



DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

RESUMES NON TECHNIQUES ETUDE DE DANGERS

**John Cockerill Hydrogène
FONTAINE FOUSSEMAGNE (90)**

ESSOR TRANSITIONS
Marseille – Nantes – Tours
38 Rue de la République
13001 MARSEILLE

www.essor.group

ESSOR INGÉNIERIE – S.A.R.L. au capital de 8 000 € – R.C.S. Pau 438 068 116 – APE 7112B

Construisons
votre histoire

SOMMAIRE

1	RESUME NON TECHNIQUE – ÉTUDE DE DANGERS	3
1.1	Analyse accidentologique.....	3
1.1.1	Inventaire des risques naturels.....	3
1.1.2	Risques liés aux activités extérieures à l'établissement.....	5
1.1.3	Accidentologie	6
1.2	Analyse préliminaires des risques.....	6
1.3	Découpage fonctionnel des installations	7
1.3.1	Cas de la cuve H2.....	7
1.3.2	Exclusion des événements initiateurs spécifiques (10/05/2010)	8
1.3.3	Exclusion des événements « physiquement impossibles » (10/05/2010).....	9
1.3.4	Synthèse de l'APR.....	12
1.4	Analyse détaillée des risques.....	13
1.4.1	Hypothèses de modélisation	14
1.4.2	SCENARIO 1 – PERTE DE CONFINEMENT EN SORTIE DE CATHODE	18
1.4.3	Scénario 2 : Perte de confinement en sortie du refroidisseur d'hydrogène (ligne 6'' et 2'')	18
1.4.4	Scenario n°3 : Explosion interne du séparateur O ₂ et H ₂	18
1.4.5	Scenario n°4 : Explosion pneumatique du séparateur O ₂ et H ₂	20
1.4.6	Scénario n°5 : Rejet à l'évent H ₂ – Feu torche et UVCE d'hydrogène	21
1.4.7	Scénario n°6 : Rupture de la tuyauterie d'alimentation de la chaudière H ₂	21
1.4.8	Scenario n°7 : Accumulation de gaz inflammable dans la chambre de combustion de la chaudière	21
1.4.9	Scénario n°8 Rupture de la tuyauterie de remplissage de la cuve	21
1.4.10	Synthese.....	22
1.4.11	Scénario n°9 Rupture de la tuyauterie d'Alimentation de la chaudière gaz naturel.....	23
1.4.12	Scénario n°10 accumulations de gaz inflammable dans la chambre de combustion de la chaudière gaz naturel.....	23
1.5	Risques de pollution accidentelle des eaux et des sols.....	23
1.6	Moyens généraux.....	25
1.6.1	Moyens de prévention généraux au site	25
1.6.2	Moyens d'intervention généraux.....	26

1 RESUME NON TECHNIQUE – ÉTUDE DE DANGERS

L'objet de cette étude est de présenter l'ensemble des risques et événements indésirables liés à l'activité de l'usine de John Cockerill Hydrogène (JCH2), et d'analyser leurs conséquences plus ou moins graves sur l'environnement.

1.1 ANALYSE ACCIDENTOLOGIQUE

1.1.1 INVENTAIRE DES RISQUES NATURELS

D'après le site de prévention des risques majeurs du ministère de la transition écologique et solidaire, la commune de Foussemagne est soumise aux risques naturels suivants :

- Inondation
- Séisme
- Mouvements de terrain
- Retrait-gonflement des argiles
- Radon

Un risque technologique est identifié sur la commune de Foussemagne :

- Pollution des sols

D'après le site de prévention des risques majeurs du ministère de la transition écologique et solidaire, la commune de Fontaine est soumise aux risques naturels suivants :

- Inondation
- Séisme
- Mouvements de terrain
- Retrait-gonflement des argiles
- Radon

Deux risques technologiques sont identifiés sur la commune de Foussemagne :

- Pollution des sols
- Canalisations de transport de matières dangereuses

1.1.1.1 LA FOUDRE

La foudre est l'énergie colossale transportée par le courant établi entre les nuages et le sol, et est susceptible par effets directs d'engendrer sur les bâtiments et installations des dommages conséquents (incendie, explosion, etc...). Du fait même de l'écoulement de ce courant de foudre, elle génère aussi par effets indirects des surtensions dévastatrices pour les équipements électriques et électroniques de sécurité.

Conformément à l'arrêté du 19/07/11 modifiant l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, les conséquences de la foudre sur ce type de bâtiment ne sont pas négligeables. Ainsi, le site est soumis à l'obligation réglementaire de réaliser une analyse du risque foudre (ARF) et une étude technique (ET).

1.1.1.2 L'INONDATION

Les communes de Foussemagne et Fontaine ont enregistrées un total de 9 inondations historiques sur leur commune.

Les communes de Foussemagne et de Fontaine font parties du PPRI de la Bourbeuse. Le terrain d'implantation de l'entreprise JCH2 n'est pas compris dans le périmètre de risque.

Notre site est dehors du périmètre.

1.1.1.3 LES SEISMES

La commune de Fontaine appartient à un niveau de sismicité 3, c'est-à-dire une sismicité modérée.

La commune de Foussemagne appartient à un niveau de sismicité 4, c'est-à-dire une sismicité moyenne.

Les communes ne font pas parties d'un plan de prévention des risques sismiques.

Les règles de construction en vigueur seront appliquées pour la construction dans une zone de niveau de sismicité 4.

1.1.1.4 LES FEUX DE FORETS

Le site n'est pas situé à proximité d'une zone boisée dense, susceptible de propager un incendie jusqu'aux installations.

1.1.1.5 DANGERS LIÉS AUX TEMPERATURES EXTREMES

Le climat du Territoire de Belfort est du type semi-continental. Avec une température moyenne de 19.4 °C, le mois de juillet est le plus chaud de l'année. La moyenne de 1.5 °C fait du mois de janvier le plus froid de l'année.

Il n'y a pas d'équipement ou de produits très sensibles aux températures sur le site.

