exploitation (IRH Environnement, mars 2011).....	35
Tableau 8 : Concentration en polluants au niveau d'une alvéole fermée (IRH Environnement, mars 2011).....	36
Tableau 9 : Concentration en polluant au niveau des bassins de lixiviats (IRH Environnement, mars 2011).....	37
Tableau 10 : Sources prises en compte pour l'activité ISDND	39
Tableau 11 : Comparaison des seuils olfactifs et des VTR pour les substances retenues pour l'évaluation des risques sanitaires	41
Tableau 12 : Substances connues sur les ISDND retenues par l'InVS.....	45
Tableau 13 : Effets à seuil par inhalation	51
Tableau 14 : Effets toxiques sans seuil par inhalation.....	51
Tableau 15 : Détermination du rayon d'étude pour les rejets de l'ISDND alvéol.....	55
Tableau 16 : Localisation et comptage de la population la plus proche du site (données recensement INSEE 2009)	56
Tableau 17 : Mode de vie des populations	59
Tableau 18 : VTR – Effets à seuil retenues	76
Tableau 19 : Indice de risque – ratio de danger.....	76
Tableau 20 : VTR – Effets sans seuil retenues	77
Tableau 21 : ERI.....	78

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Procédé de traitement OVIVE.....	6
Figure 2 : Méthodologie d'évaluation des effets sur la santé (DDAE 2005, Saunier Techna)	16
Figure 3 : Localisation du site (DDAE 2005, Saunier Techna).....	21
Figure 4 : Schéma conceptuel (DDAE Safege 2005)	53
Figure 5 : Localisation du site (DDAE 2005, Saunier Techna).....	57

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 Caractérisation des émissions atmosphériques de l'installation de stockage ALVEOL à Bellac (IRH Environnement, mars 2011)

Annexe 2 Mesures de la qualité de l'air sur le site et notamment des paramètres NH₃, H₂S, COV, amines, mercaptans, métaux lourds, particules PM₁₀ (LIM' AIR, juillet 2013)

Annexe 3 Mesures de la qualité de l'air sur le site et notamment des paramètres NH₃, H₂S, COV, amines, mercaptans, métaux lourds, particules PM₁₀ (LIM' AIR, mars 2014)

Annexe 4 Modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants (Impact et environnement – décembre 2014)

1

Présentation du site

1.1 Situation administrative

Le site alvéol a été autorisé par l'arrêté préfectoral du 15 mars 2006 pour l'exploitation :

- ✓ d'une installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND) ;
- ✓ d'une unité de stabilisation biologique des déchets fermentescibles (TMB).

Le site a été mis en service en juillet 2009. Depuis son ouverture, le site a fait l'objet des arrêtés préfectoraux complémentaires suivants :

Tableau 1 : Arrêtés préfectoraux relatifs au centre de traitement et de stockage de déchets Alvéol

Date de l'arrêté préfectoral	Désignation	Objet
AP n°2009-030 du 9 janvier 2009	Portant autorisation au SYDED de modifier les conditions d'aménagement et d'exploitation du centre de stockage de déchets	- Modification des surfaces d'exploitation des alvéoles - Modification du compostage en module de l'unité de stabilisation
AP n°2011 – 050 du 12 juillet 2011	Prescrivant au SYDED des dispositions complémentaires pour l'exploitation du centre de stockage de déchets	- Actualisation du classement des activités - Mise en place d'un plan de surveillance dans l'air et de caractérisation des sources - Mise en place de la collecte et du traitement du biogaz par combustion
APn°2012 - 017 du 17 mars 2012	Prescrivant au SYDED des dispositions complémentaires pour l'exploitation du centre de stockage de déchets	- Ajustement du plan de surveillance de la qualité de l'air - Mise à jour de l'étude santé
AP n°2012 – 059 du 19 juin 2012	Mettant en demeure le SYDED de respecter certaines des mesures imposées pour l'exploitation du centre de traitement et de stockage de déchets	- Mise en demeure suite à une pollution accidentelle liée à une rupture de flexible de la station de traitement des lixiviats

1.2 Historique

Le site a été mis en service en 2009 et comprenait les activités suivantes :

- ✓ une installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND) ;
- ✓ une unité de stabilisation biologique des déchets fermentescibles (TMB).



A noter...

Suite au dysfonctionnement du TMB et des problèmes d'odeurs, le TMB a été mis à l'arrêt en mai 2012. Depuis cette date, la seule activité sur le site est le stockage de déchets non dangereux.

1.3 Description de l'activité de stockage

1.3.1 Les principaux chiffres

Volume des activités : ISDND : 80 000 tonnes/an

Surface des installations : 55,7 ha

Durée d'exploitation : 20 ans

La nature des déchets reçus est présentée dans le chapitre 3.1

1.3.2 Fonctionnement

Après réception des déchets au poste d'accueil du site où est réalisé un contrôle des entrants conforme à la réglementation en vigueur (pesée, portique radioactivité, contrôle visuel), les déchets sont déversés au niveau de l'alvéole en exploitation de l'ISDND pour stockage définitif. La zone de stockage est une zone confinée par une barrière de sécurité passive et active qui répond à la réglementation en vigueur.

1.3.3 Gestion des eaux de ruissellement

Conformément aux articles 16 et 17 de l'arrêté du 9 septembre 1997 modifié relatif aux Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux, le site dispose pour la gestion des eaux pluviales internes et externes des éléments présentés ci-après :

- ✓ eaux externes : dans le cas où cela est nécessaire (possibilité d'arrivée d'eau amont), des fossés sont mis en place pour intercepter les eaux provenant de l'extérieur afin de les dévier en aval du site. Ce dispositif empêchera le ruissellement des eaux extérieures vers le site lui-même ;
- ✓ eaux internes : ces eaux qui ne sont pas entrées en contact avec les déchets sont collectées par un réseau de fossés situé en périphérie de la zone de stockage et dirigées vers un bassin de rétention ;
- ✓ eaux internes : les eaux des voiries et de la zone d'accueil sont également collectées mais passent préalablement à leur stockage par un débourbeur / déshuileur.

Le milieu récepteur des eaux de pluie est le ruisseau du Vigneaud.

Dans le cadre du suivi de la qualité des eaux de surface, des analyses sont effectuées dans les 3 bassins d'eau de décantation des eaux de ruissellement interne du site : bassin nord, bassin sud et bassin sud-ouest.



Bassin nord



Bassin sud



Bassin sud-ouest

Les résultats du suivi ne montrent aucune anomalie.

1.3.4 Gestion des lixiviats

1.3.4.1 Collecte

Les lixiviats seront collectés gravitairement depuis le fond des casiers jusqu'aux bassins de stockage dédiés.

1.3.4.2 Stockage et traitement

Le volume de stockage disponible pour les lixiviats est de 4 000 m³ répartis en trois bassins de la manière suivante :

- ✓ bassin 1 : 1 400 m³ ;
- ✓ bassin 2 : 1 800 m³ ;
- ✓ bassin 3 : 800 m³.

Le bassin B3 est vide et ne reçoit qu'occasionnellement des eaux pluviales provenant de l'aire maturation. Ces eaux de ruissellement sont orientées dans le milieu naturel. En effet, l'ensemble de la plateforme a été nettoyé suite à la suspension de l'activité « traitement mécano-biologique ».



Les lixiviats des bassins B1 et B2 sont traités sur une station d'épuration *in situ* par un prestataire spécialisé (OVIVE).

Le process relatif au traitement des lixiviats est le process Biomembrat Plus constitué :

- ✓ d'une dégradation biologique (DCO, NH₄⁺) : transformation d'éléments nocifs en éléments inoffensifs (ex : ammoniac transformé en azote gazeux : principal constituant de l'air respiré) ;
- ✓ le traitement biologique permet de dégrader la DCO (Demande Chimique en oxygène) entre 85 et 95%, seule la DCO « dure » (non biodégradable) traverse le traitement biologique. L'azote est dégradé à des rendements supérieurs à 99% (grâce aux étapes de nitrification et de dénitrification qui transforment l'azote ammoniacal et organique en azote gazeux) ;
- ✓ d'une ultrafiltration : rétention de la biologie et des MES qui retournent dans les cuves biologiques ;

- ✓ d'une nano-filtration : traitement de finitions ;
- ✓ d'un traitement des sous produits de nano-filtration par charbon actif.

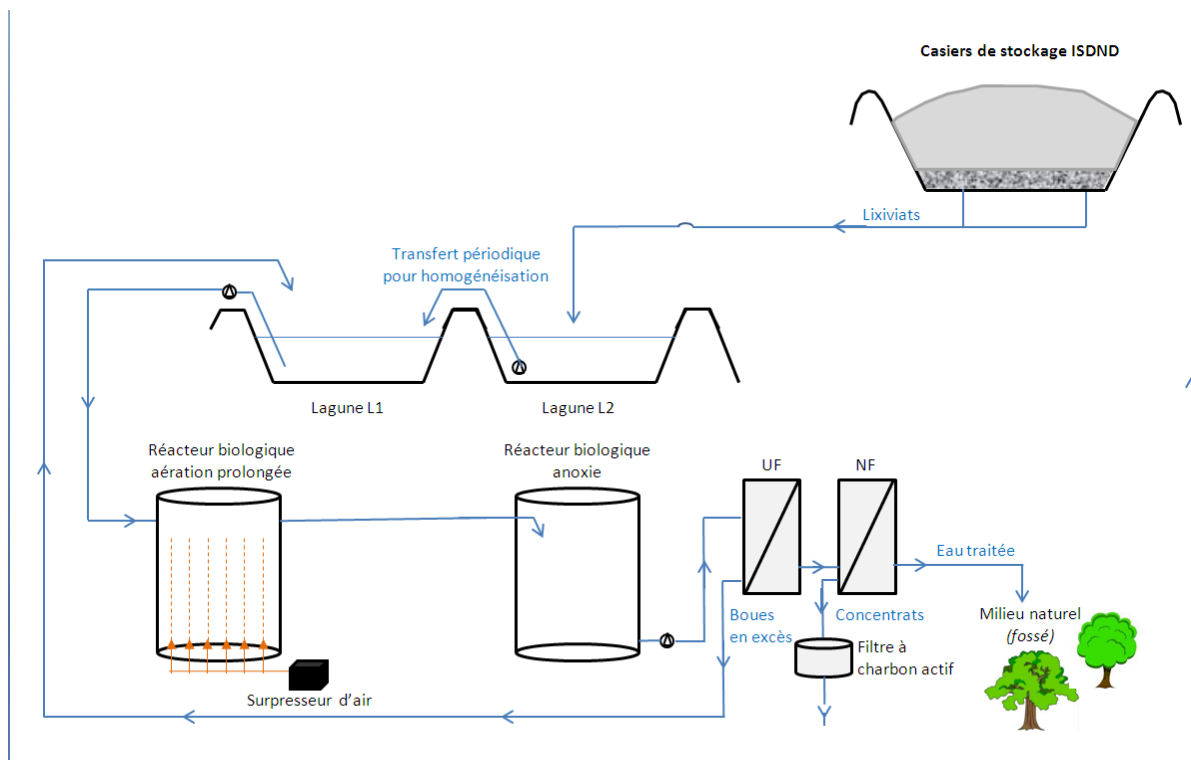


Figure 1 : Procédé de traitement OVIVE

Les lixiviats produits sur site sont contrôlés mensuellement par le laboratoire d'analyses.

Un contrôle interne de la qualité du rejet est effectué quotidiennement. A chaque non-conformité, le lixiviat est réinjecté en amont de l'unité de traitement pour un nouveau cycle de traitement.

Pour l'année 2013, 9 284 m³ de lixiviats ont été prélevés dans les lagunes 1 et 2. La station Ovive a rejeté 3 955 m³ dans le milieu naturel.

1.3.5 Gestion du biogaz

Le captage du biogaz est réalisé par :

- ✓ des tranchées horizontales au sein du massif de déchets (alvéoles 7, 9 et 10) et sera mis en place sur les suivantes;
- ✓ des puits mono-spécifiques forés au niveau des zones réaménagées définitivement.

Les puits verticaux seront forés sur la totalité de l'épaisseur du massif de déchets, avec un espacement entre chaque puits compris entre 15 et 20 m.

Le biogaz est ensuite brûlé au niveau d'une torchère d'une capacité de 600 Nm³/h (mise en place en août 2012 en remplacement de celle de 300 Nm³/h).

Une analyse est effectuée par un laboratoire agrée sur la qualité du biogaz (laboratoire SGS et CATTEC) tous les mois. Les résultats ci-dessous témoignent de l'évolution de la qualité du biogaz :

Date	Humidité %	CH ₄ %	Co ₂ %	O ₂ (%)	H ₂	H ₂ S mg/Nm ³
déc-11	22,6	38,4	42,3	0,1	61 ppm	1346
févr-12	5,27	46,5	39,5	0,6	30 ppm	3930
mars-12	6,61	42,7	37,9	0,8	39 ppm	1344
avr-12	8,4	43,5	43,6	0,53	86 ppm	8413
mai-12	8,2	30,2	30,6	1,13	95 ppm	3785
juin-12	4,43	41,2	38,6	0,3	76 ppm	5098
juil-12	5,18	40,5	34,7	<0,01	67 ppm	6475
ao��t-12	2,5	28,4	25,3	6,65	77 ppm	3346
sept-12	1,4	21,3	22,4	8,4	68 ppm	2621
oct-12	1,6	33,9	30,5	1,36	117 ppm	1577
nov-12	1,4	32	35,3	1	76 ppm	5058
d��c-12	1,6	28,9	36	0,11	130 ppm	3549
janv-13	0,65	37,4	34,5	2,44	128 ppm	4942
f��vr-13	1	32,1	24,8	3,57	62 ppm	4179
mars-13	0,7	26	31,4	3,25	121 ppm	5133
avr-13	0,9	37,9	24,4	3,48	116 ppm	2914
mai-13	1,3	26,7	36,8	1,34	91 ppm	3266
juin-13	1,7	30,6	26	1,7	78 ppm	5646
juil-13	2,5	28,7	33,6	3,81	45 ppm	4301
ao��t-13	3,6	60,5	30,3	5,35	77 ppm	5186
sept-13	1,7	49,6	32,2	3,09	137 ppm	9162
oct-13	1,8	47,4	28,8	3,92	162 ppm	5901
nov-13	1	45,1	31,3	2,44	75 ppm	5571
d��c-13	1,6	49,3	28,7	1,15	133 ppm	10027
janv-14	0,9	35,5	29,4	2,06	9,4 mg/Nm ³	10916
févr-14	2,8	29,1	35,1	1,51	1,20 mg/Nm ³	10863
mars-14	1,8	32,9	32,4	2,7	10,8 mg/Nm ³	9430
avr-14		31	32,6	2,6	9,3 mg/Nm ³	8090
mai-14	3,4	31,1	31,3	2,7	17,1 mg/Nm ³	6750
juin-14	5,59	31,8	30,5	3,1	7,6 mg/Nm ³	7250
juil-14	2,83	37,2	33,3	1,6	4,9 mg/Nm ³	6330

août-14	3,67	33,1	32,4	2,1	4,7 mg/Nm3	8920
sept-14	5,76	30,8	30,6	3,3	3,9 mg/Nm3	8150

Une analyse réglementaire annuelle est effectuée sur les gaz de combustion de la torchère.

Les tableaux suivant présentent les résultats de l'année 2013 et 2014 :

2013 (SGS) :

Paramètres	Unités	Valeurs mesurées : Mesur��es (et corrigées à 11% Où)	Valeurs Limites de rejets (�� 11% Où)
Humidité	%	6,36	/
Température des gaz *	��C	1010 �� 1020	/
Poussière	mg/Nm�� sec	11,4 (8,41)	/
Oxygène : Où	%	7,49 (11,0)	/
Dioxyde de carbone : CO��	%	14,2 (10,5)	/
Oxyde de carbone : CO	mg/Nm�� sec	42,6 (31,5)	150
Dioxyde d'azote : NO��	mg/Nm�� sec	10,4 (7,70)	/
Acide Chlorhydrique : HCl	mg/Nm�� sec	11,8 (8,71)	/
Dioxyde de soufre : SO��	mg/Nm�� sec	2296 (1699)	/
Hydrogène sulfuré : H��S	mg/Nm�� sec	< 0,19 (< 0,14)	/
Acide fluorhydrique : HF total	mg/Nm�� sec	0,03 à 0,12 (0,02 à 0,09)	/

Avril 2014 (CATTEC) :

Synthèse des résultats sur gaz sec à 101.3kPa, 273K et 11% d'oxygène

Composant	Unité	Résultat	Valeur limite d'émission	Conformité
CO�� (dioxyde de carbone)	%	12.012		
CO (monoxyde de carbone)	mg/Nm��	8.25	150	oui
NO�� (oxydes d'azote)	mgNO��/Nm��	21.616		
SO�� (dioxyde de soufre)	mg/Nm��	2827.45		
HCl (acide chlorhydrique)	mg/Nm��	3.75		
HF (acide fluorhydrique)	mg/Nm��	2.63		
Poussières	mg/Nm��	4.4	10	oui
H��S (Sulfure d'hydrogène)	mg/Nm��	< 0.8		

Conformité des émissions

Oui

* SD - seuil de détection

* ND - non déterminé. Calcul impossible du fait de l'absence de congénères détectés.

Novembre 2014 (CATTEC)

Synthèse des résultats sur gaz sec à 101.3kPa, 273K et 11% d'oxygène

Composant	Unité	Résultat	VLE	Conformité
CO ₂ (dioxyde de carbone)	%	11.461		
CO (monoxyde de carbone)	mg/Nm ³	1.36	150	oui
NO _x (oxydes d'azote)	mgNO ₂ /Nm ³	20.345		
SO ₂ (dioxyde de soufre)	mg/Nm ³	1290.15		
HCl (acide chlorhydrique)	mg/Nm ³	3.90		
HF (acide fluorhydrique)	mg/Nm ³	3.80		
Poussières	mg/Nm ³	1	10	oui
H ₂ S (Sulfure d'hydrogène)	mg/Nm ³	< 0.8		

Conformité des émissions	Oui
---------------------------------	------------

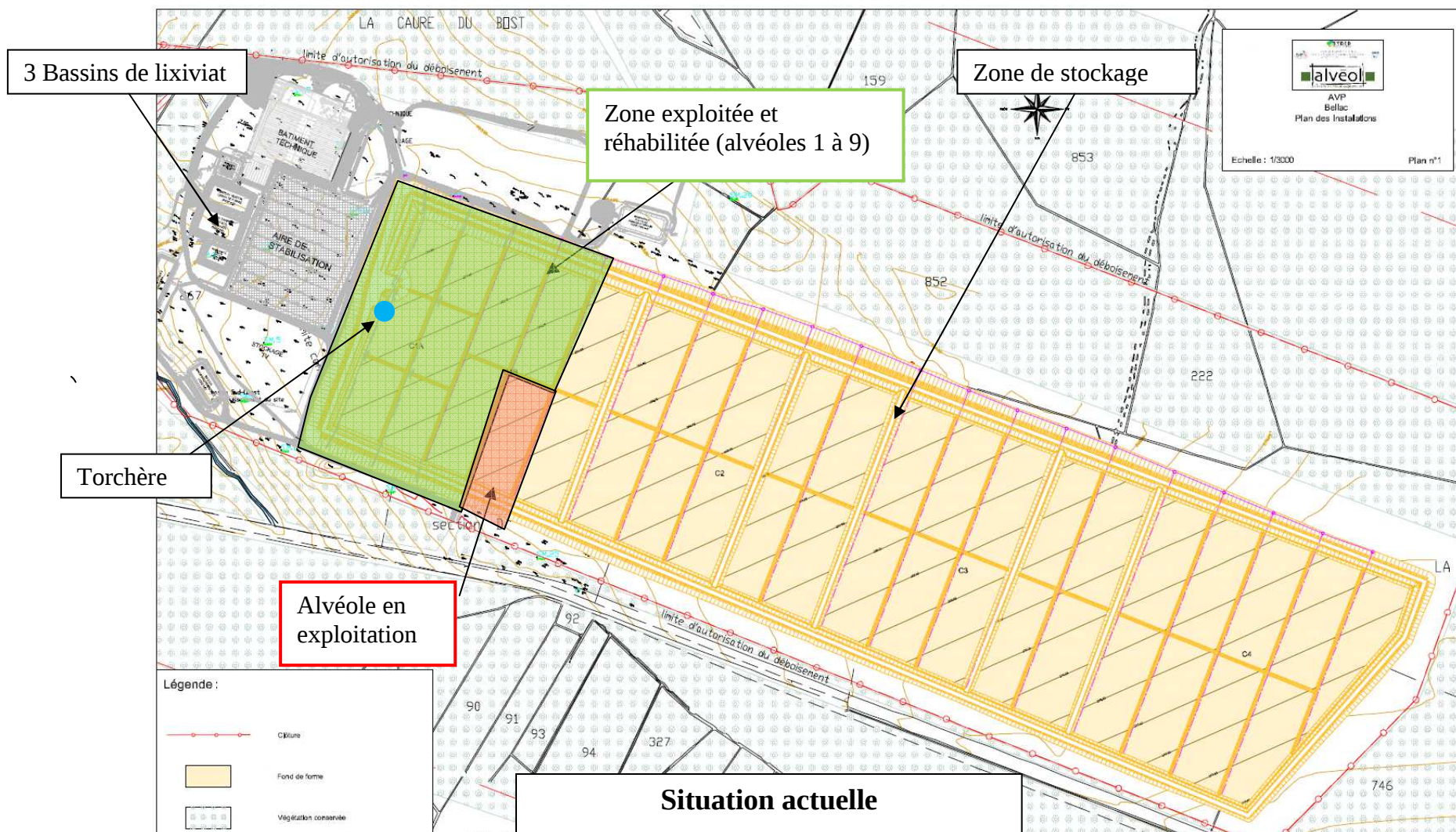
* VLE - Valeur limite d'émission

* SD - seuil de détection

* ND - non déterminé. Calcul impossible du fait de l'absence de congénères détectés.

