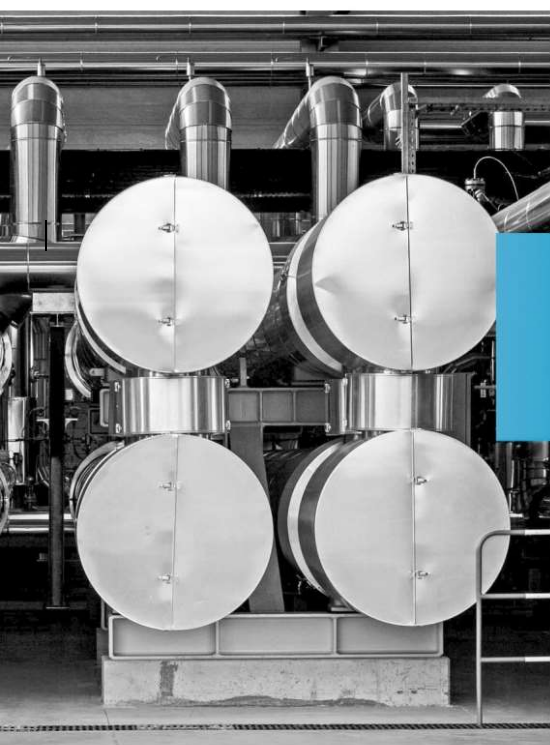




électricité de strasbourg

Plateforme géothermique de Rittershoffen



## ETUDE DE DANGERS



**NOVEMBRE 2024**



**OTE INGÉNIERIE**

des compétences au service de vos projets

**Siège social**

1 rue de la Lisière - BP 40110  
67403 ILLKIRCH Cedex - FRANCE  
Tél : 03 88 67 55 55  
[www.ote.fr](http://www.ote.fr)

*Les informations, quelle que soit leur nature et leur forme, contenues dans ce document et ses annexes sont la propriété des sociétés du Groupe ES. Toute reproduction, modification ou utilisation de tout ou partie de son contenu, sans l'autorisation écrite d'Électricité de Strasbourg S.A, est strictement interdite et toute utilisation, au sens le plus large, illicite fera faire l'objet de poursuites judiciaires.*

	DATE	DESCRIPTION	REDACTION/VERIFICATION	APPROBATION	N° AFFAIRE : 21010262	Page : 2/70
1	07/2021	EDD	OTE M.BUTELLE	LiG		
2	11/2024	EDD	ES C. MAZENS	Jonathan JOSEPH JJo		

## Sommaire

<b>Sommaire</b>	<b>3</b>
<b>Liste des documents graphiques</b>	<b>5</b>
<b>Préambule</b>	<b>6</b>
<b>1. Description synthétique du projet de Rittershoffen</b>	<b>8</b>
<b>2. Identification des risques d'origine interne ou externe</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Objectifs et méthode</b>	<b>9</b>
2.1.1. Analyse des risques d'origine externe	9
2.1.2. Risques d'origine naturelle	10
2.1.3. Etablissements industriels à proximité	15
2.1.4. Voies de communication	18
2.1.5. Actes de malveillance	19
<b>2.2. Analyse des risques d'origine interne</b>	<b>20</b>
2.2.1. Identification des sources potentielles au sein de l'établissement	20
2.2.2. Identification des dangers liés aux produits	20
2.2.3. L'écoulement accidentel	24
2.2.4. L'incendie	25
2.2.5. L'explosion	28
<b>2.3. Accidentologie</b>	<b>31</b>
2.3.1. Accidentologie interne	31
2.3.2. Accidentologie externe	31
<b>3. Organisation de la sécurité</b>	<b>39</b>
<b>3.1. Mesures préventives générales</b>	<b>39</b>
3.1.1. Surveillance du site	39
3.1.2. Organisation du chantier	39
3.1.3. Le permis de travail	40
3.1.4. Le permis de feu	40
3.1.5. Le risque électrique	41
<b>3.2. Mesures préventives spécifiques aux opérations de forage</b>	<b>41</b>
3.2.1. Programme de suivi mis en œuvre lors du forage	41
3.2.2. Contrôles des ouvrages par diagraphie différée	42
3.2.3. Le risque lié aux équipements de forage	43
<b>3.3. Mesures et dispositifs de protection contre l'incendie</b>	<b>44</b>
3.3.1. Desserte et accessibilité à l'établissement	44

3.3.2. Information sur les dangers	44
3.3.3. Rétention et sécurité passive contre la pollution des sols	44
3.3.4. Consignes de sécurité	44
3.3.5. Vérification des installations et des moyens de lutte contre l'incendie	45
3.3.6. Exercices avec les services de secours	45
3.3.7. Moyens de détection et d'intervention contre l'incendie	45
3.3.8. Ressource en eau et confinement des eaux d'extinction	46
<b>4. Analyse préliminaire des risques</b>	<b>47</b>
<b>4.1. Méthode</b>	<b>47</b>
4.1.1. Principe	47
4.1.2. Echelles de cotation	48
4.1.3. Hiérarchisation des risques	50
<b>4.2. Tableaux de synthèse de l'analyse de risque du site</b>	<b>51</b>
<b>4.3. Hiérarchisation des risques avant estimation des effets</b>	<b>57</b>
<b>5. Analyse détaillée des risques</b>	<b>58</b>
<b>5.1. Analyse de risque - méthodologie</b>	<b>58</b>
5.1.1. Probabilité d'occurrence	59
5.1.2. Cinétique	59
5.1.3. Intensité des effets	60
5.1.4. Gravité des conséquences humaines	60
<b>5.2. Scénario n°3 : incendie de la rétention de la cuve de gasoil</b>	<b>61</b>
5.2.1. Intensité des effets	61
5.2.2. Gravité des effets	62
5.2.3. Probabilité d'occurrence	62
5.2.4. Cinétique	62
<b>5.3. Scénario n°6 : bouteilles d'acétylène</b>	<b>63</b>
5.3.1. Evaluation de l'intensité des effets	63
5.3.2. Evaluation de la gravité des conséquences	66
5.3.3. Cinétique	66
5.3.4. Evaluation de la probabilité d'occurrence	67
<b>5.4. Examen des effets dominos</b>	<b>67</b>
5.4.1. Scénario n°3 : Cuve de gasoil	67
5.4.2. Scénario n°6 : Bouteilles d'acétylène	68
5.4.3. Conclusion	68
<b>5.5. Hiérarchisation des risques après évaluation des conséquences</b>	<b>69</b>
<b>6. Plan masse du site</b>	<b>70</b>

## Liste des documents graphiques

Illustration n° 1 : Le risque retrait et gonflement d'argile au droit de la zone de projet.....	12
Illustration n° 2 : Le risque de remontée de nappe au droit de la zone de projet.....	13
Illustration n° 3 : Localisation des sites ICPE au droit de la zone de projet .....	17
Illustration n° 4 : Les voies routières aux abords de la zone de projet .....	18
Illustration n° 5 : Inventaire des zones à risque d'incendie.....	27
Illustration n° 6 : Inventaire des zones à risque d'explosion .....	30
Illustration n° 7 : Effets thermiques – incendie de la rétention de gasoil .....	62
Illustration n° 8 : Zones de dangers (feu torche ou flash fire acétylène) .....	66
Illustration n° 9 : Plan masse et moyens de lutte contre l'incendie.....	70

## Préambule

La société Electricité de Strasbourg (ES) projette de réaliser des travaux d'exploration de sites géothermiques par forage profond en milieu fracturé.

Pour cela, la société ES dépose une demande d'ouverture de travaux de forage pour un site à Rittershoffen dans la concession de gîtes géothermiques dite « Concession de Rittershoffen ».

Les activités de la société ES sont encadrées par le Code minier.

L'ouverture de travaux de recherche géothermiques sur le site de Rittershoffen est soumise aux prescriptions de l'article 3 du Décret 2006-649 du 02 juin 2006 modifié par le décret n°2016-1304 du 4 octobre 2016 relatif aux travaux miniers conduits à terre et en mer.

Extrait du décret 2006-649 du 02 juin 2006

Extrait du décret 2006-649 du 02 juin 2006

« I.- Le demandeur d'une autorisation présentée au titre de l'article 3 constitue un dossier comprenant :

- 1° L'indication de la qualité en laquelle le dossier est présenté ;
- 2° Un mémoire exposant les caractéristiques principales des travaux prévus avec les documents, plans et coupes nécessaires et, lorsqu'il y a lieu, leur décomposition en tranches ;
- 3° Un exposé relatif, selon le cas, aux méthodes de recherches ou d'exploitation envisagées ;
- 4° L'étude d'impact définie à l'article R. 122-5 du code de l'environnement. Pour les injections de gaz naturel ou de gaz de pétrole liquéfié (GPL) en nappe aquifère contenant ou en contact avec de l'eau potable ou qui peut être rendue potable, l'étude d'impact doit, notamment, démontrer que l'injection est effectuée de manière à éviter tout risque présent ou futur de détérioration de la qualité des eaux souterraines concernées ;
- 5° Le document de sécurité et de santé prévu à l'article 28 ;
- 6° Un document indiquant, à titre prévisionnel, en vue de l'application des dispositions des articles L. 163-1 et suivants du code minier, les conditions de l'arrêt des travaux ainsi que l'estimation de son coût ;
- 7° Un document indiquant les incidences des travaux sur la ressource en eau et, le cas échéant, les mesures compensatoires envisagées ainsi que la compatibilité du projet avec le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux mentionné à l'article L. 212-1 du code de l'environnement et, au besoin, la compatibilité du

projet avec le document stratégique de façade ou le document stratégique de bassin maritime mentionné aux articles L. 219-3 et suivants du code de l'environnement et avec les objectifs environnementaux du plan d'action pour le milieu marin prévu à l'article L. 219-9 du code de l'environnement ;

**8° Un document exposant la compatibilité des risques industriels du projet avec la sécurité publique. »**

**La présente étude de dangers répond à l'alinéa 8 de l'article 6 du décret 2006-649 du 02 juin 2006.**

Bien que les travaux de forage et la plateforme géothermique projetés ne relèvent pas de la réglementation des ICPE, l'étude de dangers sera menée selon la méthodologie applicable aux installations classées. Elle s'appuiera sur les textes et guides en vigueur, notamment :

- L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation
- Le « guide décrivant les principes généraux pour l'élaboration et la lecture des études de dangers (Ministère de Ecologie et du Développement Durable) ».

Elle se décompose selon les étapes suivantes :

- Identification et caractérisation des potentiels de danger :
  - Examen des phénomènes naturels et du voisinage de l'établissement en tant que source d'agression,
  - Analyse systématique des risques liés aux produits utilisés (étude des caractéristiques physico-chimiques et de dangerosité) et aux activités existantes ou envisagées,
  - Hiérarchisation des risques en fonction de leur probabilité d'apparition et de la gravité de leurs effets,
- Définition des scénarii d'accidents (apparition d'un phénomène accidentel) faisant l'objet d'une évaluation de l'intensité de leurs effets<sup>1</sup> selon leur nature (incendie, explosion, toxicité), en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection,
- Examen des effets dominos liés au risque de propagation d'un sinistre,
- Présentation de l'organisation de la sécurité et justification des mesures propres à réduire la probabilité et les conséquences d'un sinistre (mesures organisationnelles, moyens d'intervention...).

<sup>1</sup> Les phénomènes dangereux à l'origine de périmètres de dangers à l'extérieur de l'établissement font l'objet d'une évaluation de la gravité des conséquences humaines (nombre de personnes exposées)

## 1. Description synthétique du projet de Rittershoffen

La société ES envisage la réalisation d'une extension de sa plateforme et d'un nouveau doublet (2 forages) sur son site de Rittershoffen. Ce projet consistera à :

- La réalisation de sondages géotechniques et d'un sondage de reconnaissance de la géologie superficielle d'une centaine de mètre de profondeur ;
- La mise en place de tube guide par la technique BENOTO ou par havage pour protéger les eaux souterraines superficielles ;
- La réalisation d'un premier forage d'exploration par la technique de forage rotary ;
- Le test de ce premier forage et éventuellement le développement de celui-ci.
- La réalisation d'un second forage similaire au premier ;
- Le test de ce forage, développement éventuel et test de circulation entre les puits/

Pour ce projet de Rittershoffen, la société ES envisage d'utiliser une machine de forage électrique qui sera complétée, au besoin, avec des équipements d'insonorisation spécifiques. Une attention toute particulière sera portée sur le traitement acoustique des groupes diesels.

A terme, l'exploitation de la plateforme géothermique visera à produire de l'électricité, sur la base du process développé et exploité à Soultz-sous-Forêts, et de la chaleur.

Suite à l'émission d'un avis de l'Autorité Environnementale sur un autre dossier ES, le présent dossier a été complété avec un addendum en avril 2024. Dans un souci de lisibilité et de complétude de l'étude de dangers, les éléments supplémentaires apportés par la société ES dans son addendum ont été reportés dans la présente étude de dangers (en couleur bleu clair).



## **2. Identification des risques d'origine interne ou externe**

### **2.1. Objectifs et méthode**

---

L'analyse des risques a pour but :

- D'identifier les phénomènes dangereux et scénarii d'accidents majeurs,
- De mettre en lumière les mesures de prévention, de protection et d'intervention propres à réduire les risques.

La méthode employée pour réaliser cette analyse des risques consiste à :

- Identifier les risques d'origine externe au site :
  - Les phénomènes naturels,
  - L'environnement proche de l'établissement,
- Identifier les risques d'origine interne à l'établissement :
  - Dangers liés aux produits présents,
  - Risques liés aux activités,
- Analyser les accidents survenus sur des installations similaires,
- Sélectionner les scénarii d'accidents majeurs qui feront l'objet d'un examen spécifique dans la suite de l'étude.

#### **2.1.1. Analyse des risques d'origine externe**

De même que l'établissement peut constituer un danger potentiel pour son voisinage, le milieu d'implantation de la plateforme de forage de Rittershoffen peut favoriser ou générer des dysfonctionnements ou des dangers.

Ces facteurs extérieurs ont soit une origine naturelle (foudre, inondation, tremblement de terre, gel), soit une origine anthropique (malveillance, chute d'avion).

Certains facteurs peuvent avoir simultanément ces deux origines : c'est le cas des inondations, qui sont bien évidemment liées à de fortes pluies, mais parfois également à des modifications des réseaux hydrographiques naturels par l'homme.

Dans tous les cas, le déclenchement ou la survenue de l'un de ces phénomènes ne sont pas entièrement maîtrisables par la société. Elle ne peut donc qu'essayer de les prévoir et s'équiper au mieux contre leurs effets.

## **2.1.2. Risques d'origine naturelle**

Les sources de dangers potentielles liées à des événements naturels sont pour l'essentiel :

- Le séisme et mouvements de terrain ;
- Les inondations ;
- La foudre ;
- Le gel.

### **a) Les séismes et les mouvements de terrain**

#### **❖ Généralités sur le phénomène**

Un séisme ou un tremblement de terre se traduit en surface par des vibrations du sol plus ou moins violentes et éventuellement destructrices. Il provient de mouvements tectoniques le long de fractures ou de plans de failles. Ceux-ci sont dus à l'accumulation d'une grande énergie qui se libère, en créant ou en faisant rejouer des failles, au moment où le seuil de rupture mécanique des roches est atteint.

Les dégâts observés en surface sont fonction de l'amplitude, de la fréquence et de la durée des vibrations<sup>2</sup>

#### **❖ La localisation géographique du site**

##### **✓ Zonage sismique**

Selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010, intégré à l'article R.563-4 du Code de l'Environnement, le territoire national est divisé en cinq nouvelles zones de sismicité croissante, à savoir :

- Zone de sismicité 1 : très faible,
- Zone de sismicité 2 : faible,
- Zone de sismicité 3 : modérée,
- Zone de sismicité 4 : moyenne,
- Zone de sismicité 5 : forte.

Le projet s'implante en zone à risque sismique modéré (niveau 3). Les communes aux alentours de ne sont pas concernées par un plan de prévention des risques naturels lié aux séismes.

---

<sup>2</sup> INERIS - Risques naturels en environnement industriel (DRA-013)

✓ *Mouvements de terrains*

En France chaque année l'ensemble des dommages occasionnés par des mouvements de terrain d'importance et de type très divers (glissements de terrain, éboulements, effondrements, coulées de boue...), ont des conséquences humaines et socio-économiques considérables. Les coûts consécutifs à ces dommages s'avèrent très élevés et les solutions sont encore trop souvent apportées au coup par coup.

La base de données Géorisques recense l'ensemble des mouvements de terrains en France, elle est gérée et développée depuis 1994 par le BRGM.

2 mouvements de terrains ont été recensés sur le territoire communal de Rittershoffen. Ceux-ci sont caractérisés comme érosion de berges en 2006 avec une étendue assez faible de l'ordre de 2 mètres et n'ayant aucune incidence sur la population.