1.1.1.6 DANGERS LIÉS À UNE TEMPÈTE

Le bâtiment sera construit dans le respect des normes de constructions.

Selon la base de données du Ministère de la transition écologique et solidaire, Géorisques, les communes de Foussemagne et Fontaine ne sont pas soumises au risque relatif aux phénomènes liés à l'atmosphère.

1.1.2 RISQUES LIES AUX ACTIVITES EXTERIEURES A L'ETABLISSEMENT

Les risques liés aux activités extérieures du site sont listés dans le présent paragraphe et sont développés dans le chapitre sur les effets dominos externes.

➤ Circulation extérieure

La circulation routière à l'extérieur du site est susceptible d'engendrer un réel danger pour les installations, plusieurs entreprises étant à proximité de JCH2, il est possible que des matières dangereuses soient transportées à proximité.

Les bâtiments seront éloignés de la voie d'accès. La collision avec un véhicule en provenance de l'extérieur est très peu probable.

➤ Environnement Industriel

Le site est implanté au sein d'une ZAC. De ce fait, l'activité des autres entreprises situées à proximité peut avoir un impact sur bâtiment.

Les entreprises les plus proches sont essentiellement des plateformes logistiques avec peu de risques liés à des produits ou substances.

Le transport routier de produits présente dans le cas de produits liquides un risque de déversement sur la route : le bâtiment est éloigné de la route et les routes sont équipées de réseaux permettant l'évacuation de produits liquides déversés accidentellement.

➤ Malveillance et négligence

Le site ne présente pas d'intérêt stratégique particulier. Les risques éventuels liés à la malveillance sont a priori principalement un incendie volontaire compte tenu de l'activité menée sur le site.

Actuellement, il n'y a pas d'exigence réglementaire qui soumette l'exploitant à une analyse approfondie du risque de la malveillance. Le site est clôturé et les accès restreints aux personnes autorisées.

Des mesures préventives seront mises en place dans le bâtiment. Il sera strictement interdit de fumer à l'intérieur, et ce ne sera toléré qu'à l'extérieur dans les zones dédiées.

Le personnel est formé aux risques inhérents à l'activité de fabrication d'électrolyseurs.

Depuis le début de l'exploitation de l'usine actuelle, aucun acte de malveillance ne s'est produit.

➤ Explosion voisine

Une onde de choc peut résulter d'une explosion voisine.

Les explosions engendrent des effets combinés de rayonnement, de souffle et de projection (et éventuellement telluriques) dont les conséquences sur l'établissement sont des dégâts structuraux ou d'équipements ayant comme conséquence des fuites, des incendies et éventuellement d'autres explosions. Le site est éloigné des autres sites industriels de la zone.

➤ Incendie voisin

Les incendies extérieurs à l'établissement peuvent avoir pour siège principalement :

- Les convois sur les voies routières,
- Les locaux à usage industriel ou commercial voisins.

➤ Nuage en dérive

La dispersion d'un nuage toxique provient de la fuite d'une unité, sous pression ou non, contenant un produit toxique. Compte tenu des quantités de produits chimiques stockés sur site, ce risque est négligeable

1.1.3 ACCIDENTOLOGIE

Parmi les différentes bases de données existantes, la base ARIA a été consultée afin d'identifier les principaux accidents et incidents survenus en France dans les domaines d'activités des électrolyseurs, chaudières GN, chaudières H₂, KOH. Il n'existe pas d'accidentologies dans des activités identiques à celles de JCH2

L'accidentologie en rapport avec l'activité de l'usine de JCH2 sont par ordre décroissant :

- Explosion
- Incendie
- Fuite

Le risque d'explosion va être le scenario majorant qui va être étudié.

1.2 ANALYSE PRELIMINAIRES DES RISQUES

L'analyse préliminaire des risques permet de recenser les défaillances pouvant affecter les éléments d'un système mais aussi d'analyser les conséquences de ces dysfonctionnements. Ainsi, cette analyse intègre des situations anormales ou exceptionnelles telles que les défaillances mécaniques des équipements, les erreurs humaines, les erreurs de produits...

La synthèse de l'analyse des risques effectuée est présentée sous forme de tableaux récapitulatifs à 8 colonnes :

- Colonne 1 – N° : ce repère permet d'identifier un scénario potentiel.
- Colonne 2 – Équipement : correspond à l'équipement concerné par l'analyse.
- Colonne 3 – Événement redouté central (conséquences possibles) : il s'agit de l'événement pouvant se produire au centre de l'enchaînement accidentel ; il correspond à une situation dangereuse.

- Colonne 4 – Événements initiateurs (causes possibles) : ce sont les conditions, évènements indésirables, erreurs, pannes ou défaillances qui, seuls ou combinés entre eux, sont à l'origine de la situation dangereuse.
 - Colonne 6 – Phénomènes dangereux (conséquences possibles) : ce sont les principales conséquences majeures que la situation dangereuse peut entraîner si celle-ci survient (les barrières constituées par les mesures de prévention ayant été inopérantes ou insuffisantes) = risque potentiel.
 - Colonne 5 – Barrières : dans cette colonne, toutes les mesures de prévention ou de protection qui permettent de réduire la probabilité d'apparition ou la gravité de l'événement indésirable sont recensées. Pour un même scénario ces barrières doivent être indépendantes entre-elles pour être retenue dans la suite de l'étude.
 - Colonne 7 – Scénarios retenus : dans cette colonne, les scénarios susceptibles d'avoir des effets en dehors des limites de site.
 - Colonne 8 – Commentaire et actions : dans cette colonne, des commentaires relatifs au scénario considéré ainsi que toutes les actions sont énumérées.

