



# The Exploration Company

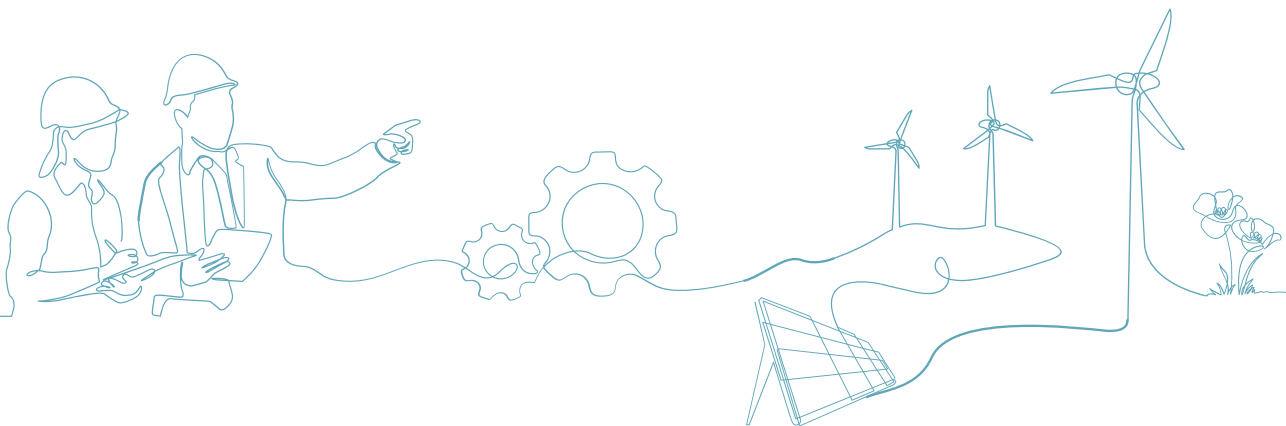
Site d'essais de MERIGNAC

Activité de bancs d'essais de moteur aérospatial

## Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale – Etude De Dangers

PJ n°49

Référence n° : R-AB-2503-01c - Version décembre 2025



Maîtrise des risques industriels, professionnels, environnementaux

# Fiche signalétique

Client			
Raison sociale	The Exploration Company		
Adresse du siège social	58 avenue Marcel Dassault 33700 MÉRIGNAC		
Adresse postale des correspondances	58 avenue Marcel Dassault 33700 MÉRIGNAC		
Interlocuteur	Bhavraj Thethy	The Exploration Company	

Site	
Nom du site	Site d'essais de MERIGNAC
Adresse du site	14 rue Marcel Issartier – 33700 MÉRIGNAC
Activité exercée	Activité de bancs à essai de moteur aérospatial

Document			
Référence	R-AB-2503-01		
Référence projet Néodyme	20250218-02-COBE		
Titre du rapport	Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale – Etude De Dangers   Activité de bancs d'essais de moteur aérospatial		
Version du rapport	c	05/12/2025	Inclusion de cartes synthétisant l'agrégation des effets des différents scénarios d'accident Les modifications concernent les pages 91 / 92
	b	29/09/2025	Reprise de l'étude suite aux remarques de la DREAL Les modifications concernent les pages 96 / 101 / 102 / 104 / 105 / 106 / 108 / 121 à 123
	a	24/02/2025	Reprise de l'étude de dangers GEXCON

Rédacteur / Rédactrice	Vérificatrice	Approbateur
Elsa BERRY Maxence OLIVIER	Amélie BENOIST Elodie FABRE	Bhavraj Thethy - TEC

Seules sont autorisées les copies intégrales du présent rapport pour des fins prévues à la commande de l'étude.  
Toute reproduction intégrale ou partielle faite sans autorisation est illicite et constitue une contrefaçon.  
Version V01 – juillet 2024

# Objet

The Exploration Company a pour mission de démocratiser l'exploration spatiale, notamment au travers du développement de la capsule spatiale Nyx Moon. C'est dans cette optique de recherche et de développement technologique que TEC souhaite installer un banc d'essai pour son moteur, appelé Huracan, sur son site d'essais de Mérignac.

Cette étude de dangers (EDD) a pour but de présenter le projet de banc d'essai du moteur Huracan de la société The Exploration Company ainsi que les potentiels de dangers auxquels est exposée l'installation et les événements majeurs liés au projet pouvant survenir. Cette appréciation des dangers s'accompagne d'une évaluation de ces événements et d'une démarche de réduction du risque.

En préambule, cette étude s'inscrit dans le cadre du dépôt d'un dossier de demande d'autorisation environnementale (DAE) au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) de la société The Exploration Company, mentionné dans la suite comme TEC, pour son site de Mérignac, à proximité de Bordeaux (33).

# Sommaire

<b>I</b>	<b>METHODOLOGIE GENERALE DE L'ETUDE DE DANGERS .....</b>	<b>14</b>
1.	L'étude de dangers au sein de l'autorisation environnementale .....	15
1.1.	Contenu de l'étude de dangers précisé par le Code de l'environnement.....	15
1.2.	Classement du site au titre des ICPE .....	16
2.	Références réglementaires et techniques de l'étude de dangers.....	21
2.1.	Origine réglementaire des études de dangers.....	21
2.2.	Document de référence : l'Oméga Ω9 de l'INERIS.....	21
2.3.	Principaux textes réglementaires visant les études de dangers .....	22
3.	Objectifs, proportionnalité et mise à jour de l'étude de dangers .....	26
3.1.	Objectifs de l'Etude de Dangers .....	26
3.2.	Principe de proportionnalité de l'Etude de Dangers.....	26
3.3.	Présentation des participants à la construction de l'Etude de Dangers .....	27
3.4.	Etapas de réalisation de l'Etude de Dangers .....	30
3.5.	Contexte et périmètre de l'Etude de Dangers .....	31
<b>II</b>	<b>DESCRIPTION DU SITE ET SON ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>32</b>
1.	Caractéristiques de l'exploitant .....	33
1.1.	Activités du site .....	33
1.1.1.	Banc d'essai moteur Huracan (H04), réception et analyse des données.....	35
1.1.2.	Banc d'essai propulseur Mistral (M01), réception et analyse des données.....	36
1.1.3.	Banc d'essai Pompe (H03).....	37
1.1.4.	Banc d'essai allumeur (H02), réception et analyse des données .....	38
1.1.5.	Activité de protection thermique .....	39
1.1.6.	Halls d'intégration, atelier de fabrication et bureaux .....	40
1.2.	Nature et volume des activités .....	43
1.3.	Capacités techniques et humaines.....	44
2.	Caractérisation de l'environnement.....	45
2.1.	Localisation du projet .....	45
2.2.	Environnement à protéger.....	47
2.2.1.	Villes et populations .....	47
2.2.2.	Infrastructure de transport.....	48
2.2.3.	Intérêts particuliers liés au patrimoine.....	48
2.2.4.	Cibles environnementales .....	49
<b>III</b>	<b>ANALYSE DES RISQUES ET MESURES DE PREVENTION DES DANGERS .....</b>	<b>52</b>
1.	Caractérisation des éléments agresseurs .....	53
1.1.	Éléments agresseurs d'origine naturelle .....	53
1.1.1.	Risque lié aux argiles du sol .....	53
1.1.2.	Risque foudre .....	54
1.1.3.	Risque feu de forêt.....	55

1.1.4.	Risque neige et vent .....	56
1.1.5.	Risque sismique .....	56
1.1.6.	Risque mouvements de terrain .....	57
1.1.7.	Risque radon .....	57
1.1.8.	Risque inondation .....	57
1.2.	Éléments agresseurs d'origine humaine .....	60
1.2.1.	Risque industriel et technologique .....	60
1.2.2.	Risque réseaux de transport et transport de matières dangereuses .....	61
1.2.3.	Risque chute d'avion .....	61
1.2.4.	Risque intrusion et malveillance .....	62
1.3.	Synthèse des potentiels de dangers .....	62
2.	Identification, caractérisation et quantification des potentiels de dangers internes .....	63
2.1.	Risques liés aux produits .....	63
2.2.	Risques liés au procédé .....	66
2.2.1.	Stockages .....	66
2.2.2.	Réalisation d'essai sur le banc d'essai de moteur Huracan, H04 .....	67
2.3.	Risques liés aux installations connexes/utilités .....	68
2.4.	Réduction des potentiels de dangers .....	69
2.4.1.	Selon le principe de substitution .....	69
2.4.2.	Selon le principe d'intensification .....	69
2.4.3.	Selon le principe d'atténuation .....	69
2.4.4.	Selon le principe de limitation des effets .....	70
3.	Accidentologie .....	71
3.1.	Présentation de la démarche .....	71
3.2.	Accidentologie externe – Base BARPI .....	71
3.2.1.	Analyse de l'accidentologie .....	71
3.3.	Accidentologie externe sectorielle .....	74
3.4.	Accidentologie interne .....	78
4.	Mesures de prévention, de protection et moyens d'intervention .....	79
4.1.	Mesures de prévention .....	79
4.1.1.	Dispositifs techniques et technologiques .....	79
4.1.2.	Moyens organisationnels .....	79
4.2.	Mesures de protection .....	80
4.3.	Moyens d'intervention internes et externes .....	80
4.3.1.	Moyens d'intervention internes .....	80
4.3.2.	Moyens d'intervention externes .....	80
5.	Analyse préliminaire des risques - APR .....	81
5.1.	Présentation de la méthode .....	81
5.1.1.	Méthodologie .....	81
5.1.2.	Analyse APR .....	82
5.1.3.	Synthèse de l'APR .....	84
6.	Caractérisation des scénarios retenus .....	87
6.1.	Présentation des seuils réglementaires .....	87
6.2.	Grille de gravité en fonction des conséquences .....	89
6.3.	Précision d'appréciation du risque apporté par les guides professionnels .....	89

6.4.	Description des outils et modèles utilisés .....	90
6.5.	Présentation des scénarios et les phénomènes dangereux associés .....	90
6.6.	Synthèse des résultats .....	92
7.	Analyse détaillée des risques .....	96
7.1.	Présentation de la méthode.....	96
7.2.	Nœuds papillon .....	96
7.2.1.	Principe.....	96
7.2.2.	Présentation des nœuds papillon .....	97
8.	Analyse des effets dominos.....	104
8.1.1.	Effets dominos.....	104
8.1.2.	Effets dominos provenant de l'environnement extérieur .....	114
<b>IV</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>115</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>119</b>

## Liste des annexes

- Annexe 1 : Fiche de données de sécurité
- Annexe 2 : Analyse Préliminaire des Risques
- Annexe 3 : Accidentologie BARPI
- Annexe 4 nœud Papillon

## Liste des figures

Figure 1 : Reproduction du logigramme représentant le processus de réalisation d'une Etude de Dangers pour les installations classées, Omega Ω9 (S3) .....	30
Figure 2 : Plan des installations du site TEC (source : TEC) .....	34
Figure 3 Vue d'ensemble du banc d'essai H04 (Source : TEC).....	35
Figure 4 Photo du banc d'essais du moteur Mistral.....	37
Figure 5 Plan 3D du banc Mistral (Source : TEC).....	37
Figure 6 Plan 3D du banc Pompe (Source : TEC) .....	38
Figure 7 Photo d'installation du banc d'essai H02 (Source : TEC).....	39
Figure 8 : Plan de la disposition des différents espaces à l'intérieur des bâtiments – (source TEC) .....	40
Figure 9 Plan de l'atelier– (source TEC).....	42
Figure 10 : Implantation du site sur une vue aérienne.....	45
Figure 11 : Plan cadastrale du site (source : Géoportail).....	46
Figure 12 Cartographie des communes au voisinage du site (en rouge) (Source : Géoportail) .....	47

Figure 13 Plan de servitude aéronautique de dégagement pour l'aéroport de Bordeaux, sur le site de TEC (flèche rouge) (Source : Géoportail) .....	48
Figure 14 Localisation des monuments historiques et zone de protection à proximité du site (Source : Atlas du patrimoine).....	49
Figure 15 Cartographie des zones Natura 2000, suivants les directives Oiseaux et Habitats .....	50
Figure 16 Cartographie des ZNIEFF continentale I et II à l'abord du site (Source : Géoportail) .....	51
Figure 17 Cartographie de l'exposition au retrait-gonflement des argiles (Source : Géorisques).....	54
Figure 18 Cartographie des zones du risque de feu de forêt (Source : Géorisques).....	55
Figure 19 : Zonage réglementaire des PPR Inondation (Source : developpement-durable.gouv) .....	58
Figure 20 : Carte des remontées de nappes (Source : Infoterre).....	59
Figure 21 : Localisation des sites ICPE à proximité du site.....	60
Figure 22 Plan des zones de dépotage/livraison (Source : TEC).....	66
Figure 23 Zoom sur la zone de stockage liée au banc d'essais Huracan du plan des installations (Source : TEC) .....	67
Figure 24 Analyses des causes premières et profondes de l'extraction BARPI.....	72
Figure 25 Analyse des types de phénomènes dangereux.....	73
Figure 26 Analyse des conséquences des accidents .....	74
Figure 27 Carte agrégée des effets thermiques .....	91
Figure 28 Carte agrégée des effets de surpression .....	92
Figure 29 Noeud papillon du scénario D-22 : Rupture de la canalisation entre LCH4 storage tank et LCH4 run tank, en phase de refroidissement du banc avec du LCH4 .....	99
Figure 30 Noeud papillon du scénario E-9 / F-5 : Rupture de la canalisation (avec pompe) de LCH4, entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH4 / en phase d'essai .....	102

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Principales références à l'Etude de Dangers au sein du Code de l'Environnement .....	16
Tableau 2 : Classement ICPE de TEC en référence à la nomenclature des ICPE .....	16
Tableau 3 : Principales références réglementaires et normatives de l'EDD .....	23
Tableau 4 : Noms et qualités des participants à l'Etude de Dangers.....	27
Tableau 5 Inventaire des équipements de la zone de stockage.....	43
Tableau 6 Inventaire des équipements du banc Huracan.....	43
Tableau 7 : Coordonnées du point d'accès.....	45
Tableau 8 : Détail de l'emprise cadastrale du site .....	46
Tableau 9 : Communes avoisinantes situées dans le rayon d'affichage de l'enquête publique (Source : INSEE – 2020) .....	47
Tableau 10 Pressions et vitesse de référence à 10m au-dessus du niveau du sol suivant les règles NV65, version 2009 .....	56

Tableau 11 Synthèse des potentiels de dangers .....	62
Tableau 12 Recensement des produits chimiques sur le site .....	64
Tableau 13 Accidentologie sectorielle (Source : Données TEC) .....	75
Tableau 14 Incidents sur le banc Mistral .....	78
Tableau 15 Méthodes d'identification des risques d'un site industriel et leur champ d'utilisation classique .....	81
Tableau 16 Cotation de la probabilité .....	82
Tableau 17 Cotation de la gravité .....	83
Tableau 18 Grille de criticité .....	84
Tableau 19 Grille de criticité brut après groupe de travail .....	85
Tableau 20 Echelle d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident à l'extérieur des installations .....	89
Tableau 21 Grille de criticité intermédiaire après modélisation .....	93



---

## Références

- [01] 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
- [02] Circulaire du 10/05/10 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003
- [03] Guide méthodologique pour la réalisation d'une étude de dangers concernant une canalisation de transport (hydrocarbures liquides ou liquéfiés, gaz naturel ou assimilé et produits chimiques) – GESIP, rapport n°2008/01 (07/2019)

---

## Glossaire & Définitions

### Sigle :

ADR	: Analyse Détaillée des Risques
AE	: Autorisation Environnementale ou Autorisation Environnementale
AOC	: Appellation d'Origine Contrôlée
APR	: Analyse Préliminaire des Risques
ARF	: Analyse du Risque Foudre
ARS	: Agence Régionale de Santé
CLP	: Règlement (CE) n°1272/2008, dit relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage de substances et de mélanges dangereux
DDE	: Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale
DGAC	: Direction Générale de l'Aviation Civile
EDD	: Etude De Dangers
EI	: Etude d'Impact / Etude d'incidence
ERP	: Établissement Recevant du Public
FDS	: Fiche de Données de Sécurité
GCH4	: Méthane gazeux
GN2	: Azote gazeux
GOX	: Oxygène gazeux
GPL	: Gaz Pétrole Liquéfié
ICPE	: Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
IED	: (Industrial Emissions Directive) Directive européenne relative aux émissions industrielles
IOTA	: Installations, Ouvrages, Travaux, Activités. Ce dit des projets issus de la loi du 30 décembre 2006, dite Loi sur l'Eau et visés par l'article L .214-1 du Code de l'Environnement

LCH4	: Méthane liquéfié
LH <sub>2</sub>	: Hydrogène liquéfié
LOx	: Oxygène liquéfié
LN2	: Azote liquéfié
MCF	: Mur Coupe-Feu. Ces lettres sont suivies d'un chiffre exprimant une durée de tenue en minutes
PLU	: Plan Local d'Urbanisme
PPRT	: Plan de Prévention des Risques Technologiques
REI	: R pour résistance ou stabilité au feu, E pour étanchéité aux gaz et aux flammes, I pour isolation thermique (utilisé en complément d'une classification R ou E). Ces lettres sont suivies d'un chiffre exprimant une durée de tenue en minutes
RIA	: Robinet d'Incendie Armée
RNT	: Résumé Non technique
RTM	: Resin Transfer Molding, moulage par transfert de résine
SDIS	: Service Départemental d'Incendie et de Secours
SEI	: Seuil des Effets Irréversibles
SEL	: Seuil des Effets Létaux
SELS	: Seuil des Effets Létaux Significatifs
SEVESO	: Directive européenne en relation avec les sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs
TEC	: The Exploration Company
ZNIEFF	: Zone Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

## Définition :

### Acceptation du risque

: « Décision d'accepter un risque » l'acceptation du risque dépend des critères de risques retenus par la personne qui prend la décision en fonction du « ressenti » et du « jugement ».

### Accident

: Événement non désiré (émission de substance toxique, incendie, explosion) résultant de développements incontrôlés et qui entraîne des conséquences/dommages. Réalisation d'un phénomène dangereux combinée à la présence de cibles vulnérables exposées aux effets de ce phénomène. ! Un accident entraîne des conséquences (ou dommages) alors qu'un phénomène dangereux produit des effets.

### Aléa

: Probabilité qu'un phénomène accidentel produise en un point donné des effets d'une intensité donnée, au cours d'une période déterminée.

### Cinétique

: Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle.

### Danger

: Propriété intrinsèque à une substance, un système technique, une disposition, un organisme, d'entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » (inflammabilité, explosivité, toxicité, caractère infectieux, etc.).

#### Effets domino

: Action d'un phénomène dangereux affectant une ou plusieurs installations y déclenchant un autre phénomène et conduisant à une aggravation générale des effets du premier phénomène (explosion d'une bouteille de gaz suite à un incendie d'entrepôt de papier).

#### Effets d'un phénomène dangereux

: Caractéristiques des phénomènes physiques, chimiques, etc., associés à un phénomène dangereux (flux thermique, concentration toxique, surpression, etc.).

#### Efficacité

: Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui est confiée à une mesure pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.

#### Éléments vulnérables (ou enjeux)

: Éléments tels que les personnes, les biens susceptibles de subir des dommages.

#### Ergol

: Substance homogène employée seule ou en association avec d'autres substances et destinée à fournir de l'énergie.

#### Événement initiateur

: Événement situé en amont de l'événement redouté central et qui constitue une cause directe ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe.

#### Événement redouté central

: Événement au centre de l'enchaînement accidentel (perte de confinement pour les fluides, perte d'intégrité physique pour les solides). Les événements situés en amont sont appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

#### Fonction de sécurité

: Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système (empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter).

#### Gravité

: Combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des cibles potentiellement exposées (trois morts et seize blessés grièvement brûlés par le flux thermique).

#### Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques

: Faculté d'une mesure (conception, exploitation et environnement) à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments.

#### Intensité des effets d'un phénomène dangereux

: Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens sur des types d'éléments vulnérables tels que « homme » ou les « structures ».

#### Mesure de maîtrise des risques (ou barrière de sécurité)

: Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité.

#### Niveau de confiance

: Niveau de confiance et classe de probabilité pour qu'une mesure de maîtrise des risques assure la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie.

#### Phénomène dangereux (ou phénomène redouté)

: Libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles d'infliger un dommage à des cibles (par exemple, un incendie d'un réservoir de fioul provoque une zone de rayonnement thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> à 70 mètres pendant 2 heures). En d'autres termes, un phénomène dangereux produit des effets tandis qu'un accident entraîne des conséquences/dommages.

#### Potentiel de danger (ou « source de danger », « élément dangereux » ou « élément porteur de danger »)

: Un système comportant un ou plusieurs danger(s).

#### Prévention

: Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.

#### Probabilité d'occurrence

: Fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée.

#### Protection

: Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant.

#### Redondance

: Existence, dans une entité, de plus d'un moyen pour accomplir une fonction requise.

#### Réduction du risque

: Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, l'intensité et/ou la vulnérabilité d'un risque (réduction de la probabilité par amélioration de la prévention ; réduction de l'intensité par action sur l'élément porteur du danger).

#### Risque

: « Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI73),  
« Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI51).

#### Risque toléré

: La « tolérabilité » du risque résulte d'une mise en balance des avantages et des inconvénients (dont les risques) liés à une situation.

#### Scénario d'accident (majeur)

: Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque.

#### Sécurité-Sûreté

: Sécurité des installations vis-à-vis des accidents et de sûreté vis-à-vis des attaques externes volontaires (définition valable pour les ICPE et non pour le secteur du nucléaire).

#### Temps de réponse

: Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité.

#### Vulnérabilité

: « Vulnérabilité d'une cible à un effet x » : facteur de proportionnalité entre les effets auxquels est exposé un élément vulnérable (ou cible) et les dommages qu'il subit.

#### « Vulnérabilité d'une zone »

: Appréciation de la présence ou non de cibles, vulnérabilité moyenne des cibles présentes dans la zone.

---

## Lexique

#### BLEVE

: (acronyme) Boiling Liquid Vapor Explosion. Un BLEVE correspond à la ruine complète d'un réservoir pressurisé contenant un liquide dont la température est très supérieure à sa température d'ébullition à la pression atmosphérique". (Source : INERIS, Oméga 5)

#### Flash fire

Feu instantané ; Ce phénomène dangereux fait référence à une flamme se déplaçant rapidement à travers un combustible diffus.

#### Gravel pit

: Fosse à gravier. Il s'agit d'une installation de sécurité passive.

#### Jet fire

: phénomène de « Jet enflammé », provenant de la fuite d'un produit inflammable.

#### Run tanks

: Réservoirs tampons LOX ou LCH<sub>4</sub> reliés aux lignes d'alimentation du banc (stockage temporaire).

#### Storage tank

: Réservoir principal d'un produit chimique.

#### UVCE

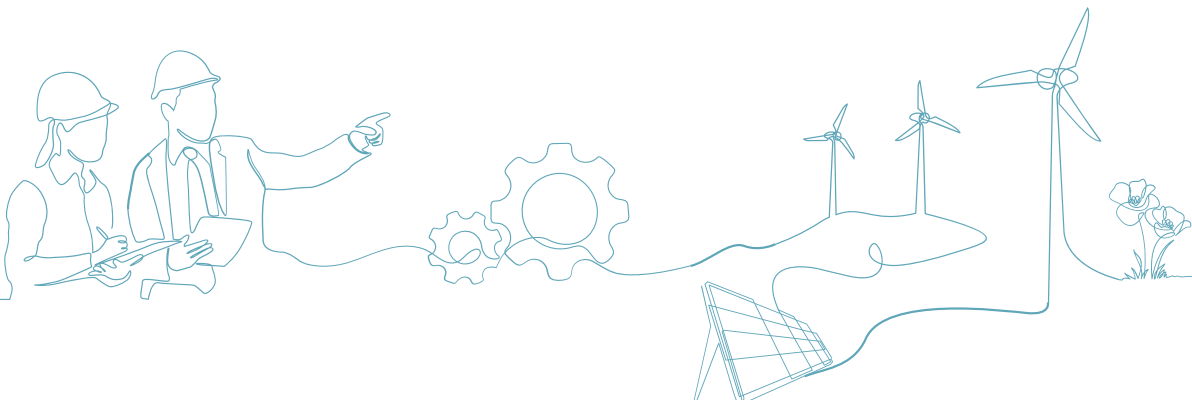
: (acronyme) Unconfined Vapour Cloud Explosion. Il s'agit d'une explosion accidentelle de vapeur (ou gaz) sous forme de nuage ou de panache en milieu non confiné en présence d'une source d'ignition.

#### Waste tank

: Réservoir de récupération des surplus de LOX ou LCH<sub>4</sub> non utilisés pour la combustion du moteur en test.

# I

# METHODOLOGIE GENERALE DE L'ETUDE DE DANGERS



# 1. L'ETUDE DE DANGERS AU SEIN DE L'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

## 1.1. Contenu de l'étude de dangers précisé par le Code de l'environnement

Pour les projets devant faire l'objet d'une demande d'autorisation environnementale, les dossiers de demande doivent intégrer le contenu précisé par les dispositions communes codifiées aux articles R. 181-1 à D. 181-57 du Code de l'environnement et complétées par les dispositions spécifiques pour les ICPE codifiées à l'article D. 181-15-2 de ce même code.

Notamment, en vertu du point 10. du tiret I. de ce même article : « Lorsque l'autorisation environnementale concerne un projet relevant du 2° de l'article L. 181-1 » à savoir du régime de l'Autorisation au titre des ICPE « le dossier de demande est complété » notamment par « L'Etude de Dangers mentionnée à l'article L. 181 25 et définie au III du présent article ».

Ainsi, pour les projets relevant du régime de l'Autorisation au titre des ICPE (et contrairement à l'Etude d'Impact), une Etude de Dangers doit systématiquement venir compléter le contenu commun du dossier de demande d'autorisation environnementale.

