



**EXAMEN PROFESSIONNEL POUR L'ACCES AU CORPS  
DES INGENIEURS DE L'INDUSTRIE ET DES MINES**

***SESSION 2020***



**ÉPREUVE ÉCRITE D'ADMISSIBILITÉ N° 2 DU 16 SEPTEMBRE 2020**



**ETUDES DE CAS  
OPTION « ENVIRONNEMENT ET SECURITE INDUSTRIELS »**



**REMARQUES IMPORTANTES :**

- **les candidats devront compléter et remettre 2 documents avec leur copie « Risques accidentels » et « Risques chroniques » ;**
- les copies doivent être rigoureusement anonymes et ne comporter aucun signe distinctif ni signature, même fictive, sous peine de nullité ;
- la calculatrice scientifique est autorisée ;
- le candidat s'assurera, à l'aide de la pagination, qu'il détient un sujet complet de **19 pages**.

(Durée : 4 heures - Coefficient : 4)

**TOUTE NOTE INFÉRIEURE À 6 SUR 20 EST ÉLIMINATOIRE**



**Étude de cas n° 1**  
**Partie « Risques accidentels »**

Vous êtes responsable d'une subdivision « risques accidentels » dans le sud-est de la France. Le préfet doit rencontrer le maire de la commune de Saint-Just et le porteur du projet d'un stockage de gaz liquéfiés dans la nouvelle zone d'activités. Le maire de la commune souhaite aborder un accident qui vient de se produire au Japon et faire le point sur les risques industriels.

**Travail demandé**

1 - En vous aidant du document n° 2 « Extrait base ARIA 40256 - 11/03/2011 - JAPON – CHIBA » :

- résumer la chronologie du premier accident dans la baie de Tokyo ;
- décrire simplement les causes directes des deux accidents présentés dans le document n° 2.

2 - Définissez les termes suivants :

- danger ;
- risque ;
- aléa technologique ;
- étude de dangers. Vous en préciserez les contenus principaux ;
- notice de réexamen selon « *l'avis du 8 février 2017 relatif au réexamen quinquennal des études de dangers des ICPE de statut SEVESO seuil haut* ». Vous préciserez le rôle de cette notice.

3 - Le préfet compte examiner les situations des entreprises industrielles qui souhaitent s'installer dans le département. Le projet de centre emplisseur de GPL préoccupe le maire.

A partir du document n° 1 « Description générale du site » :

- quels sont les risques générés par les installations de GPL ?
- quels sont les phénomènes dangereux susceptibles de se produire ?
- que signifie l'acronyme BLEVE ?
- quels sont les événements initiateurs qui peuvent conduire au BLEVE dans le cadre de l'implication de plusieurs wagons stationnés sur le site ? Vous positionnerez ces événements initiateurs sur un arbre de défaillances que vous construirez à partir des éléments fournis par le document n° 3 « Nœud papillon ».

4 - Dans le cadre du projet d'implantation du centre emplisseur de GPL, indiquer les mesures de prévention et de protection à mettre en œuvre.

5 - Pour quelles raisons le porteur de projet a-t-il décidé de réduire la capacité de stockage des sphères de 1000 m<sup>3</sup> à 400 m<sup>3</sup> ?

Documents joints au travail demandé :

- document n° 1 « Description générale du site » ;
- document n° 2 « Extrait base ARIA 40256 - 11/03/2011 - JAPON – CHIBA » ;
- document n° 3 « Nœud papillon » ;
- document n° 4 « Extrait de la circulaire du 10/05/10 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 ».

## **Description générale du site**

Le projet de stockage de GPL est destiné à assurer l'approvisionnement des activités industrielles voisines grâce à quatre réservoirs aériens de 1000 m<sup>3</sup> dont deux pour le stockage du butane, l'emplissage des bouteilles, la gestion logistique des approvisionnements jusqu'au client final.

Le déchargement des véhicules citernes gros porteurs de 20 tonnes et des wagons citernes de 50 tonnes s'effectuera en raccordant les phases liquides et gazeuses de la citerne mobile et du réservoir à remplir via deux bras métalliques articulés. Le transfert depuis les wagons citernes ou véhicules citernes vers les stockages s'effectuera via un compresseur. Le site pourra accueillir 20 wagons.

Le butane et le propane seront stockés à température ambiante sous leur pression de vapeur saturante. La masse volumique du propane est de 0,51kg par litre. La masse volumique du butane est de 0,58kg par litre.

