



ENSP
ÉCOLE NATIONALE DE
LA SANTÉ PUBLIQUE

RENNES



Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion 2006

**Evaluation des risques sanitaires
« volet chimique » dans un atelier de
traitement de surface
: Ligne Etain/Téflon**

Elève ingénieur :

Julien LAMOUR

Référent pédagogique :

Mr Bard

Référent professionnel :

Mr Levaufre

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur LEVAUFRE, Coordinateur Hygiène et sécurité de FCI BESANCON et référent professionnel pour ce mémoire, pour sa disponibilité tout au long de ces quatre mois, son aide précieuse et ses conseils pertinents lors de mes interrogations.

Mes remerciements s'adressent ensuite à l'ensemble des personnes qui par leur aide précieuse ont permis la rédaction du présent document : les chimistes du site, Martial JEANNET et Cécile DAVAU, Ingénieur chimiste et responsable de la ligne Etain téflon.

Enfin, je tiens à remercier tout particulièrement Mr Bard, référent pédagogique et professeur à l'Ecole Nationale de la Santé Publique de Rennes, pour m'avoir guidé et orienté tout au long de ce travail : de la préparation à la finalisation de ce mémoire. Mes remerciements s'adressent également à Madame LEGEAS, enseignante à l'ENSP pour ces conseils avisés.

Merci enfin à toutes les personnes ayant participées de près ou de loin à la réalisation de ce travail et qui ont contribué au bon déroulement de ce stage.

Sommaire

Introduction	1
1 Présentation du projet	1
2 L'activité de traitement de surface	1
Contexte règlementaire	3
1 Au niveau européen	3
2 Au niveau national	3
2.1 La législation relative aux ICPE	3
2.2 L'arrêté ministériel du 26 Septembre 1985 relatif aux ateliers de traitement de surface	4
3 L'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact	4
Objectifs du mémoire	5
Présentation du Projet	7
1 Description du procédé	7
2 Présentation de la ligne étain téflon	7
2.1 Bain dégraissage cyanuré :	7
2.2 Bain étain téflon	7
2.3 Consommation en matière première	8
2.4 Consommation et rejets d'eaux	8
2.5 Rejets gazeux	8
3 Caractéristiques des unités de dépollution	11
3.1 Traitement des effluents gazeux	11
3.2 Traitement des effluents liquides	11
3.3 La station de traitement de Besançon	12
3.4 Production et gestion des déchets	12
3.5 Sous produits de traitement	12
3.6 Nature des rejets sur la ligne	13
Environnement du site et utilisation des ressources locales	14
1 Description du site	14
1.1 Voisinage de l'usine	14
1.2 Contexte topographique	14
2 Activité économique	15
3 Vulnérabilité des milieux avoisinants	15
3.1 Eau	15
3.2 Air	15
3.3 Sol	16

4	<i>Voies de transfert</i>	16
5	<i>Voies d'exposition</i>	17
6	<i>Caractérisation des populations concernées autour du site</i>	17
	<i>Evaluation des risques sanitaires liés à une exposition de type chronique</i>	19
1	<i>Identification des dangers</i>	19
2	<i>Valeur d'exposition</i>	19
3	<i>Choix des polluants traceurs de risque</i>	20
4	<i>Choix des VTR</i>	21
5	<i>Teneur en polluants dans l'environnement (bruit de fond)</i>	22
6	<i>Quantification du risque</i>	22
6.1	<i>Evaluation 1</i>	22
6.1.1	<i>Caractérisation du Risque</i>	22
6.1.2	<i>Analyse de sensibilité</i>	23
6.1.3	<i>Evaluation des incertitudes</i>	23
6.1.4	<i>Estimation de la dilution atmosphérique et prise en compte du bruit de fond</i>	24
6.1.5	<i>Evaluation des incertitudes</i>	25
6.1.6	<i>Bilan de l'évaluation</i>	25
6.2	<i>Evaluation 2</i>	26
6.2.1	<i>Limites de détection existantes en phase gazeuse pour les composés incriminés</i>	27
6.2.2	<i>Quantification du risque</i>	28
6.3	<i>Evaluation 3</i>	29
6.3.1	<i>Présentation de l'approche</i>	29
6.3.2	<i>Caractérisation du risque</i>	30
6.3.3	<i>Analyse de sensibilité</i>	30
6.3.4	<i>Bilan de l'évaluation</i>	31
6.4	<i>Incertitudes générales liées à l'évaluation des risques et aux propositions faites</i>	31
6.5	<i>Conclusion</i>	32
	<i>Et à l'intérieur de l'atelier ?</i>	33
1	<i>Introduction</i>	33
2	<i>Evaluation des risques sanitaires</i>	33
2.1	<i>Description des scénarii</i>	33
2.2	<i>Liste des dangers</i>	33
2.2.1	<i>Liste des substances dangereuses</i>	33
2.2.2	<i>Choix des valeurs toxicologiques de référence</i>	34
2.3	<i>Données d'exposition</i>	34
2.4	<i>Caractérisation du risque</i>	34
2.5	<i>Discussion</i>	35
2.6	<i>Incertitudes liées à l'évaluation des risques</i>	35
2.7	<i>Conclusion de l'évaluation</i>	35
	<i>Evaluation des risques sanitaires liés à une exposition aiguë</i>	36
1	<i>Listing des accidents recensés en France</i>	36
2	<i>Quel danger pour quel scénario ?</i>	36
2.1	<i>Chlorure de méthylène, chloroforme, 1,1 Dichloroéthylène</i>	37

2.2	Hydroxyde de sodium et acide sulfurique : _____	37
2.3	Cyanure _____	37
2.4	Boues de détoxication _____	37
2.5	Incendie : _____	37
2.6	Arrêt des laveurs de gaz _____	37
2.7	Arrêt du système d'aspiration _____	37
3	<i>Plausibilité des scénarii</i> _____	38
4	<i>Choix des VTR</i> _____	38
5	<i>Concentrations maximales admissibles : scénarii A et E</i> _____	39
6	<i>Dysfonctionnement des laveurs</i> _____	40
	Conclusion _____	43
	Bibliographie _____	44
	Liste des annexes _____	46

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition des secteurs économiques Franc Comtois.....	15
Tableau 2 : Voie de transfert des polluants.....	16
Tableau 3: Voisinage éloigné du site.....	17
Tableau 4: Listing des composés susceptibles d'être émis.....	19
Tableau 5 : Résultats de la métrologie de l'APAVE.....	20
Tableau 6: Choix des polluants traceurs de risque.....	20
Tableau 7 : VTR retenues	21
Tableau 8 : Bruit de fond des composés	22
Tableau 9: Calcul des RD (évaluation 1).....	22
Tableau 10 : Concentrations limites évaluation 1.....	23
Tableau 11 : Quantification du risque avec bruit de fond (évaluation 1).....	24
Tableau 12 : Techniques analytiques disponibles.....	27
Tableau 13: Quantification des effets avec seuils (évaluation 2).....	28
Tableau 14 : Quantification des risques : effet sans seuil (évaluation 2).....	29
Tableau 15 : Analyse de sensibilité sur la durée d'exposition.....	29
Tableau 16 : Caractérisation du risque à partir de VME.....	30
Tableau 17 : Analyse de sensibilité sur les calculs de risque.....	31
Tableau 19: Concentration limites au poste de travail et dans l'atelier.....	34
Tableau 20 : Part de risque attribuable (pour la concentration limite) à l'environnement et à l'exposition à l'intérieur de l'atelier.....	35
Tableau 21 : Choix des VTR exposition aigue.....	38
Tableau 22: Résultats mesures APAVE en mode dégradé.....	40
Tableau 23: Durée maximale de dysfonctionnement.....	40
Tableau 24: Correspondance teneur à l'émission/maison de retraite.....	41

Liste des Figures

Figure I: Répartition suivant la fonction d'utilisation.....	1
Figure II : Synoptique de la ligne Etain Téflon.....	10
Figure III: Voisinage immédiat du site.....	14
Figure IV: Rose des vents du site	16

Liste des sigles utilisés

ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BARPI : Bureau d'Analyse des Risques et des Pollutions Industrielles
BCF: Coefficient de bio accumulation
BRGM : Bureau de recherches géologiques et minières
COV: Composés Organiques Volatils
CPG : Chromatographie en Phase Gazeuse
CRAM : Caisse Régionale d'Assurance Maladie
CHR : Centre Hospitalier Régional
EPA: Environmental Protection Agency
EQRS : Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires
ERS : Evaluation des Risques Sanitaires
ERU : Excès de Risque Unitaire
ERI: Excès de Risque Individuel
ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
INERIS : L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INRS : Institut national de recherche et de sécurité
IPPC : International Plant Protection Convention
IS : Impact Sanitaire
ITER : International Toxicity Estimates for Risk
MEDD : Ministère de l'Écologie et du Développement Durable
OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
OPERSEI : Observatoire Pour l'Évaluation des Risques Sanitaires dans les Études d'Impact
PFOA: Acide PerfluoroOctanique
PTFE : PolyTetraFluoroEthylene
QAFC : Qualité de l'Air en Franche Comté
RD : Ratio de Danger
REL : Reference Exposure Levels
Rfc : Reference Concentration
RIVM : Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu
TCA : Tolerable Concentration in Air
VLEP/VME : Valeur Limite d'Exposition Professionnelle
VTR : Valeur Toxicologique de Référence

Introduction

1 Présentation du projet

Suite à la mise en place d'une nouvelle ligne d'électrodéposition à l'étain et au téflon, FCI Besançon a sollicité l'Ecole Nationale de la Santé Publique afin de réaliser l'évaluation des risques sanitaires associés à cette nouvelle activité. Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) et soumise à autorisation, FCI a été fondée en 1982 et dirigée jusqu'en 1996 par la firme américaine : Dupont de Nemours qui inventa le Téflon® en 1938. Fabricant des connectiques pour la téléphonie, l'automobile et l'informatique, cette ICPE regroupe de nombreuses activités autres que le traitement de surface : moulage/injection, découpage/matriçage et assemblage. Ces secteurs ne seront pas abordés dans cette évaluation.

2 L'activité de traitement de surface

En raison de l'utilisation d'un grand nombre de produits chimiques plus ou moins toxiques ainsi que par le type de réactions mises en jeu, les ateliers de traitement de surface constituent un des secteurs industriels les plus polluants [1].

La surface des matériaux possède naturellement un ensemble de caractéristiques physiques (dureté, pouvoir réfléchissant,...) chimiques ou électriques (résistivité, potentiel). Ces caractéristiques peuvent être modifiées par une opération : le traitement de surface, qui peut intervenir dans une phase intermédiaire (25 % des cas) ou finale (75 % des cas) de l'élaboration du produit.

Le traitement de surface a donc pour but de modifier, transformer la surface de la pièce dans l'optique de lui conférer des propriétés qu'elle n'a pas de façon spontanée telles que, par exemple : résistance à la corrosion, à l'usure, ou modification de l'aspect apparent :

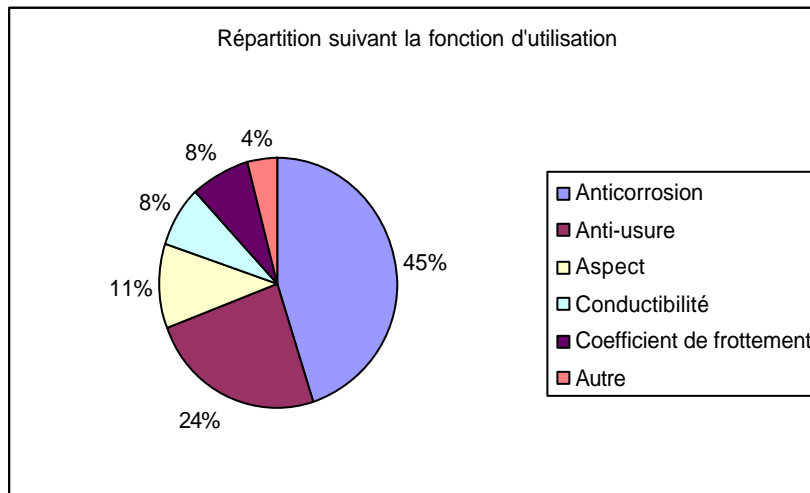


Figure I:
Répartition suivant la fonction d'utilisation

Cette activité ayant des applications très diversifiées, de nombreux industriels l'utilisent dans leur procédé de fabrication. Le traitement de surface intervient principalement dans les secteurs de l'automobile, des télécommunications, de l'électronique, de l'aérospatiale,

de la bijouterie ou de la quincaillerie. Une trentaine de techniques de traitement de surface regroupées en cinq familles constituent l'essentiel de l'activité :

- Traitement par voie aqueuse
- Traitement par conversion
- Les peintures
- Les traitements thermochimiques
- Les traitements mécaniques

L'activité de FCI étant essentiellement basée sur les traitements par dépôts électrolytiques.

Contexte réglementaire

La réglementation appliquée aux ateliers de traitement de surface est à la fois riche et obsolète :

1 Au niveau européen

Il n'existe pas de texte réglementaire propre au traitement de surface. Certaines directives peuvent cependant s'appliquer à ce secteur notamment la directive substances dangereuses de 1976 dans laquelle les produits cyanurés et métalliques sont visés. Aussi, une directive obsolète, datant de 1983 fixe les valeurs limites pour les rejets de cadmium provenant d'établissements industriels ainsi que les objectifs de qualité concernant ce métal pour le milieu aquatique [2].

Les ateliers de traitement de surface sont également concernés par la directive Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) de 1996 [3] qui intervient dans la prévention et la réduction intégrées des pollutions en provenance d'activités industrielles. Elle prévoit ainsi les mesures visant à éviter ou réduire les émissions des activités industrielles dans l'air, l'eau et le sol en ayant recours aux meilleures technologies disponibles.

2 Au niveau national

2.1 La législation relative aux ICPE

Au niveau national, la loi du 19 Juillet 1976 sur les ICPE prend en compte les activités de traitement de surface [4]. Les ateliers mettant en œuvre des dépôts métalliques sont visés plus précisément par les rubriques n° 2565 (traitement des métaux et matières plastiques) et n° 2567 (galvanisation et étamage) de la nomenclature [5]. Les prescriptions sont synthétisées dans le tableau ci dessous :

Rubrique	Activités visées	Prescription	
2565	Revêtement métallique ou traitement de surface par voie électrolytique ou chimique à l'exclusion du nettoyage, dégraissage, décapage des surfaces visées par la rubrique 2564	<ul style="list-style-type: none">▪ Si mise en œuvre de cadmium▪ V cuve > 1500L▪ 200 < V cuve < 1500L▪ Traitement en phase gazeuse ou autre traitement sans mise en œuvre de cadmium	A A D D
2567	Galvanisation, étamage de métaux ou revêtement métallique d'un matériau par immersion ou par pulvérisation de métal fondu	A	

A : Autorisation D : Déclaration

De plus, un atelier de traitement de surface, en fonction des types de prétraitements mis en œuvre, peut être soumis à deux autres rubriques :

- ✚ rubrique n° 2564 : nettoyage, dégraissage, décapage de surface par des procédés utilisant des liquides organohalogénés ou des solvants organiques.

✚ rubrique n° 2566 : décapage des métaux par traitement thermique.

2.2 L'arrêté ministériel du 26 Septembre 1985 relatif aux ateliers de traitement de surface

Contrairement à la plupart des autres ICPE, les ateliers de traitements de surface ne sont pas visés par l'arrêté du 2 février 1998 [6] relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toutes natures des ICPE soumises à autorisation. Ceux-ci sont réglementés par un arrêté ministériel spécifique datant du 26 septembre 1985 [7]

Cet arrêté définit les dispositions techniques applicables aux installations de traitement de surface afin de protéger l'environnement et plus précisément, de prévenir la pollution aquatique et atmosphérique et enfin, de gérer les déchets.