Les résultats obtenus sont conformes à l'arrêté préfectoral.

Un plan des installations est présenté sur la figure ci-dessous.



1.4 Problèmes des odeurs et actions engagées

Un historique des constats d'odeurs et des actions engagées par le SYDED est présenté dans le tableau ci-dessous :

Année	Constat	Causes	Nombres de plaintes enregistrées	Actions SYDED
2010	Perception d'odeurs par les riverains immédiats du site ou les utilisateurs de la RD 675.	Deux origines possibles : -les bassins de stockage des lixiviats du fait de la fermentation des boues en fond de bassin -la zone de stockage des déchets	9 plaintes (courrier, appels téléphoniques)	Couverture flottante du bassin de lixiviats du TMB Traitement par aération à l'air ozoné pour le bassin de stockage des lixiviats provenant de l'ISD Réalisation d'un cahier des charges techniques pour les travaux concernant le captage du biogaz des alvéoles exploitées Réalisation d'une modélisation à l'échelle du site par l'association LIMAIR pour améliorer la compréhension des nuisances olfactives
2011	Perception des odeurs par les riverains immédiats du site, les utilisateurs de la RD 675 et probablement par des habitants de Bellac	Deux origines possibles : -les bassins de stockage des lixiviats du fait de la fermentation des boues en fond de bassin -la zone de stockage des déchets	13 plaintes écrites et 13 plaintes orales ainsi qu'une demande de suspension immédiate d'exploitation par la Mairie de Bellac	Opération de curage des boues réalisée en novembre 2011 → 78 tonnes extraites Mise en place d'aérateurs dans le bassin permettant de limiter le processus de fermentation des lixiviats Installation du système de captage du biogaz permettant de capter le biogaz issu des alvéoles recouvertes
2012	Perception des odeurs par les riverains immédiats du site, les utilisateurs de la RD 675 et probablement par des habitants de Bellac	Deux origines possibles : -les bassins de stockage des lixiviats du fait de la fermentation des boues en fond de bassin -la zone de stockage des déchets, les odeurs de biogaz constatées étaient dues à des arrêts techniques de l'installation de captage	4 plaintes écrites et 24 plaintes orales	Curage des boues du bassin en juin 2012 Mise en place en janvier 2012 d'une torchère de plus grande capacité

2013	Plainte ponctuelle durant l'année 2013	Arrêts techniques de l'installation de captage des travaux de réhabilitation sur la zone de stockage.	3 plaintes écrites et 20 plaintes orales	Un système de suivi à distance du fonctionnement de la torchère a été installé en octobre 2013. Il permet de remettre en route via une application sur un téléphone portable, l'unité de traitement du biogaz pour des défauts mineurs. En cas de panne plus sévère, une intervention de la société en charge de la maintenance de la torchère est effective sous 48 heures. L'ensemble des pièces détachées de la torchère est également présent sur le site afin de réduire les délais d'intervention. Depuis Novembre 2013, une astreinte technique est assurée en permanence (24 heures sur 24, toute l'année) par trois techniciens du SYDED.
2014	Plainte ponctuelle durant l'année 2014	Arrêts techniques de l'installation de captage	10 plaintes orales	Maintien du système de suivi à distance de la torchère

Synthèse des actions engagées sur l'ISDND depuis la fermeture du TMB :

Depuis la fermeture du TMB et afin de remédier au problème d'émanation de biogaz, le SYDED a entrepris les actions correctives suivantes :

- Mise en place des premiers puits de biogaz sur les zones réhabilitées.
- Mise en place d'une première torchère en décembre 2011 puis augmentation progressive de la capacité avec aujourd'hui une capacité de 600 Nm³/h.
- Mise en place d'un captage à l'avancement depuis 2012 (alvéoles 7, 9, 10) : au départ le captage était réalisé dans le sens de la longueur mais pour optimiser ce captage, il a été décidé de le réaliser dans le sens de la largeur (moins de perte en bout de ligne).
- Curage une fois par an des bassins de lixiviats (les boues décantées étant une source importante d'odeurs).
- Suivi en continu de l'H₂S depuis fin 2012/début 2013. Ce suivi se fait à l'aide de 12 capteurs situés dans l'enceinte du site à proximité de l'alvéole en exploitation et des bassins de lixiviats et d'une station météorologique. Ce suivi permet d'obtenir en instantané une carte de la dispersion de l'H₂S.
- Un suivi qui permet de mettre en relation les plaintes, les constats et l'exploitation du site.

1.5 Historique des études menées sur le site

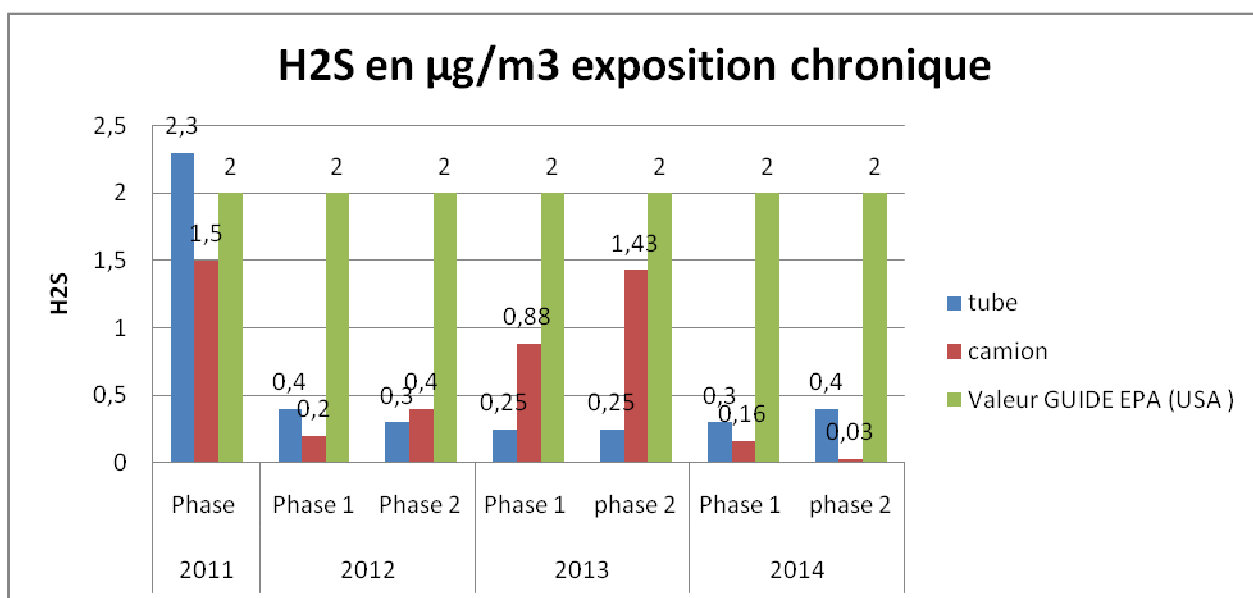
Une synthèse des études menées sur le site et utiles à la mise à jour de l'étude santé est présentée dans le tableau ci-dessous :

Date	Auteur	Désignation	Intérêt pour l'étude
Mai 2011	IRH	Caractérisation des émissions atmosphériques de l'installation de stockage alvéol à Bellac	Caractérisations des sources d'émissions atmosphériques
Juillet 2013	LIM'AIR	Mesures de la qualité de l'air sur le site et notamment des paramètres NH ₃ , H ₂ S, COV, amines, mercaptans, métaux lourds, particules PM10	Comparaison des mesures aux résultats de la modélisation
Mars 2014	LIM'AIR	Mesures de la qualité de l'air sur le site et notamment des paramètres NH ₃ , H ₂ S, COV, amines, mercaptans, métaux lourds, particules PM10	

Les études sont présentées en annexe 1, 2 et 3.

1.6 Synthèse et implication pour la mise à jour de l'étude santé

L'évolution des campagnes d'études de l'H₂S montre une nette diminution de la concentration en exposition chronique dans l'environnement immédiat du site.



Les actions engagées par le SYDED sont efficaces et le SYDED s'est engagé pour poursuivre cette démarche de suivi des plaintes et de mise en place d'actions correctives.



A noter...

Le présent rapport constitue donc une mise à jour de l'étude santé du site d'Alvéol dans sa configuration actuelle (uniquement activité ISDND). Cette mise à jour se base sur les données issues du site et donc représentatives de l'activité.

Elle comprend la réalisation d'une modélisation de la situation actuelle et future avec un volet temporaire permettant d'intégrer les phases de maintenance, de travaux et de dysfonctionnement en lien avec les émissions de biogaz, source d'émissions atmosphériques.

Cette modélisation permettra d'obtenir une cartographie du panache de concentration afin d'évaluer quelle population est exposée.

2

Préambule général

2.1 Méthodologie

La démarche suivie dans le cadre du présent dossier s'appuie sur la méthodologie de référence mentionnée dans la circulaire DGS n° 2001-185 du 11 avril 2001 relative à l'analyse des effets sur la santé dans les études d'impact. La méthode d'analyse retenue tient également compte des éléments mentionnés dans les guides édités par l'INERIS et par l'INVS.

Les éléments méthodologiques du guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés, publiée en février 2005 par l'ASTEE, ont été pris en compte pour mener l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) du site alvéol.

Ces documents constituent des référentiels structurés et reconnus pour établir le volet sanitaire d'une étude d'impact. Le schéma de principe de la méthode d'évaluation des risques sanitaires détaillée par l'INERIS est présenté sur la figure page suivante.

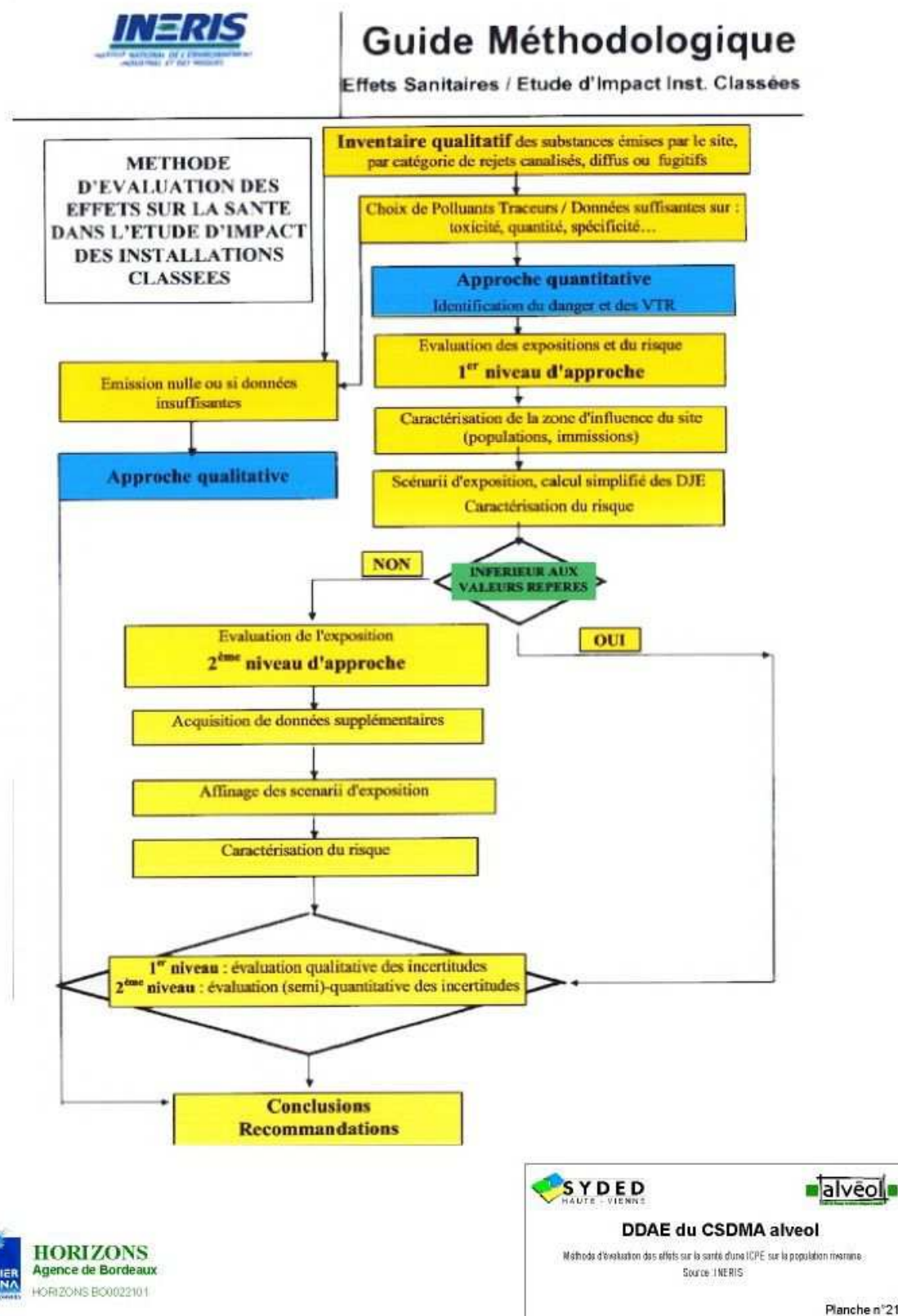


Figure 2 : Méthodologie d'évaluation des effets sur la santé (DDAE 2005, Saunier Techna)

Comme le rappelle l'INERIS, l'ERS doit respecter les principes inscrits ou inspirés par les textes contenus dans le Code de l'Environnement, à savoir :

- ✓ **le principe de prudence scientifique** : les développements de certains aspects de l'étude trouveront nécessairement leurs limites dans l'état actuel des connaissances scientifiques, techniques ou des avancées méthodologiques (degré d'incertitude).

Dans le cas présent, l'étude a mis en évidence les limites actuelles des connaissances scientifiques en matière d'évaluation des risques sanitaires liés à l'exploitation des centres de stockage de déchets ménagers.

- ✓ **le principe de proportionnalité** : il doit y avoir cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude et l'importance de la pollution et son incidence prévisible.

Dans le cas présent, une première approche du risque sanitaire a été menée en adoptant une approche raisonnablement majorante, en prenant des hypothèses qualitatives et quantitatives basées sur les données actuellement disponibles et exploitables.

- ✓ **le principe de spécificité** : l'évaluation du risque doit s'appuyer sur les données propres au site pour assurer la pertinence de l'étude par rapport à l'usage et aux caractéristiques du site et de son environnement.

Dans le cas présent, il a été pris en compte les caractéristiques propres au site de l'ISDND alv  ol puisque des campagnes de reconnaissances spécifiques ont été menées.

Classiquement, la méthode d'évaluation des risques comporte 4 étapes :

- ✓ l'identification des dangers ;
- ✓ la définition des relations dose-réponse ;
- ✓ l'évaluation de l'exposition des populations ;
- ✓ la caractérisation des risques sanitaires.

Dans le cas présent, la démarche d'analyse retenue a été construite autour de ces 4 étapes fondamentales, avec un sommaire d'étude structuré de la façon suivante :

- ✓ caractérisation du site étudié ;
- ✓ identification des substances émises ;
- ✓ choix des polluants traceurs de risque ;
- ✓ identification des dangers et relation dose-réponse ;
- ✓ évaluation du niveau d'exposition ;
- ✓ estimation des risques sanitaires.

2.2 Acronymes

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

ASTEE : Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement

ATSDR: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (USA)

CAREPS : Centre Rhône-Alpes d'Épidémiologie et de Prévention Sanitaire

CAS : le numéro CAS (Chemical Abstract Services) est unique pour chaque substance chimique ; il peut être utilisé pour la recherche de base de données toxicologiques

CI : Concentration Inhalée (en mg/m^3 ou en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer

CIRE : Cellule Inter Régionale d'Épidémiologie

COV : Composés Organiques Volatils

CSD : Centre de Stockage de Déchets

CSHPF : Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France

CSDND : Centre de Stockage des Déchets Non Dangereux

DGS : Direction Générale de la Santé

DJA/DJT : Dose Journalière Admissible, Acceptable ou Tolérable (en $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$)

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EDR : Étude Détaillée de Risque

EI : Étude d'Impact

ENSP : École Nationale de Santé Publique

EPA : Environmental Protection Agency (USA) - agence nationale de protection de l'environnement

ERC : Excès de Risque Collectif, appelé aussi "impact", il représente une estimation du nombre de cancers en excès, lié à l'exposition étudiée, qui devrait survenir au cours de la vie de ce groupe d'individus

ERI : Excès de Risque Individuel, correspondant à la probabilité d'occurrence que la cible a de développer l'effet associé à une substance cancérigène pendant sa vie du fait de l'exposition considérée

ERU : Excès de Risque Unitaire – exemple : $RU_{inh} = 6.10^{-6}$: ce chiffre signifie qu'une exposition d'un million de personnes pendant une vie entière (70 ans) 24 h sur 24 à la concentration de $1 \mu g/m^3$ de benzène est susceptible d'induire un excès de décès par leucémie de 6 cas

E(Q) RS : Évaluation (Quantitative) du Risque Sanitaire

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

INRS : Institut National de la Recherche et de la Sécurité

InVS : Institut de Veille Sanitaire

IPCS : International Programme on Chemical Safety

IR : Indice de Risque, utilisé pour caractériser le risque lié aux toxiques systémiques. Il correspond à la dose (ou concentration) journalière divisée par la dose (ou concentration) de référence

IRIS : Integrated Risk Information System, base de données toxicologiques de l'EPA (<http://www.epa.gov/ngispgm3/iris>)

ISDMA : Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (également CSDMA : Centre de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés)

ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux

ITER: International Toxicity Estimates for Risk (featuring EPA, Health Canada, ATSDR), base de données toxicologiques TERA (Toxicology Excellence for Risk Assessment: <http://www.tera.org/ITER>)

MATE : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

MEDD : Ministère de l'Écologie et du Développement Durable

MRL : Minimum Risk Level, exprimé en mg/kg/j (tel que défini par l'ATDSR – voir DJA ou DJT)

OMS : Organisation Mondiale de la Santé (en anglais: World Health Organization - WHO)

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

2.3 Caractérisation de l'environnement du site

Les caractéristiques de l'environnement proche du site étudié sont les suivantes :

- ✓ communes proches du site : Bellac, Peyrat de Bellac et Blond, pour une population communale totale de 7 245 personnes (INSEE, 2011). Le détail de la population par commune est présenté au § 6.2.2.
- ✓ zone rurale : importance d'une activité d'élevage de qualité : production de viande labellisée ;
- ✓ présence du massif boisé du Bois du Roi ;
- ✓ aucun site industriel proche (ancienne décharge et incinérateur au sud du site fermé) ;
- ✓ axes de circulation d'importance à proximité du site :
 - ◆ N147 Limoges-Bellac ;
 - ◆ N147 carrefour D951-Bellac ;
 - ◆ D675 Saint Junien – Bellac .