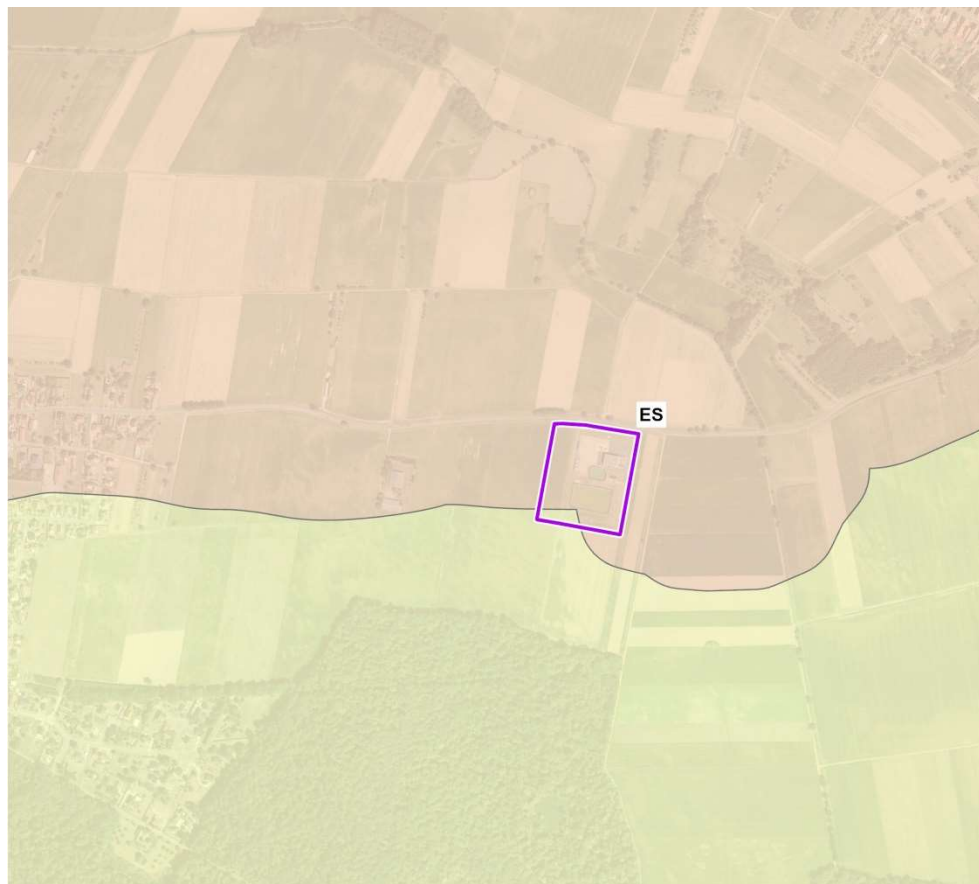
✓ *Retrait et gonflement d'argiles*

La consistance et le volume des sols argileux se modifient en fonction de leur teneur en eau :

- Lorsque la teneur en eau augmente, le sol devient souple et son volume augmente. On parle alors de « gonflement des argiles ».
- Un déficit en eau provoquera un assèchement du sol, qui devient dur et cassant. On assiste alors à un phénomène inverse de rétractation ou « retrait des argiles »

Le projet se situe majoritairement en zone à aléa moyen de retrait et gonflement d'argiles.

Illustration n° 1 : Le risque retrait et gonflement d'argile au droit de la zone de projet



**RETRAIT ET GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX**

- aléa fort
- aléa moyen
- aléa faible
- aléa a priori nul

SOURCES : GEORISQUES ; ESRI WORLD IMAGERY.

JUIN 2021



✓ **Conséquences sur le site**

Les terrains projetés pour l'aménagement de la plateforme de forage de Rittershoffen sont peu concernés par les risques sismiques, les mouvements de terrains et le risque lié au retrait et au gonflement d'argiles.

Les dispositions constructives tiendront compte des niveaux d'aléas dans leur conception, notamment concernant la structure des ouvrages.

**b) Les inondations**

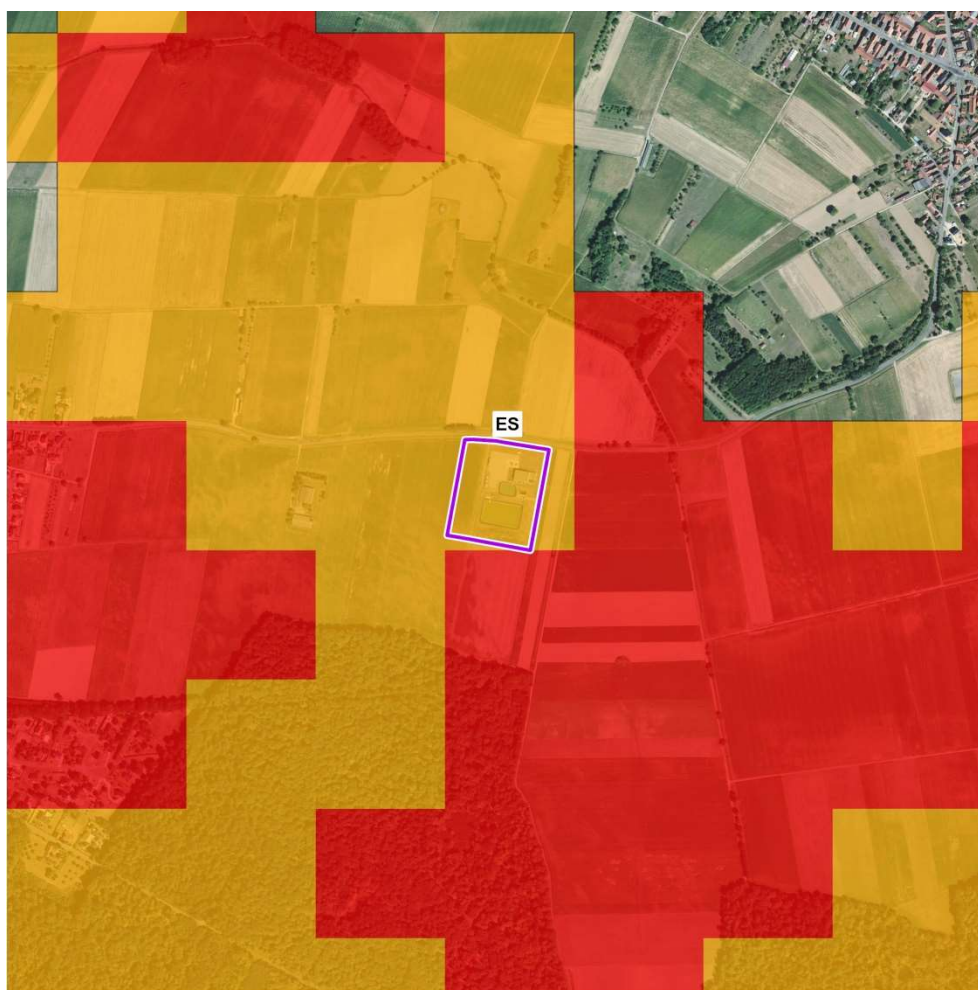
❖ **Inondation par crue**

Le site n'est pas concerné par un aléa inondations

❖ **Inondation par remontée de nappe**

Le projet se situe dans une zone potentiellement touchée par les inondations de cave par remontée de nappes.

Illustration n° 2 : Le risque de remontée de nappe au droit de la zone de projet



**REMONTÉES DE NAPPE**

- zone potentiellement sujette aux débordements de nappe
- zone potentiellement sujette aux inondations de cave
- pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave
- entité hydrogéologique imperméable à l'affleurement (source : BDLISA V2)

SOURCES : GEORISQUES ; ESRI WORLD IMAGERY.

JUIN 2021

0 100 200  
m



**c) La foudre**

❖ **Probabilité de survenance**

D'après Météorage, entre 2011 et 2020, le département du Bas-Rhin la valeur moyenne du foudroiement dans le Bas-Rhin est de 0.8826 nsg/km<sup>2</sup>/an. Le département est donc classé 46<sup>ème</sup> en termes de densité de foudroiement.

Dans cette même période, la densité moyenne de foudroiement dans le Grand-Est était de 0,7693 nsg/km<sup>2</sup>/an, la région étant classé 9<sup>ème</sup> en termes de densité de foudroiement

❖ **Conséquences physiques d'un foudroiement**

Les conséquences physiques d'un impact de foudre se divisent en deux classes, les conséquences directes indépendantes des installations touchées et les conséquences secondaires spécifiques à ces installations.

✓ *Conséquences physiques directes*

Les effets thermiques sont les plus connus et sont liés à la quantité d'énergie dissipée. Ils se traduisent par une fusion plus ou moins étendue des matériaux au point d'impact et une augmentation de température à potentialité incendiaire. Les matériaux très résistifs dissipent mal l'énergie et la majeure partie de l'énergie électrique se dissipe en chaleur ; ces matériaux peuvent éclater par vaporisation de l'eau qu'ils contiennent.

On constate également des effets électriques dus aux amorçages. La résistivité des sols fait que les prises de terre présentent une résistance faible mais non nulle. Lors du passage du courant de foudre, il y a une montée rapide du potentiel de l'installation avec création de différences de potentiels importantes entre divers éléments métalliques.

✓ *Conséquences physiques indirectes*

De manière générale, la conséquence la plus évidente est l'initiation d'un incendie par les effets thermiques de l'impact. L'initiation de l'incendie sera facilitée par le potentiel calorifique des installations atteintes.

Une seconde conséquence plus grave sur un site industriel résulte de l'interaction de l'onde électromagnétique avec les dispositifs du contrôle du process et les dispositifs électroniques de sécurité des installations. Cette interaction peut se traduire par une divergence des conditions normales de fonctionnement vers un régime anormal et éventuellement dangereux.

❖ **Protection des installations**

L'arrêté du 22 mars 2000 relatif à la protection du personnel et aux équipements des travaux de forage et d'interventions lourdes sur les puits, énumère un certain nombre de règles de sécurité.

En particulier, l'article 16 stipule : "La tour, le mât et leurs sous-structures sont reliés électriquement à la terre ; des mesures sont prises pour prévenir les effets de la foudre." La société en charge des opérations de forage mettra en œuvre les mesures préventives nécessaires pour limiter tout risque lié à la foudre.

**2.1.3. Etablissements industriels à proximité**

Les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement situées à moins de 5 kilomètres de la zone de projet sont répertoriés dans le tableau ci-dessous.

*Tableau n° 1 : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement à proximité de la zone d'étude (sources : géorisques)*

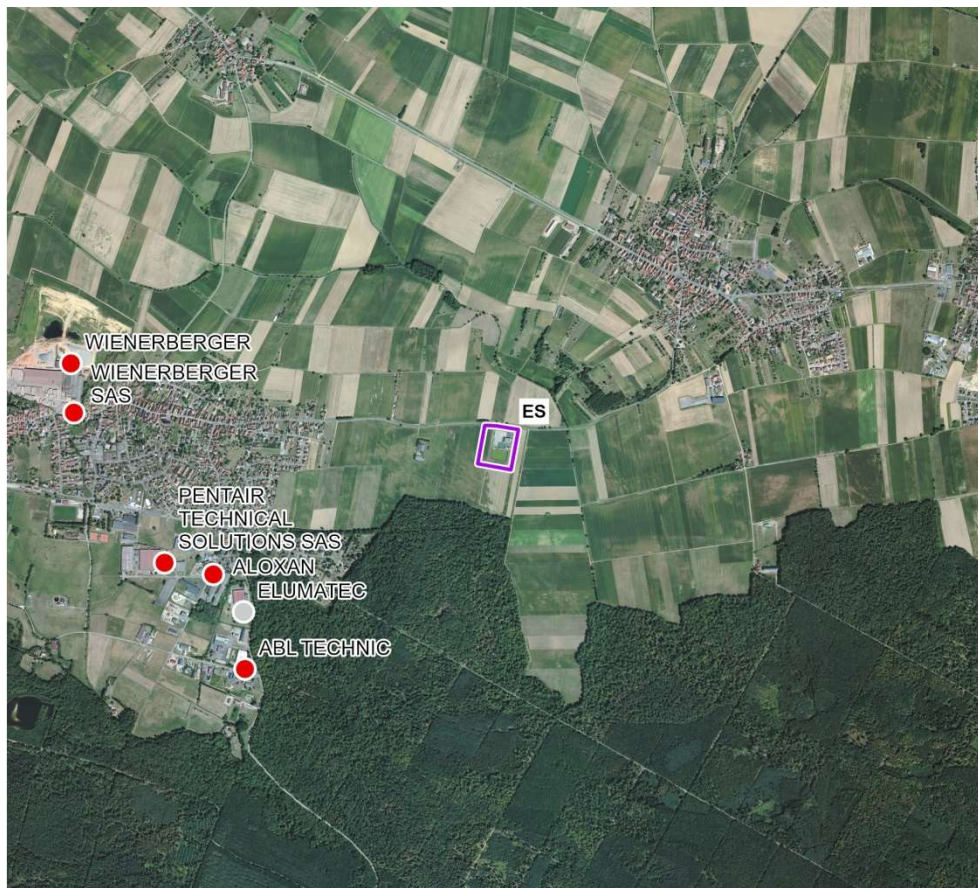
Nom	Régime	Commune	Activités	Emissions et polluants
GÄTMO MOTORSPORT SARL	Autorisation Non Seveso Non IED	HATTEN	Commerce et réparation d'automobiles et de motocycles	Non renseigné
STRIEBIG LOGISTIQUE	Enregistrement		Affrètement et organisation des transports	Production de déchets dangereux
FULCHIRON Alsace	Autorisation Non Seveso Non IED		Non renseigné	Non renseigné
STRIEBIG	Autorisation Non Seveso Non IED		Affrètement et organisation de transports	Non renseigné
ALOXAN SA	Autorisation Non Seveso IED	BETSCHDORF	Traitement et revêtement des métaux	Production de déchets dangereux et non dangereux
PENTAIR TECHNICAL SOLUTIONS SAS	Autorisation Non Seveso Non IED		Fabrication de matériel de distribution et de commande électrique	Production de déchets dangereux
ABL TECHNIC	Autorisation Non Seveso Non IED		Traitement et revêtement des métaux	Production de déchets dangereux Traitement de déchets dangereux <u>Emissions dans l'air</u> Chlore
WIENERBERGER	Autorisation		Fabrication de briques, tuiles et produits de	<u>Emissions dans l'air</u>

	Non Seveso Non IED		construction, en terre cuite	Benzène, dioxyde de carbone, chlore, COV, fluor, protoxyde d'azote, acide fluorhydrique
WIENERBERGER SAS	Autorisation Non Seveso IED		Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	Production de déchets dangereux Traitement de déchets non dangereux
ELUMATEC	Autorisation Non Seveso Non IED		Fabrication de machines d'usinage	Non renseigné
Sablère de la Meurthe	Autorisation Non Seveso Non IED	LEUTENHEIM	Non renseigné	Production de produits minéraux ou déchets non dangereux inertes
SYSTEME WOLF	Autorisation Non Seveso Non IED		Construction d'ouvrages d'art	Non renseigné
EARLROTT Ernest et Didier	Enregistrement Non Seveso Non IED	SOULTZ SOUS FORETS	Exploitation agricole	Non renseigné
GUNTHER TOOLS	Autorisation Non Seveso Non IED		Fabrication d'autres outillages	Non renseigné

Aucun site Seveso n'est implanté à proximité de la zone de projet.  
La zone de projet n'est pas concernée par un Plan de Prévention des Risques Technologiques.



Illustration n° 3 : Localisation des sites ICPE au droit de la zone de projet



INSTALLATION CLASSÉE POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT - RÉGIME :

- Autorisation
- Non communiqué



SOURCES : GEORISQUES ; ESRI WORLD IMAGERY.

JUIN 2021

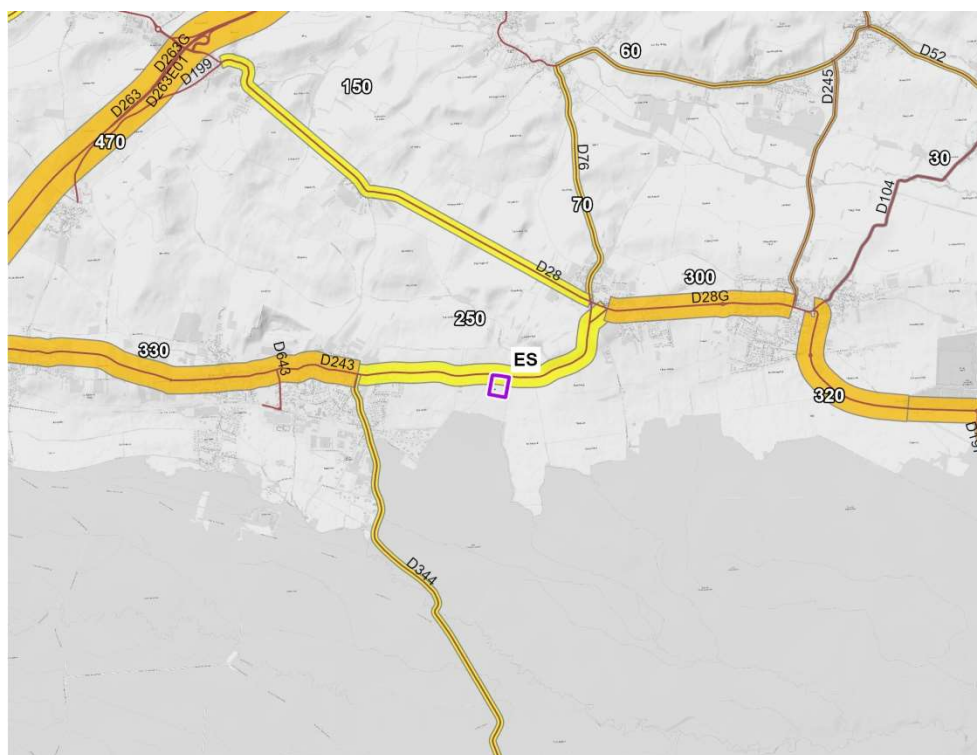
0 250 500 m

## 2.1.4. Voies de communication

### ❖ Voie routière

La zone de projet est accessible par un chemin relié à la route départementale RD243. D'après les données 2019 du Conseil départemental du Bas-Rhin, le trafic de la RD243 au droit du site de Rittershoffen est de 3780 véhicules par jour dont 250 poids-lourds/jour en moyenne.