3 L'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact

Le 30 Décembre 1996, la loi sur l'Air est promulguée en France [8]. L'article 19 de cette loi implique « pour tous les projets requérant une étude d'impact » de fournir « une étude des effets du projet sur la santé et la présentation des mesures envisagées pour supprimer, réduire et si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement et la santé ». La circulaire du 17 février 1998 du ministère de l'Aménagement et du territoire [9] marque l'entrée en vigueur de ces nouvelles dispositions. Il faut noter que ces mesures ne s'appliquent pas précisément aux études d'impact des installations classées mais, la modification introduite par cette loi, a conduit à mettre en lumière une exigence qui n'existait qu'implicitement et qui n'était qu'insuffisamment prise en compte.

Objectifs du mémoire

La méthodologie appliquée s'inspirera fortement de celle précisée dans le guide méthodologique publié par l'INERIS [10] et s'articulera autour des 4 étapes fondamentales de la démarche d'évaluation des risques sanitaires: Identification des dangers, Estimation de la probabilité de survenue du danger, Evaluation des expositions et Caractérisation du risque.

L'évaluation qui sera ainsi menée sera dite de premier niveau car elle proposera au gestionnaire de risque les démarches nécessaires à mettre en place pour confirmer les risques éventuellement identifiés.

L'objectif du présent document consistera ainsi à quantifier les risques sanitaires engendrés par l'activité de la ligne Etain Téflon de l'atelier de galvanoplastie de FCI. Ceci sera réalisé grâce à l'utilisation de données d'expositions issues d'une métrologie en sortie des laveurs de gaz de l'usine.

Outre cet objectif majeur, on s'efforcera de mettre en évidence les possibles carences en terme de protection sanitaire, tant à l'intérieur de l'atelier qu'à l'extérieur du site. Ces carences seront mises en évidence par la mise en place de scénarii simulant des dysfonctionnements possibles et correspondant à des émanations toxiques fortes et de courtes durées. Ces scénarii permettront également de juger de l'efficacité des systèmes de dépollution mis en place en termes de protection sanitaire.

Présentation du Projet

1 Description du procédé

Le procédé nouvellement installé sur le site, répond à un besoin concernant les connecteurs de l'industrie automobile. L'installation est tout à fait comparable à celles déjà existantes sur les autres lignes. Il s'agit d'une électrodéposition sélective d'étain téflon sur une bande de cuivre métal. La bande passe dans en continu une succession de bains pour y subir des réactions électrochimiques précises.

Les polymères perfluorés tels que le polytétrafluoroéthylène (PTFE ou Téflon) allient différentes qualités qui les rendent très utiles en traitement de surface : grande inertie chimique et thermique, résistance mécanique élevée, faible coefficient de friction ainsi qu'une résistance électrique importante. Autant de propriétés qui permettent aux connecteurs créés d'améliorer leur propriété mécanique afin de réduire les forces d'insertion lors de l'assemblage.

2 Présentation de la ligne Etain/Téflon

La ligne comporte une section dégraissage au cyanure et une section d'électrodéposition étain/téflon. Ces installations sont installées dans l'atelier de galvanoplastie de l'usine. La production est prévue pour un fonctionnement de 1750 heures par an.

2.1 Bain dégraissage cyanuré

Utilisé à température ambiante, ce bain assure un dégraissage cathodique alcalin auquel on peut superposer aux actions habituelles de détergences une action mécanique provoquée par un courant gazeux. Il s'agit dans ce cas de mettre à profit un dégagement d'hydrogène à la cathode qui va aider à l'élimination des substances et entraîner une agitation efficace avec renouvellement de la solution à la surface de la pièce. De tels bains permettent d'obtenir des pouvoirs complexant et désoxydants très élevés; néanmoins, ils sont très toxiques et possèdent un pouvoir émulsionnant faible.

2.2 Bain étain téflon

Le bain de 500 litres est obtenu en mélangeant deux cuves différentes : la solution porteuse et la solution d'étain pur. La première est composée de fines particules de PTFE (0.08 µm de diamètre) mélangées à un agent tensio-actif qui charge positivement les particules. La seconde est composée d'un mélange d'acide et d'étain. Ce bain est maintenu à une température proche des 30 °C.

2.3 Consommation en matières premières

Après entretien avec l'ingénieur chimiste du site et observation in situ des pratiques des techniciens, il est possible d'établir un listing exhaustif de l'ensemble des produits utilisés sur la chaîne :

Bain Cyanuré
Cyanure de sodium
Hydroxyde de sodium
Carbonate de sodium
Sulfate de sodium

Bain Etain Téflon
Acide méthane sulfonique
Méthane sulfonate d'étain
Acide méthacrylique
Ethanol
Méthanol
Téflon Particulaire
Ammoniaque

2.4 Consommation et rejets d'eaux

Certains effluents liquides issus de la ligne sont traités en interne, d'autres (bains usagés) seront repris par la société EDIB après être stockés sur des zones de rétention prévues à cet effet. Ainsi :

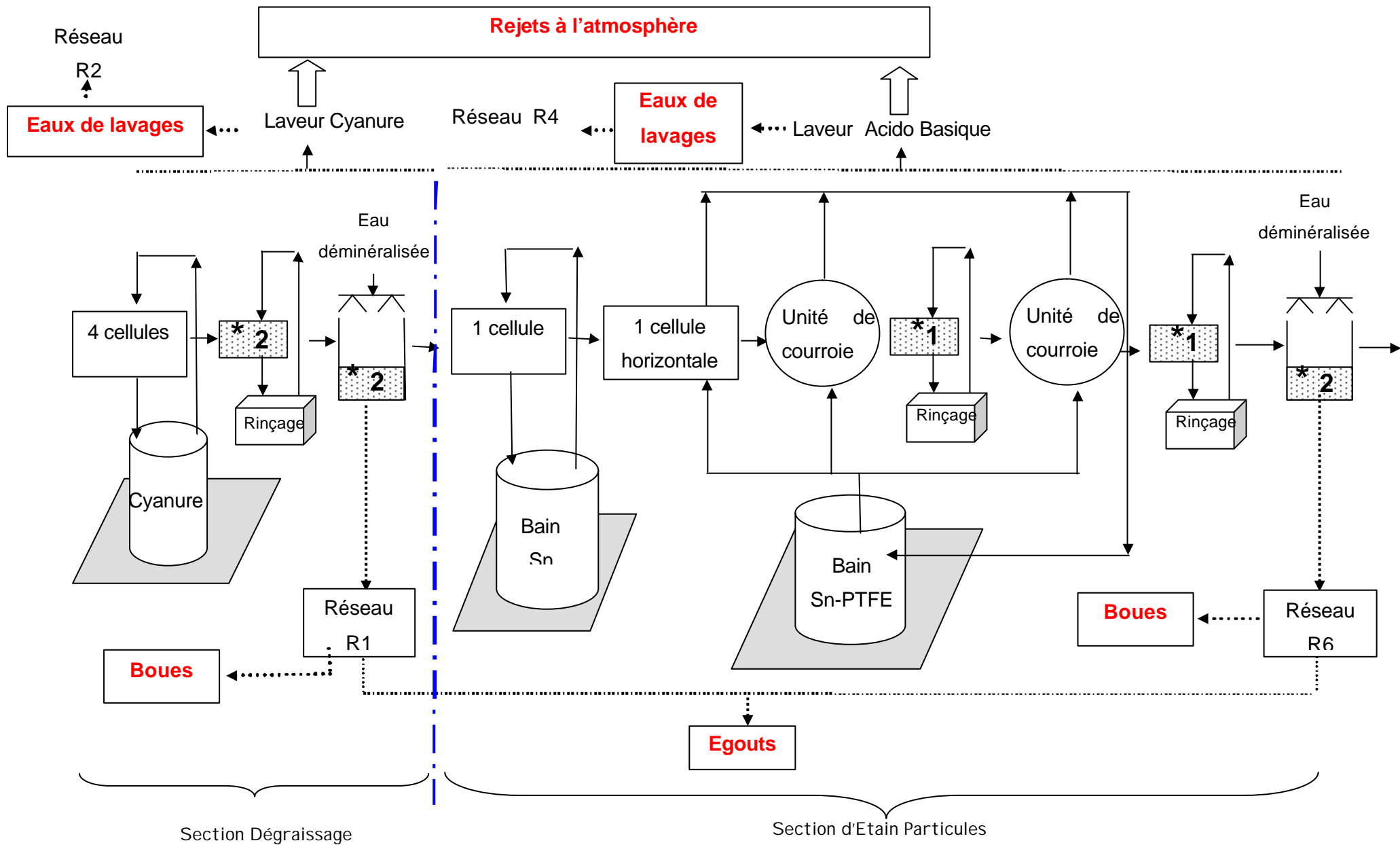
- Les eaux issues du rinçage par aspersion après le dégraissage cyanuré seront dirigées vers le réseau R1 de neutralisation des effluents.
- Les deux rinçages par aspersion après la section étain téflon seront dirigés vers le réseau R6 (réacteur/décanteur).

Une description détaillée du réseau d'eau sera réalisée par la suite afin d'identifier la nature des réactifs et des traitements utilisés sur chaque chaîne de traitement.

2.5 Rejets gazeux

Les aérosols et gaz produits par l'électrolyse des bains sont captés à la source, ce qui signifie que les bouches d'aspiration sont situées le plus près possible de la surface d'émission. Les équipements sont raccordés à deux réseaux d'aspiration spécifiques : laveur métaux commun et laveur métaux précieux / cyanure.

Le synoptique ci-dessous permettra quant à lui une meilleure visualisation de l'organisation générale de la ligne :



3 Caractéristiques des unités de dépollution

3.1 Traitement des effluents gazeux

Les laveurs utilisés sont des laveurs à pulvérisation. Un liquide spécifique est pulvérisé à contre courant du trajet des aérosols émis par les bains. Les gouttelettes au contact du gaz, piègent les polluants. Un dévésiculateur est également installé à la sortie de chaque laveur afin de récupérer les liquides qui sont entraînés par les gaz.

Caractéristiques du laveur 1 : réseau des communs

Le débit d'aspiration est maintenu à 10 000 Nm³/h. Le rempotage s'effectue à l'eau brute. Le liquide, composé uniquement d'eau, est pulvérisé grâce à deux rampes spécifiques. Les eaux de lavage des gaz sont traitées avant rejet dans le réseau public par le réseau R4.

Caractéristiques des laveurs métaux précieux 2 et 3

Le débit d'aspiration est maintenu à 5000 Nm³/h, le rempotage s'effectuant à l'eau déminéralisée. Le liquide (soude + eau de javel) est pulvérisé grâce à 3 rampes spécifiques. Les eaux de lavage sont traitées avant rejet dans le réseau public par le réseau R2.

3.2 Traitement des effluents liquides

Comme il l'a été sous entendu auparavant, en fonction de la nature des polluants présents, les eaux de process seront dirigées vers des traitements spécifiques. Sur la ligne étain / téflon, au regard de la nature des polluants utilisés et de la nature des traitements atmosphériques utilisés, les réseaux utilisés seront : R1, R2, R4, R6.

Réseau R1

Il recueille les effluents alcalins. Ces effluents sont biodégradables et sont soumis à un simple traitement de neutralisation à l'acide sulfurique. Après neutralisation, le pH est contrôlé en continu avant déversement dans la cuve de transfert. Lorsque le pH est correct, les effluents sont rejetés dans l'égout. Si le pH est en dehors des spécifications requises, l'effluent est recyclé dans le réacteur de neutralisation ou stocké dans une cuve tampon en cas de panne du dispositif de neutralisation.

Réseau R2

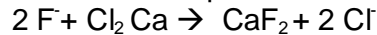
Il recueille les effluents cyanurés. L'élimination de cyanure est réalisée par l'utilisation de chlore sous forme d'hypochlorite de sodium. Une cuve spécifique de 30 m³ est prévue pour stocker les produits en cas de panne de l'installation.

Réseau R4

Il recueille les effluents fortement chargés en nickel mais également les eaux de lavages du laveur métaux communs. Ces effluents sont traités par précipitation, décantation et épaississement des boues. L'ajout de soude permet la formation de précipités d'hydroxydes métalliques. La décantation est facilitée par l'ajout de coagulant/floculant. Après décantation les eaux claires sont envoyées dans le réseau R1, précédemment décrit pour ajustement du rejet. Les boues sont ensuite recueillies dans une cuve à boue pour y être pompées et acheminées vers un filtre presse.

Réseau R6

Il recueille les effluents riches en étain et en plomb. Ceux-ci sont traités par précipitation et décantation selon le même processus que le réseau R4. Le fluor contenu dans ces rejets est précipité par du chlorure de calcium par la réaction :



Les boues produites par ce réseau sont également acheminées vers le filtre presse puis évacuées du site par une société spécialisée. Les eaux issues de ces traitements sont évacuées par l'égout et acheminées vers la station d'épuration de Port Douvot de Besançon

3.3 La station de traitement de Besançon

La station d'épuration de Port Douvot, dernier maillon du système de dépollution avant rejet dans le Doubs a fait l'objet durant les années 1990 à 1992 d'une extension à 200 000 habitants de sa capacité de traitement. Cette station, classique, située au Sud-Est de Besançon, est constituée de prétraitements physico chimiques associés à une coagulation/floculation ainsi qu'un traitement à boues activées.

Cette station n'est donc pas en mesure de palier efficacement à d'accidentels rejets toxiques. Elle en est également fragilisée par la présence de traitement biologique.

3.4 Production et gestion des déchets

Norisko Environnement l'a noté dans son rapport [16], la gestion des déchets réalisée par FCI ne peut ni entraîner de pollutions des sols ni induire des pollutions de nappe et ce, grâce à une gestion appropriée des déchets.

Rappelons que celle-ci se réalise de la façon suivante :

- Les déchets banaux combustibles, constitués essentiellement par les emballages en papier ou carton, les plastiques ou autres produits combustibles sont envoyés à raison de trois tonnes par mois vers les installations d'incinération municipales.
- Les huiles sont stockées sur des zones de rétention spécifiques pour être récupérées et traitées par un organisme spécialisé.
- Les déchets métalliques sont quant à eux stockés, regroupés puis récupérés par des fournisseurs ou récupérateurs spécialisés.

3.5 Sous produits de traitement

Les différents traitements appliqués sur la ligne génèrent des sous produits éventuellement toxiques qu'il convient d'identifier :

Les laveurs oxydent tout d'abord l'ion cyanure en cyanate par l'ion hypochlorite. Cette réaction favorise la formation de chlorure de cyanogène [11].

Les eaux de lavage, lorsque mises en contact avec les chlorures des tours de lavage, s'enrichissent en acide chlorhydrique. Son mélange avec le méthanol utilisé sur la ligne peut de fait induire la formation de :

- Chloroforme [12]
- 1,1 dichloroéthylène [13]
- Chlorure de méthylène [14]

Enfin, le téflon particulaire, lorsque utilisé en milieu acide peut se décomposer en fluorures et acide fluorhydrique [15]. Aussi, à une température de 30 °C, comparable à

celle du bain Etain/Téflon, aucun risque d'émanation d'acide perfluorooctanique (PFOA) n'est à envisager [16].