Il n'y a pas d'autres sources d'émissions répertoriées sur la zone d'étude.

La voie d'acheminement principale prévue pour le site, y compris pour les camions en provenance de Limoges, se fait par la D 675 Saint Junien-Mortemart.

Le trafic lié aux apports de déchets viendra légèrement accroître le nombre de véhicules utilisant les voies de circulation desservant le site:

- ✓ + 3% sur la RD 675 (+ 22% en trafic poids lourds) ;
- ✓ < 1 % sur la RN 147 (+ 4% en trafic poids lourds).

La localisation du site est reportée sur la figure ci-après :

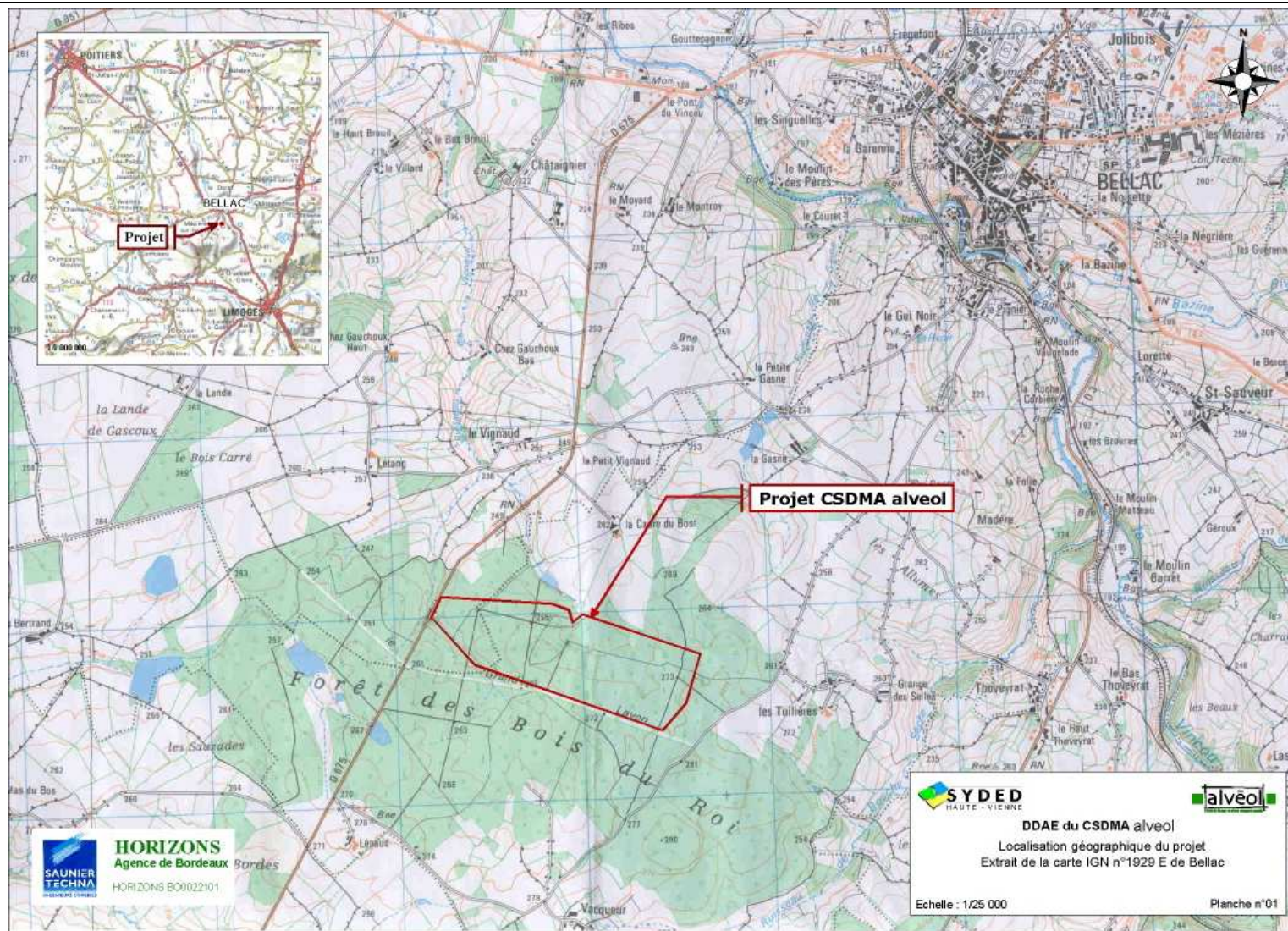


Figure 3 : Localisation du site (DDAE 2005, Saunier Techna)

3

Identification des substances émises

Les objectifs de ce chapitre sont :

- ✓ de lister les **sources de dangers potentiels** inhérentes à l'ISDND du site Alvêol et les polluants émis par chaque source ;
- ✓ de caractériser quantitativement, quand les données sont suffisantes, les **concentrations à la source** de chaque polluant.

Les sources de dangers potentiels peuvent être classées en quatre catégories :

- ✓ les déchets entrant sur le site ;
- ✓ les rejets atmosphériques ;
- ✓ les émissions vers les eaux de surface et les eaux souterraines ;
- ✓ les nuisances (bruit, odeurs, envols...).



A noter...

Conformément à la demande de la DREAL et de l'ARS, le volet santé concernera uniquement les émissions atmosphériques et le volet air.

Les autres sources dangers sont inchangées par rapport à la mise jour de 2012.

3.1 Les déchets entrant sur le site (issus du rapport 2012)

L'arrêté ministériel du 9 septembre 1997 modifié relatif aux installations de stockage de déchets indique les déchets autorisés à être stockés sur des sites identiques à celui d'alvêol ainsi que les conditions d'exploitation et de suivi réglementaire pour respecter l'environnement. La liste des déchets admissibles dans l'ISDND alvêol est fournie dans l'article 1.3 de l'arrêté préfectoral du 15 mars 2006.

On rappellera que **cette liste exclut entre autres** les déchets dangereux, les déchets industriels spéciaux, les déchets d'activités de soins et assimilés à risques infectieux, les déchets radioactifs, les déchets dangereux des ménages collectés séparément ou encore les déchets admissibles pulvérulents non préalablement conditionnés en vue de prévenir une dispersion lors du déchargement et de l'enfouissement.

D'autre part, les modalités de stockage imposées par la réglementation actuelle font de ce type d'installations des sites sécurisés et soumis à une surveillance permanente de la part des autorités.

En particulier, les mesures réglementaires de base suivies par le SYDED sur le site sont :

- ✓ le contrôle sur site des déchets entrant;
- ✓ le compactage des déchets admis et leur confinement dans des alvéoles de stockage étanches, isolées du milieu extérieur par des dispositifs de sécurité active et de sécurité passive.



Ce qu'il faut retenir...

Le déchet admis, en tant que tel, ne constitue pas une substance ou un agent en présence susceptible d'engendrer un impact sanitaire direct sur les populations riveraines de l'ISDND alvéol. Seuls seront retenus dans le reste de l'ERS les effets en relation avec les sous-produits constitués par les effluents émis par le fonctionnement des installations de stockage.

3.2 Les rejets atmosphériques

3.2.1 Définition des sources

Comme indiqué dans le chapitre présentation du site, seules les activités de stockage sont présentes aujourd'hui.

Les rejets atmosphériques liés à une ISDND sont principalement liés au biogaz produit par la fermentation des déchets. Une grande partie des biogaz produits est captée par un réseau de canalisations de captage traversant horizontalement et/ou verticalement le massif de déchets.

Dans le cas d'Alvéol, la quantité de biogaz formé dans le massif qui échappe au système de captage et qui constitue les émissions diffuses, a été estimée à 10 % de la production totale (cf 3.2.2.1.C).

On distingue donc deux catégories de sources d'émission pour l'ISDND d'Alvéol :

- ✓ les sources canalisées : la torchère (90 % de la production de biogaz);
- ✓ les sources diffuses : les alvéoles de stockage et les fuites de couverture (10 % de la production de biogaz), les camions et les engins de chantier, les bassins de lixiviats, la manutention des déchets.

3.2.1.1 Les sources canalisées : la torchère

Parmi la liste des paramètres à analyser / contrôler imposée par l'arrêté ministériel du 9 septembre 1997 modifié, 4 gaz présentent un intérêt du point de vue sanitaire : *CO*, *SO₂*, *HCl*, *HF*.

Selon les données de la littérature, il existe d'autres composés dans les émissions des torchères à biogaz, notamment des poussières, des métaux et divers composés organiques volatils non méthaniques. Les COVNM représenteraient environ 1 % du volume de biogaz.

L'arrêté ministériel du 9 septembre 1997 modifié fixe une température de combustion de 900°C pendant 0,3 seconde visant à limiter les émissions de composés indésirables (COV...).

Bien que les données ne soient pas nombreuses sur la question, les torchères ne semblent pas émettre des quantités significatives de dioxines et furannes (les concentrations dans les gaz en sortie de 3 torchères mesurées par l'INERIS sont inférieures à la valeur limite d'émission applicable aux incinérateurs d'ordures ménagères : 20 pg I-TEQ/Nm³ sec à 11 % d'O₂).

D'autres études, menées en France comme à l'étranger, montrent la présence, en sortie de torchère, de nombreux composés organiques et inorganiques initialement présents dans le biogaz.

Un conseil scientifique coordonné par l'InVS, a réalisé un travail de synthèse et de sélection des agents dangereux présents dans les rejets des installations de stockage de déchets en partant d'une revue de la littérature internationale.

Les substances potentiellement émises par les torchères, sélectionnées pour l'évaluation des risques sanitaires et reprises dans le guide ASTEE sont présentées page suivante.

Cette liste, établie par l'InVS, est fondée sur les résultats d'études ayant identifié les priorités sanitaires pour les rejets des installations de stockage de déchets en partant des substances prioritaires de l'ATDSR. Le tableau de la page suivante confronte la liste de l'InVS aux résultats d'études françaises et étrangères ayant dosé les substances dans les biogaz.

Tableau 2 : Substances connues dans les émissions de torchère

Tableau 2 : Concentrations dans le biogaz et en sortie de torchère

Composé	US-EPA [11]		France, RSD** [9]		INERIS 2002*** [10]		INERIS 1999**** [8]
	Biogaz (mg/m ³)	Sortie torchère* (mg/m ³)	Biogaz (mg/m ³)	Sortie torchère (mg/m ³)	Biogaz mesure site (mg/Nm ³)	Biogaz littérature (mg/Nm ³)	Sortie de torchère (mg/m ³ rapporté à 11% d'O ₂ sec)
1,2 dichloroéthane	1,69	0,034	0,05			8,19	
Acétone	16,93	0,051	13,57	0,267		27,00	
Acide chlorhydrique				0,470			5,7
Acide fluorhydrique				0,680			1,28
Arsenic			0,0085	0,008	0,0162	0,03235	
Benzène	6,20	0,019	1,08	0,009	3,5	31,08	
Benzo(a)pyrène					0,0000038		
Cadmium			0,0253	0,005	0,00003	0,0295	
Chlorure de vinyle	19,07	0,382	2,02			92,05	
Chrome total			0,00565	0,014	0,041	0,091	
Dioxyde de soufre				0,360			17
Ethylbenzène	20,35	0,061	4,76	0,003	5,7	147,80	
Manganèse			0,0011	0,810	0,0017		
Mercure	0,0024	0,000007	0,026	0,019	0,0016	0,028	
Monoxyde carbone			0,011	0,011			583,5
Naphtalène			0,12	0,002	0,0675	0,419	
Nickel			0,007	0,014	0,0029		
Oxydes d'azote				0,320			
Plomb			0,0095	0,029	0,0044	0,072	
Poussières				0,500			1,46
Sulfure d'hydrogène	50,31	0,151	99,97	0,0005		7,86	0,005
Tétrachloroéthylène	25,72	0,514	1,59	0,0006	20,8	61,86	
Toluène	150,55	0,452	25,89	0,018	12,3	239,83	
Trichloroéthylène	15,41	0,308	2,05	0,0007	15,3	45,58	
Zinc			0,9235	2,002			

* calculé à partir des concentrations du biogaz données par l'US-EPA et d'un taux d'abattement de 98 % pour les composées halogénés et de 99,7% pour les autres composés organiques.

** Moyennes des résultats sur les sites 1 et 2 de l'étude réalisée en 2000 par M. HOURS dans le cadre du réseau santé-déchets [9]. Les calculs effectués figurent en Annexe 1, tableaux 1 et 2. Concernant les éléments inorganiques, les rapports concentration en sortie de torchère / concentration dans le biogaz (assimilable à des taux d'abattement), varient de 0,21 (cadmium) à 74,27 (manganèse). Ils seraient compris entre 0,1 et 0,14 (mélange stoechiométrique air-biogaz 7 à 10) si l'air était pur. Les écarts observés sont dus aux fluctuations de mesure et au possible décalage temporel entre les deux mesures (biogaz / sortie torchère). La somme des COVNM du tableau, représente 27 à 35 % des COVNM totaux mesurés. Les COVNM totaux représenteraient de l'ordre de 1 % du biogaz. Les catégories de COVNM les plus abondantes dans le biogaz sont : hydrocarbures aliphatiques (≈ 30 %), aromatiques (≈ 30 % des COVNM), cétones (≈ 20 % des COVNM), hydrocarbures cycliques (≈ 12% des COVNM) et composés halogénés (≈ 3% des COVNM) ; en sortie de torchères elles sont : cétones (≈ 65 % des COV), hydrocarbures aliphatiques (≈ 14 % des COVNM), aromatiques (≈ 9 % des COVNM), alcools (≈ 2% des COVNM), aldéhydes (≈ 2% des COVNM), cycliques (≈ 1,6 % des COVNM) et composés halogénés (≈ 0,3 % des COVNM) [9].

*** Valeurs issues du rapport de l'INERIS de 2002 [10] ayant comparé des résultats de mesures sur site en France avec des données trouvées dans les publications internationales. Dans la colonne "littérature" figure la moyenne des valeurs numériques présentées dans le tableau du rapport de l'INERIS (entre trois et huit valeurs par moyenne selon les substances).

**** Ce rapport de l'INERIS de 1999 [8] présente des valeurs de concentration en sortie de torchère exprimées en mg/Nm³ humide, sec ou rapporté à 3 % ou 11 % d'O₂ sec. Les concentrations présentées sont des moyennes sur 3 sites en mg/m³ rapporté à 11% de O₂ sec. Les calculs effectués figurent en Annexe 1, tableau 3.

Origine des informations dans le cas d'une installation nouvelle.

ASTEE Guide pour l'ERS d'une ISDMA, février 2005

20/125

3.2.1.2 Les sources diffuses

Les sources diffuses répertoriées sont les suivantes :

- ✓ l'alvéole en exploitation et les fuites de couverture ;
- ✓ la manutention des déchets ;
- ✓ les gaz d'échappement des engins ;
- ✓ le traitement des lixiviats.

A- Alvéole en exploitation et fuites de couverture en biogaz

Les biogaz produits au sein des casiers de stockage peuvent se retrouver dans l'atmosphère à proximité directe du stockage au niveau de l'alvéole en exploitation et des fuites de couverture en biogaz.

Le taux de captage des gaz dépend de nombreux facteurs propres à chaque installation. Il est aussi variable dans le temps. La gestion des alvéoles en cours de remplissage, la pose et la protection des canalisations de captage, les conditions météorologiques, le fonctionnement des installations utilisant ou traitant les gaz captés, les performances d'étanchéité de la couverture des alvéoles, sont autant de facteurs ayant une influence déterminante sur le taux de captage du biogaz. Dans le cas d'Alvéol, le taux de fuite a été pris égal à 10 %.

Par souci de cohérence, les polluants retenus pour les émissions des sources diffuses atmosphériques sont identiques à ceux retenus pour les sources canalisées. Cette hypothèse correspond à la réalité de l'exposition des habitants alentours qui respirent l'air où se trouve mélangé l'ensemble des émissions atmosphériques du site quelles que soient leurs sources d'émission.

B- Manutention des déchets

Les opérations de déversement de déchets non dangereux génèrent notamment des émissions atmosphériques de poussières.

Lors d'une étude expérimentale¹, les auteurs ont montré que les opérations de déversement d'ordures ménagères « fraîches » produisent des émissions de poussières totales comprises entre 0,0006 % et 0,001 % du poids d'ordures déversées. Les facteurs déterminant ces variations sont l'emballage et le taux d'humidité.

¹ Breum N, Nielsen B, Nielsen E, Midtgaard U, OM. P Dustiness of compostable waste : a methodological approach to quantify the potentiel of waste generate airborne micro-organisms and endotoxin. Waste Managemènt Research; 1997;15 ; 169-187

Afin de se situer en situation défavorable, nous avons pris un facteur de 0,001 % pour l'ensemble des déchets, et la totalité des poussières sera assimilée à des PM10.

Les flux pris en compte sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Flux de poussières totales liés aux déversements des déchets

Activité	Sources diffuses	Tonnage maximum	Flux massique de poussières totales
ISDND	Alvéole en exploitation	80 000 t/an 307 t/j	3,86 kg/h

NB : afin de se placer en situation majorante, le temps de déversement a été pris légal à 8 h, temps de travail moyen dans une journée.

En revanche, il existe peu d'informations sur les phénomènes d'émission de COV à partir des opérations de déversement de déchets non dangereux. En ce qui concerne les micro-organismes et les champignons, le guide ASTEE de février 2005 pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux précise qu'en raison de l'état actuel des connaissances, l'évaluation des risques biologiques ne peut pas être traitée quantitativement dans une EQRS (recommandation obtenue par consensus d'experts).



A noter...

Seules les émissions de poussières totales liées à la manipulation et au déversement des déchets seront donc retenues dans le cadre de l'EQRS du site d'alvéol.

C- Gaz d'échappement produits lors des déplacements

Les véhicules et engins utilisés régulièrement sur le site appartiennent à deux catégories :

- ✓ les camions transportant les déchets après contrôle d'entrée jusque dans les alvéoles ;
- ✓ les engins de manutention et de terrassement, les engins de compactage des déchets sur le massif.

Les polluants présents dans les émissions atmosphériques des poids lourds ayant un intérêt du point de vue sanitaire sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Polluants présents dans les émissions atmosphériques des engins et effets sur la santé

Polluants présents	Critères de toxicité
Composés Organiques Volatils	irritants - neurotoxiques – cancérogénécité du benzène, du formaldéhyde
HAPs (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) : benzo(a)pyrène	traceurs des émissions diesel - cancérogénécité de certains HAPs
acides organiques et minéraux (HCl, HF)	irritants
H ₂ S	toxicité aigüe
CO	toxicité chronique respiratoire
NO ₂ , NO _x , SO _x	toxicité systémique
métaux gazeux et particulaires : As, Pb, Mn, Cd, Ni, Cr	toxicité systémique dont neurotoxicité - cancérogénécité du Cd, Cr, Ni

Nous ne possédons aucune donnée précise concernant les flux d'émissions des engins et les concentrations des polluants. L'étude du Réseau Santé Déchets précédemment citée (§ 2.2.2.2 Manutention des déchets) (6) nous renseigne sur les concentrations de certains COVs et HAP au niveau du poste de conducteur d'engins dans une alvéole en exploitation et dans l'ambiance générale d'un site. Les résultats de ces mesures sont présentés dans le tableau page suivante.

