



## Analyse d'opportunité pour le déploiement de sites d'avitaillement d'hydrogène produit localement

**Version 1 du 1<sup>er</sup> octobre 2021  
pour HAROPA Port**

**Groupement Assystem - Antea Group**

### Document Control Sheet

<b>Work package Number</b>	WP T2
<b>Work package Title</b>	Defining requirements for the uptake of H2 propulsion in water transport in NWE
<b>Activity Number</b>	Activity 4
<b>Activity Title</b>	Development of an action plan for the implementation of a French pilot on the Seine in Paris in 2021-2022.
<b>Deliverable Number</b>	WP T2.4.1
<b>Deliverable Title</b>	Identification of potential sites for the future implementation of H2 production station for inland shipping in Paris
<b>Dissemination level</b>	Confidential
<b>Main author</b>	Camille Gantiez
<b>Contributors</b>	Morgan Van Honacker
<b>Quality Assurance</b>	Christian Frederic Berthon

## Sommaire

Liste des tableaux .....	3
Liste des figures .....	3
Liste des abréviations .....	4
1 Résumé.....	5
2 Introduction .....	7
3 Identification des sites à étudier.....	7
4 Définition des cas d'usage et hypothèses.....	9
4.1 Briques fonctionnelles de l'écosystème hydrogène .....	9
4.2 Equipements hydrogène et caractéristiques.....	10
4.3 Définition des cas d'usage pour l'avitaillement .....	14
5 Etablissement des critères d'évaluation .....	22
5.1 Définition de critères éliminatoires/limitants.....	22
5.2 Définition de critères pour évaluer l'environnement et l'état actuel des sites étudiés .....	23
5.3 Critères complémentaires pour l'analyse de l'opportunité vis-à-vis des cas d'usage étudiés .....	26
6 Méthode d'analyse d'opportunité.....	28
Etape 1 : élimination de cas d'usage par site.....	28
Etape 2 : évaluation par rapport aux critères d'environnement et d'aménagement actuel.....	28
Etape 3 : évaluation par rapport aux critères d'opportunité de mise en place des cas d'usage .....	29
Etape 4 : Identification des cas d'usage les plus opportuns.....	29
Etape 5 : Pondération des différents critères et notation finale.....	31
7 Analyse d'opportunité.....	32
Annexe 1 : Logigramme du processus d'analyse d'opportunité .....	33
Annexe 2 : Fichier d'analyse d'opportunité(.xlsx) (Fichier Microsoft EXCEL) .....	34

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des équipements assurant les fonctions des briques de l'écosystème hydrogène .....	11
Tableau 2 : Cas d'usage étudiés dans le cadre de l'analyse d'opportunité .....	14
Tableau 3 : Equipements associés aux cas d'usage considérés et surfaces au sol ...	21
Tableau 4 : Critères éliminatoires pour les cas d'usage étudiés .....	23
Tableau 5 : Détail des critères d'évaluation pour l'environnement et l'aménagement actuel des sites et de leur notation par catégorie .....	25
Tableau 6 : Détail des critères d'évaluation de l'opportunité de mise en place des cas d'usages pour les sites étudiés et de leur notation par catégorie .....	26
Tableau 7 : Exemple d'évaluation d'un sous-critère .....	28
Tableau 8 : Méthodologie d'identification des cas d'usage les plus opportuns par site .....	31
Tableau 9 : Méthodologie de pondération des critères pour la notation des sites ..	31

## Liste des figures

Figure 1: Répartition de la gestion du domaine portuaire de HAROPA Ports – Paris par agence .....	8
Figure 2 : Sites identifiés pour la réalisation de l'analyse d'opportunité .....	8
Figure 3: Briques fonctionnelles de l'écosystème hydrogène considérées dans les cas d'usage étudiés.....	9

## Liste des abréviations

BP	Basse Pression
EHPAD	Etablissements d'Hébergement pour Personnes Agées Dépendantes
ERP	Etablissements Recevant du Public
H2	Dihydrogène
LOHC	Liquid Organic Hydrogen Carriers ( <i>composés organiques liquides qui peuvent absorber et libérer de l'hydrogène par des réactions chimiques</i> )
MP	Moyenne Pression
MW	Mégawatt
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PPRi	Plan de Prévention des Risques d'inondation
SRCE	Schéma Régional de Cohérence Ecologique
T20	Refroidissement à une température de 20°C
T40	Refroidissement à une température de 40°C
TVB	Trame Verte et Bleue
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

# 1 Résumé

Le présent livrable détaille la méthodologie de l'évaluation de l'opportunité d'avitaillement en hydrogène visant à identifier des sites potentiels pour un futur site d'avitaillement en hydrogène à destination des bateaux de navigation intérieure.

Une quarantaine de sites répartis sur tout le domaine de la Direction Territoriale de Paris de HAROPA Port ont été préalablement identifiés comme pouvant potentiellement accueillir une activité d'avitaillement en hydrogène à court ou moyen terme au moment de la réalisation de l'étude. Ces sites sont divisés en deux grandes catégories :

- Sites fixes : emprise foncière disponible pour l'implantation permanente d'une station d'avitaillement en hydrogène
- Sites mobiles : quai disponible temporairement pour une solution mobile d'avitaillement en hydrogène

Une matrice multicritère (annexe 2) a été élaborée pour déterminer au niveau de chaque site identifié les modes d'avitaillement envisageables et évaluer leur opportunité technique à accueillir une activité d'avitaillement en fonction de leurs caractéristiques intrinsèques et de leur environnement.

Une dizaine de cas d'usage ont été définis suivant les blocs fonctionnels liés à l'avitaillement des bateaux en hydrogène. A chacun des cas d'usage ont été associés des équipements fonctionnels (électrolyseurs, stockages...), à partir desquels des premiers critères éliminatoires (surface au sol, accès, distances de sécurité minimales...) ont été définis.

Des critères d'évaluation supplémentaires ont également été définis afin de prendre en compte l'environnement de chacun des sites et son aménagement actuel.

La méthodologie de réalisation de l'analyse, qui est explicitée au paragraphe 5, implique cinq grandes étapes :

1. Evaluation par rapport aux critères **éliminatoires** des cas d'usage ;
2. Evaluation par rapport aux critères **d'environnement** et **d'aménagement actuel** des sites ;
3. Evaluation par rapport aux critères relatifs à **l'opportunité de mise en place** des cas d'usage pour les sites ;

4. Notation des sites en fonction des critères ;
5. Identification des cas d'usage les plus opportuns par site.

L'analyse multicritère a permis d'établir une première évaluation des sites potentiels sur implantés sur le domaine de la DT de Paris de HAROPA Port à partir de critères macros. Elle met en évidence une diversité de typologies de site en matière d'accessibilité routière et / ou fluviale, de surface ainsi que d'environnement permettant de déterminer leurs limites et hiérarchiser des sites plus opportuns que d'autres.