Le contenu de l'étude de dangers est précisé aux articles suivants :

Tableau 1 : Principales références à l'Etude de Dangers au sein du Code de l'Environnement

<p><b>Article D. 181-15-2</b></p>	<p>III. – L'Etude de Dangers justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.</p> <p>Le contenu de l'Etude de Dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés à l'article L. 181-3.</p> <p>Cette étude précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le pétitionnaire dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre. Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-8, le pétitionnaire doit fournir les éléments indispensables pour l'élaboration par les autorités publiques d'un plan particulier d'intervention.</p> <p>L'étude comporte, notamment, un résumé non technique explicitant la probabilité et la cinétique des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie agrégée par type d'effet des zones de risques significatifs.</p> <p>Le ministre chargé des installations classées peut préciser les critères techniques et méthodologiques à prendre en compte pour l'établissement de l'Etude de Dangers, par arrêté pris dans les formes prévues à l'article L. 512-5.</p> <p>Pour certaines catégories d'installations impliquant l'utilisation, la fabrication ou le stockage de substances dangereuses, le ministre chargé des installations classées peut préciser, par arrêté pris en application de l'article L. 512-5, le contenu de l'Etude de Dangers portant, notamment, sur les mesures d'organisation et de gestion propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident majeur.</p>
<p><b>Article L. 181-25</b></p>	<p>Le demandeur fournit une Etude de Dangers qui précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.</p> <p>Le contenu de l'Etude de Dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation.</p> <p>En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite.</p> <p>Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents.</p> <p>Ainsi la réforme de l'autorisation environnement n'a pas eu d'impact notable sur les Etudes de Dangers tant sur leur contenu que sur les conditions de leur réalisation/instruction (a contrario des Etudes d'Impact sur l'environnement qui ne sont désormais plus systématiquement à réaliser).</p>

## 1.2. Classement du site au titre des ICPE

Pour le site de TEC, situé à MÉRIGNAC, les rubriques soumises au titre de la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sont les suivantes :

Tableau 2 : Classement ICPE de TEC en référence à la nomenclature des ICPE

N° rubrique	Intitulé de la rubrique	Futur Régime	Futur classement
<p><b>1414-3</b></p>	<p>Installation de remplissage ou de distribution de gaz inflammables liquéfiés</p> <p>3. Installations de remplissage de réservoirs alimentant des moteurs ou autres appareils d'utilisation comportant des organes de sécurité (jauges et soupapes)</p>	<p><b>DC</b></p>	<p>Installation de remplissage de méthane liquéfié (LCH<sub>4</sub>).</p> <p><b>Total : Expurgé</b></p>



N° rubrique	Intitulé de la rubrique	Futur Régime	Futur classement
<b>2560</b>	Travail mécanique des métaux et alliages  Travail mécanique des métaux et alliages, à l'exclusion des activités classées au titre des rubriques <u>3230-a</u> ou <u>3230-b</u> . 2. Supérieure à 150 kW, mais inférieure ou égale à 1000 kW	<b>NC</b>	1 machine d'usinage 5 axes : 22,4 kW 1 machine de fretage : 14 kW 1 Tour : 22,4 kW 1 machine de découpe fil Molybdène (EDM HB600) : 1,5 kW <b>Puissance totale 60,3 kW</b>
<b>2561-1</b>	Transformation de polymères  1. Par des procédés exigeant des conditions particulières de température ou de pression (extrusion, injection, moulage, segmentation à chaud, vulcanisation, etc.), la quantité de matière susceptible d'être traitée étant : c) Supérieure ou égale à 1 t/j, mais inférieure à 10 t/j	<b>NC</b>	Activités de production de protection thermique production de [expurgé] tonnes de tuiles par jour <b>[expurgé] t/j</b>
<b>2931-2</b>	Ateliers d'essais sur banc de moteurs à explosion, à combustion interne ou à réaction, turbines à combustion  2. Lorsque la poussée totale des moteurs et des turbines est supérieure à 1,5 kN et que l'activité n'est pas classée au titre du 1.	<b>A</b>	15 kN (Huracan) + 0,2 kN (Mistral) + 0,2kN (Allumeur)  <b>Total : 15,4 kN</b>
<b>3110</b>	Combustion  Combustion de combustibles dans des installations d'une puissance thermique nominale totale égale ou supérieure à 50 MW	<b>NC</b>	Huracan : Expurgé composé de : <ul style="list-style-type: none"> <li>Banc d'essais : X</li> <li>Torchère pour le méthane : X</li> <li>2 torchères en situation accidentelle au niveau du moteur : X</li> </ul> Mistral : X Igniter : X <b>Soit au total : [Expurgé]</b>  NB : Les installations de Huracan ne fonctionnent pas en simultanée des installations Mistral et Igniter
<b>4120-2</b>	Toxicité aiguë catégorie 2, pour l'une au moins des voies d'exposition 2. Substances et mélanges liquides. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : b) Supérieure ou égale à 1 t, mais inférieure à 10 t	<b>NC</b>	Zyvax WaterShield <b>[expurgé] t</b>

N° rubrique	Intitulé de la rubrique	Futur Régime	Futur classement
<b>4130</b>	Toxicité aiguë catégorie 3 pour les voies d'exposition par inhalation. 2. Substances et mélanges liquides. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : b) Supérieure ou égale à 1 t, mais inférieure à 10 t	<b>NC</b>	Acide hypochlorique et acide sulfurique <b>[expurgé] t</b>
<b>4140</b>	Toxicité aiguë catégorie 3 pour la voie d'exposition orale. 2. Substances et mélanges liquides. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : b) Supérieure ou égale à 1 t, mais inférieure à 10 t	<b>NC</b>	Acide nitrique et hydroxyde de sodium <b>[expurgé] t</b>
<b>4310</b>	Gaz inflammables catégorie 1 et 2 La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines (strates naturelles, aquifères, cavités salines et mines désaffectées) étant : 2. Supérieure ou égale à 1 t et inférieure à 10 t	<b>NC</b>	Méthane/propane <b>[expurgé] t</b>
<b>4330</b>	Liquides inflammables de catégorie 1, liquides inflammables maintenus à une température supérieure à leur point d'ébullition, autres liquides de point éclair inférieur ou égal à 60 °C maintenus à une température supérieure à leur température d'ébullition ou dans des conditions particulières de traitement, telles qu'une pression ou une température élevée La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines étant : 2. Supérieure ou égale à 1 t mais inférieure à 10 t	<b>NC</b>	Hydranal <b>[expurgé] t</b>
<b>4331</b>	Liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la rubrique 4330 La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines étant : 3. Supérieure ou égale à 50 t mais inférieure à 100 t	<b>NC</b>	Acétone, Isopropanol, résine phénolique et urotropine <b>[expurgé] t</b>
<b>4441</b>	Liquides comburants catégorie 1, 2 ou 3 La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 2. Supérieure ou égale à 2 t mais inférieure à 50 t	<b>NC</b>	Peroxyde d'hydrogène (HTP) pour les essais du moteur Mistral : Expurgé à 98% et Expurgé à 35% <b>Soit un total de [expurgé] t</b>

N° rubrique	Intitulé de la rubrique	Futur Régime	Futur classement
<b>4510</b>	Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aiguë 1 ou chronique 1 La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 2. Supérieure ou égale à 20 t mais inférieure à 100 t	<b>NC</b>	Thiocyanate de cuivre <b>[expurgé] t</b>
<b>4511</b>	Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie chronique 2 La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 2. Supérieure ou égale à 100 t mais inférieure à 200 t	<b>NC</b>	Permanganate de potassium <b>[expurgé] t</b>
<b>4718-1-b</b>	Gaz inflammables liquéfiés de catégorie 1 et 2 (y compris GPL) et gaz naturel (y compris biogaz affiné, lorsqu'il a été traité conformément aux normes applicables en matière de biogaz purifié et affiné, en assurant une qualité équivalente à celle du gaz naturel, y compris pour ce qui est de la teneur en méthane, et qu'il a une teneur maximale de 1 % en oxygène).  La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations (*) y compris dans les cavités souterraines (strates naturelles, aquifères, cavités salines et mines désaffectées hors gaz naturellement présent avant exploitation de l'installation) étant :  1. Pour le stockage en récipients à pression transportables b. Supérieure ou égale à 6 t mais inférieure à 35 t	<b>DC</b>	Conteneur de LCH <sub>4</sub> de X <b>Soit un total [expurgé]</b>
<b>4718-2</b>	Gaz inflammables liquéfiés de catégorie 1 et 2 (y compris GPL) et gaz naturel (y compris biogaz affiné, lorsqu'il a été traité conformément aux normes applicables en matière de biogaz purifié et affiné, en assurant une qualité équivalente à celle du gaz naturel, y compris pour ce qui est de la teneur en méthane, et qu'il a une teneur maximale de 1 % en oxygène).  La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations (*) y compris dans les cavités souterraines (strates naturelles, aquifères, cavités salines et mines désaffectées hors gaz naturellement présent avant exploitation de l'installation) étant : 2. Pour les autres installations b. Supérieure ou égale à 6 t mais inférieure à 50 t	<b>NC</b>	Cuve de GPL de Expurgé <b>[expurgé] t</b>
<b>4725-2</b>	Oxygène  La quantité susceptible d'être présente dans l'installation étant : 2. Supérieure ou égale à 2 t mais inférieure à 200 t	<b>D</b>	Fournitures oxygène liquide (LOX) et gazeux (GOX). X de LOX <b>Soit un total [expurgé]</b>

A : autorisation / E : enregistrement / DC : déclaration avec contrôle périodique / D : déclaration / NC : non classé

Selon la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, **le site d'essais de TEC situé à MÉRIGNAC est classé à autorisation** sous la rubrique :

- **2931-2 : Ateliers d'essais sur banc de moteurs à combustion interne ou à réaction, turbines sous le régime d'autorisation.**

Et à **déclaration** sous les rubriques suivantes :

- **1414-3 : Installations de remplissage ou de distribution de gaz inflammables liquéfiés sous le régime de déclaration (avec contrôle périodique)**
- **4718-1b : Gaz inflammables liquéfiés de catégorie 1 et 2 sous le régime de déclaration (avec contrôle périodique)**
- **4725-2 : Oxygène sous le régime de déclaration**

Les autres rubriques présentes dans le tableau sont non classées au regard des quantités mises en œuvre.

## 2. REFERENCES REGLEMENTAIRES ET TECHNIQUES DE L'ETUDE DE DANGERS

### 2.1. Origine réglementaire des études de dangers

La présente Etude de Dangers (EDD) a pour objectif d'apporter les éléments permettant de justifier que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Depuis la réforme de l'autorisation environnementale, comme cela vient d'être vu, les principales références réglementaires visent les articles D. 181-15-2 et L. 181-25 du Code de l'Environnement.

Au-delà de ces articles de Code, qui n'apportent pas de précision quant au contenu attendu de l'Etude de Dangers, deux textes sources viennent détailler ce contenu :

- › L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique et de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les Etudes de Dangers des installations classées soumises à autorisation.
- › La circulaire ministérielle du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux Etudes de Dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT), va encore plus loin en indiquant la majorité des éléments nécessaires à la réalisation des Etudes de Dangers.

Cette circulaire est venue harmoniser les pratiques méthodologiques pour ce type d'étude.

### 2.2. Document de référence : l'Oméga Ω9 de l'INERIS

Le rapport d'étude n°DRA-15-148940-03446A du 1er juillet 2015 « Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (EAT-DRA-76) - Etude de Dangers d'une installation classée - Ω-9 », fournit une méthodologie et un cadre commun pour la réalisation des Etudes de Dangers des ICPE.

Ce document servira de trame pour la réalisation de la présente étude.

En effet le rapport d'étude Ω-9 formalise l'expertise et consolide le savoir-faire de la Direction des Risques Accidentels de l'INERIS dans le domaine de l'Etude de Dangers d'une installation classée.

Ce document vise toutes les installations à vocation industrielle pour lesquelles la réalisation d'une Etude de Dangers est requise. En effet, qu'il s'agisse d'ICPE à Autorisation et/ou relevant de la Directive SEVESO, les principes et objectifs restent les mêmes (hors cadre réglementaire) issus notamment de l'application du principe de proportionnalité au risque.

Le régime de classement d'une installation classée détermine toutefois les attentes réglementaires minimales relatives à la délivrance d'une autorisation d'exploiter, notamment pour ce qui concerne le contenu de l'Etude de Dangers.

## 2.3. Principaux textes réglementaires visant les études de dangers

Les principales autres références réglementaires et/ou normatives susceptibles d'être citées et/ou d'avoir été utilisées pour la réalisation de l'Etude de Dangers du dossier de TEC sont synthétisées dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Principales références réglementaires et normatives de l'EDD

Nature de la réglementation	Références réglementaires
Règlements Européens	CLP : Règlement (CE) No. 1272/2008 du parlement européen et du conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les Directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) No. 1907/2006
	REACH : Règlement n° 987/2008 du 08/10/08 modifiant les annexes IV et V du règlement (CE) n°1907/2006 du Parlement européen et du Conseil concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances
Directive Européenne	SEVESO III : Directive Européenne 2012/18/UE du parlement européen et du conseil du 4 juillet 2012 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses, modifiant puis abrogeant la Directive Européenne 96/82/CE du Conseil
Codes	Code de l'Environnement (parties législative et réglementaire) - Livre V « Prévention des pollutions, des risques et des nuisances » - Titre I « Installations Classées pour la Protection de l'Environnement »
Arrêtés ministérielle	Arrêté Ministériel du 26/05/14 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre Ier du livre V du Code de l'Environnement
	Arrêté Ministériel du 04/10/2010, modifié, relatif à la prévention des risques accidentels au sein des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à autorisation
	Arrêté Ministériel du 29/09/2005 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 Etudes de Dangers des installations classées soumises à autorisation
Circulaires ministérielle	Circulaire Ministérielle du 10/05/2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux Etudes de Dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la Loi du 30 juillet 2003
	Circulaire Ministérielle DPPR/SEI2/FA-07-0066 du 04/05/2007 relatif au porter à la connaissance "risques technologiques" et maîtrise de l'urbanisation autour des installations classées
Guide professionnel	Guide pratique d'appui au dimensionnement des besoins en eau pour la défense extérieure contre l'incendie, D9 - CNPP
	Guide pratique de dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction, D9A - CNPP
Références INERIS, série référentielle : OMEGA Ω	Ω-2. Modélisations de feux industriels
	Ω-3. Le risque foudre et Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

Nature de la réglementation	Références réglementaires
	Ω-5. Le BLEVE : Phénoménologie et modélisation des effets thermiques
	Ω-7. Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle
	Ω-8. Feu torche
	Ω-9. Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs - Etude de Dangers d'une installation classée
	Ω-10. Evaluation des barrières techniques de sécurité
	Ω-12. Dispersion atmosphérique, mécanismes et outils de calcul
	Ω-15. Les éclatements de réservoirs : Phénoménologie et modélisation des effets
	Ω-16. Toxicité et dispersion des fumées d'incendie : phénoménologie et modélisation des effets
	Ω-17. La sécurité des procédés chimiques
	Ω-19. Terme source : Détermination des grandeurs caractéristiques du terme source nécessaire à l'utilisation d'un modèle de dispersion atmosphérique des rejets accidentels
	Ω-20. Démarche d'évaluation des Barrières Humaines de Sécurité
	Ω-30. Guide de l'ingénierie des facteurs organisationnels et humains (FOH)
Rapports d'étude INERIS	"Méthode d'estimation de la gravité des conséquences environnementales d'un accident industriel" (DRA-14-141532-12925A)
	Rapport INERIS – "Référentiel méthodologique concernant la maîtrise du risque inondation dans les installations classées" (DRA-14-141515-03596A)
	Rapport INERIS – "Guide de mise en œuvre du principe ALARP sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)" (DRA-14-141532-06175A)
	"Guide technique pour l'Application de la classification des substances et mélanges dangereux à la nomenclature des installations classées ; version intégrant les dispositions du règlement CLP et la transposition de la Directive Européenne SEVESO III (06/2014)" (DRA-13-133307-11335A)
	Rapport INERIS – "Synthèse des exclusions des accidents majeurs, phénomènes dangereux et de leurs causes, des Plans Particuliers d'Intervention, de la démarche de Mesure de Maîtrise des Risques et des Plans de Prévention des Risques Technologiques" (DRA-09-103142-12236A)
	Rapport INERIS – "Guide pour l'intégration de la probabilité dans les Etudes de Dangers – Version 1" (DRA-08-95321-0493B)



Nature de la réglementation	Références réglementaires
	Rapport INERIS – "Intégration de la dimension probabiliste dans l'analyse de risques – Partie 1 : Principes et Pratiques" (INERIS-DRA-EVAL-2006-46036-Op j-Probabilité)
	Rapport INERIS – "Intégration de la dimension probabiliste dans l'analyse de risques – Partie 2 : Données Quantifiées" (INERIS-DRA-PREV-2005-46036-Op j-partie 2 : Données quantifiées)
	Rapport INERIS – "Synthèse sur les risques dus aux séismes, inondations, mouvements de terrain et tempêtes – accidentologie" (INERIS-DRA-NAy-2001-28654/01)
	Rapport INERIS – "Guide méthodologique d'évaluation des dangers liés à la mise en œuvre de réactions chimiques" (INERIS - DRA - 005/25423)

## 3. OBJECTIFS, PROPORTIONNALITE ET MISE A JOUR DE L'ETUDE DE DANGERS

### 3.1. Objectifs de l'Etude de Dangers

La réglementation précise, pour rappel, que l'Etude de Dangers (EDD) a pour objectif d'apporter les éléments permettant de justifier que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Pour l'exploitant, cette Etude de Dangers a pour objectif de :

- › Permettre l'autorisation et la réglementation des installations après examen, par les services instructeurs, du caractère suffisant ou non du niveau de maîtrise des risques ;
- › Permettre aux services concernés d'établir un Arrêté Préfectoral d'Autorisation Environnementale pour l'établissement et servir de support aux inspections menées par les Services Administratifs (DREAL).

Le champ de la présente Etude de Dangers porte sur le banc d'essai moteur Huracan, H04 (installation ICPE du site).

### 3.2. Principe de proportionnalité de l'Etude de Dangers

L'article D. 181-15-2 du Code de l'Environnement précise que « *le contenu de l'Etude de Dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés à l'article L. 181 3* ».

Ce principe ne doit toutefois pas conduire à une simplification trop importante de l'Etude de Dangers qui pourrait conduire à sous-estimer le risque mais se doit de reposer sur l'acceptabilité des risques.

En l'absence de guides sectoriels, qui apporteraient des éléments concrets permettant d'écarter certains phénomènes dangereux, la proportionnalité déclinée dans la présente Etude de Dangers consiste à :

- › Retenir des scénarios représentatifs et réalistes sur la base de la forte expérience acquise par l'exploitant et par le bureau d'études mandaté pour l'accompagner ;
- › Utiliser des tableaux d'étude détaillée des risques et des nœuds papillons génériques ;
- › Exploiter des classes de probabilité communément retenues selon le type d'événements redoutés ;
- › Utiliser des barrières conformes à l'état de l'art et présentant des probabilités de défaillances et des niveaux de confiance couramment admis ;
- › Forfaitiser les distances d'effets ;
- › Retenir des produits faisant l'objet d'une littérature fiable pour la réalisation des modélisations.

Les procédés et les installations ainsi que les produits présents sur le site de TEC seront étudiés du point de vue de leur potentiel de dangers.

Au regard du statut « non SEVESO », du projet l'Étude de Dangers n'a pas été réalisée dans le but de servir de référence pour la réalisation des documents d'encadrement des risques.

Cette règle de proportionnalité a été prise en compte pour la réalisation de la présente Étude de Dangers.

### 3.3. Présentation des participants à la construction de l'Étude de Dangers

La présente Etude de Dangers, et plus globalement le Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE), a été réalisé sous la responsabilité du demandeur qui est également l'exploitant du site.

Cette demande a été réalisée avec l'appui du Bureau d'Etude spécialisé NEODYME.

La rédaction des divers partis de cette EDD a sollicité l'intervention d'une équipe pluridisciplinaire détaillée dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Noms et qualités des participants à l'Etude de Dangers

Rédacteur, participant	Niveau d'intervention
<b>Amélie BENOIST</b> Ingénieure d'études environnement et Responsable projet Bureau d'étude NEODYME	Coordination et relecture du dossier
<b>Elsa BERRY</b> Ingénieure Risques Industriels Bureau d'étude NEODYME	Rédaction du dossier, révision de l'APR, réalisation des modélisations
<b>Elodie FABRE</b> Ingénieure Risques Industriels Bureau d'étude NEODYME	Relecture révision de l'APR et des modélisations
<b>Romain VOURIOT</b> Ingénieur Risques Industriels Bureau d'étude NEODYME	Rédacteur du Plan de Défense Incendie (PDI)
<b>Pierre BAROUX</b> Ingénieur industrialisation protection thermique The Exploration Company	Support technique
<b>Sébastien REICHSTADT</b> Co-fondateur et consultant expert technique propulsion The Exploration Company	Support technique
<b>Bhavraj THETHY</b> Ingénieur test développement et Responsable projet The Exploration Company	Responsable technique et coordonnateur
<b>Sonia MAGNIANT</b> Responsable systèmes propulsifs futurs The Exploration Company	Support technique

Rédacteur, participant	Niveau d'intervention
<b>Pierre VINET</b> Responsable technique moteur Huracan The Exploration Company	Support technique
<b>William MARQUET</b> Ingénieur qualité The Exploration Company	Support HSE et relecteur
<b>Florence SOUTRIC</b> Responsable HSE The Exploration Company	Support HSE et relecteur
<b>Alicia DUFRESNE</b> Responsable de l'équipe AIT Propulsion The Exploration Company	Support technique
<b>Nicolas SALAÜN</b> Department manager Bergen – Principal Engineer Bureau d'étude GEXCON	Rédaction initiale de l'EDD, participant à l'APR (sessions : LOX, LN2 et diverses étapes de fonctionnement)
<b>Sébastien SURBLED</b> Responsable SIQ, Maîtrise des risques & leader RSE AIR LIQUIDE France INDUSTRIES	Participant à l'APR
<b>Susana MARQUES</b> HSEQ Director AIR LIQUIDE MARITIME	Participant à l'APR
<b>Guido GILARDI</b> International Business Developer AIR LIQUIDE MARITIME	Participant à l'APR
<b>Antoine PELARD</b> Charger de la partie technique ISO container AIR LIQUIDE MARITIME	Participant à l'APR LCH4
<b>Sara JEGHLOUL</b> Hazard modeling Engineer Bureau d'étude GEXCON	Rédaction initiale de l'EDD, participant à l'APR (sessions : LOX, LN2 et diverses étapes de fonctionnement)

La réalisation de ce dossier a entraîné des échanges entre le demandeur et le bureau d'études conseil prestataire, ces sollicitations ayant permis d'obtenir en amont les données d'exploitation nécessaires à la composition du dossier ainsi qu'à valider au fil de l'eau les informations intégrées dans le dossier.

Les difficultés principales rencontrées au cours de la réalisation de ce dossier, et plus particulièrement de la présente étude sont les suivantes, notamment en raison de plusieurs facteurs concomitants :

- › Le côté innovant de ce type de projet,
- › La durée d'aboutissement du projet de la part de TEC,
- › Le changement de prestataire initial de réalisation de l'analyse préliminaire des risques et de l'étude de dangers au cours de la réalisation de l'étude, reprise par la suite par NEODYME

Ces difficultés ont été contrebalancées par les éléments suivants :

- › La forte expérience du Bureau d'Études prestataire, NEODYME, dans la conduite de ce type d'études,
- › Un accompagnement par des sociétés spécialisées pour la conception / réalisation du projet,
- › La forte implication de TEC dans l'ensemble du dossier.

### 3.4. Etapes de réalisation de l'Etude de Dangers

La présente Etude de Dangers a été réalisée selon la méthodologie proposée dans le rapport d'étude n°DRA 15 148940-03446A du 1er juillet 2015 « Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (EAT-DRA-76) - Etude de Dangers d'une installation classée - Ω-9 ».

Aussi cette étude se compose des principales parties suivantes :

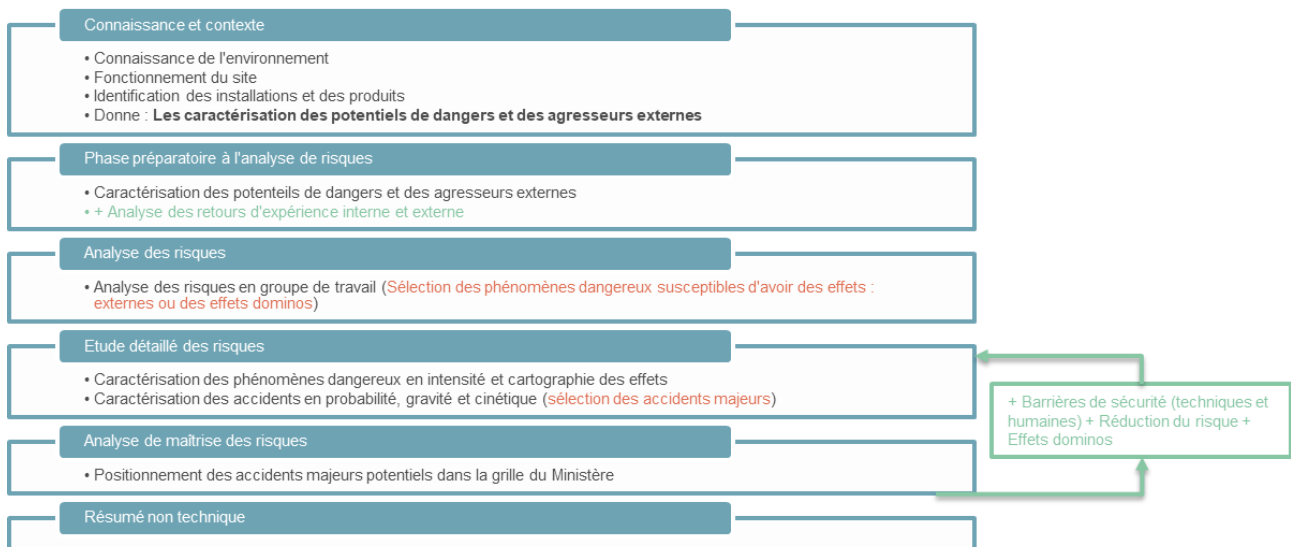


Figure 1 : Reproduction du logigramme représentant le processus de réalisation d'une Etude de Dangers pour les installations classées, Omega Ω9 (§3)

Ces différents éléments sont l'objet d'une synthèse au sein d'un **Résumé Non Technique (RNT)** adapté sur la forme et sur le fond pour leur compréhension par tout un chacun.

L'étude détaillée des risques, qui est généralement la plus attendue et la plus examinée, intégrera les dispositions de l'arrêté du 29 septembre 2005 et consistera ainsi (comme le nom de l'arrêté l'indique) à évaluer les événements redoutés selon les quatre critères :

- › Intensité des effets du phénomène ;
- › Gravité des conséquences potentielles des effets sur les enjeux ;
- › Probabilité d'occurrence et de cinétique des effets du phénomène.

Cette étude devant conduire à justifier la maîtrise par l'exploitant de ces différentes composantes pour l'ensemble des accidents majeurs ainsi qualifiés à un niveau de criticité aussi faible que possible au regard des exigences réglementaires.

## 3.5. Contexte et périmètre de l'Etude de Dangers

La présente Etude de Danger est réalisée dans le cadre d'implantation de la société TEC et du projet de développement des activités d'essais, notamment du banc d'essais H04 sur le site de MÉRIGNAC.

Le périmètre de cette étude concerne ainsi principalement les installations, équipements et activités projetées et sollicitées au terme de l'autorisation environnementale (et détaillées dans la pièce jointe PJ n°46), sur la base des données disponibles lors de sa réalisation.

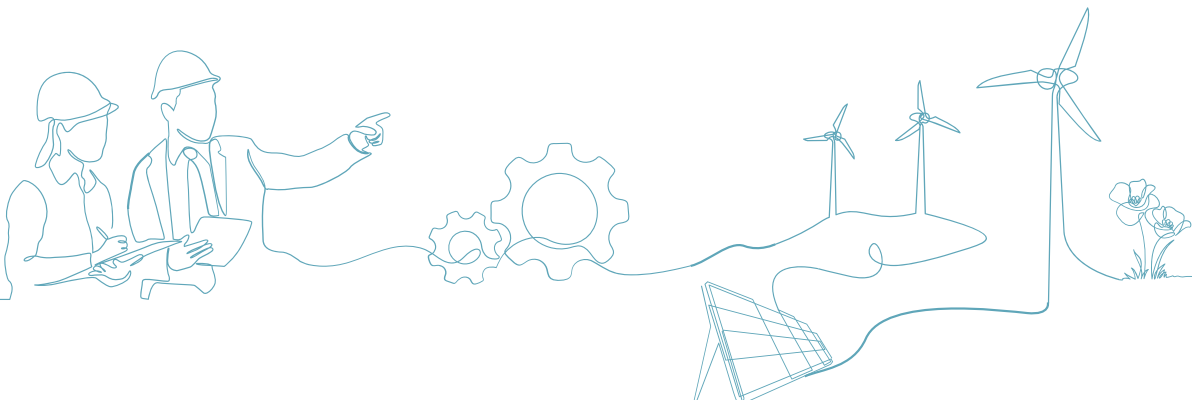
Le cadre et le périmètre de l'Etude de Dangers portent sur l'ensemble des installations de l'établissement ICPE, en gardant à l'esprit le principe fondamental de proportionnalité

Cette étude est réalisée en vertu des articles L. 181-1 et suivants du Code de l'Environnement dans le cadre du dépôt d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) en constituant la pièce jointe PJ n°49 mentionnée au CERFA n°15964\*03.

