

# RIVIÈRE OISE

## *Fourniture des batardeaux pour les sept barrages de l'Oise*

Maître d'ouvrage



Conducteur d'opération

**Voies Navigables de France**

**Direction de l'Ingénierie et de la Maîtrise d'Ouvrage / Unité Opérationnelle de Paris (DIMOA/UOP)**


18, quai d'Austerlitz – 75013 PARIS

Tél. : 01 44 06 18 00

Fax : 01 44 06 19 60

## *Pièce 4 - Cahier des clauses techniques particulières (CCTP)*

Référence : Pièce 4-CCTP.docx

Bureau d'études et de maîtrise d'œuvre		
		
<b>BET - MÉCANIQUE ET STRUCTURE</b> Parc d'activités de Lanserre 11 Rue de la Fuye JUIGNÉ-SUR-LOIRE 49610 LES GARENNES SUR LOIRE Tél: +33(0)2 41 45 70 00 Fax: +33(0)2 41 45 71 45 Email: <a href="mailto:contact.ism@setec.com">contact.ism@setec.com</a>		

## SOMMAIRE

<b>1. DISPOSITIONS GENERALES.....</b>	<b>7</b>
1.1 CONTEXTE .....	7
1.2 PIECES ANNEXES.....	8
1.3 LEXIQUE .....	8
1.3.1 Général.....	8
1.3.2 Lexique et définitions spécifiques au lot 1 et3 : .....	8
1.4 OBJET DU DOCUMENT .....	9
1.5 PRESENTATION ET CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES.....	10
1.5.1 Localisations.....	10
1.5.2 Caractéristiques générales des 7 barrages.....	11
1.5.3 Présentation d'une passe standard .....	13
1.5.4 Présentation d'un pertuis standard .....	14
1.5.5 Principales dimensions et niveaux du génie civil .....	15
1.5.6 Points singuliers par barrage.....	18
1.5.7 Niveaux d'eau .....	23
1.5.8 Débits.....	23
1.5.9 Marges d'exploitation .....	23
1.5.10 Bathymétrie et hauteur maximale du lit au droit du barrage.....	24
1.5.11 Fréquence d'utilisation et durée de vie .....	24
1.5.12 Matériel de levage .....	25
1.5.13 Présentation du site de stockage final de Sempigny .....	26
1.5.14 Organisation des éléments de stocké sur site de Sempigny.....	27
1.6 CONTRAINTES AFFERENTES AU CHANTIER .....	28
1.6.1 Généralités.....	28
1.6.2 Accès.....	29
1.6.3 État des lieux au démarrage des travaux.....	32
1.6.4 Contraintes liées à l'exploitation de l'ouvrage.....	33
1.6.5 Contraintes liées aux crues et/ou submersions.....	33
1.6.6 Coactivité avec d'autres chantiers.....	33
1.6.7 Gestion des déchets de chantier.....	34
1.7 INSTALLATIONS DE CHANTIER .....	35
1.7.1 Généralités.....	35
1.7.2 Locaux de chantier mis à la disposition.....	35
1.7.3 Emplacements mis à la disposition du Titulaire.....	35
1.7.4 Raccordements .....	35
1.7.5 Base vie.....	35

1.7.6 Matériel de chantier.....	36
1.7.7 Accès au chantier, conditions de circulation des véhicules.....	36
1.7.8 Signalisation du chantier .....	37
1.7.9 Éclairage du chantier .....	37
1.7.10 Propreté du chantier .....	37
1.7.11 Sécurité et police.....	37
1.7.12 Repliement et remise en état des lieux.....	38
<b>2. PROGRAMME DE FOURNITURE ET DE TRAVAUX .....</b>	<b>39</b>
2.1 PRESENTATION GENERALE DU PROGRAMME DES TRAVAUX/ESSAIS .....	39
2.1.1 Programme général des essais de validation des fournitures .....	39
2.1.2 Exclusions du programme des travaux .....	39
2.1.3 Partition des travaux en tranches .....	40
2.1.4 Découpage du marché en lots .....	40
2.1.5 Variantes.....	40
2.2 BATARDEAU DE PASSE NAVIGABLE AMONT ET AVAL (HORS CREIL) .....	41
2.2.1 Contraintes fonctionnelles batardeau AMONT .....	41
2.2.2 Contraintes fonctionnelles batardeau AVAL de passe .....	43
2.2.3 Description du batardeau flottant (amont et aval) .....	45
2.2.4 Utilisation.....	58
2.2.5 Bers pour batardeau flottant de passes .....	65
2.3 BATARDEAU DE PERTUIS AMONT ET AVAL (HORS CREIL) .....	68
2.3.1 Préambule.....	68
2.3.2 Programme fonctionnel batardeau AMONT de pertuis.....	68
2.3.3 Programme fonctionnel batardeau AVAL de pertuis.....	71
2.3.4 Description du batardeau de pertuis (amont et aval).....	72
2.3.5 Utilisation des batardeaux de pertuis empilés.....	80
2.3.6 Râtelier pour batardeaux empilables de pertuis .....	81
2.4 BATARDEAUX DE CREIL (PASSES ET PERTUIS) .....	83
2.4.1 Contraintes fonctionnelles batardeaux de passes et pertuis.....	83
2.4.2 Description du batardeau (amont et aval).....	90
2.4.3 Utilisation des batardeaux de Creil.....	98
2.4.4 Tréteaux ou râtelier pour batardeaux-caissons flottants (Creil).....	103
2.4.5 Paniers de stockage d'aiguille.....	104
2.5 PROGRAMME PARTICULIER DES ESSAIS DE BATARDAGE .....	106
2.5.1 Objectifs des essais de validation .....	106
2.5.2 Procédure de batardage .....	106
2.5.3 Transport .....	106

2.5.4 Changement de configuration (33 à 31 m).....	106
2.5.5 Mesure des fuites .....	106
<b>3. NATURE, PROVENANCE ET QUALITE DES MATERIAUX .....</b>	<b>107</b>
3.1 CONFORMITE DES MATERIAUX ET FOURNITURES .....	107
3.1.1 Généralités.....	107
3.1.2 Contrôle des matériaux, matières et produits.....	108
3.2 MATERIAU DE STRUCTURE EN ACIER.....	109
3.2.1 Généralités.....	109
3.2.2 Certification des produits.....	109
3.2.3 Incorporation d'aciers à faible empreinte CO2 et énergétique dans la fabrication .....	110
3.2.4 Épaisseurs minimales des aciers de structure.....	110
3.2.5 Aciers au carbone.....	111
3.2.6 Aciers inoxydables.....	114
3.2.7 Aciers moulés .....	116
3.2.8 Produits d'apport de soudage.....	117
3.3 MATERIAUX ET PRODUITS POUR LES ELEMENTS DE FIXATION .....	119
3.3.1 Boulonnerie .....	119
3.3.2 Éléments de fixation pour éléments minces .....	121
3.4 MATERIAUX ET PRODUITS POUR LA PROTECTION ANTICORROSION .....	122
3.4.1 Matériaux pour la préparation des surfaces.....	122
3.4.2 Galvanisation .....	123
3.4.3 Métallisation .....	123
3.4.4 Système de peinture.....	124
3.4.5 Origine, conditionnement, livraison et stockage.....	124
3.4.6 Contrôle de la qualité des produits.....	125
3.4.7 Systèmes de peinture autres qu'ACQPA.....	125
3.5 MATERIAUX ET PRODUITS POUR LES MECANISMES .....	127
3.5.1 Aciers pour les organes mécaniques .....	127
3.5.2 Bronze .....	127
3.5.3 Ressort .....	127
3.5.4 Graissage / lubrification des éléments mécaniques .....	128
3.6 BOIS.....	128
3.6.1 Défenses de porte et bois d'étanchéité.....	128
3.7 MATERIAUX ET PRODUITS DE SYNTHESE .....	128
3.7.1 Étanchéités de bouchure .....	128
3.7.2 Défenses pour butées ou appuis.....	129

3.8 INTERCHANGEABILITE .....	129
3.9 MATERIAUX NON DENOMMES .....	129
<b>4. MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX .....</b>	<b>131</b>
4.1 PRESCRIPTIONS GENERALES .....	131
4.1.1 Généralités .....	131
4.1.2 Connaissance de l'état des lieux .....	131
4.1.3 Ordonnancement, pilotage et coordination .....	132
4.2 GESTION DU CONTROLE DE L'EXECUTION .....	133
4.2.1 Description de l'organisation générale du contrôle de l'exécution .....	133
4.2.2 Contrôle extérieur à l'entreprise .....	133
4.2.3 Points critiques et points d'arrêts .....	135
4.2.4 Liste préliminaire des points de contrôle .....	136
4.3 DOCUMENTS A PRODUIRE .....	137
4.3.1 Récapitulatif .....	137
4.3.2 Modalités de transmission des documents .....	138
4.3.3 Documents à fournir pendant la phase de préparation .....	139
4.3.4 Documents à fournir pendant la phase études .....	148
4.3.5 Documents à fournir pendant les travaux .....	150
4.3.6 Documents à fournir après l'exécution .....	152
4.4 EXECUTION DES ETUDES .....	155
4.4.1 Dispositions générales .....	155
4.4.2 Exécution des études de génie civil .....	156
4.4.3 Exécution des études mécanique et structure .....	157
4.5 EXECUTION DES TRAVAUX .....	170
4.5.1 Prescriptions générales d'exécution des travaux .....	170
4.5.2 Prescriptions d'exécution des travaux de métallerie .....	170
4.5.3 Prescriptions d'exécution de la protection anticorrosion .....	183
4.6 ESSAIS ET EPREUVES .....	193
4.6.1 Généralités .....	193
4.6.2 Essais d'étanchéité hydraulique .....	194
4.6.3 Epreuves de mise en pression .....	194
4.6.4 Epreuves de stabilité (en flottaison) .....	195
4.6.5 Epreuves de passerelles .....	195
4.7 CONFORMITE REGLEMENTAIRE .....	195
4.8 PIECES DE RECHANGE .....	196
4.9 RECEPTION DES OUVRAGES .....	196
4.10 GARANTIES .....	197

4.10.1 Généralités .....	197
4.10.2 Garantie des systèmes de protection contre la corrosion.....	197
4.10.3 Garantie sur les structures.....	198
4.10.4 Garantie des mécanismes .....	198
4.11 FORMATION .....	198
4.12 PRINCIPES D'ENTRETIEN ET MAINTENANCE .....	200
4.12.1 Principe d'entretien des structures et organes de manœuvre.....	200
4.12.2 Protection anticorrosion des structures, écoulements, accès.....	200

Ce document comporte 200 pages

## 1. Dispositions générales

---

### 1.1 Contexte

L'Oise à grand gabarit s'étend depuis Compiègne jusqu'à la confluence avec la Seine, à Conflans-Sainte-Honorine, en amont du barrage d'Andrésy.

Le PIAO (2004-2011), cofinancé par l'Etat et les collectivités locales, a permis la modernisation de l'ensemble des ouvrages de navigation sur les 100 km de rivière navigable entre Compiègne et Andrésy. Il a permis notamment la reconstruction des 7 barrages de l'Oise, la modernisation des barrages d'Andrésy (à la confluence avec la Seine) et les 14 écluses de l'Oise. Au total, près de 100 M€ ont été investis dans la modernisation de ces infrastructures fluviales.

Les 7 barrages de l'Oise ont été reconstruits entre 2002 (début des études) et 2011 (réception de Venette). Situé à mi-parcours, et premier barrage reconstruit en urgence, le barrage de Creil se distingue des autres, qui eux ont été standardisés.

Tous les barrages possèdent deux grandes passes navigables. Celles-ci ont une largeur de 33 m pour les barrages de Pontoise à Boran et de 31 m pour les barrages de Creil à Venette. Chaque barrage possède un pertuis attenant, à l'exception de Pontoise dont le pertuis est séparé des passes par une île. Seul Venette possède une écluse attenante. Les autres barrages sont séparés de leurs écluses par une île. Tous possèdent une passe à poissons attenante.

Lors de la reconstruction, la problématique du batardeage de maintenance a été prévue, mais la fourniture des batardeaux a été différée.

**L'objectif de l'opération est de faire l'acquisition d'équipements de batardeage permettant de mettre à sec les passes et pertuis des différents barrages.** Plus précisément, les batardeaux doivent permettre la mise à sec du radier, pour inspection détaillée ou travaux d'entretien préventif et curatif des bouchures du barrage.

**Il n'est pas retenu d'objectif de coupure en charge du débit par le batardeau.**

La Direction de l'Ingénierie et de la Maîtrise d'Ouvrage / Unité Opérationnelle de Paris (DIMOA/UOP) prend en charge le pilotage de la présente opération.

**Le programme prévoit spécifiquement :**

- Pour le barrage de Creil :  
Batardeaux type poutres (flottantes) et aiguilles
- Pour les 6 autres barrages :  
Batardeau de passe : type batardeau flottant  
Batardeau de pertuis : type poutres ouvertes empilées + palonnier de pose

Pour tous les barrages :

Matériel de stockage (supports type bers ou râtelier, paniers ...)