Une partie de ces sites ont été retenus pour un appel à projets portant sur des stations de distribution d'hydrogène et d'énergies renouvelables.

## 2 Introduction

L'objectif principal de l'étude d'opportunité est d'identifier les sites potentiels pour lesquels l'implantation d'une station de production d'hydrogène et de distribution d'hydrogène serait possible.

## 3 Identification des sites à étudier

La première phase a consisté en l'identification des sites disponibles sur le domaine de gestion d'HAROPA Ports – Paris pour les intégrer à l'étude d'opportunité, parmi les sites gérés par les agences Seine Amont (ASAM), Seine Aval (ASAV), Paris Seine (APS) et de Gennevilliers (AG).

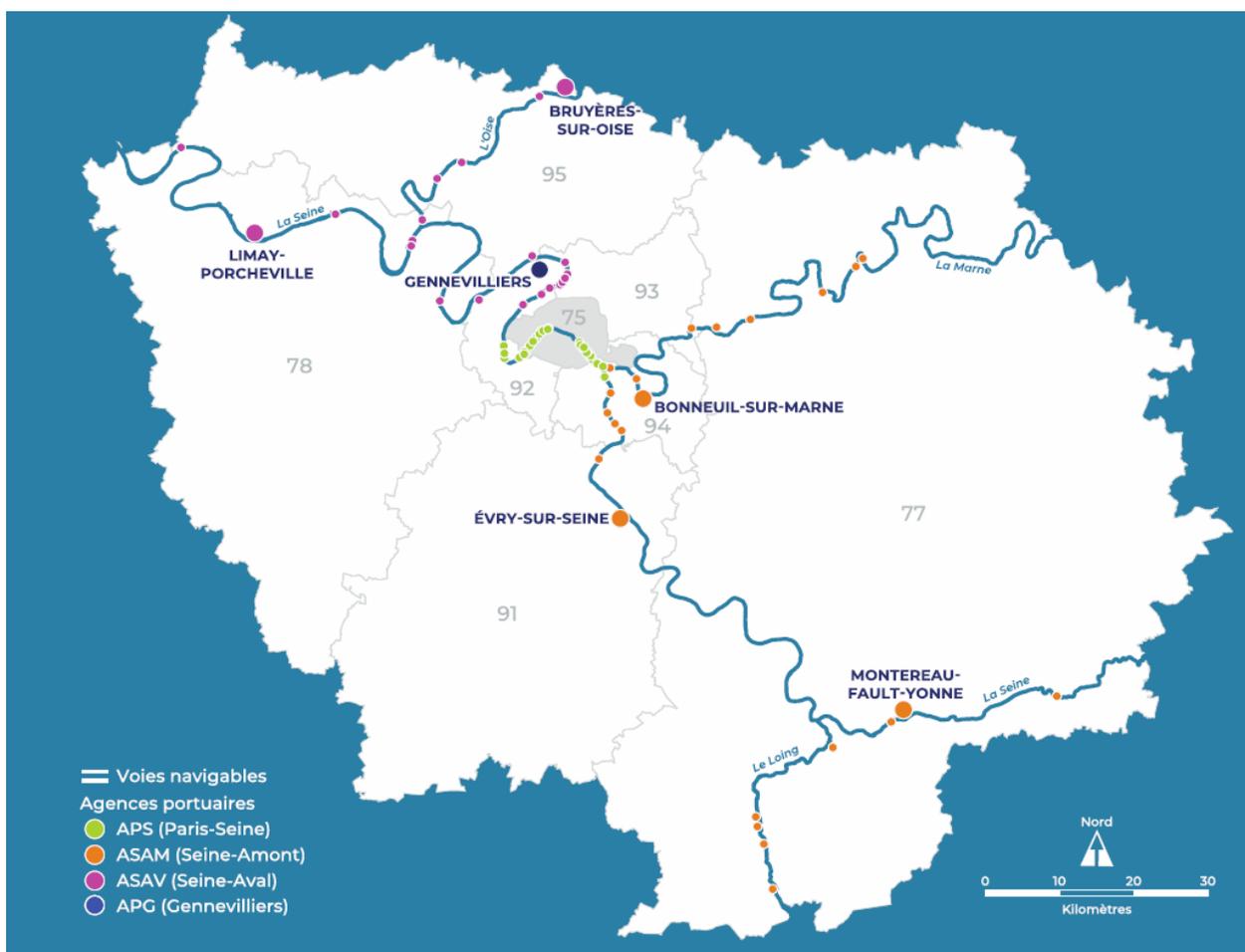


Figure 1: Répartition de la gestion du domaine portuaire de HAROPA Ports – Paris par agence

En analysant les sites disponibles actuellement et qui pourrait héberger le type d'activités envisagées, 38 sites du domaine sous la gestion de HAROPA Ports – Paris ont été identifiés ; ils sont cartographiés ci-après.



Figure 2 : Sites identifiés pour la réalisation de l'analyse d'opportunité

Ces sites sont divisés en deux grandes catégories :

- Les sites fixes pour lesquels une emprise foncière est disponible pour l'implantation permanente d'une station d'avitaillement en hydrogène. L'occupation du domaine ferait alors l'objet d'une Convention d'occupation Temporaire avec HAROPA Ports et un amodiateur qui exploiterait la station.
- Les sites mobiles sont des quais à usage partagé disponibles temporairement pour accueillir une solution mobile d'avitaillement en hydrogène comme un avitaillement par camion.