Aucune limite ou contrainte particulière n'a été rencontrée au cours de la réalisation de cette étude.

## II

# DESCRIPTION DU SITE ET SON ENVIRONNEMENT





# 1. CARACTERISTIQUES DE L'EXPLOITANT

## 1.1. Activités du site

Le site TEC de Mérignac a pour objectif le développement de système de propulsion et de moteurs cryogéniques pour l'application dans le spatial, notamment pour soutenir l'avancement technologique du véhicule Nyx Moon. Il s'agit d'un véhicule pour l'exploration lunaire et le transport de cargo.

De ce fait, l'installation est équipée :

- › D'un banc d'essais H04, pour le moteur « Huracan » (15 kN), banc d'essais vertical ;
- › D'un banc d'essais M01, pour le propulseur « Mistral » (200 N) – hors du périmètre ICPE et de l'EDD ;
- › D'un banc d'essais H03, pour les pompes du moteur Huracan – hors du périmètre ICPE et de l'EDD ;
- › D'un banc d'essais H02, pour les allumeurs (« igniter ») – hors du périmètre ICPE et de l'EDD ;
- › D'un atelier de fabrication de protection thermique – hors du périmètre ICPE et de l'EDD ;
- › D'un atelier de production;
- › D'une zone de réception des produits et matières ;
- › Et, de bureaux, de locaux d'analyse des données de test et de locaux de servitudes/utilités.

Concernant la durée de réalisation des essais, voici les chiffres importants :

- › Durée maximale des essais par jour : 20 minutes ;
- › Durée maximale d'un essai unique : 10 minutes ;
- › Durée maximale des tests par semaine : 60 minutes, pour la plupart, la durée du test est généralement inférieure à 200 secondes (environ 3 minutes).

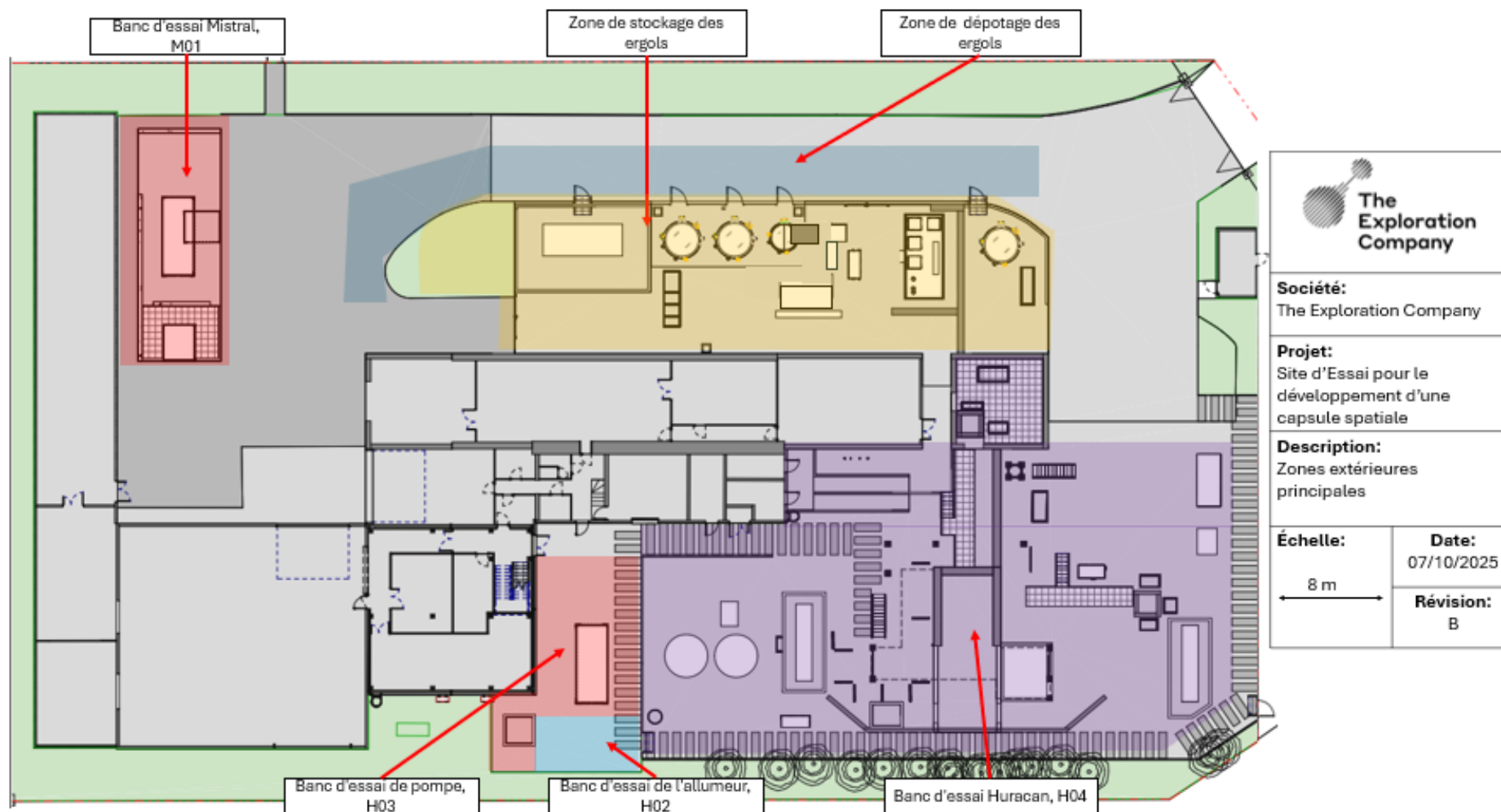


Figure 2 : Plan des installations du site TEC (source : TEC)

Les bancs fonctionnent de manière indépendante. Le principe du banc d'essai moteur est de fournir à un article (le moteur) une double alimentation, à la fois en combustible et en comburant. Les bancs moteurs du site sont de puissances différentes.

Les moteurs testés par cette entreprise rentrent dans le projet du nouveau vaisseau spatial Nyx, qui se veut à terme être la première capsule de transport de personnes en Europe.

### 1.1.1. Banc d'essai moteur Huracan (H04), réception et analyse des données

Le banc H04 est dédié aux essais de développement et réception des moteurs Huracan, et permet de mesurer divers paramètres. Actuellement, la société TEC réalise des essais de développement sur un banc similaire en Allemagne et en Angleterre.

Le banc est conçu pour alimenter un moteur cryogénique en méthane liquéfié (LCH<sub>4</sub>) et en oxygène liquéfié (LOx) afin de tester le fonctionnement. Pour les mettre en pression, de l'azote gazeux (GN<sub>2</sub>) servira de gaz de pressurisation, pour amener les combustibles dans le moteur. L'azote liquéfié servira également pour pré-refroidir les réservoirs et les conduites principales, permettant d'économiser des ergols lors du remplissage ultérieur, ainsi que pour effectuer un nettoyage des conduites principales avant les essais ; l'azote gazeux sera utilisé pour purger les conduites d'ergols du moteur et pour alimenter les vannes pneumatiques constituant l'installation d'essais.

L'hélium gazeux sera utilisé pour empêcher l'entrée d'air dans les réservoirs de fonctionnement en les maintenant en légère surpression pendant les phases longues d'inactivité.

Les volumes et les conditions de stockages sont décrites par la suite (§ 1.2 et § III.2.1) et dans la PJ n°46-47 (§ 5.3.2). Lors des tests, des réservoirs tampons des différents liquides et gaz, serviront à préparer les quantités nécessaires pour l'essai du moteur et éviter la perte de la totalité des combustibles lors d'une interruption anticipée.

Lors de l'essai, de multiples capteurs vont remonter les données du test au centre de contrôle présent sur site. Si une anomalie est détectée, un arrêt d'urgence peut être enclenché de façon automatique ou manuelle. Lors d'une interruption d'essai, le surplus de méthane contenu dans la cuve tampon sera brûlé dans une torchère fermée et blindée, permettant de limiter le rejet dans l'atmosphère de méthane, qui est un gaz à effet de serre avec un pouvoir de réchauffement global important. En ce qui concerne l'oxygène, celui-ci sera relâché dans l'atmosphère, sans risque pour l'environnement, via le puits à gravier.



Figure 3 Vue d'ensemble du banc d'essai H04 (Source : TEC)

### 1.1.2. Banc d'essai propulseur Mistral (M01), réception et analyse des données

Le banc M01 sert aux essais des propulseurs Mistral, d'une poussée maximale de 200 N. Actuellement ce banc d'essai est en place dans un container car non associée à l'activité ICPE.

Les opérations normales impliquent l'approvisionnement en ergols liquides : peroxyde d'hydrogène haute concentration (HTP) comme comburant et en HIP11 comme combustible. Le HTP et le HIP11 sont transférés juste avant l'essai depuis leurs récipients de stockage vers les réservoirs du banc qui alimenteront le moteur. Les gaz d'échappement de ce propulseur sont évacués directement dans l'atmosphère, car ils ne contiennent pas de quantité significative de gaz nocifs. Les gaz d'échappement contiennent majoritairement du SO<sub>2</sub>.

Le banc d'essai est divisé en 2 parties principales, toutes deux constituées d'un conteneur maritime standard avec l'équipement monté à l'intérieur. Le conteneur d'essai de 6 mètres à double porte constitue la partie principale du banc d'essai. Le conteneur utilitaire de 1,5 mètres à porte unique, situé sur le côté du conteneur d'essai, abrite les systèmes d'alimentation en azote gazeux et en eau, utilisé à la fois pour purger les lignes de HTP et pour le conditionnement thermique des réservoirs d'ergols. Le conteneur utilitaire abrite également le système d'alimentation électrique, le système de contrôle et d'acquisition de données, ainsi que l'équipement de mise en réseau.

Un 3ème conteneur est dédié au stockage de HTP. Il est situé près du banc d'essai et est connecté via des canalisations au conteneur d'essai principal pour le remplissage à distance de l'oxydant. Il s'agit d'un conteneur de stockage de produit chimiques spécialement conçu pour une utilisation extérieure.

Les 3 conteneurs sont installés sur une dalle béton. 3 murs en béton ont été érigés pour séparer le banc d'essai du stockage de HTP, protéger le bâtiment à proximité, et éviter toutes projections en sortie de moteur vers la végétation.

En phase d'opération active, le banc d'essai ne peut stocker qu'au maximum X L de comburant et X L de combustible. La durée maximum d'un seul essai est d'environ 1 min. Cependant, des essais de durées plus courtes peuvent avoir lieu en succession sur une même journée. En période d'essais, le nombre moyen de jours d'activité du banc est d'environ 3 par semaine. Cependant, les périodes d'essais ne sont pas en continu sur l'année mais plutôt sporadiques et peuvent durer quelques semaines en fonction des besoins de développement du moteur. Il est estimé environ 50 essais par an soit 50 minutes d'essais au total.



Figure 4 Photo du banc d'essais du moteur Mistral

Sur ce banc d'essai aussi, la présence de capteurs permettra aux équipes de TEC de vérifier les paramètres nominaux du propulseur. De plus, le banc d'essai comprend également des IBC de 1000 L remplis d'eau pour la dilution d'urgence de tout déversement de HTP qui pourrait se produire.



Figure 5 Plan 3D du banc Mistral (Source : TEC)

### 1.1.3. Banc d'essai Pompe (H03)

Le banc pompe a pour fonction de tester les pompes à ergols du moteur Huracan, développées par TEC. Durant l'opération de Huracan, le méthane liquide et l'oxygène liquide (ergols) sont en premier temps pressurisés avant d'être brûlés dans une chambre à combustion. Le gaz chaud produit lors de cette combustion est ensuite accéléré puis expulsé au travers d'une tuyère, générant ainsi de la poussée. Il est donc indispensable au bon fonctionnement du moteur spatial, afin d'obtenir la performance désirée, que les ergols entrent dans la chambre de combustion à la pression requise et que les pompes soient en mesure d'opérer de manière fiable à différents débits, température et pression.

Le banc H03 a donc pour objectif de tester le fonctionnement, de caractériser l'opération et de mesurer la performance des pompes centrifuges à ergols du moteur Huracan. Bien que le moteur opère avec de l'oxygène et du méthane liquide, le banc H03 utilise uniquement de l'azote liquide, un fluide inerte avec des propriétés semblables aux ergols d'Huracan.

Le banc est construit dans un conteneur de transport afin de l'isoler de l'environnement.

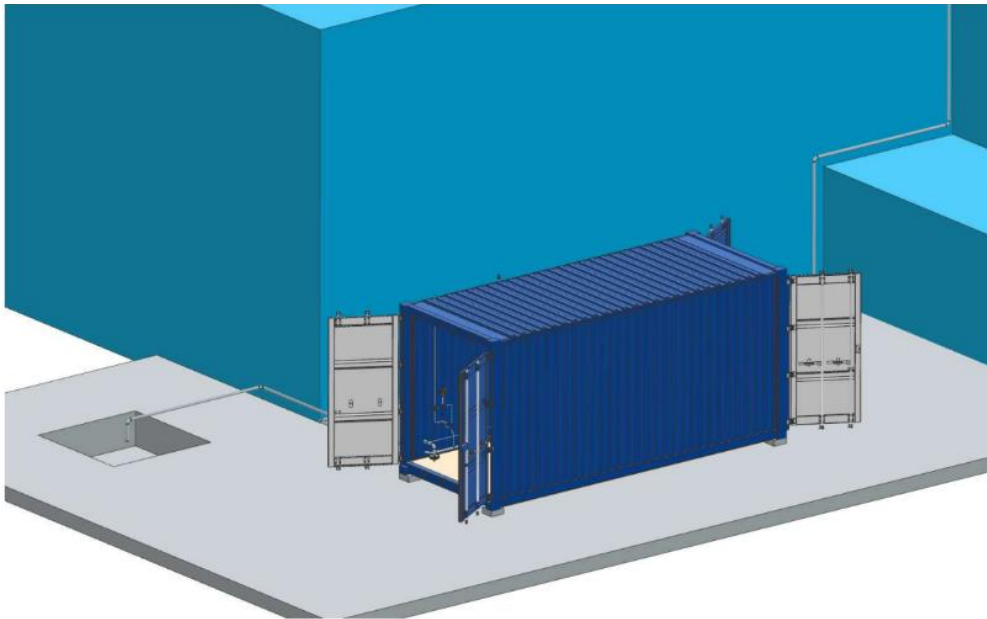


Figure 6 Plan 3D du banc Pompe (Source : TEC)

Le banc est divisé en 3 sections :

- › Le réservoir principal (en amont de la pompe à tester) avec un volume de 500 L
- › Le système de conditionnement du banc qui inclut un système de pressurisation en azote gazeux
- › La partie haute pression en aval de la pompe

En amont des opérations, le réservoir est rempli d'azote liquide, ce qui nécessite au préalable la mise en froid du système : le banc opérant avec un fluide à  $-196^{\circ}\text{C}$ , il faut éviter que le fluide ne se réchauffe et se gazéifie durant l'opération. Une fois le réservoir rempli, l'azote liquide est conditionné à la température et la pression désirée pour le test. La pression dans le réservoir principal peut ainsi varier entre 1 et 10 bar. Une fois les conditions atteintes, la vanne séparant le réservoir de la pompe à tester est ouverte et la pompe est mise en rotation. La performance de la pompe est ensuite mesurée en fonction des conditions du fluide en entrée et en sortie de pompe. Le banc est développé pour une durée maximale de test continu de 60 secondes, suite à quoi la pompe est stoppée et le réservoir principal rempli à nouveau.

L'azote liquide en aval de la pompe peut atteindre des pressions allant jusqu'à 60 bar en fonction du point de fonctionnement. Le fluide est ensuite relâché dans une fosse remplie de gravier, à pression ambiante, lui permettant de se gazéifier et d'être relâché dans l'atmosphère. Les conditions du banc sont constamment surveillées à l'aide de capteurs de pression, température et vibration, ainsi qu'avec un système de caméras. L'opération du banc, dont le contrôle des vannes et moteur électrique de la pompe, se fait entièrement à distance depuis une salle de contrôle.

#### 1.1.4. Banc d'essai allumeur (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), réception et analyse des données

Le banc d'essai d'allumeur, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, est utilisé pour les tests de développement du système d'allumage du moteur Huracan ainsi que la réception des modèles de vol dans le futur. Les ergols utilisés sont le méthane et l'oxygène gazeux, alimentés par des bouteilles de gaz individuelles. Deux lignes séparées fournissent de l'oxygène et du méthane gazeux à une petite chambre où ils sont allumés. De plus, de l'azote est utilisée pour les opérations de purge et de conditionnement. Il est actuellement testé à l'intérieur de la cellule d'essai existante (où se trouvera le réservoir de méthane pour le banc d'essai Huracan dans le



futur). Une fois celui-ci installé, il sera déplacé et testé à côté du banc d'essai pompes. Cela est possible grâce à la taille très réduite et à la nature portable du système.

Il est prévu un maximum de 10 tests par jour d'une durée unitaire de 5 secondes. Il y aura 3 jours de test par semaine pendant 30 semaines par an maximum.



Figure 7 Photo d'installation du banc d'essai H02 (Source : TEC)

### 1.1.5. Activité de protection thermique

La protection thermique désigne l'ensemble des matériaux qui ont pour but de conserver l'intégrité des capsules lors de la phase de rentrée atmosphérique. La protection thermique de la capsule NYX se compose de 2 matériaux principaux, le ZURAM et le P50. Seul le Zuram sera produit sur site, le P50 sera approvisionné mais dégazé sur le site de Mérignac également. Le périmètre technique du site de Mérignac s'arrête à la fabrication des tuiles (fabrication, dégazage, usinage), l'intégration sur la capsule ne se déroule pas sur le même site.

#### › Production du Zuram

Le matériau Zuram est un composite ablatif formé par imprégnation de résine phénolique dans une préforme de carbone. Le processus qui sera utilisé pour la formation des plaques est le light-RTM (resin transfer molding). Un mélange de résine phénolique, solvant (IPA) et catalyseur (HMTA) est envoyé sous vide dans un moule contenant la préforme de carbone. Les plaques seront fabriquées par lot de 5 (capacité du four). Il est pour le moment prévu d'utiliser un seul four pour les 2 prochaines années avant une augmentation des moyens sur un autre site de production.

Pour cette activité les équipements suivants seront en place dans le bâtiment comme illustré dans le plan de la Figure 8 :

- Un four avec une température max de 260 °C ;
- Une pompe à vide ;
- Une machine d'injection ;
- Une machine d'usinage ;
- Un réfrigérateur pour stocker les produits chimiques.

#### › Dégazage du P50

Le P50 est un matériau composé de liège et de résine phénolique. Le processus de fabrication est un secret commercial du fournisseur. Le matériau sera dégazé sur le site de Mérignac afin de répondre aux exigences des normes de dégazage ECSS-Q-ST-70-02. Pour cette étape seule une chambre à vide sera utilisée.

### 1.1.6. Halls d'intégration, atelier de fabrication et bureaux

L'atelier, les halls d'intégration et les bureaux soutiendront les opérations des bancs d'essai sur le site. Les bureaux serviront à des espaces de travail pour les équipes, mais aussi pour les personnes réceptionnant les données provenant des moteurs lors des essais. Les halls d'intégrations servent directement pour l'activité des différents bancs à essais. Les différents espaces à l'intérieur des bâtiments sont décrits dans le plan ci-dessous.

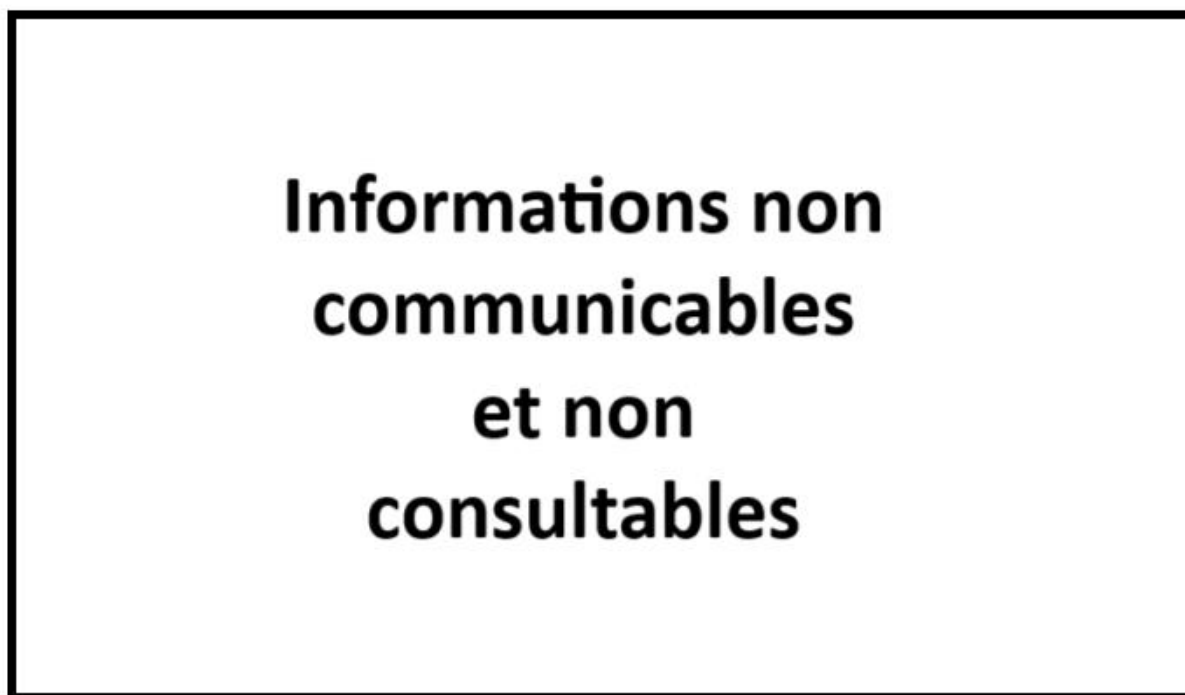


Figure 8 : Plan de la disposition des différents espaces à l'intérieur des bâtiments – (source TEC)

#### **Hall d'intégration et laboratoire :**

Le hall d'intégration est l'espace de travail des activités d'assemblage, intégration et tests d'acceptance. Les composants du moteur y sont inspectés et testés en eau ou gaz pour les essais d'acceptance.

Le laboratoire de chimie est la pièce dans laquelle se déroulent les procédés utilisant des produits chimiques comme la passivation par exemple, ou le dégraissage oxygène.

#### **Hall d'intégration du moteur Huracan :**

Le hall d'intégration Huracan est l'espace spécifiquement dédié aux activités d'intégration du moteur Huracan avant les essais de mise à feu sur le banc H04. Les différents composants du moteur y sont assemblés et on intègre également toute l'instrumentation nécessaire aux essais.



## **Laboratoire des modèles hydrauliques :**

Le laboratoire des modèles hydrauliques est un espace où seront testées les maquettes fluidiques du système de propulsion de Nyx Earth. Il s'agit de répliques à échelle réduite conçues pour simuler les conditions opérationnelles et les performances des systèmes de pressurisation et d'alimentation. Ces maquettes, qui n'utiliseront que de l'eau et seront pressurisées à l'azote ou à l'hélium, permettront à The Exploration Company de tester différents scénarios dans un environnement de développement afin de résoudre les problèmes de conception et d'optimiser l'efficacité des systèmes avant de les mettre en œuvre dans le véhicule de vol. Les maquettes permettront à TEC de s'assurer que leurs conceptions répondent aux normes de sécurité et fonctionnent de manière fiable dans une large gamme de paramètres d'exploitation.

### **Atelier :**

L'atelier, quant à lui, a pour vocation de soutenir les besoins des bancs d'essai. Il est divisé en plusieurs zones, présentées sur la Figure 8:

- › Une zone d'atelier
- › Une zone d'atelier d'outillage à main
- › Une zone de métrologie dans une salle climatisée
- › Une zone pour l'activité de protection thermique

Plusieurs machines sont installées dans l'atelier identifié à la Figure 9, notamment plusieurs machines d'usinage commandées par ordinateur, un équipement de nettoyage par ultrasons et une machine de découpe par fil électroérosion. L'atelier contiendra également les installations de production nécessaires au système de protection thermique Nyx Earth, à savoir des fours, un dispositif d'injection de résine et une chambre à vide thermique. L'atelier contiendra également des équipements comme le compresseur, un microscope, une sorbonne...

Il est à noter que l'atelier a uniquement pour vocation de réaliser du prototypage et de la recherche et développement. TEC a en projet sur du moyen-long terme que ces activités soient déplacées sur un autre site.

# Informations non communicables et non consultables

Figure 9 Plan de l'atelier– (source TEC)

## 1.2. Nature et volume des activités

### › Équipements de la zone de stockage

Tableau 5 Inventaire des équipements de la zone de stockage

Équipement	Produit stocké	Volume	Température approximative de stockage	Pression de stockage
Réservoir LN2 01	LN2	Information non communicables et non consultables		
Réservoir LN2 02	LN2			
Réservoir LN2 03	LN2			
Réservoirs tampon : T001 à T009 (Skid)	GN2			
Réservoir stockage LOX	LOX			
Réservoir stockage LCH4	LCH4			
Cuve enterrée 9602 (alimentation de la torchère 7801)	GPL			

Chaque réservoir de gaz liquéfié est isolé sous vide et la température interne est déterminée par la pression.

Certaines matières sont stockées sous forme de bouteilles, dans les conditions requises par le vendeur. C'est notamment le cas pour le méthane gazeux (estimé à 4 racks de 16 bouteilles à 200bar) et pour l'hélium (estimé à 2 bouteilles par circuit).

### › Banc Huracan (H04)

Tableau 6 Inventaire des équipements du banc Huracan

Équipement	Produit	Volume	Pression
LOX Run tank	LOX (LN2, GN2 pour refroidissement et purge)	Information non communicables et non consultables	
LOX Waste tank	LOX (LN2, GN2 pour refroidissement et purge)		
LCH4 Run tank	LCH4 (LN2, GN2 pour refroidissement et purge)		
LC4 Waste tank	LCH4 (LN2, GN2 pour refroidissement et purge)		

Les réservoirs d'essais (Run Tank) sont isolés avec un matériau adapté, du type : perlite sous vide. Les réservoirs de vidange (Waste Tank) ne sont pas isolés.

### 1.3. Capacités techniques et humaines

Le site d'essais TEC fonctionne du lundi au vendredi sur une plage horaire de 7h à 19h sur 252 jours par an.

Le site d'essais TEC sera occupé par environ X personnes au maximum, tous contrats confondus (CDI, CDD, stagiaires et apprentis) en 2025 et dans les années futures. En sachant que des personnes seront à temps plein et d'autres à temps partiel.

Ce nombre est plus faible les lundi et vendredi, avec le télétravail. L'effectif de ces jours « allégés » est estimé à une dizaine de personne.

L'effectif est fluctuant en fonction de la campagne planifiée : banc Pompe, Mistral ou Huracan. La présence de l'ensemble des collaborateurs sur le site est de ce fait assez rare.

L'organigramme de TEC est fourni dans la PJ n°46-47, description de l'exploitant, des installations et description des capacités financières de la présente demande d'autorisation.

## 2. CARACTERISATION DE L'ENVIRONNEMENT

### 2.1. Localisation du projet

Le site d'essais de TEC est localisé sur la commune de Mérignac (33) à l'adresse 14 Rue Marcel Issartier, 33700 Mérignac.