## 1.2 Pièces annexes

Les pièces facilitants l'intelligence du projet (PFIP)

- [I] Données transmises par VNF :
  - a. Ensemble des CCTPs des travaux de création des 7 barrages\*
  - b. Ensemble des DOE des 7 barrages\*
  - c. Cotes d'eau des barrages fournis par les écluses (hors Pontoise, Isle Adam, Sarron)\*
  - d. Etudes hydrauliques précédentes\*
  - e. Spécifications et PPS du Ponton-Bigue de 30t
- [II] Relevés géomètre des dimensions de passes (« 10238\_15-TOP-01.pdf »)
- [III] Bathymétrie des barrages de l'Oise (« xx-ROI-0xx-0xxY12\_Amont/Aval »)
- [IV] Relevé géomètre du terrain de Sempigny (« 10353\_02\_TOP-01 »)

*\*Transmission possible ultérieure sur demande*

## 1.3 Lexique

### 1.3.1 Général

GC : Génie Civil  
CMU : Charge Maximale Utile  
DCE : Dossier de Consultation des Entreprises  
MOA : Maitrise d'Ouvrage  
MOE : Maitrise d'Œuvre  
AMO : Assistance à Maitrise d'Ouvrage  
RG, RD : rive gauche, rive droite  
UV : Ultra-violets  
PRS : Profilé reconstitué soudé ou poutre reconstituée soudée  
ELU, ELS : Etat limite ultime, état limite de service  
RG, RD : Rive gauche ou droite (rive située à droite ou à gauche, en descendant la rivière)

### 1.3.2 Lexique et définitions spécifiques au lot 1 et 3 :

Les batardeaux de passe navigable du lot 1 sont assimilables à des bateaux porte.  
Les poutres flottantes du lot 3 sont assimilables à des corps flottants.

Leur sens d'avancement est considéré identique au sens d'avancement du bateau pousseur au moment de la mise en place finale. En conséquence, on obtient les définitions suivantes :

Roulis : rotation du bateau autour de l'axe d'avancement (et donc du cours d'eau)  
Tangage : rotation autour de l'axe transverse au pousseur (et donc de l'axe transverse de l'Oise)  
Lacet : rotation autour de l'axe vertical



## *1.4 Objet du document*

Ce cahier des charges a pour objectifs d'exposer le programme de réalisation des ouvrages, les contraintes applicables aux chantiers et sites de mise en œuvre ainsi que les spécifications techniques du marché de fournitures avec travaux, sans toutefois limiter les exigences nécessaires à l'exécution en bonne et due forme et selon les règles de l'art réputées acquises par l'entreprise de travaux.

## 1.5 Présentation et caractéristiques des ouvrages

### 1.5.1 Localisations

Les barrages sont repérés le long de l'Oise par leur Point Kilométrique (PK) avec pour origine l'embouchure sur la Seine.

Barrage	Pontoise	Isle Adam	Boran	Creil	Sarron	Verberie	Venette
PK (km)	13,42	28,33	41,23	55,94	71,66	82,90	95.82

Le site de stockage pressenti par VNF pour accueillir les batardeaux flottants est :

⇒ **Sempigny** [  ]

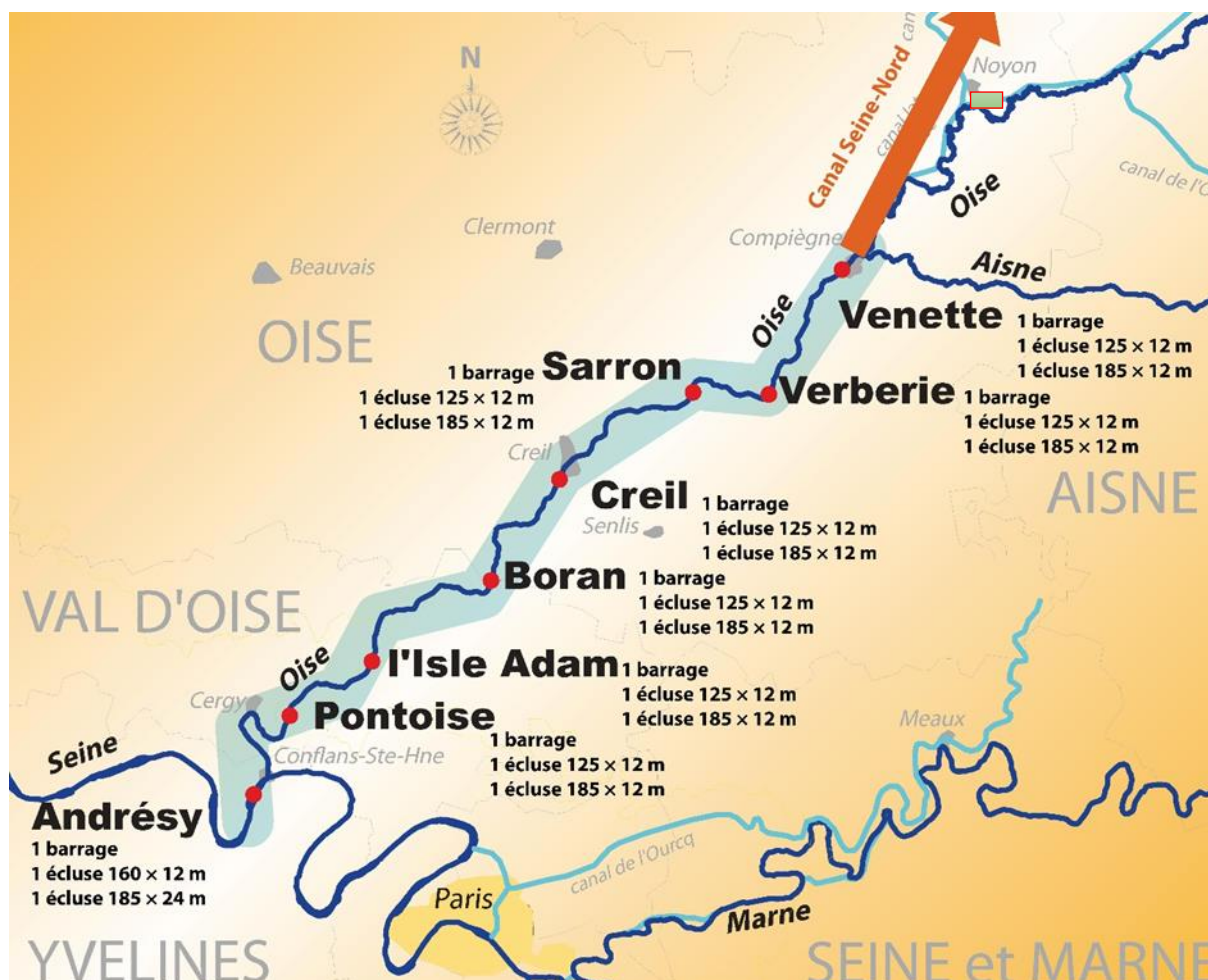


Figure 1 : Cartographie des barrages de l'Oise et du site de stockage

### 1.5.2 Caractéristiques générales des 7 barrages

Les sept barrages de l'Oise ont été reconstruits en remplacement de barrages anciens dont l'exploitation manuelle était plus contraignante qu'avec la nouvelle génération d'ouvrages.

Les anciens barrages ont été déconstruits à la suite de la mise en service des nouveaux. Un exemplaire a toutefois été conservé et est visible à Sarron.



Figure 2 : Ancien barrage de Sarron, aujourd'hui classé

Hormis le barrage de Creil qui a été construit en urgence, les six autres barrages ont été standardisés à l'exception de leurs largeurs de passes (31 m ou 33 m selon l'ouvrage).

On récapitule dans le tableau suivant les caractéristiques générales des ouvrages

Barrage	Pontoise	Isle Adam	Boran	Creil	Sarron	Verberie	Venette
Passe	Standard 33 m	Standard 33 m	Standard 33 m	Exception (31 m)	Standard 31 m	Standard 31 m	Standard 31 m
Pertuis	Exception	Standard 12 m	Standard 12 m	Exception (12.35m)	Standard 12 m	Standard 12 m	Standard 12 m

Le barrage standard est composé d'un pertuis et de deux passes navigables. Il est surmonté d'une large passerelle piétonne.

Les vannes sont de type clapet actionnées par des vérins hydrauliques. L'ensemble est piloté de manière automatique et supervisé au poste de l'écluse voisine.

Les 7 barrages s'organisent spatialement de la manière suivante :

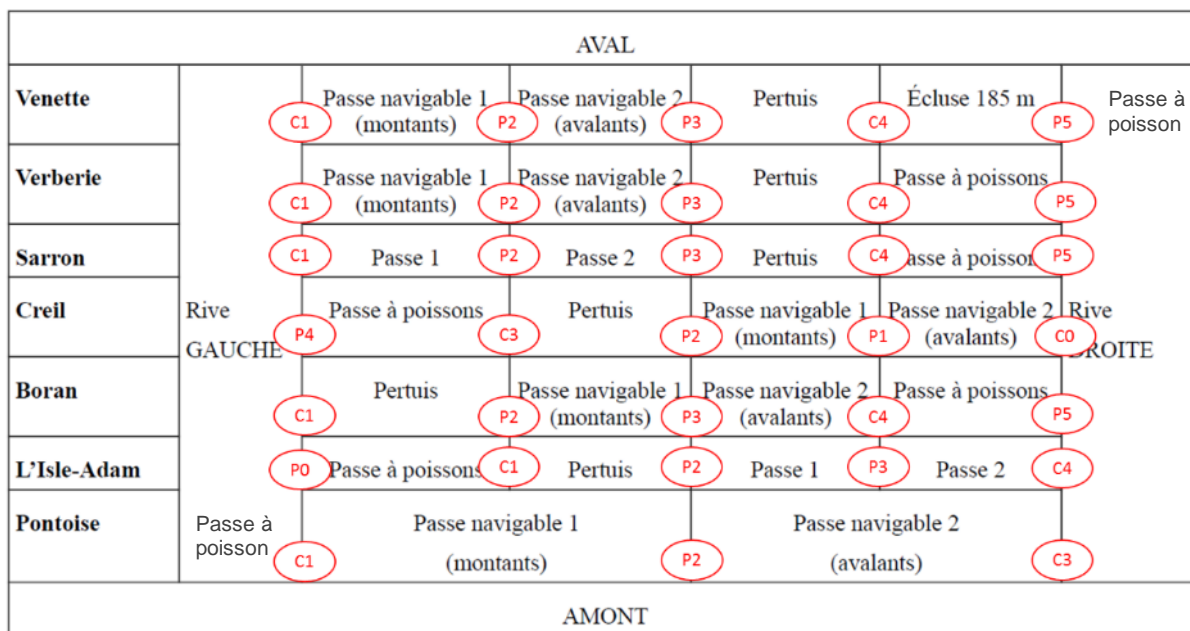


Figure 3 : Schéma d'organisation des 7 barrages

Le tableau ci-dessous présente les dimensions indicatives des passes et pertuis des barrages, issues du programme des travaux :

Barrage	Dimensions passes navigables (m)			Dimension pertuis (m)	
	Passe 1	Passe 2	Hauteur	Largeur	Hauteur
<b>Venette</b>	31	31	3.80	12	3.80
<b>Verberie</b>	31	31	3.80	12	3.80
<b>Sarron</b>	31	31	3.80	12	3.80
<b>Creil</b>	31	31	4.50	12.35	4.50
<b>Boran</b>	33	33	3.80	12	3.80
<b>Isle Adam</b>	33	33	3.80	12	3.80
<b>Pontoise</b>	33	33	3.80	12	3.80

Ces dimensions de passage s'appliquent à l'amont du barrage ; la largeur est légèrement supérieure à l'aval (+1.2m en général, sauf rainures de pertuis des 6 barrages standard).

**Les dimensions réelles de passage et de rainure sont précisées sur le relevé géomètre GéoBathy.**



### 1.5.3 Présentation d'une passe standard

Chaque passe est encadrée par deux piles ou culées dont le profil amont est semblable à celui de la proue d'un bateau.

Ces profils sont pourvus de feuillures qui, avec la présence d'une marche au niveau du radier, peuvent accueillir les futurs batardeaux flottants.

À l'aval, le profil est vertical et présente lui aussi des feuillures coplanaires à une marche au niveau du radier.