Les réservoirs seront situés dans des cuvettes de rétention appropriées. Un dispositif d'arrosage fixe permettra d'arroser les réservoirs pour les refroidir s'ils sont soumis à un feu ou au rayonnement thermique d'un feu voisin.

L'expédition des gaz butane et propane en vrac sera majoritairement assurée par des véhicules citernes petits porteurs de charge utile comprise entre 6 et 9 tonnes. La citerne sera raccordée à la ligne d'emplissage du véhicule via un bras articulé métallique. Les véhicules seront ensuite chargés. Le produit sera pompé à partir des réservoirs de stockage vers le camion.

Pour les expéditions des bouteilles de gaz, une chaîne de conditionnement implantée dans un hall comprendra les fonctions suivantes :

- trois zones de stockage des bouteilles vides seront prévues. Les bouteilles vides seront ensuite sorties des casiers de transport ;
- retrait des chapeaux des bouteilles (si présents) ;
- fermeture des robinets ;
- tri des bouteilles : les bouteilles devant être contrôlées ou présentant des défauts mécaniques seront retirées du circuit ;
- emplissage des bouteilles sur un manège tournant ;
- contrôles qualité emplissage ;
- pose du chapeau si nécessaire ;
- les bouteilles pleines chargées seront rangées dans les casiers et stockées en attente de chargement sur camion.

Les mesures de sécurité du site prévues par l'exploitant comprennent :

- des réservoirs de stockage d'eau,
- un ensemble de groupes motopompes autonomes,
- un réseau de distribution d'eau sous pression,
- des lances à incendie et des poteaux incendie localisés aux endroits adéquats pour assurer l'arrosage des installations.

La mise en route de ces installations se fera automatiquement dès la détection de gaz ou de flammes. Elle pourra également se faire par déclenchement manuel à partir de boutons d'alarme implantés sur le site.

Des barrières de sécurité seront prévues pour prévenir les risques associés aux sites de stockage de GPL et en particulier le BLEVE.

En cas d'alarme, le principe de base des procédures de sécurité est la mise à l'arrêt total du site, par :

- arrêt des transferts ;
- fermeture des vannes ;
- coupure de l'électricité ;
- mise en marche des systèmes d'arrosage.

Ces actions s'effectuent en quelques dizaines de secondes.

Le respect de leur mise en œuvre sera régulièrement contrôlé en interne par l'exploitant chargé du respect des procédures pour la sécurité des sites. Les éventuels écarts relevés feront l'objet de plans d'actions correctives.