Les coordonnées du point d'accès au site sont les suivantes :

Tableau 7 : Coordonnées du point d'accès

Système de coordonnées	X en m	Y en m	Z en m NGF
Lambert 93	405 700.82	6 421 898,29	46,6
Lambert II étendu	357 970,23	1 986 194,44	

L'implantation (périmètre d'exploitation de cet établissement est illustrée sur la carte suivante.

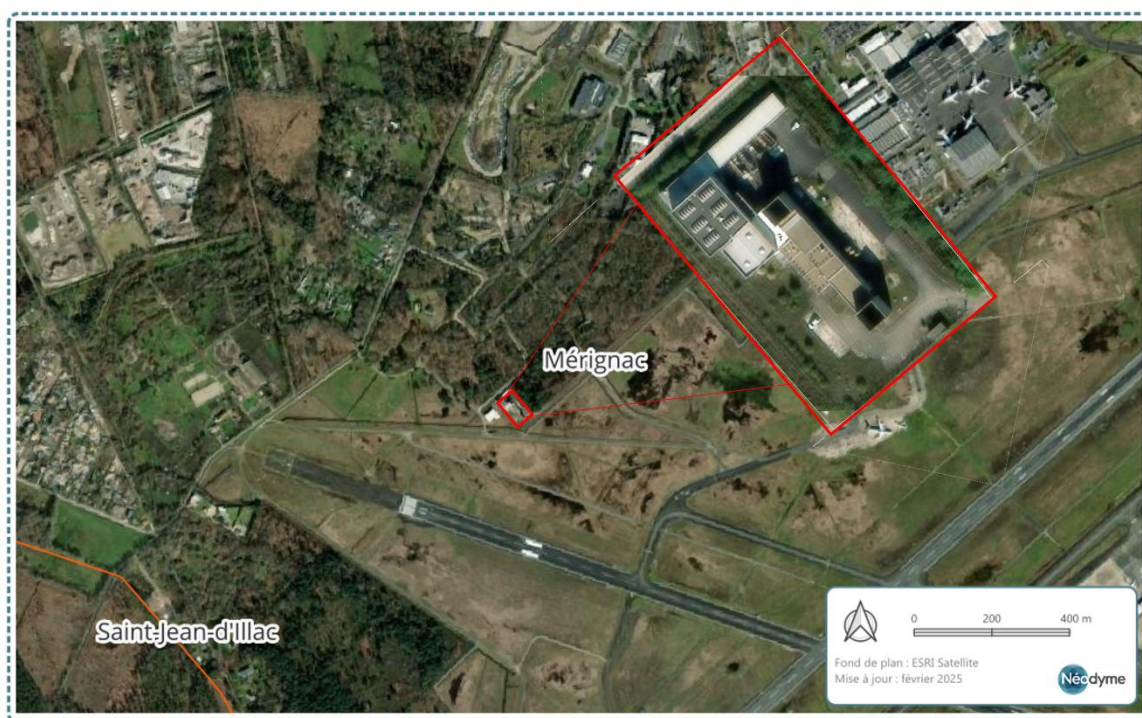


Figure 10 : Implantation du site sur une vue aérienne

Cette figure permet de constater que le périmètre exploité par The Exploration Company concernera tout ou partie des parcelles cadastrales d'implantation du projet comme cela sera détaillé par la suite.

Conformément à l'article R. 181-13 (alinéa 2°) du Code de l'Environnement, la localisation du site d'essais TEC de MÉRIGNAC apparaît sur un plan de situation à l'échelle 1/25 000ème.

Et, conformément aux attendus du CERFA n°15964 relatifs à la « demande d'autorisation environnementale » ce plan constitue la Pièce Jointe n°1 de la demande à savoir « un plan de situation du projet, à l'échelle 1/25 000 ou, à défaut, au 1/50 000 sur lequel sera indiqué l'emplacement du projet » en vertu du 2° de l'article R. 181-13 du code de l'environnement.

*PJ n°1 : Plan réglementaire à l'échelle 1/25 000ème*

L'établissement occupera une partie de la parcelle cadastrale, identifiée de la façon suivante.

Tableau 8 : Détail de l'emprise cadastrale du site

Commune	Adresse	Section cadastrale	N° parcelle	Superficie totale m <sup>2</sup>	Superficie occupée m <sup>2</sup>
Mérignac	14 rue Marcel Issartier	EP	0036	79 105	5 619
Surface totale				79 105	5 619

La demande d'autorisation environnementale porte uniquement sur une partie (au sud-ouest) de la parcelle cadastrale EP 0036 de la commune de MÉRIGNAC.

Cette emprise cadastrale exploitée est illustrée sur la figure suivante.



Figure 11 : Plan cadastral du site (source : Géoportail)



## 2.2. Environnement à protéger

### 2.2.1. Villes et populations

Le site de TEC est situé au sein de la commune de Mérignac qui comprend 74 009 habitants. Le site est dans le voisinage direct de l'aéroport de Bordeaux, avec des limites de propriétés communes (à l'ouest, au sud et à l'est).

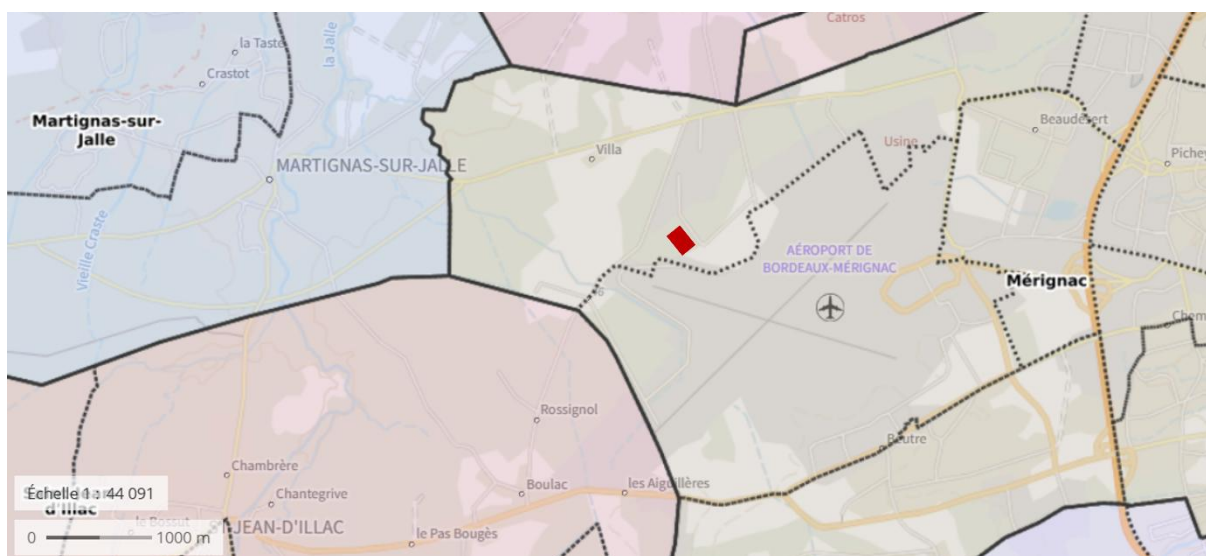


Figure 12 Cartographie des communes au voisinage du site (en rouge) (Source : Géoportail)

L'effectif total de la population sur les 4 communes considérées dans le rayon d'affichage (2 km) est de 10 515 habitants. La répartition par commune est présentée ci-dessous :

Tableau 9 : Communes avoisinantes situées dans le rayon d'affichage de l'enquête publique (Source : INSEE – 2020)

COMMUNES	Population totale (Habitants)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Densité de population (hab/km <sup>2</sup> )
Mérignac	74 009	48,17	1 536,4
Saint-Jean-d'Ilac	9 106	120,6	75,5
Le Haillan	11 567	9,26	1 249,1
Saint-Médard-en-Jalles	32 357	85,28	379,4
Total			/

La première habitation est localisée à 400 m du site (Cf. Etude d'incidence §III.1.10.2).

## 2.2.2. Infrastructure de transport

### 2.2.2.1. Routier

L'accès au site se fait par une voie sans issue depuis la rue Marcel Issartier, elle-même accessible par l'avenue Marcel Dassault. Cette dernière donne accès notamment à l'autoroute A630 à l'Est du site.

D'autre part, l'avenue Marcel Dassault (D213) est classée à grande circulation suivant le décret du 31 mai 2010 n°2010-578 modifiant le décret n°2009-615 du 3 juin 2009 fixant la liste des routes à grande circulation.

Il n'y a pas de comptages disponibles à proximité immédiate du site. Un comptage a été réalisé sur la D213 en 2023 avec une estimation de 13 180 véhicules par jour dont 2,4 % de poids-lourds (source : sig.gironde.fr à hauteur de Saint Jean d'Illac).

Aux abords du site, le trafic est très limité en raison de l'emplacement éloigné d'un axe principal et il s'agit d'une voie sans issue.

### 2.2.2.2. Aérien

Le site se situe dans l'espace de servitude aéronautique de dégagement de l'aéroport.



Figure 13 Plan de servitude aéronautique de dégagement pour l'aéroport de Bordeaux, sur le site de TEC (flèche rouge) (Source : Géoportail)

### 2.2.2.3. Autres

Concernant les voies de communication ferroviaires, fluviales et maritimes, il n'y a aucun réseau ferroviaires et cours d'eau sur le secteur. Par ailleurs le secteur est en retrait de la façade maritime.

## 2.2.3. Intérêts particuliers liés au patrimoine

Pour établir la présence de lieu d'intérêts particuliers liés au patrimoine, il faut utiliser l'aire d'étude, décrite dans l'étude d'incidence (PJ n°05)) qui correspond à un tampon de 2 km autour du site.



La Gironde est un espace avec un patrimoine viticole important. Cependant, aucune zone d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) ne se trouve dans l'aire d'étude du site. Par ailleurs, il n'y a pas de site inscrit au patrimoine dans cette aire bien que la commune de Mérignac bénéficie du Parc De Bourran inscrit au patrimoine national depuis 1992 (situé à plus de 7km).

---

Les monuments historiques, inscrits ou classés, sont dotés d'un périmètre de protection au titre des abords, ayant un caractère de servitude d'utilité publique. Dans le périmètre délimité des abords, les travaux sont soumis à autorisation préalable, avec avis de l'ABF.

Il n'y a aucun monument historique classé ou inscrit dans un rayon de 500 mètres autour du site TEC. En effet, d'après le site de l'atlas des patrimoines, le plus proche se situe à environ 5,7 km ; il s'agit du Moulin à eau de Noès.

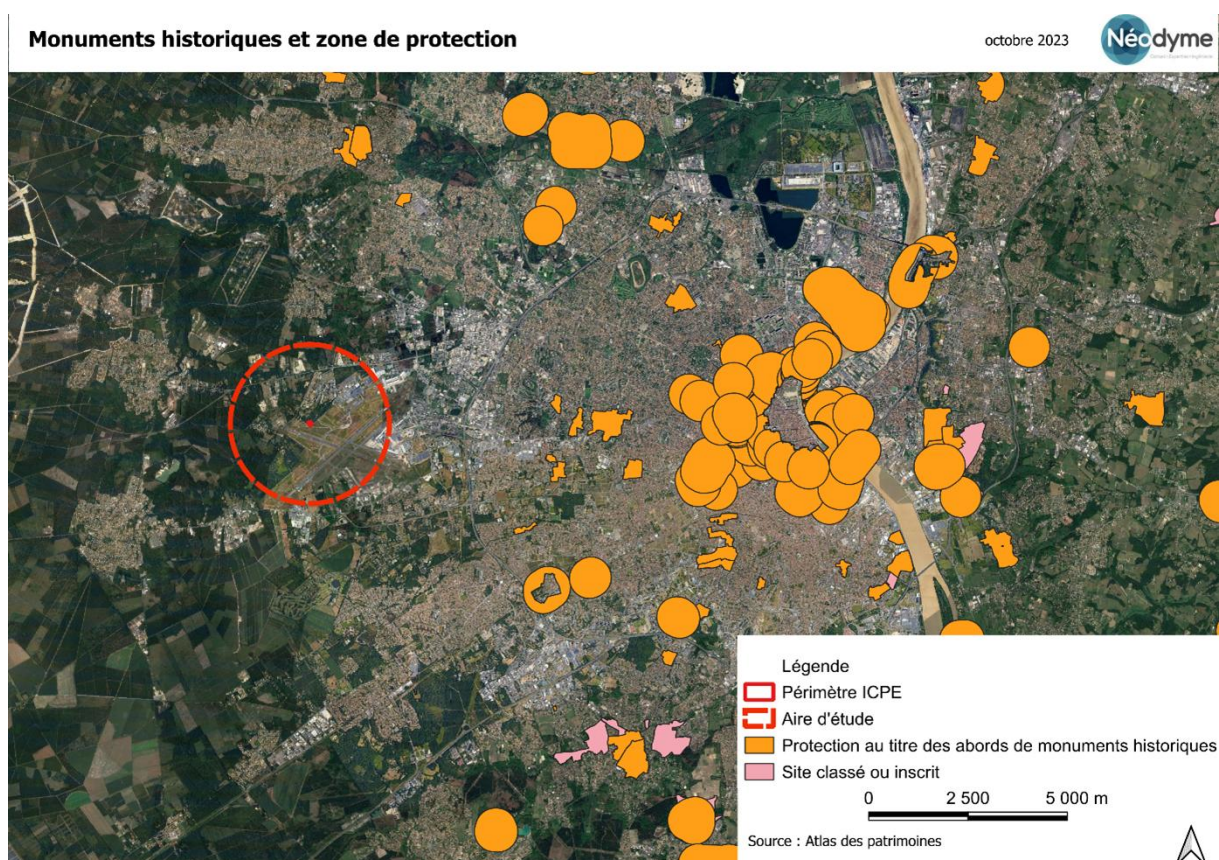


Figure 14 Localisation des monuments historiques et zone de protection à proximité du site (Source : Atlas du patrimoine)

Il n'y a pas de sites classés et inscrits dans le rayon d'affichage du site. En effet, d'après l'atlas des patrimoines, le plus proche se situe à environ 6,8 km ; il s'agit du Château du Bourdieu et son parc.

## 2.2.4. Cibles environnementales

### Natura 2000

Le réseau Natura 2000 assure le maintien ou le rétablissement dans un état de conservation favorable des habitats naturels et des habitats d'espèces de flore et de faune sauvage d'intérêt communautaire. Chaque site Natura 2000 fait l'objet d'un document d'objectifs (DOCOB), qui en constitue le plan de gestion. Ces



sites sont inscrits aux titres de la Directive Habitat 92/43/CEE du conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages et de la Directive Oiseaux 74/409/CEE du Conseil, du 2 Avril 1979, concernant la conservation des oiseaux sauvages.

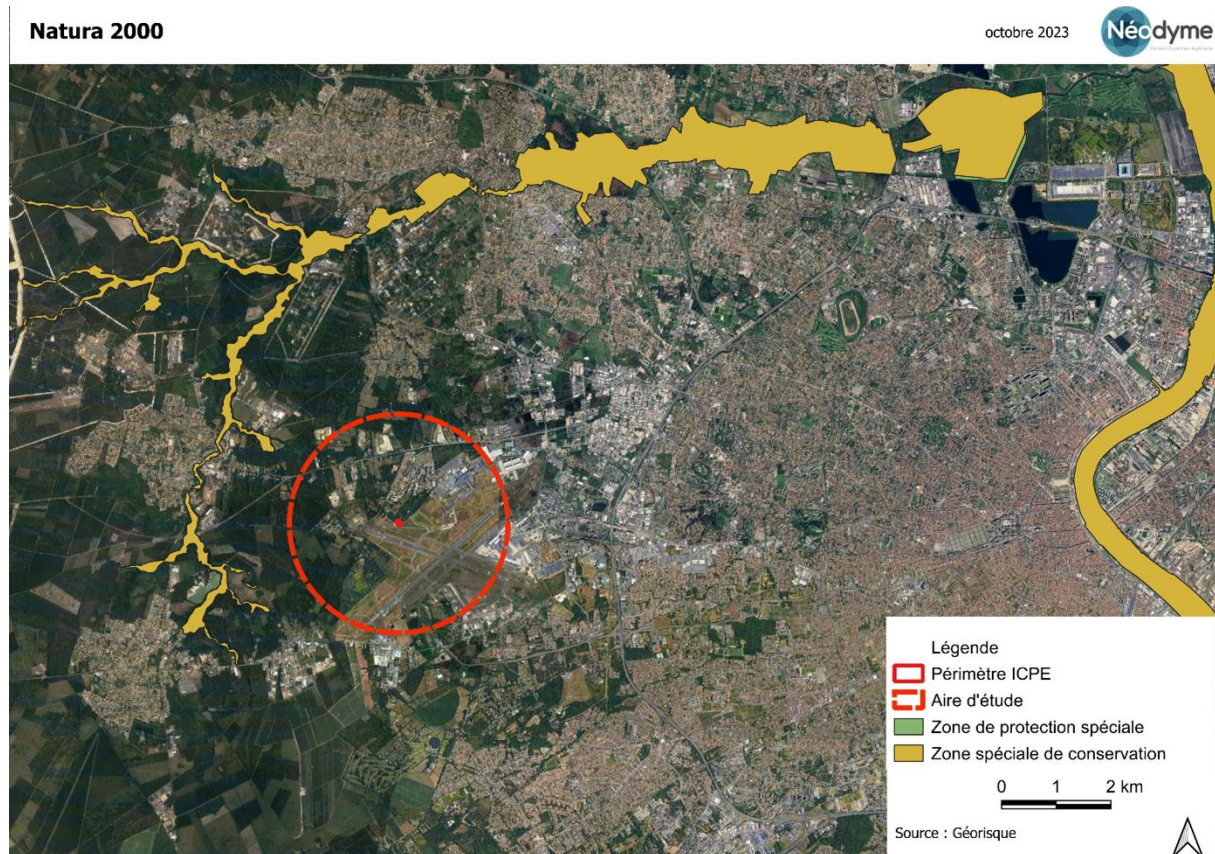


Figure 15 Cartographie des zones Natura 2000, suivant les directives Oiseaux et Habitats

Aucun site Natura 2000 au titre de la Directive Oiseaux n'est recensé sur la commune de Mérignac. Le site Natura 2000 au titre de la Directive Oiseau le plus proche est recensé à 11,7 km, au Nord-est du site : Marais de Bruges, n°FR7210029.

Un site Natura 200 au titre de la Directive Habitats est recensé sur la commune de Mérignac : Réseau hydrographique des Jalles de Saint Médard et d'Eysines, n°FR72200805.

### **ZNIEFF continental et marin et ZICO**

L'inventaire des ZNIEFF, Zone d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique, est créé en 1982 afin d'identifier et de décrire les secteurs d'intérêt écologique abritant la biodiversité du territoire dans le but de collecter de la connaissance pour protéger les espaces et aménager le territoire.

Cet inventaire couvre l'ensemble du territoire français : métropoles et Outre-mer ; milieux continental et marin.

On distingue deux types de ZNIEFF :

- ZNIEFF de type I : espaces homogènes écologiquement, définis par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou d'habitats rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel régional. Ce sont les zones les plus remarquables du territoire.



- ZNIEFF de type II: espaces qui intègrent des ensembles naturels fonctionnels et paysagers, possédant une cohésion élevée et plus riches que les milieux alentours

**Zone ZNIEFF**

octobre 2023

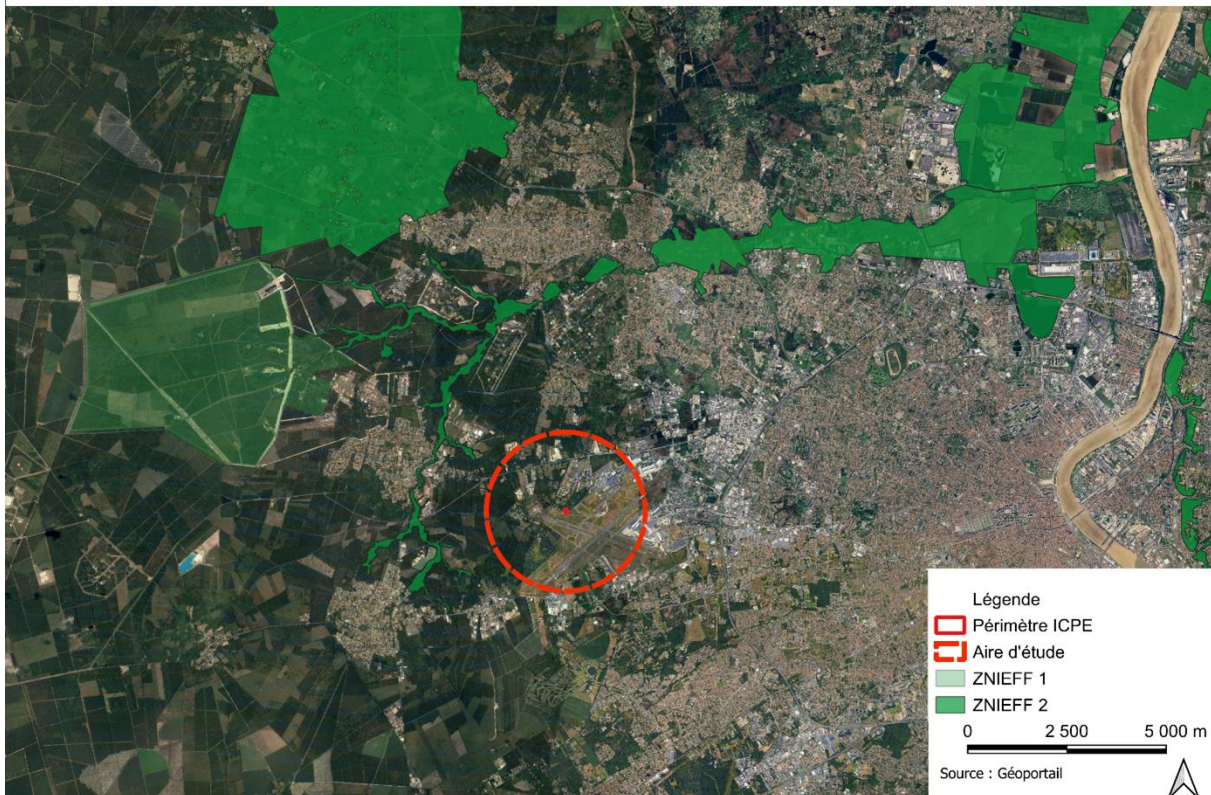


Figure 16 Cartographie des ZNIEFF continentales I et II à l'abord du site (Source : Géoportail)

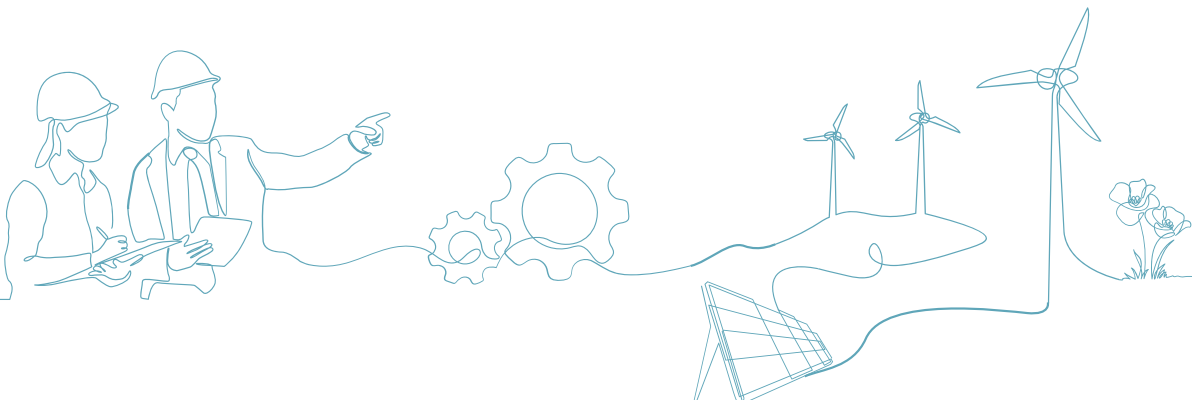
Plusieurs ZNIEFF de type I et de type II ont été recensées dans un rayon de 10 km autour du site d'implantation du projet, elles sont détaillées dans l'Etude d'incidence, PJ n°05.

L'inventaire ZICO (Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux) recense les biotopes et les habitats des espèces les plus menacées d'oiseaux sauvages. Il est établi en application de la directive européenne du 2 avril 1979, dite directive Oiseaux, qui a pour objet la protection des oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire des Etats membres, en particulier des espèces migratrices.

La ZICO la plus proche du site de TEC est la « Garonne : marais de bordeaux » située à 10,3 km à l'est.

### III

# ANALYSE DES RISQUES ET MESURES DE PREVENTION DES DANGERS



# 1. CARACTERISATION DES ELEMENTS AGRESSEURS

Les potentiels de dangers, pouvant être à l'origine de phénomènes dangereux dans le cadre d'une installation industrielle, sont à même d'avoir plusieurs origines bien différentes.

L'objectif de cette partie de l'Etude de Dangers est de caractériser et de localiser les « agresseurs » susceptibles de porter atteinte aux installations étudiées.

Parmi les agresseurs à considérer, il peut s'agir notamment d'événements :

- › Externes notamment liés aux phénomènes naturels (mouvements de terrains, séisme, inondation, conditions météorologiques extrêmes, etc.), technologiques (effets dominos depuis un établissement voisin (explosion, feu, projectiles, etc.) ou humains (circulation extérieure de véhicule, camion de transport de marchandises dangereuses, réseau ferroviaire, avion, engin, barge, etc.).
- › Internes à l'établissement au regard notamment des activités, des procédés, des installations et des produits qui y sont mis en œuvre.

Cette caractérisation est proposée de façon adaptée au contexte du site d'étude et, notamment, les phénomènes naturels improbables ne seront pas étudiés).

Par ailleurs, certains événements externes pouvant provoquer des accidents majeurs ont été écartés, en conformité avec les recommandations précisées par l'Annexe II de l'Arrêté Ministériel du 26 mai 2014 (chute de météorite, séismes d'amplitude exceptionnelle, crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, événements climatiques extrêmes, chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport, rupture de barrage, et dans une certaine mesure les actes de malveillance).

Les points suivants caractérisent les potentiels de dangers identifiés dans le cadre du présent dossier pour le site.

## 1.1. Éléments agresseurs d'origine naturelle

### 1.1.1. Risque lié aux argiles du sol

Les sols qui contiennent de l'argile gonflent en présence d'eau (saison des pluies) et se tassent en saison sèche. Ces mouvements de gonflement et de rétraction du sol peuvent endommager les bâtiments (fissuration). Les maisons individuelles qui n'ont pas été conçues pour résister aux mouvements des sols argileux peuvent être significativement endommagées. C'est pourquoi le phénomène de retrait et de gonflement des argiles est considéré comme un risque naturel.

Le site d'essais de Mérignac est soumis à un risque important (3/3 sur l'échelle réglementaire) de retrait et gonflement des sols argileux.

