



RAPPORT

12/07/2018

INERIS-DRC-18-176753-06516A

**Evaluation des risques sanitaires liés aux
émissions de valproate de sodium de
l'usine SANOFI de Mourenx**

**Avis sur le volet relatif à la détermination des
concentrations d'exposition dans l'air ambiant et
des dépôts atmosphériques par modélisation de
la dispersion atmosphérique**

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable |

**EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES LIES AUX EMISSIONS DE
VALPROATE DE SODIUM DE L'USINE SANOFI DE MOURENX**

**AVIS SUR LE VOLET RELATIF A LA DETERMINATION DES
CONCENTRATIONS D'EXPOSITION DANS L'AIR AMBIANT ET DES DEPOTS
ATMOSPHERIQUES PAR MODELISATION DE LA DISPERSION
ATMOSPHERIQUE**

Rapport réalisé pour la DREAL Nouvelle-Aquitaine

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Vincent GRAMMONT Frédéric TOGNET	Laurence ROUIL	Martine RAMEL
Qualité	Ingénieurs des unités Impact sanitaire et expositions Modélisation atmosphérique et Cartographie environnementale	Responsable du pôle Modélisation environnementale et Décision	Responsable du Pôle Risque et Technologies Durables
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

1	OBJET DE LA NOTE	4
2	DOCUMENTS CONSULTÉS	5
3	AVIS SUR L'ESTIMATION DES FLUX D'EMISSION	6
3.1	Résultats de mesures	6
3.2	Protocole de mesure	8
4	AVIS SUR LA MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE ..	10
4.1	Pertinence de l'outil de calcul vis-à-vis du comportement atmosphérique des rejets liquides contenant du valproate de sodium	10
4.2	Caractéristiques du rejet modélisé.....	11
4.3	Description du domaine de calcul	12
4.4	Reconstruction météorologique.....	13
4.5	Résultats des simulations et indicateurs	13
5	CONCLUSION	15

1 OBJET DE LA NOTE

La DREAL Nouvelle-Aquitaine, avec l'accord du ministère chargé de l'environnement, a sollicité l'avis de l'INERIS sur le rapport d'Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) liés aux émissions atmosphériques de valproate de sodium par la tour de lavage de l'atelier d'atomisation de l'usine SANOFI de Mourenx. Ce rapport, daté du 19 juin 2017, a été rédigé par le bureau d'étude AECOM à la demande de SANOFI en réponse à l'arrêté préfectoral n°02680/2014/88 du 4 décembre 2014 (voir documents consultés au §2).

La demande d'appui faite à l'INERIS porte uniquement sur la détermination des concentrations d'exposition dans l'air ambiant et des dépôts atmosphériques par modélisation de la dispersion atmosphérique, en particulier sur les points suivants :

- L'estimation des flux d'émission considérés dans l'ERS ;
- Le choix du modèle de dispersion atmosphérique et des paramètres d'entrée.

L'avis de l'INERIS porte sur la méthode, les données et les modèles utilisés afin d'identifier les limites/lacunes éventuelles et les compléments nécessaires. L'avis de l'INERIS ne vise pas à valider les résultats de l'évaluation rédigée par AECOM pour SANOFI (pas de vérification des données sources et de la modélisation). En outre, l'avis de l'INERIS s'appuie uniquement sur les documents et données fournis (voir §2). Par ailleurs, l'analyse menée par l'INERIS n'a pas pour but de refaire, tout ou partie de l'étude, ou de s'y substituer.

L'analyse de l'INERIS est menée en s'appuyant notamment sur la Circulaire du 9 août 2013 et sur le guide INERIS 2013¹ décrivant la démarche intégrée d'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires appliquée aux ICPE.

¹ « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires - Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées » (INERIS, 2013)

2 DOCUMENTS CONSULTÉS

L'avis de l'INERIS porte sur le rapport « Evaluation de l'impact sur la santé et l'environnement des émissions de valproate de sodium », rédigé par AECOM (Réf : BDX-RAP-17-01301B, 19/06/2017), nommé « rapport ERS » dans la suite de la note.