1.3 DECOUPAGE FONCTIONNEL DES INSTALLATIONS

Les installations/équipements analysés lors de l'APR sont les suivants :

- Système n°1 : cellule d'électrolyse ;
 - Système n°2 : séparation H₂/ électrolyte et O₂/électrolyte
 - Système n°3 : chaudière H₂
 - Système n°4 : stockage H₂
 - Système n°5 : Locaux techniques
 - Système n°6 : Chaudière gaz naturel

Pour toute installation, un tableau a été renseigné en indiquant, pour chaque scénario, la cause, la dérive, l'événement redouté central (ERC), le phénomène dangereux associé, les barrières existantes, les remarques qui peuvent être formulées concernant ce scénario. Ce tableau est donné au paragraphe 8.2.4.

Il est rappelé que les deux chaudières ne peuvent pas fonctionner simultanément. Le cas d'étude de la chaudière gaz naturel est considéré comme un risque plus faible au regard de la chaudière H₂.

Nous avons néanmoins étudié deux scénarios concernant la chaudière gaz naturel sur une potentielle rupture de la tuyauterie d'alimentation (scénario n°9) ainsi que l'accumulation de gaz inflammables dans la chambre de combustion (scénario 10).

1.3.1 CAS DE LA CUVE H2

La cuve de stockage d'hydrogène d'une capacité de 20 m³ est soumise à déclaration au titre de la rubrique 4715 de la nomenclature ICPE.

Cette cuve est déjà existante dans l'inventaire réglementaire du site (récépissé de déclaration du 01/04/2022) et respecte les prescriptions réglementaires qui lui sont applicables en termes d'implantation, de conception et d'exploitation.

1.3.2 EXCLUSION DES EVENEMENTS INITIATEURS SPECIFIQUES (10/05/2010)

- Plusieurs événements initiateurs peuvent être exclus, soit parce que ces exclusions sont prévues dans la circulaire du 10 mai 2010 relative à la méthodologie applicable aux études de dangers des établissements Seveso, soit parce que les conséquences de cet événement seront largement supérieures aux conséquences de l'accident qu'il entraînerait sur l'installation de stockage d'H₂.
- Les événements initiateurs spécifiques suivants sont exclus de l'analyse des risques :

Cause	Analyse de la représentativité sur le site
Chute de météorite	<p>Conformément à l'annexe 2 de l'arrêté ministériel du 26 mai 2014, cet événement initiateur externe n'est pas pris en compte.</p> <p>Cause non retenue</p>
Foudre	<p>Le site a mis à jour son étude technique foudre.</p> <p>Selon la circulaire du 10 mai 2010, cet événement initiateur n'est pas à considérer comme un événement initiateur d'un risque majeur compte tenu de la conformité du site à la réglementation en vigueur.</p> <p>Cause non retenue</p>
Séisme	<p>Le site est classé en Zone de Sismicité 3 et 4 (Zone à sismicité modérée à moyenne) selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.</p> <p>Selon la circulaire du 10 mai 2010, cet événement initiateur n'est pas à considérer comme un événement initiateur d'un risque majeur compte tenu de la conformité du site à la réglementation en vigueur.</p> <p>Cause non retenue</p>
Surcharge (neige, glace)	<p>Installations protégées contre les effets de la neige et du vent à la conception. De plus, les conditions météorologiques extrêmes vécues par le site n'ont pas engendré de fuite.</p> <p>Selon la circulaire du 10 mai 2010, cet événement initiateur n'est pas à considérer comme un événement initiateur d'un risque majeur compte tenu de la conformité du site à la réglementation en vigueur.</p> <p>Cause non retenue</p>
Vents violents	<p>Installations protégées contre les effets de la neige et du vent à la conception. De plus, les conditions météorologiques extrêmes vécues par le site n'ont pas engendré de fuite.</p> <p>Selon la circulaire du 10 mai 2010, cet événement initiateur n'est pas à considérer comme un événement initiateur d'un risque majeur compte tenu de la conformité du site à la réglementation en vigueur.</p> <p>Cause non retenue</p>
Chute d'aéronef	Le site est éloigné de plus de 2 km des pistes de décollage et d'atterrissement des aéroports les plus proches.

	Cause non retenue
Actes de malveillance	Conformément à l'annexe 2 de l'arrêté ministériel du 26 mai 2014, cet évènement initiateur externe n'est pas pris en compte dans l'Étude de Dangers. Cause non retenue

1.3.3 EXCLUSION DES EVENEMENTS « PHYSIQUEMENT IMPOSSIBLES » (10/05/2010)

Plusieurs événements initiateurs d'une rupture de la cuve de stockage H₂ peuvent être exclus également car « physiquement impossibles » comme le mentionne la circulaire du 10 mai 2010 :

Cause	Analyse de la représentativité sur le site
Incendie de grande envergure à proximité de la cuve de stockage H ₂ (effets dominos)	<p>Les incendies de grande envergure sur le site sont de deux catégories :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 - des incendies se déclarant sur des camions circulants ou stationnés 2 - des incendies se déclarant sur des installations du site <p>1 - Incendies se déclarant sur des camions circulant ou stationnés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les règles d'implantation et d'exploitation sur le site sont telles qu'aucune zone de stationnement de camion n'est située à proximité de la cuve de stockage ; - De plus, des moyens de défense contre l'incendie sont disponibles sur le site en cas de départ de feu de camion (Poteau Incendie (PI) sur réserve du site). <p>L'incendie sur des camions ne sont donc pas retenus</p> <p>2 - Incendies se déclarant sur des installations du site :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Il n'est pas recensé de scénarios dangereux sur le site (hors projet) ayant un impact sur la cuve H₂ - Les scénarios de rupture de tuyauterie H₂ sont susceptibles d'engendrer des effets thermiques de courtes durées (20 s). <p>Selon le DTI115 (§2.3 - Revue des critères de sélection de l'effet domino thermique) et l'arrêté du 29 septembre 2005 dit « PCIG » fixe 8 kW/m² comme valeur de référence pour le seuil des effets dominos mais indique qu'une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés. On souligne que l'arrêté du 29 septembre 2005 en question omet de préciser que l'agression thermique au seuil de 8 kW/m² doit se prolonger d'au moins une heure.</p> <p>Il est donc considéré que ces scénarios ne sont pas susceptibles de générer d'effets dominos.</p> <p>Cause non retenue</p>
Onde de souffle / choc d'une explosion primaire (effets dominos)	Les scénarios de rupture de tuyauterie H ₂ sont susceptibles d'engendrer des effets de surpression lié à un UVCE. Le seuil des effets dominos de 200 mbar est susceptible d'atteindre la cuve de stockage H ₂ cependant selon l'arrêté du 29 septembre 2005 dit « PCIG » fixe 200 mbar comme valeur de référence pour le seuil des effets dominos mais indique qu'une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés.