Vue sur le site emplisseur



## Document n° 2

Extrait base ARIA 40256 - 11/03/2011 - JAPON – CHIBA

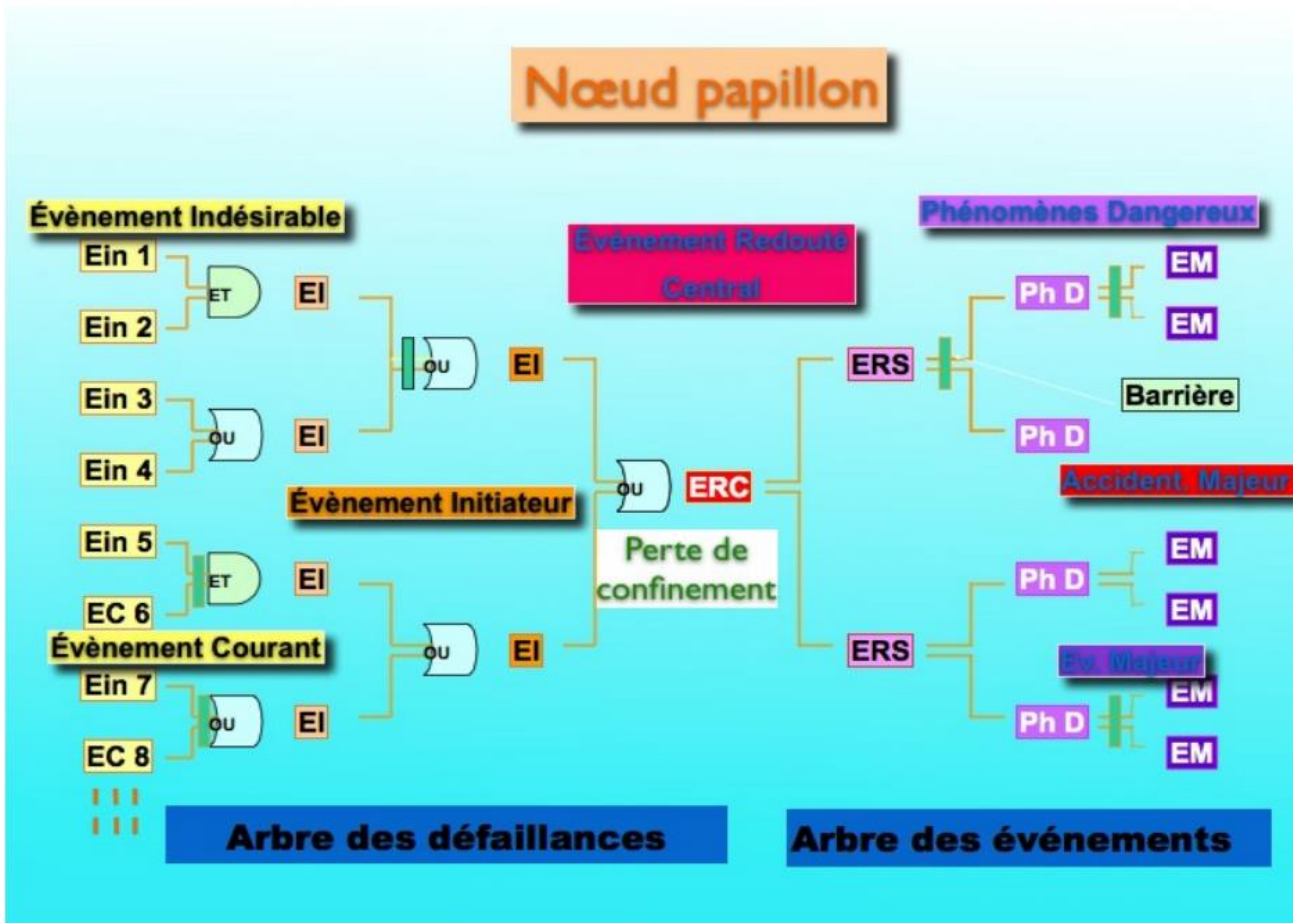
Un séisme majeur ( $M_w = 9$ ) touche l'île de Honshu au Japon à 14 h 46. Une fuite sur une canalisation portuaire de GPL est détectée à 15 h 35 dans la raffinerie d'un grand complexe pétrochimique de la baie de TOKYO. La flaque de gaz se répand à 15h48 sur le parc adjacent de 17 sphères de butane / butylène et s'enflamme sur une source d'ignition inconnue. L'incendie se développe rapidement, entraînant la chute de la plupart des sphères dont les pieds se rompent et 5 BLEVE en cascade avec une boule de feu de 600 m de diamètre pour le principal. Le sinistre étant incontrôlable en raison des flux thermiques considérables, les pompiers de la raffinerie, aidés des secours publics arrivés à 16 h 04, protègent les installations proches : bacs, vapocraqueur. Des petits départs de feu sur les vapocraqueurs de polyéthylène et polypropylène les plus proches sont maîtrisés dans la nuit, mais l'incendie perdurera 10 jours. Un blessé grave et 5 légers sont à déplorer parmi les employés. En raison des dommages provoqués les semaines suivantes sur les unités de raffinage par le séisme et ses nombreuses répliques, dont 63 de magnitude  $> 6$ , la raffinerie ne reprendra ses activités hors stockage d'hydrocarbures que 9 mois plus tard. Le parc de sphères est reconstruit et mis en service 2 ans après. Les pertes d'exploitation s'élèvent ainsi à plusieurs dizaines de millions d'euros pour un coût total des sinistres évalué à 100 millions d'euros (2011).

Une autre raffinerie sera aussi endommagée au nord-est du Japon (ARIA 40258). La fuite initiale de GPL par écrasement d'une canalisation, résulte de l'effondrement de la sphère n° 364 en surplomb remplie d'eau pour une épreuve hydraulique après la 1ère réplique du séisme principal ; la secousse principale (accélération de  $0,1 \text{ m/s}^2$ ) a fragilisé la structure porteuse en fissurant les croisillons, puis a conduit à la rupture des pieds de soutènement lors de la 1ère réplique de magnitude 7,2 (accélération de  $0,99 \text{ m/s}^2$ ) à 15 h 15. La conception adaptée de la structure au risque sismique pour une charge en gaz ne prenait pas en compte la surcharge due au remplissage en eau du réservoir. De surcroît, la mise en sécurité automatique du circuit de transport de gaz déclenchée par les sismomètres était inopérante sur cette partie du réseau, la vanne de coupure automatique étant shuntée en position ouverte à la suite de problèmes antérieurs de commande pneumatique. La procédure temporaire de fermeture manuelle de cette vanne dans l'attente de la réparation n'a pu être mise en œuvre en raison d'une flaque importante de GPL. L'exploitant envisage plusieurs mesures :