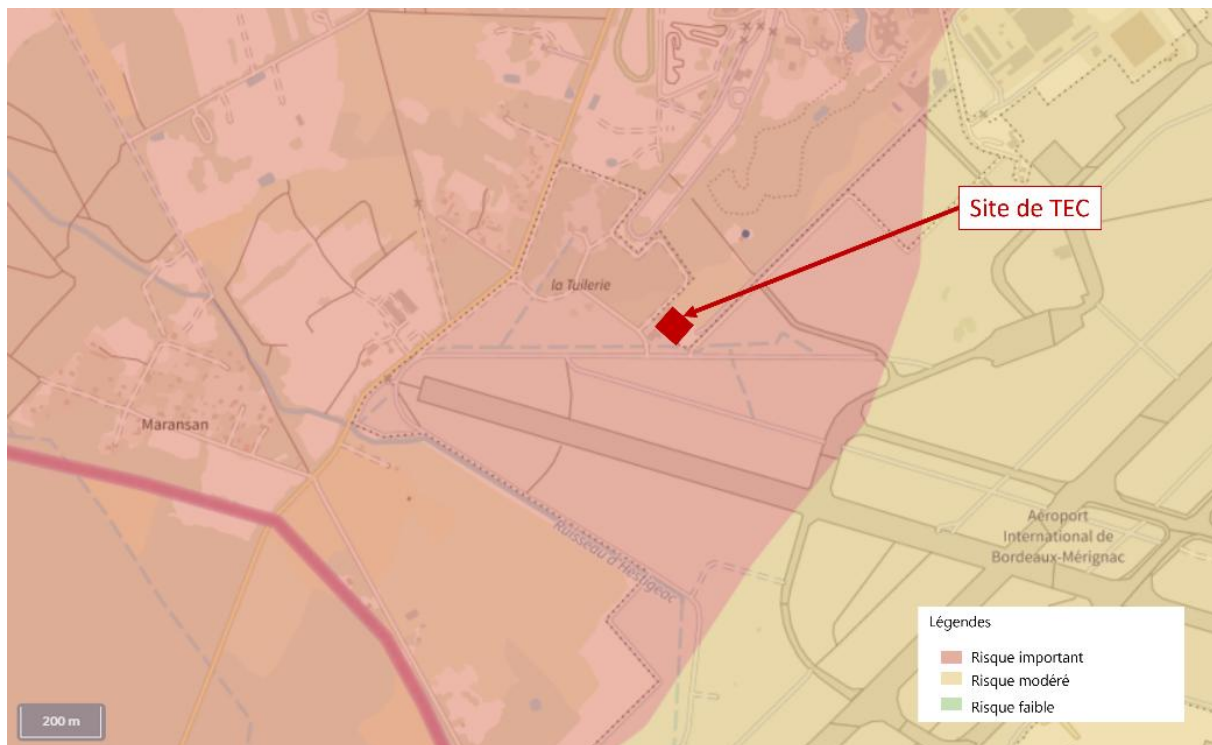


Figure 17 Cartographie de l'exposition au retrait-gonflement des argiles (Source : Géorisques)

Par conséquent, le risque de retrait-gonflement des sols argileux est retenu comme évènement initiateur lors de l'analyse des risques.

### 1.1.2. Risque foudre

La foudre est un événement naturel indésirable pouvant être à l'origine de la survenance d'un accident : incendie, explosion, destruction de biens, dysfonctionnement des équipements informatiques et électroniques...

D'un point de vue plus technique, la foudre est un phénomène purement électrique produit par les charges électriques de certains nuages, généralement lors de conditions atmosphériques orageuses.

Dans le département de la Gironde, la densité d'arc est considérée comme « faible ». La valeur de la densité de foudroiement du département est de 1,27 impacts/km<sup>2</sup>/an pour une moyenne nationale à 1,63 impacts/km<sup>2</sup>/an avec 17 jours d'orage par an (Source : Météorage).



L'enjeu associé au risque foudre est considéré comme modéré sur le secteur d'étude par rapport à la moyenne nationale, d'après Météorage et Géorisque.

L'Analyse du Risque Foudre (ARF) réalisée recommande la mise en place de protection de niveau IV en intérieur et en extérieur.

Au regard de ces éléments et avec la mise en place des protections adéquates, et sachant que le site est concerné par l'arrêté du 4 octobre 2010 de par ses activités, le risque foudre est non-retenue comme événement initiateur lors de l'analyse de risque.

### 1.1.3. Risque feu de forêt

Un incendie de forêt ou de végétation peut être défini comme une combustion, qui se développe sans contrôle dans le temps et dans l'espace, dans un milieu végétalisé.

On parle d'incendie de forêt lorsqu'une forêt, un maquis ou une garrigue, d'une surface minimale de 0,5 hectares d'un seul tenant, est touché par les flammes et qu'une partie au moins des arbres ou arbustes est détruite.

Le risque feu de forêt est identifié dans le département de la Gironde et plus spécifiquement pour la commune de Mérignac d'après le Dossier Départemental des risques majeurs (DDRM). Par ailleurs, des plans de prévention des risques incendies feux de forêts (PPRIF) ont été approuvés, aucun ne concerne la ville de Mérignac.

Mais cependant le site est inclus dans un zonage informatif avec des obligations légales de débroussaillage.



Figure 18 Cartographie des zones du risque de feu de forêt (Source : Géorisques)

Par conséquent, le risque de feu de forêt n'est pas retenu comme événement initiateur lors de l'analyse des risques.

TEC a pris en compte ce risque pour sélectionner les emplacements et l'installation (conteneur, mur,...) des bancs afin de réduire son impact en tant que déclencheur potentiel.

#### 1.1.4. Risque neige et vent

D'après les Règles NV65 (version 2009), le site d'essais de Mérignac, dans le département de la Gironde, se situe en zone A2 concernant la neige et en zone 1 concernant le vent.

En zone A2, pour une altitude de 200m, la surcharge normale et extrême de neige envisagée est de 35 daN/m<sup>2</sup> et 60 daN/m<sup>2</sup>.

En zone 1, en considérant que le site est caractérisé comme normal<sup>1</sup> suivant les critères définis par les règles NV65, les pressions et vitesses de vent normales et extrêmes considérées sont les suivantes :

Tableau 10 Pressions et vitesse de référence à 10m au-dessus du niveau du sol suivant les règles NV65, version 2009

Zone	Site	Pression normale [Pa]	Pression extrême [Pa]	Vitesse normale [km/h]	Vitesse extrême [km/h]
1	Normale	500	875	102,9	136,1

Géorisques n'a pas enregistré ces risques sur la commune de Mérignac. De plus, d'après Alertes météo, le nombre moyen de jours de neige, givre et brouillard est de 5 par an.

Par conséquent, conformément au sous-paragraphe 1.2.1. Evénements initiateurs spécifiques du paragraphe 1.2. Règles spécifiques de la Circulaire du 10 mai 2010, les risques neige et vent ne sont pas retenus comme un événement initiateur lors de l'analyse de risques.

Les caractéristiques climatiques (vents, orage, ...) sont décrites dans l'Etude d'Incidence-PJ n°05 (§ III.1.1).

#### 1.1.5. Risque sismique

Les tremblements de terre naissent généralement dans les profondeurs de l'écorce terrestre et causent des secousses plus ou moins violentes à la surface du sol. On caractérise un séisme par sa magnitude (énergie libérée) et son intensité (effets observés ou ressentis par l'homme, ampleurs des dégâts aux constructions).

La France est séparée en cinq zones de sismicité :

- › Une zone de sismicité 1 (très faible) où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les ouvrages « à risque normal »,
- › Quatre zones de sismicité 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux bâtiments et ponts à risque normal.

<sup>1</sup> Site considéré comme « normal » par la règle NV65 : plaine ou plateau de grande étendue pouvant présenter des dénivellations peu importantes, de pente inférieure à 10%.



L'article D.563-8-1 de l'environnement répartit chacune des communes en cinq zones de sismicité définies à l'article R.563-4 du code de l'environnement.

D'après l'article D.563-8-1, le département de la Gironde est classé en zone sismique très faible à l'exception de certains cantons et communes, notamment la commune de MÉRIGNAC dont la zone de sismicité est faible.

Par conséquent, le risque de séisme n'est pas retenu comme évènement initiateur lors de l'analyse des risques.

### 1.1.6. Risque mouvements de terrain

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol. Ce phénomène est souvent très destructeur, car les aménagements humains y sont très sensibles et les dommages aux biens sont considérables et souvent irréversibles.

Le risque de mouvements de terrain est classé comme existant sur la commune de MÉRIGNAC. Cependant la commune a enregistré la survenue du phénomène une seule fois.

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
INTE9900627A	Mouvement de terrain	25/12/1999	30/12/1999

Par conséquent, le risque de mouvements de terrain n'est pas retenu comme évènement initiateur lors de l'analyse des risques.

### 1.1.7. Risque radon

Le radon est un gaz radioactif naturel. Il est présent dans le sol, l'air et l'eau. Il présente principalement un risque sanitaire pour l'homme lorsqu'il s'accumule dans les bâtiments.

Le site de MÉRIGNAC est soumis à un risque faible pour le radon avec un potentiel radon évalué à 1/3.

Le risque Radon est un risque sanitaire et non un risque industriel. De ce fait, il ne sera pas considéré pour la suite.

### 1.1.8. Risque inondation

En France, le risque inondation est le premier risque naturel. L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors de l'eau causée par de nombreux facteurs naturels (quantité/répartition spatiale et temporelle des pluies, phénomènes météo-marins) et par des facteurs provoqués directement ou indirectement par l'action de l'homme (urbanisation, imperméabilisation des sols, pratiques agricoles, pompes de nappe, etc.)

La commune de Mérignac n'est pas classée à risque pour les inondations et n'est donc pas soumise à un PPRN (Plan de Prévention des Risques Naturels) Risque Inondation.

**PPR Inondation**

octobre 2023

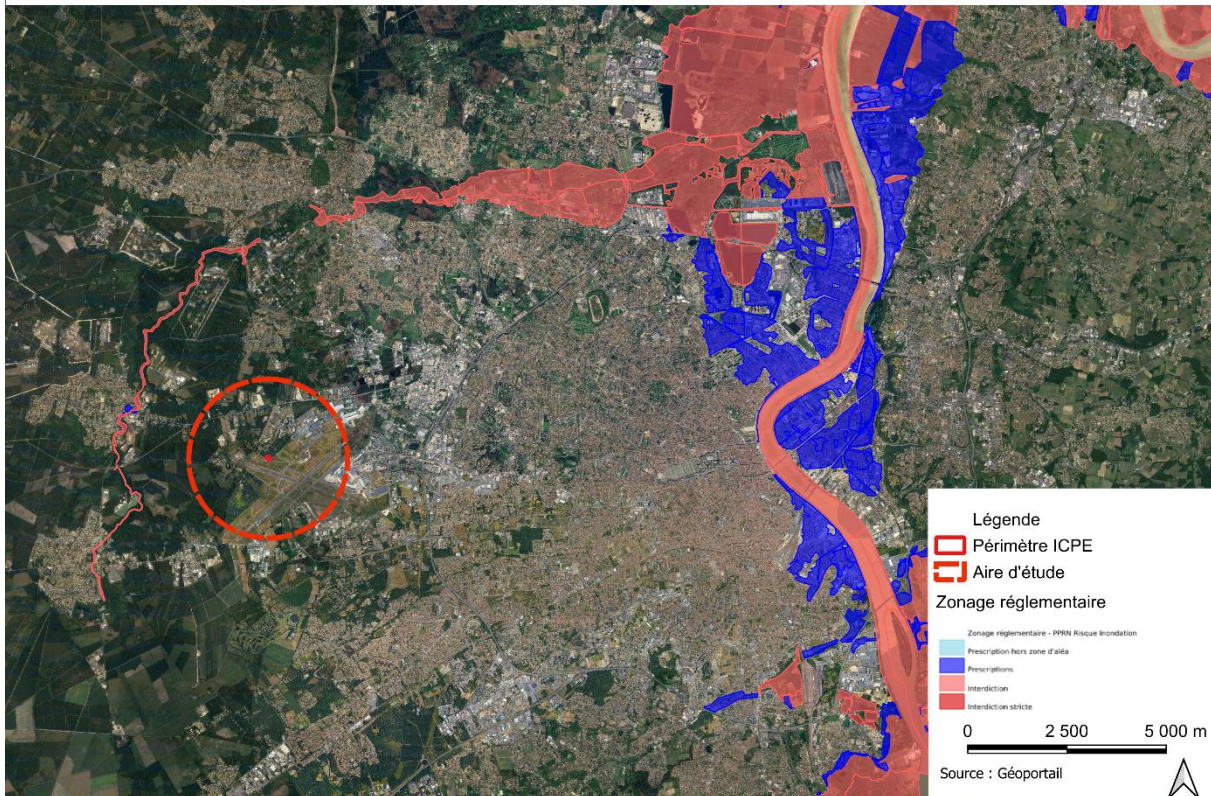


Figure 19 : Zonage réglementaire des PPR Inondation (Source : developpement-durable.gouv)

D'autre part, la commune de Mérignac n'est pas considérée en Territoire à Risque Important d'Inondation (TRI) et ne fait pas l'objet d'un programme d'action de prévention des inondations (PAPI).

La commune de Mérignac est concernée par le risque de remontée de nappes dans les sédiments. Le site TEC n'est pas situé dans la zone avec débordement de nappe et de cave.

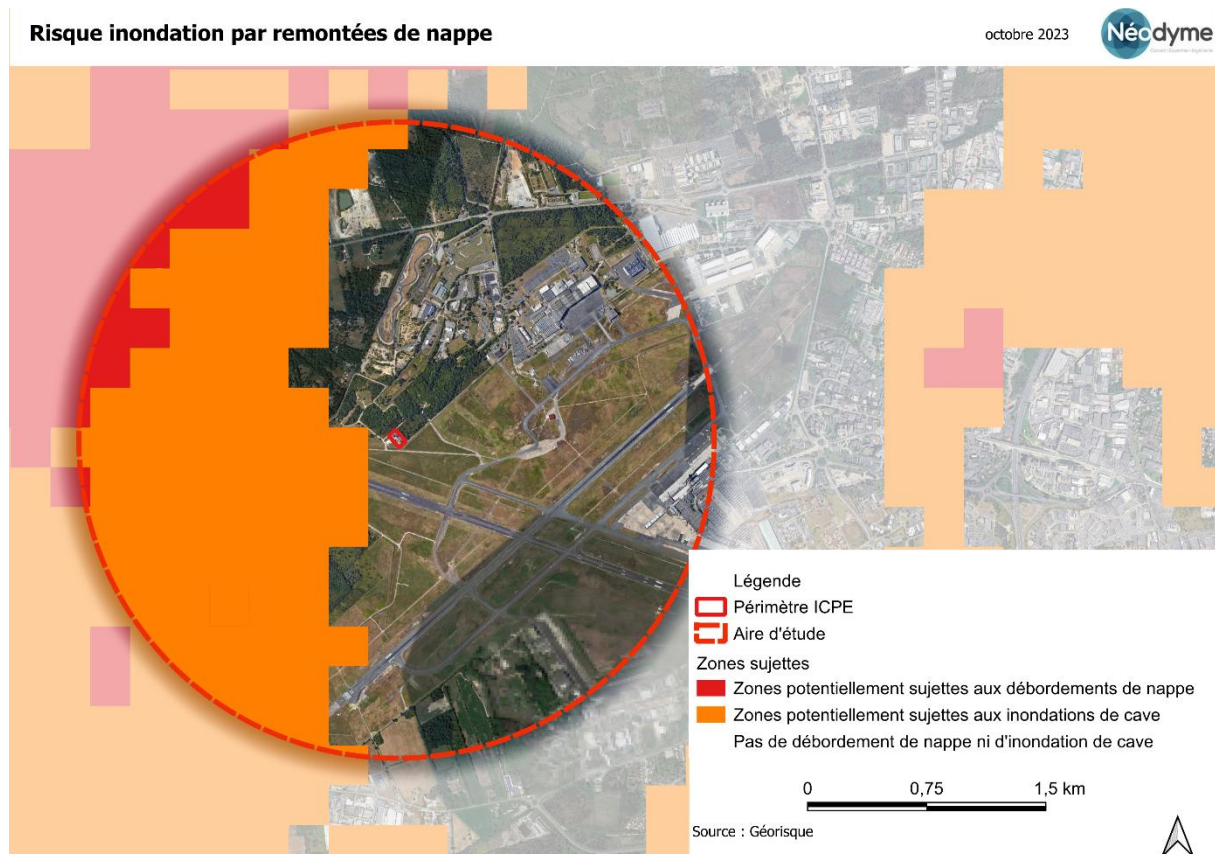


Figure 20 : Carte des remontées de nappes (Source : Infoterre)

Les risques d'inondation et de remontées de nappe ne sont pas retenus comme évènement initiateur lors de l'analyse des risques.



## 1.2. Éléments agresseurs d'origine humaine

### 1.2.1. Risque industriel et technologique

La commune de Mérignac n'est pas classée à risque pour le risque « Industriel ». La zone la plus proche est celle des sociétés SME et ROXEL à Saint-Médard en Jalles à environ 3.7 km au Nord-Est du site.

Le site du banc d'essai est localisé sur la commune de Mérignac. Sur les communes associées au rayon d'affichage du site, les installations ICPE soumises à autorisation ou enregistrement sont reprises ci-dessous :

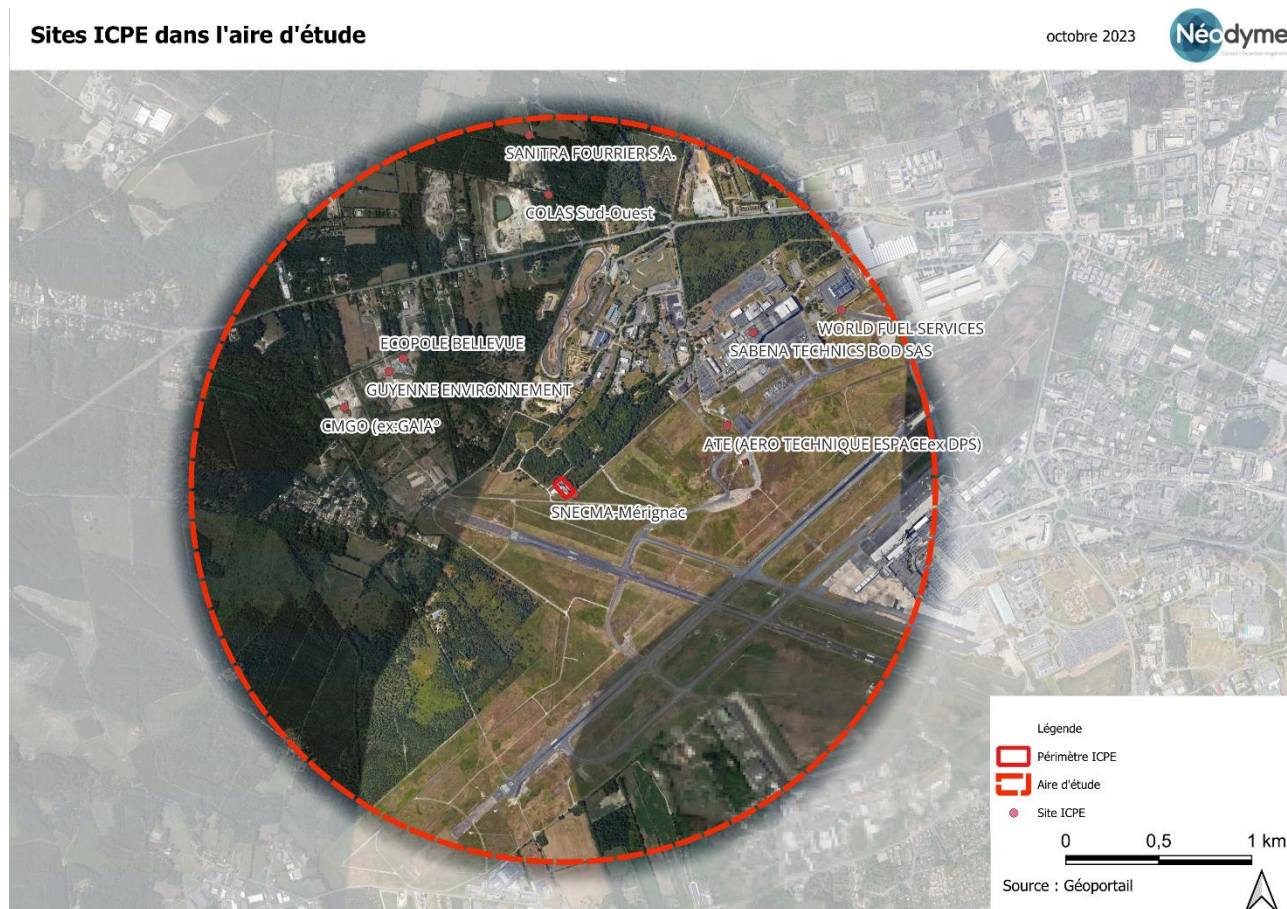


Figure 21 : Localisation des sites ICPE à proximité du site

Le risque lié aux activités industrielles du voisinage est non retenu comme événement initiateur lors de l'analyse de risques.

### 1.2.2. Risque réseaux de transport et transport de matières dangereuses

Le transport de matières dangereuses dans le département est surtout localisé sur les axes principaux tels que l'A63, la RN10, l'A660 et la rocade de Bordeaux. Les matières liquides inflammables comptent pour  $\frac{3}{4}$  des substances dangereuses transportées. La répartition entre les autres matières transportées est ensuite plus homogène.

Le département est traversé par des voies ferrées (Paris-Bordeaux-Bayonne et Bordeaux-Toulouse), sur lesquelles transitent diverses matières dangereuses provenant des pôles industriels de la région, notamment de la Zone Industrielle d'Ambès, et du Port Autonome de Bordeaux. Il compte également une gare de triage à Hourcade, située sur les communes de Villenave d'Ornon et de Bègle.

Le département est bordé par 126 km de côtes, exposées au risque d'accident lors du transport matières dangereuses par voie maritime. Dans le golfe de Gascogne, le transport maritime constitue une activité importante, en direction des différents ports européens dont les ports français de Bordeaux et du Verdon. Il dispose d'une zone fluvio-maritime de 100 km d'estuaire comprise entre le Verdon et Bordeaux. Cette zone, fréquentée par les navires transporteurs de matières dangereuses, est soumise à différents phénomènes (marées, courants, chenaux) qui rendent la navigation difficile. Les sites présentant un risque sont situés en zones portuaires : le Verdon ; Pauillac ; Blaye ; Ambès ; Bassens.

Les différentes voies concernées par le risque « Transport des Marchandises Dangereuses » citées ci-dessus ne se trouvent pas à proximité immédiate. En conséquence, le risque « réseau routier » n'est pas retenu comme événement initiateur lors de l'analyse de risque.

### 1.2.3. Risque chute d'avion

La circulaire [02] présente les événements extérieurs pouvant avoir des conséquences majeures sur un site, notamment la chute d'avion. Ce risque est exclu pour les sites ICPE situés à plus de 2000 mètres de tout point des pistes de décollage et d'atterrissage. Cependant, l'implantation du site TEC à Mérignac ne permet pas d'exclure ce risque.

La chute d'avion est retenue comme événement initiateur lors de l'analyse de risque.

### 1.2.4. Risque intrusion et malveillance

Information non communicables et non consultables.

Le risque lié à la malveillance et l'intrusion n'est pas retenu comme événement initiateur lors de l'analyse de risques. Une analyse de sureté est entreprise par TEC pour limiter ces risques.

## 1.3. Synthèse des potentiels de dangers

Tableau 11 Synthèse des potentiels de dangers

	Agresseurs	Potentiel de dangers / Evénements redoutés	Retenu ?
Risques naturels	<b>Liés aux argiles du sol</b>	Destruction	Oui
	<b>Foudre</b>	Départ de feu	Non
	<b>Feu de forêt</b>	Effet domino sur le site	Non
	<b>Neige et vent</b>	Dégradation des installations et équipements	Non
	<b>Sismique</b>	Destruction	Non
	<b>Mouvement de terrain</b>	Destruction	Non
	<b>Radon</b>	/	Non
	<b>Inondation</b>	Dégradation des installations et équipements	Non
Risques technologiques	<b>ICPE et INB</b>	Effets domino	Non
	<b>Réseaux et transport MTD</b>	Effets domino	Non
	<b>Chute d'avion</b>	Destruction	Oui
	<b>Malveillance et intrusion</b>	Vandalisme, dégradation, ...	Non

## 2. IDENTIFICATION, CARACTERISATION ET QUANTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS INTERNES

Un accident industriel majeur est un événement accidentel se produisant sur un site industriel et entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les populations avoisinantes, les biens et/ou l'environnement. Les conséquences d'un accident industriel sont généralement regroupées en trois types :

- › Effets thermiques liés à une combustion d'un produit inflammable ou à une explosion ;
- › Effets mécaniques liés à une surpression, résultant d'une onde de choc (déflagration ou détonation), provoquée par une explosion ;
- › Effets toxiques liés à l'inhalation d'une substance chimique toxique.

Les sources de dangers qui sont à l'origine des accidents, majeurs ou non, peuvent avoir une origine externe naturelle ou humaine comme cela a été présenté dans le cas du site d'étude dans les deux points précédents.

Ces sources « potentiels de dangers » sont toutefois majoritairement d'origine interne liées à l'exploitation. Ces sources concernent les activités et les procédés mis en œuvre, les substances/mélanges dangereux fabriqués, utilisés, ou stockés ou encore les utilités nécessaires aux procédés et aux activités annexes.

L'identification des potentiels de dangers internes doit être menée de la manière la plus factuelle possible sans préjuger des conséquences envisageables. Parmi les éléments retenant principalement l'attention figurent génériquement :

- › Les produits et substances représentant un caractère dangereux (toxique, inflammable, explosif, etc.), les incompatibilités entre produits mais également les incompatibilités produits-matériaux et les produits combustibles stockés ;
- › Les installations présentant des risques selon leurs différentes phases d'exploitation : normales, dégradées, de maintenance, de démarrage ou d'arrêt ;
- › Les activités annexes telles les fournitures d'utilités.

La phase de recensement des potentiels de dangers liés au site de TEC à MÉRIGNAC et plus particulièrement de l'activité du banc d'essais Huracan a été réalisée sur la base des informations mises à la disposition par l'exploitant lesquelles ont, au fur et à mesure, fait l'objet d'une analyse de la documentation/littérature disponible.










### 2.1. Risques liés aux produits

Les risques liés aux produits sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les fiches de données de sécurité (FDS) sont disponibles en Annexe 1.

Tableau 12 Recensement des produits chimiques sur le site

	Produit chimique	Température d'auto-infla. [°C]	Température d'ébullition [°C]	Point éclair[°C]	LIE/LSE	 SGH01	 SGH02	 SGH03	 SGH04	 SGH05	 SGH06	 SGH07	 SGH08	 SGH09
Matières – Banc Huracan	Méthane liquéfié (LCH4)	580	-162	/	5 – 15 vol air%		H220		H280 H281					
	Méthane gazeux (GCH4)	595	-161,5	/	4,4 – 17 vol %		H220		H280					
	Oxygène liquéfié (LOX)	Non-inflammable	-183	/	/			H270	H281					
	Oxygène gazeux (GOX)	Non-inflammable	-183	/	/			H270	H280					
	Azote liquéfié (LN2)	Non-inflammable	-196	/	/				H281					
	Azote gazeux (GN2)	Non-inflammable	-196	/	/				H280					



	Produit chimique	Température d'auto-infla. [°C]	Température d'ébullition [°C]	Point éclair[°C]	LIE/LSE	 SGH01	 SGH02	 SGH03	 SGH04	 SGH05	 SGH06	 SGH07	 SGH08	 SGH09
	Hélium gazeux	Ininflammable	-269	/	/				H280					
Torche de sécurité	GPL / Propane	> 400°C	-43	< -50	1,8 -9,5 %vol		H220		H280					

## 2.2. Risques liés au procédé

### 2.2.1. Stockages

#### 2.2.1.1. Zones de dépotage

Le site dispose d'aires de dépotage désignées. Les opérations de dépotages sont réalisées par le fournisseur qualifié et formé sous la supervision d'un membre du personnel de TEC.

Le site dispose d'une procédure de dépotage exigeant que les véhicules de livraison soient stationnés dans le sens du départ pour prévoir toute situation d'urgence à l'intérieur du site.