	<p>Le DTI15 définit pour des seuils de surpression incidentes applicables aux équipements et structures métalliques industriels classiques pour lesquels :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un dommage léger des structures ou équipements auxiliaires est attendu ; - Un dommage catastrophique aboutissant à la rupture de la capacité est à retenir. <p>Dans le cas d'un recevoir de stockage horizontal sous pression, ces seuils sont de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dommages légers : 380 mbar ; - Dommage catastrophique : 610 mbar. <p>D'après les modélisations des phénomènes dangereux réalisés, ces seuils ne sont pas atteints dans le cas d'une surpression à la suite d'une rupture de tuyauterie H₂.</p> <p>Cause non retenue</p>
Impact d'engin/véhicule	<p>Zone grillagée à l'extérieur des voies de circulation.</p> <p>Circulation dans la zone seulement pour les engins autorisés et services de secours.</p> <p>De plus la vitesse de circulation est réglementée à 20 km/h sur le site</p> <p>Cause non retenue</p>
Chute de grue / d'un engin de levage	<p>Les interventions concernant les opérations de levage de charge (grues ou engins de levage) à proximité de la cuve de stockage H₂ sont rares (pas d'équipements à proximité) et strictement encadrées par la mise en œuvre de mesures de prévention et de surveillance spécifiques, formalisées et tracées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - établissement d'un Plan de Prévention spécifique avec analyse détaillée des risques et mise en œuvre de mesures de prévention renforcées, - opérations réalisées uniquement par des entreprises extérieures spécialisées dans le levage de charges, disposant d'engins de levage conformes aux normes de sécurité en vigueur et de personnel qualifié / habilité, - établissement d'un Plan de Levage, - établissement d'un Permis de Travail spécifique, - en cas de levage de charge au-dessus ou à proximité immédiate de la cuve , établissement d'une autorisation spécifique écrite - opérations réalisées sous la supervision d'un coordinateur de travaux de Mc Phy Energy. <p>Ainsi, le risque lié à la chute d'une grue ou d'un engin de levage susceptible d'impacter le stockage et de conduire à une perte de confinement, peut être considéré comme maîtrisé, les critères mentionnés au §4 "Cas spécifique des mesures d'interdiction" de la Fiche N°7 "Mesures de maîtrise des risques fondées sur une intervention humaine" de la circulaire du 10 mai 2010, concernant plus particulièrement les permis d'intervention ou les permis de feu associés aux interventions directes sur des installations à grand potentiel de danger étant respectés. Il n'est donc pas tenu compte de l'événement initiateur correspondant à la mesure d'interdiction.</p> <p>Cause non retenue</p>
Mouvement de terrain (affaissement)	Aucun mouvement de terrain de type affaissement n'a été observé.

	<p>Les installations sont construites sur une zone topographiquement plane et stabilisée depuis plusieurs décennies.</p> <p>Cause non retenue</p>
Inondation	<p>L'emplacement des installations assure la mise hors d'eau en toute circonstance. En effet, toutes les tuyauteries qui sont implantées en aérien, reposent soit sur des supports soit sur des racks, avec des points de fixation / maintien.</p> <p>Cause non retenue</p>
Corrosion d'un support	<p>Les supports de la cuve seront fixés sur des massifs bétons surélevés. Ils ne seront pas en contact prolongé avec l'eau de pluie susceptible d'engendrer leur corrosion à long terme.</p> <p>Les supports feront l'objet de contrôle visuel.</p> <p>Il n'est pas attendu l'affaissement d'un support de la cuve</p> <p>Cause non retenue</p>
Corrosion / érosion de la cuve	<p>Les matériaux retenus pour la cuve sont adaptés au produit stocké (H_2) ainsi qu'à l'environnement extérieur.</p> <p>La cuve sera soumise à inspection au titre des réglementations applicables aux équipements sous pression.</p> <p>Cause non retenue</p>
Montée en pression excessive	<p>La pression dans la ligne en provenance de la salle de test (XL pilot) est de 27 barg pression</p> <p>La pression opératoire de la cuve est donnée à 30 barg.</p> <p>La pression de design est donnée à 34 barg (avec pression d'épreuve 1,5 fois la pression de design).</p> <p>Une soupape de sécurité (PSV) est tarée pour déclenchement à 31 barg.</p> <p>Au regard des caractéristiques de design et d'opération, la survenue d'une pression trop importante au niveau de la cuve n'est pas envisageable.</p> <p>Cause non retenue</p>
Montée en température excessive	<p>Une boucle de sécurité instrumentée avec un niveau de SIL 2, est mise en place pour empêcher l'envoi vers la cuve de l'H_2 en température supérieur à la température de design ($50^\circ C$).</p> <p>La température opératoire étant de $30^\circ C$.</p> <p>Cause non retenue</p>
Défaut métallurgique	<p>Défaut matière</p> <p>La qualité intrinsèque du matériau est validée par un suivi strict de la qualité depuis l'élaboration de l'acier jusqu'à la fabrication de la cuve. Les éléments constitutifs de la cuve font l'objet de tests en présence d'un organisme notifié, et de vérifications normalisées en usine et à la construction.</p> <p>Rupture de soudure transversale</p> <p>Les soudures transversales des éléments de la cuve sont effectuées selon les règles du CODETI : elles ne seront validées (absence de défauts => Barrière passive) qu'après inspection par radiographie (il sera effectué une radiographie à 100% des soudures) avant la mise en service.</p> <p>Cause de rupture 100% non retenue</p>
Défaut d'exploitation	<p>La cuve sera soumise à inspection au titre des réglementations applicables aux équipements sous pression.</p> <p>Des procédures d'opératoire seront associés à l'exploitation de la cuve.</p> <p>Cause de rupture 100% non retenue</p>