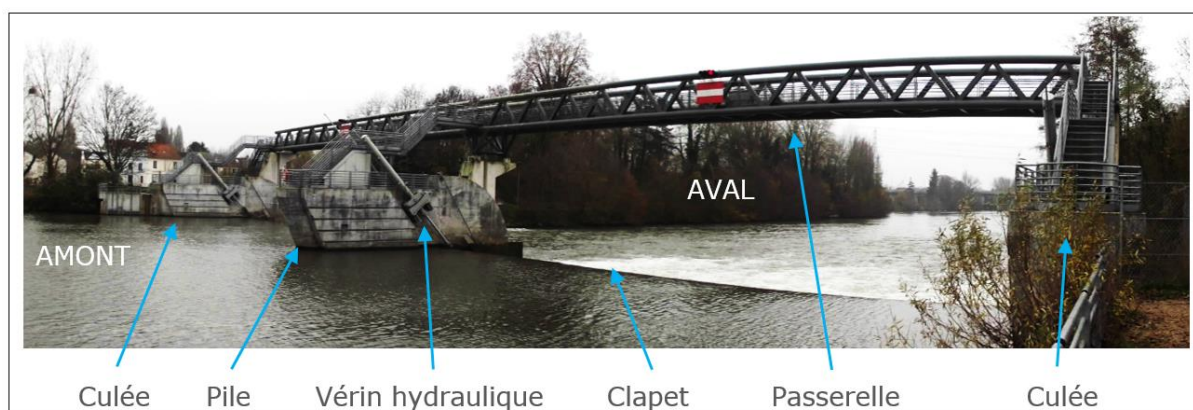


Figure 4 : Vue d'une passe standard (ici Pontoise)

La descente pour accès aux piles se fait par escaliers métalliques depuis la passerelle principale. Un escalier béton (en [1]) à l'intérieur de la partie de pile soutenant la passerelle principale permet d'accéder à la plateforme aval de la pile.

Chaque pile possède (en [2]) une armoire électrique dédiée au fonctionnement de la passe et une centrale hydraulique, excepté les piles centrales qui comporte 2 centrales hydrauliques (1 centrale par vérin).

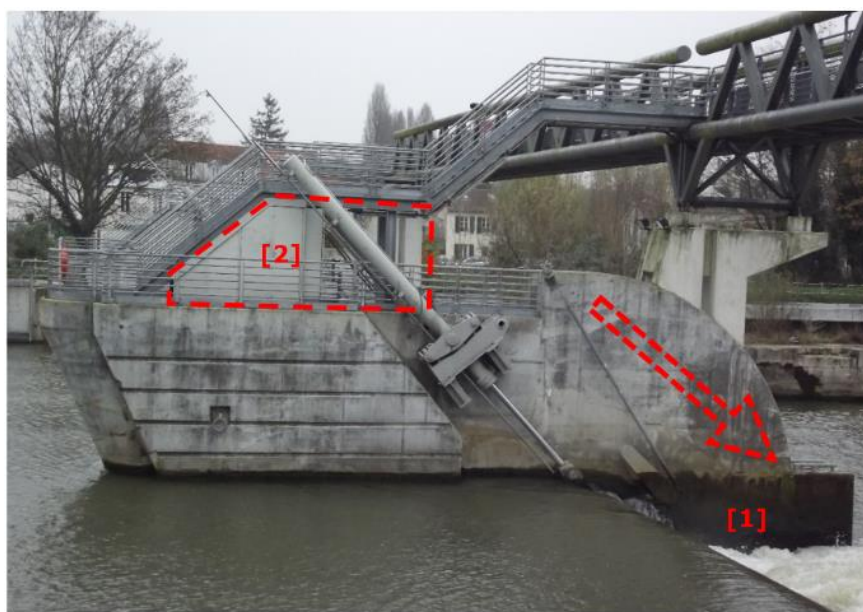


Figure 5 : Vue d'une pile standard (ici Pontoise)

#### 1.5.4 Présentation d'un pertuis standard

Les barrages sont tous équipés d'un pertuis non navigable.

Hormis à Pontoise, il est accolé aux deux passes.

Il est donc surmonté de la même passerelle, est encadré par des piles et culées de même profil que celles des passes, à la différence que ces dernières possèdent non pas des feuillures mais des rainures destinées à accueillir des batardeaux de types poutres empilables.

Par ailleurs, ils sont équipés d'une vanne clapet.

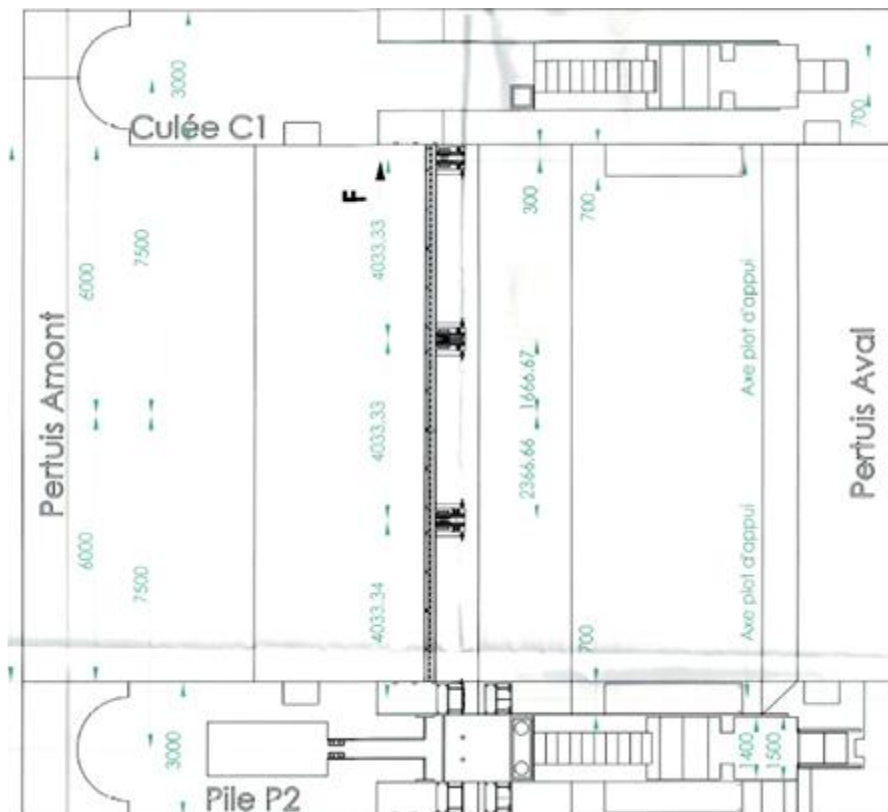


Figure 6 : Vues du pertuis

### 1.5.5 Principales dimensions et niveaux du génie civil

**Nota général :** Les dimensions de largeur de passes et de rainures ont été précisées à l'occasion du relevé géomètre [II] fourni en cours des études MOE. Cf. § suivant.

#### 1.5.5.1 Culées et piles encadrant les passes (hors Creil)

Bien qu'ayant été construits suivant le même standard, les 6 barrages de l'Oise (hors Creil) présentent quelques différences géométriques notables. Le schéma suivant, accompagné du tableau ci-après, résume les principales dimensions tirées des différents DOE transmis par le MOA :

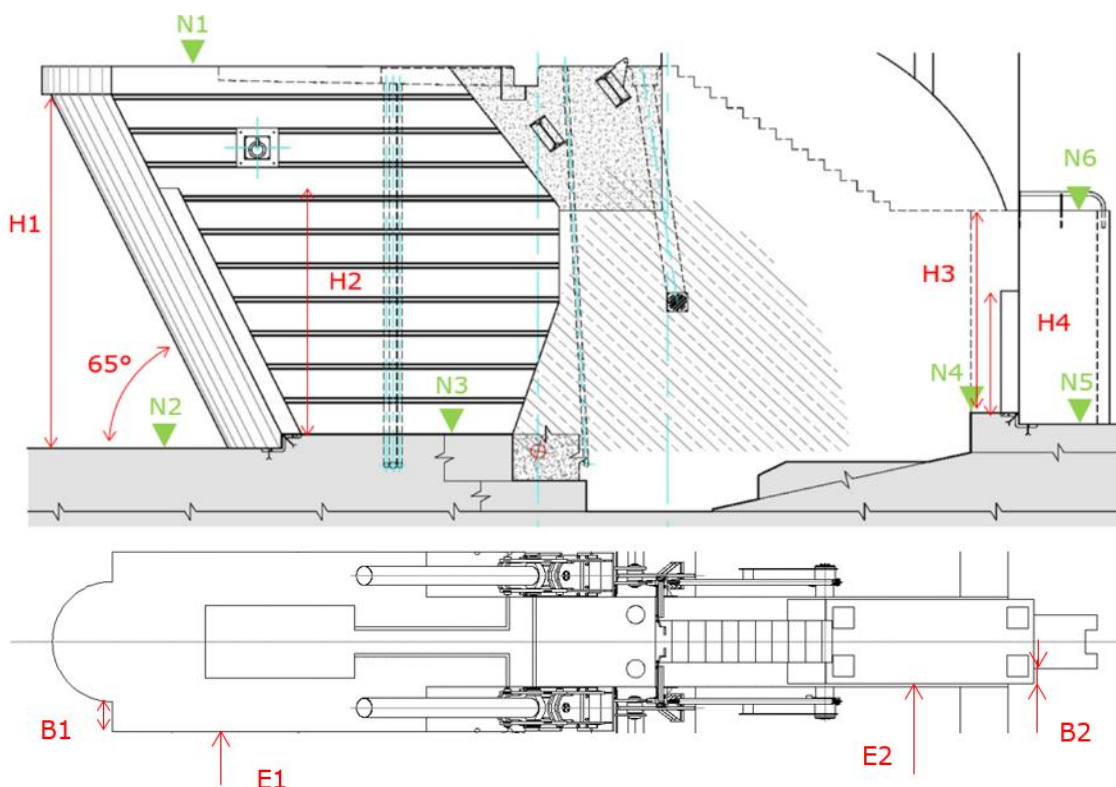


Figure 7 : Principales dimensions des piles et culées de passe

	Venette	Verberie	Sarron	Boran	Isle Adam	Pontoise
<b>N1 (mNGF)</b>	34.21	32.74	31.51	27.99	27.06	25.52
<b>N2 (mNGF)</b>	27.08	25.65	24.26	21.19	19.59	18.00
<b>N3 (mNGF)</b>	27.33	25.90	24.51	21.44	19.84	18.25
<b>N4 (mNGF)</b>	27.71	26.28	24.89	21.82	20.22	18.63
<b>N5 (mNGF)</b>	27.51	26.08	24.69	21.62	20.02	18.43
<b>N6 (mNGF)</b>	32.20 (C1)	30.75 (C1)	29.26 (C1)	25.42 (P2)	23.82 (P2)	24.40 (C1)
	31.31 (P2)	29.88 (P2)	28.49 (P2)	25.42 (P3)	23.82 (P3)	22.23 (P2)
	31.31 (P3)	29.88 (P3)	28.49 (P3)	26.00 (C4)	25.11 (C4)	24.00 (C3)
<b>H1 (m)</b>	6.63	6.59	6.75	6.3	6.97	6.97
<b>H2 (m)</b>	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38
<b>H3 (m)</b>	2.50	2.46	2.62	3.60	2.84	2.84
<b>H4 (m)</b>	2.50	2.46	2.62	2.17	2.84	2.84
<b>B1 (mm)</b>	500	500	500	500	500	500
<b>B2 (mm)</b>	300	300	300	300	300	300
<b>E1 (m)</b>	31.00	31.00	31.00	33.00	33.00	33.00
<b>E2 (m)</b>	32.50	32.50	32.50	34.50	34.50	34.50

### 1.5.5.2 Culées et piles encadrant le pertuis (hors Creil)

De la même manière, on tire des différents DOE les dimensions suivantes pour le pertuis :