D'autres documents transmis par SANOFI ont été consultés pour obtenir des informations complémentaires :

- Notes d'étude, rédigées par Chemistry & Biotechnology Development Sanofi Chimie Aramon :
 - Etude sur la dispersion de Valproate (Réf : CBD2015-1678-01 ; 03/04/2015),
 - Site de Mourenx – Rapport de quantification des retombées de Valproate de Sodium (Réf : CBD2016-3695-01; 11/10/2016) ;
- Présentation de SANOFI « Rejets Valproate – Juillet 2018 » ;
- Tableau de compilation des résultats analytiques sur les émissions de l'atomiseur de janvier 2015 à juin 2018 (Fichier Résultats analytiques Atomiseur_LPL_2015-2016-2017-2018.xls) ;
- Rapports de mesurage des Laboratoires des Pyrénées et des Landes « Contrôles des rejets atmosphériques – SANOFI Mourenx – Tour atomiseur » pour les essais de janvier 2015 à juin 2018.

3 AVIS SUR L'ESTIMATION DES FLUX D'EMISSION

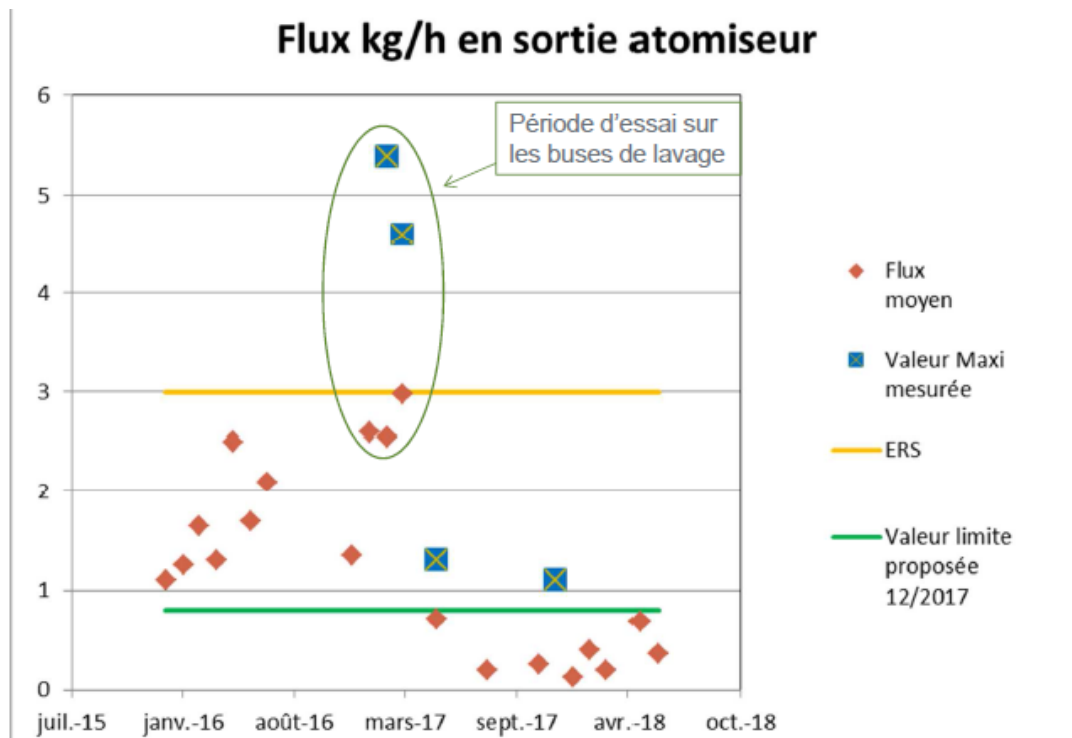
3.1 RESULTATS DE MESURES

D'après le rapport ERS :

- Les émissions atmosphériques de valproate de sodium proviennent principalement de « l'atomisation du produit » pour assurer son séchage. Ces émissions sont traitées par une tour de lavage suivi d'un cyclone. Après traitement, le valproate de sodium, molécule très hygroscopique, est rejeté dans des gouttelettes par une cheminée en toiture de l'atomiseur.
- Les rejets diffus peuvent être considérés comme négligeables car la manipulation de valproate de sodium est réalisée dans des pièces en dépression, permettant de limiter les pertes de produits vers l'extérieur.
- Le flux horaire de valproate de sodium en sortie du cyclone de l'atomiseur est estimé à 2 kg/h selon un scénario « réaliste » et à 3 kg/h selon un scénario « enveloppe », à partir des mesures à l'émission réalisées par SANOFI depuis 2015.
- Le flux annuel est estimé à 13,4 t/an selon le scénario « réaliste » et à 20,2 t/an selon le scénario « enveloppe », en considérant la durée totale annuelle des opérations d'atomisation : 40 opérations d'une semaine chacune.