Erreur humaine	Les interventions sur l'installation font l'objet de mode opératoire. Les opérateurs sont formés et habilités. Cause de rupture 100% non retenue
----------------	--

1.3.4 SYNTHESE DE L'APR

Les scénarios retenus pour être évalués en ADR sont donnés dans le tableau suivant :

Equipement	Evènement Redouté central	Scénario retenu	Nº de scénario pour l'ADR
Cellule d'électrolyse	Perte de confinement / Rupture de la tuyauterie en sortie de la cathode (présence d'hydrogène gazeux) ou cellule d'électrolyse	Oui	1
Refroidisseur de gaz H ₂	Perte de confinement / Rupture de la tuyauterie en sortie du refroidisseur d'hydrogène (6") : émission d'H ₂ Ou Rupture de la tuyauterie en sortie du refroidisseur d'hydrogène (2") : émission d'Hydrogène	Oui	2
Séparateur O ₂ et H ₂	Explosion interne séparateur	Oui	3
Séparateur O ₂ et H ₂	Rupture pneumatique séparateur	Oui	4
Event H ₂	Envoi d'H ₂ aux événements	Oui	5
Tuyauterie : Stockage vers chaudière	Rupture de la tuyauterie d'alimentation de la chaudière	Oui	6,9
Chaudières	Accumulation de gaz ou de vapeurs inflammables dans la chambre de combustion	Oui	7,10
Tuyauterie de remplissage de la cuve	Rupture de la tuyauterie en sortie du XL Pilot vers la cuve H ₂	Oui	8

1.4 ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES

L'Analyse Détailée des Risques (ADR) constitue l'étape suivante d'une analyse des risques. Elle constitue la suite logique et indispensable de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) et est réalisée pour les risques apparus comme les plus importants à l'issue de l'APR et susceptibles d'affecter les personnes à l'extérieur de l'établissement.

Les points suivants sont traités pour chaque scénario :

- L'estimation des niveaux de confiance (NC) des mesures de maîtrise des risques (MMR) ;
- Les probabilités des évènements redoutés centraux (ERC) ont été calculées à partir des évènements initiateurs et des barrières de prévention ;
- Les probabilités des phénomènes dangereux (PhD) ont été calculées à partir des ERC et des probabilités des barrières valorisées ;
- La modélisation de phénomènes dangereux ;
- L'estimation de la gravité en prenant en compte la situation actuelle ;
- Réalisation des nœuds papillon avec l'inventaire des barrières de prévention et de protection qui seront mises en place.

Dans cette nouvelle version de l'étude de dangers, il a été décidé de réaliser l'analyse détaillée des scénarios par scénario afin de constituer une « fiche scénario » et aider à la compréhension du scénario dans sa globalité.

1.4.1 HYPOTHESES DE MODELISATION

1.4.1.1 CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Conformément aux prescriptions de la circulaire du 10 mai 2010, le calcul des zones d'effets a été réalisé dans les conditions météorologiques suivantes pour les gaz lourds :

- 5D : Atmosphère neutre, vitesse de vent de 5 m/s et température ambiante de 20°C ;
- 3F : Atmosphère très stable, vitesse de vent de 3 m/s et température ambiante de 15°C.

Les caractéristiques pour ces deux classes de stabilité atmosphérique ont été prises en compte d'après les préconisations du guide GTDLI et sont les suivantes :

	CONDITIONS	
	F3	D5
Vitesse du vent	3 m/s	5 m/s
Stabilité Pasquill	F	D
Atmosphère	Stable	Neutre
Température ambiante	20°C	20°C
Température du sol	15°C	15°C
Humidité	70%	70%

Tableau 1 - Conditions météorologiques appliquées

Pour chaque scénario, les effets sont évalués pour chaque condition météo, et seuls les plus pénalisants sont retenus dans la suite de l'étude.

1.4.1.2 BOULE DE FEU

Dans le cas d'un équipement pris dans un incendie pouvant enflammer immédiatement le produit relâché ou dans le cas d'une rupture de capacité relâchant instantanément un fluide à une température supérieure à sa température d'auto-inflammation, un phénomène de boule de feu peut être généré.

La modélisation de la boule de feu a été réalisée en utilisant le logiciel PHAST 9.

En ce qui concerne les distances d'effets consécutifs à une boule de feu (durée du phénomène inférieure à 2 min) les seuils pris en compte sont ceux correspondant aux doses thermiques reçues suivantes :

- $600 \text{ [}(kW/m^2)^{4/3}\text{].s}$, seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine ;
- $1\ 000 \text{ [}(kW/m^2)^{4/3}\text{].s}$, seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine ;
- $1\ 800 \text{ [}(kW/m^2)^{4/3}\text{].s}$, seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

1.4.1.3 FLASH-FIRE OU FEU DE NUAGE

Le flash-fire (feu de nuage) est un phénomène de combustion rapide dont le déroulement est très différent de celui observé pour un phénomène tel que la boule de feu. En effet, le front de flamme parcourt l'ensemble du nuage inflammable à une vitesse inférieure à 12 m/s.

La distance au seuil des effets létaux à retenir, est celle représentée par l'enveloppe de la LIE.

La distance au seuil des effets irréversibles est prise égale à 110% de la distance à la LIE .

Les distances aux effets létaux significatifs sont prises égales aux distances des premiers effets létaux qui correspondent à la distance à la LIE.

1.4.1.4 UVCE

Le phénomène d'UVCE (Unconfined Vapor Cloud Explosion) se matérialise par l'explosion d'un nuage gazeux à l'air libre, suite à la fuite à l'atmosphère d'une substance explosive et à l'ignition de cette masse gazeuse.