Tableau 5 : Valeurs minimales et maximales en polluants observées dans une alvéole en exploitation, dans l'ambiance générale du site et dans l'environnement proche du site

Polluants ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Alvéole en exploitation			Ambiance générale	Mesures environnement			Références	
	Conducteurs engins	Ambiance alvéole	20 m au dessus		Amont site	Aval (100 à 200 m)	Aval (500 à 1000m)	Valeur OMS ou CSHPF ¹	Référence urbaine (min-max)
Benzène	5-63	13-45	1.35	0.142-4	2.2-2.9	0.063-1.6	0.6-1.6	2 10^{-3}	5-5 10^{-3}
Ethanol	392-3007	479	1.08	0.03-0.22	0.03-0.37	0.03-0.89	0.15-9.13	-	-
Cétones lourdes	<0.5 10^{-3}	670	66.7	0.048-11.1	13.4	10.6	9.13	-	-
Formaldéhyde	7.02-16	1.37-13	-	1.69-7.64	1.22-8.93	3.14-15	7.74	0.1	1-20 10^{-3}
Benzo(a)pyrène	0.61-4.08	0.35-0.82	-	0.2-1.81	0.24-1.65	0.22-1.43	1.94	0.7	4.7
Manganèse particulaire	0.32	0.3-2.05	1.8	0.12-19	0.002-80	0.17-183	0.002-205	0.15	0.01-0.07

Comme dans le cas de la manutention des déchets, il nous est impossible de savoir précisément quelle est la part due aux rejets des engins dans ces résultats de mesure d'ambiance générale (sauf pour les émissions diesel caractéristiques).

Les **COV** sont mesurés à des niveaux faibles au niveau des alvéoles de travail, souvent inférieurs aux niveaux observés en atmosphère urbaine.

Les COV majoritaires sont représentés par les cétones, les aldéhydes et les alcools. Les deux premiers composés peuvent avoir une action essentiellement irritative, notamment respiratoire. Les niveaux observés sur les 2 sites expérimentaux restent toutefois très faibles au regard des niveaux représentant des risques toxicologiques pour l'homme.

Parmi ces composés, seul le formaldéhyde est classé comme cancérigène probable, mais les niveaux observés sont faibles, très inférieurs à ceux observés en atmosphère urbaine. Cette remarque est également vérifiée pour le benzène.

Les niveaux des **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)** particuliers, sur l'alvéole exploitée, sont nettement plus importants lors des journées de travail que la nuit, avec une répartition des divers HAP caractéristiques des émissions diesel. Ces émissions, liées au trafic des engins diesel sur la zone en exploitation, sont de l'ordre de celles qui sont observées en milieu urbain.

¹ OMS : Organisation Mondiale de la Santé, CSHPF : Conseil Supérieur de l'Hygiène Publique Français.

Le **manganèse** est le métal particulaire le plus représenté. Dans ce cadre, il semble plutôt constituer un élément traceur du traitement des déchets qu'un indicateur de pollution due aux engins. Dans les ambiances respirées par les travailleurs sur l'un des 2 sites, il a été observé à des niveaux supérieurs à ce qui est habituellement mesuré dans les atmosphères urbaines. Les niveaux observés ne présentent *a priori* pas de risque pour la santé (6).

D- Le traitement des lixiviats

La source d'émission essentielle est le bassin de stockage qui peut provoquer des émissions de gouttelettes de lixiviats contenant de l'ammoniac.

3.2.2 Caractéristiques des émissions

3.2.2.1 Caractéristiques quantitatives : estimation de la production de biogaz

L'étude théorique de gisement de biogaz est basée sur des simulations de la production dans le temps de biogaz natif issu de la fermentation des déchets, à l'aide du programme de calcul SimCET qui met en œuvre un modèle de dégradation de la matière organique. Cette étude théorique tient compte :

- ✓ des tonnages reçus pour le site actuel et de l'estimation des tonnages futurs ;
- ✓ de la distribution des différentes catégories de déchets et de leur composition ;
- ✓ des paramètres d'exploitation tels que l'étanchéité de la couverture, la qualité du captage... ;
- ✓ de la durée de vie prévisionnelle du site (zone actuelle et projet).

Le logiciel SimCET s'appuie sur le modèle mathématique du Swana (Solid Waste Association of North America) pris comme référence par l'EPA (Agence Américaine de Protection de l'Environnement).

La production de biogaz est décrite par une réaction d'ordre 1 par rapport à la concentration en matière organique et une fonction d'accélération.

Les résultats de ces simulations sont représentés sous forme de graphiques indiquant **le débit de biogaz à 50 % de méthane** dès l'ouverture du site et sur une période d'une trentaine d'années après la fin de l'exploitation.

Les paramètres pris en compte sont :

- ✓ la constante de dégradation ;
- ✓ la constante d'accélération (ou de production) ;
- ✓ le temps écoulé depuis l'enfouissement ;
- ✓ le temps de latence avant la production de méthane ;
- ✓ la production potentielle de méthane si la dégradation était complète.

Ces paramètres ont donné lieu à une détermination dans le cadre du programme de recherche. Pour renseigner le modèle, les déchets envisagés sont classés selon 7 grandes catégories :

- ✓ OM ;
- ✓ boues ;
- ✓ DAE (apports directs) ;
- ✓ DAE (apports via des transferts) ;
- ✓ encombrants / inertes ;
- ✓ refus de compostage ;
- ✓ déchets verts.

Selon les informations disponibles, ces catégories peuvent elles-mêmes être découpées en fractions qui sont les suivantes :

- ✓ fines ;
- ✓ fermentescibles ;
- ✓ bois ;
- ✓ papier-carton ;
- ✓ plastiques ;
- ✓ inertes ;
- ✓ textiles.

Il est alors possible d'utiliser des paramètres de calcul pour chaque fraction (constantes de dégradation, d'accélération...).

A- Limites du modèle

Le logiciel SimCET a été testé et validé sur des sites de stockage en exploitation dans le cadre du programme de recherche mis en œuvre par le groupe Suez Environnement. Ces tests ont été menés sur des sites pris en compte dans leur globalité ainsi que sur des casiers considérés indépendamment.

On constate que les écarts entre la production constatée et la production simulée ne dépassent pas 20 % pour la majorité des sites, ce qui est jugé satisfaisant compte tenu des multiples incertitudes sur la composition réelle des déchets enfouis, l'efficacité de la couverture et du réseau de captage.

Ces résultats confirment que les constantes cinétiques retenues pour les OM et les DAE sont pertinentes.

Signalons également que si le modèle prend en compte l'humidité de chaque catégorie de déchets, il ne prend pas en compte des phénomènes tels qu'une humidité trop importante, s'expliquant par exemple par des nappes perchées ou par un volume de lixiviats important au sein du massif de déchets.

De tels phénomènes peuvent être à l'origine d'une dérive par rapport à l'estimation théorique. De même, une dérive peut être observée en cas de taux d'humidité trop faible.

B- Hypothèses de calcul

a- Durée de vie

Nous avons considéré pour le modèle, un démarrage de l'activité en 2009 et une fin d'exploitation en 2026 (durée de vie de 20 ans à compter de la date de l'arrêté préfectoral de 2006).

b- Tonnages

Les tonnages reçus depuis l'ouverture du site (2009 - 2014) ont été pris en compte. Les données ont été fournies par le SYDED.

Pour l'extension, le tonnage annuel autorisé pris en compte est de 80 000 tonnes constitué à 100 % de DAE et d'encombrants de déchetteries.

C- Couvertures

Le logiciel SimCET calcule les débits de biogaz produit et capté.

Il est donc fait usage du taux de captage du biogaz, qui est basé sur les valeurs de l'ADEME, en relation avec le type de couverture, corrigé du retour d'expérience de SAFEGE.

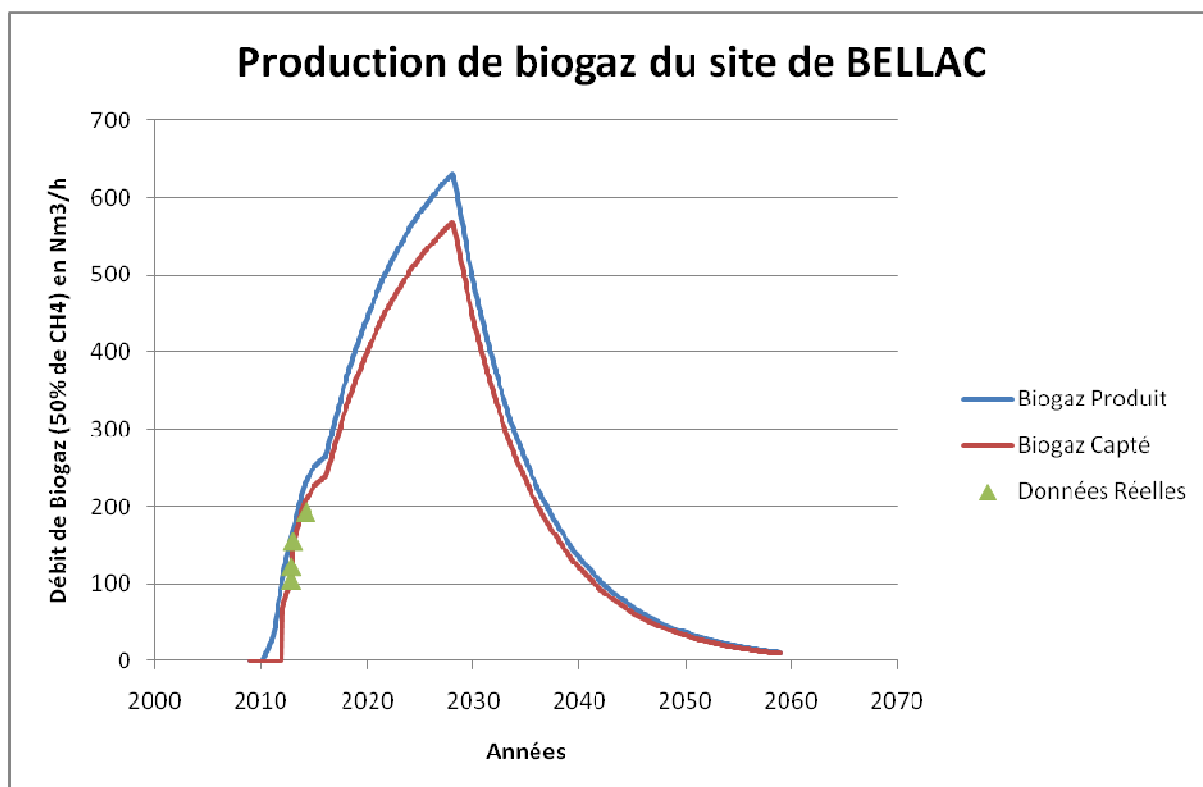
Tableau 6: Correspondance entre type de couverture et taux de captage (ADEME/SITA France)

TYPE DE ZONE CAPTEE	TAUX DE CAPTAGE
zone en exploitation reliée à une unité de combustion	35 %
zone en couverture semi-perméable (matériaux naturels de faible imperméabilité) reliée à une unité de combustion	65 %
zone en couverture imperméable (matériaux naturels d'épaisseur d'au moins 1 m et de faible perméabilité $< 10^{-9}$ m/s) reliée à une unité de combustion	85 %
zone avec une couverture comprenant une géomembrane reliée à une unité de combustion	90 %

En tenant compte des données ADEME, des caractéristiques du site actuel, les taux de captages retenus évoluent de 65 à 90 % pour toute la période d'exploitation de l'ISDND jusqu'à la fin de vie du site.

3.2.2.2 Résultats du calcul de production théorique

Les courbes montrent l'évolution théorique de la production de biogaz de l'ISDND d'Alvéol incluant la production de l'ISDND actuelle et jusqu'à la fin d'exploitation envisagée puis jusqu'à la fin prévisionnelle de la période de suivi post-exploitation. La production est estimée en Nm³/h de biogaz à 50 % de méthane.



La production captée au niveau de la torchère en mars 2014 est d'environ 320 Nm³/h à 30 % de méthane, soit 190 Nm³/h à 50 % de méthane. La modélisation réalisée montre que les paramètres pris en compte permettent d'obtenir un résultat proche de la production actuelle.

La poursuite de l'activité avec un tonnage de 80 000 t/an indique que **la production totale** va augmenter rapidement pour atteindre un maximum de **630 Nm³/h à 50 % de méthane** en fin d'exploitation (2026).

La production prévisionnelle récupérable est estimée à **570 Nm³/h de biogaz à 50 % de méthane pour un de taux de captage de 90 %**.

A la fermeture de l'ISDND d'Alvéol, la production chute progressivement.



Ce qu'il faut retenir...

Pour la suite de l'étude, nous retiendrons :

- ✓ pour la situation actuelle : une production récupérable de 190 Nm³/h à 50% de méthane pour mars 2014 ;
- ✓ pour la dernière année d'exploitation : une production récupérable de 570 Nm³/h à 50% de méthane.

3.2.2.3 Caractéristiques qualitatives : résultats des mesures sur site



A noter ...

Les polluants retenus ont été définis en accord avec la DREAL et l'ARS. Il s'agit :

- ✓ Hydrogène sulfuré
- ✓ Benzène
- ✓ 1,2 dichloroéthane
- ✓ Ammoniac
- ✓ poussières

C'est pourquoi dans cette partie nous nous intéressons uniquement à ces polluants.

A- Résultats de l'étude IRH

Au niveau de la zone de stockage

Des mesures sur une alvéole en exploitation (alvéole 4) et sur une alvéole fermée (alvéole 5) ont été réalisées sur le site d'alvéol par IRH Environnement (cf annexe 1). Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau 7 : Concentration en polluants au niveau d'une alvéole en exploitation (IRH Environnement, mars 2011)

Famille de composé	Composé mesuré	Concentration détectée
Unité		mg/m ³
Composés organiques volatils	Composés organiques volatils totaux	45,7
	méthane	39,1
Composés azotés	ammoniac	0,615
	amines aliphatiques 1	<0,001
	diéthylamine	0,002
	amines aliphatiques 2	<0,002
Composés soufrés	hydrogène sulfuré	<0,01
	methylmercaptan	<0,002
	autres mercaptans	<0,002
	sulfure de diméthyle	<0,001
	disulfure de diméthyle	0,009
Cétones	acétone	0,118
	butanone	<0,107
	Méthyliso butylcétone	<0,107
Acides	acide acétique et autres acides	<1,08
Aldéhydes	Acétaldéhyde	0,028
	Formaldéhyde	0,054
	Autres aldéhydes	<0,011

Composé mesuré suite à la spéciation des COV	Concentration détectée
Unité	mg/m ³
cyclohexane	<0,090
ethylbenzène	<0,061
heptane	<0,050
hexane	<0,047
limonene	0,72
methylcyclohexane	<0,054
naphta	0,099
perchloroéthylène	Non détecté
huile	5,60
pinène (alpha-)	0,122
pinène (bêta-)	<0,061
toluène	<0,061
triméthylbenzène (1,2,3-)	Non détecté
triméthylbenzène (1,3,5-)	Non détecté
triméthylbenzène (1,2,4-)	Non détecté
xylènes	0,620

Tableau 8 : Concentration en polluants au niveau d'une alvéole fermée (IRH Environnement, mars 2011)

Famille de composé	Composé mesuré	Concentration détectée	Composé mesuré suite à la spéciation des COV	Concentration détectée
Unité	m ²	mg/m ³	Unité	mg/m ³
Composés organiques volatils	Composés organiques volatils totaux	24,6	cyclohexane	<0,096
	méthane	18	ethylbenzène	Non détecté
Composés azotés	ammoniac	0,232	heptane	Non détecté
	amines aliphatiques 1	<0,001	hexane	Non détecté
	diéthylamine	0,003	limonene	0,134
	amines aliphatiques 2	<0,003	methylcyclohexane	Non détecté
Composés soufrés	hydrogène sulfuré	0,05	naphta	<0,069
	methylmercaptan	0,17	perchloroéthylène	Non détecté
	autres mercaptans	<0,002	huile	<0,050
	sulfure de diméthyle	<0,001	pinène (alpha-)	<0,065
	disulfure de diméthyle	<0,001	pinène (bêta-)	Non détecté
Cétones	acétone	<0,132	toluène	<0,065
	butanone	<0,132	triméthylbenzène (1,2,3-)	Non détecté
	Méthyliso butylcétone	<0,132	triméthylbenzène (1,3,5-)	Non détecté
Acides	acide acétique et autres acides	<1,22	triméthylbenzène (1,2,4-)	Non détecté
			xylènes	0,130

Globalement, les concentrations en polluants mesurées dans les sources diffuses de biogaz sont inférieures aux concentrations observées dans la bibliographie.

On constate également que les concentrations au niveau de l'alvéole en exploitation sont supérieures ou égales aux concentrations observées au niveau d'une alvéole fermée, pouvant s'expliquer par la présence de la couverture jouant un rôle épurateur sur certains composés.

Au niveau des bassins de lixiviats :

Des mesures en polluants, et notamment en NH₄, ont également été réalisées au droit des bassins de lixiviats du site alvéol. Les concentrations en NH₄ observées à proximité des bassins sont supérieures aux concentrations observées au droit de l'alvéole en exploitation ou encore au droit de l'alvéole fermée. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 9 : Concentration en polluant au niveau des bassins de lixiviats (IRH Environnement, mars 2011)

Famille de composé	Composé mesuré	Concentration détectée
	Unité	mg/m ³
Composés organiques volatils	Composés organiques volatils totaux	3,6
	méthane	2,6
Composés azotés	ammoniac	4,47
	amines aliphatiques 1	<0,001
	diéthylamine	0,003
	amines aliphatiques 2	<0,003
Composés soufrés	hydrogène sulfuré	52,9
	methylmercaptan	0,003
	autres mercaptans	<0,002
	sulfure de diméthyle	<0,001
	disulfure de diméthyle	0,136
Cétones	acétone	<0,124
	butanone	<0,124
	Méthyliso butylcétone	<0,124
Acides	acide acétique et autres acides	<1,24
Aldéhydes	Acétaldéhyde	<0,012
	Formaldéhyde	<0,012
	Autres aldéhydes	<0,012

Composé mesuré suite à la spéciation des COV	Concentration détectée
Unité	mg/m ³
cyclohexane	Non détecté
ethylbenzène	<0,060
heptane	<0,050
hexane	Non détecté
limonene	2,09
methylcyclohexane	<0,053
naphta	0,360
perchloroéthylène	Non détecté
huile	0,88
pinène (alpha-)	0,078
pinène (bêta-)	<0,060
toluène	<0,060
triméthylbenzène (1,2,3-)	Non détecté
triméthylbenzène (1,3,5-)	Non détecté
triméthylbenzène (1,2,4-)	Non détecté
xylènes	Non détecté

La concentration en ammoniac observée au niveau des bassins sera utilisée dans la suite de l'étude.

B- Résultats du suivi du biogaz et des rejets en sortie de torchère

Des analyses mensuelles de biogaz sont réalisées (par SGS et Catec). Les paramètres recherchés et les résultats pour l'année 2014 sont présentés au § 1.3.5. Nous nous intéresserons ici au paramètre H₂S. Les concentrations varient énormément, la valeur moyenne observée depuis 2011 est de 5 900 mg/m³. Cette valeur sera retenue dans la suite de l'étude.

En plus des analyses des paramètres réglementaires dans le biogaz, une analyse plus complète a été réalisée par Catec en mars 2014 et nous renseigne sur les concentrations en benzène et 1,2 dichloroéthane. Les concentrations sont respectivement de 3,5 mg/m³ et 0,9 mg/m³.

De même en sortie de torchère, plusieurs analyses (mars 2012, mars et novembre 2013, avril 2014) indiquent des concentrations en H₂S en sortie de torchère inférieures à 0,2 mg/m³.