## 4 Définition des cas d'usage et hypothèses

### 4.1 Briques fonctionnelles de l'écosystème hydrogène

Les cas d'usage définis dans le cadre de l'étude d'opportunité couvrent l'ensemble de l'écosystème hydrogène permettant d'aboutir à un avitaillement de bateau en hydrogène :

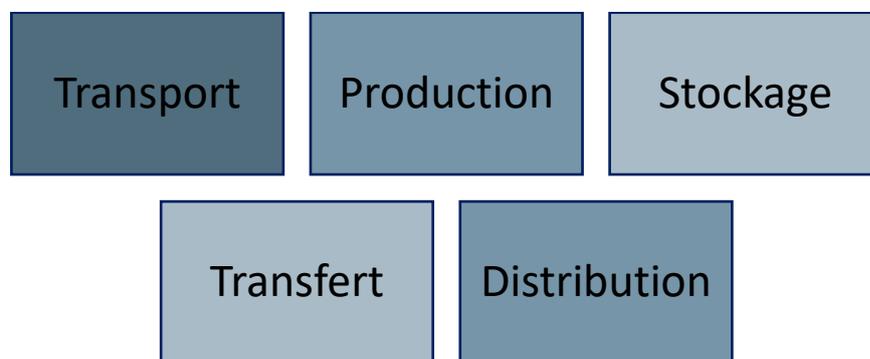


Figure 3: Briques fonctionnelles de l'écosystème hydrogène considérées dans les cas d'usage étudiés

Nota : L'hydrogène a été considéré sous forme gazeuse dans l'étude. Les formes liquide (LOHC ou liquéfié à  $-253^{\circ}\text{C}$ ) ou solides (hydrures métalliques) n'ont pas été retenues considérant leur faible maturité technologique ou leur difficulté de mise en œuvre pour la mobilité lourde pour le moment.

## 4.2 Equipements hydrogène et caractéristiques

Ces briques fonctionnelles sont associées à des équipements particuliers, pour lesquels les caractéristiques suivantes ont été considérées :

Brique fonctionnelle	Equipement	Pression (bar)	Longueur (m)	Largeur (m)	Surface au sol (m <sup>2</sup> )	Distance minimale de sécurité	Surface max au sol avec distances de sécurité (m <sup>2</sup> )
Transport	Tube trailer	200-500	14	2,5	35	0	35
Transport	Hydrogénoduc	20-30	-	-	-	0	-
Production	Electrolyseur capacité 1 MW	20-30	6	2,5	15	0	15
Production	Electrolyseur capacité 4 MW	20-30	-	-	75	0	75
Production	Déminéraliseur	20-30	6	2,5	15	0	15
Production	Redresseur	20-30	6	2,5	15	0	15
Stockage	Cylindre 95 m <sup>3</sup> - BP	20-30	14	3	42	8 m des limites du site ou de tout bâtiment occupé (si à l'air libre ou sous auvent)	330
Stockage	2 Cylindres 95 m <sup>3</sup> - BP	20-30	14	7	98	8 m des limites du site ou de tout bâtiment occupé (si à l'air libre ou sous auvent)	450

Brique fonctionnelle	Equipement	Pression (bar)	Longueur (m)	Largeur (m)	Surface au sol (m <sup>2</sup> )	Distance minimale de sécurité	Surface max au sol avec distances de sécurité (m <sup>2</sup> )
Stockage	Tube trailer - MP	200	12	2,5	30	8 m des limites du site ou de tout bâtiment occupé (si à l'air libre ou sous auvent)	300
Stockage	Cadres bouteilles MP (24 bouteilles de 400 L)	450	6	3	18	8 m des limites du site ou de tout bâtiment occupé (si à l'air libre ou sous auvent)	350
Stockage	2 Cadres bouteilles MP (24 bouteilles de 400 L)	450	12	6	72	8 m des limites du site ou de tout bâtiment occupé (si à l'air libre ou sous auvent)	400
Transfert	Compresseur	350	5,5	3	16,5	0	15
Transfert	Refroidisseur / Cooling (T20 ou T40)	-	5	2	10	0	10
Distribution	Borne de distribution	350	3,5	1	3,5	10 m des limites du site (si débit maximal 120 g/s)	260
Distribution	2 Bornes de distribution	350	7	2	14	5 m entre les bornes - 10 m des limites du site (si débit maximal 120 g/s)	350

Tableau 1 : Caractéristiques des équipements assurant les fonctions des briques de l'écosystème hydrogène

Par ailleurs, on considère les quantités d'hydrogène suivantes disponibles pour ces équipements :

Brique fonctionnelle	Equipement	Quantité maximale d'H2 (kg/j)	Quantité maximale d'H2 (kg)
Transport	Tube trailer	720*	360
Transport	Véhicule batterie (26 m <sup>3</sup> )	1000**	1000
Transport	Camion transporteur de cadres	680*	340
Transport	Hydrogénoduc		-
Production	Electrolyseur cap. 1 MW	400	-
Production	Electrolyseur capacité 4 MW	1600	-
Production	Déminéraliseur	400	-
Production	Redresseur	400	-
Stockage	Cylindre 95 m <sup>3</sup> - BP	-	150
Stockage	2 Cylindres 95 m <sup>3</sup> - BP	-	300
Stockage	Tube trailer - MP	-	300
Stockage	Cadres bouteilles MP (24 bouteilles de 400 L)	-	270
Stockage	2 Cadres bouteilles MP (24 bouteilles de 400 L)	-	540
Transfert	Compresseur	-	-
Transfert	Refroidisseur / Cooling (T20 ou T40)	-	-
Distribution	Borne de distribution	600	-
Distribution	2 Bornes de distribution	600	-

\* : En considérant 1 livraison par jour

\*\* : En considérant 2 livraisons par jour

Les distances minimales de sécurité du tableau 1 sont issues des textes réglementaires ci-dessous :

- Pour la distribution : Arrêté du 22/10/18 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n° 1416 (station de distribution

d'hydrogène gazeux) de la nomenclature des installations classées et modifiant l'arrêté du 26 novembre 2015 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations mettant en œuvre l'hydrogène gazeux dans une installation classée pour la protection de l'environnement pour alimenter des chariots à hydrogène gazeux lorsque la quantité d'hydrogène présente au sein de l'établissement relève du régime de la déclaration pour la rubrique n° 4715 et modifiant l'arrêté du 4 août 2014 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n° 4802.