La modélisation d'un phénomène d'UVCE s'effectue en 3 étapes :

- Détermination du terme source, à savoir la quantité de produit émis à l'atmosphère et les conditions du rejet (diamètre fuite, vitesse, hauteur de rejet, direction du rejet).
- La modélisation de dispersion du nuage, permettant d'estimer l'expansion du nuage explosif. Cette modélisation permet d'obtenir la distance maximale à la limite inférieure d'inflammabilité qui dimensionne les effets thermiques.
- L'estimation des effets de surpression en tenant compte de l'encombrement local.

Afin de prendre en compte l'encombrement et le confinement la méthode Multi-Energie est utilisée. Cette méthode, développée par le TNO Prins Maurits Laboratory, est une méthode de calcul des surpressions aériennes dans le cas de l'explosion de nuage, et prenant en compte les zones en champ libre et celles encombrées.

A chaque explosion « élémentaire » est associé un indice de violence (ou de sévérité), sur une échelle de 1 à 10, qui représente la surpression maximale qui peut être obtenue dans la zone associée. L'indice 10 correspond à une détonation, les indices intermédiaires correspondant à des déflagrations à vitesses de flammes d'autant plus rapides que l'indice est élevé.

Il existe différentes recommandations pour le choix des indices. L'une des plus largement employées est la recommandation de Kinsella. En se basant sur l'analyse d'accidents « majeurs », Kinsella a proposé de choisir les indices de violence d'explosion en prenant en compte :

- L'énergie d'inflammation,
- le degré d'encombrement dû aux obstacles solides,
- et le degré de confinement.

Le tableau suivant récapitule les différentes zones encombrées et leur indice de sévérité multi-énergie associé :

Zone	Caractéristiques	Indice multi énergie
Atelier XL pilot	<ul style="list-style-type: none"> - Energie d'inflammation : forte (hydrogène) ; - Degré d'encombrement : fort (intérieur atelier) ; - Degré de confinement : existant 	10
Extérieur (cas canalisations H2 vers et de la cuve de stockage)	<ul style="list-style-type: none"> - Energie d'inflammation : forte (hydrogène) ; - Degré d'encombrement : faible ; - Degré de confinement : inexistant (pas d'obstacle) 	5

Tableau 2 – Indice multi-énergie pris en compte

1.4.1.5 JET ENFLAMME OU FEU TORCHE

Le rejet est supposé horizontal de façon à obtenir les distances les plus majorantes.

1.4.1.6 ECLATEMENT D'UN EQUIPEMENT

Dans le cas d'une rupture de capacité à pression de service ou par surpression, le relâchement instantané du contenu à l'atmosphère entraîne une onde de surpression positive due à la détente adiabatique de la phase gazeuse (gaz de procédé ou gaz de combustion en cas d'explosion interne) ou vapeur et/ou flash du liquide surchauffé contenu dans la capacité.

Dans le cas d'une surpression, la pression de rupture en statique retenue est de trois fois la pression de calcul, dans le cas d'une explosion interne, la pression de rupture, en dynamique, est de deux fois la pression de rupture en statique, soit 6 fois la pression de calcul de l'équipement.

La quantification de l'onde de surpression est réalisée à partir du modèle PROJEX développé par l'INERIS dans le document DRA-12-15630-04945B pour les éclatements de capacités.

1.4.1.7 CAS DES FUMEES D'INCENDIE

L'arrêté ministériel du 26 mai 2014 modifié indique que « l'étude de dangers ou sa mise à jour mentionne les types de produits de décomposition susceptibles d'être émis en cas d'incendie important, incluant le cas échéant les contributions imputables aux conditions et aux lieux de stockage (contenants, bâtiments, etc.). »

Il n'a pas été réencensé de scénarios conduisant à un incendie de grande ampleur impliquant des stockages de matières engendrant des composés toxiques par décomposition.

1.4.2 SCENARIO 1 – PERTE DE CONFINEMENT EN SORTIE DE CATHODE

Aucun effet domino n'est attendu en cas de survenue de ce scénario.

1.4.3 SCENARIO 2 : PERTE DE CONFINEMENT EN SORTIE DU REFROIDISSEUR D'HYDROGÈNE (LIGNE 6" ET 2")

Les distances aux seuils des effets dominos pour les effets thermiques et de surpression pour ce scénario sont de : 7,5 et 7 m.

Effets dominos internes :

- Sur les séparateurs (cf. scénario n°4) ;
- Sur les canalisations en sortie de cathode (mélange KOH/H₂) => pas d'impact externe

Effets dominos externes

- Aucun effet domino externe.

1.4.4 SCENARIO N°3 : EXPLOSION INTERNE DU SEPARATEUR O2 ET H2

Le tableau récapitulatif suivant présente pour chaque phénomène dangereux, sa cinétique, sa probabilité d'occurrence ainsi que les distances maximales de ses effets :

Repère	Probabilité	Type d'effets	Distances calculées (m)			Gravité retenue	Cinétique
			SEI	SEL	SELS		
PhD3-1	D	Surpression	32 m	14 m	9 m	Modéré	Rapide

Tableau 3 – Résultats du scénario PhD3-1

Le positionnement des phénomènes dangereux dans la grille de criticité définie par l'arrêté du 29 septembre 2005 est le suivant :

Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque	PROBABILITÉ D'OCCURRENCE (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré		PhD3-1			

Tableau 4 – Grille de criticité du scénario 3

En conclusion, le PhD3-1 est acceptable et n'implique pas d'obligation de réduction complémentaire du risque d'accident au titre des installations classées.

La distance au seuil des effets dominos pour les effets de surpression pour ce scénario est de : 9 m.

Effets dominos internes :

- Sur les canalisations en sortie de cathode (mélange KOH/H₂) => pas d'impact externe ;
- Sur les canalisations transportant de l'H₂ (scénario 2 et 8) => pas d'impact externe ;

Effets dominos externes

- Aucun effet domino externe.