3.6 Nature des rejets sur la ligne

La ligne étain-téflon étant maintenant décrite de façon précise, il devient possible d'identifier la nature des rejets et des déchets formés sur cette ligne :

Nature des rejets	Caractéristiques
Rejets liquides	Rejet à l'égout de la station d'épuration
	Bains usagés
	Bains de rinçage
Rejets gazeux	Produits formés par électrolyse
	Emanations des bains
	Produits formés par les laveurs
Rejets solides	Déchets de la ligne
	Boues de la station d'épuration

Environnement du site et utilisation des ressources locales

1 Description du site

1.1 Voisinage de l'usine

La société se situe à l'extrême Sud Ouest de Besançon dans le canton de la PLANOISE. Elle est située à environ 100 mètres au nord de la maison de retraite d'Avanne et à 300 m au sud des plus proches habitations du quartier de la PLANOISE. On trouve dans un rayon de 150 m autour du site quelques entreprises et espaces de vie collective. La carte présente ci-dessous permet de repérer l'environnement immédiat de FCI et permet d'y repérer notamment :

- Des bureaux administratifs (situés à 150 mètres des rejets de FCI)
- Une piscine et patinoire (situées à 300 mètres des rejets de FCI)
- Une maison de retraite (située à 100 mètres des rejets de FCI)
- Deux centres commerciaux. (situés à 800 mètres des rejets de FCI)

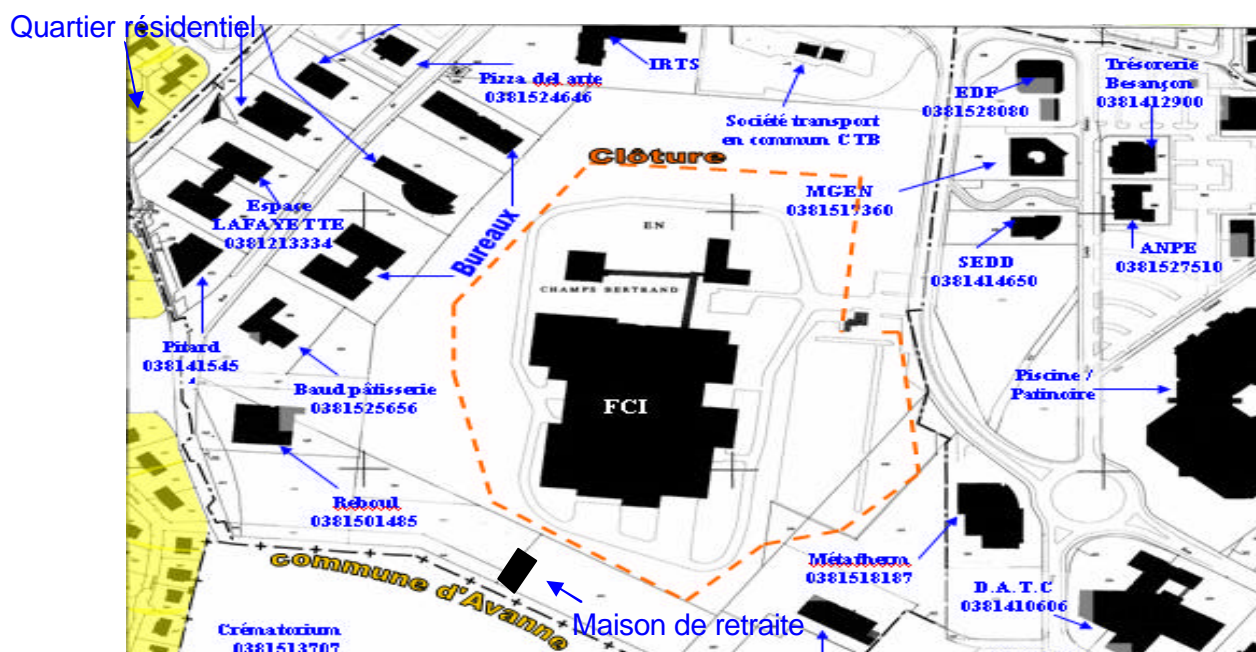


Figure III: Voisinage immédiat du site

Une carte à l'échelle plus réduite permet quant à elle de repérer l'environnement plus éloigné du site et d'y repérer les communes limitrophes. (cf Annexe 1)

1.2 Contexte topographique

Le terrain sur lequel l'entreprise est installée présente une déclivité naturelle faible avec une pente de faible importance. Les vents dominants sont les vents de sud-ouest. L'obstacle principal est constitué par la côte de la PLANOISE dont le point culminant (450m) est situé au sud-est de l'entreprise. (cf Annexe 1)

2 Activité économique

La Franche-Comté est à la fois rurale et industrielle. L'industrie représente en effet le tiers de la valeur ajoutée régionale produite et des emplois salariés en 1999.

Tableau 1 : Répartition des secteurs économiques Franc Comtois

Secteurs	Part des secteurs employeurs
Agriculture	3.6%
Industrie	25.5%
Construction	6.0%
Tertiaire	64.9%

Le secteur agricole est quant à lui, certes en plein essor mais reste faiblement implanté à proximité des agglomérations Franc-Comtoises. Aucune exploitation, de taille suffisante, n'est ainsi à relever à proximité de FCI sur un rayon de 2 km.

3 Vulnérabilité des milieux avoisinants

3.1 Eau

FCI se situe sur un terrain essentiellement daté du Jurassien moyen surmonté soit par des alluvions quaternaires soit par des dépôts non datés. Les formations calcaires ainsi présentes sur le site, de par leur degré de karsification, sont très vulnérables, malgré le placage peu perméable que constituent les formations fluviales.

Par suite de leur caractère fortement transmissif, les formations calcaires permettent à des polluants de se propager rapidement avec une faible dispersion. D'après les informations obtenues sur le site Infoterre du BRGM [17], il existe une cinquantaine de forages recensés dans un rayon de 4 km du site étudié. Ces ouvrages captent en majorité la nappe alluviale ; leur profondeur est généralement inférieure à 10 m et le niveau d'eau se situe autour de 2m/sol. L'étanchéité du revêtement du site associée à la gestion en interne des effluents liquides empêche toute pollution de la nappe située sous le site [18].

A quelques kilomètres se situe le Doubs, eau superficielle dont aucun usage ni alimentaire n'est réalisé. L'usage récréatif des eaux du Doubs n'est autorisé qu'à 15 km du site.

3.2 Air

Afin de représenter de façon réaliste les fréquences des directions des vents soufflants sur le site, un relevé de mesures distribué par météo France Besançon a été utilisé afin de réaliser la rose des vents du site. La station météo se situe dans un contexte topographique totalement comparable à celui de FCI.

La rose des vents est ainsi réalisée grâce aux vents horaires mesurés à 10 mètres et moyennés sur 10 minutes. Les données récoltées sont issues de mesures réalisées par météo France du 01 Janvier 1985 au 31 Décembre 2004 au point ayant pour coordonnées : latitude : 47°14'54"N et longitude : 05°59'18"E. Les vents orientés en direction du Sud-ouest ont représenté une occurrence de 55 %, ceux en direction du Nord Est : 41%. Cet axe majeur réunit à lui seul 96% des vents dont la vitesse est supérieure à 1.5 m/s. Il constitue donc notre axe de dissipation majoritaire. Selon cet axe, 80 % des vents sont dits calmes. **Ainsi la dispersion des polluants atmosphériques émis par FCI sera faible.**

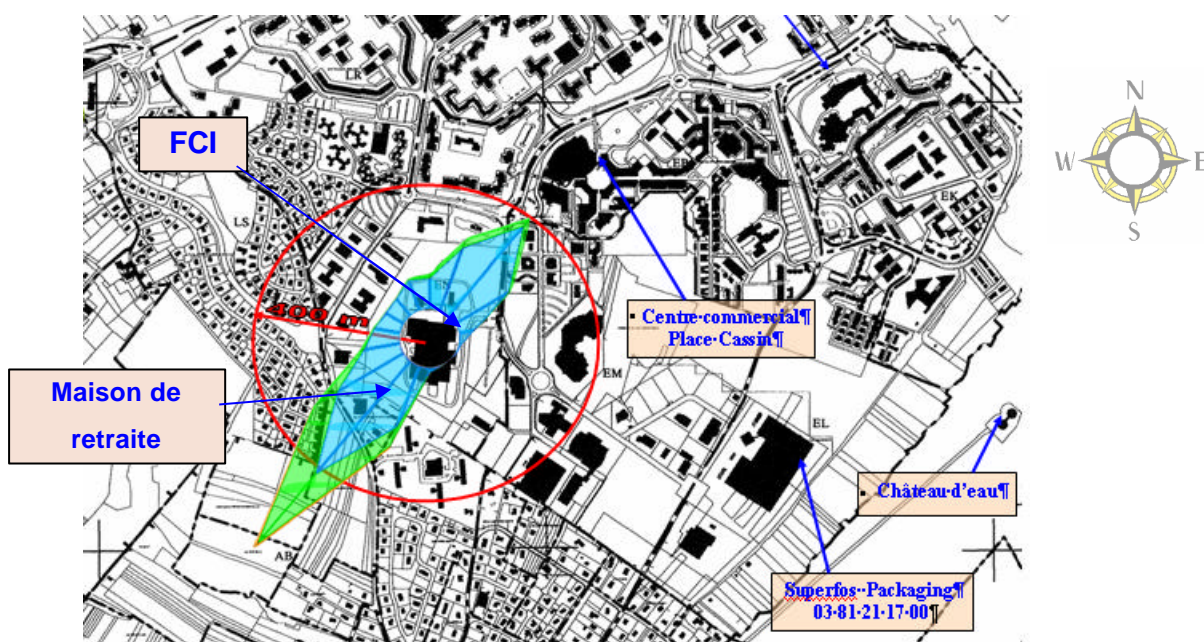


Figure IV: Rose des vents du site

3.3 Sol

Mandatée par FCI, la société Norisko environnement a réalisé en Septembre 2004 une étude visant à caractériser la qualité du sol du site [18]. Les pollutions recherchées étaient : celles dues aux activités antérieures à FCI et celles engendrées par l'activité actuelle : retombées atmosphériques, pollutions accidentelles ou pollutions quotidiennes. Aucune pollution imputable à FCI n'a ainsi été mise en évidence. La présence naturelle d'Arsenic a cependant été notée.

4 Voies de transfert

Les populations riveraines sont-elles exposées à ces substances dangereuses ? Le tableau suivant permettra en effet de déterminer, si au regard des modalités de contamination possibles, celles ci induisent ou non une exposition de type chronique de la population environnante : (une échelle de 0 à 2 permettra de caractériser la pertinence du média d'exposition considéré : 0 : improbable, 1 : peu probable, 2 : probable).

Tableau 2 : Voie de transfert des polluants

	Caractéristique du site	Pertinence du média d'exposition	Explication
Inhalation			
Air	Inhalation de polluants gazeux	2	Population sensible à proximité immédiate du site
Air	Inhalation de polluants adsorbés sur les poussières	2	
Air	Inhalation de vapeur d'eau polluée	2	
Ingestion			
Eau alimentaire	Consommation régulière de l'eau du Doubs en aval de la station d'épuration de Port Douvot	0	Eau non potable et interdite à la consommation

Poisson	Pêche et consommation de poisson dans le Doubs	1	Pêche fréquente mais BCF* des polluants très faible
Légume	Consommation de produits agricoles sur ou à proximité du site	0	Aucune zone agricole à proximité (rayon de 3 km)
Sol	Ingestion de sol contaminé par les retombées atmosphériques	0	Polluants faiblement particuliers
Eau à usage récréative	Ingestion d'eau du Doubs dans les zones à baignades autorisées	0	Baignade éloignée du rejet de la station
Cutané			
Air	Retombées atmosphériques	0	Retombées atmosphériques négligeables

*BCF : Bio accumulation factor

5 Voies d'exposition

D'après le tableau auparavant dressé, l'inhalation constituera notre voie d'exposition majoritaire.

L'ingestion d'eau par une consommation régulière d'eau du Doubs ne peut constituer une voie d'exposition pertinente du fait de la gestion réalisée de cette eau à proximité du site (rayon de 15 km) (eau non alimentaire).

A cela s'associent : des faibles coefficients de bio accumulation (BCF) des polluants susceptibles d'être émis et d'importantes dilutions (dans le réseau d'assainissement et dans le Doubs) qui justifient l'exclusion d'une contamination par consommation de poisson.

L'étude menée par Norisko Environnement [18] a également démontré que les retombées atmosphériques sont tellement négligeables (voire inexistantes) qu'elles n'induisent aucune pollution des sols et donc des aliments éventuellement cultivés dans un rayon supérieur à 2 km (distance où les premières cultures peuvent exister).

Ses faibles retombées justifient également, malgré l'apparente fragilité du réseau d'eau du fait de sa forte transmissivité, la non contamination du réseau d'eau par les retombées atmosphériques et excluent donc une éventuelle contamination de l'eau d'irrigation.

Au final sera retenue :

- Exposition par inhalation aux rejets atmosphériques

6 Caractérisation des populations concernées autour du site

Il est ensuite possible d'établir le tableau suivant qui précise l'éloignement des plus proches communes à FCI. L'étude a été menée sur les agglomérations situées dans la direction des vents dominants repérés par la rose des vents, soit selon l'axe Sud Ouest/Nord Est :

Tableau 3: Voisinage éloigné du site

Secteur Sud Ouest : Distance FCI/ centre de la commune en km	
AVANNE	0.8
RANCENAY	5.5
ARGUEL	8.5

LARNOD	12
PUGUEY	15
Secteur Nord Est : Distance FCI /centre de la commune en km	
BESANÇON	2
CHALEZEULE	12
CHALEZE	14

A la lecture de ces résultats, compte tenu de l'éloignement de certaines communes certaines ne seront pas prises en compte dans l'évaluation des populations cibles de l'évaluation des risques sanitaires. Afin d'obtenir des résultats plus pertinents, la population exposée de BESANCON sera restreinte au canton de la PLANOISE. Celle de l'AVANNE sera prise dans sa totalité.

Sur ces zones, et au regard des faibles quantités de polluants susceptibles d'être émises, il semble que le public cible le plus pertinent à prendre en considération soit celui qui regroupe les qualités suivantes :

- Proximité par rapport aux rejets des laveurs
- Situé dans la direction des vents dominants
- Regroupement de population sensible

La maison de retraite de l'Avanne semble répondre à ces paramètres et constituera donc notre public dit critique en termes d'exposition. Rappelons que cet établissement regroupe 280 pensionnaires et est encadré par 35 personnes et situé à seulement 100 mètres des rejets de FCI.