Les résultats des mesures ne sont pas présentés dans le rapport ERS. Les flux mesurés de décembre 2015 à juin 2018 ont été transmis sous forme graphique dans la présentation « Rejets Valproate – Juillet 2018 » (voir Figure 1).

D'après ce graphique, le scénario « réaliste » correspond au flux moyen (2 kg/h) mesuré entre décembre 2015 et mars 2017, et le scénario « enveloppe » aux flux maximum (3 kg/h) mesurés sur la même période. Après mars 2017, les flux n'ont pas dépassé 0,8 kg/h, suite, semble-t-il, à des actions menées pour réduire ces émissions (décrites dans la présentation).



SANOFI

Figure 1 : Flux mesurés d'émission de valproate de sodium par la tour d'atomisation de décembre 2015 à juin 2018 (figure transmise par SANOFI).

Flux moyen : moyennes des résultats pour chaque campagne (2 à 4 mesures par campagne)

Les rapports de mesurage de janvier 2015 à juin 2018 et un tableau de compilation des résultats analytiques ont également été transmis. D'après ce dernier, les flux moyens et maximum (hors périodes d'essais et mesures non isocinétiques) sont respectivement de 1,35 kg/h et 2,6 kg/h entre décembre 2015 et mars 2017 ; de 0,66 kg/h et 0,85 kg/h entre avril et décembre 2017 ; et de 0,38 et 0,69 kg/h entre janvier et juin 2018.

Enfin, d'après la présentation « Rejets Valproate – Juillet 2018 », l'objectif des travaux décidés pour 2018 est d'abaisser les flux entre 0,1 et 0,2 kg/h.

Avis de l'INERIS :

Les flux considérés dans l'ERS correspondent aux flux moyens (2 kg/h) pour le scénario « réaliste », et maximum (3 kg/h) pour le scénario « enveloppe », mesurés entre décembre 2015 et mars 2017. Les flux ont ensuite fortement diminué et devraient encore diminuer après la réalisation des travaux annoncés (objectif entre 0,1 et 0,2 kg/h). A défaut de mesure exploitable avant décembre 2015, il est impossible de déterminer quels étaient les flux antérieurs par rapport aux flux retenus dans l'ERS. D'après le rapport ERS, l'atelier d'atomisation a connu une augmentation de sa capacité de production au fil des années, mais cet argument ne permet pas d'affirmer que les flux étaient plus faibles avant 2015.

Par conséquent, les hypothèses d'émission retenues dans l'ERS ne sont valables que pour la période de décembre 2015 à mars 2017. Celles-ci sont majorantes pour la situation actuelle et future, compte-tenu des réductions observées et attendues des émissions. Il est, par contre, impossible d'estimer quels ont été les flux antérieurs aux premières mesures d'émission considérées, par rapport aux flux retenus dans l'ERS.

3.2 PROTOCOLE DE MESURE

Le rapport ERS ne donne pas d'information sur les modalités et protocoles de mesure mis en œuvre. D'après les informations fournies dans la présentation « Rejets Valproate – Juillet 2018 » et dans les rapports de mesurage transmis :

- 19 campagnes de mesure ont été menées entre décembre 2015² et juin 2018 (12 autres campagnes ont été menées lors d'essais sur l'installation). A chaque campagne, entre 2 et 4 mesures ont été réalisées sur des prélèvements continus durant de 1h10 à 3h.
- Les mesures ont été réalisées par prélèvement isocinétique (depuis décembre 2015, sauf exceptions) dans le flux d'air, captation du valproate de sodium par barbotage dans l'eau après condensation via un système de refroidissement, et analyse par LC-MS/MS. La mesure est « difficile » et « additionne les imprécisions » liées aux étapes de prélèvement, de traitement et d'analyse. En outre, la méthode a varié jusque fin 2016 (non détaillée dans la présentation).
- Pour chaque campagne, les conditions de fonctionnement de l'installation sont renseignées et sont stables et représentatives du fonctionnement normal, sauf lors d'essais sur la tour de lavage (buses, dévésiculateur...).
- La production se déroule en opérations de 1 semaine (40 cycles par an), de façon continue pour chaque cycle.