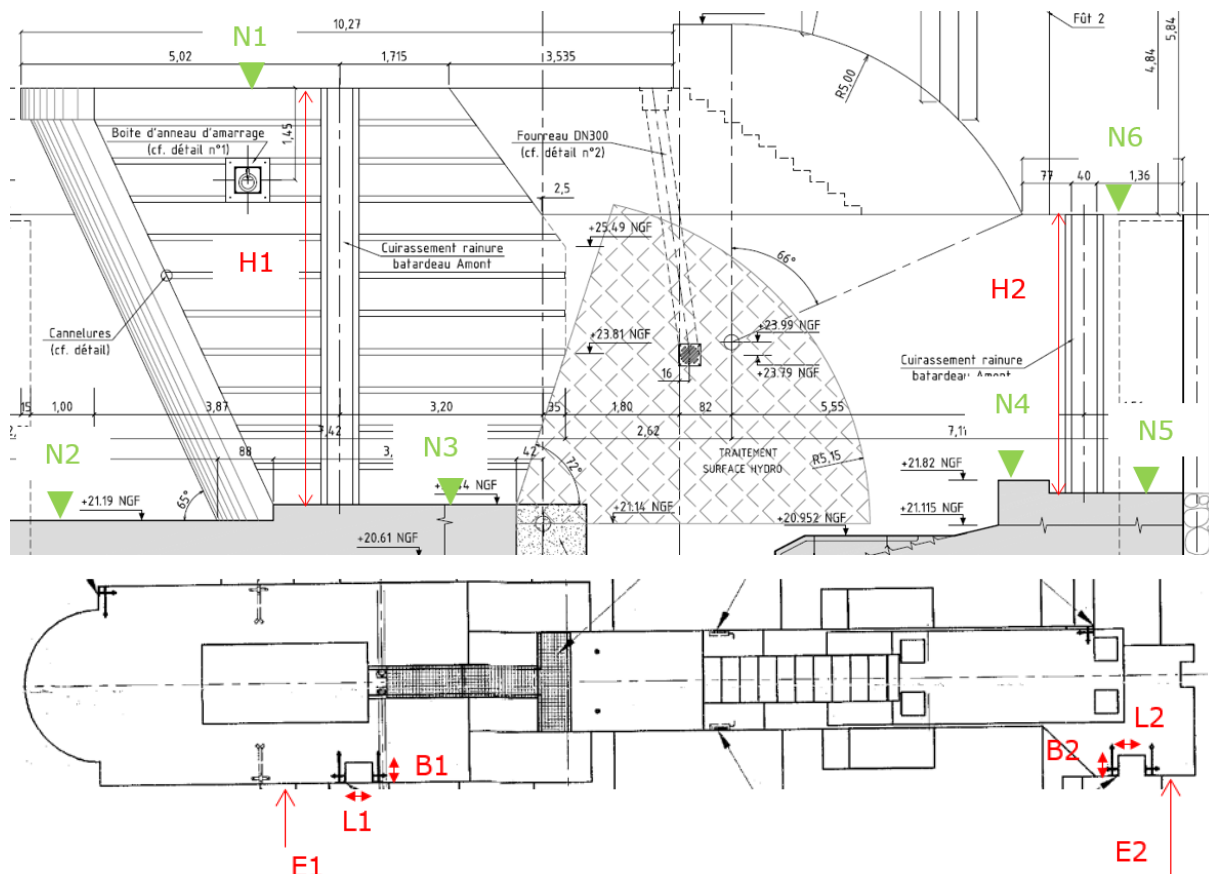


Figure 8 : Principales dimensions des piles et culées de pertuis

	Venette	Verberie	Sarron	Boran	Isle Adam	(Pontoise)
<b>N1 (mNGF)</b>	34.21	32.74	31.51	27.99	27.06	-
<b>N2 (mNGF)</b>	27.08	25.65	24.26	21.19	19.59	-
<b>N3 (mNGF)</b>	27.33	25.9	24.51	21.44	19.84	-
<b>N4 (mNGF)</b>	27.71	26.28	24.89	21.82	20.22	-
<b>N5 (mNGF)</b>	27.51	26.08	24.69	21.62	20.02	-
<b>N6 (mNGF)</b>	31.31 (P3) 32.2 (C4)	29.88 (P3) 30.45 (C4)	28.49 (P3) 29.26 (C4)	26.00 (C1) 25.42 (P2)	24.40 (C1) 23.82 (P2)	-
<b>H1 (m)</b>	6.88	6.84	7.00	6.55	7.22	-
<b>H2 (m)</b>	3.80 (P3) 4.69 (C4)	3.80 (P3) 4.37 (C4)	4.23 (P3) 5.00 (C4)	4.38 (C1) 3.80 (P2)	4.38 (C1) 3.80 (P2)	-
<b>E1 (m)</b>	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	(12.35)
<b>E2 (m)</b>	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	(12.35)
<b>B1 (mm)</b>	300*	300	300	300	300	-
<b>B2 (mm)</b>	300*	300	300	300	300	-
<b>L1 (mm)</b>	400*	400	400	400	500	-
<b>L2 (mm)</b>	400*	400	400	400	500	-

\*Valeurs mesurées sur les plans mais non cotées

NOTA 1 : Aucune donnée n'est disponible concernant le pertuis de Pontoise. Cet aspect n'est pas à prendre en compte, car ce dernier est réalisé avec le système spécifique de batardage par poutre des écluses de l'Oise.



### 1.5.5.3 Culées et piles du barrage de Creil (passes & pertuis)

On retient les dimensions et niveaux suivants (identiques pour l'ensemble des piles et culées) :

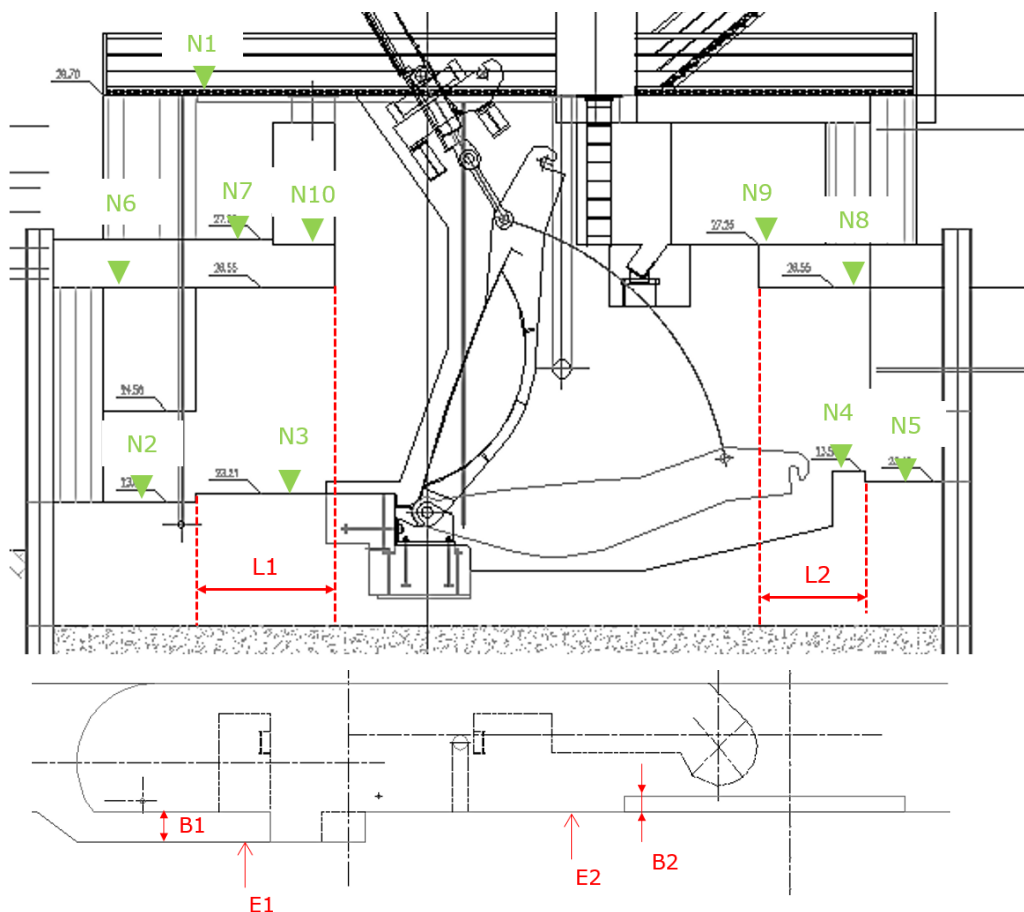


Figure 9 : Principales dimensions des piles et culées de passes et pertuis de Creil

Creil	Passe	Pertuis
N1 (mNGF)	29.70	Identique
N2 (mNGF)	23.06	
N3 (mNGF)	23.21	
N4 (mNGF)	23.56	
N5 (mNGF)	23.41	
N6 (mNGF)	26.55	
N7 (mNGF)	27.35	
N8 (mNGF)	26.55	
N9 (mNGF)	27.25**	
N10 (mNGF)	27.25	

Creil	Passe	Pertuis
L1 (mm)	2170*	Identique
L2 (mm)	1640*	
E1 (mm)	31000	12350
E2 (mm)	32200	13550
B1 (mm)	600	Identique
B2 (mm)	300	

\*Valeurs mesurées sur les plans mais non cotées

\*\* Le niveau de La face supérieure de la rainure est identique à la cote N7 (27.35).

### 1.5.6 Points singuliers par barrage

#### 1.5.6.1 Pontoise

##### **Point 1 : Entrée Passe à poisson**

L'entrée de la passe à poissons (en [1]) se trouve à proximité de la pile gauche du barrage (environ 2 m avant et moins d'un mètre en retrait). La mise en place du batardeau ne devra pas boucher la passe à poissons ni perturber le fonctionnement des vannes de cette même passe à poissons.



*Figure 10 : Bajoyer barrage/entrée passe à poissons – Pontoise*

##### **Point 2 : Pertuis**

Sans objet ; ce pertuis ne fait pas partie du programme de travaux.

#### 1.5.6.2 Isle-Adam

Sans objet.

#### 1.5.6.3 Boran

La hauteur du génie-civil, coté aval des piles, est largement supérieure aux autres barrages : **3.8 m** au lieu de 3.04 pour Pontoise et l'Isle Adam.

Cette différence vient du fait que les piliers de passerelle sont érigés dans la continuité, sur l'arrondi béton standard présent sur les 6 barrages.



#### 1.5.6.4 Creil

##### Point 1 : les passes

Comme sur les autres sites, ce barrage est venu en remplacement d'un plus ancien, mais il a été reconstruit en urgence et avant les autres barrages. Il n'a pas été standardisé et son architecture diffère donc de celle des autres ouvrages.

Il ne possède pas de feuillures en amont ni en aval.

Il est conçu pour recevoir une poutre flottante et des batardeaux aiguilles. Pour cela, des encoches rectangulaires ont été prévues dans le génie civil des piles et culées. Un espace bordé de garde-corps est prévu sous l'arase des piles au niveau de ces encoches.

L'accès à ces espaces se fait via les piles, par des échelles fixes et après ouverture de caillebotis sur charnières.

Pour le reste, ce barrage est surmonté d'une large passerelle, et est équipé, pour chacune de ses deux passes, de vannes clapets mécanisées par vérins hydrauliques.

Les dimensions des passes ne sont pas non plus identiques aux autres à l'aval, larges de 31 m et profondes de 4,5 m.

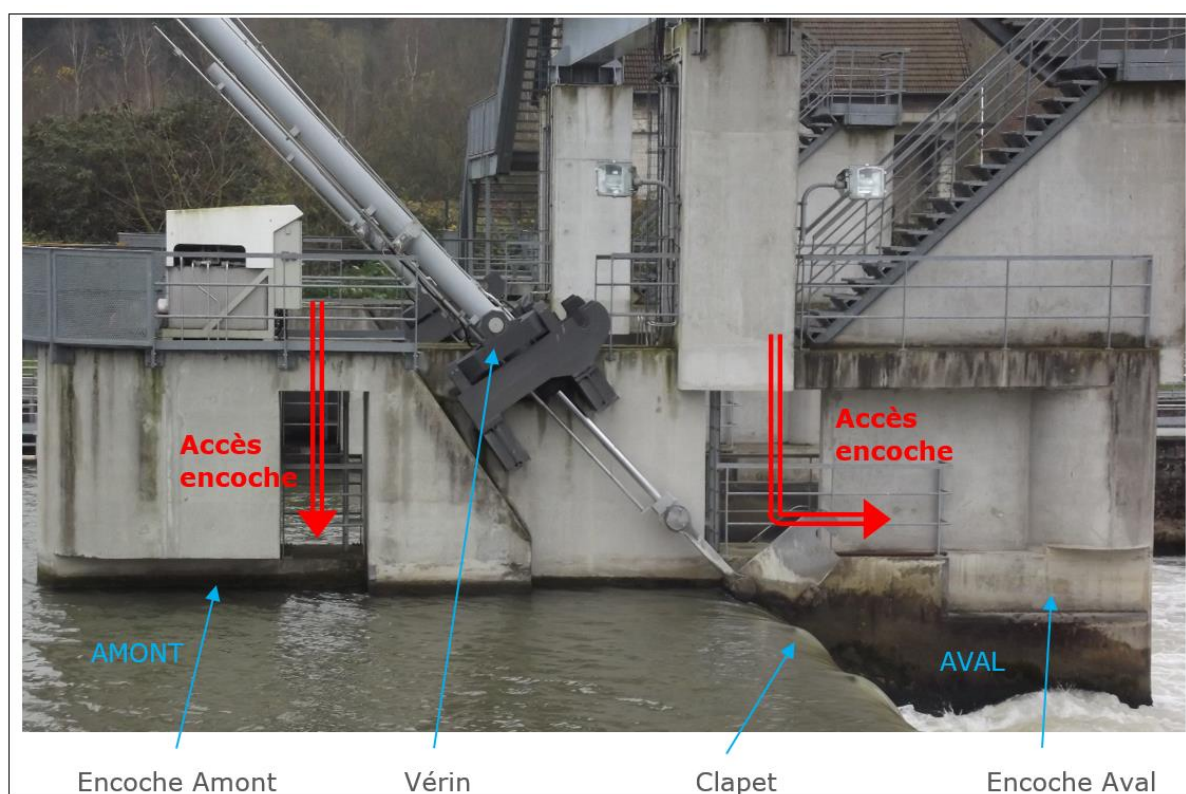


Figure 11 : Pile du barrage de Creil

##### Point 2 : le pertuis

Le pertuis de Creil est accolé aux deux passes. Il possède les mêmes équipements que les passes (clapet, vérin hydraulique, encoches pour poutre flottante).

Ce pertuis mesure 12,35 m de large et 4,5 m de profondeur.