Evaluation des risques sanitaires liés à une exposition de type chronique

1 Identification des dangers

A partir de la description auparavant réalisée de la ligne étain téflon, il est maintenant possible d'identifier l'ensemble des substances susceptibles d'être émises, par la voie d'exposition retenue : l'inhalation. L'analyse des banques de données en toxicologie et épidémiologie ([19], [11], [12], [13], [14]) nous fournira la ou les valeurs toxicologiques de référence (VTR) par type d'effet (non cancérigène, cancérigène). **L'étude menée est donnée en annexe (Annexe 2).** Le tableau ci dessous synthétisant cette analyse:

Tableau 4: Listing des composés susceptibles d'être émis

Composé	Origine	Nature des données toxicologiques disponibles	Effet toxique majeur associé
Acide chlorhydrique	Produit électrolytique	VTR	Irritations voie respiratoire
Chloroforme	Laveurs	VTR	Effets hépatiques et carcinomes hépatocellulaires
Chlorure de méthylène	Laveurs	VTR	Tumeur pulmonaire et effet neurologique
1.1 Dichloroéthylène	Laveur	VTR	Effet sur le foie
Téflon Particulaire	Bain Etain Téflon	ND	ND
Acide Méthacrylique	Bain Etain Téflon	ND	ND
Acide méthane sulfonique	Bain Etain Téflon	VLEP	ND
Cyanure de sodium	Bain cyanuré	VTR	Effet sur la thyroïde
Ammoniac	Bain Etain Téflon	VTR	Affection pulmonaire
Oxydes d'azote	Laveurs	VTR	Affection bronchique
Méthanol	Bain Etain Téflon	VLEP	ND
Ethanol	Bain Etain Téflon	VLEP	ND
Acide fluorhydrique	Bain Etain Téflon	VLEP	Fluorose
Acide cyanhydrique	Bain cyanuré	VTR	Attaque système nerveux central
Fluorure	Bain Etain Téflon	Valeur Guide	Fluorose
Etain Particulaire	Bain Etain Téflon	VLEP	ND
PM 10	Ligne de production	VTR	Atteintes muqueuses respiratoires
Hydroxyde de sodium	Bain cyanuré	VLEP	ND

2 Valeur d'exposition

Le tableau ci-dessous permet pour sa part d'obtenir les résultats de la métrologie entreprise par l'APAVE le 6 Juin 2006 [20]. Les techniques analytiques mises en place pour réaliser cette métrologie sont précisées en annexe (Annexe 4).

Tableau 5 : Résultats de la métrologie de l'APAVE

Composé	Concentration en sortie de laveurs	Composé	Concentration en sortie de laveurs
Chlorure de méthylène	<0.21 mg/m ³	Ammoniac	0.012 mg/m ³
Chloroforme	<0.21 mg/m ³	Oxydes d'azotes	<3.6 mg/m ³
1, 1 Dichloréthylène	<0.21 mg/m ³	Acide chlorhydrique	0.066 mg/m ³
Acide cyanhydrique	0.006 mg/m ³	Ion Fluorure	<0.054 mg/m ³
Acide méthacrylique	ND	Etain	4.2 10 ⁻⁴ mg/m ³
Acide méthane Sulfonique	ND	PM ₁₀	0.009 mg/m ³
Cyanure de sodium	ND	Méthanol	<0.27 mg/m ³
Hydroxyde de sodium	0.141 mg/m ³	Ethanol	<0.28 mg/m ³
Téflon particulaire	Non réalisé	Acide fluorhydrique	Non réalisé

3 Choix des polluants traceurs de risque

Un traceur de risque est défini comme étant un déterminant essentiel du risque sanitaire potentiellement associé au site étudié. Le choix est fondé sur des critères définis « a priori » comme la quantité émise, la connaissance de la toxicité de la substance, de son comportement dans l'environnement...

Au regard du faible nombre de produits susceptibles d'être émis, le choix sera réalisé à partir de seulement deux critères : existence de valeurs toxicologiques de référence et d'une métrologie à l'émission. La gravité de l'effet toxique aurait pu être un facteur de choix de classification mais n'a pas été retenue puisque largement analysée par la suite.

Sur l'ensemble des polluants susceptibles d'être émis et auparavant identifiés, certains ne disposaient pas de VTR officielle ou n'avaient pas été analysés avec des techniques appropriées (VTR < seuil de détection). Ainsi 3 types d'évaluations ont été réalisés :

- 1) Composé avec VTR et analyse supérieure au seuil de détection
- 2) Composé avec VTR et analyse inférieure au seuil de détection
- 3) Composé avec valeur d'exposition professionnelle (VLEP) et analyse supérieure seuil de détection

Aucun composant disposant d'une VLEP dont la quantification était inférieure au seuil de détection n'étant à signaler, seules ces trois classifications ont été proposées. Le but est d'assurer la fiabilité des conclusions tirées de l'analyse de risque sanitaire. Elles évitent ainsi de tirer des conclusions trop hâtives sur l'absence de risque pour certains composés qui, par exemple, n'ont pas pu être détectés faute de techniques analytiques adaptées. On aboutit ainsi au tableau suivant :

Tableau 6: Choix des polluants traceurs de risque

Evaluation 1	Evaluation 2	Evaluation 3	Produit écarté
Acide chlorhydrique	Chloroforme	Méthanol	Téflon particulaire
	Chlorure de méthylène	Ethanol	Acide méthane sulfonique
Ammoniac	1.1 Dichloroéthylène	Acide fluorhydrique	Acide méthacrylique
Acide cyanhydrique		Etain Particulaire	
Particule PM ₁₀	Oxydes d'azote	Hydroxyde de sodium	
	Fluorure		

- Cette étape a ainsi permis d'écarter 3 composés pour lesquels il est difficile, à l'heure actuelle, d'identifier une réelle dangerosité. En effet pour les 3 composés incriminés aucune valeur toxicologique n'était disponible (VTR ou VLEP).

5 Teneur en polluants dans l'environnement (bruit de fond)

Pour l'ensemble de ces polluants, sera pris en considération, lorsque disponible, le bruit de fond naturellement présent dans l'environnement et auquel sont exposés les publics cibles auparavant définis. Au regard de la difficulté de trouver ces données, on peut d'ores et déjà noter une grande hétérogénéité de l'origine des valeurs trouvées :

Certaines données proviennent de la station météorologique de la Planoise située à près de 700 m de FCI et gérée par l'association de la Qualité de l'Air en Franche Comté (QAFC).

Les autres données, quant à elles, proviennent de la littérature : pour certaines des données françaises et pour d'autres, des données internationales.

Tableau 8 : Bruit de fond des composés

Composé	Bruit de fond dans l'air	Source	Composé	Bruit de fond dans l'air	Source
Chlorure de méthylène	ND $\mu\text{g}/\text{m}^3$	[14]	Ammoniac	4.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	[22]
Chloroforme	ND $\mu\text{g}/\text{m}^3$	[12]	Oxydes d'azotes	12.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	[23]
1, 1 Dichloréthylène	ND	[13]	Acide chlorhydrique	0.01 mg/m^3	[26]
Acide cyanhydrique	0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	[21]	Ion Fluorure	0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	[24]
Acide méthacrylique	ND		Etain	0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	[25]
Acide méthane Sulfonique	ND		PM ₁₀	19.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	[23]
Cyanure de sodium	ND		Méthanol	ND	
Hydroxyde de sodium	0.01 mg/m^3	[26]	Ethanol	ND	
			Acide fluorhydrique	0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	[24]

6 Quantification du risque

La quantification des risques sera donc réalisée pour les 3 groupes de polluants traceurs auparavant définis.

6.1 Evaluation 1

6.1.1 Caractérisation du Risque

Les composés incriminés sont au nombre de 4 et au regard de leurs effets toxiques, seuls des effets à seuils sont à recenser. Le scénario d'exposition envisagé concernera donc les résidents de la maison de retraite, étant le public le plus exposé aux émanations toxiques. Le calcul du quotient de danger, qui permettra d'obtenir le risque de développer tel symptôme pour la substance considérée, sera donc exprimé à partir de l'équation suivante :

$$RD = \frac{\text{Concentration en sortie des laveurs}}{VTR} * \left(\frac{7 \text{ jours}}{7 \text{ jours}} * \frac{24 \text{ Heures}}{24 \text{ Heures}} \right)$$

Ceci nous permettant de dresser le tableau des calculs des RD suivant :

Tableau 9: Calcul des RD (évaluation 1)

	Concentration mg/m^3	VTR mg/m^3	Effet toxique associé à la VTR retenue	RD
Acide Chlorhydrique	0,066	0,02	Hyperplasie muqueuse nasale	3,3
Ammoniac	0,012	0,1	Attaques pulmonaires	0,1
PM 10	0,009	0,03	Atteintes muqueuses respiratoires	0,2

Acide cyanhydrique	0,006	0,009	attaque système nerveux central	0,6
--------------------	-------	-------	---------------------------------	-----

Pour un polluant, à savoir l'acide chlorhydrique, le risque est inacceptable selon nos estimations. Ce risque est à associer à l'effet sanitaire engendré: hyperplasie de la muqueuse nasale. Calculé pour un public constitué de personnes âgées, ce risque n'est donc pas acceptable.

6.1.2 Analyse de sensibilité

Rappelons que l'ensemble des données d'expositions qui ont été utilisées est le fruit d'une métrologie unique en sortie des laveurs. En effet il était impossible d'utiliser les résultats de l'autocontrôle réalisé par FCI; l'arrêté de 1985 n'imposant qu'une métrologie de famille de polluants (acidité, COV...): données jugées inexploitable selon l'OPERSEI [27]. (Observatoire Pour l'Evaluation des Risques Sanitaires dans les Etudes d'Impact)

Des conditions météorologiques différentes associées à des conditions de fonctionnement différentes de la ligne auraient induit des émanations différentes. Ainsi ces données ne révèlent qu'un état de fonctionnement à un moment donné de la ligne et ne sont donc pas représentatives d'un fonctionnement sur le long terme qu'impose une étude des effets chroniques. Dans ce contexte on propose, à travers le tableau suivant, les concentrations limites moyennées sur une année à ne pas dépasser sur une longue période :

Tableau 10 : Concentrations limites évaluation 1

	Concentration mg/m ³
Acide chlorhydrique	0,02
Ammoniac	0,1
PM ₁₀	0,03
Acide cyanhydrique	0,009

Il convient ainsi au gestionnaire de risque de renouveler ces mesures afin d'avoir une estimation plus représentative d'un fonctionnement annuel de la ligne.

6.1.3 Evaluation des incertitudes

Les valeurs toxicologiques de référence sont celles présentes dans les bases de données usuellement utilisées pour les évaluations de risque. Elles sont issues de revues rédigées par des experts de la littérature scientifique internationale. Elles ne sont donc pas définitives et ne représentent que la connaissance disponible à un moment donné.

Pour les particules, on doit considérer que ce vocable regroupe un ensemble hétérogène d'aérosols dont la taille, la composition et donc les effets varient selon le type de source. Néanmoins pour les effets irritatifs respiratoires étudiés ici, c'est d'avantage les réactions inflammatoires dues à la particule elle-même qui sont en cause, plutôt que les polluants adsorbés. Les effets dus aux polluants adsorbés sont difficiles à étudier dans la mesure où d'une part on ne connaît pas la composition précise des particules émises par FCI, et où, d'autre part, la plupart des effets chimiques étudiés sont relatifs aux particules émises par les moteurs automobiles diesels.

Nous n'avons également pas tenu compte des particules suffisamment fines (< 30 µm) pour être inhalées mais trop grosses (> 10 µm) pour pénétrer l'arbre respiratoire et qui sont ainsi dégluties.

Pour certains composés, les études présentées dans la littérature ne mentionnent pas de relation dose/effet pour les hommes. Certains présentent cependant des relations pour les animaux (acide chlorhydrique, ammoniac). Des doutes subsistent quant à la pertinence d'extrapoler les résultats observés sur les animaux aux humains et ce, malgré la prise en compte de facteurs d'incertitudes car :

- Les symptômes observés sur les animaux ne sont pas toujours les mêmes que ceux observés dans le corps humains
- Le temps de demi-vie des polluants incriminés dans le sérum des animaux est différent à celui estimé dans le sérum humain. Les différences observées entre les hommes et les animaux peuvent provenir des conditions expérimentales divergentes (voie d'exposition, dose) rencontrées dans les diverses études mais aussi des différences entre les mécanismes d'action de ces polluants dans les organismes vivants.

Concernant l'acide chlorhydrique, il est important de noter que la VTR retenue a été réalisée suite à une inhalation par un rongeur alors que, la teneur en sortie des laveurs a été estimée par une quantification en ions chlorures. Le composé responsable des effets identifiés lors de l'élaboration de la VTR et le composé mesuré en sortie des laveurs étant différent, un doute sur les conclusions tirées subsiste donc.

Notons également que le public le plus sensible exposé aux émanations de FCI est constitué des résidents de la maison de retraite. Il devient important de noter que les effets attendus sont issus d'expositions chroniques générés par une exposition de très longue durée. Ainsi le personnel de l'établissement se révèle être sensiblement plus affecté par ces polluants que les résidents eux-mêmes puisque y séjournant plus longtemps.

6.1.4 Estimation de la dilution atmosphérique et prise en compte du bruit de fond

Une équation disponible en annexe 3 permet d'estimer la dilution atmosphérique à la sortie des laveurs de gaz et de proposer ainsi une teneur plus réaliste, mais fautive, de la concentration dans la maison de retraite. Rappelons que ces calculs supposent également un taux de pénétration du polluant dans l'établissement de 100%. Cette équation simplificatrice, ne prendra pas en considération les propriétés physico chimiques des substances incriminées ni leurs vitesses de dépôt respectives. Elle permet cependant d'aborder ce paramètre de façon plus réaliste et de prendre ainsi en considération le bruit de fond de ces substances. A cette équation, a été réalisée une analyse de sensibilité visant à estimer l'influence de la vitesse des vents dominant sur la dilution des polluants émis. Pour cela différents calculs ont été réalisés : RD₀ : vitesse sur le site = v bruit de fond = 0 m/s ; RD₂ : vitesse sur le site = v bruit de fond = 2 m/s.....RD₁₀ ; v bruit de fond = 10 m/s) :

Tableau 11 : Quantification du risque avec bruit de fond (évaluation 1)

	Concentration	VTR	Bruit de fond	RD ₀	RD ₂	RD ₄	RD ₆	RD ₈	RD ₁₀
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³						
Acide Chlorhydrique	0.066	0.020	0.01000	3.3	3.1	3.0	2.8	2.7	2.6
Ammoniac	0.012	0.100	0.00420	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
PM 10	0.009	0.030	0.01920	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
Acide cyanhydrique	0.006	0.009	0.00002	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5

On remarque ainsi que les vents dirigés vers la maison de retraite ne diluent que très faiblement les polluants émis par les laveurs. Pour une vitesse de vent, déterminée par météo France et moyennée sur l'année de 4 m/s, il est possible d'estimer la part du risque attribuable à FCI par rapport au bruit de fond :

	VTR mg/m ³	RD	Part du risque attribuable à FCI (%)
Acide Chlorhydrique	0,02	3,0	97
Ammoniac	0,1	0,1	75
PM 10	0,03	0,3	82
Acide cyanhydrique	0,009	0,6	97

Ainsi, en ce qui concerne les expositions chroniques par inhalation, FCI contribue grandement aux risques associés à chaque composé. Cette étude ne montre cependant pas l'apparition de nouvelle substance présentant un risque inacceptable pour des situations météorologiques différentes (absence de vent au dessus de site).

6.1.5 Evaluation des incertitudes

Un des points clé de l'évaluation des risques sanitaires est la mesure des immissions et son extrapolation à l'exposition des personnes. Il est en effet primordial de pouvoir considérer que sur la zone étudiée (ici la maison de retraite), la population est exposée à un même niveau de pollution atmosphérique, normalement connu, le bruit de fond. Le recours à une station unique pour certain polluant (dans not cas l'association de la Qualité de l'Air en Franche Comté) soulève le problème de la représentativité des mesures. En plus, ces points de surveillance de la qualité de l'air ont été conçus comme un outil d'alerte et ne sont donc pas représentatifs. Les éléments en faveur d'une bonne estimation seraient ainsi : une situation centrale dans la zone, l'absence de sources majeures de pollution industrielles et une bonne corrélation spatio-temporelle avec la majorité des campagnes de mesures réalisées sur zone. Les éléments défavorables seraient la présence d'axes de trafic important sur la zone (proximité de l'autoroute au site d'étude dans notre cas = source potentielle de pollutions localisées), et des conditions météorologiques disparates.