Avis de l'INERIS :

D'après les données transmises, les conditions de mesure et le nombre de mesures sur la période apportent une bonne représentativité des résultats par rapport au fonctionnement normal des installations. Cependant, compte-tenu de la spécificité des mesures réalisées, il serait utile de demander à l'exploitant des précisions complémentaires concernant :

- La justification de la méthode de prélèvement et d'analyse retenue et l'influence des variations de la méthode, ainsi que des incertitudes, sur les résultats ;
- L'analyse et les causes possibles (si elles peuvent être identifiées, considérant également les incertitudes de mesures) des variations observées entre les campagnes (voir Figure 1) et au cours d'une même campagne (par exemple le 24/05/2018 : flux entre 0,5 et 0,8 kg/h sur 3 essais avec les mêmes conditions de fonctionnement) ;

² Des campagnes ont également été réalisées entre janvier et novembre 2015, mais avec un protocole ne permettant pas d'obtenir des prélèvements isocinétiques. Par conséquent, ces résultats n'ont pas été retenus par AECOM.

- Les éventuelles variations des flux au cours d'un même cycle, en considérant les différentes phases (démarrage, maintenance, etc.) et la modification de paramètres de fonctionnement ;
- La chronologie des actions de réduction des émissions et leurs effets en termes de réduction des flux observée.

Ces éléments permettraient de valider le meilleur protocole de surveillance des émissions, en termes de méthode mais aussi de durée et de fréquence de prélèvement.

4 AVIS SUR LA MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

4.1 PERTINENCE DE L'OUTIL DE CALCUL VIS-A-VIS DU COMPORTEMENT ATMOSPHERIQUE DES REJETS LIQUIDES CONTENANT DU VALPROATE DE SODIUM

Le modèle de dispersion ADMS dans sa version 5.2 est utilisé pour l'ERS. ADMS est un système de modélisation de la pollution atmosphérique. Il fait partie de la chaîne de modélisation ADMS, développée depuis 1994 par le CERC (Cambridge Environmental Research Consultants, www.cerc.co.uk), il est commercialisé en France par la société Numtech. ADMS permet la prise en compte de nombreuses sources industrielles de type ponctuel, surfacique ou volumique, et permet également d'intégrer la variation temporelle de ces émissions. La dispersion des polluants est simulée à l'aide d'une formulation gaussienne (basée sur des coefficients de dispersion), le traitement des conditions fortement instables faisant l'objet d'un traitement spécifique non gaussien.

Pour rappel, d'après le rapport ERS et la note « Etude sur la dispersion de Valproate », le valproate de sodium est rejeté à l'atmosphère dans des gouttelettes d'eau par une cheminée en toiture de l'atomiseur, après avoir été traité par une tour de lavage et un cyclone. Le diamètre de coupure du cyclone est de 100 µm.

Avis de l'INERIS :

Le modèle ADMS est largement documenté dans la littérature scientifique et a également fait l'objet de nombreuses publications concernant son évaluation dans le cadre de la dispersion des polluants industriels classiques, particuliers ou gazeux. Il est très souvent utilisé pour la réalisation d'ERS dans le cadre des études d'impacts liés aux rejets atmosphériques industriels dans des situations relativement simples (tant du point de vue de l'environnement du site et des conditions de rejets que des produits rejetés) qui autorisent l'usage d'une approximation de la dispersion.

Dans le cas présent, de nombreux phénomènes particuliers peuvent influencer sur le comportement de rejets atmosphériques et leur dispersion.

D'une part, les gouttelettes de solution émises à l'atmosphère interagissent avec l'humidité de l'air activant ainsi des processus d'adsorption ou de désorption en fonction de l'équilibre thermodynamique local. Ainsi, dans le cas d'une particule très hygroscopique, le diamètre des particules est susceptible de varier, après émission, significativement avec l'humidité de l'air ambiant dans un sens ou dans l'autre.