*Illustration n° 4 : Les voies routières aux abords de la zone de projet*

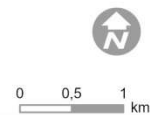


**TRAFIC ROUTIER ENVELOPPE POIDS LOURDS 2019**



SOURCES : GEOGRANDEST, TOPOMAP ; CD67, 2019.

JUIN 2021



### ❖ Voie ferrée

La voie ferrée la plus proche du site est située à plus de 3,7 km au Nord de la plateforme de forage de Rittershoffen.

❖ **Voie aérienne**

L'aéroport d'Haguenau est le plus proche du projet, à environ 13,8 km au Sud-Ouest du projet.

L'aérodrome le plus proche est celui de Sessenheim, à environ 10,8 km au Sud du forage.

Le site est donc peu concerné par le risque de chute d'aéronef.

❖ **Voie navigable**

D'après les données disponibles auprès des Voies Navigables de France, aucune voie navigable n'est située à proximité de Rittershoffen.

### **2.1.5. Actes de malveillance**

La malveillance revêt différentes formes et se définit par rapport à des objectifs à atteindre :

- L'information : connaissance, secret de fabrication, informatique,
- La matière : stockages,
- L'énergie : réseaux de distribution.

Les objectifs peuvent être atteints par des actions, origine interne ou externe à l'installation, du type :

- Directs et violents : explosion, incendie, sabotage,
- Différés : espionnage.

Les actions entraînent des conséquences qui peuvent toucher :

- La destruction des outils de travail,
- L'environnement,
- Et jouer sur les enjeux :
  - Image de marque,
  - Production,
  - Avance technologique.

Les actes de malveillance sont totalement imprévisibles.

La plateforme étant déjà existante, elle est équipée d'un système de détection d'intrusion et d'alarme, avec report via un système de télétransmission à une société de surveillance.

## **2.2. Analyse des risques d'origine interne**

---

### **2.2.1. Identification des sources potentielles au sein de l'établissement**

Les événements accidentels pouvant se déclencher sur le site en cas de fonctionnement anormal des installations peuvent être rangés selon les grandes catégories suivantes :

- L'écoulement accidentel,
- L'incendie,
- L'explosion,
- La dispersion toxique.

L'approche systématique de ces différents incidents est effectuée par l'analyse :

- Des produits stockés et employés,
- Des activités de l'établissement,
- Des utilités.

### **2.2.2. Identification des dangers liés aux produits**

Ce paragraphe a pour but d'identifier les risques liés aux substances présentes sur le site, en tenant compte des conditions dans lesquelles elles sont mises en œuvre.

Le tableau ci-après récapitule les principales caractéristiques des composés, codifiées dans les fiches de données sécurité que les fournisseurs sont tenus d'adresser à l'utilisateur. La plupart des produits utilisés sur le site sont non dangereux.

Nom commercial	Fonction/composition	Quantité stockée sur site (prev)	Conditionnement	Mentions de dangers
<b>Produits dangereux</b>				
Soude Caustique	contrôle du pH (NaOH)	1,225 t	49 sacs de 25 kg par palette	H290 : Peut-être corrosif pour les métaux H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
Chemcide	action antibactérienne (biocide)	500 L	20 bidons de 25 L par palette	H302+H332 : Nocif en cas d'ingestion ou d'inhalation H318 : Provoque des lésions oculaires graves H334 : Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation H317 : Peut provoquer une allergie cutanée H335 : Peut irriter les voies respiratoires
Chemstab	stabilisateur de température	1 m <sup>3</sup>	IBC de 1000 L	H302 : Nocif en cas d'ingestion H318 : Provoque des lésions oculaires graves H315 : Provoque une irritation cutanée H373 : Risque présumé d'effets graves pour les à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée
Chemscav	anti-oxydant (bisulfite d'ammonium)	1 m <sup>3</sup>	40 bidons de 25 L par palette	H319 Provoque une sévère irritation des yeux
Soda ash	utilisé pour précipiter les calciums (carbonate de sodium Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	4 t	40 sacs de 25 kg par palette	H319 : Provoque une sévère irritation des yeux
Glyfor MC SPE	glycol inhibiteur d'argiles	15 m <sup>3</sup>	1000 L par IBC	H318 : Provoque des lésions oculaires graves
Chlorure ferrique	additif pour deshydratation des boues	6 m <sup>3</sup>	1000 L par IBC	H318 : Provoque des lésions oculaires graves H290 : Peut-être corrosif pour les métaux. H302 : Nocif en cas d'ingestion. H315 : Provoque une irritation cutanée
<b>Produits non dangereux</b>				
ChemGEL	viscosifiant (bentonite = argile)	20 t	48 sacs de 25kg par palette	Aucune

Nom commercial	Fonction/composition	Quantité stockée sur site (prev)	Conditionnement	Mentions de dangers
Chempac UL	réducteur de fi Lat (cellulose)	4 t	40 sacs de 25 kg par palette	Aucune
Chempac R	réducteur de fi Lat et contrôle de viscosité (cellulose)	2 t	40 sacs de 25 kg par palette	Aucune
Purebore LV	réducteur de fi Lat (Polysaccharide)	2 t	40 sacs de 25 kg par palette	Aucune
ChemThin	réducteur de viscosité (polymère)	600 L	24 bidons de 25 L par palette	Aucune
Antifoam / defoam	anti moussant	500 L	20 bidons de 25 L par palette	Aucune
Sucre	retardateur de prise pour le ciment (sucre)	1 t	40 sacs de 25 kg par palette	Aucune
Sel	permet d'éviter la dilution de bancs de sels massifs (NaCl)	48 t	Big bag de 1t ou sac de 25 kg sur palette de 40 sacs	Aucune
Chembar (Baryte)	contrôle de densité (Sulfate de baryum BaSO4)	48 t	Big bag de 1 t ou 1 t500	Aucune
Bicarbonate de sodium	utilisé pour précipiter les calciums (NaHCO3)	1,225 t	Sacs de 25kg sur palette de 49 sacs	Aucune
Chemcor	Inhibiteur de corrosion (organophosphate)	1 m³	40 bidons de 25 L par palette	Aucune
Chemlube	lubrifiant (glycole, huile végétale, propylene glycol et éther monobutilique)	4 m³	IBC de 1000 L ou fût de 208 L	Aucune
Schemsoap	lubrifiant (détergent)	1 m³	40 bidons de 25 L par palette	Aucune
Chemstarch	réducteur de fi Lat en (amidon de pomme de terre modifié)	5 t	40 sacs de 25kg par palette	Aucune
Mikhart	controle de densité (calcaire CaCO3)	48 t	50 sacs de 25 kg ou 1 t par big bag	Aucune

---

Nom commercial	Fonction/composition	Quantité stockée sur site (prev)	Conditionnement	Mentions de dangers
Nutshell	controle des pertes en forage (coquilles de noix broyées)	5 t	28 sacs de 25kg par palette	Aucune
Chlorure de potassium	inhibiteur d'argiles (KCl)	24 t	1 t par big bag	Aucune
Floculant Aquafloc	additif pour la floculation des boues	1 t	40 sacs de 25kg par palette	Aucune

*Tableau n° 2 : Liste des produits de forage présents sur site*



### **2.2.3. L'écoulement accidentel**

#### **a) Généralités**

Pour que l'on puisse parler d'écoulement accidentel, deux conditions doivent être remplies quant aux caractéristiques du produit : celui-ci doit être fluide et présenter un caractère dangereux pour le milieu naturel environnant.

Le risque d'écoulement accidentel est présent aux différentes étapes d'utilisation de ces produits et peut avoir de graves conséquences pour l'environnement si on ne les traite pas immédiatement :

- Infiltration des produits dans le sol et le sous-sol pouvant conduire à une pollution du sol et sous-sol,
- Atteinte des eaux superficielles via les réseaux d'eaux pluviales.

Les risques d'écoulement accidentel sont possibles :

- Sur les aires de réception et de stockage et éventuellement imputables :
  - À l'utilisation de contenants défectueux,
  - À une erreur de manipulation (chute d'un contenant lors d'un transfert, chocs entraînant un éventrement du contenant...),
  - À un incident lors du dépotage,
- Sur le lieu d'utilisation et éventuellement imputables :
  - À une erreur de manipulation (renversement de bidons ou fûts),
  - À une défectuosité des installations ou des canalisations de transfert.

#### **b) Inventaire des zones à risque**

Les risques d'écoulement accidentel se situent au droit des stockages de produits liquides sur le site.

Les produits hydrocarbonés présentent un risque : cuves de stockage de carburants et de combustibles.

Les autres produits susceptibles de porter atteinte au milieu naturel sont les produits spécifiques aux opérations de forage. La liste de ces produits est présentée au Tableau n° 2 (cf. chapitre 2.2.2).



### **c) Mesures et moyens de prévention et protection**

Afin de prévenir ces risques, les mesures et moyens de prévention et de protection suivants sont mis en œuvre sur le site :

- Mise sur rétention des cuves et réservoirs de produits liquides dangereux,
- Le site est pourvu d'un fossé périphérique collectant tout déversement sur la plateforme (par exemple une fuite sur un réservoir de véhicule). Les effluents collectés sont systématiquement transférés vers un séparateur à hydrocarbures avant leur rejet au milieu naturel. Une vanne de sectionnement est placée à l'aval du séparateur à hydrocarbures, permettant le confinement des eaux en cas de pollution,
- Les opérations de dépotage (approvisionnement en carburant et combustibles notamment) sont effectuées par le conducteur du camion ravitailleur, sous la surveillance d'une personne de l'entreprise à qui est destiné le ravitaillement,
- Les cuves de stockage sont pourvues d'indicateur de niveau,
- Des kits d'intervention d'urgence à base d'absorbants de type granulés ou textiles sont à disposition sur le site,
- Les consignes indiquant la marche à suivre en cas de déversement accidentel seront écrites et affichées au niveau des zones à risques.

### **2.2.4. L'incendie**

#### **a) Généralités**

##### **❖ Description**

Le phénomène de combustion d'un produit intéresse les vapeurs émises par le produit réchauffé.

Pour qu'un produit brûle, il faut donc qu'il émette des vapeurs inflammables.

La combustion a ainsi lieu en phase gazeuse dans une zone qualifiée de flamme.

##### **✓ Cas des liquides inflammables**

L'incendie résulte de la combustion d'une nappe de combustible liquide, les vapeurs inflammables étant émises par évaporation de la phase liquide.

##### **✓ Cas des solides combustibles**

Pour les combustibles solides, un processus plus complexe mettant en jeu notamment des réactions de décomposition, fusion ou pyrolyse, est indispensable à l'émission de gaz ou distillats inflammables.

❖ **Effets**

Les conséquences associées à un incendie sont liées :

- Au rayonnement thermique, sur l'homme et les équipements,
- Aux dégagements de fumées, particulièrement aux gaz toxiques qu'elles véhiculent, mais aussi à la diminution de la visibilité induite,
- Dans une moindre mesure, à la pollution des eaux ou des sols liée au transport de substances dangereuses via les eaux d'extinction.

✓ *Le mécanisme de transfert de la chaleur – le rayonnement thermique*

Lorsque les réactions de combustion sont déclenchées, d'importantes quantités de chaleur sont libérées.

Trois mécanismes fondamentaux du transfert de chaleur à partir de la flamme coexistent :

- La convection : l'énergie thermique est propagée par les gaz chauds issus de la combustion et l'air ambiant échauffé par le foyer (mouvements de fluides), ce mécanisme est à l'origine de la propagation verticale de l'incendie,
- La conduction : la chaleur est propagée à travers un corps solide conducteur en contact avec une source chaude, par transfert de calories,
- Le rayonnement : l'énergie thermique est propagée sous forme de photons qui se propagent à longue distance en ligne droite. Ils subissent une atténuation en fonction de la distance (dispersion de l'énergie dans un volume croissant) et par collision avec les molécules de vapeur d'eau et de dioxyde de carbone.

La propagation de la chaleur peut également se faire par projection de brandons (fragments de solides en ignition) qui peuvent franchir, suivant la force du vent, des distances souvent importantes.

Les effets physiques des modes de transmission de la chaleur par convection et conduction, restent limités au voisinage du foyer.

Le phénomène de rayonnement est le transfert de chaleur prédominant pour des feux de grande taille dès lors que la température est supérieure à 400°C.

✓ Les fumées de combustion

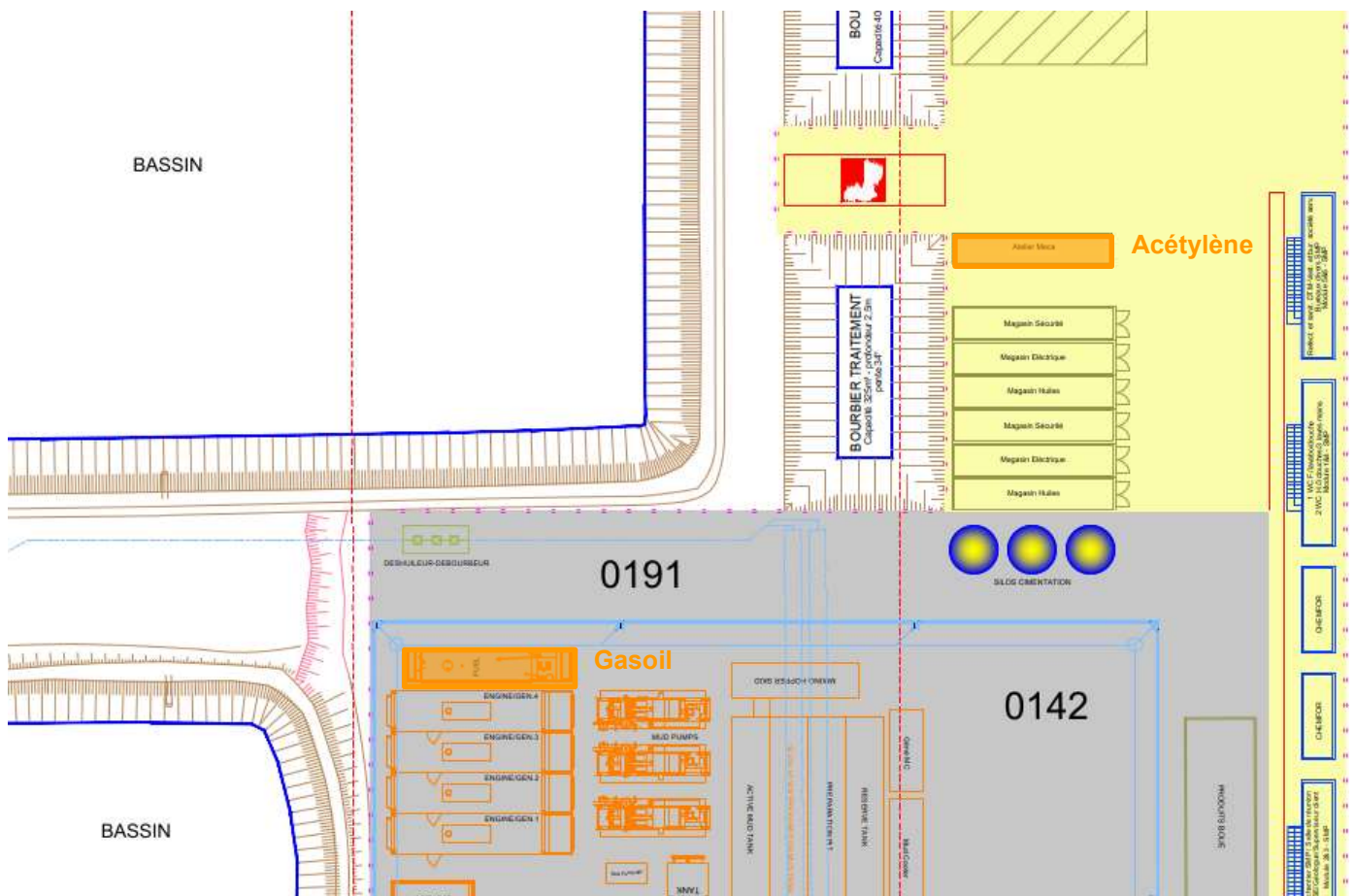
La flamme est formée par un mélange de vapeurs, de gaz de combustion, d'air et d'espèces intermédiaires telles les suies. De ce fait, la composition des fumées est complexe et dépend de la température au cœur de la flamme.