On notera également qu'utiliser des données issues de la littérature ne permet de prendre en considération les éventuelles sources de pollutions présentes à proximités du site étudié. Ainsi les bruits de fond utilisés non issus de mesures précises, ne sont le fruit que d'une estimation grossière et générale, sous estimant la réelle valeur présente sur le public cible concerné. Le manque de données concernant ces valeurs nous ayant poussé à choisir des données américaines et canadiennes.

Cependant, on le remarque, ces valeurs n'ont pas d'influence directe sur les conclusions tirées.

6.1.6 Bilan de l'évaluation

L'acide chlorhydrique est le seul polluant susceptible de présenter un risque inacceptable pour la santé des publics cibles définis (RD >1 et technique d'analyse adaptée).

Deux alternatives se proposent à nous pour établir un indicateur d'exposition fiable : la mesure et la modélisation de l'exposition. Rappelons que les données d'exposition utilisées sont des teneurs à l'émission et que la dilution atmosphérique n'a été envisagée que de façon simpliste. Le risque ainsi calculé, de part l'absence de source secondaire à proximité du site, est fortement majoré. Au regard du faible nombre de composé incriminé, l'échantillonnage a donc été favorisé.

Il est important de préciser au gestionnaire de risque comment le plan d'échantillonnage doit être réalisé :

La réalisation de mesures pour diverses conditions météorologiques et diverses orientations permettra d'avoir une idée de l'influence de la météo sur la dispersion atmosphérique de l'HCL sans devoir passer par l'utilisation d'un modèle informatique. Pour cela 4 points de mesure vont être à réaliser, et ce, selon deux conditions météorologiques différentes (vents faibles et vents forts) :

- Un prélèvement au niveau de la maison de retraite de l'Avanne :
Etant le public le plus directement exposé et le plus sensible aux émissions de FCI.

- Un prélèvement au niveau de la piscine Lafayette :
Même si non situé sur notre axe de dissipation atmosphérique majoritaire, cet établissement regroupe un public très important de personnes sensibles : femmes et enfants de bas âge. Sa mitoyenneté (environ 200 mètres) au site en fait un public à risque.

- Un prélèvement au niveau du centre commercial Place Cassin :
Situé sur notre axe de dissipation atmosphérique, ce lieu regroupe un public très important et ce à proximité du site. Ceci justifiant notre choix.

- Un prélèvement hors influence des émanations de FCI :
Zone de prélèvement éloignée afin d'obtenir le bruit de fond en acide chlorhydrique à proximité du site.

Afin d'obtenir des données exploitables, il est primordial d'effectuer ces prélèvements à hauteur des voies respiratoires en mettant en place une méthode au seuil de détection supérieur à 0.02 mg/m^3 .

Cet échantillonnage ne se restreindra donc pas à l'unique métrologie au niveau de la maison de retraite. Il est en effet éthiquement impossible de laisser des gens exposés à un risque déterministe inacceptable, même s'ils constituent une minorité et même s'ils ne sont pas les plus exposés. Ces prélèvements permettront ainsi d'identifier le cas échéant de tels publics.

6.2 Evaluation 2

Dans le cadre de l'évaluation quantitative des risques, déterminer une concentration au point d'exposition le plus pertinent devient difficile lorsque dans le milieu donné, et pour une substance donnée, les mesures réalisées ne mettent en évidence aucune concentration au moins égale à la limite de détection/quantification (LD ou LQ). C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude ; car il l'a été noté auparavant, les techniques analytiques utilisées lors des prélèvements mis en place n'ont pas permis d'arriver à une quantification précise de certaines substances :

- Chloroforme
- Chlorure de méthylène
- Dichloroéthylène
- Oxydes d'azote
- Fluorures

L'une des problématiques posées consiste alors à savoir si les calculs de risque doivent être menés :

- Soit en retenant pour le milieu étudié et les composés incriminés la limite de détection/quantification associés :

Cette démarche suppose que les valeurs non observables sont toutes situées juste en dessous de la LD (ou de la LQ). Cette hypothèse est fautive mais elle est la plus conservatrice possible, et en absence de biais lors du prélèvement, la « vraie valeur », ne peut être supérieure.

- Soit en considérant implicitement que le média d'exposition n'est pas le plus pénalisant pour cette substance et donc l'écartier.

Cette hypothèse, non conservatrice, repose sur la théorie selon laquelle les composés émis par les laveurs seraient, au contact de l'air et avant échantillonnage, éliminés. Le calcul de l'exposition à l'aide de cette méthode a pour avantage de proposer une limite inférieure de l'exposition, puisque asymptotiquement et en absence de biais lors du prélèvement, la « vraie » valeur de contamination moyenne ne peut être inférieure. Cette évaluation ne paraît pas pertinente dans notre cas puisque, nous ne disposons pas de données sur le bruit de fond des composés incriminés. Le risque calculé par cette méthode donnera donc pour les 3 composés comme borne inférieure : 0.

Mais avant de passer à ces considérations, il est nécessaire de s'assurer que les meilleures techniques analytiques disponibles ont été utilisées.

Au final, le but de l'étude sera d'atteindre une précision suffisante pour aboutir à une évaluation conclusive, notamment au regard d'un seuil d'acceptabilité du risque engendré par ces composants. Pour cela la méthode mise en place s'assurera dans un premier temps de valider les seuils de détection et pour les substances dont les seuils ont été validés, d'estimer pour le scénario maximisant le risque associé.

6.2.1 Limites de détection existantes en phase gazeuse pour les composés incriminés

Pour mener à bien cette étude, la base de données Métropol [28], réalisée par l'INRS, a été utilisée. Métropol est un recueil de méthodes de prélèvement et d'analyse de l'air. Ces méthodes ont été élaborées par des spécialistes des laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM et des laboratoires du Département Métrologie des polluants de l'INRS. Ainsi il est possible d'établir le tableau suivant :

Tableau 12 : Techniques analytiques disponibles

Composé	Seuil de détection	Matériel
Chloroforme	0.2 mg/m ³	CPG
1.1 Dichlororéthylène	0.2 mg/m ³	
Chlorure d méthylène	0.2 mg/m ³	
Oxydes d'azote	0.0012 mg/m ³	chimiluminescence du monoxyde d'azote avec l'ozone
Fluorures	0.003 mg/m ³	Chromatographie ionique avec suppression

Au regard de ces données et des analyses réalisées par l'APAVE, il semble que les analyses en fluorures et oxydes d'azote n'aient pas été réalisées avec les meilleures techniques existantes. Il est donc nécessaire de renouveler ces mesures en y appliquant des techniques analytiques plus adaptées.

6.2.2 Quantification du risque

Comme il l'avait été précisé auparavant, la quantification du risque sera réalisée selon un scénario majorant l'exposition et ce pour les composés pour qui, à l'heure actuelle, il n'est pas possible d'appliquer des méthodes analytiques permettant leur quantification. Ces composés présentant des effets avec et sans seuils :

A) Effets avec seuils

Le calcul du ratio de danger sera réalisé à partir de la même équation que celle utilisée dans l'évaluation 1. On dresse ainsi le tableau suivant :

Tableau 13: Quantification des effets avec seuils (évaluation 2)

	Concentration mg/m ³	VTR mg/m ³	Effet toxique	RD
Chlorure de méthylène	0,20	3	augmentation de la carboxyhémoglobine	0,06
Chloroforme	0,20	0,1	augmentation de la carboxyhémoglobine	2
1.1 Dichloroéthylène	0,20	0,07	augmentation de la sécrétion d'enzyme hépatique	2,9

Les RD calculés sont, rappelons le, les bornes supérieures du risque éventuellement associé à ces composés. Deux hypothèses fortes ont été réalisées : Concentration à la sortie des laveurs égale au seuil de détection/quantification et, résidents de la maison de retraite exposés à ces mêmes teneurs.

Concernant le chlorure de méthylène, il semble qu'aucun risque sanitaire ne puisse lui être associé. Pour les deux autres composés, dont la limite de détection est supérieure à la VTR, il n'est pas possible de statuer de façon précise sur la validité des RD calculés. Cependant, les hypothèses majorantes réalisées et les RD associés (<3) permettent de conclure que le risque associé à ces deux composés est envisageable mais peu probable.

B) Effets sans seuils

a) *Caractérisation du risque*

Nous calculerons dans ce cas un excès de risque individuel attribuable. Les calculs sont les mêmes que pour les effets non cancérogènes mais les ERU étant calculés sur 70 ans, nous considérerons ainsi deux cas de figure :

- Les résidents de la maison de retraite séjournant en moyenne 18 ans.
- Son personnel exposé pendant une période plus longue estimée à 35 ans.

Il convient donc d'appliquer un facteur correctif de 18 / 70 ou 35 / 70. L'ERI se calculera de la façon suivante :

$$\text{ERI} = \text{Concentration à l'émission} * \text{ERU} * \frac{18 \text{ ans ou } 35 \text{ ans}}{70 \text{ ans}}$$

La dose et donc le risque est augmentée selon une quantité donnée par ce calcul. Il s'agit de la probabilité supplémentaire de développer l'effet associé à la substance pour la surexposition liée aux émanations de FCI. Le calcul d'effet cancérogène nécessite de statuer sur l'acceptabilité du risque. L'OMS utilise généralement une valeur de 10⁻⁵.

On dresse ainsi le tableau suivant :

Tableau 14 : Quantification des risques : effet sans seuil (évaluation 2)

	Concentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ERU $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	ERI 18 ans	ERI 35 ans
Chlorure de méthylène	31	1,00E-06	8,0E-06	1,55E-05
Chloroforme	31	5,30E-06	4,2E-05	8,215E-05

Aucun de ces composants ne présentant de risque inacceptable et ce pour un scénario majorant l'exposition.

b) Analyse de sensibilité

De façon à assurer la validité des conclusions tirées nous allons procéder à une analyse de sensibilité visant à faire varier la durée d'exposition et ainsi identifier les influences induites sur le calcul des excès de risques individuels.

Tableau 15 : Analyse de sensibilité sur la durée d'exposition

	Durée d'exposition (année)	Concentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ERU $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	ERI
Chlorure de méthylène	10	21	1,00E-06	4,4E-06
	25	21	1,00E-06	1,1E-05
	50	21	1,00E-06	2,2E-05
	70	21	1,00E-06	3,1E-05
Chloroforme	10	21	5,30E-06	2,3E-05
	25	21	5,30E-06	5,9E-05
	50	21	5,30E-06	1,2E-04
	70	21	5,30E-06	1,6E-04

c) Conclusion

L'étude menée avait pour but de déterminer la borne supérieure de l'ERI associé aux composés dont les seuils de détection étaient inadaptés au contexte sanitaire actuel et ce, selon un scénario non réaliste volontairement majorant : concentration du polluant égale au seuil de détection.

Elle démontre que, seul le chloroforme pourrait engendrer un risque pour les personnes exposées à ces teneurs pendant une durée supérieure à 50 ans.

Pour ces raisons et en considérant les hypothèses réalisées, aucune de ces substances ne semble présenter de risque pour les résidents de la maison de retraite.

6.3 Evaluation 3

6.3.1 Présentation de l'approche

On l'a remarqué auparavant, le manque de valeur toxicologique de référence est un frein évident à l'élaboration de l'évaluation des risques sanitaires. La recherche et le choix d'autres repères ne permettront pas d'aboutir à cette quantification du risque. Ils peuvent, le cas échéant, positionner l'ampleur du problème lorsque des comparaisons sont possibles avec d'autres situations de même nature. Pour cela, on essaiera dans cette partie d'utiliser les valeurs d'expositions professionnelles existantes et de les adapter à notre contexte d'étude. Rappelons tout de même que ces données sont élaborées sur un public précis : employé non sensible, en bonne santé et exposé 5 jours sur 7 pendant 8h.

Sont disponibles deux types de données d'expositions professionnelles : la valeur moyenne d'exposition (VME) et la Valeur Limite d'Exposition Professionnelle (VLEP). La VME correspond à la valeur moyenne d'exposition destinée à protéger les travailleurs des effets de type (sub)-chronique ; elle correspond à un poste de travail de 8 heures et ce, 5 jours par semaine. Elle est plus appropriée en terme d'ajustement pour une évaluation de type chronique en population générale que la valeur limite d'exposition (VLEP) qui est la valeur à ne pas dépasser plus de 15 minutes.

Dans le seul objectif d'aider à relativiser l'importance de l'exposition encourue pour les populations cibles définies, une méthode d'extrapolation de données à des conditions d'exposition en population générale est proposée :

$$VTR_{VME} = VME * \frac{VR_{8h}}{VR_{24h}} * \frac{N_T}{N_D} * \frac{année_T}{année_D} * \frac{1}{FA}$$

VTR_{VLEP} : Valeur toxicologique de référence issue des valeurs d'exposition professionnelle (mg/m^3)

VLEP : Valeur limite d'exposition professionnelle (mg/m^3) :

VR_{8h} = volume respiratoire moyen pendant une journée de travail = $13 m^3$

VR_{24h} = volume respiratoire moyen sur 24 h = $20 m^3$

NE_T = Nombre de jours au travail pendant la semaine : 5 jours

NE_D = Nombre de jours au domicile pendant la semaine : 7 jours

$Année_T$ = Nombre d'années d'exposition sur le lieu de travail : 40 ans

$Année_D$ = Nombre d'années d'exposition possibles à l'installation 70 ans

FA = Facteur d'ajustement pour la variabilité intra-espèce (personne sensible) : 10

6.3.2 Caractérisation du risque

Pour les composés incriminés, on aboutit au tableau suivant, réalisé pour le même public cible qu'auparavant à savoir les résidents de la maison de retraite et selon la même équation de calcul du RD :

Tableau 16 : Caractérisation du risque à partir de VME

	VME	VTR	Concentration à l'émission	RD
	mg/m^3	mg/m^3	mg/m^3	
Hydroxyde de sodium	2	0.04	0,141	3.53
Étain	0.1	0.002	0,00042	0.21
Méthanol	260	5.3	0,27	0.05
Ethanol	1900	38.8	0,28	0.01
Acide fluorhydrique	2.5	0.05	0,001	0.02

Cette étude démontre ainsi que seul l'hydroxyde de sodium émis semblerait engendrer des risques sanitaires pour le public considéré.

6.3.3 Analyse de sensibilité

De façon à s'assurer des conclusions tirées, une analyse de sensibilité sera réalisée : l'Exposure Factor Handbook publié par l'US EPA [29], permet en effet d'obtenir des

valeurs plus précises concernant les volumes quotidiennement inhalés et ce par type de public cible considéré :

- Volume inhalé par un adulte pendant une journée de travail : [4.9 m³ à 22 m³]
- Volume inhalé par un adulte sur une journée de 24 heures : [17.2 m³ à 73 m³]
médiane : 24 m³
- Volume inhalé par un adulte asthmatique sur une journée de 24 heures : [24.5 m³ à 60 m³]; médiane : 40 m³

Ceci nous permettant de dresser le tableau suivant qui présente la valeur des RD pour les différents scénarii envisagés :

Tableau 17 : Analyse de sensibilité sur les calculs de risque

		RD pour volume inhalé sur une journée de travail : valeur min = 4.9 m ³					RD pour volume inhalé sur une journée de travail : valeur max = 22m ³				
		Hydroxyde de sodium	Etain	Méthanol	Ethanol	HF	Hydroxyde de sodium	Etain	Méthanol	Ethanol	HF
RD pour volume inhalé sur une journée par un adulte	Médiane	4.8	0.3	0.07	0.01	0.03	8	0.48	0.12	0.02	0.0
	Min	3.5	0.2	0.05	0.007	0.02	4.9	0.3	0.07	0.01	0.0
	Max	14	0.9	0.2	0.03	0.08	12	0.72	0.2	0.02	0.0
RD volume inhalé sur une journée par un asthmatique	Médiane	1.08	0.06	0.016	0.002	0.006	1.8	0.1	0.02	0.003	0.0
	Min	0.77	0.04	0.011	0.001	0.004	1	0.06	0.01	0.002	0.0
	Max	3.27	0.2	0.05	0.05	0.02	2.7	0.16	0.04	0.005	0.0

Cette étude ne laissant pas apparaître de nouveau composé à risque sanitaire inacceptable.