D'autre part, des réactions chimiques peuvent avoir lieu dans les gouttelettes ou à leur surface, avec d'autres molécules présentes dans les gouttelettes ou dans l'atmosphère. Ces réactions peuvent entraîner une modification des composés chimiques présents ainsi que de leur forme (dissous, gazeux ou particulaires). Par exemple, le valproate en solution dans les gouttelettes peut au contact de certains acides présents dans l'atmosphère, être libéré sous forme d'acide valproïque gazeux. Des réactions peuvent également intervenir après dépôt des gouttelettes au sol, une reévaporation du valproate après dépôt n'étant pas écartée.

Les comportements microphysiques, thermodynamiques et chimiques des gouttelettes de valproate de sodium dans l'air ambiant ne sont pas abordés dans le rapport et ne peuvent pas être appréhendés de manière simplifiée. Or, ils peuvent influencer de manière significative la dispersion du panache rejeté.

Le modèle ADMS mis en œuvre traite les particules de manière strictement passive. En conséquence, en l'absence de travaux complémentaires pour estimer l'influence de ces comportements (a minima les comportements microphysiques) sur les résultats de modélisation, l'INERIS ne peut pas confirmer leur pertinence.

Par ailleurs, des modèles et de nombreuses publications traitant de la microphysique des gouttelettes et de la chimie des aérosols existent actuellement.

4.2 CARACTERISTIQUES DU REJET MODELISE

D'après le rapport ERS, deux diamètres granulométriques décrivant les gouttelettes sont pris en compte : 5 μm et 100 μm . AECOM justifie ces choix par le rayon de coupure du cyclone pour la valeur de 100 μm et en citant une étude de l'INERIS pour la valeur de 5 μm . La vitesse d'éjection verticale est fixée à 0,001 m/s du fait d'un rejet horizontal. La température de rejet est fixée à 45°C et la hauteur d'émission à 17,5 m.

Avis de l'INERIS

Concernant la granulométrie des gouttelettes :

Sous réserve que le diamètre de coupure du cyclone soit bien de 100 μm , l'INERIS n'émet pas de réserve particulière sur le choix de cette valeur granulométrique, au moment du rejet mais rappelle le besoin d'une prise en compte de l'évolution, du point de vue microphysique, des composés rejetés pour mener à bien l'étude de dispersion.

Par contre, la valeur de 5 µm choisie par AECOM ne peut être justifiée par l'étude de l'INERIS citée en référence³. En effet, dans les travaux menés par l'INERIS en 2003-2004 pendant la crise d'épidémie de légionellose à Lens, le modèle ADMS avait été mis en œuvre pour simuler la période de crise en assimilant les gouttelettes à des particules. Etant donné le contexte de l'étude (recherche des zones potentiellement impactées, courte période, conditions météorologiques particulières), cette approximation avait été utilisée en première approche, mais des réserves avaient été formulées par l'INERIS sur le fait qu'elle ne permettait pas de tenir compte de la microphysique des particules. Par la suite, des travaux ont été menés par l'INERIS pour élaborer des modèles de dispersion de gouttelettes prenant en compte la microphysique des aérosols.

Concernant les autres paramètres :

La consultation des rapports de mesure valide bien la valeur de température fixée.

La vitesse d'éjection verticale est fixée à 0,001 m/s du fait d'un rejet horizontal. En effet, le modèle ADMS ne permet de prendre en compte un rejet horizontal que par l'intermédiaire d'une source de type « jet », au détriment de la prise en compte de la topographie et des vents calmes, ce qui constitue une limite intrinsèque au modèle. Le choix d'AECOM de considérer un rejet vertical à vitesse quasi nulle est relativement courant mais nécessiterait d'être justifié, et l'impact de ce choix sur les conditions de dispersion devrait être étudié. En effet, la vitesse horizontale du rejet est importante (14 m/s) et s'apparente plutôt à des conditions de jet. Le choix de négliger cet effet au profit de la prise en compte de la topographie et des vents calmes (puisque le modèle n'offre pas la possibilité de traiter correctement l'ensemble de cette situation) ne peut être validé en l'état.