### Point 3 : Palan passe à poisson

La pile gauche sépare le pertuis et la passe à poissons.

L'entrée de la passe à poissons se fait latéralement, côté barrage, 1 mètre avant la pile. Elle est équipée d'un pare-chocs.

Toutefois, en batardant des précautions devront être prises pour éviter l'interférence entre la poutre de batardeau et cette entrée, en guidant prioritairement le côté rive gauche avant insertion.



Figure 12 : Creil - Palan à l'entrée de la passe à poisson

#### 1.5.6.5 Sarron

Sur l'ensemble des anciens barrages de l'Oise, il a été décidé d'en garder un. Celui de Sarron a été choisi et est désormais classé.

Ce barrage se situe à environ 35 m du nouveau si l'on considère la distance entre leurs passerelles principales. En revanche, la distance entre les piles des deux barrages va de 20 à 30 m, ce qui est inférieur à la longueur des futurs batardeaux. Les piles de l'ancien barrage et du nouveau sont alignées.

La hauteur sous-face passerelle/radier de l'ancien barrage est de 9.06 m, le radier à 24.99 mNGF. **Le tirant d'air est donc de 5.86 m** pour RN=28.19 m NGF.



Figure 13 : Ancien barrage de Sarron conservé



#### 1.5.6.6 Verberie

L'entrée de la passe à poissons se trouve à proximité de la pile droite du barrage (environ 2 m en amont et moins d'un mètre en retrait). La mise en place du batardeau ne devra pas boucher la passe à poissons ni perturber le fonctionnement des vannes.



Figure 14 : Passe à poissons - Barrage de Verberie

#### 1.5.6.7 Venette

##### **Point 1 : décrochement à l'amont en rive gauche**

À l'amont, rive gauche, la berge forme un léger décrochement d'environ 20 m avant la pile. Juste avant ce décrochement, en retrait, se trouve l'entrée de la passe à poissons.

Ce décrochement obligera à une manœuvre lors de l'amenée du batardeau flottant amont qui devra être intégrée à la procédure de mise en œuvre de l'équipement. De plus, il faudra s'assurer de la compatibilité du tirant d'eau du batardeau en flottaison avec la bathymétrie.

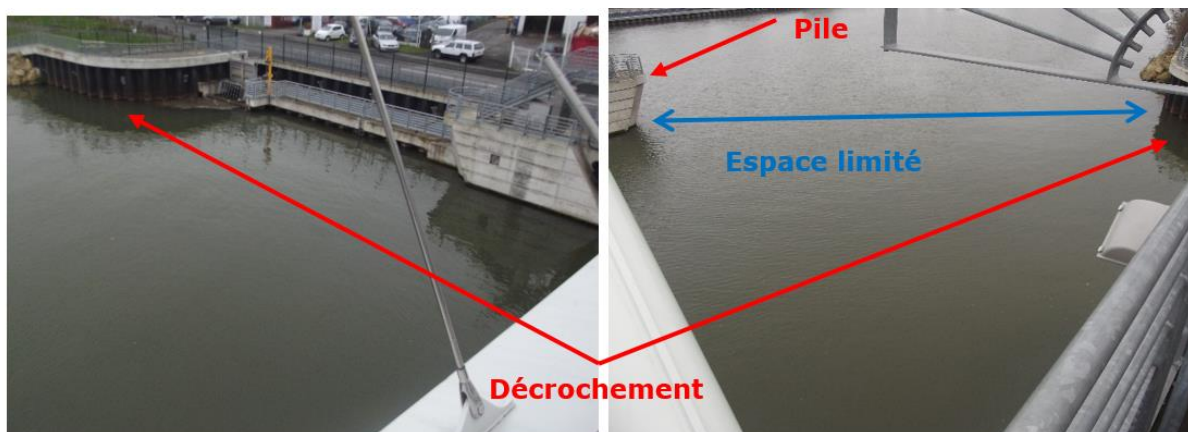


Figure 15 : Interface décrochement/passe – Venette

## Point 2 : Passerelle publique

La passerelle principale est publique. Elle n'est donc pas fermée à ses extrémités. En revanche, des escaliers d'accès à chaque pile sont précédés d'un portillon à clé au niveau de la passerelle. D'autres aménagements n'ayant pas d'impact sur l'exploitation ont été mis en place pour rendre cette passerelle publique (revêtement plein et antidérapant, ...).

### 1.5.6.8 Rainures supérieures à l'amont des piles béton

Les 6 barrages standard comportent à l'amont des piles des rainures imprimées sur le béton dans l'axe de la passe qui sont débouchant pour celles situées au-dessus du blindage. Selon la hauteur d'eau et le type de joint d'étanchéité retenue, il sera peut-être nécessaire de conserver un écart suffisant du dispositif d'étanchéité afin d'éviter les fuites.

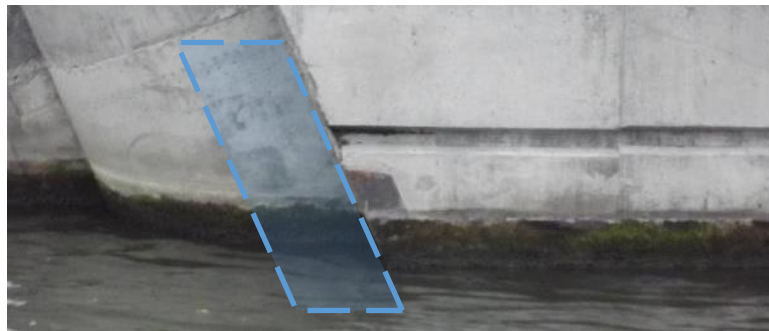


Figure 16 : Vue du blindage de feuillure et des rainures imprimées sur le béton

### 1.5.7 Niveaux d'eau

Les niveaux d'eau issus du **programme sont pris en référence**, complété par l'analyse des CCTP de travaux (en bleu) :

Niveau (mNGF)	Venette	Verberie	Sarron	Creil	Boran	Isle Adam	Pontoise
<b>RN amont nom</b>	<b>31.01</b>	<b>29.58</b>	<b>28.19</b>	<b>26.71</b>	<b>25.12</b>	<b>23.52</b>	<b>21.93</b>
<b>RN amont moyen régulé</b>	31.16	29.7	28.35	26.86	25.22	23.72	22.18
<b>RN amont exceptionnel</b>	31.51	30.08	28.69	27.21	25.62	24.02	22.43
<b>RN aval</b>	<b>29.61</b>	<b>28.23</b>	<b>26.79</b>	<b>25.26</b>	<b>23.62</b>	<b>22.02</b>	<b>20.43</b>
<b>Étiage Aval</b>	<29.59	<28.20	< 26.77	<25.20	< 23.60	< 22.00	< 20.40
<b>Niveau aval min à l'effacement</b>	30.88	29.52	27.98	-	25.05	23.42	21.83
<b>PHEN</b>	32.70	31.54	30.26	28.44	26.88	25.43	23.83
<b>PHEC</b>	33.71	32.24	31.05	29.18	27.49	26.56	25.02

### 1.5.8 Débits

Les batardeaux sont utilisés à des fins de maintenance sur les clapets des barrages. Ils sont utilisés en période « d'eaux calmes », c'est-à-dire à des débits très inférieurs au débit décennal (débit de pointe). Le tableau suivant est issu du programme.

Débit (m³/s)	Venette	Verberie	Sarron	Creil	Boran	Isle Adam	Pontoise
<b>Q<sub>10</sub></b>	518	525	530	556	606	619	625

Q<sub>10</sub> : Débit de pointe mesuré entre 1994 et 2004.

Ces débits n'ont théoriquement pas d'impact sur le dimensionnement des batardeaux.

### 1.5.9 Marges d'exploitation

#### 1.5.9.1 Définition

En pratique, les plans d'eau sont régulés à un niveau supérieur à la retenue normale (RN). Cette tolérance (marge de hauteur d'eau entre la régulation réel et niveau RN) sur le tirant d'eau pour la navigation est appelée marge d'exploitation (ME).

**Nous retenons les valeurs suivantes issues de la base de données *eauseine.net*, qui sont plus régulières et donc plus représentatives de l'exploitation :**

Marge (m) d'exploitation	Venette	Verberie	Sarron	Creil	Boran	Isle Adam	Pontoise
<b>Amont</b>							
ME <sub>max</sub> Am	1.53	1.27	1.51	0.47	1.16	1.40	2.19
ME <sub>moy</sub> Am	0.19	0.14	0.22	-0.30	0.30	0.24	0.32
ME <sub>min</sub> Am	-1.77	-0.05	-0.07	-1.62	-1.51	-1.85	-1.41
<b>Aval</b>							
ME <sub>max</sub> Av	2.63	2.45	2.79	2.34	2.31	2.75	3.15
ME <sub>moy</sub> Av	0.38	0.27	0.37	0.31	0.32	0.46	0.41
ME <sub>min</sub> Av	0.01	-0.37	-0.11	-0.07	-2.55	-1.43	-0.61

#### 1.5.10 Bathymétrie et hauteur maximale du lit au droit du barrage

Les niveaux maximums du lit de la rivière ont été recensés en étude MOE, au droit de chaque barrage à l'amont et à l'aval (zone hors circulation grand gabarit). Ils sont issus des bathymétries effectuées et transmises par VNF.

On retiendra les niveaux suivants, en considérant une bonne couverture des relevés au droit de la plupart des barrages (sauf Pontoise).

Elles sont accompagnées d'un calcul du tirant d'eau maximal acceptable, pris au regard du niveau RN minimum :

Niveau max lit (mNGF)	Venette	Verberie	Sarron	Creil	Boran	Isle Adam	Pontoise
<b>Amont</b>	28.31	26.08	25.44	22.91	21.67*	20.32	18.88**
Tirant d'eau min	2.7	3.5	2.75	3.8	3.45	3.2	3.05
<b>Aval</b>	28.08	26.29	24.31	23.82	22.02	20.38	18.73**
Tirant d'eau min	1.53	1.94	2.48	1.44	1.6	1.64	1.7

NOTA 1 : A été observé sur Boran une résurgence en **milieu de passe Amont**, diminuant fortement le tirant d'eau admissible de 3.45 à 2 m seulement. Cette résurgence sera éliminée par dragage par VNF afin de ne pas minimiser le risque de défaut du batardage.

\*\*NOTA 2 : La bathymétrie au ras du pertuis de Pontoise n'est pas disponible. La valeur notée est la dernière disponible aux abords amont/aval du barrage.

#### 1.5.11 Fréquence d'utilisation et durée de vie

Les batardeaux seront utilisés à une fréquence d'environ **3 passes par an** (chaque passe est inspectée tous les 5 ans).



### 1.5.12 Matériel de levage

Le Maître d'ouvrage mettra à disposition une **bigue de levage** pour les batardeaux les plus légers ou modulaire, qui ne seront pas installés par ballastage (e.g. principe du bateau-porte).



Figure 17 : Vue du ponton-bigue de Venette, 30t.

Ce moyen permettra de lever et mettre en place dans leurs rainures respectives :

- **Batardeaux de pertuis** (hors Creil) : poutres empilées de (~6t / 12.5m)
- **Batardeaux de passes aval** (Creil) : poutre caisson de (~27 t / 32.7m)
- **Batardeaux de pertuis aval** (Creil) : poutre caisson de (~9 t / 14m)

Les capacités de levage maximum sont de **30 T à 3,5 m**, pour une hauteur maximum sous crochets (à vide) de 12,20 m, une hauteur maximum de la flèche (à vide) de 16,10 m, un tirant d'eau de 0,45 m et un tirant d'air en position transport 4,15 m.

Les capacités selon la distance entre crochet et bigue sont données par l'abaque suivant :

Distance	Charge max.	Hauteur sous crochet
3.5 m	30 t	12.2 m
5.0 m	28 t	-
6.5 m	25 t	-
8.0 m	21 t	-
9.0 m	17 t	-
10 m	10 t	> 9 m

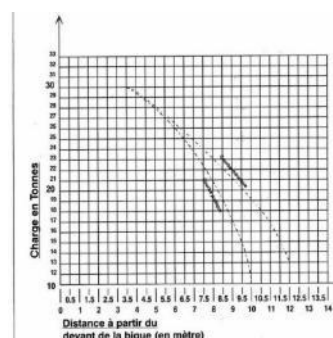


Figure 18 : Abaque de charge maximale de levage.

### 1.5.13 Présentation du site de stockage final de Sempigny

Le site de **Sempigny** a été retenu par le Maître d'Ouvrage.



*Figure 19 : Vue aérienne du site de Sempigny*

Ce site se trouve au nord de Compiègne et des ouvrages, sur le canal latéral à l'Oise.

Localisation : 49°33'43.6"N 2°59'48.1"E

Il recouvre environ 4000 m<sup>2</sup> de terrain disponible, actuellement engazonné en grande partie.

L'aménagement nécessaire à apporter à ce site de stockage est étudié parallèlement à ce présent marché de travaux focalisé sur la fourniture d'équipements, et il devra être réalisé avant la livraison des équipements de batardage.