Ce qu'il faut retenir...

Les valeurs prises en compte pour la suite de l'étude sont donc les suivantes :

- ✓ Concentrations dans le biogaz :
 - o Hydrogène sulfuré : 5 900 mg/m³
 - o Benzène : 3,5 mg/m³
 - o 1,2 dichloroéthane : 0,9 mg/m³
- ✓ Concentrations en sortie de torchère :
 - o Hydrogène sulfuré : 0,24 mg/m³
- ✓ Concentrations en ammoniac au droit du bassin : 4,47 mg/m³

Ces valeurs, caractéristiques du fonctionnement de l'ISDND seront utilisées dans la suite de l'étude pour la détermination des flux d'émissions des sources canalisées et diffuses de biogaz.

3.2.3 Synthèse des sources prises en compte pour le volet air

Tableau 10 : Sources prises en compte pour l'activité ISDND

Activités	Sources	Type	Caractéristiques	Polluants
ISDND	Torchère	Source canalisée	90 % de la production de biogaz	Benzène 1,2 dichloroéthane Hydrogène sulfuré
	Alvéole en exploitation / fuite de couverture	Source diffuse	10 % de la production totale de biogaz	Benzène 1,2 dichloroéthane Hydrogène sulfuré
	Bassins de lixiviats	Source diffuse	4 m ³ /h/m ²	Ammoniac

S'ajoutent à ces sources, les émissions de poussières liées au déversement des déchets sur l'alvéole en exploitation de l'ISDND.

3.3 Les odeurs (issu du rapport 2012)

Les odeurs émises par les installations de traitement de déchets sont une préoccupation majeure pour les riverains et figurent parmi les gênes notoires relevées par les habitants. Le déversement des déchets, les alvéoles en exploitation, les bassins de collecte des lixiviats et le biogaz non capté sont autant de sources potentielles de nuisances olfactives sur le site et à son voisinage.

Les nuisances olfactives ont une importance considérable dans la perception des risques sanitaires liés à la situation de se "sentir exposé", avec comme possibles répercussions des troubles identiques à ceux observés chez des personnes en situation de stress, à savoir des troubles psychiques (dépression, agressivité..) et somatiques (nausées, gorge sèche, immunodépression..).

*La maîtrise des émanations gazeuses du site **alvéol** (composés volatils, fermentation de matières organiques) est donc très importante. Le recouvrement régulier et fréquent des déchets, le déversement et le compostage des fermentescibles sous bâtiment avec traitement de l'air viciée, la combustion du biogaz produit et la filtration des gaz de fermentation dans des biofiltres font partie des mesures qui sont mises en œuvre.*

L'évaluation des risques sanitaires ne permet pas encore de quantifier objectivement les troubles de nature psychique. La gêne, l'agressivité, la dépression sont des symptômes à causes multiples dans lesquels rentrent pour une part variable des facteurs individuels. Leur importance est tellement fluctuante que la recherche d'un « seuil » d'effet « universel » semble aujourd'hui illusoire.

On tentera tout de même à notre niveau de savoir si des effets toxiques subtils peuvent être provoqués par les odeurs détectées aux alentours de l'ISDND alvéol. Autrement dit, lorsqu'on détecte une mauvaise odeur, est-ce que les substances qui la composent voire même, celles qui l'accompagnent, peuvent être à l'origine d'effets toxiques chez l'homme ?

Concernant les substances inodores, il n'est pas possible de répondre à cette question. Pour les autres substances, une comparaison entre les " seuils de détection olfactive " et les valeurs toxicologiques de références¹ (VTR) peut apporter des éléments de réponse.

Le premier représente une concentration atmosphérique à partir de laquelle la substance est détectée par l'épithélium olfactif humain. La seconde représente la concentration atmosphérique à partir de laquelle un effet toxique est susceptible de survenir.

De plus, les VTR sont normalement établies pour l'effet le plus sensible, c'est-à-dire parmi tous les effets toxiques d'une substance chimique, celui qui intervient avec la plus petite dose d'exposition. Cette comparaison donne lieu à trois situations possibles :

- 1. Le seuil de détection olfactive est inférieur à la VTR*
- 2. Le seuil de détection olfactive est égal à la VTR*
- 3. Le seuil de détection olfactive est supérieur à la VTR*

La situation 3 est la plus redoutée puisque les effets toxiques peuvent survenir avant que la présence de la substance ne soit détectée. Les deux autres situations sont moins gênantes puisque théoriquement la présence de la substance est détectée avant qu'elle ne puisse avoir des effets toxiques.

Toutefois, l'intensité olfactive n'est pas une fonction linéaire de la concentration atmosphérique du produit mais évolue selon une fonction logarithmique (16). En d'autres termes, pour doubler l'intensité de l'odeur il faut multiplier par dix la concentration atmosphérique. La prudence est d'autant plus justifiée que de nombreux facteurs peuvent modifier la perception olfactive, notamment :

- ✓ l'état de vigilance (la somnolence peut multiplier par 100 le seuil de perception olfactive) ;*
- ✓ l'accoutumance élève considérablement le seuil de détection, les effets de masque (une odeur peut en cacher une autre) ;*
- ✓ la température atmosphérique ;*
- ✓ les altérations dues à des pathologies.*

¹ VTR : appellation générique regroupant tous les types d'indices toxicologiques établissant une relation quantitative entre une dose d'agent dangereux et un effet (toxique à seuil de dose) ou entre une dose unitaire et une probabilité d'effet (toxique sans seuil de dose) (cf. §3.4.5.1).

Ainsi les seuils de détection olfactifs sont très variables d'un individu à l'autre ; il serait donc imprudent d'écarter tout risque sanitaire en l'absence d'odeur.

Le tableau ci-dessous présente la comparaison entre le seuil de détection olfactif et la VTR pour les substances d'intérêt sanitaire émanant de l'ISDND alv  ol ayant à la fois un seuil de détection olfactif et une VTR connus.

Tableau 11 : Comparaison des seuils olfactifs et des VTR pour les substances retenues pour l'évaluation des risques sanitaires¹

Composé	Seuil olfactif* $\mu\text{g}/\text{m}^3$	VTR non cancérigène* $\mu\text{g}/\text{m}^3$	VTR K ($\text{ERI} = 10^{-6}$)* $\mu\text{g}/\text{m}^3$	VTR / Seuil olfactif minimal
Acétone	940 - 1 614 000	30900	-	32,9
Ammoniac	340 - 50 000	100	-	0,3
Benzène	2500 - 140 000	-	0,45	$1,8 \cdot 10^{-4}$
Sulfure d'hydrogène	0,66 - 250	1	-	1,5
T��trachlor��thyl��ne	42600 - 187 000	250	0,17	$0,006 / 4 \cdot 10^{-6}$
Toluène	80 - 160 000	400	-	5
Trichloréthylène	42 - 550 000	540	2,32	13 / 0,05

* Ces valeurs sont celles retenues par le conseil scientifique coordonné par l'InVS
Nc = non classé

L'ammoniac, le benzène le trichloréthylène, le tétrachloroéthylène se trouvent dans la situation 3, c'est à dire que les effets toxiques peuvent survenir avant que la présence de la substance ne soit détectée. La présence de ces substances n'est pas détectée avant que le danger ne puisse survenir.

En théorie, l'odeur des autres substances (acétone, sulfure d'hydrogène et toluène), est per   ue avant que les effets néfastes n'apparaissent.



Ce qu'il faut retenir...

Les odeurs per   ues aujourd'hui sur le site sont liées essentiellement à l'H₂S présent dans le biogaz. La prise en compte de l'H₂S dans les polluants traceurs de risque permettra de caractériser indirectement les effets liés aux odeurs.

¹ Seules les substances ayant un seuil de perception olfactif parmi les substances d'intérêt sanitaire du CSDMA alv  ol sont présentées dans ce tableau.

3.4 Les envois de déchets (issu du rapport 2012)

Selon l'article 32 de l'arrêté du 9 septembre 1997 relatif aux installations de stockage de déchets ménagers et assimilés dans sa rédaction résultant de l'Arrêté du 31 décembre 2001, le mode de stockage doit permettre de limiter les envois de déchets et d'éviter leur dispersion sur les voies publiques et les zones environnantes.

Toutefois, les envois de déchets légers, peuvent survenir sous l'action du vent lors du débâchage des camions, lors du déversement dans l'alvéole en exploitation et au niveau de la surface d'exploitation du casier du fait de l'absence intermittente de couverture pendant la période d'exploitation.

Comme les odeurs, l'envol de déchets à l'origine d'un environnement désagréable, influence la perception des risques sanitaires liés à la situation de se "sentir exposé" et peut avoir un impact sur l'état psychologique des personnes (agressivité, stress). En outre, il peut être à l'origine de contacts entre un individu et des polluants contenus dans le déchet envolé (microorganismes, COV...). Ce cas s'applique en particulier aux enfants qui peuvent absorber des polluants par voie orale par l'intermédiaire des contacts main – bouche après avoir touché le déchet envolé.

Le déchet envolé peut également attirer les insectes et autres animaux indésirables sur la voie publique ou aux abords des habitations. Aucun envol de déchets en provenance du site n'a été observé sur les parcelles environnant l'installation classée. Par ailleurs les seuls déchets putrescibles apportés étant des Ordures Ménagères, ces apports s'effectuent par bennes ou caissons fermés sans envol possible. Des envois d'éléments légers mais non fermentescibles (plastique, papiers) peuvent survenir sur la RD 675 en provenance des camions sortant du site après déchargement.



Ce qu'il faut retenir...

Le risque sanitaire lié à l'envol des déchets de l'ISDND alvêol est difficile à quantifier. Cependant, vu l'éloignement du site par rapport aux premières habitations, la présence du massif boisé « protecteur » et les moyens que le SYDED met en œuvre pour éviter au maximum la dispersion des déchets autour du site, le risque sanitaire est considéré comme minimal donc négligeable

3.5 Les micro-organismes (issu du rapport 2012)

Bien que limités par l'interdiction de stocker sur les ISDND des déchets d'activité de soins et assimilés à risque infectieux conformément à l'annexe II de l'arrêté du 9 septembre 1997, les microorganismes sont présents dans les ordures ménagères, dans les biogaz (surtout des bactéries), au-dessus des alvéoles en cours d'exploitation (champignons, bactéries) et dans les lixiviats (bactéries) (6). Seuls les virus ne sont généralement pas retrouvés dans les prélèvements atmosphériques autour des opérations de manutention d'ordures ménagères (14).

S'il est connu que les bactéries et les champignons agissent sur la santé humaine par des mécanismes infectieux, allergiques, inflammatoires ou irritatifs, en revanche, les Valeurs Toxicologiques de Référence pour les classes de microorganismes facilement analysables (gram -, gram +, champignons totaux...) sont éparées et quasi-inexistantes. En outre, la complexité et l'absence de normalisation des analyses de microorganismes individualisés, le manque de connaissances sur la modélisation de la dispersion des microorganismes, leurs capacités de survie en fonction des conditions météorologiques, l'absence de relation dose-réponse pour l'inhalation et les effets non infectieux rendent très difficile l'évaluation quantitative des risques liés aux microorganismes.



Ce qu'il faut retenir...

En l'état actuel des connaissances, l'évaluation des risques biologiques ne sera pas traitée quantitativement dans l'évaluation des risques sanitaires de l'ISDND alvéol.

3.6 Les insectes et les animaux (issu du rapport 2012)

Des déchets envolés ou déposés sans protection contiennent une partie organique pouvant servir de nourriture à des animaux et peuvent ainsi être à l'origine de la présence de rongeurs, d'insectes et d'oiseaux aux alentours de décharges.

Les animaux peuvent être vecteurs d'agents pathogènes à l'origine de maladies humaines. Par ailleurs, ce sont des nuisances psychologiques puisqu'ils sont à l'origine de bruits (corbeaux...) et sont considérés comme répugnants (rongeurs, mouches...).

L'impact de l'ISDND alvéol sur la prolifération des animaux est difficilement quantifiable, toutefois, le SYDED prend des dispositions de façon à éviter la prolifération de la faune dite opportuniste, conformément à l'article 33 de l'arrêté du 9 septembre 1997.

La fraction organique des ordures ménagères étant compostée avant son stockage en ISDND, aucune présence d'oiseaux ou rongeurs n'a été constatée sur cette zone. Toutefois la prolifération de mouches est importante dans le bâtiment de l'unité de stabilisation sur plusieurs cycles en cours d'année.



Ce qu'il faut retenir...

Ainsi, le risque sanitaire dû à la prolifération d'une faune opportuniste peut être considéré comme négligeable dans le cas de l'ISDND alvéol.

4

Choix des polluants traceurs de risque



A noter...

Les polluants retenus ont été définis en accord avec la DREAL et l'ARS.

4.1 Définition et démarche suivie dans le cadre de l'EQR

Les polluants d'intérêt sanitaire ont été choisis parmi les 29 substances sélectionnées par le Conseil Scientifique de l'InVS pour constituer la liste des substances à considérer prioritairement sur les centres de stockage.

Ces 29 substances avaient été sélectionnées par l'InVS en considérant d'une part leur fréquence d'apparition et leur caractère prioritaire dans les travaux internationaux sur les centres de stockage (connaissance de facteurs d'émission) et d'autre part leur toxicité (existence de VTR).

Tableau 12 : Substances connues sur les ISDND retenues par l'InVS

Substances organiques	Métaux	Autres
1,1 dichloroéthane	Mercure	Ammoniac
1,2 dichloroéthane	Nickel	Sulfure d'hydrogène
phénol	Manganèse	Méthylmercaptop
benzène	Zinc	Ethylmercaptop
toluène	Plomb	PM10
1,1 dichloroéthylène	Arsenic	DDT
bromodichlorométhane	Cadmium	Dieldrin
trichloroéthylène	Chrome	
benzo(a)pyrène		
tétrachloroéthylène		
chlorure de vinyle		
2,3,7,8 TCDD		
PCB (aroclor 1260,1254)		

4.2 Application au site étudié

A partir de la liste établie par l'InVS, après analyse au cas par cas, certaines substances ont été retenues comme prioritaires. Nous les avons sélectionnées selon les principes énumérés ci-après, pour chaque substance :

- ✓ quantification possible de la substance dans le milieu concerné ;
- ✓ niveaux de concentration *a priori* non négligeables dans les milieux de rejet de l'ISDND ;
- ✓ substance associée à un risque chronique et disposant d'une VTR.

D'une manière générale :

- ✓ respect des principes de proportionnalité et de spécificité ;
- ✓ couverture de l'ensemble du risque, cancérigène et non cancérigène, pour un compartiment donné par l'ensemble des substances retenues.

Les polluants retenus comme traceurs de risque pour le compartiment « air » sont au nombre de 5 :

Substance	Famille
Benzène	COV
Sulfure d'Hydrogène	Produits soufrés réduits
1,2 dichloroéthane	COV
Ammoniac	Autres
PM10	Autres

La sélection des polluants traceurs de risque est cohérente avec les travaux et recommandation du groupe d'experts de l'ASTEE ayant participé à l'élaboration du guide référentiel.

Le benzène : il s'agit d'un composé à la fois cancérigène et non cancérigène. De plus, la métrologie concernant ce composé est maîtrisée. Enfin, ces composés sont caractéristiques de l'activité de stockage et constituent de bon représentant de la famille des BTEX.

L'hydrogène sulfuré : ce polluant non cancérigène est retenu comme polluant traceur de risque du fait de sa recommandation par l'InVS et du fait de sa spécificité par rapport au site d'Alvéol.

Le 1,2 dichloroéthane : de même que le benzène, ce composé a été retenu car il s'agit d'un composé à la fois cancérigène et non cancérigène ; l'organe cible concerné par ce composé en impact non cancérigène est différent de celui du benzène (cible hépatique). C'est un représentant de la famille des COV.

L'ammoniac : ce polluant à effet irritant peut être spécifiquement présent dans les ambiances proches des bassins de stockage de lixiviats.

Les PM10 : ils sont présents dans l'ambiance des ISDND de façon diffuse au niveau de l'alvéole en exploitation. Les quantités mesurées peuvent être relativement importantes et du fait de sa recommandation par l'InVS, ce polluant a été retenu.

5

Identification des dangers et des relations dose-réponse

5.1 Généralités sur la toxicité des substances

La Valeur Toxicologique de Référence (VTR) est une appellation générique regroupant tous les types d'indices toxicologiques établissant une relation quantitative entre une dose d'agent dangereux et un effet (toxique à seuil de dose) ou entre une dose unitaire et une probabilité d'effet (toxique sans seuil de dose).

Les VTR sont, en principe, établies à partir d'une analyse critique et systématique de l'ensemble des connaissances disponibles aux plans toxicologiques (études *in vitro* et *in vivo*), épidémiologiques et cliniques. Elles sont dérivées et actualisées par des instances internationales (OMS, CIRC par exemple) ou des structures nationales (US-EPA et US-ATSDR aux États-Unis, RIVM aux Pays-Bas, Health Canada, CSHPF en France, etc.) qui intègrent les avis d'experts issus de nombreuses disciplines scientifiques. Ces instances sont donc unanimement reconnues par la communauté scientifique (15).

Les méthodes utilisées pour dériver une VTR peuvent varier d'une instance à l'autre. Ainsi, pour une même substance, une même voie et durée d'exposition, plusieurs VTR peuvent exister.

Selon les mécanismes toxiques mis en jeu, deux grands types d'effets sanitaires sont classiquement distingués :

- ✓ les effets survenant à partir d'un seuil de dose (principalement les effets non cancérigènes) ;
- ✓ les effets survenant sans seuil de dose (principalement les effets cancérigènes).

Une même substance peut produire ces deux types d'effets. En fonction du type d'effet décrit, on distingue ainsi classiquement les VTR des toxiques non cancérigènes et les VTR des toxiques cancérigènes (15).

5.1.1 VTR des toxiques cancérogènes

Le pouvoir cancérogène des substances chimiques est fondé sur le niveau de preuve de leur effet cancérogène chez l'homme et/ou chez l'animal. Chaque instance précédemment citée a mis en place sa propre classification des agents cancérogènes.

Les effets cancérogènes peuvent apparaître quelque soit la dose non nulle reçue par l'organisme (absence de seuil). Plus la dose de toxique reçue est élevée plus la probabilité (risque) de survenue d'apparition du cancer (danger) augmente, mais la gravité de l'effet ne change pas.

Les VTR des toxiques cancérogènes représentent la probabilité de survenue d'un effet cancérogène pour une exposition vie entière à une unité de dose donnée. Elles sont le plus souvent exprimées sous forme d'**Excès de Risque Unitaire (ERU)**. Les ERU par voie respiratoire sont exprimés en inverse de dose et de concentration ($(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$) et les ERU par voie orale sont exprimés en inverse de dose ingérée ($(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$).

5.1.2 VTR des toxiques non cancérogènes

Les effets toxiques non cancérogènes peuvent apparaître après une exposition aiguë ou chronique. Une dose minimale de toxique (ou seuil) dans l'organisme est nécessaire pour provoquer l'apparition d'un effet. La gravité des effets dépend de la dose reçue. En dessous d'un certain seuil de dose l'effet considéré ne peut donc pas se produire. Les toxiques à seuil d'effet sont pour l'essentiel des agents non cancérogènes.

Pour ces toxiques, la VTR représente la quantité maximale théorique pouvant être administrée à un sujet, issu d'un groupe sensible ou non, sans provoquer d'effet nuisible à sa santé. Pour une exposition par voie respiratoire, les VTR recensées sont généralement exprimées en mg/m^3 ou $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air et les VTR pour une exposition par voie orale sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ ou $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$.

5.2 Méthode de choix des VTR

La circulaire DGS/SD. 7B n°2006-234 du 30 mai 2006¹ du Ministère de la Santé indique une méthodologie de sélection des VTR (lorsque plusieurs références existent) basée sur un classement de la pertinence des bases de données disponibles.