- Pour le stockage : Arrêté du 12/02/98 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n° 4715

### 4.3 Définition des cas d'usage pour l'avitaillement

Des cas d'usage ont été définis suivant un schéma synoptique pour permettre d'étudier toutes les potentialités d'avitaillement en hydrogène gazeux :

N° Cas	Description
<b>Sans infrastructure fixe sur la zone</b>	
0	Soutage bateau-bateau
1	Déchargement module bateau-bateau
2	Production délocalisée - Transport par train ou bateau - Déchargement de module
3	Production délocalisée - Transport par camion - Déchargement de module
<b>Avec infrastructure fixe - Distribution - Stockage MP - Production délocalisée</b>	
4	Production délocalisée - Transport par Hydrogénoduc - Compression/stockage MP - Cooling T20 - Distribution
5.1	Production délocalisée - Transport par camion - Stockage MP - Compression - Cooling T20 - Distribution
5.2	Production délocalisée - Transport par bateau ou train - Stockage MP - Compression - Cooling T20 - Distribution
<b>Avec infrastructure fixe - Distribution - Stockage - Production sur site</b>	
6	Production sur site - Compression - Stockage BP - Cooling T20 - Distribution
7	<u>Volumes importants / Multimodalité :</u> Production sur site - Compression - Stockage BP et MP - Cooling T20 - Distribution

Tableau 2 : Cas d'usage étudiés dans le cadre de l'analyse d'opportunité

Nota : les cas d'usages 5.1, 5.2 et 6 sont également étudiés dans un second temps de l'analyse d'opportunité sans équipements de distribution (scénarios bis) pour les sites fixes qui n'auraient pas d'accès fluvial direct, et pour lesquels il est plus opportun de simplement décharger des modules et les stocker sur place ; avant transfert ultérieur vers un quai pour avitaillement d'un bateau par chargement de ces modules.

Les équipements nécessaires pour ces cas d'usage d'avitaillement, leurs caractéristiques, ainsi que les surfaces qu'ils occupent avec distances de sécurité réglementaires sont précisés dans le tableau suivant :

(nota : les fiches d'identité des équipements sont données en Annexe 3 du présent rapport)

N° Cas	Description	Equipements présents	Nombre	Surface au sol (m <sup>2</sup> )	Surface au sol (m <sup>2</sup> ) avec distances de sécurité	Surface totale au sol équipements (m <sup>2</sup> ) avec distances de sécurité
<b>Sans infrastructure fixe sur la zone</b>						
0	Soutage bateau-bateau	-	-	-	-	-
1	Déchargement module bateau-bateau	-	-	-	-	-
2	Production délocalisée - Transport par train ou bateau - Déchargement de module	Aire de déchargement tube trailer	1	35	35	30
3	Production délocalisée - Transport par camion - Déchargement de module	Aire camion tube trailer	1	35	35	470
		Aire de déchargement tube trailer	1	30	30	
		Aire de giration camion	1	400	400	
<b>Avec infrastructure fixe - Distribution - Production délocalisée</b>						
4.1	Production délocalisée - Transport par Hydrogénoduc -	Hydrogénoduc	-	-	-	310
		Local technique	1	10	10	
		Compresseur x 2	2	33	33	

N° Cas	Description	Equipements présents	Nombre	Surface au sol (m <sup>2</sup> )	Surface au sol (m <sup>2</sup> ) avec distances de sécurité	Surface totale au sol équipements (m <sup>2</sup> ) avec distances de sécurité
	Compression - Cooling T20 - Distribution	Cooling T20	1	10	10	
		Borne de distribution	1	3,5	258,5	
<b>Avec infrastructure fixe - Distribution - Stockage - Production délocalisée</b>						
4.2	Production délocalisée - Transport par Hydrogénoduc - Stockage BP - Compression - Cooling T20 - Distribution	Hydrogénoduc	-	-	-	760
		Local technique	1	10	10	
		Stockage BP x 2	2	98	450	
		Compresseur x 2	2	33	33	
		Cooling T20	1	10	10	
		Borne de distribution	1	3,5	258,5	
4.3	Production délocalisée - Transport par Hydrogénoduc - Compression - Stockage MP - Cooling T20 - Distribution	Hydrogénoduc	-	-	-	510
		Local technique	1	10	10	
		Compresseur	1	16,5	16,5	
		Stockage MP - Cadre de bouteilles	1	18	242	
		Cooling T20	1	10	10	

N° Cas	Description	Equipements présents	Nombre	Surface au sol (m <sup>2</sup> )	Surface au sol (m <sup>2</sup> ) avec distances de sécurité	Surface totale au sol équipements (m <sup>2</sup> ) avec distances de sécurité
		Borne de distribution	1	3,5	258,5	
5.1	Production délocalisée - Transport par camion - Stockage MP - Compression - Cooling T20 - Distribution	Aire camion tube trailer	1	35	35	350
		Stockage MP - Tube trailer	1	30	294	
		Compresseur	1	16,5	16,5	
		Cooling T20	1	10	10	
		Borne de distribution	1	3,5	258,5	
5.1bis - Sans distribution	<i>Production délocalisée - Transport par camion - Stockage MP</i>	<i>Aire camion tube trailer</i>	<i>1</i>	<i>35</i>	<i>35</i>	300
		<i>Stockage MP - Tube trailer</i>	<i>1</i>	<i>30</i>	<i>294</i>	
5.2	Production délocalisée - Transport par bateau ou train - Stockage MP - Compression - Cooling T20 - Distribution	Stockage MP - Tube trailer	1	30	294	300
		Compresseur	1	16,5	16,5	
		Cooling T20	1	10	10	
		Borne de distribution	1	3,5	258,5	
5.2bis - Sans distribution	<i>Production délocalisée - Transport par bateau ou train - Stockage MP</i>	<i>Stockage MP - Tube trailer</i>	<i>1</i>	<i>30</i>	<i>294</i>	<i>300</i>
<b>Avec infrastructure fixe - Distribution - Stockage - Production sur site</b>						

N° Cas	Description	Equipements présents	Nombre	Surface au sol (m <sup>2</sup> )	Surface au sol (m <sup>2</sup> ) avec distances de sécurité	Surface totale au sol équipements (m <sup>2</sup> ) avec distances de sécurité
6.1	Production sur site - Compression - Stockage MP - Cooling T20 - Distribution	Electrolyseur cap. 1 MW	1	15	15	600
		Déminéraliseur	1	15	15	
		Redresseur	1	15	15	
		Compresseur x 2	2	33	33	
		Stockage MP - Cadre de bouteilles	1	18	242	
		Cooling T20	1	10	10	
		Borne de distribution	1	3,5	258,5	
6.1bis - Sans distribution	Production sur site - Compression - Stockage MP	<i>Electrolyseur cap. 1 MW</i>	<i>1</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	300
		<i>Déminéraliseur</i>	<i>1</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	
		<i>Redresseur</i>	<i>1</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	
		<i>Compresseur x 2</i>	<i>2</i>	<i>33</i>	<i>33</i>	
		<i>Stockage MP - Cadre de bouteilles</i>	<i>1</i>	<i>18</i>	<i>242</i>	
6.2		Electrolyseur cap. 1 MW	1	15	15	800
		Déminéraliseur	1	15	15	