4.3 DESCRIPTION DU DOMAINE DE CALCUL

Le rapport ERS décrit le domaine de calcul utilisé :

- La topographie du domaine est prise en compte dans le modèle au pas de 50 mètres (source donnée IGN). Ce domaine présente des variations d'altitude d'une centaine de mètres entre le bord de mer et le coin Sud-Est.
- La taille du domaine de calcul associé à la prise en compte de la topographie est compatible avec la modélisation.
- Un paramètre de hauteur de rugosité variable est pris en compte en fonction de l'usage des sols. Il varie d'une valeur de 0,001 pour le Gave de Pau à 1 mètre pour les zones les plus urbanisées.
- Les bâtiments du site sont pris en compte dans la modélisation, une représentation de ces bâtiments modélisés est proposée.
- La zone de calcul s'étend sur un carré de 2 km par 2 km centré sur le site.

³ « Evaluation de la dispersion atmosphérique d'aérosols potentiellement contaminés dans la région de Lens » (Référence DRC-04-56022-DRCG/LRo-FMa/037/DRCG04_037LROFMA)

Avis de l'INERIS

Le site est localisé dans un environnement vallonné. Cependant les variations topographiques sont faibles à l'intérieur du domaine de calcul et restent compatibles avec l'utilisation du module de terrain complexe du modèle ADMS. Compte tenu de la faible densité du bâti dans les zones urbaines aux alentours du site, la valeur de rugosité utilisée pour ces zones est surévaluée. Toutefois, un fichier de rugosité variable étant utilisé, cette surévaluation constatée n'est pas de nature à impacter les résultats de modélisation.

En conséquence, la description du domaine de calcul est conforme aux standards de modélisation et aux recommandations présentées dans le guide INERIS « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » (2013).

4.4 RECONSTRUCTION METEOROLOGIQUE

Les paramètres de vitesse du vent, de direction, de température, de nébulosité et de précipitations utilisés dans l'étude proviennent de la station météorologique de Pau situé à 15 km du site. La fréquence de ces paramètres météorologiques est trihoraire et la période de simulation est de 3 années.

Avis de l'INERIS

Les paramètres météorologiques, leur fréquence et la période de 3 ans utilisés pour la simulation sont correctement décrits, conformément aux standards de modélisation et aux recommandations présentées dans le guide INERIS « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » (2013), et permettent de rendre compte de la description de la couche limite atmosphérique et de la variabilité météorologique du site.

4.5 RESULTATS DES SIMULATIONS ET INDICATEURS

Les indicateurs classiques de concentration en moyenne annuelle et de dépôts sont présentés sous formes de valeurs numériques aux points récepteurs et de cartographie.

Avis de l'INERIS

Les principales réserves sur les résultats présentés résultent du fait de la non prise en compte des interactions microphysiques et chimiques des aérosols modélisés et de la représentation du terme source (voir § 4.1 et 4.2).