Le titulaire du marché de travaux devra dialoguer via VNF avec l'entreprise en charge de l'aménagement de Sempigny afin de s'assurer de la cohérence des projets et afin de transmettre les descentes de charge définitives liées à la méthodologie de manutention retenue.

En particulier, on veillera à la charge appliquée sur les berges lors du grutage pour mise à l'eau des batardeaux flottants (cf. §suivant)

Les levages nécessaires à l'enlèvement ou au rangement des divers colis sur le site de Sempigny sont considérés avec un vent moyen de 20 km/h. ce point doit être pris en considération dans les calculs de charge au patin de grue.

#### 1.5.14 Organisation des éléments de stocké sur site de Sempigny

Le site de Sempigny dispose d'une surface libre de 40x100 m soit environ 4000m<sup>2</sup> le long d'une berge, presque 4 fois supérieur au besoin cumulé des équipements (~550 m<sup>2</sup>).

Les éléments de fourniture du marché pourront être organisés à l'initiative du titulaire de manière à faciliter la manutention en limitant la capacité du/des moyen(s) de grutage. Les études réalisées préalablement au présent marché suggèrent le futur positionnement du matériel suivant de manière à :

- Positionner 1 ou 2 grues mobiles le long de la berge pour assurer un pivot au proche de l'eau ou d'une barge, dans la limite de la résistance du quai / de la berge, le cas échéant renforcées (à étudier avec étude de sol ; hors du présent marché) ;
- Positionner les éléments les plus lourds au proche de la zone de grutage : batardeau flottant amont et aval de passe;
- Positionner les autres éléments par éloignement en fonction de la masse et en laissant des espaces de circulation (~1m) ;

#### Légende :

- Paniers d'aiguilles
- Poutres-caisson (Creil)
- BT bateau-porte
- Poutres empilables
- Grue mobile (tonnage TBD)
- Barge

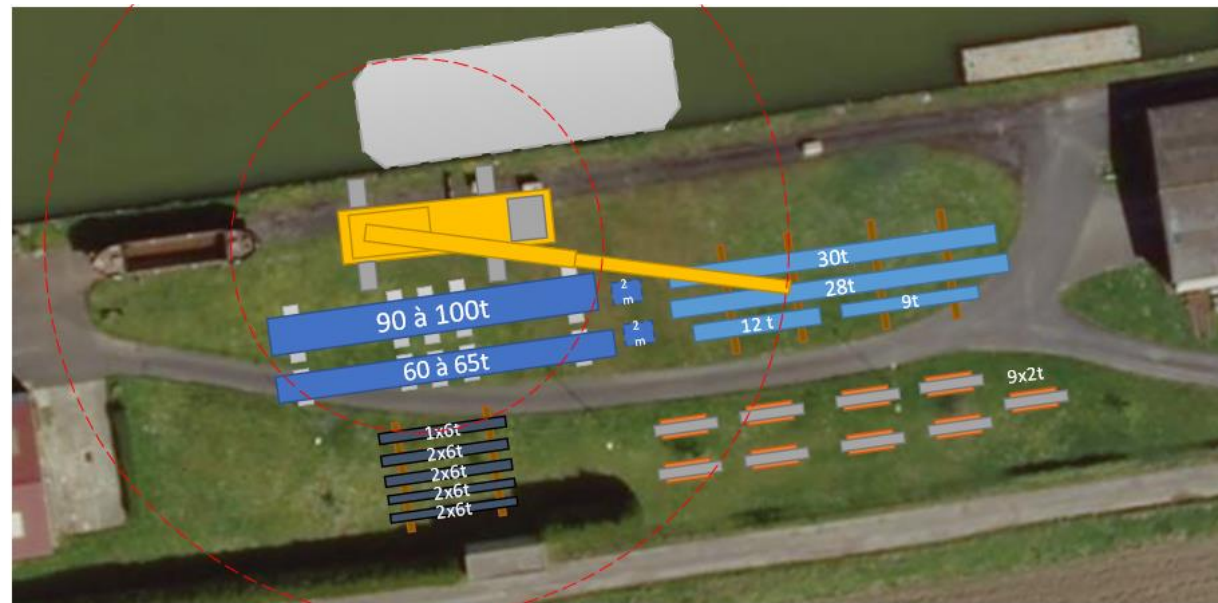


Figure 20 : Schéma de principe d'implantation suggérée des équipements stockés (APS)

Pour l'ensemble des supports de batardeaux, on veillera à limiter l'effort des **appuis <20t unitaire et/ou 5MPa max de pression**.

## *1.6 Contraintes afférentes au chantier*

### 1.6.1 Généralités

Par la remise de son offre, le Titulaire reconnaît s'être assuré par une **visite de reconnaissance des lieux** :

- de la nature et de la situation géographique des travaux ;
- de toutes les contraintes liées au site, et notamment des conditions de transport et d'accès au chantier, d'amenée et de repli de matériels ;
- des conditions d'approvisionnement en matériaux ainsi que de toutes les sujétions et aléas imposés par les circonstances locales ;
- des conditions et des mesures de sécurité à respecter ;
- de la présence d'ouvrages voisins, de réseaux, ... ;
- de la présence d'autres chantiers en cours de réalisation ;
- des conditions générales et locales concernant les circonstances météorologiques et climatiques ;
- des matériels et équipements nécessaires au début et pendant l'exécution des travaux ;
- de toutes autres circonstances susceptibles d'avoir une incidence sur la conduite ou la réalisation des travaux, et notamment des arrêts éventuels de chantier dus à l'exploitation des emplacements environnants.

Cette visite sur site est obligatoire. Le Titulaire prend donc contact avec la Maitrise d'Ouvrage et l'Exploitant pour fixer les modalités de cette visite, et en particulier les modalités d'identification et d'autorisation de circulation sur site.

Dans l'établissement de son offre, le Titulaire est donc réputé avoir pris en considération toutes les conditions dans lesquelles doivent être réalisés les travaux et toutes les sujétions liées à l'activité du site.

Toute carence ou erreur du Titulaire concernant les facteurs décrits dans le présent CCTP ne peut être invoquée pour éluder les obligations de son marché et les conséquences ne pourront que demeurer à sa charge.

Aucune plus-value, pour défaut de compréhension, oubli, ou mauvaise connaissance des lieux ne sera acceptée.

Dans le cas de défaut de compréhension ou de perception d'une éventuelle omission dans la réalisation du présent document, le soumissionnaire devra immédiatement le signaler par écrit au Maître d'Œuvre/Maître d'Ouvrage. Si tel n'était pas le cas, c'est sous sa seule responsabilité qu'il exécuterait les travaux dans le cas, bien entendu, où sa proposition serait retenue.

Le Titulaire est tenu de mettre en œuvre toutes les dispositions nécessaires afin d'éviter quelque désordre que ce soit sur les ouvrages existants pendant la période des travaux.

Il est de même tenu de se conformer à tous les règlements de voirie et de police, ainsi qu'aux consignes qui sont données par le service d'exploitation.



## 1.6.2 Accès

### 1.6.2.1 Accès terrestre

(crédit : Google Maps)

#### *1.6.2.1.1 Pontoise (pour info)*



Le barrage est accessible par la route en rive droite.

Le pertuis n'est ici pas concerné.

#### *1.6.2.1.2 Isle Adam (pour info)*



Le barrage est accessible par la route en rive droite. L'accès au pertuis par la rive gauche (Ile de la dérivation) est impossible pour des véhicules terrestres.

#### 1.6.2.1.3 Boran



Accès possible par la rive gauche

#### 1.6.2.1.4 Creil



Accès possible par la rive gauche



#### 1.6.2.1.5 Sarron



Accès possible par la rive droite

#### 1.6.2.1.6 Verberie (pour info)



Accès difficile par la rive gauche

#### 1.6.2.1.7 Venette (pour info)



Accès au barrage par la rive gauche

#### 1.6.2.2 Accès fluvial/maritimes

Un accès maritime est possible par l'estuaire de la seine, la Seine elle-même, puis par l'Oise en amont d'Andrésy (78).

Le site de stockage à Sempigny est accessible en amont de Venette par le canal latéral à l'Oise.

Sur l'Oise, la largeur des écluses est de 12 m ce qui compatible avec les éléments de batardeau à acheminer.

#### 1.6.3 État des lieux au démarrage des travaux

Un constat d'huissier, à la charge du Titulaire, est établi avant le début des travaux.

Cette procédure établit notamment l'état des bâtiments, clôtures, maçonnerie de quai et bajoyer, chaussées, accès, trottoirs et bordures de trottoirs, et d'une manière générale, l'ensemble des équipements existants dans le périmètre des essais de validation sur les sites de barrage concernés.

Ce constat est effectué obligatoirement avant toute intervention ou installation sur site du Maître d'ouvrage.

Toute dégradation constatée pendant les travaux/essais est réparée aux frais du Titulaire (voiries, clôtures, bâtiments, ouvrages de soutènement, etc.), qui doit remettre les lieux en état identique à l'état initial.

La visite de fin de repli fait de même l'objet d'un constat d'huissier à la charge du Titulaire.

Une copie de chaque constat est fournie à la Maîtrise d'Œuvre.



#### 1.6.4 Contraintes liées à l'exploitation de l'ouvrage

Le titulaire prendra contact avec la maîtrise d'ouvrage (VNF) afin de convenir de la période de réalisation des épreuves sur site barrage.

#### 1.6.5 Contraintes liées aux crues et/ou submersions

Les épreuves de batardage se dérouleront en période estivale, proche de l'étiage et plus particulièrement exclusivement sur le mois de septembre et octobre. Les contraintes de niveau d'eau liés aux crues sont exprimées §1.5.7.

En aucun cas, les équipements de batardage ne sont prévus pour réaliser un batardage d'urgence. Leur conception – avec le mode d'utilisation – doit néanmoins permettre une installation et un retrait rapide (< 1 journée ; hors mobilisation de matériel de levage et transport des équipements).

Lors des épreuves et pendant toute la durée de batardage, le titulaire est tenu d'effectuer une surveillance des niveaux d'eau et de leur dynamique.

Les batardeaux devront par ailleurs être totalement retirés avant d'atteinte du débit limite d'effacement des différents barrages qui, avec une passe ou pertuis batardée, sont estimés à :

	Pontoise	Sarron	Creil	Venette*
Débit limite d'effacement une passe/pertuis batardée (m3/s)	190	175	163	251
Vitesse estimée dans les passes/pertuis non batardées (m/s)	1,15	1,11	1,08	1,10

\*Débit limite pour le batardage du pertuis de Venette. Les autres débits limites sont donnés dans le cas d'une passe navigable batardée.

La Titulaire s'assurera que les pousseurs et moyens nautiques soient compatibles avec, a minima, les vitesses de l'Oise estimées dans les passes et pertuis débitants.

#### 1.6.6 Coactivité avec d'autres chantiers

La validation des équipements de stockage des batardeaux pourra se trouver en coactivité avec le marché de travaux d'aménagement du site de Sempigny (cf. 1.5.13).

Néanmoins, il est prévu que ces aménagements soient terminés avant la mise en œuvre du stockage des divers éléments de batardage.

### 1.6.7 Gestion des déchets de chantier

#### 1.6.7.1 Généralités

Le Titulaire est responsable de ses déchets.

Le Titulaire doit avoir pour objectif majeur, lors de toutes les phases de travaux, de supprimer tout risque de nuisance ou pollution de quelques natures que ce soit (hydrocarbures, huiles, matériaux...).

Les prix du marché sont réputés comprendre l'ensemble des actions prévues dans le cadre de la protection de l'environnement. Notamment, le Titulaire prend en charge toutes les autorisations nécessaires pour la réalisation des travaux.

L'objectif à atteindre est la limitation des quantités de déchets générés par les chantiers. À ce titre, l'Entreprise doit se conformer aux principes suivants :

- minimiser les flux de déchets, optimiser le tri et le réemploi ;
- orienter les flux de déchets vers les installations de collecte et de traitement conformes avec la réglementation et avec l'agrément du Maître d'Ouvrage ;
- assurer des débouchés aux matériaux recyclés et en favoriser l'utilisation ;
- former tous les personnels intervenant sur les chantiers.

#### 1.6.7.2 Cadre réglementaire

En application de la loi n° 92-646 du 13 juillet 1992, seuls les déchets ultimes peuvent être mis en décharge ; l'obligation de tri et de valorisation s'impose donc dorénavant à l'ensemble des déchets, quelle que soit leur provenance.

La circulaire d'application du 15 février 2000 instaure l'obligation d'établir par département un plan de gestion des déchets de chantier.

#### 1.6.7.3 SOGED

La bonne application de la réglementation est prouvée par l'émission du SOGED par le Titulaire, dans le cadre du PRE (Plan de Respect de l'Environnement).

Ce document définit les modalités pratiques d'organisation pour la gestion des déchets sur le chantier, et permet de s'assurer des bonnes conditions d'élimination par un système de suivi.

En effet, le suivi de l'exécution des prestations relatives à la gestion des déchets, aussi bien en phase de préparation de chantier qu'en phase réalisation des travaux, est soumis à la production de documents explicatifs et de bordereaux d'évacuation et/ou d'élimination, à la charge de l'entreprise.