Les effets des fumées sont essentiellement liés à l'atteinte des personnes caractérisés par :

- Les brûlures par inhalation,
- L'agression due à la toxicité des produits de combustion,
- La gêne visuelle occasionnée, notamment sur les voies de circulation,
- En milieu confiné, une raréfaction de la concentration en oxygène consommé au cours de la combustion.

b) Inventaire des zones à risque d'incendie

Illustration n° 5 : Inventaire des zones à risque d'incendie



### **c) Mesures et moyens de prévention et protection**

Les dispositions essentielles préconisées par la réglementation seront respectées :

- Protection du personnel par la limitation au maximum des temps d'évacuation en cas de sinistre (alarme précoce, nombre et répartition des issues, éclairage de sécurité, etc.)
- Exercice de sécurité avec le SDIS pendant les opérations de forage
- Fractionnement du risque global par un compartimentage adéquat
- Stockage sur rétention de volume suffisant
- Présence d'extincteurs adaptés en nombre, en capacité et en caractéristiques
- Sensibilisation du personnel du site aux risques et moyens d'intervention
- Affichage de consignes et panneaux (interdiction flamme nue, de fumer, etc.) à proximité des zones sensibles
- Implication du personnel dans le respect des consignes de sécurité par les intervenants extérieurs.

## **2.2.5. L'explosion**

### **a) Généralités**

#### **❖ Description**

Une explosion est un phénomène de libération soudaine d'énergie générant une augmentation brutale de volume en milieu ouvert ou de pression en milieu clos.

#### **✓ Gaz ou vapeurs**

Dans le cas d'une explosion de gaz, le phénomène essentiel est celui de l'échauffement des produits de combustion par la chaleur libérée.

L'explosivité ne sera possible que si la concentration en combustible dans le mélange gazeux est comprise entre une limite inférieure (LIE) et une limite supérieure (LSE).

#### **✓ Poussières**

Une explosion de poussières nécessite la présence simultanée, dans un espace confiné :

- D'un solide pulvérulent, finement divisé en suspension dans l'air et formant un nuage à une concentration explosible,
- D'un gaz comburant,
- D'une source d'inflammation.

❖ **Effets**

Les conséquences associées à une explosion sont liées :

- Aux effets de surpression, sur l'homme et les équipements,
- Aux effets missiles liés à la projection de débris et autres fragments structurels.

✓ *Les effets de surpression*

Les effets liés à la surpression sont déterminés en fonction de plusieurs paramètres :

- La nature du gaz explosible et sa vitesse de déflagration,
- Le délai d'allumage et par conséquent la quantité de gaz émis à la source,
- L'onde de surpression aérienne qui constitue l'effet prépondérant sur les hommes.

✓ *Les effets missiles*

Le comportement des projections de fragments de structure est complexe à déterminer.

L'impact d'un missile dépend évidemment de son énergie cinétique, de sa trajectoire, mais aussi de sa forme.

Il est ainsi difficile de fonder une stratégie claire de prise en compte des effets missiles sur les structures, en raisonnant uniquement de manière déterministe sur des rayons de conséquences.

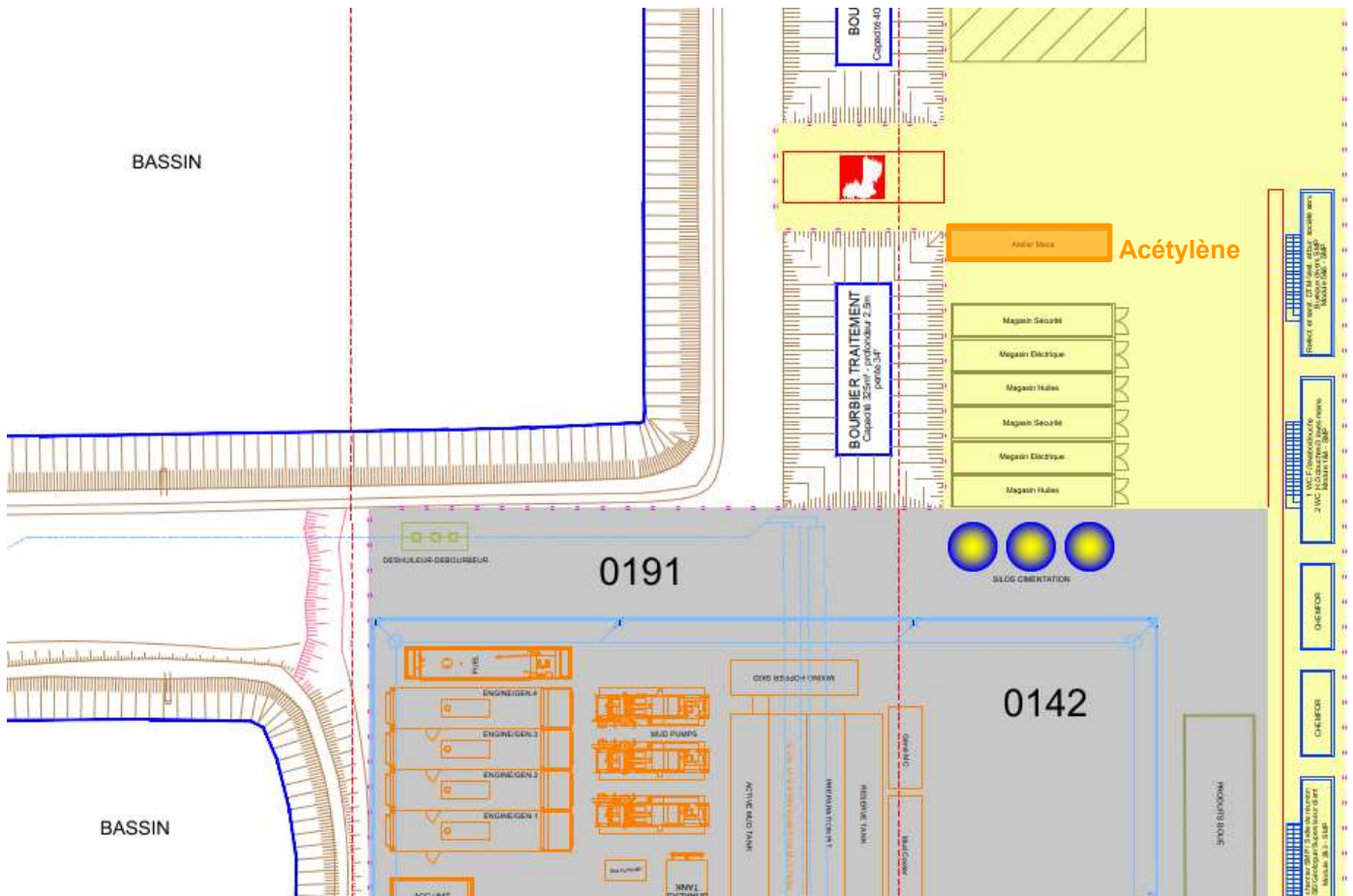
La méthode la mieux adaptée à cette problématique serait une estimation probabiliste de la répartition spatiale des fragments en fonction d'une évaluation de la taille et de la direction d'éjection de ces fragments.

D'un point de vue déterministe, la solution la plus souvent adaptée pour prendre en compte les effets missiles est de considérer une typologie de différents fragments représentatifs de l'ensemble des agressions potentielles sur un équipement.

**b) Inventaire des zones à risque**

Les stockages de gaz inflammables (acétylène) présentent un risque d'explosion, notamment en cas de fuite et de présence d'une source d'ignition.

Illustration n° 6 : Inventaire des zones à risque d'explosion



c) **Mesures et moyens de prévention et protection**

L'ensemble des liquides inflammables ou des gaz inflammables sont stockés dans des réservoirs manufacturés normalisés, faisant régulièrement l'objet d'épreuves de pression ou de contrôles d'étanchéité.

## 2.3. Accidentologie

---

### 2.3.1. Accidentologie interne

Aucun incident n'a été répertorié à ce jour par Electricité de Strasbourg.

### 2.3.2. Accidentologie externe

L'analyse de l'accidentologie externe est issue des études réalisées par l'INERIS (rapport d'étude DRS-16-157477-00515A du 10/07/2017 - Etat des connaissances sur les risques, impacts et nuisances potentiels liés à la géothermie profonde).

#### a) Nature des phénomènes et conséquences

L'accidentologie liée à la géothermie profonde est très faible, avec 36 incidents ou accidents survenus en environ trente ans. Au cours de ces événements, 49 morts et 44 blessés sont survenus, mais 90 % des victimes ont été touchées avant 1998. La grande majorité des décès est liée à deux blow-out de gaz chauds et à des glissements de terrain survenus dans les Andes ; ce type d'accident n'est pas transposable dans le contexte de la France métropolitaine, compte tenu avec les normes de sécurité actuelles. Les 3 morts et 9 blessés déplorés depuis 1998 sont tous la conséquence d'émanations de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S), dont une en France (pour 1700 centrales géothermiques en fonctionnement).

Les principaux événements redoutés centraux (ERC) peuvent être rattachés à quatre grands groupes :

- Émanation ou épanchement accidentel de fluide en surface (Saint-Gall en 2013, Billiran en juin 2014) ;
- Contamination potentielle du milieu souterrain (Balcova en 2002-2005 ; Coulommiers en 1996) ;
- Secousses sismiques ressenties (Bâle en 2006 – magnitude 3,4, dommages structurels légers, dédommagements de la population à hauteur de 9 millions d'euros et renoncement au forage –, mais aussi à Landau – magnitude 2,7, aucun dégât – et Soultz-sous-Forêts – magnitude 2,9, aucun dégât – et Vendenheim 2019 – magnitude 3.0 – 2020 – magnitude 3.6- et 2021 – magnitude 3.9-, dédommagements de la population en cours) ;
- Désordres potentiels en surface, avec un abaissement ou un soulèvement du sol (Lochwiller, Kirchheim, Staufen, Landau, Waikarei).



## b) Analyse probabilité gravité des phénomènes

(Source : rapport d'étude DRS-16-157477-00515A du 10 juillet 2017 - Etat des connaissances sur les risques, impacts et nuisances potentiels liés à la géothermie profonde)









L'ensemble des risques, impacts et nuisances recensés par l'INERIS ont été synthétisés avec une échelle d'appréciation qualitative permettant de les comparer, sur le double plan de leur probabilité de survenue et de la gravité des conséquences qu'ils pourraient avoir.

Cette appréciation est donnée selon les phases de vie d'un site géothermique (foration, essais, exploitation, post-abandon) et repose sur une échelle de 4 valeurs.

Les principales mesures de prévention de l'apparition de ces phénomènes dangereux mises en œuvre par la société Electricité de Strasbourg sont présentées succinctement après chaque nature de risque.

Nota : la présente étude de dangers est relative à la Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers, les phases d'exploitation et d'abandon feront, le cas échéant, l'objet d'études ultérieures spécifiques. Les phases « foration » et « essais » sont plus spécifiquement considérées.

Tableau 6. Critères d'appréciation des risques-impacts-nuisances liés à la géothermie profonde

Probabilité		Gravité	
	P0 : peu plausible et jamais observé.		G0 : pas de gêne ressentie ni d'impact notable sur les biens ou l'environnement
	P1 : peu probable avec les techniques ou pratiques récentes mais déjà observé au moins une fois.		G1 : gêne limitée, impact environnemental de faible intensité ou peu étendu <sup>a</sup>
	P2 : probable sur la durée de vie du système même avec des techniques ou pratiques récentes.		G2 : gêne significative, impact chronique sur la santé, dommages non structurels <sup>b</sup> aux biens, impact environnemental d'intensité et d'étendue significatives <sup>c</sup>
	P3 : très probable, peut même se produire plusieurs fois pendant la durée de vie du système.		G3 : atteinte à la sécurité des personnes, dommages structurels aux biens, impact environnemental d'intensité et d'étendue importantes <sup>d</sup>

<sup>a</sup> limité à l'emprise du site ou de l'ordre de la dizaine de mètres alentour

<sup>b</sup> qui ne portent pas atteinte à l'intégrité globale des bâtiments ou infrastructures

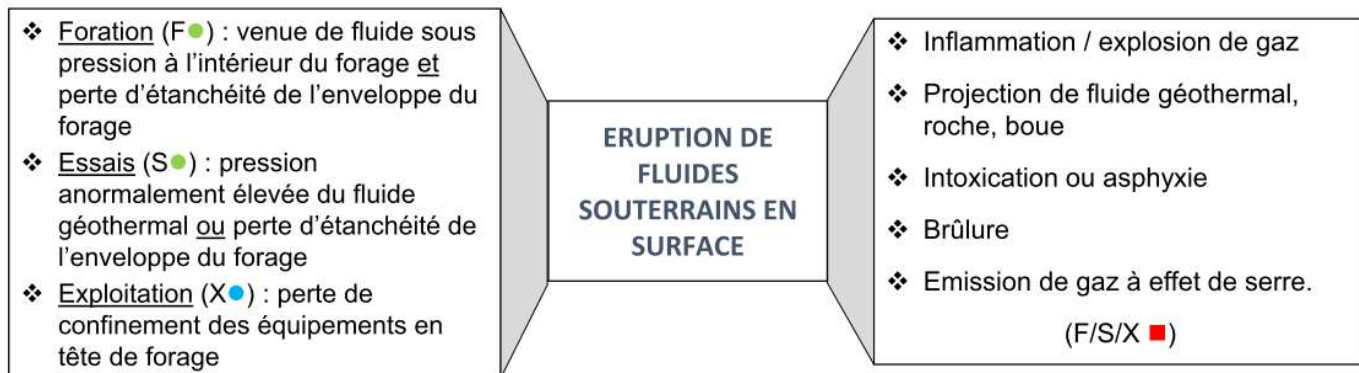
<sup>c</sup> de l'ordre de quelques dizaines à centaines de mètres autour du site

<sup>d</sup> au-delà de plusieurs centaines de mètres autour du site



❖ **Emanations ou épanchements accidentels de fluides en surface**

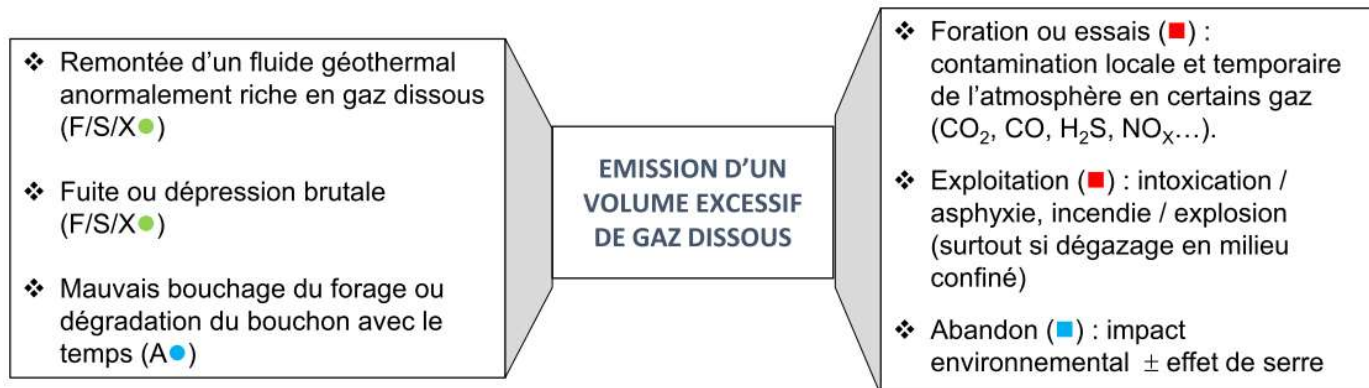
✓ *Eruption de fluides souterrains en surface*



Moyens de prévention mis en œuvre par ES :

- ❖ Le choix des équipements en surface et principalement leur pression de rupture ou de défaillance permet de réduire le risque d'éruption de fluides souterrains en surface

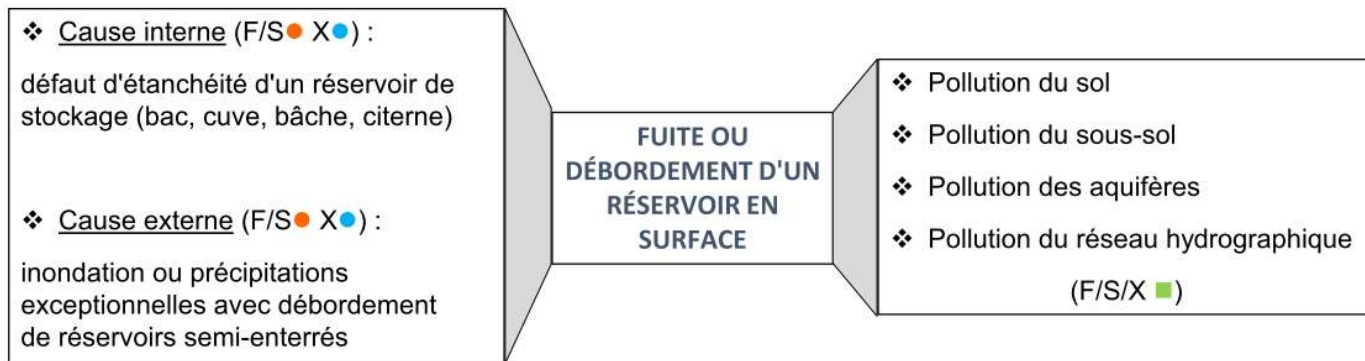
✓ *Emission d'un volume excessif de gaz dissous*



Moyens de prévention mis en œuvre par ES :

- ❖ Présence d'une unité de dégazage des fluides souterrains
- ❖ Régulation du débit de fluides souterrains remonté à la surface
- ❖ Test d'étanchéité et contrôle des équipements en surface