- réduction de la durée de présence de l'eau dans les sphères en épreuves hydrauliques, celle-ci ayant été jugée anormalement longue lors de l'accident ;
- surcharge en eau de la capacité prise en compte lors de la conception des structures des nouvelles sphères ;
- isolement et vidange systématiques des réseaux de gaz proches des sphères en épreuve hydraulique ;
- accentuation de la flexibilité des nouveaux réseaux de transport de gaz sur site pour amortir les déplacements multidirectionnels importants lors des séismes majeurs.









Extrait de la circulaire du 10/05/10 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003

**E. Modélisation des effets**

**E.1. Effets thermiques**

Les distances sont exprimées en mètres, la masse (M) en kilogrammes. La masse correspond à la masse maximale de gaz liquéfié contenu dans le réservoir.

	<b>Butane, butènes, butadiènes, chlorure de méthyle, chlorure d'éthyle et CVM</b>	<b>Propane, propylène</b>
Distance d'effet relative au seuil de 1.800 (kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> .s	0,81. M <sup>0,471</sup>	1,28 M <sup>0,448</sup>
Distance d'effet relative au seuil de 1.000 (kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> .s	1,72 M <sup>0,437</sup>	1,92 M <sup>0,442</sup>
Distance d'effet relative au seuil de 600 (kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> .s	2,44 M <sup>0,427</sup>	2,97 M <sup>0,425</sup>

Butane, butènes : Les distances sont en mètres, les masses en kilogrammes.

Attention, l'application des formules ci-dessus aux réservoirs mobiles est erronée et minorante car la pression d'éclatement des citernes routières et ferroviaires, qui ne sont pas munies de soupape, est plus élevée.

Les tableaux suivants présentent les distances d'effets thermiques des BLEVE de citernes mobiles, calculées pour des réservoirs pleins (remplis à 85% à la température ambiante) avec le modèle TRC.

<b>PROPANE ou BUTANE, réservoir rempli à 85 %</b>				
Réservoirs mobiles	Pression d'éclatement	600	1.000	1.800
		(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> .s	(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> .s	(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> .s
Wagon citerne 119 m <sup>3</sup>	27 bar	320	250	190
Wagon citerne 90 m <sup>3</sup>	27 bar	270	220	160
Camion citerne 20 t	25 bar	210	170	120
Camion citerne 9 t	25 bar	150	120	80
Camion citerne 6 t	25 bar	120	100	70

Un réservoir rempli à 85% atteint le plein hydraulique, qui se traduit par la disparition de la phase gazeuse, avant d'atteindre la pression d'épreuve. Dès que la phase gazeuse disparaît, la pression monte très rapidement dans le réservoir et entraîne rapidement sa rupture, tandis que la température continue de monter lentement : il n'y a plus d'équilibre liquide-vapeur. Aussi, le tableau ci-dessus a été élaboré avec les hypothèses de calcul suivantes :

- pression d'éclatement égale à la pression d'épreuve du réservoir ;
- température à l'éclatement égale à la température au moment où la phase gazeuse disparaît, soit 55°C pour le propane et 76°C pour le butane.



**Étude de cas n° 2**  
**Partie « Risques chroniques »**

La société « RéparRoues » exploite une activité de remise en état de roues pour des véhicules à moteur terrestres. Elle dispose sur son site d'installations de décapage thermique et chimique. Elle bénéficie d'un arrêté préfectoral d'autorisation (annexe 1) pour les installations qu'elle exploite.

L'exploitant envisage de diversifier son offre compte tenu du marché en pleine expansion et souhaite développer ses installations de décapage thermique et chimique afin de pouvoir répondre aux besoins du marché en Europe. Pour cela, il souhaite mettre en œuvre de nouvelles cuves de décapage chimique (solvant et alcaline) et remplacer un de ses fours de décapage. De plus, la société « RéparRoues » programme de remplacer une grenailleuse existante et d'ajouter d'une deuxième grenailleuse.