## *1.7 Installations de chantier*

### 1.7.1 Généralités

Chaque Titulaire a à sa charge l'installation, l'entretien et le repli de ses installations de chantier et dispositifs de sécurité, et notamment :

- l'aménagement, l'entretien, le nettoyage complet et la remise en état à la fin des travaux de son aire de cantonnement, de stockage ou de circulation et de ses lieux de dépôt ;
- la mise en place, les déplacements et l'évacuation des dispositifs de circulation piétonne et routière, en concertation avec les exploitants du site ;
- la protection des installations publiques et privées dans l'emprise du chantier ;
- le maintien en état d'accessibilité, de propreté et de salubrité satisfaisant du chantier et ses abords, grâce à :
  - la mise en place d'une benne à ordures, qui est remplacée régulièrement ;
  - des précautions vis-à-vis de matières grasses, hydrocarbures, etc.

### 1.7.2 Locaux de chantier mis à la disposition

Sans objet.

### 1.7.3 Emplacements mis à la disposition du Titulaire

Sans objet.

### 1.7.4 Raccordements

#### 1.7.4.1 Énergie électrique

Le Titulaire devra autonome en énergie pour les besoins du chantier.

#### 1.7.4.2 Prise d'eau

Le Titulaire devra autonome en eau pour les besoins du chantier. De même, le matériel de raccordement et d'acheminement si nécessaire est à la charge du Titulaire.

#### 1.7.4.3 Eaux usées

Les Titulaires ont à leur charge l'évacuation des eaux usées de la base vie.

### 1.7.5 Base vie

Le Titulaire propose une base vie cohérente avec les besoins du chantier.

Le Titulaire se doit de délivrer à sa charge les EPI standards aux personnels du chantier ainsi qu'aux visiteurs (protection auditives, lunettes, casques, gilet jaune) dans une pièce dédiée.

**Le Titulaire transmet un double des clés des bungalows au Maître d'Œuvre.**

#### 1.7.6 Matériel de chantier

**A noter qu'aucun moyen de levage, appontement, barge, pousseurs ou autres moyens nautiques ne sera mis à disposition du Titulaire dans le cadre de cette opération, hormis la bigue VNF (cf.1.5.12).**

Tout le matériel de chantier nécessaire à la bonne exécution des essais de validation des batardeaux et au bon fonctionnement des installations générales est fourni par le Titulaire.

Ce matériel est conduit, entretenu et maintenu en état de marche par le Titulaire, qui assure également la fourniture des matières consommables et des pièces de rechange et d'entretien nécessaires à son bon fonctionnement pendant toute la durée du chantier.

La liste du matériel éventuellement jointe à l'offre du Titulaire n'est pas considérée comme limitative et ce dernier ne peut élever aucune réclamation ni ne prétendre à une prolongation des délais contractuels, si, au cours des travaux, il est amené à modifier ou à compléter son matériel pour remplir ses obligations.

Le titulaire fournira la liste des équipements et caractéristiques minimales nécessaire à la mise en œuvre des batardeaux selon la procédure détaillée défini par le titulaire.

#### 1.7.7 Accès au chantier, conditions de circulation des véhicules

Le Titulaire fait, à ses frais, toutes les démarches nécessaires auprès des autorités compétentes pour prendre connaissance des restrictions de circulations sur les voies publiques et pour l'obtention des autorisations de circulation sur ces voies.

### 1.7.8 Signalisation du chantier

#### 1.7.8.1 Signalisation interne au chantier

Si les besoins d'organisation interne du chantier le nécessitent, un plan de circulation dans l'enceinte du chantier est à fournir. Ce plan de circulation est matérialisé sur le site par des panneaux de signalisation.

Des personnels habilités sont prévus pour guider l'approche des convois lors des opérations d'approvisionnements lourds et volumineux.

#### 1.7.8.2 Maintenance de la signalisation

L'Entreprise doit assurer une inspection quotidienne et consigner la conformité de la signalisation et la maintenance réalisée. De plus, l'Entreprise est tenue de se conformer aux demandes de compléments ou de renforcement de la signalisation émises par le Maître d'Œuvre, le C.S.P.S. ou l'Exploitant s'ils le jugent nécessaire pour la sécurité des usagers ou des intervenants.

### 1.7.9 Éclairage du chantier

Le Titulaire prévoit le cas échéant les moyens nécessaires pour ses alimentations de chantier et pour éclairer les zones de travail, si l'éclairage existant est insuffisant pour les besoins du chantier, notamment en matière de sécurité.

### 1.7.10 Propreté du chantier

L'Entreprise doit la protection du site des travaux contre tout risque de pollution liée directement ou indirectement au chantier, notamment ceux consécutifs au stockage de produits tels que carburants, huiles, graisses, peinture, solvants, etc. Les stockages doivent dans tous les cas respecter les réglementations en vigueur.

L'Entreprise doit la protection et le nettoyage des ouvrages et des locaux, après manutention ou après pose et enlèvement des gravois, afin de livrer les lieux, matériels et installations en parfait état de propreté.

Si malgré ces prescriptions, le site du chantier n'est pas maintenu dans un état de propreté suffisant pendant l'exécution des travaux, ou si les locaux et ouvrages ne sont pas livrés dans l'état définitif de nettoyage souhaité, le Maître d'Ouvrage ou son Représentant (Maître d'Œuvre ou Coordonnateur SPS) peut, en l'absence du responsable, et sans préavis, ordonner le nettoyage du chantier, les frais correspondants étant à imputer à l'Entreprise.

### 1.7.11 Sécurité et police

Le Titulaire doit disposer du **matériel de sauvetage adapté au chantier** (ligne de vie, gilets, bouées, barques...) tel que décrit dans le Plan général de Coordination en matière de Sécurité et de Protection de la Santé, disposé dans des zones identifiées et d'accès aisé.

Pour les interventions par voie fluviale, les règles de police en vigueur doivent être respectées. Le conducteur des engins flottants doit posséder le certificat de police adapté à l'embarcation et la composition de l'équipage doit être conforme à la réglementation. Les

documents de bord doivent être conformes aux dispositions relatives à l'immatriculation des bateaux et aux permis de navigation (article 56 du décret du 17 avril 1934). L'ensemble de ces documents doit pouvoir être présenté en permanence avant et au cours du chantier.

#### 1.7.12 Repliement et remise en état des lieux

Le Titulaire est tenu, une fois ses travaux/essais terminés, de replier l'ensemble de ses installations, d'évacuer les déchets et de nettoyer parfaitement l'emprise des travaux et les terrains mis à sa disposition pour les besoins du chantier. Aucun matériel, même inutilisable, ne devra y subsister.

Les dommages éventuels occasionnés au domaine public et privé (trottoirs, canalisations, accès riverains, parkings, clôtures, franchissements, etc...) sont réparés par le Titulaire et à ses frais.

Les frais éventuels d'entretien complémentaire des installations de chantier au-delà des dates contractuelles du fait d'un retard imputable à l'entreprise sont réputés supportées par le Titulaire.

## 2. Programme de fourniture et de travaux

---

### 2.1 Présentation générale du programme des travaux/essais

#### 2.1.1 Programme général des essais de validation des fournitures

Le programme général de fourniture et de travaux consiste à la fourniture des équipements de batardage des passes navigables et des pertuis des 7 barrages de l'Oise. Est également prévue, la fourniture des équipements de stockage et calage pour chaque lot tel que décrit dans la section §1.

Il s'en suivra des essais de batardage pour chaque lot.

- Lot 2 : Essai de batardage du pertuis de Verberie par exemple (afin d'éviter une coactivité avec un autre lot).
- Lot 1 : Essai de batardage d'une passe navigable en version 31m à Sarron ; Retour du batardeau à Sempigny pour changement de configuration ; Essai de batardage avec les bateaux porte, en version 33m, sur le site de Pontoise (barrage de 33m).
- Lot 3 : Essai de batardage d'une passe navigable puis du pertuis à Creil ;

Chaque essai inclut *a minima* une inspection et un nettoyage des feillures ou rainures d'appuis sur le génie-civil en contact direct avec l'étanchéité des batardeaux.

Le titulaire du lot 1 est libre d'adapter l'ordre d'exécution des essais entre les configurations « 31m » et « 33m », incluant un retour sur site de Sempigny pour reconfigurer la longueur.

Les grandes lignes du programme de rénovation sont :

- 1) La préparation générale, incluant **études et approvisionnement** de fournitures
- 2) Les **opérations préalables** de contrôle des feillures et rainures d'appuis ;
- 3) Les **opérations préalables** de transport des équipements de batardage sur les différents sites et de nettoyage des feillures ou rainures d'appuis ;
- 4) **L'opération de pose** des batardeaux ;
- 5) **Le débatardage** ;
- 6) Le retour des éléments sur le site de stockage à Sempigny ;
- 7) Le rangement des éléments sur ce même site, inclus nettoyage et retouches.

#### 2.1.2 Exclusions du programme des travaux

Ne sont pas inclus dans le marché de travaux :

- L'aménagement (VRD et génie civil) de la zone de stockage et de grutage des divers éléments de batardeaux à Sempigny (prévu dans un autre marché).

Le titulaire de chaque lot du présent marché devra échanger avec le titulaire du marché de travaux d'aménagement du site de Sempigny pour définir le positionnement et les descentes de charges sur le terrain.

### 2.1.3 Partition des travaux en tranches

Le marché ne comporte qu'une **seule tranche ferme**.

### 2.1.4 Découpage du marché en lots

Il est prévu un allotissement du présent marché, comme suit

- ❖ **Lot 1** : fourniture des **atardeaux amont et aval de type « bateau porte »** pour les passes navigables de Pontoise, Isle Adam, Boran, Sarron, Verberie et Venette avec éléments de stockage et essais de validation inclus.
- ❖ **Lot 2** : fourniture des **atardeaux amont et aval de pertuis** (pour les barrages de Isle Adam, Boran, Sarron, Verberie et Venette) avec éléments de stockage et essais de validation inclus.
- ❖ **Lot 3** : fourniture des **atardeaux de Creil** (passes navigables et pertuis) avec éléments de stockage et essais de validation inclus.

Chaque lot comprend les essais de batardage associé à ses fournitures :

- Un essai en configuration 31m sur 1 passe (à Sarron) pour le lot 1 ;
- Un essai en configuration 33m sur 1 passe (à Pontoise) pour le lot 1 ;
- Au moins un essai pour les poutres empilées du lot 2 (e.g. à Verberie) ;
- Un essai sur 1 passe et 1 pertuis pour le lot 3 (Creil) ;

### 2.1.5 Variantes

Le présent marché ne comporte pas de variante. Toutefois, il est demandé à chaque titulaire de lot de fournir un prix dissocié pour une plus-value d'intégration d'aciers à faible empreinte carbone et énergétique dans les conditions décrites au §3.2.3.



## 2.2 Batardeau de passe navigable amont et aval (hors Creil)

Le programme prévoit des bouchures autonomes de type « bateau-porte ».

### 2.2.1 Contraintes fonctionnelles batardeau AMONT

#### 2.2.1.1 Mise en œuvre

**Le batardeau est installé sans charge hydraulique (équi-niveau amont/aval du batardeau + en eau calme). La capacité de coupure de débit n'est donc pas retenue.**

En effet, la mise en place d'une bouchure flottante est un exercice complexe qui nécessite une grande progressivité et des mouvements lents au regard de l'envergure des structures. Sa mise en œuvre nécessite donc l'absence de courant sur la passe, afin d'éviter l'échec de la manœuvre.

Afin d'aider à la manœuvre, une ou plusieurs des passes adjacentes pourront de même être relevées pour limiter les courants traversiers.

Un batardeau flottant possède de plus une prise au vent importante lorsqu'il est en flottaison. Afin de diminuer la gîte lors de la mise en place, le vent maximal admissible pour mise en place sera limité à une valeur cohérente par rapport à l'utilisation.

La vitesse de vent maximale pour mise en place sera de **50 km/h en rafales, 20 km/h vent moyen** (valeur max du bulletin météo de la veille et du jour).

#### 2.2.1.2 Hauteur de retenue

La hauteur de retenue du batardeau de passe amont est fixée à **5.25 m** (entre arase clapet et radier amont) correspondant à couvrir à minima 95% des niveaux relevés sur l'ensemble des barrages (max = Pontoise) + surcote 0.7m.

**NOTA** : Il est nécessaire d'étancher les rainures à +0.87m au-dessus du blindage métallique de la feuillure d'appui (cf. §1.5.6.8).

À titre indicatif, sur l'ensemble des années 2008 à 2020, il a été constaté que ce niveau d'arase retenu a été dépassé 0.6% du temps au maximum pour Pontoise.

#### 2.2.1.3 Niveau minimal et maximal amont pour mise en place

Le niveau minimal d'amenée du batardeau est fixé à **RN amont**. A titre indicatif, 95% des niveaux mesurés entre 2008 et 2020 sont supérieurs à RN.