N° Cas	Description	Equipements présents	Nombre	Surface au sol (m <sup>2</sup> )	Surface au sol (m <sup>2</sup> ) avec distances de sécurité	Surface totale au sol équipements (m <sup>2</sup> ) avec distances de sécurité
	Production sur site - Stockage BP - Compression - Cooling T20 - Distribution	Redresseur	1	15	15	
		Stockage BP x 2	2	98	450	
		Compresseur x 2	2	33	33	
		Cooling T20	1	10	10	
		Borne de distribution	1	3,5	258,5	
7.1	<u>Volumes importants / Multimodalité avec plein de bateau 1 j sur 2 :</u> Production sur site - Stockage BP - Compression - Stockage MP - Cooling T20 - Distribution	Electrolyseur cap. 1 MW	1	15	15	1100
		Déminéraliseur	1	15	15	
		Redresseur	1	15	15	
		Stockage BP x 2	2	98	450	
		Compresseur x 2	2	33	33	
		Stockage MP - Cadre de bouteilles	1	18	242	
		Cooling T20	1	10	10	
		2 Bornes de distribution	2	14	352	
7.2	<u>Volumes importants / Multimodalité avec plein de bateau 1 j sur 2 :</u> Production sur site - Stockage BP + Stockage MP	Electrolyseur cap. 1 MW	1	15	15	1400
		Déminéraliseur	1	15	15	
		Redresseur	1	15	15	
		Stockage BP x 2	2	98	450	

N° Cas	Description	Equipements présents	Nombre	Surface au sol (m <sup>2</sup> )	Surface au sol (m <sup>2</sup> ) avec distances de sécurité	Surface totale au sol équipements (m <sup>2</sup> ) avec distances de sécurité
	- Compression - Stockage MP - Cooling T20 - Distribution	Compresseur x 2	2	33	33	
		Stockage MP - Cadre de bouteilles	1	18	242	
		Stockage MP - Tube trailer	1	30	294	
		Cooling T20	1	10	10	
		2 Bornes de distribution	2	14	352	
7.3	<u>Volumes très importants / Multimodalité avec plein de bateau tous les jours :</u> Production sur site - Stockage BP + Stockage MP - Compression - Stockage MP - Cooling T20 - Distribution	Electrolyseur cap. 1 MW	2	30	30	1600
		Déminéraliseur	2	30	30	
		Redresseur	2	30	30	
		Stockage BP x 2	2	98	450	
		Compresseur x 2	2	33	33	
		2 Stockage MP - Cadre de bouteilles	2	72	392	
		Stockage MP - Tube trailer	1	30	294	
		Cooling T20	1	10	10	
		2 Bornes de distribution	2	14	352	
7.4	<u>Volumes très importants / Multimodalité avec plein de</u>	Electrolyseur cap. 4 MW	1	75	75	1700
		Déminéraliseur	5	75	75	

N° Cas	Description	Equipements présents	Nombre	Surface au sol (m <sup>2</sup> )	Surface au sol (m <sup>2</sup> ) avec distances de sécurité	Surface totale au sol équipements (m <sup>2</sup> ) avec distances de sécurité
	bateau tous les jours : Production sur site - Stockage BP + Stockage MP - Compression - Stockage MP - Cooling T20 - Distribution	Redresseur	5	75	75	
		Stockage BP x 2	2	98	450	
		Compresseur x 2	2	33	33	
		2 Stockage MP - Cadre de bouteilles	2	72	392	
		Stockage MP - Tube trailer	1	30	294	
		Cooling T20	1	10	10	
		2 Bornes de distribution	2	14	352	

Tableau 3 : Equipements associés aux cas d'usage considérés et surfaces au sol

## 5 Etablissement des critères d'évaluation

Trois types de critères ont été établis pour réaliser l'analyse d'opportunité.

### 5.1 Définition de critères éliminatoires/limitants

La première phase de définition des critères amène à définir des critères éliminatoires ou très limitants pour chacun des cas d'usages étudiés.

N° Cas	Description	Critère n°1 - Surface minimale (m²)	Critère n°2 - Accès	Critère n°3 : Usage (valable pour les sites mobiles uniquement)
0	Soutage bateau-bateau	Aucune	Aucun	Aucun
1	Déchargement module bateau-bateau	Aucune	Accès fluvial largeur 20 m	Aucun
2	Production délocalisée - Transport par train ou bateau - Déchargement de module	40	Accès train Accès fluvial largeur 20 m	Aucun
3	Production délocalisée - Transport par camion - Déchargement de module	470*	1 Accès route > 4 m	Facilité de manutention sur le quai
		70	1 accès route > 4 m entrée + sortie	Facilité de manutention sur le quai
4	Production délocalisée - Transport par Hydrogénoduc - Compression/stockage - Cooling T20 - Distribution	300 - 750	Accès fluvial	Pas de quai à usage partagé ou de terre-plein logistique
5.1	Production délocalisée - Transport par camion - Stockage MP - Compression - Cooling T20 - Distribution	750*	Accès fluvial + 1 Accès route > 4 m	Pas de quai à usage partagé ou de terre-plein logistique
5.1	Production délocalisée - Transport par camion - Stockage MP - Compression - Cooling T20 - Distribution	350	Accès fluvial + 1 accès route > 4 m entrée + sortie	Pas de quai à usage partagé ou de terre-plein logistique

N° Cas	Description	Critère n°1 - Surface minimale (m²)	Critère n°2 - Accès	Critère n°3 : Usage (valable pour les sites mobiles uniquement)
5.2	Production délocalisée - Transport par train ou bateau - Stockage MP - Compression - Cooling T20 - Distribution	350	Accès fluvial + Accès train	Pas de quai à usage partagé ou de terre-plein logistique
6	Production sur site - Compression - Stockage - Cooling T20 - Distribution	600 - 800	Accès fluvial	Pas de quai à usage partagé ou de terre-plein logistique
7	<u>Volumes importants / Multimodalité :</u> Production sur site - Compression - Stockage - Cooling T20 - Distribution	1100 - 1800	Accès fluvial + 1 accès route > 4 m entrée + sortie	Pas de quai à usage partagé ou de terre-plein logistique

\*Comprenant la surface de l'aire de retournement camion de 20 m x 20 m = 400 m²

Tableau 4 : Critères éliminatoires pour les cas d'usage étudiés

Par ailleurs, pour le cas d'usage n°4, **un critère supplémentaire limitant** est défini : l'absence d'hydrogénoduc existant à proximité.

Ces critères permettent de réaliser une première analyse au niveau des sites étudiés pour éliminer des cas d'usage en première approche qui ne pourront pas être retenus.