6.3.4 Bilan de l'évaluation

L'étude proposée ne prétend pas démontrer l'existence d'un risque sanitaire suite aux émanations d'hydroxyde de sodium. Elle permet cependant de remarquer que, parmi l'ensemble des polluants émis ne présentant pas de VTR, seul ce composé est susceptible d'induire des gênes aux résidents de la maison de retraite.

6.4 Incertitudes générales liées à l'évaluation des risques et aux propositions faites

Outre l'ensemble des points soulevés et étudiés dans les parties précédentes d'autres incertitudes inhérentes à la démarche d'évaluation des risques sanitaires est à mettre en évidence. Les caractéristiques climatiques proviennent d'une station météorologique proche (quelques kilomètres) et résultent de nombreuses observations par Météo France. Leur fiabilité et leur précision sont donc bonnes.

Des incertitudes liées à l'échantillonnage, préconisé pour quantifier la teneur en acide chlorhydrique existent. L'implantation des points de mesure doit viser à caractériser la pollution de fond, c'est à dire les niveaux de pollution moyens représentatifs de l'exposition moyenne de la population sur un secteur donné, hors influence direct d'une source d'émission voisine du point de mesure. Dans la réalité il est toujours possible de réaliser un prélèvement en un lieu donné. Le problème est de savoir si un autre prélèvement, situé à proximité du point choisi, donne un résultat analytique analogue.

6.5 Conclusion

L'évaluation de premier niveau ainsi réalisée à permis de mettre en évidence certaines limites propre à la démarche d'évaluation des risques sanitaires :

- Absence de données toxicologiques pour certain composé
- Adéquation techniques analytique/ seuils de détection
- Absence d'une surveillance de l'environnement et de mise à disposition de données de bruit de fond

La démarche ainsi mise en place à permis de prendre en considération ces dysfonctionnements de façon à assurer la validité des conclusions tirées. Ainsi la démarche ne s'est pas cantonnée à réaliser une évaluation quantitative des risques pour les polluants présentant des VTR mais est allée plus loin en extrapolant les données professionnelles à des données plus générales. Le doute lié à cette limite devenant donc minimal.

De plus l'étude des seuils de détection à permis de se rendre compte que les techniques analytiques utilisées lors de l'intervention de l'APAVE pour la mesure des NO_x et des fluorures n'étaient pas suffisamment adaptées à notre contexte pour écarter l'absence de risque sanitaire. Cependant au regard de la pathologie engendrée : fluorose dentaire et du public cible considéré, le risque lié aux fluorures peut être écarté. Il parait cependant nécessaire de procéder à une nouvelle analyse en NO_x en sortie des laveurs.

Cette étude préconise également au gestionnaire de réaliser un échantillonnage d'acide chlorhydrique selon un plan d'échantillonnage rigoureux de façon à vérifier l'éventuel risque susceptible d'être présent.

Et à l'intérieur de l'atelier ?

1 Introduction

Pour les scénarii auparavant réalisés, il est important de remarquer que seules les expositions à l'extérieur du site imputables au bruit de fond naturel et à l'activité de FCI ont été prises en compte. Réglementairement, que se soit pour l'EQRS ou pour le document unique de sécurité (Le décret n° 2001-1016 du 5 novembre 2001 [30] impose aux entreprises de transcrire dans un document unique les résultats d'une évaluation des risques pour la santé et la sécurité des salariés prévue par le code du travail (article L 230-2)), l'impact sanitaire d'une installation n'est prise en compte que pour deux types de publics pris de façon totalement disjointe :

- population limitrophe au site
- employé à son poste de travail.

Il n'est ainsi pas envisagé qu'un salarié soit à la fois exposé aux pollutions à l'intérieur de son enceinte de travail (et pas seulement à son poste de travail) et que celui-ci réside à proximité de l'installation. Réglementairement aucune disposition n'est également prise pour caractériser les risques encourus par des salariés amenés à passer fréquemment dans l'atelier sans pour autant être à un poste de travail déterminé. Ce sont ces lacunes, mises en exergue qui vont être abordées dans une étude supplémentaire et qui permettront d'identifier si des nouveaux publics à risque peuvent être exposés à des risques sanitaires supplémentaires.

2 Evaluation des risques sanitaires

2.1 Description des scénarii

Le public cible concerné sera dans cette étude différent de celles auparavant menées. En effet les personnes considérées seront des employés de FCI résidant à proximité du site (dans le canton de la PLANOISE ou à l'AVANNE).

- A : Personne résidant à proximité du site et travaillant sur la ligne 8h/jour et ce, 5 jour/7. Les 2 jours suivant étant entièrement passés dans son logement.
- B : Personne résidant à proximité du site et fréquemment de passage sur la ligne étain/téflon : 1h/jour et 5 j/7. Les 2 jours suivants étant entièrement passés à son domicile.

2.2 Liste des dangers

2.2.1 Liste des substances dangereuses

L'étude menée sera restreinte à la simple analyse des composés ayant fait l'objet d'une validation d'une donnée toxicologique de référence et dont la teneur en sortie des laveurs a pu être convenablement quantifiée. Pour cela les composés incriminés seront :

- L'acide chlorhydrique
- L'acide cyanhydrique
- L'ammoniac
- Les PM 10

Ces composés ne présentant que des effets avec seuils.

2.2.2 Choix des valeurs toxicologiques de référence

Le public étudié dans cette étude exclu les personnes qui ne sont pas en âge de travailler : personnes âgées, enfant, mais également les personnes dites en « mauvaise santé ». Deux choix de données toxicologiques sont donc envisageables : les VTR ou les VME. Ces dernières n'offrent aucune garantie de protection vis-à-vis d'effets sans seuil comme le risque cancérigène ou vis-à-vis de réponses anormales de personnes particulièrement sensibles (allergie...) aptes à travailler. Pour cela, le choix d'utiliser des VTR et non des VME se justifie amplement. Les valeurs utilisées seront de fait les mêmes que celles présentées dans la première évaluation réalisée.

2.3 Données d'exposition

L'étude qui va être menée peut être abordée de deux façons : soit l'on procède à une métrologie des polluants incriminés au poste de travail et dans l'atelier afin d'estimer le risque sanitaire associé ou, à partir de la formule de calcul des RD, on estime la concentration maximale admissible des dits polluants pour obtenir un RD =1.

L'avantage de cette deuxième démarche permet au gestionnaire de risque de se baser sur des données fiables afin de gérer les éventuels risques alors que l'autre démarche, faute d'analyse suffisante, se serait basée sur des approximations nuisant à l'exactitude des conclusions obtenues. Pour cela, cette deuxième analyse sera réalisée et les valeurs obtenues seront comparées aux quelques données disponibles à proximité de la ligne de traitement et dans l'atelier.

2.4 Caractérisation du risque

En accord avec la description du public cible précédemment réalisée, il est possible d'établir les formules de calcul suivant :

$$RD_A = \frac{C_{\text{extérieur}} * \frac{2 \text{ jours}}{7 \text{ jours}} * \frac{24 \text{ heures}}{24 \text{ heures}}}{VTR} + \frac{C_{\text{extérieur}} * \frac{5 \text{ jours}}{7 \text{ jours}} * \frac{16 \text{ heures}}{24 \text{ heures}}}{VTR} + \frac{C_{\text{intérieur}} * \frac{5 \text{ jours}}{7 \text{ jours}} * \frac{8 \text{ heures}}{24 \text{ heures}}}{VTR}$$

$$RD_B = \frac{C_{\text{extérieur}} * \frac{2 \text{ jours}}{7 \text{ jours}} * \frac{24 \text{ heures}}{24 \text{ heures}}}{VTR} + \frac{C_{\text{extérieur}} * \frac{5 \text{ jours}}{7 \text{ jours}} * \frac{23 \text{ heures}}{24 \text{ heures}}}{VTR} + \frac{C_{\text{intérieur}} * \frac{5 \text{ jours}}{7 \text{ jours}} * \frac{1 \text{ heure}}{24 \text{ heures}}}{VTR}$$

Avec : C extérieur= Concentration à l'émission des laveurs
 C intérieur= Concentration dans atelier pour le scénario A
 Concentration à proximité de la ligne pour le scénario B

Ces deux équations permettent ainsi d'aboutir aux calculs des concentrations à l'intérieur de l'atelier pour lesquelles le RD =1 et ce pour les deux scénarii envisagés :

Tableau 18: Concentration limites au poste de travail et dans l'atelier

	Acide cyanhydrique	Acide chlorhydrique	Ammoniac	PM 10
Concentration critique Scénario A (mg/m ³)	0.02	RD toujours >1	0.4	0.1
Concentration critique Scénario B (mg/m ³)	0.1	RD Toujours >1	3	0.7

2.5 Discussion

Dans un premier temps, il est utile de remarquer que pour les scénarii envisagés qu'une intervention à l'intérieur de l'atelier de traitement de surface visant à limiter les émanations d'acide chlorhydrique n'est pas pertinente. Les rejets atmosphériques actuels étant « plus problématiques » en termes de risque sanitaire.

Le tableau suivant permet quant à lui de déterminer, pour les concentrations limites auparavant calculées, la part de risque attribuable à l'atelier et celui attribuable aux émanations gazeuses extérieures. Ceci permettant de diriger les actions à mener visant à limiter l'exposition des publics cibles définis :

Tableau 19 : Part de risque attribuable (pour la concentration limite) à l'environnement et à l'exposition à l'intérieur de l'atelier

	HCN		NH3		PM 10	
	Scénario A	Scénario B	Scénario A	Scénario B	Scénario A	Scénario B
% de risque attribuable à l'atelier	51	34	91	88	77	71
% du risque attribuable à l'extérieur	49	66	9	12	22	29

Ces résultats permettent ainsi de clairement se rendre compte que le gestionnaire de risque devra :

- Pour l'ammoniac et les particules, prioritairement diriger ces actions vers la réduction des expositions à l'intérieur de l'atelier. Ceci se faisant par le port de protection individuelle appropriée.
- Pour l'acide cyanhydrique il semble qu'un contrôle des émissions atmosphériques soit à entreprendre

2.6 Incertitudes liées à l'évaluation des risques

Les incertitudes inhérentes à l'évaluation des risques sanitaires sont ici encore à souligner (incertitudes VTR, choix des VTR, données d'exposition...). Rappelons également qu'une surestimation de l'exposition dans les habitations a été réalisée puisque les expositions des employés à leur domicile ont été prises égales aux teneurs à l'émission des laveurs de FCI.

2.7 Conclusion de l'évaluation

Les résultats et conclusions ainsi tirées permettent au gestionnaire de risque de mettre en place les actions les plus pertinentes à entreprendre pour limiter l'exposition de ces employés. En aucun cas ces recommandations ne sont valables lors de dysfonctionnements majeurs. Celles-ci ne sont applicables que pour un fonctionnement normal et de longue durée.

Evaluation des risques sanitaires liés à une exposition aigue

Il convient maintenant d'étudier les impacts que peuvent induire un fonctionnement anormal et de courte durée de l'industrie sur la santé de la population avoisinante au site FCI. Ceci nous permettra, à partir de scénarii de dysfonctionnement crédibles, de définir des concentrations maximales admissibles en rejets.

1 Listing des accidents recensés en France

Les évènements les plus fréquemment enregistrés sont ceux attribuables aux rejets aqueux et atmosphériques. Il est important de noter que sur 50 accidents recensés en 2005 ayant provoqués des rejets atmosphériques toxiques, 9 sont imputables à un incendie. Dans les autres cas, il s'agit le plus souvent de rejets issus de réactions physico-chimiques non maîtrisées dans les stockages de matières dangereuses ou dans les installations de traitement de rejet. Les incendies sont généralement moins fréquents dans le domaine du traitement de surface, ceci étant très certainement le fruit d'une gestion efficace de ce danger par les coordinateurs hygiène et sécurité des sites. Cependant ils peuvent constituer une cause importante de rejets liquides de matières dangereuses ou polluantes déversés directement ou entraînés par les eaux d'extinction ainsi que des rejets atmosphériques toxiques. Si dans la majorité des cas les conséquences de ces émissions sont restées limitées à l'enceinte de l'établissement, elles ont nécessité parfois la mise en place de périmètre de sécurité pendant l'intervention des secours. L'évacuation d'établissements ou d'habitations, le confinement du voisinage voire l'interruption de la circulation sur des axes routiers ou autoroutiers.

Des scénarii adaptés au contexte de FCI permettront ainsi d'identifier les risques suite à un dysfonctionnement momentané de la ligne Etain/Téflon induisant l'émanation de polluant en forte quantité pendant une courte durée et de fait, mettre en place une gestion appropriée de ces dangers identifiés.

2 Quel danger pour quel scénario ?

Le document BARPI [31], réalisé par le MEDD, est un inventaire des accidents technologiques et industriels en France. Il se limite aux accidents et incidents enregistrés dans la base de données ARIA (Analyse et Recherche d'Information sur les Accidents) gérée par la Direction de la prévention des pollutions et des risques du Ministère de l'écologie et du développement durable. Cet enregistrement, qui dépend largement des sources d'information publiques et privées, n'est pas exhaustif. Il recouvre essentiellement les événements transmis par l'inspection des installations classées, la police des eaux, les services de secours et de sécurité civile ou parus dans la presse.

Grâce à ce document, il est possible d'établir un listing des accidents susceptibles de se produire sur le site et imputables à la ligne Etain/Téflon. Ensuite, en fonction du plan d'opération interne mis en place à FCI, qui précise les dispositions à prendre en cas de dysfonctionnements majeurs; certain seront privilégiés puisque ne faisant pas l'objet d'un plan de prévention et donc de gestion adapté.

2.1 Chlorure de méthylène, chloroforme, 1,1 Dichloroéthylène

A : Dysfonctionnement de l'électrovanne de la pompe doseuse d'hypochlorite. Les composés : Chlorure de méthylène, chloroforme, 1,1 dichloroéthylène sont produits en masse.

2.2 Hydroxyde de sodium et acide sulfurique

B : Lors du dépotage d'un camion de livraison, un volume d'acide sulfurique est versé dans la cuve d'hypochlorite de sodium. Un dégagement important de chlore intervient se répandant sur le site et les plus proches habitations.

2.3 Cyanure

C : Le déversement accidentel du réseau cyanuré R2 dans le réseau public après une erreur de manipulation d'un technicien qui voulait concentrer les effluents avant traitement. (Incident à BESANCON)

2.4 Boues de détoxification

D : Une perturbation de la station d'épuration de FCI provoque une mise en flottation des boues et leur rejet direct dans le réseau public par surverse du décanteur primaire.