Pour son projet, l'exploitant fait appel aux meilleures techniques disponibles et souhaite le mettre en œuvre en deux étapes :

**1ère étape** – démarrage en octobre 2019

- Mise en place d'une cuve de décapage à base de solvant de 1500 litres (25% Mono éthylène glycol, 75% Alcool benzylique) ;
- Mise en place d'une cuve de 13 m<sup>3</sup> de décapage à base alcaline ainsi qu'un système de nettoyage comportant une cuve de rinçage et une baie de rinçage haute pression ;
- Remplacement du four C ;
- Mise en place d'une grenailleuse en remplacement de la grenailleuse existante.

**2ème étape** – démarrage en juillet 2020

- Mise en place des cuves de décapage à base de solvant d'une capacité de 25 m<sup>3</sup>.

Des travaux de bâtiments sont prévus dans cette période. Il s'agit des rétentions des traitements des bains et de leur traitement dans une unité de régénération interne sans rejet aqueux vers le milieu.

Le site industriel est implanté dans une zone artisanale au sud d'une commune de 4000 habitants. Les cartes des modélisations réalisées dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires (annexe 2) indiquent de manière schématique l'implantation du site - centré sur chacune des 3 cartes, les enjeux humains et les usages.

Le toit de la nappe phréatique est à moins 2 m du niveau du sol de la zone artisanale. La nappe s'écoule du sud vers le nord » avec une vitesse moyenne de 1 m / jour. Le sens d'écoulement de la nappe s'incline de 30° par rapport au nord dans le sens horaire quand elle est en charge au printemps et l'automne.

Un captage AEP est implanté au nord-est à 1 km de la commune et son rayon éloigné est de 500 mètres.



## Travail demandé

**A** - Vous êtes l'inspecteur référent de ce site. L'exploitant souhaite une réponse de votre part pour que ses objectifs se concrétisent dans les délais impartis.

Votre 1<sup>er</sup> travail comporte les tâches suivantes :

1. Identifier et présenter en les justifiant les actions administratives prévues dans les deux étapes définies ci-avant.
2. Établir un plan d'actions depuis la prise en charge de l'affaire jusqu'à l'autorisation préfectorale.
3. Dresser un planning (type chemin de fer) qui illustrera votre plan d'actions.

**Nota** : vous identifierez les écueils et les contraintes susceptibles de se présenter lors des procédures administratives et vous n'oublierez pas que 2020 est aussi une année riche en élections. Ces informations seront indiquées dans le planning et vous permettront de gérer efficacement votre action pour proposer votre projet de décision préfectorale.

**B** - A partir des éléments en votre possession :

1. Orienter l'exploitant sur les principaux éléments à fournir dans le cadre des procédures administratives à mettre en œuvre dans chacune des deux étapes prévues par l'exploitant (étude d'impact ou d'incidence, étude de dangers...). Justifier vos choix.
2. Rappeler à l'exploitant les principaux attendus dans les études d'impacts ou d'incidence à fournir en fonction des enjeux identifiés. Justifier vos réponses.

**C** - Une association de riverains s'oppose au projet d'extension sans raison connue, le dossier de l'exploitant étant, selon vous, complet et régulier.

Pour répondre aux sollicitations de l'association, le préfet vous demande de lui rédiger une note précisant les enjeux liés aux activités projetées ainsi que les mesures appropriées prévues par l'exploitant pour en réduire les impacts sur les milieux ; chacune des mesures proposées est pertinente.

**D** - Les raisons de l'association sont maintenant connues. Il s'agit de la santé des riverains. A partir des éléments en votre possession :

1. Quels sont les traceurs de risque à retenir dans l'évaluation des risques sanitaires ?
2. Quelles sont les voies de transfert et d'exposition pertinentes ?
3. Établir le schéma conceptuel adapté au site industriel et préciser la ou les sources d'émission, les voies de transfert, les usages et les voies d'exposition des populations.
4. En fonction des VTR retenues par l'exploitant (annexe 3), évaluer le risque sanitaire et conclure.