## 5.2 Définition de critères pour évaluer l'environnement et l'état actuel des sites étudiés

Après avoir défini des critères éliminatoires permettant de réaliser une première analyse, des critères sont définis pour évaluer :

- D'une part **l'environnement et les enjeux à proximité** du site étudié ;
- D'autre part **l'aménagement actuel** du site étudié.

Ils permettent d'identifier les premiers freins et les premières potentialités pour chacun des sites étudiés, sans mise en parallèle avec les cas d'usage potentiels donnés dans le Tableau 2.

Pour chacun des critères définis, une notation sur 5 est proposée comme suit :

CRITÈRE	NOTE / JUSTIFICATION				
	1/5	2/5	3/5	4/5	5/5
<b>1- Environnement et enjeux à proximité</b>					
<b>Densité population</b>	Densité de population élevée, habitat collectif avec immeubles dans un rayon de 100 m	Densité de population élevée, quartier pavillonnaire dans un rayon de 100 m	Densité de population moyenne, habitat individuel dispersé dans un rayon de 100 m	Densité de population faible, habitat individuel dispersé à une distance de 100 et 200 m	Densité de population très faible, habitat > 200 m
<b>Populations sensibles / ERP / Sites SEVESO</b>	ERP sensible (crèche, école, collège, lycée ou EHPAD) ou site SEVESO dans un rayon de 100 m	Autres ERP de catégories 1 à 4 dans un rayon de 100 m / ERP sensible ou site SEVESO dans un rayon de 200 m	ERP de catégorie 5 dans un rayon de 100 m / Autres ERP de catégories 1 à 4 dans un rayon de 200 m / Site SEVESO dans un rayon de 500 m	ERP de catégorie 5 dans un rayon de 200 m / Site SEVESO dans un rayon de 1 000 m	Aucun ERP dans un rayon de 200 m
<b>Biodiversité</b>	Intérieur d'une zone NATURA 2000	Intérieur d'une ZNIEFF	ZNIEFF ou Zone NATURA 2000 dans un rayon de 100 m / Zone identifiée comme TVB dans le SRCE / Forêt, frayère, talus pouvant héberger une certaine biodiversité sur le site	Forêt, frayère, talus pouvant héberger une certaine biodiversité dans un rayon de 100 m	Aucune zone pouvant héberger une certaine biodiversité dans un rayon de 100 m
<b>Inondabilité</b>	Intérieur d'une zone de prescription du PPRi de couleur rouge (Paris) / bleue très foncée (la plus pénalisante)	Intérieur d'une zone de prescription du PPRi de couleur rouge/orange	Intérieur d'une zone de prescription du PPRi de couleur bleu sombre	Intérieur d'une zone de prescription du PPRi de couleur bleu clair	Hors zone de prescription réglementaire PPRi

CRITÈRE	NOTE / JUSTIFICATION				
	1/5	2/5	3/5	4/5	5/5
<b>Compatibilité PLU</b>	En zone interdite des PLU (naturelles)	En zone urbaine du PLU, usage restreint	En zone urbaine du PLU, usage admis	En zone urbaine spécialisée du PLU, usage admis mais sous conditions	En zone urbaine spécialisée du PLU
<b>2 - Aménagement du site</b>					
<b>Contrôle d'accès</b>	Pas de contrôle d'accès	Contrôle d'accès partiel (véhicules)	Contrôle d'accès partiel (véhicules)	Contrôle d'accès véhicules et piétons	Contrôle d'accès véhicules et piétons
<b>Fréquentation du public</b>	Très fréquenté	Assez fréquenté	Moyennement fréquenté	Peu fréquenté	Pas du tout fréquenté
<b>Structure du quai</b>	Portance insuffisante	Renforcement du quai très difficile	Renforcement du quai possible mais difficile	Renforcement du quai possible et aisé	Portance suffisante

Tableau 5 : Détail des critères d'évaluation pour l'environnement et l'aménagement actuel des sites et de leur notation par catégorie

### 5.3 Critères complémentaires pour l'analyse de l'opportunité vis-à-vis des cas d'usage étudiés

Des critères complémentaires sont établis pour évaluer **l'opportunité de mise en place des cas d'usage** décrits dans le Tableau 2 sur le site concerné.

CRITÈRE	NOTE / JUSTIFICATION				
	1/5	2/5	3/5	4/5	5/5
<b>3 - Critères d'opportunité vis-à-vis des cas d'usage</b>					
<b>Surface disponible</b>	Surface < 40 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup> > Surface libre > 40 m <sup>2</sup>	600 m <sup>2</sup> > Surface libre > 300 m <sup>2</sup>	1100 m <sup>2</sup> > Surface libre > 600 m <sup>2</sup>	Surface libre > 1100 m <sup>2</sup>
<b>Accès routier</b>	Non - Création accès en cul-de-sac possible	Non - Création accès pas en cul-de-sac possible	Oui - Largeur < 4 m et en cul-de-sac	Oui - Largeur > 4 m et en cul-de-sac	Oui - Pas en cul-de-sac
<b>Desserte routière</b>	Chemin	Rue	Route Départementale	Boulevard Urbain	Autoroute
<b>Retournement camion</b>	Non - Création possible - Aire à proximité	Non - Création possible - Aire à proximité	Aire de 400 m <sup>2</sup> (minimum nécessaire) disponible	Aire de 600 m <sup>2</sup> disponible	Aire > 600 m <sup>2</sup> disponible

Tableau 6 : Détail des critères d'évaluation de l'opportunité de mise en place des cas d'usages pour les sites étudiés et de leur notation par catégorie

Ces critères permettent d'étudier l'opportunité des cas d'usage qui n'ont pas déjà été éliminés en fonction de la physionomie du site étudié et de ce qu'il serait possible de faire sur ce site. Ils apportent ainsi un niveau d'évaluation complémentaire, pour pouvoir sélectionner en particulier les cas d'usage les plus opportuns pour le site concerné.

En fonction de la typologie du site étudié, les critères qui rentrent dans cette évaluation complémentaire sont les suivants :

- Pour les **sites mobiles**, les critères « Accès routier », « Desserte routière » et « Aire pour retournement camion » ;
- Pour les **sites fixes**, les critères de « Surface disponible », « Accès routier » et « Desserte routière ».

Par exemple, pour les sites fixes, la notation sur le critère de surface est définie en considérant que plus la surface disponible est importante, plus l'opportunité de réaliser des opérations d'avitaillement sur le site l'est aussi. Ainsi, plus la note est élevée, plus il y a de cas d'usage opportuns pour l'avitaillement.