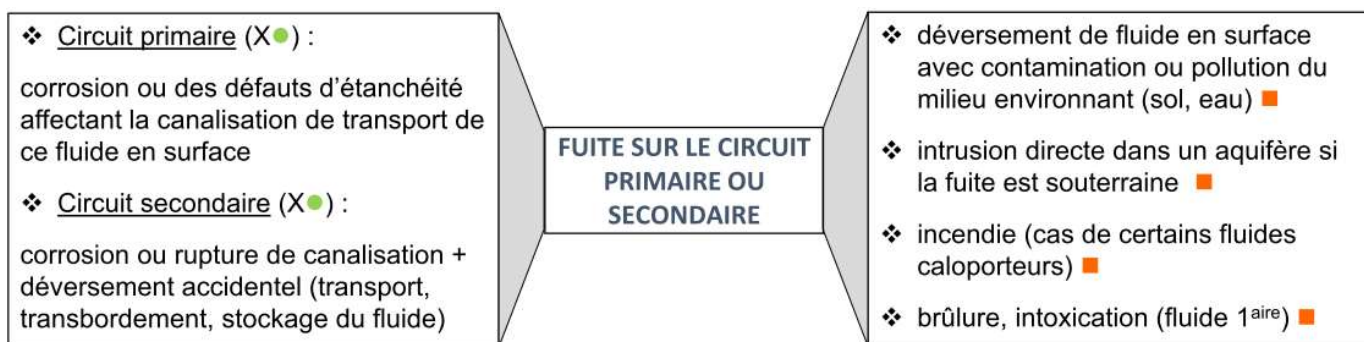
✓ Fuite ou débordement d'un réservoir en surface



Moyens de prévention mis en œuvre par ES :

- ❖ Stockages des produits à risques sur rétention
- ❖ Positionnement de ces stockages sur la plateforme imperméabilisée
- ❖ Réseau de collecte des eaux pluviales disposant d'un volume de stockage et d'une vanne de confinement
- ❖ Séparateur d'hydrocarbures en partie aval du réseau de collecte des eaux pluviales

✓ Fuite sur le circuit primaire ou secondaire



Moyens de prévention mis en œuvre par ES :

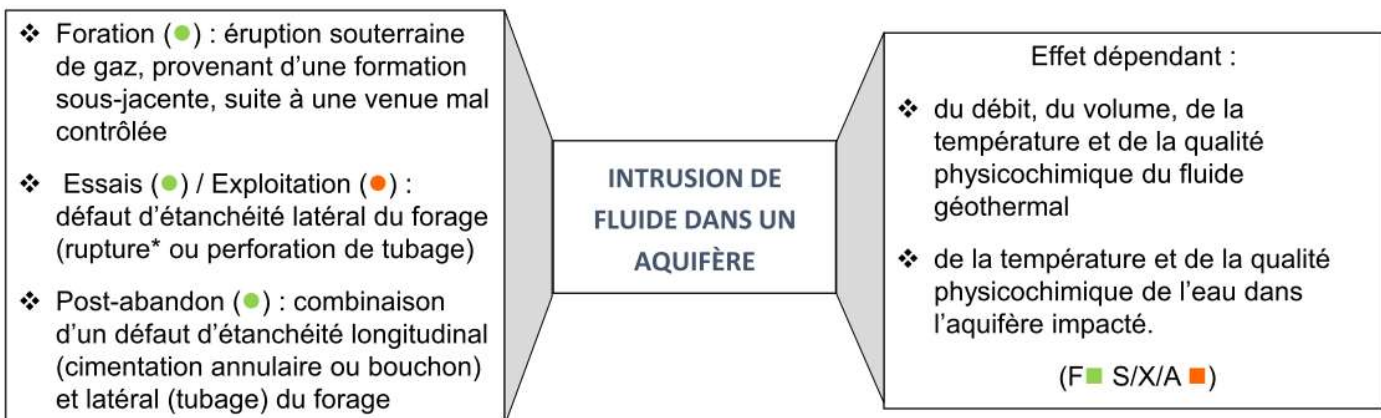
- ❖ Contrôle radiographique des soudures
- ❖ Tests d'étanchéité des circuits
- ❖ Positionnement des circuits de fluides sur la plateforme imperméabilisée, elle-même sur rétention (réseau de collecte des eaux pluviales disposant d'un volume de stockage et d'une vanne de confinement)

❖ Contaminations potentielles du milieu souterrain

✓ Mise en communication d'aquifères



✓ Intrusion de fluide dans un aquifère

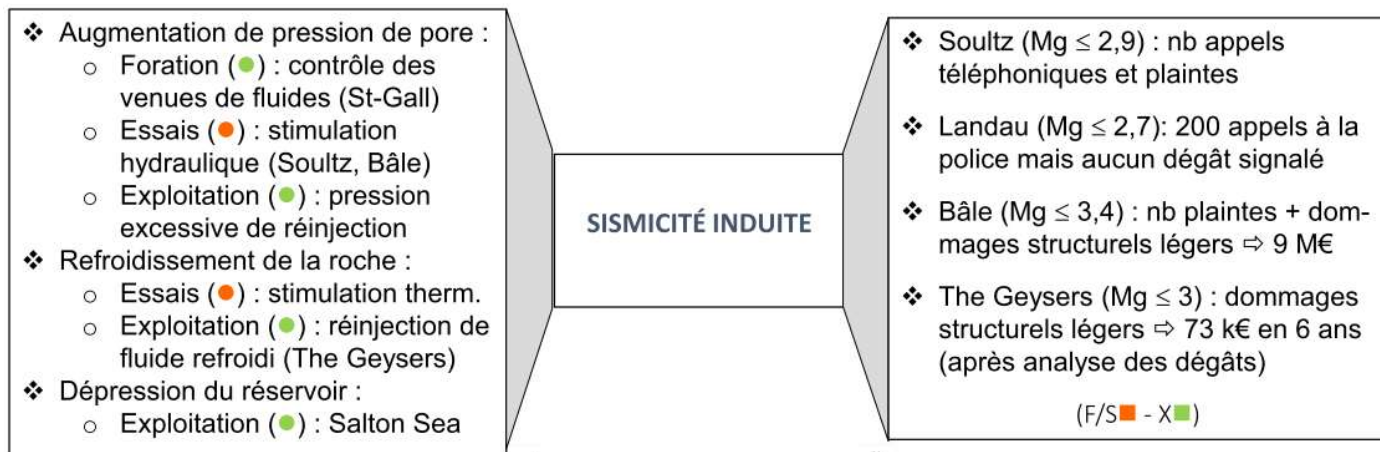


\* Notamment suite à des contraintes thermo-mécaniques (spf. à la géothermie profonde)

Moyens de prévention mis en œuvre par ES (mise en communication d'aquifères et intrusion de fluide dans un aquifère) :

- ❖ En cas de présence d'une nappe superficielle : mise en place d'un réseau de piézomètres pour le suivi de la qualité des eaux souterraines
- ❖ Première phase de forage réalisée par la technique BENOTO (tube guide)
- ❖ 3 couches de tubages/cimentations en surface
- ❖ Vérification de l'intégrité des tubages/cimentation
- ❖ Structure du puits en 3 sections distinguées ayant pour objectif d'éviter la mise en communication d'aquifères différents lors du forage d'une même section

❖ Secousses sismiques ressenties



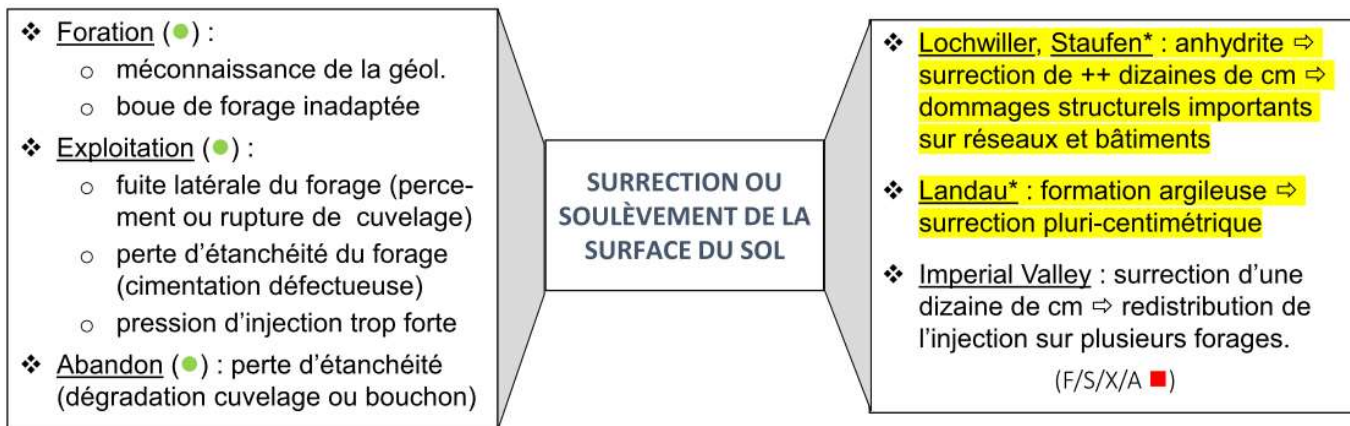
Moyens de prévention mis en œuvre par ES :

- ❖ Limitation de la pression d'injection en tête de puits
- ❖ Limitation de la quantité d'eau froide injectée (à noter : les effets d'un choc de température sur la roche elle-même sont limités, ce sont plutôt les minéraux colmatant les failles qui sont influencés)
- ❖ Limitation de la profondeur des puits à moins de 3.5 km de profondeur
- ❖ Respect strict des seuils réglementaires
- ❖ Suivi par sismologue expérimenté 24/24 7/7 des opérations critiques
- ❖ Déploiement d'un réseau de surveillance additionnel pendant les opérations critiques
- ❖ Analyse des données du réservoir et détermination du type de réservoir (ouvert/fermé) avant la mise en œuvre d'injections
- ❖ Analyse géomécanique préalable à toute opération



❖ Désordres potentiels en surface

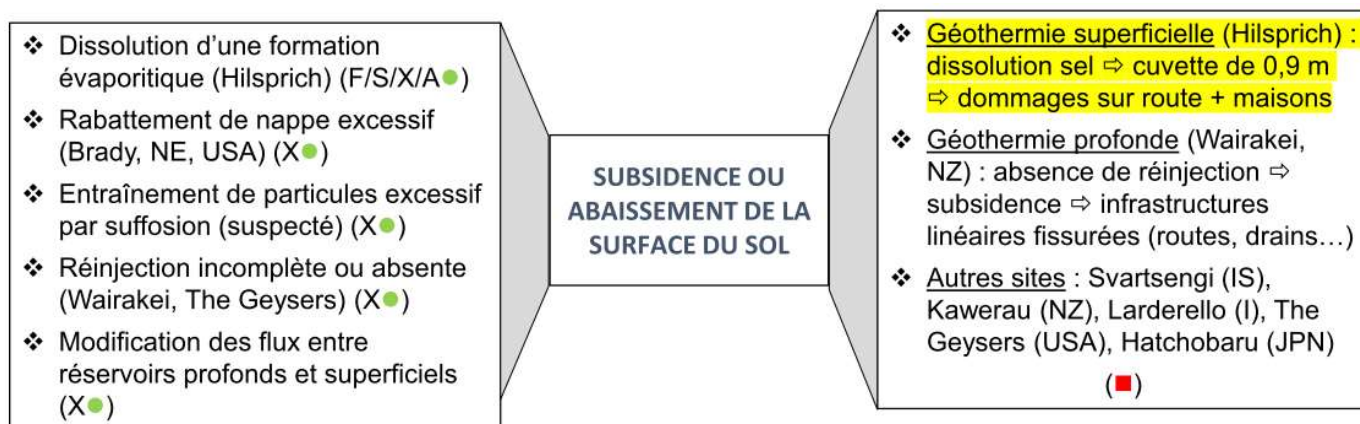
✓ Surrection ou soulèvement de la surface du sol



\* en jaune, désordres relatifs à la géothermie superficielle

- Moyens de prévention mis en œuvre par ES :
- ❖ Etudes géologiques poussées au préalable de tous travaux de forage, permettant notamment d'établir le programme des boues à mettre en œuvre (permet notamment d'éviter la dissolution des sels constituant d'une couche traversée ou l'apport d'eau dans une couche argileuse)
  - ❖ Contrôle des tubages et de la cimentation du puits pour éviter tout risque de fuite
  - ❖ Surveillance GPS et INSAR (GNSS) du niveau de la plateforme

✓ Subsidence ou abaissement de la surface du sol



- Moyens de prévention mis en œuvre par ES :
- ❖ Programme des boues à mettre en œuvre adaptées au contexte géologique (permet notamment d'éviter la dissolution des sels constituants d'une couche traversée ou l'apport d'eau dans une couche argileuse)
  - ❖ Absence de rabattement de nappe
  - ❖ Vérification continue de l'état de colmatage des filtres (l'entraînement excessif de particules est incompatible avec le fonctionnement des pompes)
  - ❖ La réinjection des eaux prélevées est obligatoirement réalisée
  - ❖ La réinjection est réalisée dans le même réservoir que le prélèvement
  - ❖ Surveillance GPS et INSAR (GNSS) du niveau de la plateforme

❖ Synthèse

Légende : ● Probabilité ■ Gravité s. o. = sans objet

Evènement ↓	Phase →	Foration	Essais	Exploitation	Abandon
<b>Risque d'émanations gazeuses ou d'épanchements accidentels en surface</b>					
Eruption de fluides en surface		● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■	s. o.
Fuite/débordement en surface		● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■	s. o.
Fuite sur le circuit 1 <sup>aire</sup> ou 2 <sup>aire</sup>		s. o.	s. o.	● ● ■ ■	s. o.
Emission de gaz dissous		● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■
<b>Risque de contamination de nappes d'eau souterraine</b>					
Mise en communication d'aquifères		● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■
Fuite du forage dans un aquifère		● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■
<b>Risque de désordres en surface de nature géomécanique</b>					
Secousses sismiques		● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■	s. o.
Soulèvement de la surface du sol <sup>a</sup>		● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■
Abaissement de la surface du sol <sup>a</sup>		● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■
Glissement de terrain		● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■	● ● ■ ■

<sup>a</sup> Dans une approche majorante, les classes de probabilité attribuées à ces risques prennent en compte le retour d'expérience de la géothermie superficielle.

## 3. Organisation de la sécurité

### 3.1. Mesures préventives générales

#### 3.1.1. Surveillance du site

Les travaux se déroulant 24h/24 et 7j/7, aucun gardiennage n'est prévu, mais une présence continue sera assurée par les équipes opérationnelles, complétée en journée par une personne dédiée à la réception de marchandises.

La plateforme étant déjà existante, elle est équipée d'un système de détection d'intrusion et d'alarme, avec report via un système de télétransmission à une société de surveillance.

ÉS s'engage à remettre un plan de maintenance et de surveillance dans les six mois après la publication de l'arrêté d'exploitation de la nouvelle centrale sur le site de Rittershoffen. Ce plan s'appuiera sur les guides méthodologiques existants. Il définira, outre les dispositifs de surveillance, les modalités d'alerte, d'intervention et de gestion de crise en cas d'accident sur les installations.

#### 3.1.2. Organisation du chantier

Les travaux de préparation et de supervision des forages seront confiés à un maître d'œuvre spécialisé dans les travaux de forage en géothermie profonde basse et haute enthalpie.

Ce maître d'œuvre sera chargé de veiller au respect du programme de forage et s'assurera de la bonne conduite des opérations effectuées par l'entrepreneur et par les sous-traitants.

Un Plan Général de Coordination (PGC) sera mis en place et chaque entreprise intervenant sur le site aura son propre Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS).

Pour des raisons de sécurité et de stabilité du puits, les opérations de forage doivent faire l'objet d'un minimum d'interruptions. Aussi il est envisagé un fonctionnement du chantier en 3 postes de 8 heures par jour, 7 jours sur 7 :

- Les activités seront organisées par équipes postées (3 postes de 8 h) et les demandes d'autorisation de travailler le dimanche et les fériés seront formulées,
- Les périodes de récupération seront organisées de façon à maintenir la durée du travail de chacun dans les limites définies par le Code du travail.

Ce rythme de travail concerne les phases opérationnelles de forage, de mesure et de test. Les autres opérations s'effectueront selon un régime classique de huit heures par jour, cinq jours sur sept sauf situation exceptionnelle de courte durée qui sera gérée, le cas échéant, dans le cadre des lois et règlements définis par le Code du travail.

Toutes entreprises confondues, l'effectif est en général inférieur à 20 personnes présentes simultanément sur le site :

- Entreprise de forage : maximum 8 personnes présentes simultanément sur le site sauf situation exceptionnelle de courte durée (installation ou démobilisation de l'appareil de forage),
- Sous-traitants divers (génie civil, transporteurs, opérateurs des sociétés de service ...) maximum de 6 personnes présentes simultanément sur le site sauf situation de relève d'équipes ou opération technique ponctuelle,
- Personnel d'encadrement et de supervision (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, superviseurs ...) 3 personnes maximum simultanément sur le chantier sauf pour les réunions de chantier (6 personnes maximum).