1.4.5 SCENARIO N°4 : EXPLOSION PNEUMATIQUE DU SEPARATEUR O₂ ET H₂

Le tableau récapitulatif suivant présente pour chaque phénomène dangereux, sa cinétique, sa probabilité d'occurrence ainsi que les distances maximales de ses effets :

Repère	Probabilité	Type d'effets	Distances calculées (m)			Gravité retenue	Cinétique
			SEI	SEL	SELS		
PhD 4-1	C	Surpression	45 m	20 m	16 m	Modéré	Rapide

Tableau 5 – Résultats du scénario 4

Le positionnement des phénomènes dangereux dans la grille de criticité définie par l'arrêté du 29 septembre 2005 est le suivant :

		PROBABILITÉ D'OCCURRENCE (sens croissant de E vers A)				
		E	D	C	B	A
Désastreux						
Catastrophique						
Important						
Sérieux						
Modéré				PhD4-1		

Tableau 6 – Grille de criticité du scénario 4

En conclusion, le PhD4-1 est acceptable et n'implique pas d'obligation de réduction complémentaire du risque d'accident au titre des installations classées.

Le seuil des effets dominos pour les effets de surpression pour ce scénario est de 16 m

Effets dominos internes :

- Sur les canalisations en sortie de cathode (mélange KOH/H₂) => pas d'impact externe ;
- Sur les canalisations transportant de l'H₂ (scénario 2 et 8) => pas d'impact externe ;

Effets dominos externes

- Aucun effet domino externe.

1.4.6 SCENARIO N°5 : REJET A L'EVENT H2 – FEU TORCHE ET UVCE D'HYDROGENE

Les distances aux seuils des effets dominos pour les effets thermiques et de surpression pour ce scénario sont de : 7,5 et 7 m.

L'évent a été pris d'une hauteur de 1 m, dans la configuration finale du site, l'évent sera implanté en hauteur (sortie en toiture). Les effets attendus sont moindres du fait de la hauteur du rejet et du caractère en champ libre de la dispersion du nuage (indice multi énergie pris en compte majorant). La configuration modélisée est donc majorante.

1.4.7 SCENARIO N°6 : RUPTURE DE LA TUYAUTERIE D'ALIMENTATION DE LA CHAUDIERE H2

Les distances aux seuils des effets dominos pour les effets thermiques et de surpression pour ce scénario sont de : 5 m et 2 m.

Effets dominos internes :

- Sur la canalisation d'alimentation de la cuve de stockage (scénario n°8) => pas d'impact externe ;
- Sur la cuve de stockage, les effets dominos ont été étudiés préalablement : il n'y a pas d'impact sur la cuve.

Effets dominos externes

- Aucun effet domino externe.

1.4.8 SCENARIO N°7 : ACCUMULATION DE GAZ INFLAMMABLE DANS LA CHAMBRE DE COMBUSTION DE LA CHAUDIERE

Les effets du scénario restent contenus à l'intérieur des limites de propriétés du site. Il ne sera pas étudié plus en détail dans le cadre de la présente étude.

1.4.9 SCENARIO N°8 RUPTURE DE LA TUYAUTERIE DE REMPLISSAGE DE LA CUVE

Les distances aux seuils des effets dominos pour les effets thermiques et de surpression pour ce scénario sont de : 6 m et 4 m.

Effets dominos internes :

- Sur les séparateurs (cf. scénario n°4) ;
- Sur les canalisations en sortie de cathode (mélange KOH/H2) => pas d'impact externe
- Sur la canalisation d'alimentation de la chaudière (scénario n°7) => pas d'impact externe ;
- Sur la cuve de stockage, les effets dominos ont été étudiés au paragraphe 8.10.3 => pas d'impact sur la cuve.

Effets dominos externes

- Aucun effet domino externe.

1.4.10 SYNTHESE

Les effets des événements les plus critiques, qui sortent des limites du site, sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Repère	Gravité	Cinétique	Position grille MMR
PhD 3-1 : effets de surpression lié à l'explosion interne du séparateur	Modéré	Rapide	Acceptable
PhD 4-1 : effets de surpression lié à l'explosion pneumatique du séparateur	Modéré	Rapide	Acceptable

L'acceptabilité du risque est définie comme la combinaison entre la probabilité d'apparition d'un phénomène dangereux et la gravité des conséquences.

Le positionnement des phénomènes dangereux dans la grille de criticité définie par l'arrêté du 29 septembre 2005 est le suivant :

consequences au des personnes exposées au des personnes exposées au Gravité sur les risques	PROBABILITÉ D'OCCURRENCE (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré		PhD3	PhD4-1		

Tableau 7 - Grille de criticité des PhD

Cette grille délimite trois zones de risque résiduel :

Une zone de risque élevé (case rouge – « NON ») ;

Une zone de risque intermédiaire (case orange – « MMR Rang 2 » ou jaune – « MMR Rang 1 ») ;

Une zone de risque moindre (case verte).

Aucun des scenarii étudiés ne présente de risque élevé ni intermédiaire.

Deux scenarii présentent un risque moindre qui est maîtrisé.

- PhD3 – M/D
- PhD4-1 – M/C

Les autres scenarii ne sortent pas des limites de propriété.

1.4.11 SCENARIO N°9 RUPTURE DE LA TUYAUTERIE D'ALIMENTATION DE LA CHAUDIERE GAZ NATUREL

Les effets du scénario restent contenus à l'intérieur des limites de propriétés du site. Il ne sera pas étudié plus en détail dans le cadre de la présente étude.

1.4.12 SCENARIO N°10 ACCUMULATIONS DE GAZ INFLAMMABLE DANS LA CHAMBRE DE COMBUSTION DE LA CHAUDIERE GAZ NATUREL

Les effets du scénario restent contenus à l'intérieur des limites de propriétés du site. Il ne sera pas étudié plus en détail dans le cadre de la présente étude.