## Annexe 1

### Volumes des activités classées réglementées par arrêté préfectoral de 2007

Rubrique	Désignation de l'activité	Régime	Volumes
2565.2a	Revêtement métallique ou traitement (nettoyage, décapage, conversion, polissage, attaque chimique, etc.) de surfaces (métaux, matières plastiques, semi-conducteurs, etc.) par voie électrolytique ou chimique, à l'exclusion du nettoyage, dégraissage, décapage de surfaces visées par la rubrique 2564. 2. Procédés utilisant des liquides (sans mise en œuvre de cadmium), le volume des cuves de traitement étant : a) Supérieur à 1500 litres	A	2 900 l
2566-1	Décapage ou nettoyage des métaux par traitement thermique	A	2 850 kW
2575	Emploi de matières abrasives telles que sables, corindon, grenailles métalliques, etc., sur un matériau quelconque pour gravure, dépolissage, décapage, grainage. La puissance installée des machines fixes concourant au fonctionnement de l'installation étant supérieure à 20 kW	D	101 kW

Nota 1 : les seuils de la rubrique 2565 ont été modifiés. Le régime actuel est l'enregistrement

Nota 2 : le traitement de surface des métaux est soumis à la directive IED - rubrique 3260, dès lors que le volume des cuves affectées au traitement est supérieur à 30 m<sup>3</sup>.

### APC 2014 modifiant l'AP 2007

Dans le tableau de l'article 1er de l'AP 2007, la rubrique 2566-1 est remplacée par la rubrique 2566-a en vertu du décret 2013-1205 du 14 décembre 2013

2566	Nettoyage, décapage des métaux par traitement thermique. La capacité volumique du four étant : a. Supérieure à 2000 l	A	Four A : 42 m <sup>3</sup> Four B : 36 m <sup>3</sup> Four C : 25 m <sup>3</sup>
------	--	---	--

Extrait des prescriptions de l'APC - Valeurs limites des rejets à l'atmosphère

Rejet de l'installation	Paramètres	Concentration mg/Nm <sup>3</sup>	Flux	
			g/h	mg/an/four
3 fours pyrolyse : Four A Four B Four C	Poussières	50	50	-
	CO	50	50	-
	Métaux lourds*	5	3	-
	Mercure et composés	0,05	-	-
	Chlorure d'hydrogène et composés en HCl	50 20	15 20	- -
	COV expr. en carbone	0,1 ng/Nm <sup>3</sup>	-	0,15
	Dioxines			
Grenaillage	Poussières	5	-	-

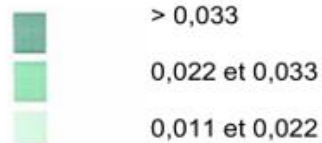
\* cuivre, chrome, plomb, zinc, étain, nickel, manganèse



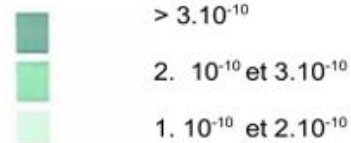
## Annexe 2 - Résultats de la modélisation de l'étude des risques sanitaires

Vents dominants Sud-Ouest vers Nord-Est

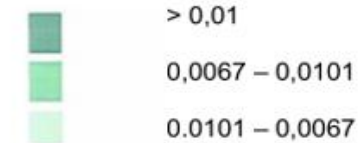
Dispersion benzène – concentration en ug/m<sup>3</sup>



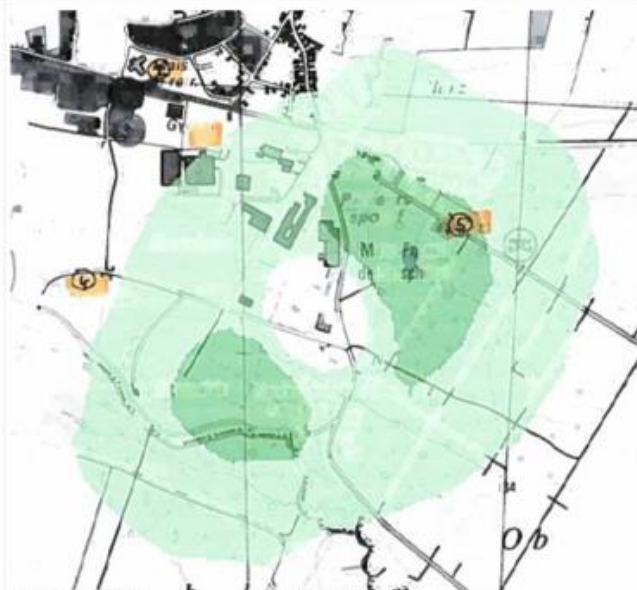
Dispersion des dioxines – concentration en ug/m<sup>3</sup>