Interviendront sur le chantier en plus de l'entreprise de forage (et avant elle, les entreprises de génie civil et de terrassement), des sociétés de services qui effectueront :

- La préparation et le suivi du fluide de forage ;
- L'enregistrement des paramètres de forage et des indices gazeux présents dans la boue de forage, l'échantillonnage des déblais et leur conditionnement, le suivi géologique des terrains traversés ;
- Le traitement des boues usées et des déblais de roche et leur évacuation ;
- La cimentation des cuvelages ;
- La préparation des tubes et leur vissage lors de la descente des tubages ;
- L'enregistrement des diagraphies différées et des mesures dans les puits ;
- Le forage dirigé et les mesures de trajectoire ;
- Les transports et livraisons, le grutage, le citernage des effluents liquides ;
- La fourniture et la mise en œuvre d'équipements spécifiques.

### **3.1.3. Le permis de travail**

Le système de permis de travail se justifie chaque fois qu'il permet d'effectuer une opération susceptible d'affecter les conditions de sécurité du personnel ou de l'environnement. Le permis de travail ne s'applique pas à toutes les activités. Il n'est en principe pas requis pour contrôler les activités de maintenance de routine dans les zones non dangereuses.

Un permis de travail sera établi entre Electricité de Strasbourg et l'entreprise concernée dès qu'une opération le justifiera.

### **3.1.4. Le permis de feu**

Un permis de feu est délivré au préalable à toute intervention.



### **3.1.5. Le risque électrique**

L'ensemble des installations du chantier seront mises à la terre, les branchements électriques seront réalisés avec des coffrets conformes, équipés de disjoncteurs différentiels.

Avant la mise en service, l'ensemble des installations électriques sera réceptionné par un organisme habilité pour le contrôle électrique, conformément à la réglementation en vigueur.

Le procès-verbal sera consigné au registre sécurité du chantier et une copie du procès-verbal provisoire sera mise à disposition sur chantier.

Seul le personnel qualifié et habilité sera autorisé à intervenir sur du matériel ou des installations électriques du chantier.

## **3.2. Mesures préventives spécifiques aux opérations de forage**

---

### **3.2.1. Programme de suivi mis en œuvre lors du forage**

Pendant toute la durée des travaux une société spécialisée sera chargée sur le chantier du suivi géologique et de l'enregistrement des diagraphies instantanées et des paramètres de forage.

Une cabine-laboratoire équipée pour abriter le matériel de mesures et d'enregistrement ainsi que le personnel de surveillance chargé du suivi géologique, sera installée sur la plate-forme. Cette société assurera l'acquisition et l'enregistrement en continu des paramètres de forage : profondeur, vitesse d'avancement, poids au crochet, vitesse de rotation du train de tiges, couple de rotation, débit entrée, pression d'injection des pompes, volumes des bassins, ...

Pour la boue de forage, seront enregistrées :

- Les températures entrée et sortie,
- Les pertes et les gains volumétriques.

Une chaîne de détection de gaz comprenant un dégazeur et un détecteur de gaz total (équipé de 4 capteurs de détection d'H<sub>2</sub>S) associé à un chromatographe permettra d'identifier les hydrocarbures gazeux présents dans la boue de forage.

Le personnel de la société assurera une surveillance géologique continue et assurera le prélèvement, l'échantillonnage et la préparation des déblais de forage (prélèvement tous les 3 ou 5 mètres, en fonction de la vitesse d'avancement), la description des cuttings et la mise à jour continue de la coupe géologique et du « Master Log » avec report en fonction de la profondeur, des paramètres de forage, des caractéristiques de la boue, des indices gazeux, des descriptions des déblais de roche (cuttings), des calcimétries, de l'enregistrement de la vitesse d'avancement.

### 3.2.2. Contrôles des ouvrages par diagraphie différée

Les diagraphies différées seront enregistrées par une société spécialisée. Ces contrôles permettront en particulier de s'assurer de la qualité de la cimentation de l'espace annulaire tubage-terrain, constituant la barrière interdisant toutes communications ou migrations de fluides par les annulaires tubages / terrains, entre les différents aquifères qui pourraient être recoupés par le forage.

Pour les deux puits, le programme prévisionnel des diagraphies différées est le suivant :

- **Avant la mise en place du tubage 13"3/8 à 1000 m TVD/ 1010 m MD :**
  - Contrôle de la cimentation du tubage 20" à l'aide d'un outil sonique (CBL-VDL).
- **Avant la mise en place du tubage 9"5/8 à 2000 m TVD / 2280 m MD :**
  - Contrôle sonique de cimentation (CBL-VDL-CCL-GR) du tubage 13"3/8 de 1000 m TVD/ 1010 m MD à la surface ;
- **Après le forage du réservoir en 8"1/2 :**
  - Contrôle sonique de cimentation (CBL-VDL-CCL-GR) du liner 9"5/8 de 2000 m TVD / 2280 m MD à 900 m TVD / 910 m MD ;
  - Gamma ray (GR) et/ou une spectrométrie de la radioactivité naturelle (HNCS) sur la section ouverte 8"1/2 de 3500 m TVD / 3900 m MD à 2000 m TVD / 2280 m MD ;
  - Diamètreur (4 bras ou 6 bras) avec intégration de volume sur la section ouverte 8"1/2 de 3500 m TVD / 3900 m MD à 2000 m TVD / 2280 m MD ;
  - Imagerie électrique (type FMI) ou sonique (type UBI) des parois du puits de 3500 m TVD / 3900 m MD à 2000 m TVD / 2280 m MD ;
  - Diagraphie de résistivité (type DLL) de 3500 m TVD / 3900 m MD à 2000 m TVD / 2280 m MD ;
  - Densité/porosité neutron de 3500 m TVD / 3900 m MD à 2000 m TVD / 2280 m MD ;
  - Diagraphie de température et de débitmétrie lors des essais.

Ce programme est donné à titre indicatif et pourra être modifié en fonction des besoins. Il sera notamment complété par un certain nombre de diagraphies géologiques, afin de mieux appréhender le sous-sol et le réservoir.

Afin de limiter les risques de perte d'outil, les techniques de diagraphies par convoyage ou MWD seront préférées aux techniques wireline en cas de détection d'instabilité du puits.

Pendant les essais de production ou d'injection, l'unité de diagraphies sera sur le site pour enregistrer sous sas de pression la température, le débit et la pression en

fond de puits. Les essais de production ou d'injection feront l'objet d'un suivi sismologique décrit dans le document « 2. Mémoire descriptif ».

### **3.2.3. Le risque lié aux équipements de forage**

Le matériel de forage est composé de différents équipements de levage spécifiquement régis par le Règlement Général des Industries Extractives (RGIE). La société en charge des travaux de forage veillera à ce que le matériel employé soit conforme aux examens et vérifications requis par cette réglementation spécifique. Une copie du dernier rapport de vérification sera disponible sur le chantier.

Les opérations de levage et de forage seront réalisées conformément à un mode opératoire défini et communiqué à toute personne y participant.

Le personnel conduisant les engins de levage sera composé exclusivement de personnes formées, habilitées et autorisées.

Notamment, un test mensuel du dispositif d'obturation du puits (BOP – Blow Out Preventer) permettra de s'assurer de l'étanchéité du dispositif et du bon fonctionnement de son module hydraulique de commande.

### **3.3. Mesures et dispositifs de protection contre l'incendie**

---

Les dispositions essentielles préconisées pour répondre aux objectifs fixés par le Code du Travail et les arrêtés types applicables, sont :

- L'adaptation de mesures prévisionnelles telles que moyens d'alarme et d'alerte, moyens d'extinction pouvant être rapidement mis en œuvre tels que des extincteurs de 9 ou 50 kg,
- Le respect de certaines dispositions permettant l'engagement des secours dans des conditions satisfaisantes ; voies de desserte, garantie de la disponibilité en eau pour la lutte contre l'incendie.

#### **3.3.1. Desserte et accessibilité à l'établissement**

Les terrains de la plateforme géothermique exploitée projetée par Electricité de Strasbourg à Rittershoffen sont desservis par la route départementale RD243 à la plateforme. A l'intérieur du site, les voies de circulation seront aménagées de manière à faciliter la circulation des véhicules poids lourds et l'intervention des services de secours.

#### **3.3.2. Information sur les dangers**

Les personnels travaillant sur le site seront informés des risques et veillent aussi au respect des consignes de sécurité par les intervenants extérieurs.

#### **3.3.3. Rétention et sécurité passive contre la pollution des sols**

Les stockages de tout produit liquide présentant un risque pour l'environnement, la santé humaine ou un risque physique comme l'incendie, seront installés sur une rétention. Cette rétention protège les sols et les eaux souterraines contre les composés pouvant être entraînés par les eaux pluviales ruisselant sur les installations de stockage, en fonctionnement normal, et contre les épandages accidentels.

#### **3.3.4. Consignes de sécurité**

Ces consignes sont destinées à prévenir les accidents sur le site :

- La vitesse de la circulation sera limitée,
- Les circuits internes de circulation sont balisés et un plan de circulation est affiché à l'entrée du site,
- Sur le site, la priorité sera accordée aux engins de transport de charges,
- Les équipements de sécurité (phares, avertisseurs de recul) seront maintenus en parfait état,
- Les consignes de dépotage.

### **3.3.5. Vérification des installations et des moyens de lutte contre l'incendie**

Electricité de Strasbourg prévoit le passage d'une société spécialisée dans le contrôle des moyens de lutte contre l'incendie pour mettre à jour le plan de disposition de lutte incendie de la plateforme géothermale de Rittershoffen (positionnement des extincteurs, type, volume extincteurs, ...).

### **3.3.6. Exercices avec les services de secours**

Electricité de Strasbourg proposera une présentation de la plateforme géothermique aux services de secours (SDIS 67) et l'organisation d'un exercice sur le site.

La présentation du site et l'exercice visent à familiariser les pompiers avec la plateforme de manière à faciliter leur intervention en cas de nécessité.

### **3.3.7. Moyens de détection et d'intervention contre l'incendie**

En cas d'incident, la première phase de lutte consiste à donner l'alerte avec un maximum d'efficacité. Durant les heures de travail, les ouvriers constituent les premiers éléments d'intervention. En dehors des périodes d'activité, les tableaux de commande sont mis sous clés. Une manipulation accidentelle ou abusive est exclue.

#### **a) Moyens d'extinction disponibles sur le site**

En cas d'incendie, des extincteurs appropriés au type de feu seront disponibles immédiatement :

- Extincteurs de 2 à 50 kg ;
- Extincteurs au CO<sub>2</sub> pour les feux électriques ;
- Extincteurs à l'eau pour les brûlures corporelles ;
- Poteau incendie à l'entrée Nord et au Sud-Est de la plateforme ;

Les emplacements des extincteurs et autres moyens anti-incendie sont précisés sur le plan masse du site au chapitre 6 de la présente étude de dangers.

Une seconde phase d'intervention est caractérisée par les moyens en hommes et en matériel des sapeurs-pompiers.

#### **b) Moyens d'alerte**

Les équipes intervenant sur la plateforme géothermale sont équipées de moyens de télécommunications permettant de joindre les services de secours adéquats.

### 3.3.8. Ressource en eau et confinement des eaux d'extinction

Le fascicule M de l'annexe 1 du guide D9, Guide pratique d'appui de dimensionnement des besoins en eau pour la défense extérieure contre l'incendie, Édition juin 2020 du CNPP, classe l'activité de forage comme un risque spécial (RS). Comme indiquée au chapitre 1.2 Domaine d'application, la méthode présentée par le guide D9 ne couvre pas l'activité de forage.

#### a) Ressources disponibles

La conception de la plateforme de forage du projet de Rittershoffen reprend les principes de gestion du risque incendie qui ont été mis en œuvre sur la plateforme de forage d'Illkirch. Ces principes ont été validés par une visite du SDIS du Bas-Rhin sur le site d'Illkirch. Ils consistent à disposer sur site :

- ✓ D'un poteau d'incendie (placé à l'entrée Nord et sur la partie Sud-Est du site) ;
- ✓ D'une aire d'aspiration au niveau du grand bassin de rétention conformément à la fiche n° 14 du guide technique DECI<sup>3</sup>.

#### b) Confinement des eaux d'extinction

Sur la base d'une durée d'intervention de 2 h, les volumes d'extinction sont donc évalués à 120 m<sup>3</sup>. Les eaux d'extinction seront confinées par le système de gestion d'eau de pluie autour des activités de forage et stockées dans les buses béton d'une capacité de stockage de 200 m<sup>3</sup> et en cas d'éventuel surplus, celui-ci ira par surverse dans le bassin bâché de 6 000 m<sup>3</sup>.

En effet, il présente un volume suffisant au vu du faibles risque incendie sur le site ainsi que du faible nombre de matériaux susceptibles d'alimenter le feu.

Du matériel de lutte contre l'incendie est disponible pendant la phase forage et les équipes du foreur sont formés à son utilisation. Par ailleurs, le site de forage pourra également bénéficier des infrastructures (2 poteaux incendie) contre l'incendie de la centrale en exploitation.

ÉS s'engage à s'assurer auprès du SDIS, pour ce projet comme pour les autres, de la compatibilité des eaux du bassin de stockage des eaux géothermales avec les équipements de ce service sans détérioration. En cas de pompage du SDIS dans le grand bassin, un nettoyage à l'eau claire des équipements sera réalisé à la fin des opérations pour garantir la durée de vie des équipements. Les eaux de nettoyage seront stockées dans le bassin de 6000 m<sup>3</sup>. Cette procédure permettra de s'assurer de l'absence d'impact sur les équipements du SDIS.

De plus, le réseau de collecte des eaux pluviales de voirie sera en outre équipé d'un dispositif de sectionnement à l'aval du séparateur à hydrocarbures, permettant d'éviter tout écoulement vers le réseau public.

<sup>3</sup> <http://bas-rhin.gouv.fr/content/download/22747/162756/file/guide-tech-deci.pdf>

## 4. Analyse préliminaire des risques

### 4.1. Méthode

Une analyse systématique des dérives est réalisée à partir :

- Des risques liés aux produits mis en œuvre,
- Des risques liés aux activités de l'établissement,
- De l'analyse des accidents recensés à l'intérieur de l'établissement et dans des installations similaires.

La méthode employée est de type Analyse Préliminaire des Risques (APR), complétée par une cotation de la criticité selon l'appréciation d'éléments de probabilité et de gravité.

Recommandée par l'Union des Industries Chimiques (UIC), c'est une méthode d'usage très général pour l'identification des scénarii d'accidents majeurs et le positionnement des barrières de sécurité.

Elle est préconisée par l'INERIS dans le document « Outils d'analyse des risques générés par une installation industrielle – DRA35 – Mai 2003 ».

#### 4.1.1. Principe

L'Analyse Préliminaire des Risques nécessite l'identification des éléments dangereux du système.

Ces éléments dangereux concernent :

- Des substances dangereuses que ce soit sous forme de matières premières, produits finis, utilités,
- Des équipements, installations, zones d'activités dangereuses (stockages, distribution, emploi...).

A partir de ces éléments dangereux, l'APR vise à identifier des situations de dangers, qui si elles ne sont pas maîtrisées, peuvent conduire à l'exposition de cibles à des phénomènes dangereux.

Pour chacun de ces phénomènes dangereux, les causes et conséquences sont déterminées et les sécurités (prévention, protection) identifiées.

#### 4.1.2. Echelles de cotation

L'analyse doit aboutir à une estimation des risques en vue de les hiérarchiser. Cette estimation est effectuée, à priori, à partir :

- D'un niveau de probabilité que le dommage survienne,
- D'un niveau de gravité de ce dommage.

##### a) Probabilité d'apparition

Probabilité	Appréciation qualitative	Appréciation quantitative
A	Événement courant (S'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré des mesures correctrices)	$\geq 10^{-2}$
B	Événement probable (S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation)	$10^{-3} \leq x < 10^{-2}$
C	Événement improbable (Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité au niveau mondial sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité)	$10^{-4} \leq x < 10^{-3}$
D	Événement très improbable (S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctrices réduisant significativement sa probabilité)	$10^{-5} \leq x < 10^{-4}$
E	Événement possible mais extrêmement improbable (N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré sur un très grand nombre d'années d'installations)	$< 10^{-5}$

Tableau n° 3 : Echelles de probabilité



**b) Gravité des effets**

La gravité des phénomènes dangereux identifiés est évaluée à partir de la grille présentée dans le tableau ci-après, prenant en compte les cibles humaines, environnementales et matérielles.

Cette grille est inspirée de celle présentée dans le document établi par l'INERIS « Méthodes systématiques de détermination d'ensemble de scénarios – DRA 34 – Décembre 2004 ».