1.5 RISQUES DE POLLUTION ACCIDENTELLE DES EAUX ET DES SOLS

Le déversement d'un produit nuisible pour l'environnement peut entraîner selon le lieu où se produit le sinistre, soit une pollution des eaux, soit une pollution des sols.

Lors d'un sinistre ou d'un incendie, les polluants liquides s'écoulent sur les surfaces imperméabilisées puis s'infiltrent dans le sol ou dans la nappe.

Les risques de pollution seront générés par des produits présentant une toxicité ou un caractère dangereux pour l'environnement.

Ces produits peuvent entraîner une toxicité pour l'homme et/ou l'environnement.

Les causes de défaillance des pollutions accidentielles sont les suivantes :

- Chute de contenant,
- Percement de contenant,
- Erreur ou choc lors de la manipulation de produits liquides,
- Acte de malveillance,
- Incendie.

Les effets d'une pollution accidentelle pourraient avoir les conséquences suivantes :

- Pollution des sols avec des hydrocarbures ou des produits dangereux,
- Toxicité pour la faune et la flore,
- Émanations toxiques.

Sur notre site plusieurs types de déversements accidentels sont possibles :

- Déversement d'un produit liquide utilisé sur le site,
- Déversement/fuite d'hydrocarbures du fait du transport en camions,
- Déversement d'eaux polluées, en cas d'incendie.

L'ensemble du site où des manipulations ont lieu est imperméabilisé. Aucune activité n'a lieu sur les espaces verts.

Les activités sont réalisées en intérieur pour l'utilisation des produits liquides.

Dans le cas d'une fuite ou d'un déversement important d'eaux polluées, les canalisations du site acheminent ces polluants vers le bassin de rétention des eaux incendies.

Le volume de ce bassin est de **1 912 m³**.

Il est totalement étanche et équipé d'une vanne de barrage qui permettra de stocker les eaux dans le bassin. Dès lors le bassin pourra stocker les eaux polluées.

Le personnel sera sensibilisé aux risques qui pourraient être engendrés par un déversement de produits.

Des consignes seront affichées sur le site et seront à la disposition du personnel. Ces consignes préciseront la conduite à tenir en cas de déversement ou d'incendie (fermeture des vannes sur le réseau eaux pluviales et utilisation des kits d'intervention).

Dès que le bassin aura accueilli une quelconque pollution, l'exploitant de l'usine fera appel à une société spécialisée pour pomper les effluents qui devront être traités.

1.6 MOYENS GENERAUX

1.6.1 MOYENS DE PREVENTION GENERAUX AU SITE

Le matériel mis en place est adapté au milieu environnant (température, humidité...) et est correctement entretenu par le service maintenance.

Des interdictions de fumer et des consignes de sécurité liées aux risques incendie sont affichées dans les locaux et à l'abord des zones concernées.

Un permis de feu sera systématiquement établi pour les travaux engendrant des points chauds (chalumeau et arc électrique notamment).

Des plans d'évacuation et des plans d'intervention sont affichés dans chaque zone de l'installation.

Des exercices d'évacuation incendie et d'utilisation du matériel incendie seront régulièrement réalisés.

Tous les équipements à risque ainsi que les matériels de secours sont régulièrement contrôlés, en interne et par des prestataires agréés. Un extincteur est prévu au minimum par tranche de 200 m². Il sera demandé à la société exploitante de réaliser tous les contrôles nécessaires au bon fonctionnement de l'installation. Les extincteurs sont vérifiés tous les ans.

Au sein de l'entreprise exploitante, du personnel formé est susceptible d'intervenir en cas de sinistre éventuel et notamment des Sauveteurs Secouristes du Travail.

Le personnel nouvellement embauché recevra à son arrivée un document décrivant les consignes de sécurité en application sur le site et sa formation est complétée oralement par son responsable sur les spécificités de son poste.

1.6.2 MOYENS D'INTERVENTION GENERAUX

Lors des formations mentionnées précédemment, l'ensemble du personnel du site aura pris connaissance des consignes incendie et des procédures à suivre en cas de sinistre.

Des plans seront également affichés dans l'ensemble du site précisant les moyens d'extinctions et de secours à proximité et les voies d'évacuation à emprunter.

Des moyens d'intervention sur un sinistre seront disponibles sur l'ensemble du site. Ils seront utilisables soit par le personnel, soit par les services incendie extérieurs. Ces équipements seront régulièrement vérifiés par les installateurs et contrôlés par des organismes agréés.

Les pompiers auront accès au site par l'accès principal (employés, visiteurs) ou par l'accès poids lourds permettant l'accès aux deux zones de retournement pompiers (au nord et au sud du bâtiment).

1.6.2.1 EXTINCTEURS

Des extincteurs seront présents dans tous les locaux du site, leur positionnement ainsi que leurs types seront conformes à la règle R4 de l'APSAD et adaptés aux activités du site. Un extincteur par tranche de 200 m² est prévu.

1.6.2.2 RESERVES D'EAU INCENDIE

Le dimensionnement des besoins en eau sur le site n'est pas modifié par rapport aux dispositifs actuels : réserve bâche incendie de 300m3

1.6.2.3 SYSTEME D'EXTINCTION AUTOMATIQUE

Un système de sprinklage est mis en place.

Une cuve de 300 m³ est disponible dans le local sprinklage à l'Est du site entre la zone de test des stacks et le bassin de rétention.

1.6.2.4 BILAN DES MOYENS DE PREVENTION

Afin de prévenir les risques identifiés, un certain nombre de dispositifs techniques est mis en œuvre au sein de l'installation. L'ensemble de ces dispositifs prévus sont les suivants :

- Extincteurs,
- Sprinklage,
- Désenfumage des combles : naturel, ouverture/fermeture pneumatique par commande manuelle et ouverture par fusible thermique,
- Arrêt d'urgence dans le local du transformateur et TGBT,
- Coffret de coupure gaz arrivant sur le ballon d'eau chaude,
- Réserve bâche incendie,
- Bassin de rétention des eaux d'extinction.