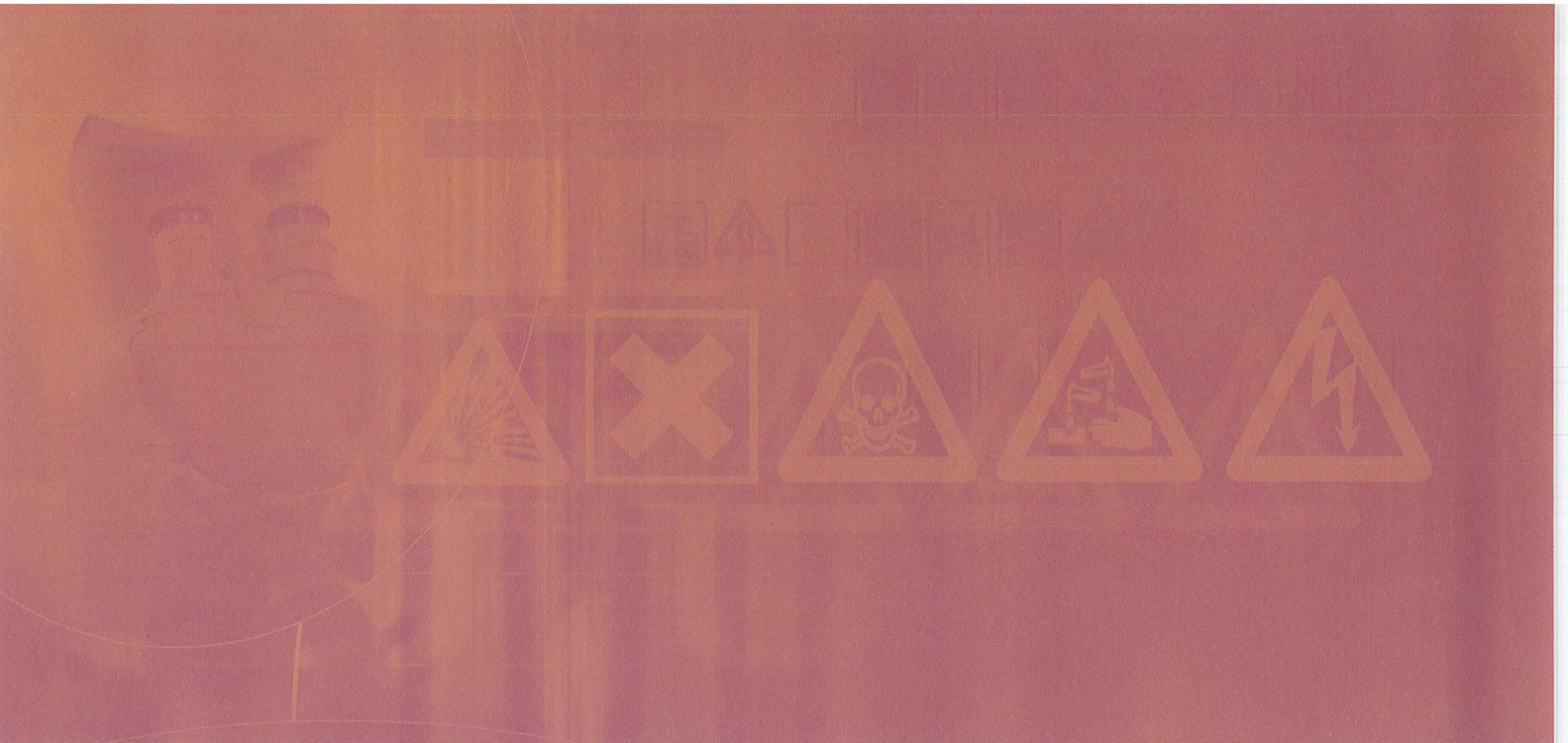
Le rapport mentionne également une comparaison des dépôts calculés avec le logiciel ADMS et une campagne de mesure SANOFI, sans préciser la référence de cette étude. Une telle comparaison est présentée dans le document « Site de Mourenx - Rapport de quantification des retombées de valproate de sodium » (2016). Toutefois, celle-ci ne peut en aucun cas être utilisée comme base de validation des résultats de modélisation. En effet, le rapport compare des résultats de modélisation et de mesures à des emplacements qui semblent ne pas être les mêmes, et sur des périodes de temps différentes (une semaine pour les mesures contre une année pour la modélisation).

5 CONCLUSION

Les flux considérés d'émission de valproate de sodium sont représentatifs des émissions mesurées entre décembre 2015 et mars 2017. Le scénario « réaliste » correspond au flux moyen mesuré, et le scénario « enveloppe » au flux maximum mesuré sur cette période. Les flux ont ensuite fortement diminué et devraient encore diminuer après la réalisation des travaux annoncés.

La modélisation a été mise en œuvre avec un outil (ADMS 5.2) et des hypothèses de modélisation conformes aux standards de modélisation et aux pratiques habituelles lorsque l'on traite d'émissions atmosphériques industrielles de polluants classiques.

Nous ne sommes cependant pas dans cette situation du fait de la nature physico-chimique du valproate de sodium tel qu'émis à la sortie de la tour de lavage. En particulier, la non prise en compte des comportements microphysiques spécifiques dans le panache ne permet pas de conclure sur la pertinence des résultats de modélisation présentés. Par conséquent, l'INERIS recommande de mener des travaux complémentaires (notamment une étude de sensibilité) pour estimer l'influence de ces comportements à l'aide d'outils et de méthodologies adaptés.



INERIS

*maîtriser le risque |
pour un développement durable*

Institut national de l'environnement industriel et des risques

Parc Technologique Alata
BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte

Tél. : +33 (0)3 44 55 66 77 - Fax : +33 (0)3 44 55 66 99

E-mail : ineris@ineris.fr - **Internet** : <http://www.ineris.fr>