¹ Circulaire DGS/SD. 7B n°2006-234 du 30 mai 2006 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact

Elle indique notamment les hiérarchisations suivantes pour les VTR à prendre en considération :

- ✓ pour les substances systémiques à effets seuil, les VTR issues successivement des bases de données suivantes : US EPA puis ATSDR puis OMS/IPCS puis Health Canada puis RIVM et en dernier lieu OEHHA ;
- ✓ pour les substances à effets sans seuil, les VTR issues successivement des bases de données suivantes : US EPA puis OMS/IPCS puis RIVM puis OEHHA.

5.3 Recensement des VTR

La compilation des données des VTR sur les paramètres traceurs s'est appuyée sur les fiches toxicologiques de référence, éditées par l'INERIS et sur leur rapport de synthèse publié en 2009 (Point sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) – mars 2009).

Les VTR indiquées dans les fiches de l'INERIS reprennent la hiérarchisation des valeurs des différentes bases de données indiquée dans la circulaire DGS/SD. 7B n°2006-234 du 30 mai 2006. La publication des fiches des composés retenus date de 2006 à 2009.

Pour vérifier un éventuel changement de VTR d'une des bases de données depuis la date de publication de ces fiches, les valeurs ont été vérifiées en octobre 2012 :

- ✓ sur la base de données mises en place par l'Institut de Veille Sanitaire (<http://www.furetox.fr>) ;
- ✓ sur base de données internationales TERA (Toxicology Excellence for Risk Assessment) qui regroupe pour certains composés chimiques, une bonne partie des VTR citées et qui établit également des synthèses (<http://www.tera.org/iter>).

5.4 VTR disponibles des composés traceurs de risques retenus et VTR retenues

Les tableaux ci-après présentent les valeurs toxicologiques de référence pour la voie d'exposition par inhalation.

Les indications suivantes précisent les significations des classements et des sigles utilisés dans ces tableaux :

MLR (ATSDR) : Minimal Risk Level : concentration pour laquelle une exposition journalière n'induit pas de risque appréciable d'effets non cancérogènes pour une durée d'exposition donnée (aiguë, subchronique ou chronique).

REL (OEHHA) : Reference Exposure Level : concentration d'exposition de référence (n'induit pas de risque appréciable d'effet néfaste) pour une durée d'exposition donnée (aiguë ou chronique).

RfC (US EPA) : Concentration de Référence pour une exposition chronique par inhalation qui n'induit pas de risque appréciable d'effet néfaste sur la santé humaine (exposition vie entière).

RfD (US EPA) : Dose de Référence pour une exposition chronique par voie orale qui n'induit pas de risque appréciable d'effet néfaste sur la santé humaine (exposition vie entière).

CT05 (Health Canada) : Tumourigenic Concentration (05) exprime le potentiel cancérigène d'une substance par la concentration qui induit 5 % d'augmentation de l'incidence de cancer ou de mutation génétique, ou 5 % d'augmentation de la mortalité due à ces cancers ou mutations.

TCA ou TC (RIVM) : Tolerable Concentration in Air est la concentration pour laquelle une personne peut être exposée vie entière sans apparition d'effet nocif non cancérigène.

TDI (RIVM) : Tolerable Daily Intake exprimée sur la base du poids corporel (mg/kg/j) est la dose ingérée pour laquelle une personne peut être exposée journalièrement vie entière sans apparition d'effet nocif non cancérigène.

DJA (OMS) : Dose Journalière Admissible exprimée sur la base du poids corporel (mg/kg/j) est la dose ingérée pour laquelle une personne peut être exposée journalièrement vie entière sans apparition d'effet nocif non cancérigène.

RSD Risk Specific Dose (EPA) : c'est la valeur de risque d'un composé en mg/kg/j associée à un risque d'excès de cancer vie entière. Elle représente le niveau de risque de 1 pour 100 000 soit 10^{-5} .

CR(oral) : le risque de cancer par exposition orale est l'excès de cancer de 1 pour 10 000 (soit 10^{-4}) vie entière exprimé en mg/kg/j.

Lorsqu'elles sont disponibles, les informations suivantes sont précisées dans les tableaux pages suivantes :

- ✓ la valeur de référence pour l'indicateur retenu par l'organisme consulté ;
- ✓ l'année de la publication de la VTR ;
- ✓ l'organe cible.

Tableau 13 : Effets à seuil par inhalation

	US-EPA RfC en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ATDSR MRL en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	OMS (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Health Canada (TCen $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RIVM (CA en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	OEHHA (REL en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	VTR Retenue ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Poussière PM10	Pas de RfC mais un niveau de référence max de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM2,5		PM10 : 20				20
1,2 dichloroéthane CAS 107-06-2		MRL = 2 429 - 2001					2 429
Benzène CAS 71-43-2	RfC = 30 - 2003	MRL aigüe = 170 - 1997					30
Hydrogène sulfuré CAS 7783-06-4	RfC = 2 2003	MRL aigüe = 30 - 2006 MRL sub-chronique = 100 - 2006					2
Ammoniac	RfC = 100 - 1991	MRL = 70 - 2004				REL = 200 - 1999	100 (70)

Tableau 14 : Effets toxiques sans seuil par inhalation

	US-EPA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	OMS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	RIVM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	OEHHA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	VTR Retenue ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹
Poussière PM10	-	-	-	-	-
1,2 dichloroéthane CAS 107-06-2	ERUi = 2,6 10 ⁻⁵ - 1991				2,6.10 ⁻⁵
Benzène CAS 71-43-2	ERUi = entre 2,2 et 7,8.10 ⁻⁶ - 1998	6.10 ⁻⁶ - 2000			7,8.10 ⁻⁶
Hydrogène sulfuré CAS 7783-06-4	-	-	-	-	-
Ammoniac	-	-	-	-	-

6

  valuation du niveau d'exposition des populations

L'évaluation des expositions consiste à déterminer les émissions, les voies de transfert et les vitesses de déplacement des substances et leur transformation ou leur dégradation afin d'évaluer les concentrations ou les doses auxquelles les populations seront exposées ou susceptibles de l'être (1). L'exposition à une substance dépend du comportement physico-chimique et de la concentration de la substance dans les compartiments environnementaux ainsi que des voies et des conditions d'exposition des individus en contact avec la substance.

6.1 Voies d'exposition et cibles retenues

L'évaluation quantitative des risques sanitaires liée à l'ISDND alv    l concerne l'exposition à long terme (**exposition chronique**) des riverains du site.

Le cas des expositions aiguës n'est pas considéré car au cours de l'activité de stockage, seuls des dysfonctionnements peuvent donner lieu à de telles expositions. Ces situations sont traitées dans l'étude danger.

La voie d'exposition prise en compte est la **voie respiratoire à travers le vecteur air**. Le schéma conceptuel, présenté sur la figure ci-après, visualise :

- ✓ la **source** des risques : l'installation class  e, dans ce cas l'ISDND alv    l avec sa zone de stockage ;
- ✓ la **cible** des risques : l'homme, la population riveraine ;
- ✓ les **vecteurs**   tudi  s : l'air ;
- ✓ les **voies d'exposition** : voie respiratoire.

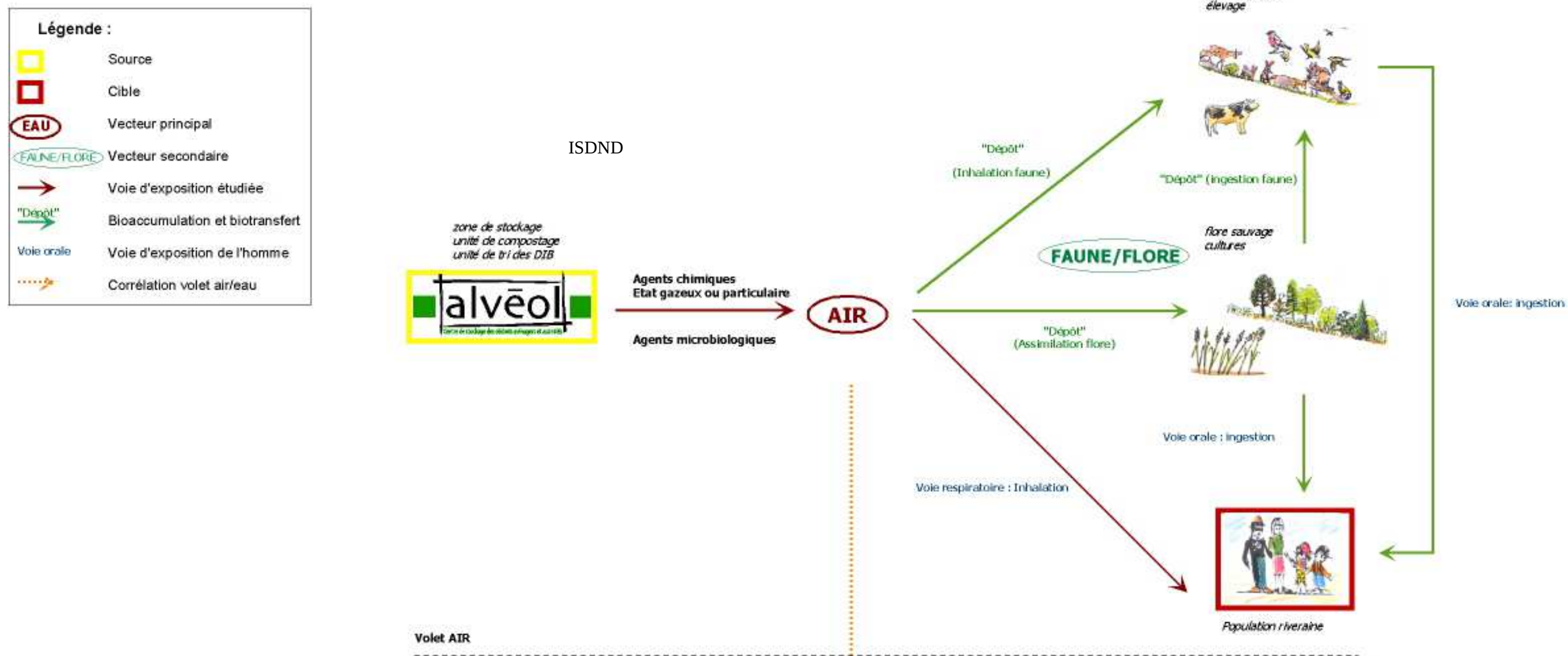


Figure 4 : Schéma conceptuel (DDAE Safege 2005)

En raison du manque actuel de connaissances concernant la voie cutanée (en particulier l'absence de VTR), l'absorption percutanée de substances contenues dans l'eau du robinet et l'absorption cutanée des gaz et particules en suspension dans l'air ne seront pas prises en compte. L'absorption cutanée des gaz et particules de l'air est considérée comme négligeable devant l'absorption de ces mêmes gaz et particules par inhalation.

La surface cutanée exposée directement à l'air (mains + visage) représente environ 18 % de la surface corporelle, soit environ 0,35 m² pour un adulte de 70 kg (16). Cette surface corporelle est environ deux cents fois plus petite que la superficie interne des poumons (90 m²) (17).

Il est donc probable que l'exposition par voie cutanée reste marginale par rapport à l'inhalation. Notons, de plus, que le visage et les mains sont lavés fréquemment au cours d'une journée limitant ainsi la durée de contact. Par ailleurs, la peau agit comme une barrière de protection vis à vis de l'extérieur alors que les poumons assurent les échanges gazeux en favorisant les passages intérieurs/extérieurs.

L'exposition des populations par consommation des fruits, légumes ou autres denrées alimentaires (voie orale : ingestion) produits autour du site n'a pas été retenue, bien que les habitations les plus proches (500 m) et les terrains entourant les Bois du Roi soient propices à une production alimentaire (élevage, jardins potagers). Rappelons de plus, que l'incinérateur présent dans le secteur d'étude (fin d'activité en 1999), sans traitement des fumées a pu impacter les sols par rémanence de dioxines, dans le secteur d'étude.

En effet, le calcul des estimations portant sur une telle contamination nécessite une modélisation complexe et l'utilisation de facteurs de bio-transfert actuellement non validés au niveau européen (source : Faculté de Médecine de Nancy – Département Environnement et Santé Publique – Dr M. Joyeux). **En l'état actuel des connaissances scientifiques, il n'est pas possible d'étudier le bio-transfert et la voie d'exposition orale par bioaccumulation.**

Il en est de même pour la corrélation entre le volet air et le volet eau, il nous est impossible actuellement, avec les données disponibles, de déterminer la part d'agents chimiques gazeux ou particuliers se solubilisant ou se déposant dans le milieu liquide (eaux superficielles) et ayant un impact à travers le vecteur eau. Ce phénomène ne sera donc pas étudié dans la suite de l'évaluation des risques sanitaires.

6.2 Caractérisation des populations exposées

6.2.1 Définition de la zone géographique concernée par les rejets de l'ISDND alvéol

La zone géographique considérée dans l'évaluation des risques sanitaires a été évaluée à partir des usages principaux des vecteurs air et de leur position par rapport à l'ISDND alvéol. Le tableau suivant résume la logique suivie :

Tableau 15 : Détermination du rayon d'étude pour les rejets de l'ISDND Alvéol

Milieu	Usage principal	Position par rapport à l'ISDND	Voie d'exposition	Zone d'étude
Air	Habitations les plus proches du site : -Les Tuilières -La Caure du Bost - le Vignaud	Sous les vents dominants -A l'est, à 550 m -Au nord, à 500 m	Respiratoire	550 m <i>Rmq : présence d'un écran constitué par les Bois du Roi</i>
	Usage secondaire : fréquentation occasionnelle : -pratique de la chasse -cueillette du muguet -chemin de randonnée -ferme équestre Keller recevant des enfants (Le Gauchoux),	-dans un rayon de 1 000 m -à proximité du site -longeant le site (Grand Layon) -à 1 300 m au nord-ouest, protégée des vents dominants	Respiratoire	1 300 m
Bilan	Ensemble des usages		Respiratoire et orale	Rayon d'environ 1 300 m autour du site

6.2.2 Caractérisation de la population exposée et composition

Les communes concernées, dans un rayon de 1 300 m autour du site sont les suivantes :

- ✓ **Bellac** : 5 377 habitants (INSEE 2011)
- ✓ **Peyrat de Bellac** : 1 118 habitants (INSEE 2011)
- ✓ **Blond** : 750 habitants (INSEE 2011)

La répartition des populations à risques sur ces communes est la suivante :

Communes	Population totale 2011	0 – 14 ans	%	>75 ans	%
Bellac	5 377	697	13	950	17,7
Peyrat de Bellac	1 118	146	13,1	144	12,9
Blond	750	149	19,9	85	11,3

Le nombre de personnes présentes dans le secteur d'étude est présenté dans le tableau ci-dessous. Les données sont issues des données carroy  es de la population fournies par l'INSEE pour l'année de référence 2009.

Tableau 16 : Localisation et comptage de la population la plus proche du site (données recensement INSEE 2009)

Numéro	Désignation	Population des résidences principales	Distance approximative / site	Orientation
1	La Caure du Bost	2	500 m	Nord
2	Le Vignaud	3	850 m	Nord
3	Les Tuilières	10 à 15	550m	Est
4	L'��tang	6	740 m	Nord-ouest
5	Vacqueur	8	1100 m	Sud
6	L��paul	10	1150 m	Sud-ouest
7	La Grange des Selles	5	1000 m	Est
8	La Gasne	2	1200 m	Nord-est
9	Chez Gauchoux Haut	4	1400 m	Nord-ouest
10	Chez Gauchoux Bas	2	1300 m	Nord
11				
12				

La population présente aux abords du site étudié reste limitée et correspond essentiellement à des occupants de résidences principales (environ 50 personnes dans un rayon de 1 400 m).

La localisation des habitations est reportée sur la figure ci-après :

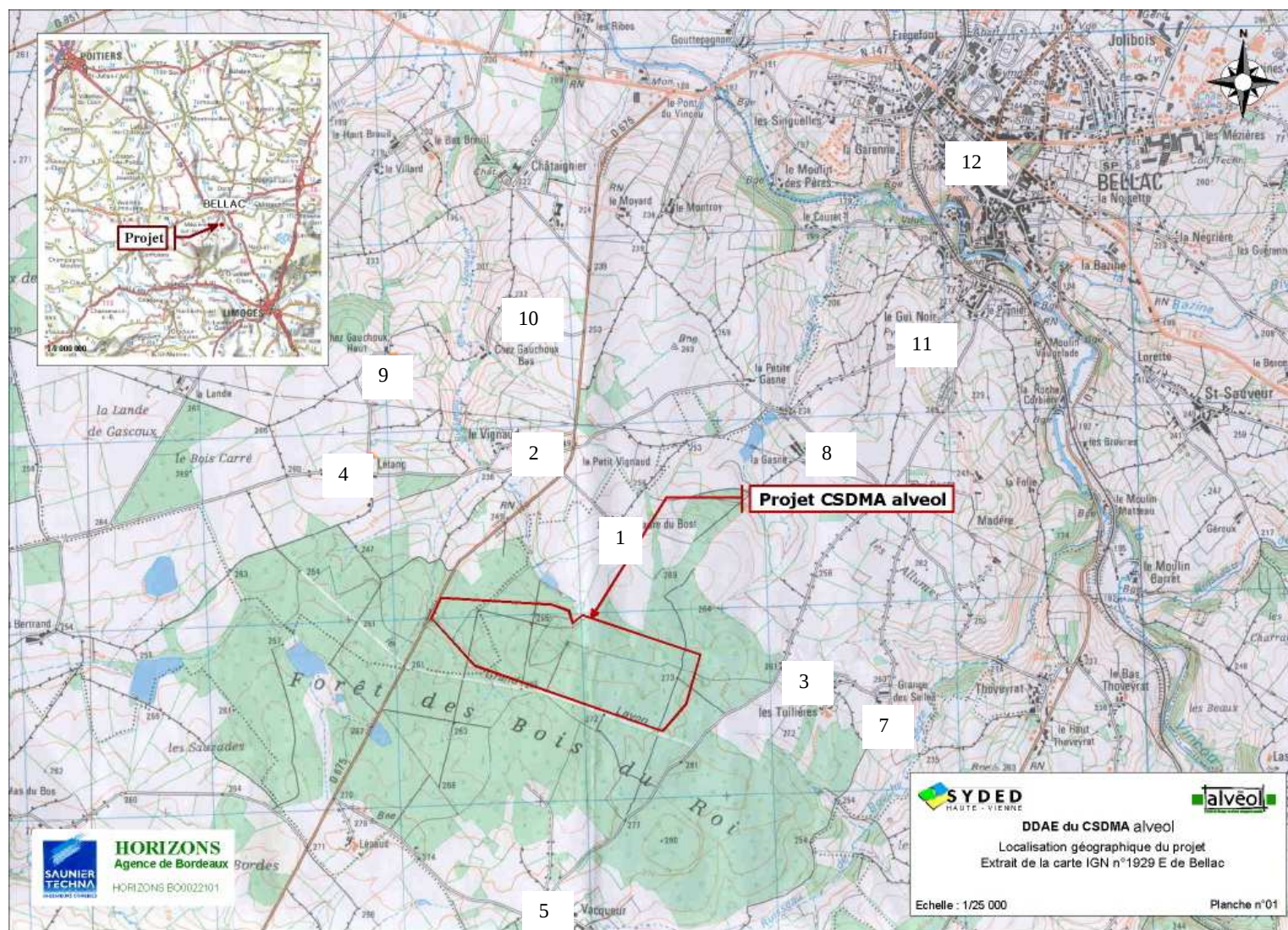


Figure 5 : Localisation du site (DDAE 2005, Saunier Techna)

6.2.3 Composition et état sanitaire de la population exposée

Aucune donnée n'est disponible quant à la santé et à la composition des populations concernées (personnes sensibles ou immuno-d  fici  entes, par exemple).

Toutefois, les données issues du recensement de 2011 peuvent renseigner à titre indicatif sur la population de personnes plus sensibles aux maladies en fonction de leur âge (population fragilisée).