Gravité	Personnes	Environnement	Biens
1 (modéré)	Effets réversibles à l'intérieur du site (accident corporel sans séquelles)	Pas d'atteintes significatives à l'environnement ou atteintes limitées au site et nécessitant des travaux de dépollution minimes	Pas d'effets significatifs sur les équipements du site ou atteinte à des équipements dangereux du site sans synergie d'accidents
2 (sérieux)	Effets irréversibles à l'intérieur du site (accident corporel avec séquelles)	Atteintes sérieuses à l'environnement nécessitant des travaux lourds de dépollution	Atteinte d'un équipement dangereux ou d'un équipement de sécurité critique sur le site sans aggravation générale des conséquences
3 (important)	Effets létaux à l'intérieur du site	Atteintes critiques à des zones vulnérables (ZNIEFF, points de captage...) avec répercussions à l'échelle locale	Atteinte d'un bien, équipement dangereux ou de sécurité à l'extérieur du site Atteinte d'un équipement dangereux ou d'un équipement de sécurité critique sur le site conduisant à une aggravation générale des conséquences classées « G3 »
4 (catastrophique)	Effets irréversibles à l'extérieur du site	Atteintes critiques à des zones particulièrement vulnérables (rareté de la cible) avec répercussions à l'échelle départementale	Atteinte d'un bien ou d'un équipement très sensible ou stratégique Atteinte d'un équipement dangereux ou d'un équipement de sécurité critique sur le site conduisant à une aggravation générale des conséquences classées « G4 »
5 (désastreux)	Effets critiques (létaux et irréversibles à l'extérieur du site)	Atteintes critiques à des zones particulièrement vulnérables (rareté de la cible) avec répercussions à l'échelle régionale ou nationale	Atteinte d'un équipement dangereux ou d'un équipement de sécurité critique sur le site conduisant à une aggravation générale des conséquences classées « G5 »

Tableau n° 4 : Echelles de gravité

### 4.1.3. Hiérarchisation des risques

La cotation des risques est reportée dans une grille de criticité.

Cette grille permet de représenter graphiquement les risques présents pour chaque installation ou activité en reportant le repère placé dans la première colonne des tableaux d'analyse de risques.

La grille se présente en 3 parties :

- Une partie inférieure où le risque, en fonction de sa probabilité d'apparition et de sa gravité, est considéré « autorisée »,
- Une partie intermédiaire où le risque, apprécié selon les mêmes critères, est dit « acceptable » avec un suivi des barrières de sécurité,
- Une partie supérieure où le risque est considéré « critique », l'événement en question est alors retenu pour l'évaluation de l'intensité des effets.

A Courant					
B Probable					
C Improbable					
D Très improbable					
E Extrêmement improbable					
Probabilité	1	2	3	4	5
Intensité	Faible	Grave	Très grave	Catastrophique	Désastreux

*Tableau n° 5 : Présentation de la grille de criticité*

## **4.2. Tableaux de synthèse de l'analyse de risque du site**

---

L'analyse de risques liée aux travaux de forage projetés par Electricité de Strasbourg est présentée dans les tableaux de synthèse pages suivantes.

Les éléments suivants y sont mentionnés :

- Repère de danger,
- Lieu et nature de l'opération,
- Phénomène dangereux potentiel,
- Identification des causes possibles,
- Évaluation des conséquences possibles,
- Recensement des barrières de sécurité (mesures et moyens de prévention/protection),
- Cotation de la probabilité, de la gravité et de la criticité du risque.

*Tableau n° 6 : Analyse préliminaire des risques*

Repère de danger	Lieu et nature de l'opération	Phénomène dangereux	Causes	Conséquences majeures	Mesures et moyens de prévention et protection (barrières de sécurité)	P	G	Criticité
1	Circulation sur la voirie interne	Ecoulement accidentel	Non-respect des consignes de circulation Erreur humaine	Dégâts matériels Pollution du sol et du sous-sol	Disposition des équipements permettant l'organisation de voies de circulation largement dimensionnées pour le passage des camions Mise en place d'un plan et de consignes de circulation Vitesse limitée sur le site	B <sup>4</sup>	1 <sup>5</sup>	Autorisé
2	Stockage de Gasoil	Ecoulement accidentel	Fuite sur une cuve de stockage ou sur le circuit de distribution	Perte de confinement et risque de pollution du sol, du sous-sol et des eaux souterraines	Mise sur rétention de la cuve de stockage Récupération des produits épandus Consignes de sécurité en cas d'épandage Réseau de collecte des eaux pluviales relié à un séparateur à hydrocarbures Une vanne de confinement sera placée en partie aval du réseau	C <sup>6</sup>	1 <sup>7</sup>	Autorisé
3	Stockage de Gasoil	Incendie	Rupture de confinement et présence d'une source d'ignition	Rayonnement thermique Fumées de combustion	Mise sur rétention de la cuve de stockage Mise à la terre de la cuve de stockage Interdiction de fumer Moyen d'extinction répartis sur le site Formation du personnel à la lutte contre l'incendie Exercice de sécurité avec le SDIS	D <sup>8</sup>	2 <sup>9</sup>	Autorisé

<sup>4</sup> Evénement probable en raison du nombre important de mouvements de camions sur le site durant la phase de travaux

<sup>5</sup> Collecte dans les réseaux d'assainissement et confinement à l'intérieur du site

<sup>6</sup> Quantité stockée et nombre de manipulation limitée aux opérations de maintenance, personnel formé

<sup>7</sup> Stockage sur rétention de volume suffisant

<sup>8</sup> Nécessité de concomitance de perte de confinement et de présence d'une source d'ignition, interdiction de fumer ou d'approcher une flamme nue de la zone de stockage, procédure de permis de feu

<sup>9</sup> Effets limités à l'intérieur du site, zone susceptible d'être en feu limitée au bac de rétention

Repère de danger	Lieu et nature de l'opération	Phénomène dangereux	Causes	Conséquences majeures	Mesures et moyens de prévention et protection (barrières de sécurité)	P	G	Criticité
4	Dépotage de produits hydrocarbonés	Ecoulement accidentel	Déconnexion ou rupture du flexible de dépotage	Perte de confinement et risque de pollution du sol, du sous-sol et des eaux souterraines	Opération de dépotage réalisée par le chauffeur-opérateur Surveillance de l'opération par le personnel de l'entreprise concernée	D <sup>10</sup>	2 <sup>11</sup>	Autorisé
5	Stockage de produits chimiques	Ecoulement accidentel	Fuite	Perte de confinement et risque de pollution du sol, du sous-sol et des eaux souterraines Emanations toxiques	Mise sur rétention des produits chimiques Récupération des produits épandus Consignes de sécurité en cas d'épandage Respect des incompatibilités de stockage	C <sup>12</sup>	1 <sup>13</sup>	Autorisé
6	Bouteilles d'acétylène	Explosion	Fuite et présence d'une source d'ignition	Rayonnements thermiques Surpressions	Matériel standard, contrôlé et maintenu en bon état Stockage en zone ventilée Formation du personnel	C <sup>14</sup>	2 <sup>15</sup>	Autorisé

<sup>10</sup> Evènement peu probable concernant uniquement les camions de livraison de Gasoil pour les groupes électrogènes

<sup>11</sup> Possibilité d'inflammation du produit mais collecte dans les réseaux d'assainissement et confinement à l'intérieur du site

<sup>12</sup> Quantité stockée limitée, en contenants normalisés, manipulation par du personnel formé

<sup>13</sup> Stockage sur rétention de volume suffisant

<sup>14</sup> Bouteilles standardisées, conformément à la réglementation en vigueur, régulièrement éprouvées

<sup>15</sup> Risques d'explosion et d'incendie liés au stockage d'acétylène : conséquences a priori confinés au sein du site (stockage en quantité limité)

Repère de danger	Lieu et nature de l'opération	Phénomène dangereux	Causes	Conséquences majeures	Mesures et moyens de prévention et protection (barrières de sécurité)	P	G	Criticité
7	Remontée de gaz inflammable dans le forage	Incendie / Explosion	Remontée de gaz par le forage et présence d'une source d'ignition	Rayonnements thermiques Surpressions	<p>Procédure définie en cas de venue de gaz</p> <p>Formation du personnel</p> <p>Présence des « blow out preventer » (BOP : double système d'obturation du puits) et test régulier du système</p> <p>Pression hydrostatique de la boue limite les risques de remontées de gaz</p> <p>Détection de gaz (H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, hydrocarbures, He, CO<sub>2</sub>) sur le circuit de dégazage</p> <p>Torchère installée à l'extrémité du circuit de récupération des gaz</p> <p>Zonage ATEX</p> <p>Interdiction de fumer ou d'amenée d'une source d'ignition</p>	D <sup>16</sup>	3 <sup>17</sup>	Autorisé

<sup>16</sup> Des évènements de ce type ont déjà eu lieu, surtout dans le cas de forage destinés à la recherche d'hydrocarbures gazeux ou liquides, mais le milieu souterrain autour de Rittershoffen n'est pas réputé comme étant riche en gaz. De nombreuses mesures préventives sont mises en place (BOP, pression de la boue de forage, ...)

<sup>17</sup> Les effets sont très difficiles à prévoir (débit du gaz en cas de dysfonctionnement des systèmes de sécurité). Toutefois, le puits de forage est situé à plus de 30 m des limites du site, aucun tiers n'est implanté au voisinage direct du site (champs). On considère donc que les effets, notamment thermiques, pourraient dépasser des limites de propriété mais ne concerneront qu'un nombre très limité de personnes susceptibles d'être touchées

Repère de danger	Lieu et nature de l'opération	Phénomène dangereux	Causes	Conséquences majeures	Mesures et moyens de prévention et protection (barrières de sécurité)	P	G	Criticité
8	Remontée de gaz toxique dans le forage (par ex. H <sub>2</sub> S)	Dispersion toxique	Remontée de gaz par le forage	Intoxication	Détection de gaz (H <sub>2</sub> S, CH <sub>4</sub> , hydrocarbures, He, CO <sub>2</sub> ) sur le circuit de dégazage Utilisation et vérification périodique de détecteurs H <sub>2</sub> S Alarme sonore et visuelle Consigne d'évacuation du site en cas d'alerte Utilisation d'ARI par les opérateurs si nécessaire Présence des « blow out preventer » (BOP : double système d'obturation du puits) et test régulier du système	D <sup>18</sup>	3 <sup>19</sup>	Autorisé
9	Circuits huile – entrainement machine	Rupture des conduites hydrauliques haute pression	Agression mécanique, défaut sur conduite	Projections d'huile	Présence humaine en continu lors du fonctionnement des machines Matériel normalisé, faisant l'objet de contrôles et d'un entretien régulier	D <sup>20</sup>	1 <sup>21</sup>	Autorisé

<sup>18</sup> Des évènements de ce type ont déjà eu lieu, surtout dans le cas de forage destinés à la recherche d'hydrocarbures gazeux ou liquides, mais le milieu souterrain autour de Rittershoffen n'est pas réputé comme étant riche en gaz. De nombreuses mesures préventives sont mises en place (BOP, pression de la boue de forage, ...)

<sup>19</sup> Les effets sont très difficiles à prévoir (débit du gaz en cas de dysfonctionnement des systèmes de sécurité). Toutefois, le puits de forage est situé à plus de 30 m des limites du site, aucun tiers n'est implanté au voisinage direct du site (champs). On considère donc que les effets toxiques pourraient dépasser des limites de propriété mais ne concerneront qu'un nombre très limité de personnes susceptibles d'être touchées

<sup>20</sup> Les bases de données indiquent des fréquences de brèche importantes dans une canalisation de 1.10<sup>-6</sup>/m/an (source : Purple Book - diameter < 75 mm), la probabilité correspondante est inférieure à 10<sup>-4</sup>/an jusqu'à une longueur de conduite de 100 m

<sup>21</sup> Effets limités aux abords immédiats du mat de forage

Repère de danger	Lieu et nature de l'opération	Phénomène dangereux	Causes	Conséquences majeures	Mesures et moyens de prévention et protection (barrières de sécurité)	P	G	Criticité
10	Conduites de boues de forage	Rupture des conduites	Agression mécanique, défaut sur conduite	Dispersion des boues	Présence humaine en continu lors des opérations de forage Plateforme imperméabilisée, collecte des effluents dans les bassins Suivi de la pression en continu Procédure d'arrêt en cas de détection d'une chute de pression	D <sup>22</sup>	1 <sup>23</sup>	Autorisé
11	Conduites d'eau froide (essais d'injection)	Rupture des conduites	Agression mécanique, défaut sur conduite, gèle	Projection d'eau à haute pression	Insertion de saumure pour éviter le gèle Vérification de l'étalonnage des soupapes des pompes Arrêt des pompes au moindre doute sur le passage du fluide Présence humaine en continu lors des essais d'injection Suivi de la pression en continu Procédure d'arrêt en cas de détection d'une chute de pression	D <sup>24</sup>	1 <sup>25</sup>	Autorisé
12	Conduites d'eau géothermale (essais de production)	Rupture des conduites	Agression mécanique, défaut sur conduite	Projection d'eau géothermale, brûlures	Calorifugeage des conduites Présence humaine en continu lors des essais de production Suivi de la pression en continu Procédure d'arrêt en cas de détection d'une chute de pression Travail à faible pression (10 bars)	D <sup>26</sup>	1 <sup>27</sup>	Autorisé

<sup>22</sup> Les bases de données indiquent des fréquences de brèche importantes dans une canalisation de  $1.10^{-7}/m/an$  (source : Purple Book – diameter > 150 mm), la probabilité correspondante est inférieure à  $10^{-4}/an$  jusqu'à une longueur de conduite de 1 000 m

<sup>23</sup> Effets limités aux abords immédiats de la zone de forage, à fortiori confinés à l'intérieur du site

<sup>24</sup> Les bases de données indiquent des fréquences de brèche importantes dans une canalisation de  $3.10^{-7}/m/an$  (source : Purple Book –  $75\text{ mm} < \text{diameter} < 150\text{ mm}$ ), la probabilité correspondante est inférieure à  $10^{-4}/an$  jusqu'à une longueur de conduite de 300 m

<sup>25</sup> Effets limités aux abords immédiats de la zone de forage, à fortiori confinés à l'intérieur du site

<sup>26</sup> Les bases de données indiquent des fréquences de brèche importantes dans une canalisation de  $1.10^{-7}/m/an$  (source : Purple Book – diameter > 150 mm), la probabilité correspondante est inférieure à  $10^{-4}/an$  jusqu'à une longueur de conduite de 1 000 m

<sup>27</sup> Effets limités aux abords immédiats de la zone de forage, à fortiori confinés à l'intérieur du site



### 4.3. Hiérarchisation des risques avant estimation des effets

La grille ci-dessous reprend les repères de danger présentés précédemment dans les tableaux d'analyse.

A Courant					
B Probable	1				
C Improbable	2 – 5	6			
D Très improbable	9 – 10 – 11 – 12	3 – 4	7 – 8		
E Extrêmement improbable					
Probabilité	1	2	3	4	5
Intensité	Faible	Grave	Très grave	Catastrophique	Désastreux

L'analyse préliminaire des risques fait apparaître l'ensemble des scénarios de dangers comme présentant un niveau de risque « autorisé ».

Les scénarios de remontées de gaz (inflammable ou toxique) présenteraient a priori les niveaux de gravité les plus importants mais leur probabilité d'apparition reste très faible du fait du contexte géologique local et des moyens de prévention mis en œuvre.

Les conséquences de ce type d'évènement sont difficilement prévisibles, elles sont singulières et directement liées à la nature de la « poche » rencontrée. Aucune modélisation relative à ces remontées de gaz n'a donc été réalisée.

Il est proposé d'étudier de manière détaillée les conséquences des scénarios 3 et 6, correspondant respectivement à la fuite et à l'inflammation de gasoil non routier et à la fuite et à l'explosion d'acétylène.

## **5. Analyse détaillée des risques**

### **5.1. Analyse de risque - méthodologie**

---

L'analyse des risques peut être résumée de la façon suivante :

- Un Evénement Redouté Central : incident majeur,
- Des Evénements Initiateurs, causes directes de l'incident majeur,
- Des Evénements Indésirables ou courants, dérives générant les Evénements Initiateurs,
- Un Evénement Redouté Secondaire, conséquence directe de l'incident majeur
- Des Phénomènes Dangereux, phénomènes précédant les effets majeurs,
- Des Effets Majeurs, dommages causés aux personnes et/ou aux structures.

### 5.1.1. Probabilité d'occurrence

L'annexe 1 de l'arrêté du 29 septembre 2005 définit les critères d'appréciation de la probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux et accidents.

Le tableau ci-dessous récapitule ces éléments.

Classe de Probabilité	E	D	C	B	A
Type d'appréciation					
Qualitative	« Evénement possible mais extrêmement peu probable ». <i>N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années d'installations</i>	« Evénement très improbable ». <i>S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité</i>	« Evénement improbable ». <i>Un événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis</i>	« Evénement probable ». <i>S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations</i>	« Evénement courant ». <i>S'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives</i>
Semi quantitative	Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place				
Quantitative (par unité et par an)	< 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup> à < 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> à < 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> à < 10 <sup>-2</sup>	> 10 <sup>-2</sup>

Tableau n° 7 : Niveaux de probabilité – arrêté du 29/09/05

### 5.1.2. Cinétique

Les éléments de cinétique concernent l'évolution des phénomènes dangereux et la propagation de leurs effets.

Pour l'évaluation des conséquences d'un accident, sont prises en compte d'une part, la cinétique d'apparition et d'évolution du phénomène dangereux et d'autre part, celle de l'atteinte des tiers puis de la durée de leur exposition au niveau d'intensité des effets correspondants.

Ces derniers éléments de cinétique dépendent des conditions d'exposition des intérêts susvisés et notamment de leur possibilité de fuite ou de protection.

### 5.1.3. Intensité des effets

Les valeurs de référence pour l'évaluation de l'intensité des effets sont fixées à l'annexe 2 de l'arrêté du 29 septembre 2005.

Les tableaux ci-dessous récapitulent les valeurs.