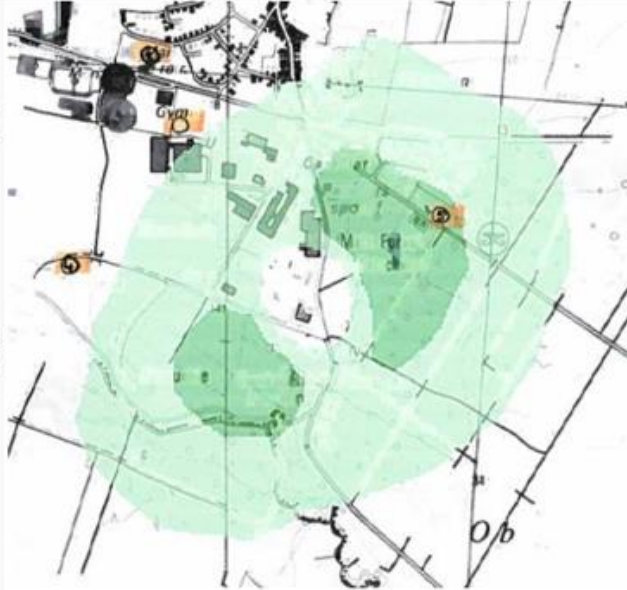
Dispersion du manganèse – concentration en ug/m<sup>3</sup>



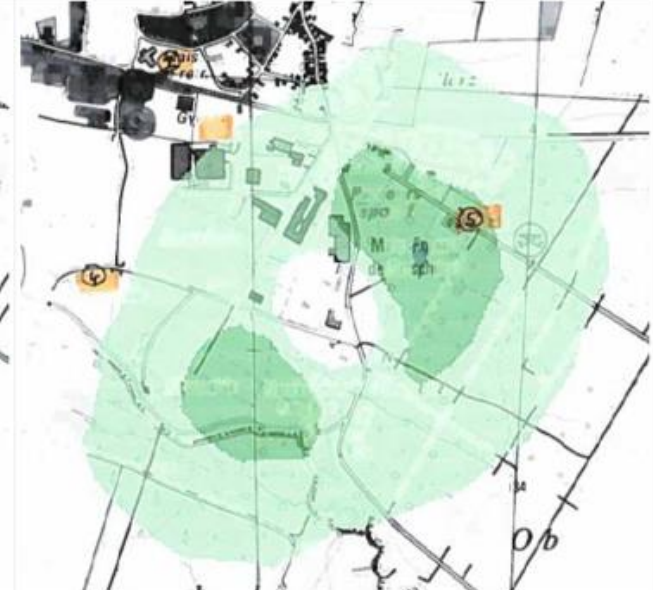
Concentration maximale aire d'étude : 0,036