Globalement, on retiendra que la population potentiellement exposée et naturellement fragilisée à des effets sanitaires (0-14 ans et supérieure à 75 ans) représente 30 % de la population totale recensée sur les 3 communes environnantes du site étudié.

6.2.4   tablissement recevant du public

Le seul établissement recevant du public (enfants) dans ce rayon est la ferme équestre située Chez Gauchoux Haut à 1 300 m au nord-ouest du site.

Il est à remarquer la fréquentation occasionnelle du site des Bois du Roi par la population riveraine pour diverses raisons (sentiers de randonnées pédestre et équestre du Grand Layon, cueillette des champignons et du Muguet, chasse - location privée et ACCA de Bellac et Peyrat de Bellac-, pêche dans le Vignaud).

Les banques de données interrogées par ailleurs ne signalent pas d'autres points sensibles dans le rayon d'étude concerné.

6.2.5 Condition d'exposition des populations

L'exposition chronique est calculée pour chacun des composés retenus comme polluants   traceurs de risque à.

6.2.5.1 Mode de vie des populations

Les données disponibles sur le mode de vie des populations (comportements moyens, comportements particuliers) susceptibles de nous intéresser dans cette présente étude sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 17 : Paramètres de mode de vie associés aux voies d'exposition (Rommens, 1999, voie air/ US-EPA, 2003, voie eau)

Voie d'exposition	Paramètres	Comportements moyens	Comportements particuliers
Air	Temps moyen de présence à l'intérieur des habitations	90 %	72 % pour les agriculteurs avec 49 % pour 5 % des agriculteurs
	Débits respiratoires	Nourrissons (1 an) : 1400-1 900 m ³ /an Enfants (5 ans) : 3 200-4 800 m ³ /an Enfants (10 ans) : 5 500-5 600 m ³ /an Adultes : 7 300-8 400 m³/an	Travailleurs extérieurs : (agriculteurs, pêcheurs) 9 200 m ³ /an

Nous nous centrerons sur un scénario d'exposition maximaliste d'adultes (débits respiratoires et consommation d'eau maximale). Nous considérerons qu'ils vivent et travaillent dans la zone d'étude.

6.2.5.2 Durée de l'exposition

La durée d'exposition, exprimée en années, est utilisée pour la caractérisation des effets cancérogènes. Pour la voie respiratoire, elle sera prise égale à la durée totale de la vie soit 70 ans. Le taux d'absorption par l'organisme est pris égal à 100 % et la hauteur de la population prise égale à 1,5 m.

6.2.5.3 Fréquence des expositions

Faute de données spécifiques de terrain, nous travaillerons sur l'hypothèse considérant que les personnes sont exposées 24h/24 et durant toute l'année (365 jours). Nous savons que les concentrations de certains polluants sont identiques à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments (CO, NO₂...), que d'autres subissent un abattement (SO₂, PM10⁶...) et qu'enfin certaines sont plus élevées dedans que dehors (COV...). Cela dépend de nombreux facteurs et notamment de la ventilation des bâtiments (19). A défaut d'informations plus précises concernant les transferts de l'extérieur vers l'intérieur, les concentrations seront considérées comme égales à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.

⁶ PM10 : particules en suspension dans l'air dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres

6.3 Niveaux d'exposition aux polluants traceurs de risque



A noter...

Dans le cadre de la présente étude, les concentrations au droit des cibles ont été estimées par **une modélisation de la dispersion atmosphérique**, préalablement calée avec les campagnes de LIM'AIR de 2014.

Ensuite, deux cas de figures ont été pris en compte :

- ✓ Phase 1 : situation actuelle
- ✓ Phase 7 : modélisation de la dernière phase d'exploitation (phase7) : scénario le plus pénalisant, car il correspond à la production maximale de biogaz et que l'alvéole est située à proximité des habitations « Les tuilières ».

L'analyse des rejets atmosphériques et de leurs caractéristiques a permis d'établir les sources de danger puis les polluants traceurs de risque qu'il convenait de retenir en première approche. La quantification des flux d'émission, pour chaque polluant traceur, et pour chaque source, est indispensable pour mener l'EQRS et poursuivre la démarche initiée.

6.3.1 Hypothèses prises en compte

Pour chacun des *scenarii*, les hypothèses prises en compte sont les suivantes :

- ✓ alvéole en exploitation située à la cote maximale d'exploitation ;
- ✓ en situation de fonctionnement normal : 90 % du biogaz est capté et brûlé et 10 % constitue les émissions diffuses ;
- ✓ durant les phases d'entretien et de dysfonctionnement : 100 % du biogaz est émis à l'atmosphère. Les hypothèses prises en compte (en concertation avec le SYDED) sont les suivantes :
 - entretien torchère : 4 fois par an, durée 2 heures,
 - purge du réseau : 2 fois par an, durée 15 minutes,
 - arrêt torchère : une dizaine par an, durée 2 heures.

- ✓ durant les phases de travaux sur le réseau : 100 % du biogaz est émis à l'atmosphère. Les hypothèses prises en compte (en concertation avec le SYDED) sont les suivantes :
 - forage puits : 1 fois par an, durée 3 jours,
 - raccordement réseau 1 fois par an, durée 4 heures,
 - travaux sur réseau 2 fois par an, durée 2 heures.

6.3.2 Caractéristiques des rejets / détermination des flux

6.3.2.1 Sources prises en compte

- ✓ la torchère ;
- ✓ l'alvéole en exploitation :   mission de biogaz ;
- ✓ déversement des déchets : poussières ;
- ✓ bassin de lixivats 1 ;
- ✓ bassin de lixivats 2.

6.3.2.2 Caractéristiques des sources

Les caractéristiques de la torchère sont les suivantes :

Tableau 18 : Caractéristiques des sources

Phase	Diamètre	Débit Nm ³ /h sec 11%d'O ₂	Vitesse	T��C
1	1,05	1980	3,3	1000
7	1,05	5939	9,9	1000

NB : le débit de rejet de la torchère est fonction du débit de biogaz en entrée et des caractéristiques intrinsèque de la torchère. Le débit de rejet est donc supérieur au débit de biogaz en entrée (ratio 10,4)

Les hauteurs et altitudes de chaque source sont les suivantes :

Source	Altitude d'émission	Hauteur d'émission par rapport au sol
Torchère	270 m NGF	6,7 m
Bassin 1	260 m NGF	0 m
Bassin 2	260 m NGF	0 m
Alvéole en exploitation	270 m NGF	0 m
Déversement	270 m NGF	0 m
Alvéole réaménagée	Cote de réaménagement	

Les fréquences de rejets sont les suivantes :

Source	Fréquence utilisée dans le modèle
Torchère	Continu
Bassin 1	continu
Bassin 2	continu
Alvéole en exploitation	continu
Déversement	8h/j du lundi au vendredi, soit 2080 h/an
Alvéole réaménagée	108,5 h/an (réparties à raison de 2,5 h par semaine dans le modèle soit une hypothèse majorée à 130h par an)

6.3.2.3 Flux d'émission

Le flux est obtenu en multipliant le débit de rejet et la concentration de rejet du polluant considéré qui sont présentés précédemment dans le chapitre identification des substances émises.

NB : Pour la torchère, le flux a été estimé en considérant un débit sec à 11 % d'O₂ et pour les bassins de lixiviats, le débit a été pris égal à 4 m³/h/m² (valeur issue du retour d'expérience Safege sur des sites similaires)

Les valeurs d'émissions utilisées pour chaque source et chaque phase sont présentées dans les tableaux suivants.

PHASE 1 – données d'émission des différentes sources						
Source	Surface	Benzene	1,2 dichloroéthane	H2S	Poussières	Ammoniac
Torchère	/	6,43E-06 g/s	5,50E-06g/s	1,32E-04 g/s	2,42E-03 g/s	/
Bassin 1	670 m²	/	/	/	/	4,64E-06 g/s/m²
Bassin 2	865 m²	/	/	/	/	4,95E-06 g/s/m²
Alvéole en exploitation	2500 m²	8,17E-09 g/s/m²	2,10E-09 g/s/m²	1,38E-05 g/s/m²	/	/
Déversement	4500 m²	/	/	/	2,38E-04 g/s/m²	/
Alvéole réaménagée	50000 m²	3,69E-09 g/s/m²	9,50E-10 g/s/m²	6,23E-06 g/s/m²	/	/

PHASE 7 – données d'émission des différentes sources						
Source	Surface	Benzene	1,2 dichloroéthane	H2S	Poussières	Ammoniac
Torchère	/	1,93E-05	1,65E-05	3,96E-04	7,26E-03	/
Bassin 1	670 m²	/	/	/	/	4,64E-06 g/s/m²
Bassin 2	865 m²	/	/	/	/	4,95E-06 g/s/m²
Alvéole en exploitation	2500 m²	2,33E-08 g/s/m²	6,00E-09 g/s/m²	3,93E-05 g/s/m²	/	/
Déversement	4500 m²	/	/	/	2,38E-04 g/s/m²	/
Alvéole réaménagée	200 000 m²	2,77E-09 g/s/m²	7,13E-10 g/s/m²	4,67E-06 g/s/m²	/	/

6.3.3 Modélisation de la dispersion atmosphérique

6.3.3.1 Le logiciel ISC AERMOD

Le logiciel utilisé pour la modélisation est le logiciel ISC-AERMOD VIEW de la société Lakes Environnemental (<http://www.lakes-environmental.com>).

Ce logiciel est basé sur les modèles de dispersion atmosphérique développés et validés par l'US-EPA (Environmental Protection Agency of the United States) :

- ✓ ISCST3 (Industrial Source Complex Short Term model). Ce logiciel, très fortement utilisé et reconnu dans le monde, permet de modéliser la dispersion des rejets de complexes industriels suivant un modèle Gaussien. Il est recommandé pour des situations simples (terrain plat et peu d'obstacles) ;
- ✓ ISC-PRIME, évolution d'ISCST3 avec un module de prise en compte des obstacles (bâtiments) plus avancé ;
- ✓ AERMOD, modèle gaussien de seconde génération plus précis qu'ISCST3 pour des situations complexes (relief, présence de nombreux bâtiments).

Les modèles de dispersion atmosphérique détaillés ici sont des modèles Gaussiens. Ce sont des modèles déterministes qui établissent une chaîne de cause à effet entre le couple (  missions, météo) et les concentrations. Il est ainsi possible de tester l'effet de scénarios. En l'absence de sources d'informations sur l'exposition d'une population à un polluant émis par une source fixe, la modélisation de la dispersion atmosphérique du polluant permet d'en estimer les concentrations moyennes, sur une période de durée variable, dans la zone d'étude concernée. Les modèles déterministes s'appuient sur des équations physiques de conservation (masse, chaleur, quantité de mouvement).

Ces modèles permettent de prendre en compte l'influence de nombreuses données :

- ✓ présence ou non de plusieurs sources de rejets et de leurs interactions respectives ;
- ✓ débit massique en polluant ;
- ✓ vitesse et température des gaz ;
- ✓ diamètre et hauteur de la cheminée ;
- ✓ données météorologiques annuelles au pas horaire (direction et vitesse du vent, classe de stabilité ou classe de Pasquill, hauteur de couche de mélange, température extérieure, pression atmosphérique, précipitations, nébulosité...) ;
- ✓ situation en zones urbaines ou rurales ;
- ✓ influence des bâtiments environnants sur la dispersion ;
- ✓ calcul des concentrations dans l'air ou du dépôt au sol annuel.

6.3.3.2 Paramètres de la modélisation des rejets atmosphériques

A- Données météorologiques

Les données météorologiques utilisées sont les données au pas horaire de la station de l'aéroport de Limoges-Bellegarde pour les années 2012, 2013 et 2014. Ces données ont été utilisées pour les raisons suivantes :

- ✓ Proximité de la station (environ 17 km), climats locaux comparables ;
- ✓ Vent proche des normales ;
- ✓ Données concordantes avec celles de la station météo de l'ISDND et celles relevées par Limair lors de la campagne de mesure de polluants de février mars 2014
- ✓ Les données station de l'aéroport de Limoges-Bellegarde sont plus complètes et plus fiables que celles de la station de l'ISDND

B- Programmation

Le modèle retenu est AERMOD. Un programme de modélisation a été établi pour chacun des composés en fonction des caractéristiques de rejet et du résultat recherché (concentration moyenne annuelle, dépassement d'un seuil, etc).

L'influence des bâtiments éventuels est prise en compte pour le rabattement des fumées.

Le relief est pris en compte à partir des données SRTM3, ainsi que les données topographiques sur site si disponible.

Les modélisations pourront être réalisées avec des variations de flux horaires.

6.3.4 Résultats du calage du modèle

Les résultats complets sont présentés en annexe 4.

Le modèle ne prend en compte que les rejets liés à l'ISDND, les sources secondaires (trafic, rejet domestiques...) ne sont pas prises en compte. Il convient par conséquent pour comparer les résultats du calage et des mesures réalisées par LIM'AIR d'intégrer un bruit de fond.

Pour l'H₂S, les résultats de la modélisation sont cohérents avec ceux de Lim'Air. Le décalage du maximum peut s'expliquer par les données des vents du modèle, orientés sud-ouest, alors que Lim'Air relève des vents plus au sud. On rappellera que la

concentration ubiquitaire (bruit de fond) dans l'environnement en H₂S est inférieure à 0,15 µg/m³ : en dessous de cette valeur, on ne peut pas mettre en évidence une contribution significative de l'ISDND.

Pour les poussières, benzène, ammoniac, et 1,2 dichloroéthane, le modèle donne des concentrations nettement plus faibles que celles mesurées par Lim'Air. La dispersion est pourtant cohérente en comparaison avec l'H₂S (on a des résultats plus faibles car les sources sont plus faibles). Pour ces polluants, et notamment pour les poussières, les mesures d'air ambiant ne sont pas comparables avec une modélisation car ils ne sont pas spécifiques à l'ISDND (nombreuses sources humaines et environnementales : agriculture, voitures, chauffage, vent, pollens, etc.).

Par contre, pour ces polluants, les valeurs mesurées par Lim'Air sont cohérentes avec les valeurs ubiquitaires (bruit de fond).

Valeurs ubiquitaires dans l'environnement (source INERIS)	VTR Retenue (µg/m ³)	Concentration ubiquitaire
Poussière PM10	20	5 à 15 µg/m ³
1,2 dichloroéthane CAS 107-06-2	2 429	0,1 µg/m ³
Benzène CAS 71-43-2	30	1µg/m ³
Hydrogène sulfuré CAS 7783-06-4	2	< 0,15 µg/m ³
Ammoniac	100 (70)	0,4 à 4 mg/m ³

Par conséquent, sur la base des résultats sur l'H₂S, et en tenant compte des incertitudes liées notamment aux données météo, on peut conclure que le modèle permet d'obtenir des résultats cohérents en comparaison avec les données Lim'Air.

6.3.5 Résultats phases 1 et 7

6.3.5.1 PM 10

PHASE 1		Poussière PM10		
Tiers	Description	Moyenne annuelle (µg/m3)	Max (µg/m3)	Nombre moyen annuel d'heures de dépassement de la VTR (heures)
1	La Caure du Bost	0,27352	619,77634	10
2	Le Vignaud	0,12969	236,28399	6
3	Les Tuilières	0,0920	454,49323	4
4	L'étang	0,12511	347,71274	6
5	Vacqueur	0,08165	273,39619	5
6	Lépaud	0,08714	339,97435	3
7	La Grange des Selles	0,05117	183,61801	2
8	La Gasne	0,05139	245,84009	2
9	Chez Gauchoux Haut	0,0516	144,5259	2
10	Chez Gauchoux Bas	0,06322	143,28129	3
11	Bellac - Le Gui Noir	0,02362	123,85721	1
12	Bellac - Centre	0,01434	34,12078	1

PHASE 7		Poussière PM10		
Tiers	Description	Moyenne annuelle (µg/m3)	Max (µg/m3)	Nombre moyen annuel d'heures de dépassement de la VTR (heures)
1	La Caure du Bost	0,22977	461,70286	8
2	Le Vignaud	0,10672	304,27686	5
3	Les Tuilières	0,37685	703,10318	11
4	L'étang	0,08089	241,68033	5
5	Vacqueur	0,07518	189,58965	3
6	Lépaud	0,11600	585,37879	4
7	La Grange des Selles	0,19964	412,71436	7
8	La Gasne	0,10278	256,75508	4
9	Chez Gauchoux Haut	0,07595	283,14355	4
10	Chez Gauchoux Bas	0,03935	110,95627	2
11	Bellac - Le Gui Noir	0,04015	122,82136	2
12	Bellac - Centre	0,01444	29,82862	0

6.3.5.2 1,2 dichloroéthane

PHASE 1		1,2 dichloroéthane		
Tiers	Description	Moyenne annuelle (µg/m3)	Max (µg/m3)	Nombre moyen annuel d'heures de dépassement de la VTR (heures)
1	La Caure du Bost	0,00002	0,01474	0
2	Le Vignaud	0,00001	0,00635	0
3	Les Tuilières	0	0,00183	0
4	L'étang	0	0,00428	0
5	Vacqueur	0,00001	0,00322	0
6	Lépaud	0,00001	0,00295	0
7	La Grange des Selles	0	0,00137	0
8	La Gasne	0,00001	0,0057	0
9	Chez Gauchoux Haut	0	0,0199	0
10	Chez Gauchoux Bas	0	0,0023	0
11	Bellac - Le Gui Noir	0	0,00305	0
12	Bellac - Centre	0	0,00071	0

PHASE 7		1,2 dichloroéthane		
Tiers	Description	Moyenne annuelle (µg/m3)	Max (µg/m3)	Nombre moyen annuel d'heures de dépassement de la VTR (heures)
1	La Caure du Bost	0.00004	0.01850	0
2	Le Vignaud	0.00004	0.02014	0
3	Les Tuilières	0.00004	0.01627	0
4	L'étang	0.00002	0.01656	0
5	Vacqueur	0.00004	0.01289	0
6	Lépaud	0.00005	0.01496	0
7	La Grange des Selles	0.00003	0.01067	0
8	La Gasne	0.00003	0.01934	0
9	Chez Gauchoux Haut	0.00001	0.00599	0
10	Chez Gauchoux Bas	0.00001	0.00353	0
11	Bellac - Le Gui Noir	0.00001	0.01013	0
12	Bellac - Centre	0.00000	0.00219	0

6.3.5.3 Benzène

PHASE 1		Benzène		
Tiers	Description	Moyenne annuelle (µg/m ³)	Max (µg/m ³)	Nombre moyen annuel d'heures de dépassement de la VTR (heures)
1	La Caure du Bost	0,00009	0,05734	0
2	Le Vignaud	0,00005	0,02469	0
3	Les Tuilières	0,00001	0,00712	0
4	L'étang	0,00002	0,01662	0
5	Vacqueur	0,00002	0,01253	0
6	Lépaud	0,00002	0,01147	0
7	La Grange des Selles	0,00001	0,00532	0
8	La Gasne	0,00003	0,02218	0
9	Chez Gauchoux Haut	0,00001	0,00773	0
10	Chez Gauchoux Bas	0,00002	0,00894	0
11	Bellac - Le Gui Noir	0,00001	0,01187	0
12	Bellac - Centre	0	0,00276	0

PHASE 7		Benzène		
Tiers	Description	Moyenne annuelle (µg/m ³)	Max (µg/m ³)	Nombre moyen annuel d'heures de dépassement de la VTR (heures)
1	La Caure du Bost	0.00015	0.07183	0
2	Le Vignaud	0.00013	0.07820	0
3	Les Tuilières	0.00016	0.06316	0
4	L'étang	0.00009	0.06431	0
5	Vacqueur	0.00016	0.05005	0
6	Lépaud	0.00020	0.05809	0
7	La Grange des Selles	0.00009	0.04144	0
8	La Gasne	0.00010	0.07511	0
9	Chez Gauchoux Haut	0.00005	0.02329	0
10	Chez Gauchoux Bas	0.00003	0.01372	0
11	Bellac - Le Gui Noir	0.00004	0.03934	0
12	Bellac - Centre	0.00001	0.00849	0