#### a) Effets sur les personnes

Effets caractéristiques	Rayonnement thermique
Effets létaux significatifs (zone de danger très grave pour la vie humaine)	8 kW/m <sup>2</sup>
Effets létaux (zone de danger grave pour la vie humaine)	5 kW/m <sup>2</sup>
Effets irréversibles (zone de danger significatif pour la vie humaine)	3 kW/m <sup>2</sup>

#### b) Effets sur les structures

Effets caractéristiques	Rayonnement thermique
Ruine du béton en quelques dizaines de minutes	200 kW/m <sup>2</sup>
Tenue du béton pendant plusieurs heures, correspondant aux dégâts très graves sur les structures béton	20 kW/m <sup>2</sup>
Seuil d'exposition prolongée des structures, correspondant aux dégâts très graves sur les structures, hors structures béton	16 kW/m <sup>2</sup>
Effets domino, correspondant au seuil des dégâts graves sur les structures	8 kW/m <sup>2</sup>
Destructions de vitres significatives	5 kW/m <sup>2</sup>

### 5.1.4. Gravité des conséquences humaines

La gravité des conséquences humaines d'un accident à l'extérieur des installations est évaluée en fonction du nombre de personnes susceptibles d'être exposées aux effets.

Elle résulte de la combinaison, en un point de l'espace, de l'intensité d'un phénomène accidentel et de la vulnérabilité du milieu, notamment des personnes potentiellement exposées à ces effets.

Les niveaux de gravité des conséquences humaines sont présentés dans le tableau ci-après, en référence à l'annexe 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005.

Niveau de gravité	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs (SELS)	Zone délimitée par le seuil des effets létaux (SEL)	Zone délimitée par le seuil des Effets irréversibles (SEI)
Désastreux	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
Modéré	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles sur la vie humaine inférieure à « une personne »

Tableau n° 8 : Niveaux de gravité

## 5.2. Scénario n°3 : incendie de la rétention de la cuve de gasoil

### 5.2.1. Intensité des effets

#### ❖ Méthodologie et données d'entrée

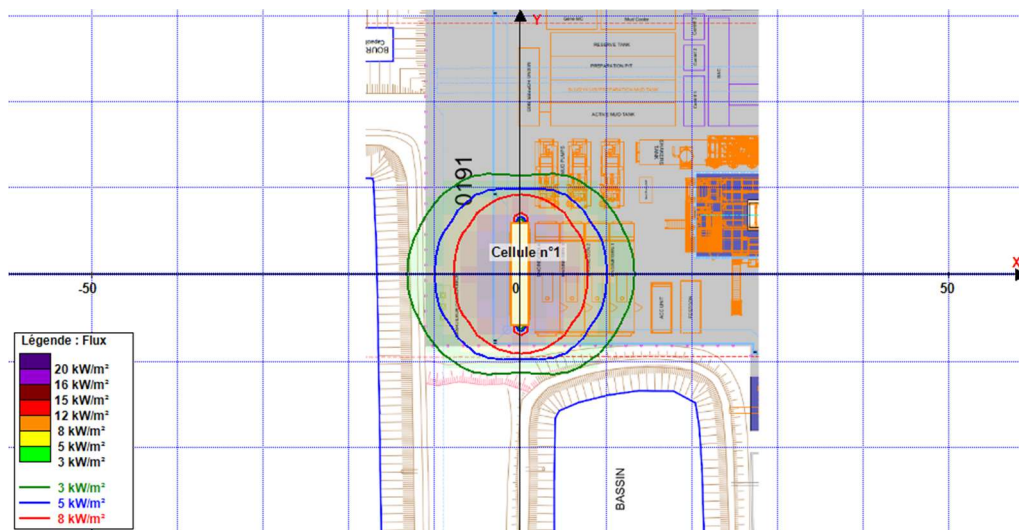
Le gasoil non routier (gasoil) est stocké sur le site en cuve de 43 m<sup>3</sup> la surface totale considérée de la rétention associée à cette cuve est de 24 m<sup>2</sup> (environ 12 m x 2 m).

La modélisation du scénario d'incendie dans la cuvette de rétention a été réalisée en parallèle à l'aide de la méthodologie décrite dans la nomenclature du 10 mai 2010 relative aux études de dangers des dépôts de liquides inflammables (macro Excel).

Description	Feu de cuvette
Nom de la substance	Gasoil
Caractéristiques de la rétention	12 m x 2 m, h = 1,8 m
Débit surfacique de combustion	0,055 kg/m <sup>2</sup> /s

## ❖ Résultats

Illustration n° 7 : Effets thermiques – incendie de la rétention de gasoil



### 5.2.2. Gravité des effets

Dans le cas présent, les effets thermiques restent intégralement confinés à l'intérieur des limites de propriété.

Le seuil de gravité retenu est donc « modéré ».

### 5.2.3. Probabilité d'occurrence

Un incendie dans un établissement géré en sécurité (présence de moyens de lutte contre l'incendie) est considéré comme un événement probable pendant la durée de vie des installations, soit une classe B au regard de l'arrêté du 29/09/2005.

### 5.2.4. Cinétique

Le dégagement de chaleur (rayonnement) en cas d'incendie est un phénomène à cinétique rapide.

## 5.3. Scénario n°6 : bouteilles d'acétylène

### 5.3.1. Evaluation de l'intensité des effets

Le scénario étudié se rapporte à une fuite au robinet d'une capacité d'acétylène suivie d'une inflammation (feu torche, flash fire) ou d'une explosion (UVCE).

Les bouteilles d'acétylène (2 au maximum) sont placées dans l'atelier mécanique où sont réalisées les opérations de soudure.

#### a) Détermination du terme source : débit à la brèche

Le débit de fuite est évalué à l'aide du logiciel Effects V8 du TNO.

##### ❖ Données d'entrée

Description	Fuite au robinet
Nom de la substance	Acétylène
Capacité de la bouteille	8 kg (dissous)
Pression dans la bouteille	15 bars
Diamètre de la source (fuite)	1 mm (robinet sortie bouteille)
Taux de remplissage de la bouteille	85%

##### ❖ Résultats

Débit maximum	0,005 kg/s
---------------	------------

#### b) Explosion de gaz type UVCE

##### ❖ Evaluation de la quantité explosible

##### ✓ Données d'entrée

Description	Dispersion du gaz
Nom de la substance	Acétylène
Débit de fuite	0,005 kg/s
Vitesse du vent et classe de stabilité (Pasquill)	3 m/s et F – 5 m/s et D

✓ **Résultats**

La masse explosible, comprise entre les limites inférieure et supérieure d'explosivité (LIE = 2,4% et LSE = 83%), est au maximum de 0,003 kg (conditions météorologiques F3).

La distance maximale à la LIE/LII atteinte par le nuage est évaluée à 2 m pour les conditions F3 (1,8 m pour D5) pour une hauteur de 1 m.

❖ **Explosion et évaluation des effets de surpression**

A partir de la masse explosive ainsi déterminée, nous calculons les fronts de surpression générés par l'explosion de la totalité du gaz compris entre la LIE et la LSE (soit 100 % de la masse confinée), ce qui correspond à un cas maximisé.

Le modèle utilisé correspond à une déflagration moyenne dans un milieu peu encombré, soit un indice 4<sup>28</sup> (gaz très réactif) selon la méthode multi-énergie du TNO.

A une distance de 2 m (LIE/LII), les zones encombrées sont exclusivement caractérisées par les zones de stockage de bouteilles et cadres (volume maximal explosible de 4 m<sup>3</sup>).

✓ **Données d'entrée**

Description	Explosion de nuage
Nom de la substance	Acétylène
Masse totale dans la zone explosive	0,003 kg (TNO) ou 4 m <sup>3</sup> (abaque GTDLI : volume zone encombrée)
Fraction du nuage confinée	100 %
Courbe de déflagration	4 (déflagration moyenne en milieu peu encombré)

✓ **Résultats (TNO et abaque du document « UVCE » du GTDLI)**

Seuil	Distance
300 mbar (dégâts très graves sur les structures)	Non atteinte
200 mbar (effets létaux significatifs et effets domino)	Non atteinte
140 mbar (effets létaux et dégâts graves sur les structures)	Non atteinte
50 mbar (effets irréversibles et dégâts légers sur les structures)	< 1 m
20 mbar (effets irréversibles « indirects par bris de vitres »)	< 1 m (2 x distance au seuil de 50 mbar)

Les effets de surpression liés à un UVCE suite la dispersion d'acétylène gazeux issu d'une bouteille de stockage resteront confinés aux abords immédiats de la bouteille (à moins d'1 m).

<sup>28</sup> Source : document « UVCE dans un dépôt de liquides inflammables ». GTDLI. 05/2007



### ❖ Inflammation du nuage de type flash fire

#### ✓ Données d'entrée

L'évaluation des distances aux seuils des effets thermiques est réalisée comme suit :

- Distance aux effets létaux (SELS et SEL) = distance à la LII
- Distance aux effets irréversibles (SEI) = 1,1 x distance à la LII

La distance maximale à la LII est évaluée par le logiciel du TNO à 2 m.

#### ✓ Résultats

Seuil	Distance
Létalité	2 m
Effets irréversibles	2,2 m

### ❖ Feu torche

#### ✓ Données d'entrée

L'évaluation des distances aux seuils des effets thermiques est réalisée comme suit :

- Distance au seuil de létalité (SELS et SEL) =  $3,4 \cdot 10^{-3} \times (m' \times Hc)^{1/2}$
- Distance au seuil des effets irréversibles (SEI) =  $4 \cdot 10^{-3} \times (m' \times Hc)^{1/2}$

Avec :

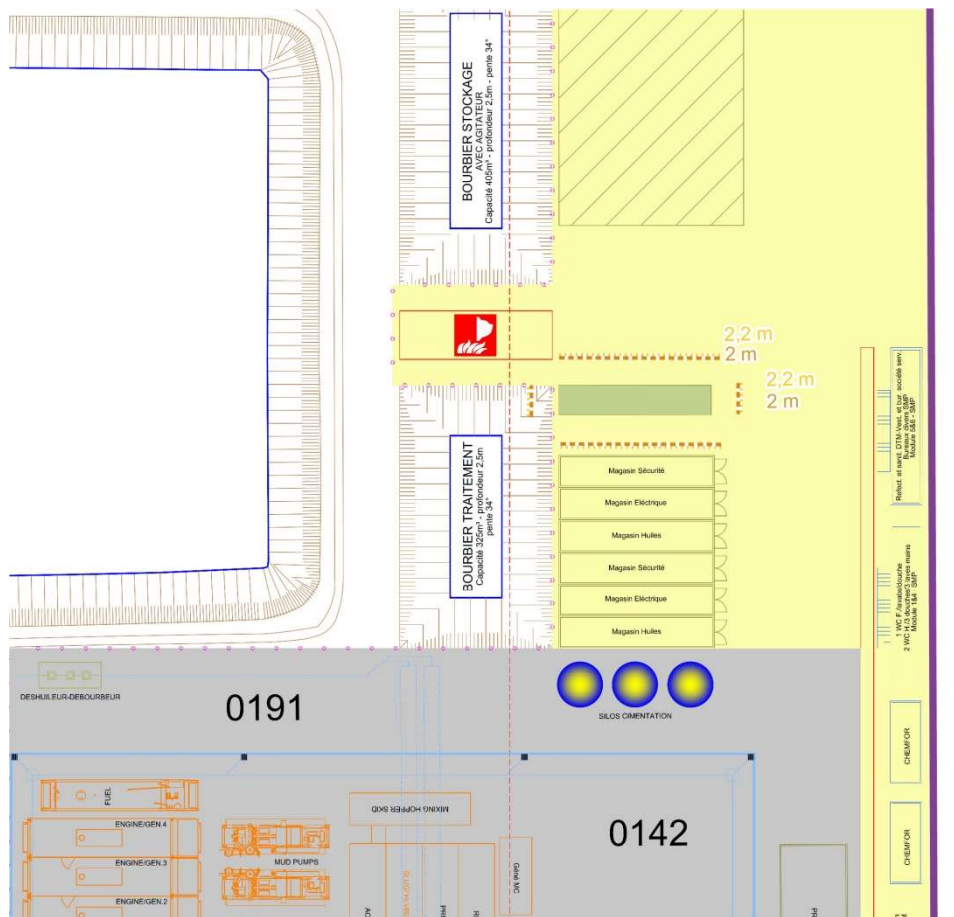
- $m'$  : débit de fuite du gaz (kg/s) = 0,005 kg/s
- $Hc$  : chaleur de combustion du gaz relâché (J/kg) = 57 MJ/kg pour l'acétylène

#### ✓ Résultats

Seuil	Distance
Létalité (8 et 5 kW/m <sup>2</sup> )	1,8 m
Effets irréversibles (3 kW/m <sup>2</sup> )	2,1 m

Les bouteilles d'acétylène seront stockées dans le « magasin sondeurs », sans emplacement précisément attribué. Nous considérerons donc l'ensemble du magasin pour la détermination des périmètres de dangers maximum.

Illustration n° 8 : Zones de dangers (feu torche ou flash fire acétylène)



#### FLUX THERMIQUES

Effets sur les hommes et les structures (seuils) :

non atteint	—	12 kW/m <sup>2</sup> : /	
non atteint	- - -	8 kW/m <sup>2</sup> : effets létaux significatifs - effets dominos - dégâts graves	— limite du site
	· · · · ·	5 kW/m <sup>2</sup> : premiers effets létaux - destruction significatives des vitres	■ surface en feu
	· · · · ·	3 kW/m <sup>2</sup> : effets irréversibles	

SOURCE : PLAN MASSE DE L'INSTALLATION.

JUILLET 2021

0 4 8 m

### 5.3.2. Evaluation de la gravité des conséquences

Les phénomènes d'UVCE / flash fire / feu torche sur une bouteille d'acétylène engendrent un niveau de gravité modéré aux seuils de létalité (SELS et SEL) et des effets irréversibles (SEI), en l'absence de périmètres de danger à l'extérieur du site.

### 5.3.3. Cinétique

L'inflammation ou l'explosion d'acétylène sont des phénomènes dangereux à cinétique rapide.

### 5.3.4. Evaluation de la probabilité d'occurrence

✓ *Fuite de gaz*

La probabilité d'occurrence d'une fuite de gaz est estimée à  $10^{-3}$ /an (source : ARAMIS Appendix 10 « continuous release of simple tank (pressure storage) », extrapolation pour un diamètre < 10 mm).

✓ *Source d'ignition*

- Inflammation immédiate : feu torche

La probabilité d'être en présence d'une source d'ignition est estimée à 0,2 (source : ARAMIS « gaz très réactif, rejet continu d'un débit < 10 kg/s).

- Inflammation différée : UVCE / flash fire

La probabilité d'être en présence d'une source d'ignition est estimée à 0,5 (source : ARAMIS « zone de stockage avec dispositif anti-explosion (matériel adapté ATEX) »).

✓ *Phénomènes dangereux*

- Feu torche

La probabilité d'apparition d'un feu torche d'acétylène est estimée à  $2 \cdot 10^{-4}$ /an (classe C), tenant compte de la probabilité de fuite et d'une inflammation immédiate.

- UVCE / flash fire

La probabilité d'apparition d'un UVCE / flash fire d'acétylène est estimée à  $5 \cdot 10^{-4}$ /an (classe C), tenant compte de la probabilité de fuite et d'une inflammation différée.

## 5.4. Examen des effets dominos

---

### 5.4.1. Scénario n°3 : Cuve de gasoil

En cas de feu de nappe de la rétention associée à la cuve de GASOIL, les périmètres de danger au seuil des effets domino ( $8 \text{ kW/m}^2$ ) atteindraient au maximum 15 m au niveau des faces les plus grandes et 10 m au niveau des faces les plus petites.

Les installations concernées par les effets domino sont :

- Les groupes électrogènes,
- Les équipements de recirculation des boues de forage (pompes, mélangeurs, ...).

#### **5.4.2. Scénario n°6 : Bouteilles d'acétylène**

L'explosion d'un nuage consécutif à une fuite sur bouteille d'acétylène n'engendrera aucun effet domino, le seuil des 200 mbar correspondant n'étant pas atteint.

Les effets thermiques lié au flash fire ou au feu torche consécutifs à l'inflammation d'une fuite d'acétylène engendreraient un périmètre de danger au seuil des effets domino (8 kW/m<sup>2</sup>) à une distance de 2 m autour des bouteilles. Seuls les magasins attachés à l'atelier seront impactés.

#### **5.4.3. Conclusion**

L'apparition d'effets domino dans le cas d'un feu de nappe au sein de la rétention associée à la cuve de GASOIL engendrait des rayons de dangers qui resteront confinés à l'intérieur des limites de la plateforme de forage.

Les niveaux de risque associés aux phénomènes dangereux étudiés (scénarios n°3 et 6) restent donc « modérés ».

## 5.5. Hiérarchisation des risques après évaluation des conséquences

La grille ci-dessous reprend les repères de danger présentés dans les tableaux d'analyse, en tenant compte des niveaux de gravité évalués par la détermination des périmètres de dangers.

A Courant					
B Probable	3				
C Improbable	6				
D Très improbable					
E Extrêmement improbable					
Probabilité	1	2	3	4	5
Intensité	Faible	Grave	Très grave	Catastrophique	Désastreux

L'analyse détaillée des risques liés aux scénarios 3 et 6 (incendie de la rétention de gasoil et inflammation suite à une fuite d'acétylène) a permis de confirmer le niveau de risque « autorisé » associé à ces scénarios.

## 6. Plan masse du site

Illustration n° 9 : Plan masse et moyens de lutte contre l'incendie