2.5 Incendie :

E : La manipulation de produits très fortement inflammables, les fuites d'huile, les défauts électriques, les malveillances ainsi que les orages sont autant de sources d'incendie qu'il paraît important de prendre en considération. Les polluants ainsi susceptibles d'être émis sont de nature diverses :

- **L'oxyde de carbone** résultant de la combustion incomplète de matériaux contenant du carbone
- **Le cyanure d'hydrogène** prend naissance lorsque des matériaux dont la structure comporte de l'azote, tel que l'orlon, le nylon, le polyuréthane sont attaqués par le feu.
- **L'acide chlorhydrique** lorsque du plastique est décomposé sous l'effet de la chaleur

2.6 Arrêt des laveurs de gaz

F : L'arrivée de la substance adsorbante et dépolluante dans les laveurs est interrompue. Les laveurs ne fonctionnent plus. Aucun traitement n'est de fait appliqué aux effluents atmosphériques. L'ammoniac et les cyanures utilisés dans les bains ne sont plus oxydés, l'acide chlorhydrique n'est pas traité.

2.7 Arrêt du système d'aspiration

G : Le système d'aspiration est déficient. Les employés sont ainsi exposés à d'importantes émanations toxiques.

3 Plausibilité des scénarii

Certains de ces dysfonctionnements font l'objet d'un plan de prévention et de gestion mis en place par le coordinateur hygiène et sécurité du site. Ainsi des procédures officielles ont été mises en place et validées lors des certifications et des audits pour gérer ces risques :

A	Aucune mesure mise en place	E	Aucun moyen de lutte contre le nuage toxique
B	Pas de cuve d'hypochlorite de sodium : stockage en varitener de 1 m ³	F	Système de contrôle visuel de l'état de fonctionnement des pompes. Dysfonctionnement envisageable d'une durée max de 24 heures
C	Système de sécurité de basculement de vanne prévue vers une cuve de stockage de 30 m ³ lors des dépotages	G	La ligne s'arrête automatiquement si le système d'aspiration est défaillant
D	Sur-verse non reliée à l'égout		

L'ensemble de ces dysfonctionnements démontrent que la voie d'exposition majoritaire à prendre en considération est l'inhalation. L'impact environnementale d'un rejet anormal dans le Doubs ne constituant dans cette étude pas un objectif en soit.

Les composés à prendre en compte sont ainsi :

Acide chlorhydrique	Monoxyde de carbone	Chloroforme
Acide cyanhydrique	Chlore gazeux	1.1 Dichloroéthylène
Hydroxyde de sodium	Chlorure de méthylène	Ammoniac

N'étant pas possible d'établir une estimation fiable de la teneur en polluant émis à travers ces situations de dysfonctionnements, une concentration maximale admissible va être définie en fonction de la durée du dysfonctionnement pour le public le plus directement exposé aux émanations : la maison de retraite de l'Avanne. Il a cependant pu être possible de simuler un arrêt du laveur de gaz afin de réaliser des mesures en acide cyanhydrique, hydroxyde de sodium, fluorures et acide chlorhydrique (mesures réalisées par l'APAVE [19]). Cette situation sera donc traitée à part.

4 **Choix des VTR**

A partir de la littérature il est possible de déterminer des VTR par inhalation suite à une exposition aigue par inhalation à certains composés pré cités :

Tableau 20 : Choix des VTR exposition aigue

Composé	organisme	VTR	Durée	Espèce	Effet
Chlorure de méthylène	ATSDR	2.13 mg/m ³	24 heures	Humains	neurologiques
Chloroforme	ATSDR	0.49 mg/m ³	7 jours	Souris	hépatiques
Acide cyanhydrique	OEHHA	0.34 mg/m ³	1 heure	Singe	Attaque du système nerveux central
Acide chlorhydrique	INERIS	Pas de VTR officielle : 5.67 mg/m ³	1 Heure	Homme	Irritatif

Ammoniac	ATSDR	0.35 mg/m ³	2h par jour	Humains	Irritations des voies respiratoires
Fluorure	ATSDR	0.02 mg/m ³	Toutes les 3 minutes pendant 3 heures	Humaine	Irritation des yeux

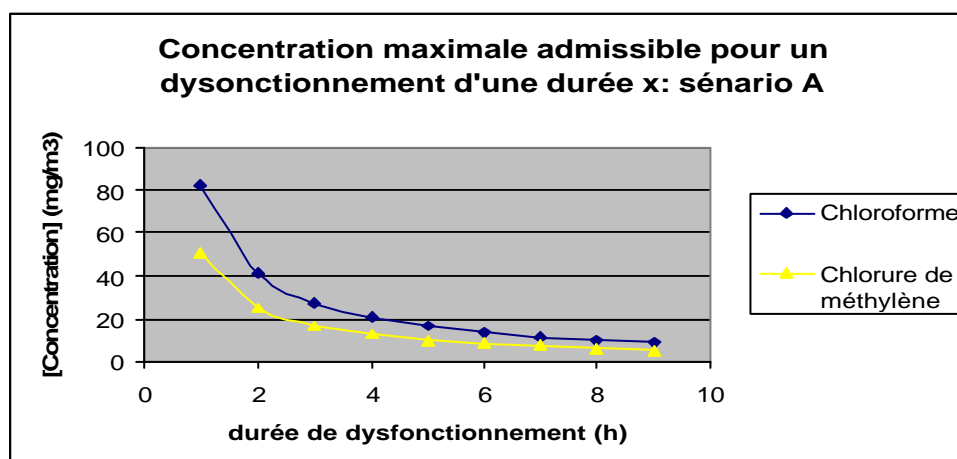
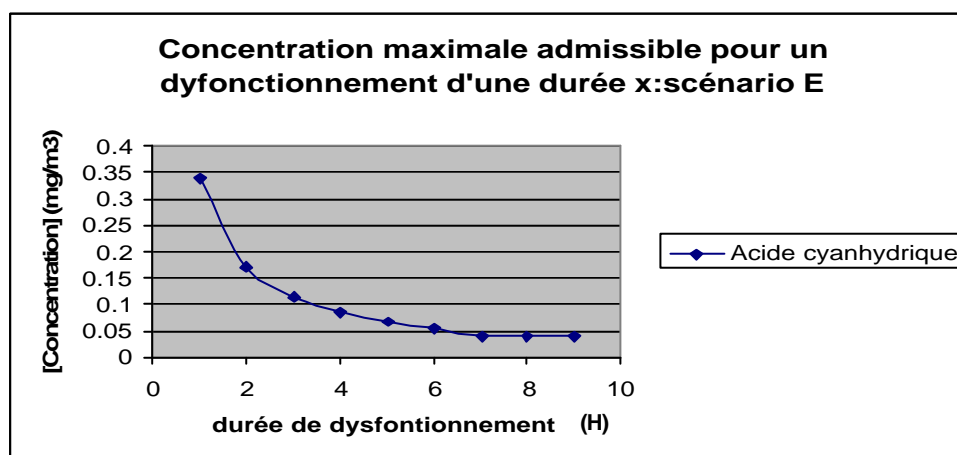
La dangerosité de l'acide chlorhydrique pour des expositions à faibles doses est encore mal évaluée. Pour cela il n'a été possible de lui affecter une VTR officielle par inhalation. Cette remarque est également valable pour les autres composants ne figurant pas dans le tableau ci-dessus mais qui sont cependant susceptibles d'être rencontrés pour les différents scénarii envisagés (éthanol, méthanol, étain, acide méthacrylique, acide méthane sulfonique, chlore).

5 Concentrations maximales admissibles : scénarii A et E

A partir de ces données toxicologiques et pour les polluants susceptibles d'être émis lors des scénarii précités, il est possible d'écrire que :

$$C \text{ max admissible} = \frac{[RD(=1)] * VTR \text{ aigue par inhalation} * \text{Durée de réalisation de la VTR}}{\text{Durée de l'exposition}}$$

Ceci aboutissant aux graphiques suivant, permettant au gestionnaire d'estimer une concentration maximale tolérable émise pour les scénarii précisés en fonction de la durée du dysfonctionnement constaté :



Cette étude démontre ainsi que, sur l'ensemble des polluants susceptibles d'être émis lors des dysfonctionnements envisagés, **l'acide cyanhydrique émis lors d'un incendie constitue le polluant qui nécessite l'intervention la plus rapide** pour limiter l'exposition des résidents de la maison de retraite à ce polluant. Il est ainsi recommandé au gestionnaire de disposer d'un analyseur en acide cyanhydrique portable permettant le cas échéant d'obtenir une estimation rapide de la teneur en HCN à proximité de la maison de retraite lors d'un tel problème.

6 Dysfonctionnement des laveurs

Les mesures de polluants réalisés par l'APAVE et émis par la ligne étain téflon avec les laveurs en arrêt ont permis de dresser le tableau suivant :

Tableau 21: Résultats mesures APAVE en mode dégradé

Acide chlorhydrique	0.113 mg/m ³	Mesures APAVE
Fluorures	0.026 mg/m ³	Seuil de détection mesure APAVE
Acide cyanhydrique	0.972 mg/m ³	Mesures APAVE
Ammoniac	0.02 mg/m ³	Mesures APAVE

Le calcul du risque sera déterminé par la formule suivante :

$$RD \text{ aigu} = \frac{\text{Concentration}}{VTR} * \frac{\text{Durée de l'exposition}}{\text{Durée d'élaboration de la VTR}}$$

A partir de cette formule il est possible de déterminer la durée maximale tolérable d'arrêt du laveur pour ne pas induire de risque pour les résidents de la maison de retraite. Lorsque ce temps sera déterminé et en fonction de la pertinence de cette valeur un échantillonnage en mode dégradé devra être réalisé au niveau de la maison de retraite prioritairement.

Tableau 22: Durée maximale de dysfonctionnement

Composé	Durée maximale de l'exposition (heure)
Acide chlorhydrique	50.2
Fluorure	2.3
Acide cyanhydrique	0.3
Ammoniac	35

Au regard de ces résultats on remarque :

- L'acide chlorhydrique et l'ammoniac ne semblent pas être des polluants à risque pour le dysfonctionnement étudié.
- Les ions fluorures, au regard de la nature de la mesure (inférieure au seuil de détection) et de la faible gravité de la pathologie occasionnée, ne présente également aucun risque pour la santé des résidents de la maison de retraite.
- L'acide cyanhydrique, au regard de la gravité de la pathologie qu'il occasionne et de sa teneur en mode dégradé semble présenter un risque certain d'attaque du système nerveux central pour la population cible. Ainsi il convient au gestionnaire de risque de prendre les mesures adaptées pour anticiper tout dysfonctionnement de cette nature. Dans un premier temps, un échantillonnage comparable à celui

réalisé pour l'acide chlorhydrique devra être réalisé mais en mode dégradé de façon à obtenir une valeur plus vraisemblable de la teneur en HCN. Le tableau suivant permettra de déterminer les actions à entreprendre en fonction des teneurs en acide cyanhydrique mesurées.

Teneur en acide cyanhydrique au niveau de la maison de retraite lorsque le laveur précieux est à l'arrêt	Mesure corrective à entreprendre
$[HCN] < 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Aucune mesure à entreprendre
$15 \mu\text{g}/\text{m}^3 < [HCN] < 42 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Mise en place d'un analyseur en continu comparable à celui de l'atelier pour intervention plus rapide des techniciens
$[HCN] > 42 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Arrêt de la ligne et réparation du laveur

Ces seuils ont été déterminé pour : (a) une exposition de 24 h, (b) pour une durée d'intervention ramenée à 8 h grâce à l'analyseur

Si le gestionnaire de risque est amené à entreprendre des mesures correctives suite aux dépassements des seuils précédemment cités, il convient de lui rappeler à quelles valeurs en sortie de laveurs ces seuils correspondent :

Teneur à la maison de retraite	Teneur en sortie d'usine
$x \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0.972 \text{ mg}/\text{m}^3$
$15 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$[HCN] = \frac{0.972 * 0.015}{x} \text{ mg}/\text{m}^3$
$42 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$[HCN] = \frac{0.972 * 0.042}{x} \text{ mg}/\text{m}^3$

Tableau 23: Correspondance teneur à l'émission/maison de retraite

Conclusion

Rappelons tout d'abord le principal but de la démarche d'évaluation des risques sanitaires qui est de déterminer "la probabilité de survenue des effets indésirables d'une exposition à une substance, à partir de l'ensemble des connaissances disponibles, en vue d'établir des priorités et de prévenir les effets en agissant sur leur probabilité de survenue et leurs conséquences".

Ainsi, malgré les incertitudes inhérentes à la méthode d'évaluation des risques sanitaires et caractéristiques d'une réalité complexe que représente la santé et la sécurité environnementale, cette démarche a le mérite d'utiliser des données scientifiques imparfaites pour asseoir des décisions en santé publique au lieu de ne pas agir sous ce seul prétexte.

Bien que l'évaluation des risques menée sur la ligne étain téflon ne puisse pas aboutir à chaque fois à une quantification du risque, cette évaluation même qualitative à l'avantage d'être très complète en envisageant tous les cas de figures et mettant ainsi en évidence des mesures à prendre ou déjà prises par l'entreprise pour prévenir un risque éventuel.

Ainsi lors de cette étude il a été recommandé au gestionnaire de risque de procéder à l'échantillonnage d'acide chlorhydrique à proximité du site pour justifier les risques identifiés dans l'étude. Elle a également permis d'identifier l'acide cyanhydrique comme étant le polluant à plus haut risque sanitaire, tant à l'intérieur de l'atelier qu'à l'extérieur de l'enceinte.

Parmi les scénarii réalisés, le dysfonctionnement du laveur des métaux précieux est le plus problématique. Les propositions ainsi réalisées permettront dans un premier temps de justifier ou non ce risque et dans un second temps permettront une intervention plus rapide des techniciens sur les laveurs réduisant ainsi considérablement l'exposition des plus proches habitations aux polluants émis.

Pour toutes ces raisons, l'évaluation réalisée, qui peut être comparée à une approche de premier niveau, anticipe d'éventuels dysfonctionnements et met en évidence certaines carences en terme de protection sanitaire. Elle a donc le mérite d'apporter au gestionnaire les solutions adaptées aux éventuels risques sanitaires engendrés et identifiés par l'activité de la ligne étain téflon. Elle constitue ainsi un outil d'analyse au service du gestionnaire de risque.

Bibliographie

- [1] M.O Mizier; L'industrie du traitement de surface. L'eau, L'industrie, Les nuisances n°202:23-26
- [2] Directive 83/513/CE du Conseil du 26 Septembre 1983 concernant les valeurs limites et les objectifs de qualité pour les rejets de cadmium. JO CE L 291, 24 Octobre 1983.
- [3] Directive 96/61/CE du Conseil du 24 Septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrée de la pollution. JO CE L 257, 10 Octobre 1996.
- [4] Directive 76/464/CE du Conseil du 4 Mai 1976 concernant la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique de la communauté. JO CE L 129, 18 Mai 1976.
- [5] INERIS; Nomenclature des ICPE. <http://aida.ineris.fr/textes/nomenclature/text0527.htm> MAJ : Juin 2006
- [6] Arrêté du 2 Février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des ICPE soumise à autiisation. JO RF du 3 Mars 1998.
- [7] Arrêté du 26 Septembre 1985 relatif aux ateliers de traitement de surface. JO RF du 16 Novembre 1985.
- [8] Loi n° 96-1236 du 30 Décembre 1996 dans l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. JO Janvier 1997.
- [9] Circulaire du 17 Février 1998 realive à l'application de l'article 19 de la loi sur l'air et de l'utilisation rationnelle de l'énergie. BO ministériel.Equip n° 243-98/5 du 5 Mars 1998.
- [10] INERIS; Guide Méthodologique: Evaluation des risques sanitaires liés aux substances chimiques dans l'étude d'impact des ICPE,version 3.0, Novembre 2001.
- [11] INERIS; Fiche de donnée toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Cyanures et dérivés, Juillet 2006.
- [12] INERIS; Fiche de donnée toxicologiques et environnementales des substances chimiques: Chloroforme, Février 2005.
- [13] INERIS; Fiche de donnée toxicologiques et environnementales des substances chimiques: 1.1 Dichloroéthylène, Juin 2003.
- [14] INERIS; Fiche de donnée toxicologiques et environnementales des substances chimiques: Chlorure de Méthylène, Juin 2005.
- [15] Gilliland FD and Mandel JS, Mortality among employees of a perfluorooctanic acid production plant, J Occup Med, 35(9) :950-4, 1993.