Concentration maximale aire d'étude : 3,08.10<sup>-10</sup>



Concentration maximale aire d'étude : 0,0105



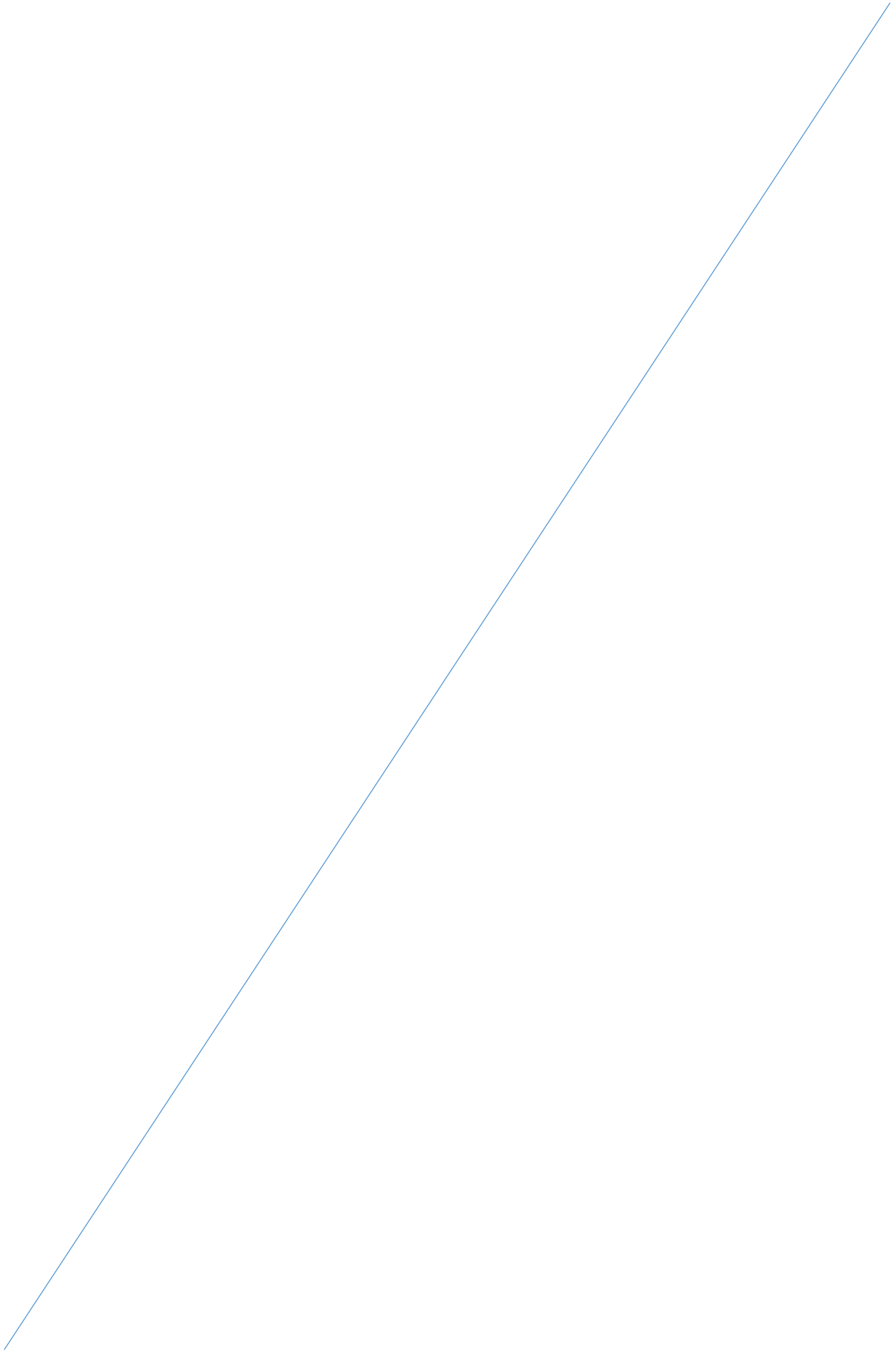
Echelle : 01 | 500 mètres

Enjeux humains par rapport au site d'exploitation : **au nord** : école maternelle à 500 m – **au nord-ouest** : maison de retraite à 600 m et école primaire à 1000 m – **à l'ouest** : quartier habitations à 500 m – **à l'est** : Centre sportif à 200 m

Usages : culture du maïs, du houblon et de chanvre à 500 m du site – captage AEP à 1 km au nord est de la commune

**Le site exploitation est centré dans chacune des trois modélisations présentées ci-dessus.**

**Les cartes sont orientées au Nord.**



## Annexe 3

### VTR (valeurs toxicologiques de référence) sélectionnées dans l'étude d'impact

	Substance	référence	Voie d'exposition	VTR
À effet de seuil	Benzène	OEHHA	Inhalation	0,06 mg/m <sup>3</sup>
	Dioxines	Santé Canada		DJA = 10 <sup>-5</sup> µg / kg/j
	Manganèse	US EPA		0,05 µg/m <sup>3</sup>
Sans seuil d'effet	Benzène	OMS		6. 10 <sup>-6</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>
	Dioxines	OEHHA		3,8 (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>
	Manganèse	-		-

OEHHA : Bureau d'évaluation des risques pour la santé liés à l'environnement, communément appelé OEHHA

On rappelle :

- le quotient de danger « QD » correspond au ratio entre le niveau d'exposition et la valeur toxicologique de référence. Si  $QD < 1$ , la survenue d'un effet toxique est considérée comme exclue, même pour les populations sensibles. Si  $QD > 1$ , l'effet toxique ne peut plus être exclu.

$$QD = \text{Concentration inhalée par exemple (niveau d'exposition)} / VTR$$

- l'excès de risque individuel (ERI) représente la probabilité de survenue d'une pathologie pour les individus exposés, compte tenu du scénario construit. On considère que le seuil d'acceptabilité est de 10<sup>-5</sup> (choix du gestionnaire du risque)

$$ERI = \text{exposition reçue (inhalation par exemple)} \times VTR$$