Figure 22 Plan des zones de dépotage/livraison (Source : TEC)

#### 2.2.1.2. Stockage de gaz pressurisé

Le site dispose d'une zone de stockage au nord. Le détail des produits stockés est le suivant :

- › Un réservoir d'oxygène liquéfié (désigné LOX) ;
- › Un réservoir de méthane liquéfié (désigné LCH4) ;
- › Quatre racks de bouteilles de Méthane gazeux (désigné GCH4) ;
- › Trois réservoirs d'azote liquéfié (désigné LN2) ;
- › Une cuve de GNL/propane.

Les quantités mises en jeu et les conditions de stockages sont détaillées dans les sections précédentes.

# Informations non communicables et non consultables

Figure 23 Zoom sur la zone de stockage liée au banc d'essais Huracan du plan des installations (Source :  
TEC)

## 2.2.2. Réalisation d'essai sur le banc d'essai de moteur Huracan, H04

### 2.2.2.1. Pressurisation de l'installation

Information non communicables et non consultables.

### 2.2.2.2. Refroidissement du banc & mise en condition

Information non communicables et non consultables.

### 2.2.2.3. Refroidissement de l'article

Information non communicables et non consultables.

### 2.2.2.4. Fonctionnement

Information non communicables et non consultables.

### 2.2.2.5. « Flushing phase »

Information non communicables et non consultables.

### 2.2.2.6. Purge et arrêt

Information non communicables et non consultables.

## 2.3. Risques liés aux installations connexes/utilités

### › Alimentation en eau

Il y aura sur le site 2 réserves d'eau alimentées par le réseau d'eau potable de la ville ou alors par de l'eau recyclée. Ces 2 réserves auront une quantité totale de 30 000 L. De plus, de l'eau déminéralisée sera également achetée ou produite sur site (pour le banc Mistral), qui après utilisation, sera en partie recyclée pour le banc Huracan.

La consommation d'eau sera associée aux eaux sanitaires, à de l'eau pour le refroidissement des équipements lors des essais de moteurs et à de l'eau pour la douche d'urgence lors des essais (eau utilisée en cas d'urgence).

La consommation annuelle d'eau pour tout le site est estimée à environ 540 m<sup>3</sup>, avec une fréquence d'essais de 2 fois par jour avec 3 jours d'essais par semaine sur 39 semaines par an.

Un suivi des consommations d'eau sera assuré à partir d'un compteur pour l'eau potable de la ville.

### › Alimentation électrique :

Les besoins en électricité du site concernent l'alimentation des différents bâtiments en électricité et pour l'éclairage du site.

La consommation annuelle est estimée à 228 MW, avec les activités et une fréquence d'essais identique à celle définie au §4.2 de la PJ46.

Un suivi des consommations d'électricité sera assuré à partir d'un compteur.

### › Alimentation en air comprimé :

Le site dispose de compresseurs d'air d'une puissance de 7,5 kW avec un réservoir de X L.

### › Equipements contenant des fluides frigorigènes :

Le site dispose des équipements contenant des gaz à effet de serre (climatisations, groupes froids...) suivants :

- 2 systèmes de climatisation en toiture contenant chacun 1,6 kg de gaz à effets de serre
- 1 système de climatisation pour le banc mistral avec 0,55 kg de gaz à effets de serre
- 1 système de climatisation connecté à la nouvelle zone de bureau/laboratoire avec une quantité de gaz à effets de serre < à 2 kg
- 1 système de climatisation connecté à la salle de stockage de produits chimiques avec une quantité de gaz à effets de serre < à 2 kg
- 3 frigidaire pour les produits chimiques avec une quantité de gaz à effets de serre < à 2 kg
- 1 frigidaire pour la nourriture avec une quantité de gaz à effets de serre < à 2 kg

## 2.4. Réduction des potentiels de dangers

A défaut d'une approche de réduction du potentiel de dangers s'appuyant sur une étude technico-économique, l'INERIS propose dans le paragraphe § 3.3.1.2 de l'Oméga Ω9 du 10 avril 2006, « L'étude de dangers d'une installation classée », de suivre 4 principes permettant la réduction et l'amélioration de la sécurité dite « intrinsèque » :

### 2.4.1. Selon le principe de substitution

**PRINCIPE DE SUBSTITUTION** : Substituer les produits dangereux utilisés par des produits aux propriétés identiques mais moins dangereux.

Le produit le plus dangereux de l'installation est le méthane liquéfié. Dans le domaine de l'aérospatial, il s'agit d'une substance courante, notamment en raison de sa grande performance énergétique. Il existe des alternatives mais ces alternatives présentent des potentiels de dangers (comme la toxicité) et des impacts environnementaux plus contraignants.

Le méthane liquéfié répond aux besoins techniques de manière avantageuse avec un niveau de risque acceptable vis-à-vis des alternatives possibles.

### 2.4.2. Selon le principe d'intensification

**PRINCIPE D'INTENSIFICATION** : Intensifier l'exploitation en minimisant les quantités de substances dangereuses mise en œuvre.

Dans le cadre du projet de banc Huracan, TEC a favorisé une démarche de miniaturisation et d'intégration des équipements avec le développement de réservoir tampon (Run tank) pour réduire les quantités mises en jeu en cas de fuite.

### 2.4.3. Selon le principe d'atténuation

**PRINCIPE D'ATTENUATION** : Définir des conditions opératoires ou de stockage (température et pression par exemple) moins dangereuses.

Dans le cadre du projet de banc Huracan, TEC a mené les démarches spécifiques suivantes :

- › Isolation thermique des équipements et des lignes ;
- › Indicateurs de température, de pression et de niveau.

#### 2.4.4. Selon le principe de limitation des effets

**PRINCIPE DE LIMITATION DES EFFETS** : Concevoir l'installation de telle façon à réduire les impacts d'une éventuelle perte de confinement ou d'un événement accidentel, par exemple en minimisant la surface d'évaporation d'un épandage liquide ou en réalisant une conception adaptée aux potentiels de dangers.

Dans le cadre du projet de banc Huracan, TEC a mis en place des moyens techniques et organisationnels pour limiter les effets en cas de rejet, notamment grâce aux démarches suivantes :

- › Les canalisations et équipements dédiés au méthane (LCH<sub>4</sub>) sont connectés à des torches pour le brûlage des gaz ;
- › Formation du personnel pour les risques associés aux gaz cryogéniques et à leur manipulation ;
- › Conception des équipements adaptés (matériaux, cuve double paroi, ...) et des installations (murs anti-explosion, murs CF, ...).

## 3. ACCIDENTOLOGIE

### 3.1. Présentation de la démarche

Cette partie de l'Etude de Dangers doit permettre l'identification et l'exploitation des incidents/accidents déjà recensés sur des installations similaires, et l'éventuel retour d'expérience acquis au cours de l'exploitation d'établissements similaires par l'exploitant.

Cette analyse permettra de confirmer ou de préciser les potentiels de dangers identifiés dans le chapitre précédent, et donnera une première approche des scénarios d'accidents susceptibles de se produire et leurs causes lorsqu'elles ont pu être identifiées. Cette partie est également venue alimenter les réflexions du groupe de travail constitué pour la réalisation de la présente Etude de Dangers.

### 3.2. Accidentologie externe – Base BARPI

Le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (rattaché à la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du ministère de l'environnement), plus communément appelé BARPI recueille et analyse les informations sur les accidents technologiques et les synthétise sur une base de données dénommée ARIA pour Analyse, Recherche et Information sur les Accidents technologiques.

Cette base de données intègre les accidents survenus en France et à l'étranger, à partir des rapports des services de secours ou de contrôle mais aussi de la presse, et met en ligne les résumés des accidents enregistrés et les analyses qu'il réalise sur la base du retour d'expérience.

Les informations contenues dans les points suivants proviennent de cette base de données.

La recherche effectuée sur la base de données s'appuie sur les mots-clés suivants pour la période 2015-2025 :

- Azote gazeux
- Azote liquide
- GNL, gaz naturel liquéfié
- Méthane gazeux
- Méthane liquéfié
- Oxygène gazeux
- Oxygène liquide
- Oxygène liquéfié
- Banc d'essai
- Rubrique ICPE 2931
- Rubrique ICPE 4725
- Méthane + Rubrique 4718
- GPL + Rubrique 4718

Pour la réalisation de cette analyse de l'expérience, nous avons retenu environ 87 événements issus de la base de données. Cette extraction est présentée en Annexe 3.

#### 3.2.1. Analyse de l'accidentologie

Néodyme a développé un outil pour l'analyse des accidents issus de la base de données BARPI.

##### › Les causes d'incident et d'accident :

Cet outil permet d'identifier la répartition des causes, premières et profondes. D'après les graphiques suivants, la cause première dans la majorité des cas est la perte de confinement d'un équipement, suivi par l'erreur humaine.

Les données renseignées dans la base BARPI au niveau des causes profondes ne nous permettent pas de réaliser un retour d'expérience pertinent dans notre situation. En effet, dans environ 65% des cas, la cause profonde reste non identifiée.

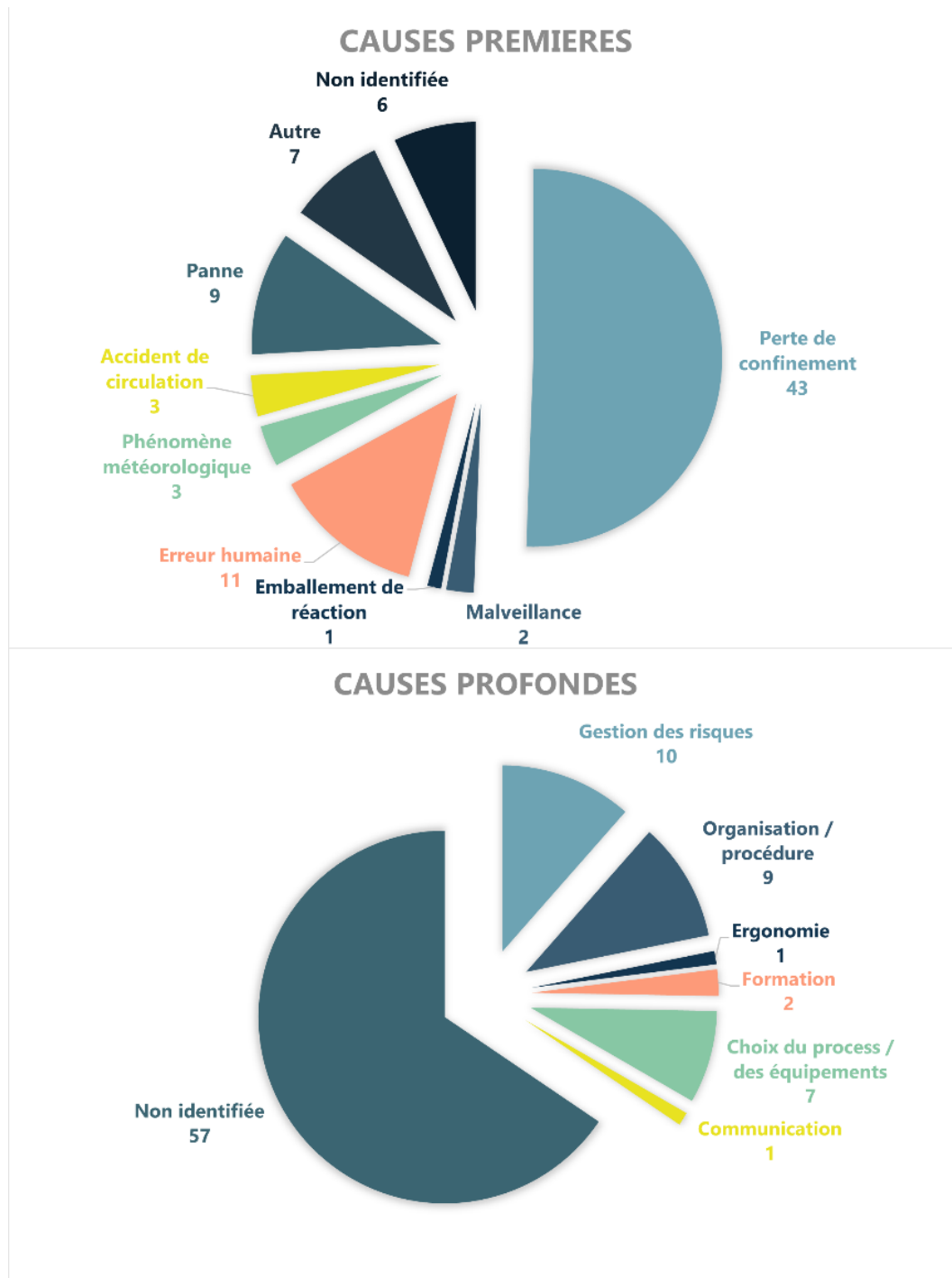


Figure 24 Analyses des causes premières et profondes de l'extraction BARPI



### › Les phénomènes dangereux qui en découlent

Après l'analyse des causes, cette analyse nous permet de dégager les phénomènes dangereux les plus redondants. Au vu des mots-clés sélectionnés pour réaliser l'accidentologie lié à l'activité de TEC, et notamment du banc d'essai Huracan, le phénomène dangereux le plus courant est : le rejet et la dispersion de matière.

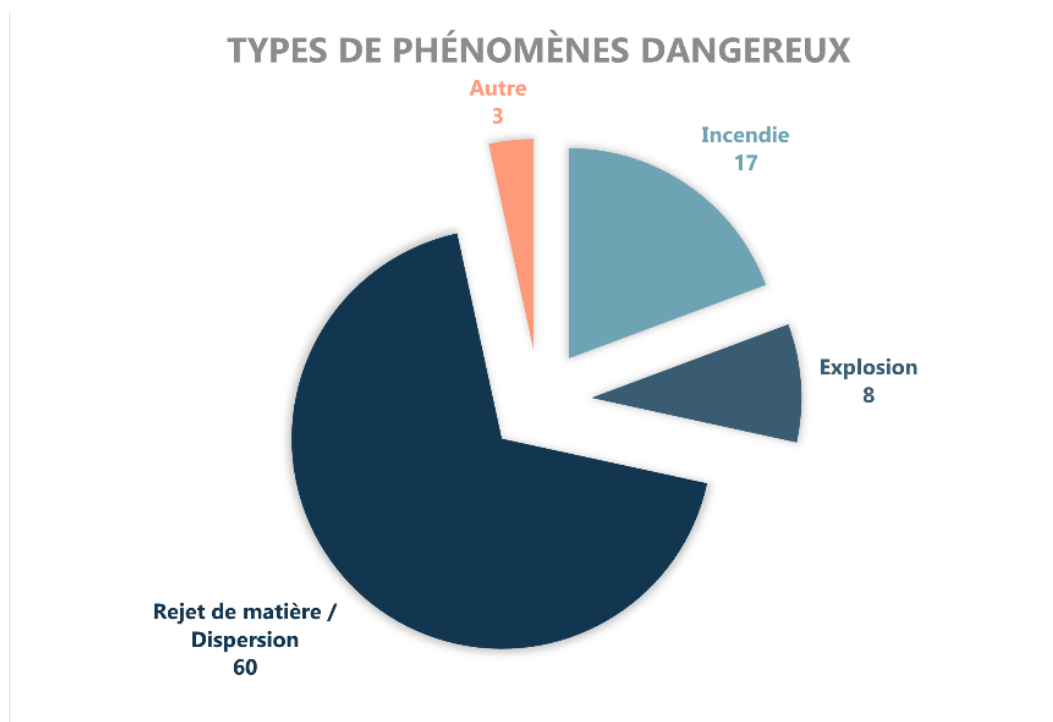


Figure 25 Analyse des types de phénomènes dangereux

### › Les conséquences de ces incidents et accidents :

Cette étude de l'historique des accidents, nous renseigne également sur l'impact sur les biens et les personnes. Les conséquences sont les plus souvent financières, matérielles puis environnementales. Notre extraction BARPI relève un accident ayant mené à un décès.

Cet accident est retenu dans l'analyse, car l'entreprise concernée dispose de produits chimiques identiques cependant utilisés ou stockés dans des conditions différentes. De plus, l'activité et le contexte réglementaire de l'entreprise sinistré ne sont pas assimilables à l'activité de TEC et aux contextes réglementaires.

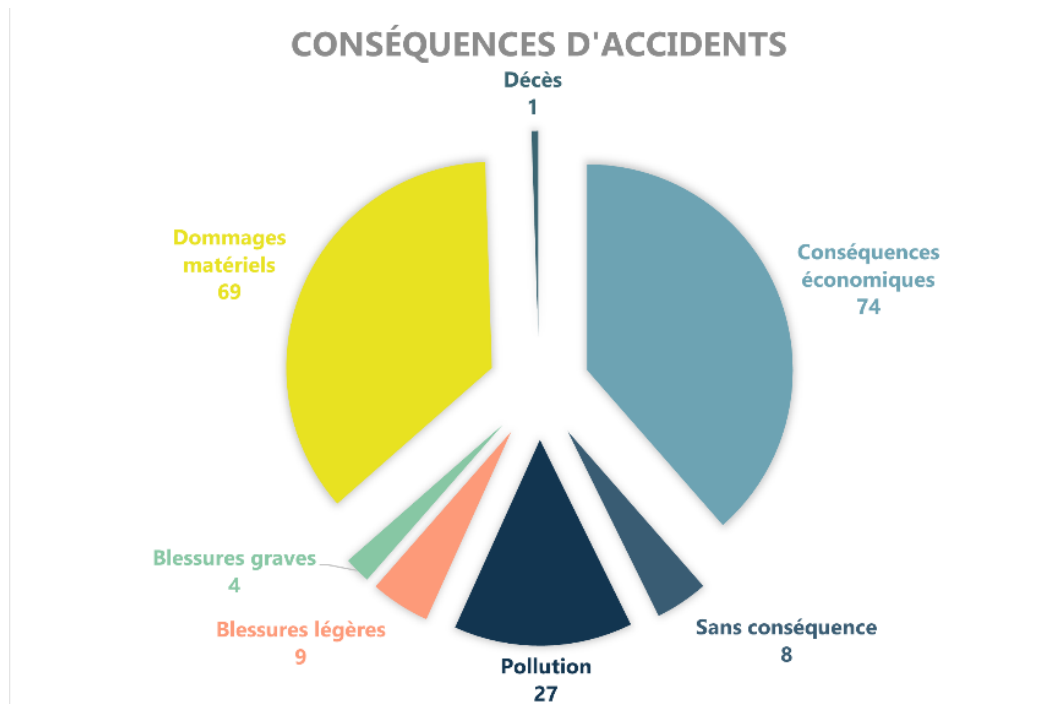


Figure 26 Analyse des conséquences des accidents

### 3.3. Accidentologie externe sectorielle

Cette section présente des accidents survenus sur des installations menant des activités similaires aux activités de TEC sur le site de Mérignac.

Ces données présentent le type d'accident, la description du déroulement et les causes de survenues.

Tableau 13 Accidentologie sectorielle (Source : Données TEC)

Type d'accident	Date et lieu de l'accident	Description de l'incident	Cause	Solution
Défaillance d'un tuyau cryogénique d'alimentation en LOX	Information non communicables et non consultables.	Séparation du raccord serti à l'extrémité d'un tuyau tressé en acier inoxydable cryogénique conduisant à une <b>rupture suivie d'une fuite explosive de LOX</b> .	La <b>pressurisation rapide du flexible</b> cryogénique lors du démarrage du moteur a dépassé la charge de serrage du raccord serti.	Information non communicables et non consultables.
Inflammation de copeaux d'aluminium à l'intérieur des conduites d'alimentation		<b>Inflammation de copeaux d'aluminium à l'intérieur des conduites d'alimentation</b> d'un banc d'essai de moteur.	Des copeaux d'aluminium, qui ont pu pénétrer par plusieurs voies possibles, se sont enflammés car ils étaient complètement entourés de LOX et qu'ils ont obtenu une énergie d'allumage suffisante en se déplaçant à l'intérieur des conduites d'alimentation.	
Défaillance d'un moteur en raison d'une séquence d'allumage incorrecte		<b>Détonation de la chambre de combustion d'un moteur</b> due à une séquence d'allumage incorrecte conduisant à des rapports de mélange incorrects (et explosifs).	Un mauvais réglage de l'allumage lors d'un essai précédent a entraîné un défaut d'allumage du moteur. Une <b>purge insuffisante</b> a été effectuée avant la deuxième tentative d'allumage du moteur, ce qui a entraîné la présence d'une grande quantité de LOX dans la chambre de combustion.	
Défaillance du système de contrôle de l'alimentation en pression		<b>Explosion dans un laboratoire</b> due à la défaillance simultanée du système de ventilation et du système d'alimentation en pression, entraînant une surpression dans la pièce et la rupture d'un mur. Cela s'est produit en moins de 1,5 seconde (démarrage du système → bouton d'arrêt d'urgence activé) avec seulement 5 m3 d'air à 14 bars.	Le système d'exploitation Windows a donné la priorité à une opération Windows pendant le contrôle d'une boucle PID pour la vanne de régulation primaire. Des <b>Redlines insuffisantes</b> ont été définies dans le système.	

Type d'accident	Date et lieu de l'accident	Description de l'incident	Cause	Solution
Rupture d'un assemblage boulonné sur l'article testé	Information non communicables et non consultables.	Rupture violente d'un assemblage boulonné en raison d'un coup de bélier (choc hydraulique) de plus de 140 bars sur une connexion qui était mal dimensionnée pour 60 bars. L'extrémité du tuyau flexible desserrée avec la pièce d'interface a détruit/endommagé de nombreuses pièces, y compris des vannes et des composants structurels du banc d'essai.	La pièce d'interface a été conçue et produite rapidement en raison d'un calendrier serré et l'effet de coup de bélier n'a pas été pris en compte. Au final, l'effet s'est avéré très important. Le filetage ayant été mal fabriqué, l'équipe d'intégration a décidé d'utiliser des boulons plus courts que ceux décrits dans la conception. Les filets des boulons ont été complètement cisailés lors du premier écoulement à froid.	Information non communicables et non consultables.
Le banc d'essai n'était pas correctement fixé au sol		Sous l'effet de la poussée du moteur, l'ensemble du banc d'essai s'est mis à basculer et à voler de façon incontrôlée.	Le banc d'essai n'était pas correctement fixé au sol.	
Explosion de la chambre de combustion		Le col de la tuyère s'est obstrué, provoquant une explosion et projection d'éclats. Les données montrent clairement une surpression avant l'explosion.	Plusieurs causes potentielles ont été identifiées : <ul style="list-style-type: none"> <li>Le revêtement thermique s'est détaché et a obstrué le col de tuyère.</li> <li>Les grains solides se sont brisés en morceaux et ont obstrué le col.</li> <li>Certains trous de boulons ont affaibli la paroi de la chambre, provoquant sa rupture sous l'effet de la charge.</li> </ul>	
Éjection du bouchon d'obturation		Éjection violente d'un bouchon qui a entraîné l'endommagement du banc, et aurait pu blesser gravement le personnel présent sur le banc.	Une mauvaise conception du banc d'essai a entraîné l'emprisonnement de gaz à haute pression entre un clapet anti-retour et un bouchon (utilisé à la place du moteur pour les essais d'étanchéité).	

Type d'accident	Date et lieu de l'accident	Description de l'incident	Cause	Solution
Deux extrémités enflammées sur le moteur	Information non communicables et non consultables.	La défaillance d'un joint dans le moteur a engendré des flammes à l'entrée du moteur.	La combinaison du TPS et de l'époxy haute température utilisée pour sceller les capteurs à l'entrée du moteur était insuffisante/mal conçue.	Information non communicables et non consultables.

### 3.4. Accidentologie interne

The Exploration Company a été fondé en 2021, il s'agit d'une société internationale relativement jeune avec des implantations en Europe et aux Etats-Unis.

De ce fait, le site d'essais de Mérignac a enregistré peu d'incidents ou d'accidents de sécurité. Toutefois, trois anomalies liées aux essais sur le banc Mistral ont été constatées depuis sa mise en service en juin 2024. Sur les trois incidents, un était lié à la qualité et deux à la sécurité.

Ci-dessous la description des incidents sécurité survenus :

Tableau 14 Incidents sur le banc Mistral

Incident n°1	
Description de l'incident	Information non communicables et non consultables.
Causes	
Solutions	
Incident n°2	
Description de l'incident	Information non communicables et non consultables.
Causes	
Solutions	

## 4. MESURES DE PREVENTION, DE PROTECTION ET MOYENS D'INTERVENTION

En termes de lutte contre les différents risques, nous distinguons deux types de barrières :

- › Les mesures et moyens de prévention, qui interviennent en amont de l'événement pour éviter sa survenue ;
- › Les mesures et moyens de protection, qui interviennent après l'événement en vue de limiter ses effets sur les biens, les personnes et l'environnement.

### 4.1. Mesures de prévention

#### 4.1.1. Dispositifs techniques et technologiques

- › **Equipements actifs de sécurité :**

Information non communicables et non consultables.

- › **Dispositifs passifs de sécurité :**

Information non communicables et non consultables.

#### 4.1.2. Moyens organisationnels

Les mesures organisationnelles assurent également le bon état de marche des barrières techniques.

Les moyens logistiques peuvent être de nature multiple :

- › **Gestion des stocks :**

Un plan de stockage élaboré lors de la conception de l'implantation permet de prendre en compte les risques associés aux produits chimiques du banc d'essais Huracan et des autres activités décrites au § II1.1 :

- Incompatibilités chimiques pouvant entraîner des réactions dangereuses ;
- Caractère inflammable, toxique et polluant pour l'environnement ;
- Manutention.

Chaque produit présent sur le site est identifiable (étiquetage) et dispose de sa Fiche de Données de Sécurité (FDS). Les produits potentiellement incompatibles sont stockés séparément. De plus, conformément aux dispositions de l'article 25 de l'arrêté du 4 octobre 2010, les produits le nécessitant sont stockés sur rétention. En effet, certains produits du fait de leur température et leur vitesse de vaporisation ne nécessitent de l'installation d'une rétention.

L'activité de dépotage est encadrée par une procédure spécifique à chaque produit (barrière organisationnelle).

- › **Prévention des actes de malveillance :**

Information non communicables et non consultables.

- › **Informations et formations du personnel :**

Information non communicables et non consultables.

- › **Consignes de sécurité :**

Le site de Mérignac a édité un guide disponible en ligne. Il s'agit d'un document de référence regroupant les consignes de sécurité (règles de stationnement, interdiction de fumer, ...).

Le guide et les plans de sécurités sont complétés par des affichages.

## 4.2. Mesures de protection

Les réservoirs de stockages sont équipés de dispositifs de sécurité adaptés aux risques identifiés (mesure de niveau et de pression). Par exemple, dans le cas de surpression, l'intégrité de l'équipement est protégée par une soupape.

Le site dispose d'une torchère principale, organe majeur de sécurité, raccordé à l'ensemble des équipements et des tuyauteries mettant en jeu du méthane liquéfié. La torchère dispose d'un cache-flamme, qui peut être considéré comme une deuxième barrière de sécurité pour les effets thermiques.

## 4.3. Moyens d'intervention internes et externes

### 4.3.1. Moyens d'intervention internes

#### › Moyens techniques

Information non communicables et non consultables.

#### › Plan de Défense Incendie (PDI)

Information non communicables et non consultables.

### 4.3.2. Moyens d'intervention externes

Information non communicables et non consultables.



## 5. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES - APR

### 5.1. Présentation de la méthode

#### 5.1.1. Méthodologie

L'Analyse des Risques, qui est proposée dans ce chapitre, constitue la partie fondatrice de l'Etude de Dangers, car c'est elle qui doit conduire à l'identification des phénomènes dangereux.