Les différents seuils de notation sont liés aux critères associés aux cas d'usage concernés par des surfaces minimales :

- Note de 1/5 : Cas d'usage 0, 1 et 2 opportuns si pas déjà éliminés
- Note de 2/5 : Cas d'usage 0, 1, 2 et 3 opportuns si pas déjà éliminés
- Note de 3/5 : Cas d'usage 0, 1, 2, 3, 4.1, 4.3, 5.1 et 5.2 opportuns si pas déjà éliminés
- Note de 4/5 : Cas d'usage 0, 1, 2, 3, 4.1, 4.2, 4.3, 5.1, 5.2, 6 et 7 opportuns si pas déjà éliminés
- Note de 5/5 : Tous les cas d'usage opportuns si pas déjà éliminés

## 6 Méthode d'analyse d'opportunité

L'analyse d'opportunité est réalisée suivant cinq grandes étapes :

1. Evaluation par rapport aux critères **éliminatoires** des cas d'usage ;
2. Evaluation par rapport aux critères **d'environnement** et **d'aménagement actuel** des sites ;
3. Evaluation par rapport aux critères relatifs à **l'opportunité de mise en place** des cas d'usage pour les sites ;
4. Notation des sites en fonction des critères ;
5. Identification des cas d'usage les plus opportuns par site.

Le logigramme explicitant ce processus est donné en Annexe 1.

### Etape 1 : élimination de cas d'usage par site

L'évaluation par rapport aux critères éliminatoires ou très limitants ne conduit pas à une note, mais à l'élimination d'un ou plusieurs cas d'usage suivant les critères définis dans le Tableau 4 : Critères éliminatoires pour les cas d'usage étudiés.

### Etape 2 : évaluation par rapport aux critères d'environnement et d'aménagement actuel

L'évaluation par rapport aux deux catégories de critères « Environnement » et « Aménagement actuel » pour chaque site est réalisée comme suit :

- a. Chaque **sous-critère de chacune des deux catégories** est renseigné (exemple : un ERP de catégorie 5 est présent dans un rayon de 200 m du site étudié) ; et est directement associé à la **note /5** présentée dans le Tableau 5 (pour l'exemple donné : note de 4/5 sur ce sous-critère)

CRITÈRE	NOTE / JUSTIFICATION				
	1/5	2/5	3/5	4/5	5/5
<b>1- Environnement et enjeux à proximité</b>					
<b>Populations sensibles / ERP</b>	ERP sensible (crèche, école, collège, lycée ou EHPAD) dans un rayon de 100 m	Autres ERP de catégories 1 à 4 dans un rayon de 100 m / ERP sensible dans un rayon de 200 m	ERP de catégorie 5 dans un rayon de 100 m / Autres ERP de catégories 1 à 4 dans un rayon de 200 m	ERP de catégorie 5 dans un rayon de 200 m	Aucun ERP dans un rayon de 200 m

Tableau 7 : Exemple d'évaluation d'un sous-critère

- b. Une moyenne géométrique de chacune des notes /5 des sous-critères est calculée pour obtenir **deux notes moyennes /5** respectivement pour les catégories « **Environnement** »  $M_e$  et « **Aménagement actuel** »  $M_a$

### **Etape 3 : évaluation par rapport aux critères d'opportunité de mise en place des cas d'usage**

L'évaluation des critères d'opportunité de mise en place des cas d'usage est réalisée sur le même modèle que l'étape 2 : une notation /5 est attribuée aux 4 sous-critères de la catégorie, et une moyenne géométrique /5 est calculée pour cette catégorie de critères par typologie de site :

- Pour les **sites mobiles**, une moyenne des 3 notes des 3 sous-critères « Accès routier », « Desserte routière » et « Aire pour retournement camion » est calculée avec une pondération respective de 2, 2, 1 ;
- Pour les **sites fixes**, une moyenne des 3 notes des 3 sous-critères « Surface disponible », « Accès routier » et « Desserte routière » est calculée.

→ On obtient la moyenne géométrique  $M_o$ .

### **Etape 4 : Identification des cas d'usage les plus opportuns**

L'étape finale de l'analyse d'opportunité vise à identifier les cas d'usage les plus opportuns pour le site étudié.

Pour cela, les notes des trois sous-critères d'opportunité de mise en place des cas d'usage calculées à l'étape 3 sont combinées pour les cas d'usage qui n'auraient pas déjà été éliminés à l'étape 1.

Avec :

- $N_s$  = Note critère « Surface Libre »
- $N_{Ar}$  = Note critère « Accès routier »
- $N_{Des}$  = Note critère « Desserte routière »
- $N_{Arc}$  = Note critère « Aire retournement camion »

Dont les niveaux sont explicités dans le Tableau 6.

A partir de ces notes, l'évaluation des cas d'usage les plus opportuns est réalisée comme suit :

N°	Cas d'usage	Evaluation	Condition
3	Production délocalisée - Transport par camion - Déchargement de module	Très opportun	Ns > 1 ET NAr =5 ET NDes = 5
			Ns > 2 ET NAr > 3 ET NArc > 3 ET NDes = 5
		Opportun	Ns > 1 ET NAr > 1 ET NArc > 2
			Ns > 1 ET NAr =5 ET NDes > 2
			Ns > 2 ET NAr > 3 ET NArc > 3 ET NDes > 2
4.1	Production délocalisée - Transport par Hydrogénoduc - Compression - Cooling T20 - Distribution	Très opportun	Ns > 3
		Opportun	Ns > 2
4.2	Production délocalisée - Transport par Hydrogénoduc - Stockage BP - Compression - Cooling T20 - Distribution	Très opportun	Ns > 3
		Opportun	Ns > 2
4.3	Production délocalisée - Transport par Hydrogénoduc - Compression - Stockage MP - Cooling T20 - Distribution	Très opportun	Ns > 3
		Opportun	Ns > 2
5.1	Production délocalisée - Transport par camion - Stockage MP - Compression - Cooling T20 - Distribution	Très opportun	Ns > 3 ET NAr = 5 ET NDes = 5
			Ns > 4 ET NAr > 3 ET NArc > 3 ET NDes = 5
		Opportun	Ns > 2 ET NAr > 1 ET NArc > 2
			Ns > 3 ET NAr = 5 ET NDes > 2
			Ns > 4 ET NAr > 3 ET NArc > 3 ET NDes > 2

N°	Cas d'usage	Evaluation	Condition
5.2	Production délocalisée - Transport par bateau ou train - Stockage MP - Compression - Cooling T20 - Distribution	Opportun	Ns > 2
6	Production sur site - Compression - Stockage - Cooling T20 - Distribution	Opportun	Ns > 3
7	<u>Volumes importants / Multimodalité :</u> Production sur site - Stockage - Compression - Cooling T20 - Distribution	Très opportuns	Ns = 5 ET NAr = 5
		Opportuns	Ns = 5 ET NAr > 3 ET NArC > 2

Tableau 8 : Méthodologie d'identification des cas d'usage les plus opportuns par site

Les cas d'usages non identifiés comme « très opportuns » ou « opportuns » sont classés « difficilement faisables ».