- [16] Christopher Lau, John L. Butenoff and John M. Rogers; The Developmental toxicity of perfluoroalkyl acids and their derivatives, Toxicology and Applied Pharmacology 198, n° 198 231-241, 2004.
- [17] BRGM; Infoterre, <http://infoterre.brgm.fr/eSIG/index.jsp>.
- [18] Norisko Environnement; Diagnostic Simplifié de pollution des sols, Septembre 2004.
- [19] Toxicology Excellence for Risk Database; International Toxicity Estimates for risk Database (ITER), <http://www.tera.org/iter/>.
- [20] Apave; Bilan des rejets atmosphérique de la société FCI, Juin 2006
- [21] ATSDR; Toxic Profile for cyanide, Janvier 2000.
- [22] Santé Canada; Ammonia, http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/doc_sup-appui/ammonia-ammoni/index_e.html . MAJ 2004
- [23] Qualité de l'air en Franche Comté (QAFC); mesure station Planoise : moyennes 2005, <http://www.asgab.asso.fr/>.
- [24] <http://www.atmosfair-bourgogne.asso.fr/asso-atmos-bib.htm>
- [25] http://crdp.ac-amiens.fr/enviro/air/air_maj3_detail_p3_1.htm#1
- [26] http://ile-de-france.ademe.fr/rubrique.php?id_rubrique=84
- [27] Observatoire pour l'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact; question/réponse n°44, Novembre 2005.
- [28] INRS; Base de données Métropol, http://www.inrs.fr/htm/bases_de_donnees.html.
- [29] US EPA; Exposure Factors Handbook, aout 1997
- [30] Décret n° 2001-1016 du 5 Novembre 2001 portant création d'un document relatif à l'évaluation des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs,.
- [31] Ministère de l'écologie et du développement durable (MEDD); Analyse et recherche d'information sur les accidents (ARIA).
http://aria.ecologie.gouv.fr/barpj_635.jsp.

Liste des annexes

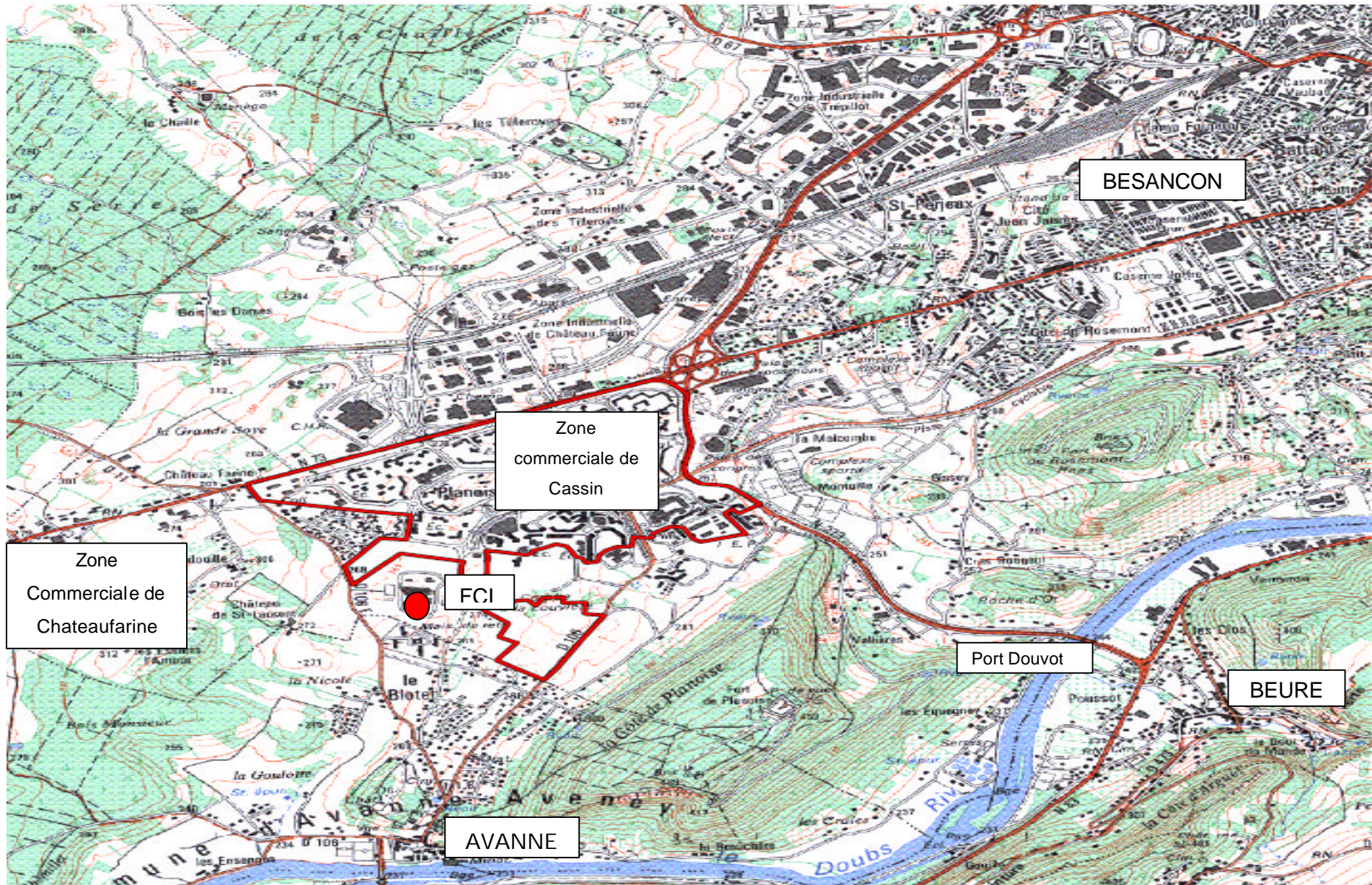
Annexe 1 : Environnement éloigné de FCI (carte 1/25000)

Annexe 2 : Description des VTR par inhalation par composé

Annexe 3 : Estimation simpliste de la dilution atmosphérique

Annexe 4 : Méthodes analytiques utilisées pour les données d'exposition

Annexe 1



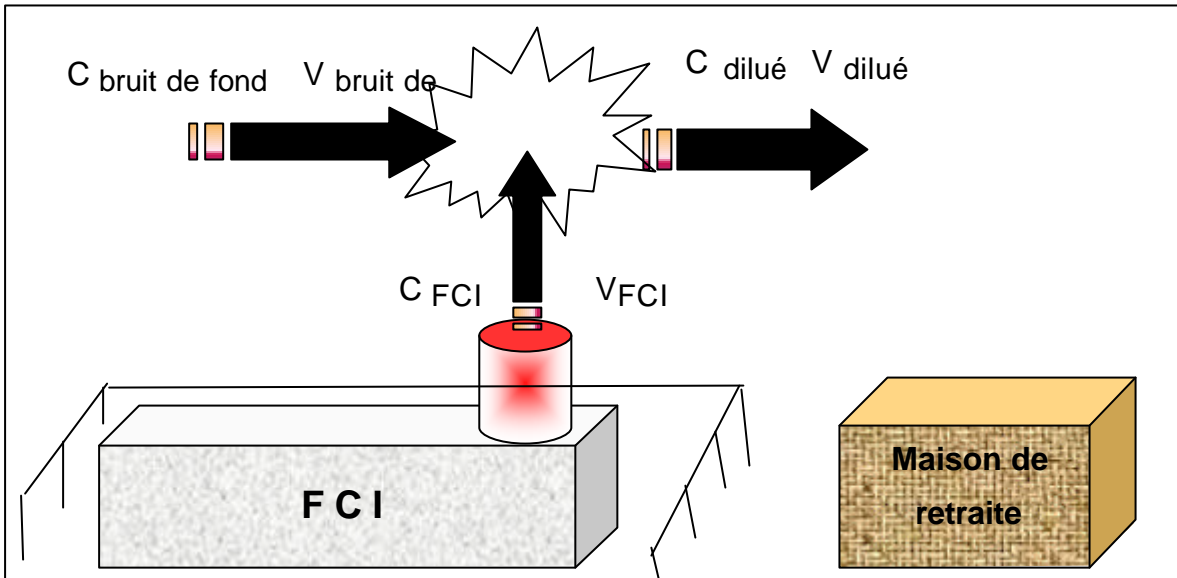
Annexe 2

Composé	Numéro CAS	organisme	année	VTR	unité	Incertitude	effet cancérogène	effet systémique	chronique/aigue	Population	ERU	unité	immision à 10-6
Par Inhalation													
chlorure de méthylène	75-09-2	OEHHA	2003	0.4	mg/m ³	100	non	niveaux moyens en COHb	chroniques professionnel	humains	-	-	-
		Health Canada	1993				augmentation de l'incidence des carcinomes et adénomes hépatiques	-	chroniques	souris	CT ₀₅ =2.2 *10 ⁻³	mg/m ³	-
		OEHHA	2002				Tumeurs pulmonaires	-	chroniques	souris	10 ⁻⁶	ERU (µg/m ³) ⁻¹	-
		RIVM	1993	3	mg/m ³	10	-	-	chroniques	non précisé	0	0	-
		US EPA	1995	non			tumeurs malignes	-	chroniques	rats et souris	4.7 * 10 ⁻⁷	ERU (µg/m ³) ⁻¹	-
		OMS	2000	3	mg/m ³	non précisé	-	Une augmentation de 1 % de carboxyhémoglobine	chronique	humains	-	-	-
		ATSDR	2000	1.1	mg/m ³	30	-	effets hépatiques	chronique	rats	-	-	-
		ATSDR	2000	2.1	mg/m ³	100	-	effets neurologiques	aigue	humains	-	-	-
1,1-Dichloroethylene	75-35-4	Health Canada	2003	0.07	mg/m ³	300	-	augmentation de la sécrétion d'enzyme hépatique	chronique	coabye	-	-	-
		US EPA	2002	0.2	mg/m ³	30	-	effets sur le foie	chronique	rat	-	-	-
		ATSDR	1994	0.07	mg/m ³	100	-	augmentation de la sécrétion d'enzyme hépatique	chronique	coabye	-	-	-

chloroforme	67-66-3	US EPA	2001				carcinomes hépatocellulaires	-	chronique	souris	2.3 *10 -5	ERU (µg/m ³) ⁻¹	4* 10 -2 µg/m ³	
		ATSDR	1998	0.488	mg/m ³	30	-	effets hépatique	aigue	souris	0	-	-	
		ATSDR	1998	0.098	mg/m ³	100	-	effets sur le foie	chronique	travailleurs	0	-	-	
		RIVM	2001	0.1	mg/m ³	non précisé	-	non précisé	chronique	rat	0	-	-	
		Health Canada	2002	non			-	carcinome hépatocellulaire	-	chronique	souris/rats	5.3*10-6	ERU (µg/m ³) ⁻¹	-
		Health Canada	2002	0.3	mg/m ³	300	-	effets sur le foie	chronique	rat	-	-	-	
acide chlorhydrique	7647-01-0	US EPA	1995	0.02	mg/m ³	300	-	hyperplasie système respiratoire	chronique	rat	-	-	-	
dioxyde d'azote		OEHHA	1999	0.47	mg/m ³	1	-	augmentation de la réactivité bronchique	aigue	population d'asthmatique	-	-	-	
ammoniac	7664-41-7	US EPA	1991	0.1	mg/m ³	30	-	Lack of evidence of decreased pulmonary function or changes in subjective syptomatology	sub chronique	rat	-	-	-	
acide cyanhydrique	74-90-8	US EPA	1994	0.003	mg/m ³	1000	-	CNS symptom and effect on tyroide	chronique	human	-	-	-	
		RIVM	1999	0.025	mg/m ³	100	-		chronique	human	-	-	-	
		OEHHA	1999	0.34	mg/m ³	100	-	dépression et une incapacitation du système nerveux central	aigue	singe	-	-	-	
		OEHHA	1999	0.009	mg/m ³	300	-		chronique	humains (épidémio)	-	-	-	
cyanure de sodium	143-33-9	RIVM	1999	0.025	mg/m ³	100	-	effect on tyroïd	chronique	humain	-	-	-	
PM 10	-	CSHPP	1997	0.003	mg/m ³	-	-	Effets respiratoires et cardiovasculair es	chronique	humain	-	-	-	
Fluorure		OMS	2001	0.001	mg/m ³	-	-	Fluorose	valeur guide exposition anuelle	humain	-	-	-	

Annexe 3

Il est possible à travers ce schéma de proposer une équation visant à estimer de façon simplificatrice la dilution atmosphérique à l'émission des laveurs :



Ainsi on peut, écrire que :

$$(V_{\text{bruit de fond}} + V_{\text{FCI}}) C_{\text{dilué}} = V_{\text{bruit de fond}} C_{\text{bruit de fond}} + V_{\text{FCI}} C_{\text{FCI}}$$

$$\text{Soit } C_{\text{Dilué}} = \frac{V_{\text{FCI}}}{V_{\text{FCI}} + V_{\text{bruit de fond}}} C_{\text{FCI}} + \frac{V_{\text{bruit de fond}}}{V_{\text{FCI}} + V_{\text{bruit de fond}}} C_{\text{Bruit de fond}}$$

Cette expression, simplificatrice, est vérifiée en supposant que les rejets se font à température et donc masses volumiques semblables.

Pour effectuer les nouveaux calculs, les valeurs suivantes peuvent être utilisées :

- Comme précisé lors de la réalisation de la rose des vents, les vents dominants sont orientés sud ouest avec une valeur moyenne annuelle de 4 m/s.
- A la sortie des colonnes de lavage, d'un diamètre de 190 et 140 cm, le débit moyen annuel enregistré est de 5000 Nm³/h et de 10 700 Nm³/h.
- La vitesse des gaz émis par ces des tours de lavages est donc estimée à 30 m/s.

Annexe 4

Composé	Référence de la méthode d'analyse	Caractéristique
Chlorure de méthylène	EPA 524.2	Chromatographie gazeuse capillaire
Chloroforme	EPA 524.2	Chromatographie gazeuse capillaire
1, 1 Dichloréthylène	EPA 524.2	Chromatographie gazeuse capillaire
Acide cyanhydrique	NF T 90-107	Colorimétrie
Ammoniac	STP PRA 0701703	Colorimétrie
Oxydes d'azotes	NF X 43-018	Chimiluminescence
Acide chlorhydriques	STP PRA 01402	Par chromatographie ionique
Ion Fluorure	STR PRA 0701402	Par chromatographie ionique
Étain	NF X 44-052	Par spectromètre à émission plasma
PM ₁₀	NF X 43-257 NF X 43-259	Réalisation d'une double pesée
Méthanol	ND	Chromatographie phase gazeuse+colonne capillaire+FID
Ethanol	ND	Chromatographie phase gazeuse+colonne capillaire+FID
Hydroxyde de sodium	NF X 43-010	Par titrage