Cette identification passera par l'analyse des événements accidentels non désirés résultant de la combinaison de dysfonctionnements, de dérives ou d'agressions extérieures, qui seront hiérarchisés afin d'apprécier les situations accidentelles et, le cas échéant, les phénomènes dangereux susceptibles de conduire à un accident majeur.

Plusieurs méthodes existent pour mener à bien une telle démarche (objet du référentiel INERIS Ω-7 « Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle »), notamment :

Tableau 15 Méthodes d'identification des risques d'un site industriel et leur champ d'utilisation classique

Désignation de la méthode	Principe de la méthode
Analyse Préliminaire des Risques - APR	Identification et évaluation des risques de manière préliminaire à l'utilisation de méthodes d'analyse plus précises ou sur un système peu complexe – adapté à la conception d'installations nouvelles
Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité – AMDEC	Méthode inductive qui analyse les conséquences d'une défaillance élémentaire sur un système technique spécifique
HAZard and OPerability study – HAZOP	Utilisée surtout pour les systèmes thermo-hydrauliques, cette méthode permet d'étudier a priori les conséquences d'écarts locaux de fonctionnement (paramètres tels que Température, Pression ...)
Arbre de défaillances	Schéma logique arborescent qui permet de relier par une méthode déductive l'événement non désiré aux événements élémentaires susceptibles de l'entraîner
Arbres d'événements	Schéma logique arborescent qui permet de relier par une méthode inductive l'événement initiateur aux événements élémentaires susceptibles de l'entraîner

Pour la présente Etude de Dangers, le choix s'est porté sur une démarche d'Analyse Préliminaire des Risques, APR, qui est la plus adaptée au contexte des ICPE soumises à Autorisation.

En référence au plan type des Etudes de Dangers proposé dans l'Ω-9 de l'INERIS (Rapport INERIS-DRA-15-148940-03446A - Etude de Dangers d'une installation classée), l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) présente la méthode retenue afin de :

- › Identifier de façon exhaustive l'ensemble des événements initiateurs (dérives de paramètres, défaillances techniques ou humaines/organisationnelles, ...) pouvant conduire à la survenue d'un phénomène dangereux au sein des installations de son établissement ;
- › Identifier les phénomènes dangereux associés ;
- › Recenser les barrières de sécurité mises en œuvre (en prévention ou en protection) ;
- › Sélectionner les phénomènes dangereux qui seront analysés et caractérisés lors de l'étude détaillée des risques.

A partir du travail mené dans les chapitres précédents qui ont permis d'identifier les phénomènes externes (naturels ou humains) et les potentiels de dangers des produits / installations / procédés internes, un travail d'analyse a été mené.

Ce travail consiste à identifier et analyser les **Evénements Redoutés Centraux (ERC)** au travers de :

- › leurs causes, notamment à des événements initiateurs ;
- › Leurs conséquences ;
- › Les mesures de prévention et de protection pour éviter ou supprimer les phénomènes dangereux ;
- › Et enfin, l'intensité et la gravité des effets.
- › Cette identification sera l'objet de tableaux par fonction ou par secteur dans la suite.

L'objectif sera d'identifier parmi ces événements agresseurs ceux qui seront susceptibles de conduire à des phénomènes dangereux dont les effets seront « significatifs » et notamment ceux susceptibles d'avoir des effets « sortants » du site ou générant des effets dominos.

### 5.1.2. Analyse APR

Conformément aux préconisations de l'Ω-9 de l'INERIS, l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) sera en termes de présentation restituée en plusieurs parties de la façon suivante :

- › Une présentation de la méthodologie d'analyse de risques ;
- › Une présentation du découpage fonctionnel/sectoriel des installations ;
- › Une présentation sous forme de tableaux retranscrivant le travail mené.

L'analyse APR a été initiée par la société GEXCON pour le compte de TEC et reprise par la société NEODYME. Les fournisseurs, notamment Air Liquide Maritime, ont participé aux sessions de travail pour apporter des précisions sur les équipements, les produits et aussi, leur retour d'expérience.

#### 5.1.2.1. Echelles de probabilité et de gravité

Le niveau de probabilité représente la fréquence d'apparition d'un scénario avec les conséquences déterminées. Plus le niveau de probabilité est élevé, plus le scénario est susceptible de se produire.

Tableau 16 Cotation de la probabilité

Classe de probabilité	Qualitative	1/2 Quantitative	Quantitative [par unité et par an]	Exemples (Grille GEXCON)
A (P5)	Evénement courant	S'est produit sur site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré d'éventuelles mesures correctives	$F > 10^{-2}$	Fuite due à la corrosion, fuite sur une bride
B (P4)	Evénement probable	S'est déjà produit et/ou peut se reproduire pendant la durée de vie de l'installation	$10^{-2} > F > 10^{-3}$	/

Classe de probabilité	Qualitative	1/2 Quantitative	Quantitative [par unité et par an]	Exemples (Grille GEXCON)
C (P3)	Événement improbable	S'est déjà produit dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité	$10^{-3} > F > 10^{-4}$	/
D (P2)	Événement très improbable	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	$10^{-4} > F > 10^{-5}$	Rupture du tuyau GNL (considérablement réduite par les connecteurs à rupture)
E (P1)	Événement possible mais extrêmement peu probable	N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années d'installations	$F < 10^{-5}$	Accident d'avion, BLEVE

Le niveau de gravité représente l'étendue des conséquences d'un scénario en cas d'occurrence. Le choix du niveau correspond à la gravité majorante entre la gravité sur les personnes et la gravité sur l'environnement.

Tableau 17 Cotation de la gravité

Classe de gravité / intensité		Ancienne cotation (GEXCON)	Description qualitative
5	Catastrophique	4	Décès multiples Atteinte environnementale sévère et immédiate, très difficile à compenser
4	Critique	3	Blessures sévères multiples et/ou un décès possible Atteinte environnementale grave
3	Majeur	2	Blessures légères ou peu de blessures Atteinte environnementale pouvant être compensée
2	Mineur	1	Blessures mineures, gênes ou irritations Effets environnementaux mineurs
1	Négligeable	0	Pas de blessure ou de maladie Pas d'atteinte environnementale

### 5.1.2.2. Grille de criticité

La criticité d'un risque est le produit de son niveau de probabilité (P) par son niveau de gravité (G). La grille ci-dessous permet de lire cette grandeur.

Tableau 18 Grille de criticité

Gravité						
5	5	6	7	8	9	
4	4	5	6	7	8	
3	3	4	5	6	7	
2	2	3	4	5	6	
1	1	2	3	4	5	
	E (P1)	D (P2)	C (P3)	B (P4)	A (P5)	Probabilité

Risque acceptable

Risque intermédiaire à surveiller (tolérable)

Risque important/inacceptable nécessitant une analyse supplémentaire et des mesures de réduction

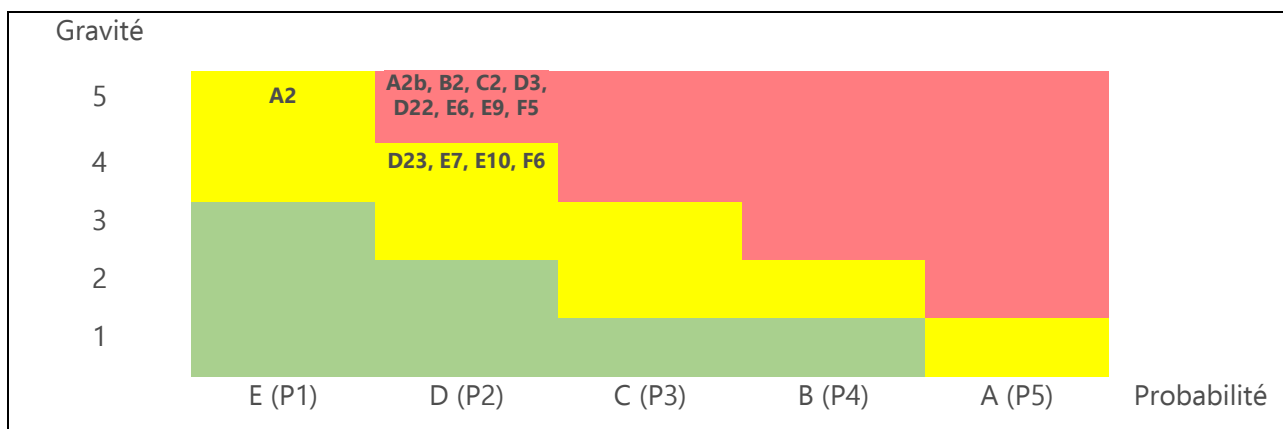
Lors de l'analyse préliminaire des risques, nous déterminerons dans un premier temps si les effets sortent des limites de propriétés. Le cas échéant, nous procéderons à la cotation des événements en termes de probabilité et d'intensité pour obtenir la criticité.

### 5.1.3. Synthèse de l'APR

Pour réaliser l'APR, les activités du banc d'essais Huracan ont été découpées en 7 sections :

- › A - Dépotage LCH4 ;
- › B - Dépotage LOx ;
- › C - Dépotage LN2 ;
- › D - Refroidissement du banc ;
- › E - Refroidissement de l'article ;
- › F - Fonctionnement ;
- › G - Purge & Arrêt.

Tableau 19 Grille de criticité brut après groupe de travail



Risque acceptable

Risque intermédiaire à surveiller (tolérable)

Risque important/inacceptable nécessitant une analyse supplémentaire et des mesures de réduction

L'APR a été réalisée en groupe de travail avec une approche qualitative basée sur le niveau de connaissance et d'expérience de chacun.

L'analyse préliminaire des risques a permis d'identifier **13 situations dangereuses sur 93 événements** susceptibles de survenir lors de l'exploitation des nouvelles installations. L'analyse préliminaire des risques est disponible en Annexe 2.

Les 13 scénarios sont modélisés dans la section suivante §6.5 afin de déterminer les distances d'effets et valider ou non le fait que les effets associés aux phénomènes dangereux ne sortent pas des limites du site. Le cas échéant, la modélisation permet de préciser la gravité du phénomène.

Les scénarios retenus sont :

- › Scénario A-2 : Perte de confinement du Storage Tank LCH4 suite à la chute d'un avion ;
- › Scénario A-2b : Eclatement du Storage tank LCH4 ;
- › Scénario B-2 : Eclatement du Storage tank LOX ;
- › Scénario C-2 : Eclatement d'un des LN2 tank (01, 02 ou 03) ;
- › Scénario D-3 : Eclatement du Run tank LOX ;
- › Scénario D-22 : Rupture de la canalisation entre LCH4 storage tank et LCH4 run tank, en phase de refroidissement du banc avec du LCH4 ;
- › Scénario D-23 : Fuite sur la canalisation entre LCH4 storage tank et LCH4 run tank, en phase de refroidissement du banc avec du LCH4 ;
- › Scénario E-6 : Rupture de la canalisation (sans pompe) de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH4

- › Scénario E-7 : Fuite sur la canalisation (sans pompe) de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH4 ;
- › Scénario E-9 : Rupture de la canalisation (avec pompe) de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH4 ;
- › Scénario E-10 : Fuite sur la canalisation (avec pompe) de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH4 ;
- › Scénario F-5 : Rupture de la canalisation de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de fonctionnement / d'essai ;
- › Scénario F-6 : Fuite sur la canalisation de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de fonctionnement / d'essai.

Pour préciser ces situations, notamment les phénomènes dangereux, les conséquences sont modélisées pour estimer la distance des seuils d'effets réglementaires (§6.1) et le cas échéant, la gravité des conséquences humaines est précisée (§6.2).



## 6. CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

### 6.1. Présentation des seuils réglementaires

L'évaluation des effets des phénomènes dangereux, qu'il s'agisse des effets de surpression, des effets toxiques et/ou des effets thermiques auront pour finalité d'être comparés aux valeurs seuils définies dans l'Annexe 2 de l'Arrêté Ministériel 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 Etudes de Dangers des installations classées soumises à autorisation ».

Ces valeurs fixent les seuils réglementaires à ne pas atteindre et permettront ensuite d'évaluer la gravité des phénomènes dangereux développés dans l'Analyse Détaillée des Risques.

#### Seuils des effets thermiques

Cible	Seuils	Effets
Sur les structures	5 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des destructions de vitres significatives.
	8 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des effets dominos et correspondant au seuil de dégâts graves.
	16 kW/m <sup>2</sup>	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves, hors structures béton.
	20 kW/m <sup>2</sup>	Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton.
	200 kW/m <sup>2</sup>	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.
Sur l'homme (permanent ou transitoire)	SEI Flux thermique : 3 kW/m <sup>2</sup> Dose thermique : 600 ((kW/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup> ).s	Seuil des Effets Irréversibles délimitant la zone de dangers significatif pour la vie.
	SEL Flux thermique : 5 kW/m <sup>2</sup> Dose thermique : 1 000 ((kW/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup> ).s	Seuil des Effets Létaux délimitant la zone des dangers graves pour la vie humaine.
	SELS Flux thermique : 8 kW/m <sup>2</sup> Dose thermique : 1 800 ((kW/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup> ).s	Seuil des Effets Létaux Significatifs délimitant la zone de dangers très grave pour la vie humaine.

## Seuils des effets de surpression

Cible	Seuils	Effets
Sur les structures	20 hPa ou mbar	Seuil des destructions significatives de vitres.
	50 hPa ou mbar	Seuil des dégâts légers sur les structures.
	140 hPa ou mbar	Seuil des dégâts graves sur les structures.
	200 hPa ou mbar	Seuil des effets domino.
	300 hPa ou mbar	Seuil des dégâts très graves sur les structures.
Sur l'homme	20 hPa ou mbar	Seuils des effets délimitant la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme.
	SEI 50 hPa ou mbar	Seuils des Effets Irréversibles délimitant la zone des dangers significatifs pour la vie humaine.
	SEL 140 hPa ou mbar	Seuils des Effets Létaux délimitant la zone des dangers graves pour la vie humaine.
	SELS 200 hPa ou mbar	Seuils des Effets Létaux Significatifs délimitant la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

## Seuils des effets toxiques

Il n'y a pas de valeurs de référence pour les effets toxiques, car elles sont propres à chaque élément toxique. Il est donc nécessaire d'indiquer les valeurs dans la fiche scénario pour définir les seuils : SEI, SEL et SELS.

## 6.2. Grille de gravité en fonction des conséquences

Cette section présente la grille d'appréciation de la gravité suivant les conséquences humaines présentée en annexe 3 de l'arrêté du 29/09/2005.

Tableau 20 Echelle d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident à l'extérieur des installations

	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	Zone délimitée par le seuil des effets létaux	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles
Désastreux	Plus de 10 personnes exposées (1)	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 inférieure à une personne

(1) Personne exposée : en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent.

## 6.3. Précision d'appréciation du risque apporté par les guides professionnels

### Scénarios sur les canalisations aériennes

Le guide GESIP [03] apporte des précisions sur les éléments d'appréciation pour les scénarios sur les canalisations aériennes, notamment sur les événements initiateurs :

- › Les chocs mécaniques dus aux travaux de tiers (Usage de grue, ...) : cet événement n'est pas retenu par le guide ;
- › Les agressions mécaniques liées à la circulation : le risque est limité par la mise en place de protection physique (mur, glissière).

En se basant sur le guide, nous excluons le risque de rupture des canalisations lié aux travaux. L'exclusion de cet événement initiateur est également justifiée par l'absence de fluide dans les tuyauteries en phase de travaux.

**Au vu des éléments complémentaires d'appréciation du risque, les causes de rupture des canalisations par travaux (grue) ou par choc mécanique avec un véhicule sont exclues.**

La section § 4.3.1 "cas des canalisations aériennes" du guide précise que les causes plausibles de fuite ou de rupture sur les canalisations aériennes sont liées à la vibration ou aux défauts d'équipement (défaut matériaux, corrosion, ...).

Pour ce deuxième point, l'accidentologie présentée au §3.2 montre que le choix de process et d'équipement (robustesse des matériaux, qualités, choix des technologies, ...) est une cause profonde d'accident dans environ 8 % des cas.

En complément, le guide précise, en appui du REX de la société TIGF et GRT gaz, que la taille de fuite hors rupture de piquage ne dépasse pas 5 mm.

Les précisions du guide permettent d'exclure les scénarios de brèche (5 mm). L'étude retient les scénarios de rupture pour la modélisation. De ce fait, nous pouvons exclure les scénarios : D-23, E-7, E-10 et F-6.

## 6.4. Description des outils et modèles utilisés

**Les distances d'effet pour l'éclatement des capacités sous pression** ont été obtenues. À partir d'une feuille de calcul basé sur l'abaque multi-énergie indice 10 de l'INERIS et de l'abaque de Baker, dit TNO.

La combinaison de ces 2 abaques prend en considération le type d'explosion (Surchauffe, agression thermique, corrosion, ...), le volume de la capacité, le gamma du gaz et la pression de tarage de l'équipement.

Le type d'explosion influence sur la surpression au moment de la rupture. Par exemple, dans le cas d'une agression thermique, la surpression au moment de la rupture équivaut à 1,21 fois la pression de tarage.

Cette feuille de calcul ne prend pas en considération le niveau d'occupation du sol (présence de mur ou d'équipement) pour réduire les distances d'effet. Les distances d'effet sont obtenues pour un terrain vierge.

**Les distances d'effet des phénomènes dangereux : UVCE, flash fire et jet fire** ; sont obtenues grâce au logiciel de modélisation Phast, version 8.6. Phast (Process Hazard Analysis Software Tool) est un logiciel de modélisation développé par DNV (Det Norske Veritas), spécifiquement conçu pour l'analyse des risques industriels liés aux rejets accidentels de substances dangereuses.

PHAST dispose de plusieurs modèles, dans le cas des modélisations du dossier, nous avons utilisé le modèle « Long pipe » et « Standalone ». Les données techniques concernant les équipements ont été fournies par TEC. Concernant les données génériques, comme la météorologie, nous avons utilisé les données numériques génériques.

Comme la fiche de calcul, la prise en compte de l'occupation du terrain (terrain vague, peu encombré, très encombré) est limitée. Dans le cas de l'UVCE, nous pouvons déterminer et renseigner des îlots d'encombrement à l'aide de la matrice d'aide à la décision de l'indice de Kinsella (1993).

## 6.5. Présentation des scénarios et les phénomènes dangereux associés

Les informations contenues dans cette section sont confidentielles et ne peuvent être communiquées ou consultées.

### 6.5.1. Cartographies agrégées des phénomènes dangereux

Les deux types de phénomènes dangereux retenus sont les effets thermiques et les effets de surpression. Conformément à l'article D181-15-2 du Code de l'Environnement, des cartographies agrégeant les types d'effets issus des scénarios présentés sont présentés ci-dessous. Les cartes des effets agrégés sont élaborées à partir des différents scénarios et des phénomènes dangereux associés.

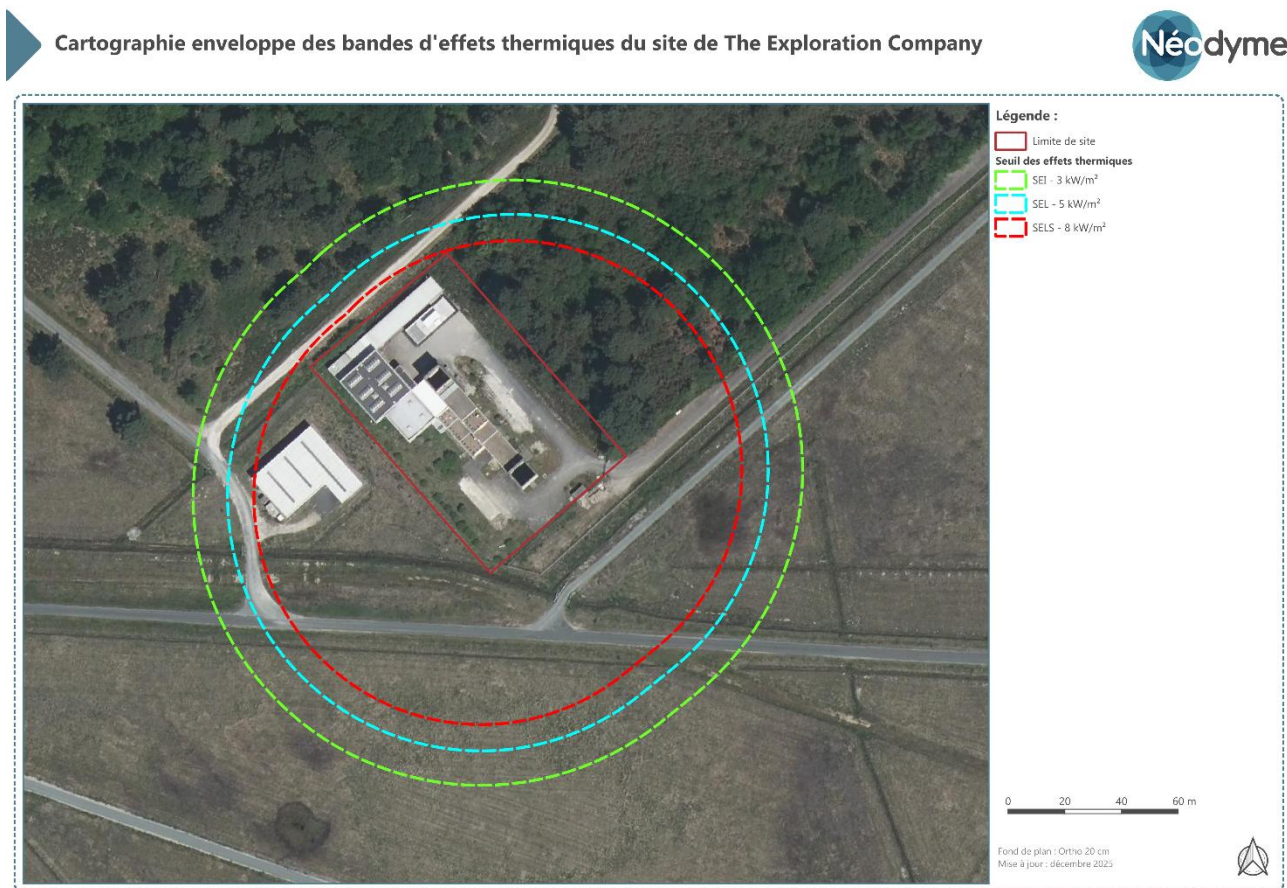


Figure 27 Carte agrégée des effets thermiques



Cartographie enveloppe des bandes d'effets de surpression du site de The Exploration Company

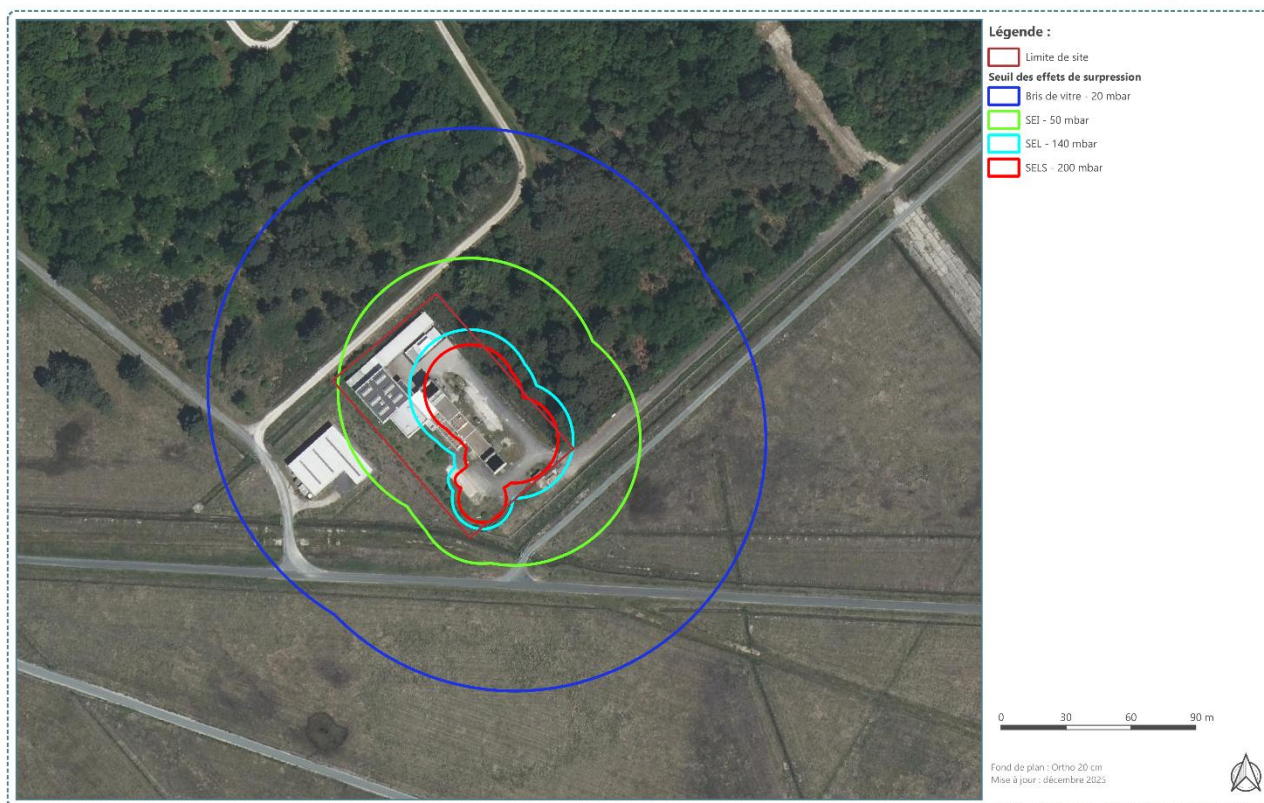


Figure 28 Carte agrégée des effets de surpression

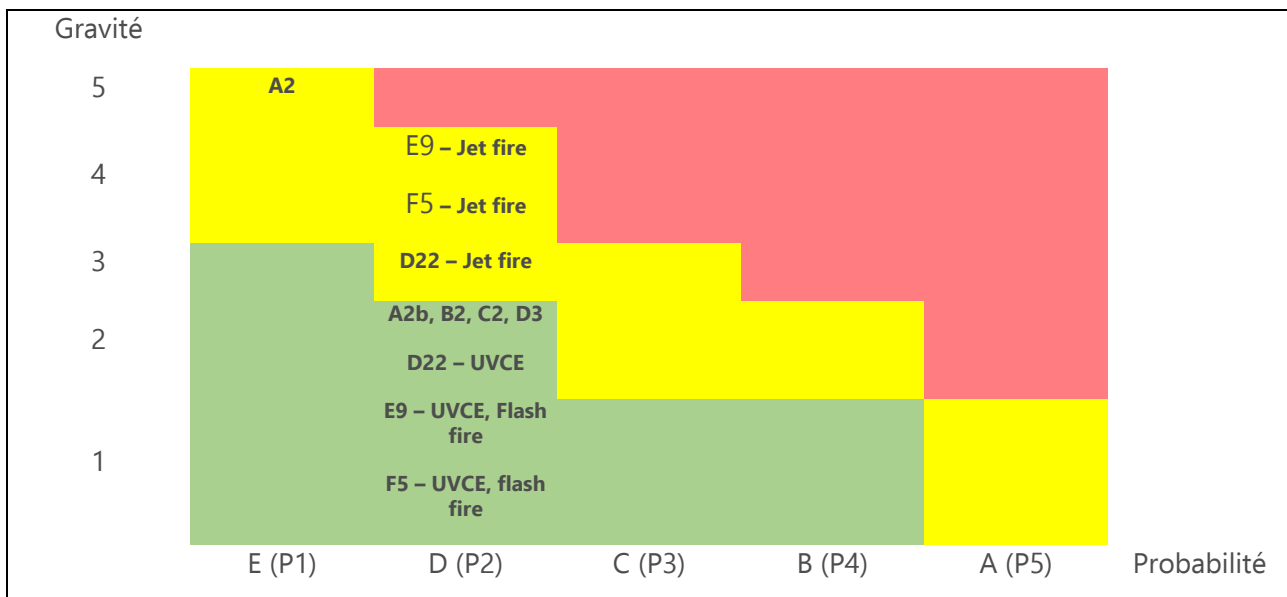
## 6.6. Synthèse des résultats

Les précisions apportées par cette section, par les résultats de la modélisation des distances d'effets, a permis :

- › D'identifier les scénarios et les phénomènes dangereux (PhD) associés :
  - Apporter des précisions sur la cotation de la gravité par personne. Cette modification se justifie en prenant en compte la surface impactée par les seuils d'effets, les données forfaitaires du nombre de personnes par surfaces impactées de la Circulaire du 10/05/2010 [02] et l'échelle de gravité de l'arrêté du 29/09/2005 [01].
    - Les scénarios A-2b, B-2, C-2 et D-3, dont la gravité initiale est estimée à « 5 - Désastreux » lors du groupe de travail passe à une gravité de « 2 - Sérieux » ;
    - Le scénario D-22, pour le PhD UVCE passe d'une gravité « 5 » à « 2 » et pour le PhD Jet fire, d'une gravité « 5 » à « 3 » ;
    - Les scénarios E-9 et F-5 : la gravité de l'UVCE et du Flash fire passe de « 5 » à une gravité de « 1 » ; pour le Jet fire, la gravité est décotée de « 5 » à « 4 ».
  - D'identifier les scénarios et PhD à étudier en analyse détaillée des risques (ADR) ;
- › Et, les scénarios avec des effets dominos à l'extérieur du site.