6.3.5.4 Hydrogène sulfuré

PHASE 1		Hydrogène sulfuré		
Tiers	Description	Moyenne annuelle (��g/m3)	Max (��g/m3)	Nombre moyen annuel d'heures de dépassement de la VTR (heures)
1	La Caure du Bost	0,13982	96,84975	51
2	Le Vignaud	0,08086	41,70341	37
3	Les Tuilières	0,02217	12,0285	15
4	L'��tang	0,0263	28,05413	24
5	Vacqueur	0,03476	21,1575	20
6	L��paul	0,03936	19,37965	23
7	La Grange des Selles	0,01446	8,9872	6
8	La Gasne	0,04546	37,47005	30
9	Chez Gauchoux Haut	0,01861	13,06037	15
10	Chez Gauchoux Bas	0,02603	15,09311	23
11	Bellac - Le Gui Noir	0,02197	20,05759	21
12	Bellac - Centre	0,00726	4,66517	4

PHASE 7		Hydrogène sulfuré		
Tiers	Description	Moyenne annuelle (��g/m3)	Max (��g/m3)	Nombre moyen annuel d'heures de dépassement de la VTR (heures)
1	La Caure du Bost	0,23401	121,14923	101
2	Le Vignaud	0,20213	131,90036	68
3	Les Tuilières	0,27267	106,53766	182
4	L'��tang	0,14055	108,47230	56
5	Vacqueur	0,26203	84,41492	89
6	L��paul	0,32970	97,97312	87
7	La Grange des Selles	0,15301	69,90096	97
8	La Gasne	0,16792	126,68299	67
9	Chez Gauchoux Haut	0,07589	39,26138	50
10	Chez Gauchoux Bas	0,03964	23,14035	24
11	Bellac - Le Gui Noir	0,06943	66,35570	44
12	Bellac - Centre	0,01661	14,32597	10

6.3.5.5 Ammoniac

PHASE 1		Ammoniac		
Tiers	Description	Moyenne annuelle (��g/m3)	Max (��g/m3)	Nombre moyen annuel d'heures de dépassement de la VTR (heures)
1	La Caure du Bost	0,01992	9,18714	0
2	Le Vignaud	0,01106	5,73724	0
3	Les Tuilières	0,00967	6,86867	0
4	L'��tang	0,03015	18,27513	0
5	Vacqueur	0,00133	0,86180	0
6	L��paul	0,00244	0,85832	0
7	La Grange des Selles	0,00961	6,46189	0
8	La Gasne	0,00925	3,99905	0
9	Chez Gauchoux Haut	0,00453	3,37418	0
10	Chez Gauchoux Bas	0,00797	3,85159	0
11	Bellac - Le Gui Noir	0,00327	1,61706	0
12	Bellac - Centre	0,00258	1,75438	0

PHASE 7		Ammoniac		
Tiers	Description	Moyenne annuelle (��g/m3)	Max (��g/m3)	Nombre moyen annuel d'heures de dépassement de la VTR (heures)
1	La Caure du Bost	0,01992	9,18714	0
2	Le Vignaud	0,01106	5,73724	0
3	Les Tuilières	0,00967	6,86867	0
4	L'��tang	0,03015	18,27513	0
5	Vacqueur	0,00133	0,86180	0
6	L��paul	0,00244	0,85832	0
7	La Grange des Selles	0,00961	6,46189	0
8	La Gasne	0,00925	3,99905	0
9	Chez Gauchoux Haut	0,00453	3,37418	0
10	Chez Gauchoux Bas	0,00797	3,85159	0
11	Bellac - Le Gui Noir	0,00327	1,61706	0
12	Bellac - Centre	0,00258	1,75438	0

6.3.6 Synthèse

C'est la concentration moyenne maximale observée qui sera utilisée pour les calculs de risque. Elles sont présentées ci-après :

Polluants	Concentration moyenne maximale $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Phase	Lieu-dit
PM10	0,37	Phase 7	Les tuilières
1,2 dichloroéthane	5.10^{-4}	Phase 7	Lépaud
Benzène	2.10^{-3}	Phase 7	Lépaud
Hydrogène sulfuré	0,33	Phase 7	Lépaud
Ammoniac	0,03	Phases 1 et 7 (source constante dans le temps)	L'étang

Caractérisation des risques pour la santé des populations riveraines

7.1 Définition du risque sanitaire et niveau d'acceptabilité

7.1.1 Caractérisation du risque sanitaire pour les polluants traceurs non cancérigènes (polluants systématiques)

Pour les effets à seuil, l'expression déterministe de la survenue d'un effet toxique dépend du dépassement d'une valeur. Le potentiel d'effet toxique est donc représenté par le rapport entre la concentration d'exposition et la VTR. Cet indice est **appelé Indice de Risque (IR) ou Ratio de Danger (RD)**.

Le Ratio de Danger pour une exposition par voie respiratoire est obtenu par la formule suivante :

$$RD_{jr} = CJE_j / VTR_{jr}$$

RD_{jr} : ratio de danger pour la substance j, pour la voie respiratoire, sans unité

CJE_j : concentration journalière d'exposition à la substance j, exprimée en $\mu g/m^3$

VTR_{jr} : valeur toxicologique de référence de la substance j pour la voie respiratoire, exprimée en $\mu g/m^3$

Dans la mesure où il n'y a pas de différence entre les concentrations atmosphériques extérieures et celles à l'intérieur des bâtiments, il n'y a qu'un seul milieu d'exposition respiratoire aux polluants de l'air de chaque zone. En conséquence, la Concentration Journalière d'Exposition, pour chaque substance, s'exprime ainsi :

$$CJE = C \times TE$$

CJE : concentration journalière d'exposition exprimée en $\mu g/m^3$

C : concentration de la substance dans l'air ($\mu g/m^3$)

TE : taux ou fréquence d'exposition égal à 1

Comme le rappelle le groupe d'expert de l'ASTEE, la valeur numérique du RD n'exprime pas un risque⁷. L'évaluation est de nature qualitative :

- ✓ un RD inférieur ou égal à 1 signifie que l'exposition de la population n'atteint pas le seuil de dose à partir duquel peuvent apparaître des effets indésirables pour la santé humaine ;
- ✓ un RD supérieur à 1 signifie que l'effet toxique peut se déclarer dans la population, sans qu'il soit possible d'estimer la probabilité de survenue de cet événement.

Lorsqu'un RD est supérieur à 1, le nombre de cas d'effet toxique dans une population donnée n'est donc pas accessible mais l'apparition d'un effet toxique ne peut pas être exclue. Lorsque le ratio de danger est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable, il n'y a théoriquement aucun cas.

Pour tenir compte de la co-exposition à plusieurs toxiques et à défaut d'informations spécifiques à cette association, les ratios de dangers peuvent être additionnés. On obtient alors des **Sommes de Ratios de Danger (SRD)**. Théoriquement, les QD sont additionnés lorsque l'organe cible est identique.

7.1.2 Caractérisation du risque sanitaire pour les polluants traceurs cancérigènes (polluants stochastiques)

Il est admis que les substances cancérigènes agissent sans seuil de dose. Cela signifie qu'à toute inhalation non nulle d'un toxique cancérigène correspond une probabilité non nulle (même si elle est infinitésimale) de développer un cancer. Cette probabilité est appelée l'Excès de Risque Individuel (ERI).

Un ERI est calculé pour chaque substance cancérigène en multipliant la CJE par l'ERU_i⁸ ; ce mode de calcul est valable pour les ERI numériquement inférieurs à 10⁻².

$$ERI_{jr} = CJE_j \times ERU_{jr}$$

ERI_{jr} : Excès de Risque Individuel de cancer vie entière, pour la substance j par voie respiratoire (sans unité)

CJE_j : concentration journalière d'exposition à la substance j, exprimée en µg/m³

ERU_{jr} : Excès de Risque Unitaire de cancer par voie respiratoire, pour le polluant j, exprimé en (µg/m³)⁻¹

Dans la mesure où il n'y a pas de différence entre les concentrations atmosphériques extérieures et celles à l'intérieur des bâtiments, il n'y a qu'un seul milieu d'exposition respiratoire aux polluants de l'air de chaque zone.

⁷ Au sens bio statistique du terme, c'est à dire : la probabilité de survenue d'un effet délétère.

⁸ ERU_i : l'Excès de Risque Unitaire par inhalation est l'appellation spécifique des VTR pour les cancérigènes par voie respiratoire.

Pour les **toxiques cancérigènes**, la CJE est pondérée par un facteur temporel lorsque la durée de l'exposition est inférieure à la durée standard de la vie humaine. En effet, les Estimations de Risque Unitaire (ERU) sont données pour la vie entière et l'exposition est généralement inférieure à cette durée.

En conséquence, la CJE est donc proportionnelle au rapport de la durée de l'exposition (DE) sur la durée de la vie entière (TP), et s'exprime ainsi :

$$CJE = (C \times TE \times DE) / TP$$

CJE : concentration journalière d'exposition exprimée en $\mu g/m^3$

C : concentration de la substance dans l'air exprimée en $\mu g/m^3$

TE : taux ou fréquence d'exposition (1)

DE : durée d'exposition, exprimée en années (70 ans)

TP : temps de pondération, égal à la durée de vie humaine standard (70 ans)

Dans une première approche, nous considérons une durée d'exposition équivalente à la durée de vie humaine (70 ans), soit une $CJE = C$

Par ailleurs, pour tenir compte d'une possible additivité des effets cancérigènes, les ERI peuvent être additionnés en **Somme d'Excès de Risque Individuel de cancer (SERI)**. L'évaluateur se doit de respecter la même prudence que pour les effets systématiques, dans un premier temps, seuls les ERI concernant les effets cancérigènes sur le même organe cible seront additionnés. Cela permettra d'établir l'excès de risque individuel pour un type de cancer donné.

7.1.3 Acceptabilité des risques pour les polluants cancérigènes

On reprend ici la mention apportée par le guide ASTEE sur l'acceptabilité des risques évalués :

« [Elle] s'apprécie ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas bien entendu de seuil absolu d'acceptabilité, mais la valeur de 10^{-6} (soit un cas de cancer supplémentaire sur un million de personnes exposées durant leur vie entière) est considérée aux USA comme le seuil de risque acceptable en population générale, alors que la valeur de 10^{-4} est considérée comme limite acceptable en milieu professionnel.

La valeur de 10^{-5} est souvent admise comme seuil d'intervention. Elle est citée dans la circulaire du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) du 10/12/1999 comme objectif à atteindre dans le cadre de la dépollution des sols.

Ce seuil de 10^{-5} est également utilisé par l'OMS pour définir les valeurs guides de qualité de l'eau de boisson et de qualité de l'air. La valeur repère de 10^{-5} de l'OMS sera utilisée. »

7.2 Caractérisation des risques – effets à seuil par inhalation

7.2.1 Concentration au niveau des points de référence

L'exposition totale attendue au niveau de chaque point cible est présentée dans le tableau du § 6.3.6.

7.2.2 Rappel des VTR retenues

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (effets à seuil) retenues pour l'évaluation des risques sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 19 : VTR retenues – effets à seuil

Paramètres	VTR effets à seuil (en µg/m ³)	Organes cibles
Poussières	20	Voies respiratoires
1,2 dichloroéthane	2429	Foie
Benzène	30	Sang
Hydrogène sulfuré	2	Voies respiratoires
NH ₃	100	Voies respiratoires

7.2.3 Indice de risque

Le quotient de danger est calculé pour chaque substance non cancérigène de la liste des polluants traceurs de risque, en appliquant le code de calcul détaillé précédemment. Les résultats sont repris dans le tableau ci-après.

Tableau 20 : Indice de risque – ratio de danger

	RD
Poussières	1,85E-02
1,2 dichloroéthane	2,06E-07
Benzène	6,67E-05
Hydrogène sulfuré	1,65E-01
Ammoniac	3,00E-04
Total	1,84E-01

Sur l'ensemble des paramètres considérés, les valeurs de l'indice de risque restent inférieures à la valeur seuil de 1.

En tenant compte de la co-exposition, on obtient les SRD suivants :

organes cibles	SRD
Voies respiratoires	1,84E-01
Foie	2,06E-07
Sang	6,67E-05

Les SRD restent inférieurs à la valeur seuil de 1.



Ce qu'il faut retenir...

L'exposition de la population riveraine aux émissions du site Alvéol n'atteint pas le seuil de dose à partir duquel peuvent apparaître des effets indésirables pour la santé humaine.

7.3 Caractérisation des risques – effets sans seuil par inhalation

7.3.1 Concentrations au niveau des points de référence

Elles sont présentées dans le tableau du § 6.3.6.

7.3.2 Rappel des VTR retenues

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (effets sans seuil) retenues pour l'évaluation des risques sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 21 : VTR retenues – Effets sans seuil

Paramètres	VTR effets sans seuil (en µg/m ³)-1	Organes cibles
Poussières	-	-
1,2 dichloroéthane	2,60E-06	Foie
Benzène	7,80E-06	Sang
Hydrogène sulfuré	-	-
NH ₃	-	-

7.3.3 Excès de Risque Individuel

L'Excès de Risque Individuel est calculé pour chaque substance cancérigène de la liste des polluants traceurs de risque, en appliquant le code de calcul détaillé précédemment. Les résultats sont repris dans le tableau ci-après.

Tableau 22 : ERI

	ERI
Poussières	-
1,2 dichloroéthane	1,30E-09
Benzène	1,56E-08
Hydrogène sulfuré	-
Ammoniac	-
Total	1,69E-08

Sur l'ensemble des paramètres considérés, l'Excès de Risque Individuel restent très inférieur à la valeur seuil de 1.10^{-5} , valeur jugée comme acceptable pour la protection et la santé humaine.

En tenant compte de la co-exposition, on obtient les **Somme d'Excès de Risque Individuel de cancer (SERI) suivantes :**

organes cibles	somme ERI
Foie	1,30E-09
Sang	1,56E-08

Les SERI restent toutes inférieures à la valeur seuil de 1.10^{-5} .



Ce qu'il faut retenir...

Les Excès de Risque Individuel (ERI) sont tous inférieurs à 10^{-5} . Même s'il n'existe pas de seuil absolu d'acceptabilité, on peut cependant considérer que le risque sanitaire lié à l'exposition de la population riveraine aux émissions du site est négligeable au regard des valeurs réglementaires prises comme référence (10^{-5} : OMS).

7.4 Analyse au regard des travailleurs

Même si l'étude santé n'a pas pour objet d'analyser les risques professionnels, nous avons analysé ce risque sur la base des résultats du suivi H₂S réalisé sur le site, au niveau des capteurs présents sur l'installation. La **valeur maximale** observée sur la période octobre 2013 à octobre 2014 est de 3 199 ppb soit 4,6 mg/m³.

Cette valeur maximale est comparée aux

- ✓ VLEP : valeurs limites d'exposition professionnelle, correspondant à la concentration maximale d'une substance chimique dans l'air du milieu de travail qui ne provoque pas d'effet néfaste sur la santé des travailleurs ou de nuisance inacceptable
- ✓ VME : valeur moyenne d'exposition = VLEP sur 8 heures

Nom	Formule brute	Masse molaire	N�� CAS	VME (mg/m ³)	VLE (mg/m ³)
Hydrogène sulfuré (sulfure d'hydrogène)	H ₂ S	34,08	7783-06-4	7	14

On constate que les valeurs mesurées sont en dessous des valeurs d'exposition professionnelle.

8

Analyses des incertitudes et conclusions

8.1 Analyse des incertitudes

L'analyse des incertitudes permet, en faisant la synthèse de toutes les lacunes de connaissances qui ont nécessité des hypothèses, d'apprécier le niveau de confiance qui peut être accordé aux résultats de cette évaluation des risques et de formuler des recommandations tenant compte de ces incertitudes.

Les incertitudes sur les résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires du site alv  ol sont liées aux défauts d'information et au caractère variable de nombreux termes de calcul. L'analyse des incertitudes permet de mettre en évidence les points sur lesquels des connaissances supplémentaires (recherche scientifique approfondie, acquisition de données supplémentaires...) seraient nécessaires et de classer les hypothèses et les paramètres utilisés au cours de l'évaluation en trois classes :

- ✓ facteurs de sous-estimation des risques,
- ✓ facteurs de surestimation des risques,
- ✓ facteurs d'effet inconnu sur l'estimation du risque.

8.1.1 Facteurs de sous-estimation des risques

- ✓ la non estimation de certaines émissions atmosphériques polluantes par manque de données et d'études (travaux d'aménagement),
- ✓ l'exclusion de certaines substances toxiques de l'étude (les polluants secondaires, difficiles à modéliser ou ceux exclus car présentant à priori moins d'intérêts sanitaires que d'autres).

8.1.2 Facteurs de surestimation des risques

8.1.2.1 Voie d'exposition « air »

- ✓ calcul des CJE et RDr/ERI à partir de **concentrations moyennes maximales** obtenues par modélisation,

8.1.2.2 Facteurs communs aux deux voies d'exposition

Choix d'un scénario d'exposition maximaliste : la population exposée est adulte (débits respiratoires et ingestion quotidienne d'eau maximum), elle vit et travaille dans la zone d'étude, la population est exposée 100 % du temps pendant 70 ans et réside à côté de la source d'émission

8.1.2.3 Facteurs d'effets inconnus sur l'estimation des risques

- ✓ la définition de la relation dose-effet (bien que le rat soit un modèle expérimental validé par la communauté scientifique et possédant un grand nombre de fonctions métaboliques identiques à celles de l'homme, quelques incertitudes peuvent être liées à la transposition animal-homme. Réciproquement, la causalité dans les études d'observation (épidémiologie) est parfois moins certaine que dans les études expérimentales (toxicologie animale). Enfin, les modèles permettant l'extrapolation des courbes dose-réponse observées à fortes doses vers les faibles doses recèlent aussi des incertitudes importantes),
- ✓ le choix de la VTR (il arrive pour certaines substances que plusieurs VTR soient disponibles pour une même voie et durée d'exposition, le choix de l'une d'entre elles, même s'il repose sur des critères qui soient les plus objectifs possibles, influence le résultat),
- ✓ les données de population (le dernier recensement ne date pas obligatoirement de la même année que l'évaluation des risques),

8.2 Conclusion

Les programmes de surveillance de la qualité de l'air menés depuis 2011 permettent d'avoir une estimation des concentrations au niveau des populations cibles. Les derniers résultats indiquent que les rejets atmosphériques liés au site n'engendrent pas **d'impact significatif sur la santé des populations riveraines pour l'ensemble des paramètres.** Pour conclure, les mesures prises pour la maîtrise des effluents gazeux par le SYDED (équipement de drainage à l'avancement, captage par puits verticaux, dispositifs de collecte et de traitement du biogaz) ainsi que le suivi des émissions constitueront les garanties d'un **fonctionnement sécurisé et adapté** des installations de l'ISDND alvéol vis à vis de la santé de la population riveraine et du personnel travaillant sur le site.

ANNEXE 1

CARACTERISATION DES EMISSIONS ATMOSPHERIQUES DE L'INSTALLATION DE STOCKAGE ALVEOL A BELLAC (IRH ENVIRONNEMENT, MARS 2011)

ANNEXE 2

MESURES DE LA QUALITE DE L'AIR SUR LE SITE ET NOTAMMENT DES PARAMETRES NH₃, H₂S, COV, AMINES, MERCAPTANS, METAUX LOURD, PARTICULES PM₁₀ (LIM'AIR, JUILLET 2013)

ANNEXE 3

MESURES DE LA QUALITE DE L'AIR SUR LE SITE ET NOTAMMENT DES PARAMETRES NH₃, H₂S, COV, AMINES, MERCAPTANS, METAUX LOURD, PARTICULES PM₁₀ (LIM'AIR, MARS 2014)

ANNEXE 4

MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DES POLLUANTS (IMPACT ET ENVIRONNEMENT – DECEMBRE 2014)