## Etape 5 : Pondération des différents critères et notation finale

Pour aboutir à une notation finale pour le site étudié, les différentes catégories de critères sont ensuite pondérées suivant la méthode suivante :

Catégorie de critères	Note moyenne catégorie	Pondération	Note finale
« Environnement »	M <sub>e</sub>	1	<b>Note finale = MOYENNE(M<sub>e</sub>;M<sub>a</sub>;M<sub>a</sub>;M<sub>o</sub>;M<sub>o</sub>)</b>
« Aménagement actuel »	M <sub>a</sub>	2	
Opportunité de mise en place des cas d'usage	M <sub>o</sub>	2	

Tableau 9 : Méthodologie de pondération des critères pour la notation des sites

## 7 Analyse d'opportunité

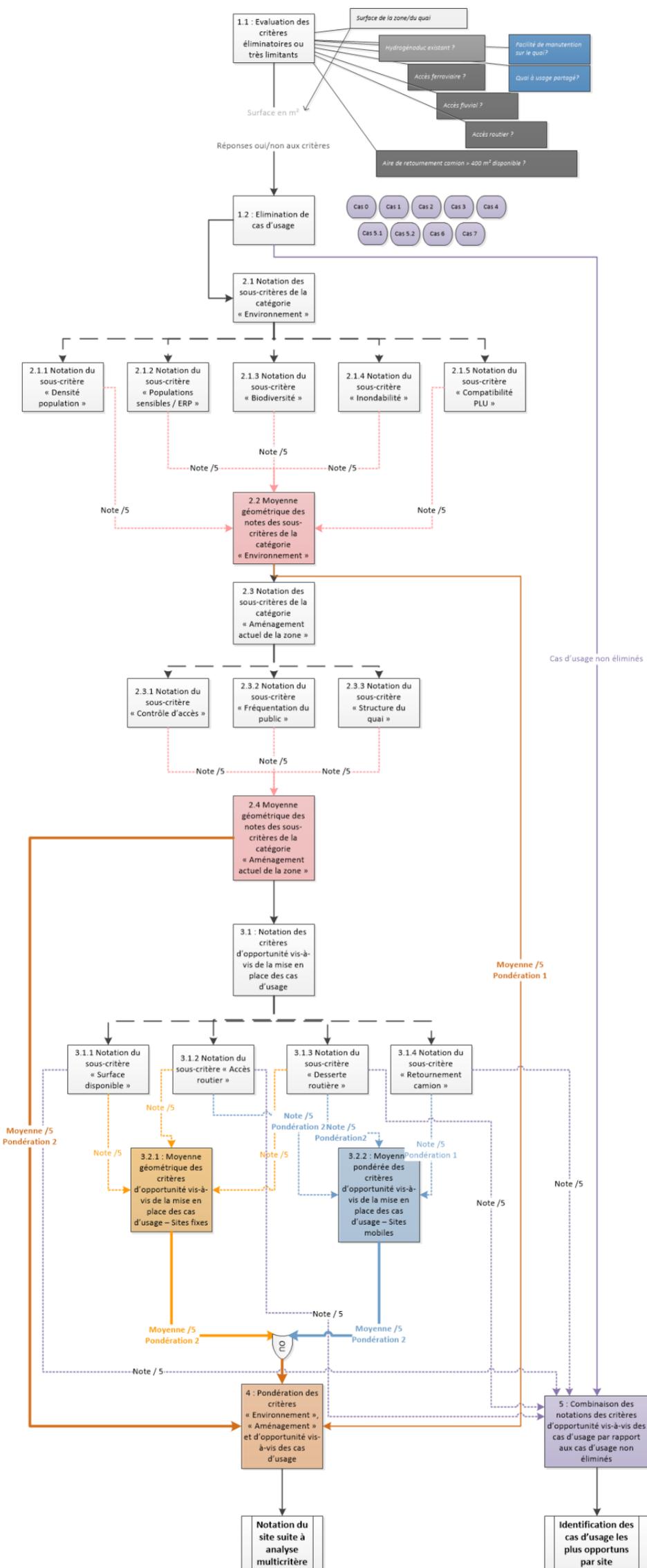
L'analyse d'opportunité a été réalisée pour les 38 sites proposés du domaine sous la gestion de HAROPA Ports – Paris, suivant la méthodologie précédemment présentée au paragraphe 5.

Cette analyse a été réalisée sur l'outil Microsoft EXCEL, joint en Annexe 2.

Le fichier EXCEL d'analyse d'opportunité est divisé en six onglets :

- L'onglet présentant le mode d'emploi du fichier, permettant de renseigner le fichier avec les données d'entrée nécessaires à la réalisation de l'analyse d'opportunité ;
- L'onglet « **Etude – Opportunité** », dans lequel :
  - Les données nécessaires à l'analyse sont renseignées dans les cases indiquées, ligne par ligne (site par site) ;
  - Les cas d'usage sont éliminés automatiquement en fonction des premières données renseignées et des critères éliminatoires ou très limitants définis (et présentés dans le Tableau 4) ;
  - Les notes sont données pour les sous-critères ;
  - Les moyennes sont calculées automatiquement par catégorie de critères ;
  - La note globale de l'analyse d'opportunité en fonction des différents critères est automatiquement calculée pour le site étudié ;
  - Les cas d'usage non éliminés en première instance sont automatiquement indiqués comme « opportuns » ou « très opportuns » pour le site étudié.
- L'onglet « **Critères éliminatoires** » qui présente les critères donnés dans le Tableau 4 à titre indicatif ;
- L'onglet « **Critères notation opportunité** » qui présente les critères donnés dans le Tableau 5 et le Tableau 6 à titre indicatif ;
- L'onglet « **Hypothèses** » qui présente les cas d'usage et hypothèses prises dans le cadre de l'étude d'opportunité, présentés au paragraphe 0.

# Annexe 1 : Logigramme du processus d'analyse d'opportunité



# **Annexe 2 : Fichier d'analyse d'opportunité(.xlsx) Microsoft EXCEL**

## **d'analyse (Fichier**