Les scénarios de fuite : D-23, E-7, E-10 et F-6 sont exclus car les scénarios de rupture sont majorants.

Tableau 21 Grille de criticité intermédiaire après modélisation



Risque acceptable

Risque intermédiaire à surveiller (tolérable)

Risque important/inacceptable nécessitant une analyse supplémentaire et des mesures de réduction

Les scénarios retenus en ADR sont :

- › D-22 : Rupture de la canalisation entre LCH4 storage tank et LCH4 run tank, en phase de refroidissement du banc avec du LCH4 – Jet fire
- › E-9 : Rupture sur la canalisation (avec pompe) de LCH4, entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH4 – Jet fire
- › F-5 : Rupture sur la canalisation (avec pompe) de LCH4, entre le run tank et l'article, en phase de fonctionnement – Jet fire

L'analyse des effets dominos des scénarios est présenté au §8.



N° scénario	Situation dangereuse / Titre de l'évènement	Phénomène dangereux - PhD				Impact sur les tiers et les structures					Impact sur l'environnement	Retenu pour l'ADR
		Nature	Thermique	Surpression	Toxique	SEI	SEL	SELS	Bris de vitres	Effets domino		
A-2	Perte de confinement du Storage Tank LCH4 suite à la chute d'un avion	Destruction										Non
A-2b	Eclatement du Storage tank LCH4	Explosion (BLEVE potentiel en PhD secondaire)		X		61	28	21	121	21	/	Non
B-2	Eclatement du Storage tank LOX	Explosion		X		58	27	20	116	20	/	Non
C-2	Eclatement d'un des LN2 tank (01, 02 ou 03)	Explosion		X		58	27	20	115	20	/	Non
D-3	Eclatement du Run tank LOX	Explosion		X		30	14	11	6	11	/	Non
D-22	Rupture de la canalisation entre LCH4 storage tank et LCH4 run tank, en phase de refroidissement du banc avec du LCH4	UVCE		X		43,43	15,34	10,24	/	10,24	/	Non
		Flash fire	X			12,51	11,37	11,37	/	11,37	/	Non
		Jet fire	X			32,66	29,32	26,85	/	26,85	/	Oui
E-6	Rupture de la canalisation (sans pompe) de LCH4	UVCE		X		/	/	/	/	/	/	/
		Flash fire	X			0,48	0,44	0,44	/	0,44	/	Non
		Jet fire	X			15,16	13,87	12,90	/	12,90	/	Non
E-9		UVCE		X		18,3	6,7	3,6	71,4	3,6	/	Non

N° scénario	Situation dangereuse / Titre de l'évènement	Phénomène dangereux - PhD				Impact sur les tiers et les structures					Impact sur l'environnement	Retenu pour l'ADR
		Nature	Thermique	Surpression	Toxique	SEI	SEL	SELS	Bris de vitres	Effets domino		
	Rupture de la canalisation (avec pompe) de LCH4, entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH4	Flash fire	X			23,13	21,03	21,03	/	21,03	/	Non
		Jet fire	X			101,44	89,32	80,05	/	80,05	/	Oui
F-5	Rupture de la canalisation (avec pompe) de LCH4, entre le run tank et l'article, en phase de fonctionnement	UVCE		X		18,3	6,7	3,6	71,4	3,6	/	Non
		Flash fire	X			23,13	21,03	21,03	/	21,03	/	Non
		Jet fire	X			101,44	89,32	80,05	/	80,05	/	Oui

## 7. ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES

### 7.1. Présentation de la méthode

L'Analyse Détaillée des Risques (ADR) suit la logique de travail mise en place dans la [section 5](#) Analyse préliminaire des risques (APR).

L'analyse détaillée a pour but de :

- › Déterminer la gravité, probabilité, cinétique des scénarios ayant des effets à l'extérieur du site.
- › Positionner les scénarios dans la matrice MMR (non obligatoire pour les installations non SEVESO mais réalisé dans la pratique).
- › Définir les barrières de sécurité.
- › Les phénomènes retenus suite à l'APR ont été caractérisés en intensité. Les résultats sont donnés au chapitre précédent.

Ces résultats montrent que le phénomène dangereux « Jet fire » des scénarios : D-22, D-23, E-9, E-10, F-5 et F-6 ; a des effets à l'extérieur du site.

De ce fait, une analyse détaillée des risques est présentée dans les sections suivantes avec les nœuds papillons associées à chaque phénomène dangereux.

### 7.2. Nœuds papillon

#### 7.2.1. Principe

Le nœud papillon est une méthode d'analyse de risques visuelle qui permet la quantification des événements initiateurs (EI), de l'événement redouté central (ERC) et des phénomènes dangereux en découlant (PhD). La méthode prend en compte le niveau de confiance des barrières de sécurité prévues.

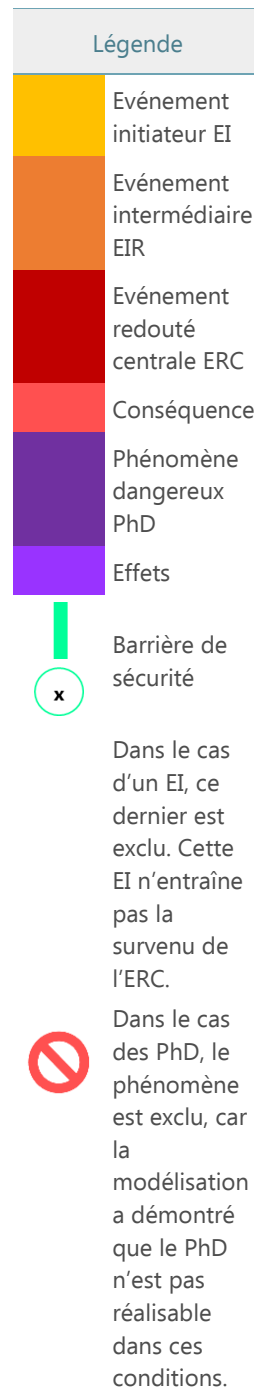
Le nœud papillon se compose de 2 parties, une partie en amont de l'ERC correspondant à un arbre de défaillances qui détermine la survenue de l'ERC ; et une partie en aval de l'ERC correspondant à un arbre des événements qui décrit les conséquences (PhD).

## 7.2.2. Présentation des nœuds papillon

Les nœuds papillon (NP) des scénarios retenus en ADR sont présentés ci-dessous afin d'obtenir une vision schématique du déroulement et une approche semi-quantitative. Les nœuds papillon sont également disponibles en Annexe 4.

Les données numériques utilisées sont issues du « Purple book », [04].

Un tableau des barrières est présenté à la suite du NP.



#### 7.2.2.1. Scénario D-22 : Rupture de la canalisation entre LCH4 storage tank et LCH4 run tank, en phase de refroidissement du banc avec du LCH4

Les informations contenues dans cette section sont confidentielles et ne peuvent être communiquées ou consultées.

**Informations non  
communicables  
et non  
consultables**

Figure 29 Noeud papillon du scénario D-22 : Rupture de la canalisation entre LCH4 storage tank et LCH4 run tank, en phase de refroidissement du banc avec du LCH4

## Barrières :

Les informations contenues dans cette section sont confidentielles et ne peuvent être communiquées ou consultées.

En conclusion, l'approche semi-quantitative NP a permis d'obtenir une probabilité d'occurrence de « E » pour le Jet fire de la canalisation entre le storage tank et le run tank. Après l'analyse, le couple de cotation « E,3 » permet de classer le risque comme acceptable dans la matrice.



7.2.2.2.

7.2.2.2. Scénario E-9 / F-5 : Rupture de la canalisation (avec pompe) de LCH<sub>4</sub>, entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH<sub>4</sub> / en phase d'essai

Les informations contenues dans cette section sont confidentielles et ne peuvent être communiquées ou consultées.

**Informations non  
communicables  
et non  
consultables**

Figure 30 Noeud papillon du scénario E-9 / F-5 : Rupture de la canalisation (avec pompe) de LCH<sub>4</sub>, entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH<sub>4</sub> / en phase d'essai

## Barrières :

Les informations contenues dans cette section sont confidentielles et ne peuvent être communiquées ou consultées.

En conclusion, l'approche semi-quantitative NP et la définition d'une barrière MMR ont permis d'obtenir une probabilité d'occurrence de « E » pour le Jet fire de la canalisation entre le storage tank et le run tank. Après l'analyse, le couple de cotation « E,3 » permet de classer le risque comme acceptable dans la matrice.

## 8. ANALYSE DES EFFETS DOMINOS

Les effets susceptibles d'être générés par l'accident majeur potentiel sont des effets de surpression ou les effets thermiques (incendie, feu torche : phénomènes non transitoires). Le tableau ci-après présente les valeurs seuils retenues pour la détermination des effets dominos :

Effets	Seuils des effets dominos Arrêté Ministériel du 29/09/2005
Surpression	200 mbar
Thermique	8 kW/m <sup>2</sup>

Selon la circulaire du 10 mai 2010, pour les effets thermiques liés au rayonnement dont la durée d'exposition au rayonnement est de courte durée, il n'est pas considéré d'effets dominos pour les phénomènes transitoires (UVCE, BLEVE), non repris dans le tableau suivant.

### 8.1.1. Effets dominos

Le tableau suivant présente les installations du site d'essais de Mérignac qui génèrent des effets dominos sur d'autres installations, pouvant notamment engendrer un accident majeur.

Analyse effets dominos

Equipement	Scénario	Phénomène dangereux	Effets thermiques (rayon en m)	Effets de surpression (rayon en m)	Effets dominos sortant ? - effets sur le voisinage	Installations touchées - effets dominos interne	Proba ERC générique (Purple book)	Source - purple book	Proba effets dominos interne sur le scénario
A-2	Perte de confinement du Storage Tank LCH4 suite à la chute d'un avion	/	/	/	/	/	/		
A-2b	Eclatement du Storage tank LCH4	Explosion (BLEVE potentiel en PhD secondaire)	/	21	oui (négligeable)	LN2 tank 01 /02 /03 -C2 GN2 : T001 à T009 - sans scénario CH4 gazeux - sans scénario conduite LCH4 vers run tank LCH4 - D22)	5,00E-07	Table 3.3, §3.2.1 pressure vessel / G1	2,52E-06

B-2	Eclatement du Storage tank LOX	Eclatement	/	20	oui (négligeable)	Canalisation LN2 - sans scénario Canalisation LOX - sans scénario (Mur anti-explosion)	5,00E-07	Table 3.3, §3.2.1 pression vessel / G1	/
C-2	Eclatement d'un réservoir LN2 tank	Eclatement	/	20	oui (négligeable)	Storage tank LCH4 - A2b LN2 tank 01/02/03 - C2 Canalisation LN2 - sans scénario CH4 gazeux - sans scénario canalisation LCH4 vers run tank - D22	5,00E-07	Table 3.3, §3.2.1 pression vessel / G1	2,52E-06
D-3	Eclatement du run tank LOX	Eclatement	/	11	oui (négligeable)	Stockage N2 gazeux - sans scénario stockage O2 gazeux - sans scénario Canalisation LOX depuis storage / vers article - sans scénario	5,00E-07	Table 3.3, §3.2.1 pression vessel / G1	/

D-22	Rupture de la canalisation entre LCH4 storage tank et LCH4 run tank, en phase de refroidissement du banc avec du LCH4	UVCE	/	10,24	non	LN2 tank 01 /02 /03 -C2 GN2 : T001 à T009 - sans scénario CH4 gazeux - sans scénario Storage LCH4 - A2b Run tank LCH4 - sans scénario conduite LCH4 vers run tank LCH4 - D22	8,00E-07	Proba PhD UVCE Proba ERC : 5,0E-05	1,00E-06
------	---	------	---	-------	-----	---	----------	--	----------



D-22	Rupture de la canalisation entre LCH4 storage tank et LCH4 run tank, en phase de refroidissement du banc avec du LCH4	Jet fire	26,85	/	oui (négligeable)	LN2 tank 01 /02 /03 -C2 GN2 : T001 à T009 - sans scénario CH4 gazeux - sans scénario Storage LCH4 - A2b Run tank LCH4 - sans scénario conduite LCH4 vers run tank LCH4 - D22 Waste tank LCH4 - sans scénario cellule de test - sans scénario (murs anti-explosion REI 120)	1,80E-08	Proba PhD Jet fire Proba ERC : 5,0E-05	
------	---	----------	-------	---	-------------------	---	----------	---	--

D-22	Rupture de la canalisation entre LCH4 storage tank et LCH4 run tank, en phase de refroidissement du banc avec du LCH4	Flash fire	11,37	/	Non	LN2 tank 01 /02 /03 -C2GN2 : T001 à T009 - sans scénarioCH4 gazeux - sans scénarioStorage LCH4 - A2bRun tank LCH4 - sans scénarioconduite LCH4 vers run tank LCH4 - D22	1,20E-06		
E-6	Rupture de la canalisation (sans pompe) de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH4	UVCE	/	/	/	/	/	/	
E-6	Rupture de la canalisation (sans pompe) de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH4	flash fire	0,44	/	/	/	/	/	

E-6	Rupture de la canalisation (sans pompe) de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH4	Jet fire	12,9	/	non	Cellule d'essai - sans scénario Waste tank LCH4 - sans scénario Canalisation LCH4 vers article - E6	/	/	
E-9	Rupture de la canalisation (avec pompe) de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH4	UVCE	/	3,6	non	Cellule d'essai - sans scénario Waste tank LCH4 - sans scénario Canalisation LCH4 vers article - E9	1,92E-07	Proba PhD UVCE	

E-9	Rupture de la canalisation (avec pompe) de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH4	Flash fire	21,03	/	Oui (vers aéroport - mais mur anti-explosion au niveau du banc)	Cellule d'essai - sans scénariowaste tank LCH4 - sans scénario Canalisation LCH4 vers article - E9(murs anti explosion REI120)	2,88E-07	Proba PhD flash fire	
E-9	Rupture de la canalisation (avec pompe) de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH4	Jet fire	80,05	/	Oui	Site (mur anti explosion REI120)	4,32E-09	PhD Jet fire	

F-5	Rupture de la canalisation de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de fonctionnement /d'essai	UVCE	/	3,6	non	Cellule d'essai - sans scénario Waste tank LCH4 - sans scénario Canalisation LCH4 vers article - E9	1,92E-07		
F-5	Rupture de la canalisation de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de fonctionnement /d'essai	Jet fire	21,03	/	Oui (vers aéroport - mais mur anti-explosion au niveau du banc)	Cellule d'essai - sans scénario waste tank LCH4 - sans scénario Canalisation LCH4 vers article - E9 (murs anti explosion REI120)	2,88E-07		

F-5	Rupture de la canalisation de LCH4 entre le run tank et l'article, en phase de fonctionnement /d'essai	Flash fire	80,05	/	Oui	Site (mur anti explosion REI120)	4,32E-09	PhD Jet fire	
-----	--	------------	-------	---	-----	----------------------------------	----------	--------------	--

### 8.1.2. Effets dominos provenant de l'environnement extérieur

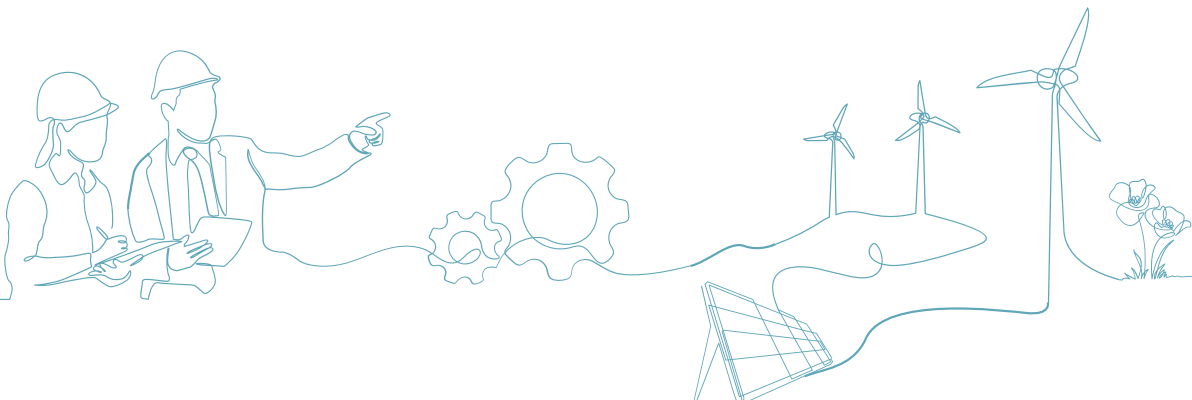
Le voisinage industriel de TEC se constitue de l'aéroport de Bordeaux-Mérignac, avec les pistes et le bâtiment de la DGAC.

Le bâtiment de la DGAC sert aux stockages de matériels inertes.

De ce fait, il n'y a pas d'effet domino du voisinage pouvant impacter les installations de TEC.



## IV CONCLUSION



Au travers de cette étude de danger, The Exploration Company a procédé à l'évaluation du niveau de maîtrise des risques associés à ses installations du site de Mérignac.

Pour cela, une analyse a été réalisée sur les dangers liés aux produits et aux procédés, afin de définir des potentiels de dangers. Un examen détaillé des risques avec quantification de la probabilité et de la gravité, a été mené pour les scénarios majeurs susceptibles de présenter des effets hors des limites de propriété. Le tableau ci-après synthétise les distances d'effets, et les niveaux de probabilité et de gravité de chacun d'entre eux :

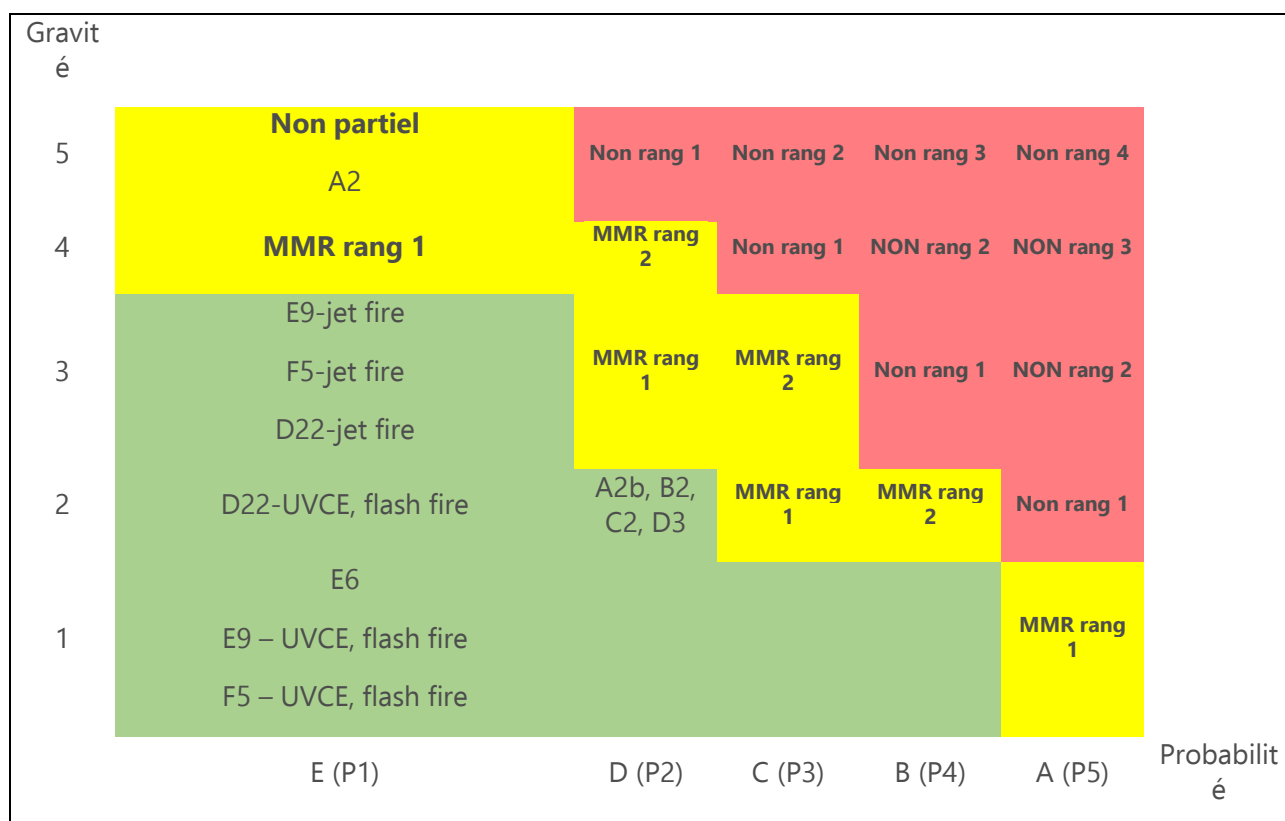
N°	Situation dangereuse / Titre de l'évènement	AD R	Probabilité	Gravité	Phénomène dangereux - PhD				Impact sur les tiers et les structures				
					Nature	Thermique	Surpression	Toxique	SEI	SEL	SELS	Bris de vitres	Effets domino
A - 2	Perte de confinement du Storage Tank LCH4 suite à la chute d'un avion	No n	E	5	Destruction								
A - 2 b	Eclatement du Storage tank LCH4	No n	D	2	Explosion (BLEVE potentiel en PhD secondaire)		X		61	28	21	121	21
B - 2	Eclatement du Storage tank LOX	No n	D	2	Explosion		X		58	27	20	116	20
C - 2	Eclatement d'un des LN2 tank (01, 02 ou 03)	No n	D	2	Explosion		X		58	27	20	115	20
D - 3	Eclatement du Run tank LOX	No n	D	2	Explosion		X		30	14	11	6	11
D - 2 2	Rupture de la canalisation entre LCH4 storage tank et LCH4 run tank, en phase de refroidissement du banc avec du LCH4	Oui	E	2	UVCE		X		43,43	15,34	10,24	/	10,24
			E	2	Flash fire	X			12,51	11,37	11,37	/	11,37
			E	3	Jet fire	X			32,66	29,32	26,85	/	26,85
			E	1	UVCE		X		/	/	/	/	/

E - 6	Rupture de la canalisation (sans pompe) de LCH4	Non	E	1	Flash fire	X			0,48	0,44	0,44	/	0,44
			E	1	Jet fire	X			15,16	13,87	12,9	/	12,9
E - 9	Rupture de la canalisation (avec pompe) de LCH4, entre le run tank et l'article, en phase de refroidissement de l'article avec du LCH4	Oui	E	1	UVCE		X		18,3	6,7	3,6	71,4	3,6
			E	1	Flash fire	X			23,13	21,03	21,03	/	21,03
			E	3	Jet fire	X			101,44	89,32	80,05	/	80,05
F-5	Rupture de la canalisation (avec pompe) de LCH4, entre le run tank et l'article, en phase de fonctionnement	Oui	E	1	UVCE		X		18,3	6,7	3,6	71,4	3,6
			E	1	Flash fire	X			23,13	21,03	21,03	/	21,03
			E	3	Jet fire	X			101,44	89,32	80,05	/	80,05

L'ensemble des scénarios étudiés en analyse détaillée présente un niveau de risque acceptable.

Au regard des cotations établies dans les paragraphes précédents, les accidents majeurs potentiels peuvent être classés selon le couple Probabilité/Gravité des conséquences sur les personnes. Ce classement permet de conclure sur le niveau de maîtrise du risque.

La grille utilisée est issue de l'annexe 3 de l'arrêté ministériel du 26 mai 2014 modifié.



Risque acceptable

Risque intermédiaire à surveiller (tolérable)

Risque important/inacceptable nécessitant une analyse supplémentaire et des mesures de réduction

Aucun scénario n'est positionné en case « NON » ni en MMR rang 2 ou rang 1.

L'ensemble des scénarios majeurs potentiels ne présente qu'une gravité modérée car ils impactent des terrains peu aménagés (forêt) et peu fréquentés.

Ainsi, l'ensemble des démarches d'analyse et d'évaluation du risque permettent de conclure qu'au vu de l'environnement, interne et externe, les phénomènes dangereux associés aux activités du banc d'essai moteur Huracan H04 de la société The Exploration Company, du site de Mérignac peut être jugée comme acceptable.

# ANNEXES

# ANNEXE 1 : FICHE DE DONNEES DE SECURITE

(8 éléments)

- › FDS Azote gazeux, Air Liquide (Année de révision : 2022)
- › FDS Azote liquéfié, Air Liquide (Année de révision : 2022)
- › FDS GPL, Butagaz (Année de révision : 2023)
- › FDS Hélium gazeux, Air Liquide (Année de révision : 2022)
- › FDS Méthane gazeux, Air Liquide (Année de révision : 2022)
- › FDS Méthane liquéfié, FordonGas (Année de révision : 2019)
- › FDS Oxygène gazeux, Air Liquide (Année de révision : 2022)
- › FDS Oxygène liquéfié, Air Liquide (Année de révision : 2022)

## ANNEXE 2 : ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Producteur : The Exploration Company en collaboration avec Air Liquide, GEXCON et NEODYME.

R-AB-2503-01a\_TEC\_EDD\_Annexe-2\_APR – Version : 02/05/2025

Information non communicables et non consultables



## ANNEXE 3 : ACCIDENTOLOGIE BARPI

Producteur : NEODYME

R-AB-2503-01a\_TEC\_EDD\_Annexe\_3-Accidentologie-BARPI – Version – 27/05/2025

## ANNEXE 4 NŒUD PAPILLON

Producteur : NEODYME

R-AB-2503-01a\_TEC\_EDD\_Annexe-3\_TEC – Version : 27/05/2025

- › Fiche PDF individuelle par Nœud papillon

Les informations contenues dans cette section sont confidentielles et ne peuvent être communiquées ou consultées.



AGENCE CENTRE OUEST

6 rue de la Douzillère  
37300 JOUE-LES-TOURS  
02 47 75 18 87

SIÈGE SOCIAL

6 rue de la Douzillère  
37300 JOUE-LES-TOURS  
02 47 75 18 87

[www.neodyme.fr](http://www.neodyme.fr)

[neodyme@neodyme.fr](mailto:neodyme@neodyme.fr)

N° SIRET : 478 720 931 00052

TVA Intra : FR11 478 720 931