La bouchure de la passe doit être relevée en position haute afin d'annuler le débit y transitant. Le niveau amont maximal de mise en place correspond donc à l'arase du clapet en position haute (qui correspond au niveau amont exceptionnel RE), compte tenu d'une marge de sécurité de 10 cm.

À titre indicatif, le batardage serait indisponible pendant 60 jours/an pour Pontoise (semestre hivernal).

#### 2.2.1.4 Tirant d'eau maximal

On retiendra un **tirant d'eau amont maximal de 2.6 m** imposée par Venette. Une marge de **sécurité de 10 cm** par rapport au point haut du fond a été prise en compte.

#### 2.2.1.5 Longueur hors-tout

En fonction des ouvrages, la largeur hors-tout du batardeau varie de 2 m. Cette variation est prise en compte par un élément central démontable, boulonné aux deux tronçons extrêmes.

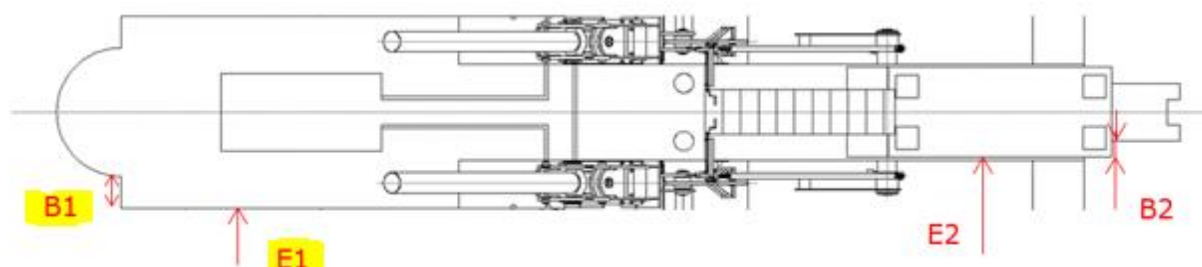


Figure 21 : Principales dimensions de largeur de passe standard (amont)

La table, ci-dessous, donne les cotes nominales des passes.

Dim. nominal	Venette	Verberie	Sarron	Boran	Isle Adam	Pontoise
<b>B1 (mm)</b>	500	500	500	500	500	500
<b>E1 (m)</b>	31.00	31.00	31.00	33.00	33.00	33.00

Les mesures réelles des dimensions de passes amont sont disponibles par les relevés géomètre en PFIP annexe [II] et impliquent les dimensions extrêmes suivantes :

Dimensions extrêmes		3 barrages 31m	3 barrages 33 m
<b>Passe amont</b>	Largeur <b>maxi</b> entre piles E1 (mm)	31 036 (Venette RD)	<b>33 049</b> (Pontoise RG)
	Largeur <b>mini</b> entre feuillures E+2B (mm)	<b>31 953</b> (Venette RG)	33 003 (Boran RD)

De plus on fixera la largeur maximale du batardeau avec les paramètres suivants :

- Tolérances de mesures géomètre à **±2.5 mm** sur les deux valeurs ;
- Additionnée à la **dilatation thermique** du batardeau, sur une plage de  $\pm 35^{\circ}\text{C}$  ;
- Avec la tolérance sur un ensemble **mécano-soudé** (selon NF EN 1090-2) ;
- Et en souhaitant un **jeu minimal** permettant d'assouplir la mise en place du batardeau, que l'on fixe à **50 mm** de part et d'autre pour l'amont et l'aval ;

Soit +100 à +200 mm de jeu total sur entre les bras d'appuis et le fond de feuillure amont.

#### 2.2.1.6 Largeur hors-tout

La largeur retenue de la structure flottante est de 3.4 m pour une largeur maximale hors-tout évaluée de **4.6 m sur la partie immergée**. La demi-largeur du batardeau coté passe

devra être alors inférieure à 1.8 m afin pouvoir circuler autour du clapet et positionner des échafaudages si nécessaire ; la largeur de passage disponible entre le bord du clapet et le batardeau est supérieure à 1.8 m sur l'ensemble de la longueur.

### 2.2.2 Contraintes fonctionnelles batardeau AVAL de passe

#### 2.2.2.1 Mise en œuvre

Le batardeau est installé après la mise en place du batardeau amont, donc sans charge hydraulique.

Dans la même optique que pour le batardeau amont, la vitesse de vent maximale pour mise en place sera de **50 km/h en rafales, 20 km/h vent moyen** (valeur max du bulletin météo de la veille et du jour).

#### 2.2.2.2 Hauteur de retenue

La hauteur de retenue du batardeau de passe aval est fixée à 3.04 m (entre arase clapet et radier aval).

NOTA : La hauteur effective de retenue est ici limitée par la hauteur du génie civil aval des barrages et notamment celui de Pontoise. Dans les faits, seul Boran présente des feuillures plus hautes que Pontoise de 76cm mais il a été démontré que le dépassement du niveau de batardeau retenu sur ce barrage est inférieur à 2% du temps.

#### 2.2.2.3 Niveau minimal et maximal aval pour mise en place

Le niveau aval minimal pour mise en place est fixé **au RN aval**. A titre indicatif, 95% des niveaux mesurés entre 2008 et 2020 sont supérieurs à RN.

Afin d'éviter toute pénétration d'eau, le niveau aval maximal de mise en place correspond à la hauteur maximale pouvant être retenue par le génie civil, avec une marge de 10 cm pour garder de la visibilité à l'installation, soit **N<sub>Gc</sub> - 10 cm**

#### 2.2.2.4 Tirant d'eau maximal

On retiendra un tirant d'eau aval maximal de **1.43 m** imposée par Venette. Une marge de sécurité de 10 cm par rapport au point haut du fond a été prise en compte :

**NOTA 1** : VNF doit effectuer un dragage à l'aval du barrage de Pontoise pour envisager la mise en place d'un batardeau flottant, afin de dégager un tirant d'eau minimal de 1.43 m. Une nouvelle inspection bathymétrique détaillée à l'aval de Pontoise doit ensuite être effectuée.

**NOTA 2** : La bathymétrie peut évoluer entre le moment du relevé, la passation du marché et l'utilisation effective en maintenance. Le tirant d'eau pouvant évoluer au gré du lit de la rivière, il est fixé au stade actuel et n'évoluera plus. Au moment de l'utilisation du batardeau, VNF devra donc garantir par dragage ce tirant d'eau.

### 2.2.2.5 Longueur hors-tout

En fonction des ouvrages, la largeur hors-tout du batardeau varie de +2.03 m. Cette variation est prise en compte par un élément central démontable, boulonné aux deux tronçons extrêmes.

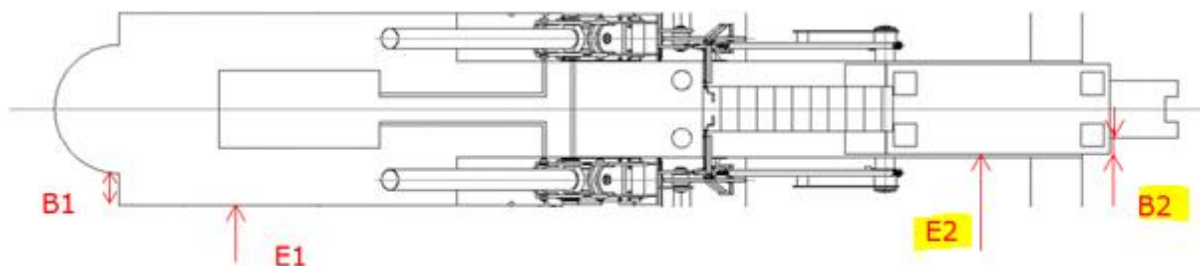


Figure 22 : Principales dimensions de largeur de passe standard (aval)

Dim. nominal	Venette	Verberie	Sarron	Boran	Isle Adam	Pontoise
<b>B2 (mm)</b>	300	300	300	300	300	300
<b>E2 (m)</b>	34.50	34.50	34.50	32.50	32.50	32.50

Sont données les mesures réelles des dimensions de passes aval par les relevés géomètre en PFIP annexe [II] ; sont résumées dans la table les dimensions extrêmes suivantes :

Dimensions extrêmes		3 barrages « 31m »	3 barrages « 33 m »
<b>Passe AVAL</b>	Largeur <b>maxi</b> entre piles « E2 » (mm)	32 507 (Venette)	<b>34 568</b> (Isle Adam)
	Largeur <b>mini</b> entre feuillures E+2B (mm)	<b>33 085</b> (Verberie)	35 088 (Boran)

De plus on fixe la largeur du batardeau avec les paramètres suivants :

- En gardant les tolérances de mesures géomètre à **±2.5 mm** sur les 2 valeurs ;
- Additionnée à la **dilatation thermique** du batardeau, sur une plage de ±35°C;
- Avec la tolérance sur un ensemble **mécano-soudé** (selon NF EN 1090-2) ;
- Et en souhaitant un **jeu minimal** permettant d'assouplir la mise en place du batardeau, que l'on fixe à **40 mm** de part et d'autre pour l'amont et l'aval ;

Soit +100/+180 mm de jeu total sur entre les bras d'appuis et le fond de feuillure aval.

### 2.2.2.6 Largeur hors-tout

La largeur retenue de la structure flottante est de 2.6m pour une largeur maximale hors-tout retenue évaluée à **2.9 m**.

Cette largeur est fixée afin de pouvoir bénéficier d'un clair de passage d'environ 2 m autour du clapet (permettant de circuler ou de positionner des échafaudages si nécessaire). Localement, il peut être accepté une restriction à 0.8 m, suffisant pour faire descendre une échelle à crinoline depuis la passerelle du batardeau.

## 2.2.3 Description du batardeau flottant (amont et aval)

### 2.2.3.1 Généralités

La conception du batardeau flottant est de type bateau porte, afin de disposer d'une bouchure autonome, ne nécessitant ni équipements spécifiques à ajouter aux piles du barrage, ni besoins de plongeurs pour vérifier sa pose. Ceci permettra notamment une utilisation fortement simplifiée et une diminution forte des aléas travaux, car pratiquement aucune modification des ouvrages n'est nécessaire (cf. point §1.5.6.8).

Le batardeau flottant est donc conçu comme un caisson destiné à être coulé en appui sur la feuillure extérieure des piles du barrage. La conception est identique pour le batardeau amont et aval, seules certaines dimensions vont s'adapter entre chaque batardeau selon les contraintes fonctionnelles précédemment décrites.

### 2.2.3.2 Récapitulatif programme fonctionnel

On a le programme fonctionnel suivant les hypothèses précédentes :

	<b>Batardeau amont</b>	<b>Batardeau aval</b>
Conception	Batardeau flottant type bateau porte 2 configurations par rallonge : 31.0 et 33.030 m	
Manœuvre	Ballastage gravitaire Déballastage par pompe	
Fonction coupure d'urgence du débit	Non exigée	Sans objet
Hauteur (différence arase-radier)	<b>5.25 m</b>	<b>3.04 m</b>
Niveau d'eau maximal de mise en place (RN <sub>max</sub> )	RN amont +0.4 m	Niveau aval max retenu par le génie civil aval
Niveau d'eau minimal de mise en place (RN <sub>min</sub> )	RN amont	RN aval
Tirant d'eau maximal	2.6 m	1.43 m
Vent maximal pour mise en place	50 km/h (vent rafale)	
Longueur max dans rainures	≤ 31.780 m/33.810 m	≤ 32.920 m/34.950 m
Longueur max dans passe	≤ 30.800 m/32.830 m	≤ 32.340 m/34.370 m
Ecartement entre appuis/joints	≥ 31.300m / 33.330m	≥ 32.730m / 34.760m
Demi-largeur côté passe	≤ 1.7 m	≤ 1.3 m



### 2.2.3.3 Conception des bouchures

#### 2.2.3.3.1 Principes généraux

Les structures sont conçues pour :

- Éviter l'envasement et les rétentions d'eau : pas de surfaces horizontales (en extérieur de structure comme à l'intérieur des ballasts), limitation des raidisseurs horizontaux ;
- Être visitables : les caissons sont dans la mesure du possible dessinés avec une hauteur d'au moins 1.8 m sous plafond, les trous d'homme avec un diamètre interne minimal de 600 mm, préférentiellement 800 mm ;
- Éviter au maximum les corps creux non ballastables, afin de simplifier le calcul de stabilité du batardeau.

La protection anticorrosion pour la coque est un système de peintures certifié ACQPA Im2 ANI (classe des ouvrages immergés) + couche PU sur les surfaces exposées aux UV.

#### 2.2.3.3.2 Configurations 31 et 33 m - rallonges

Afin de s'adapter à l'ensemble des barrages, le batardeau est scindé en trois (3) tronçons : 2 principaux (latéraux) et une rallonge centrale optionnelle.

Ces tronçons sont maintenus par brides boulonnées avec serrage contrôlé. Ces boulons ont vocation à reprendre les efforts de traction et les moments de flexion. Le moment de torsion et les efforts tranchants sont repris par des pions de cisaillements de forte section, au nombre minimum de trois par bride.

Les 2 plans de brides boulonnées devront en outre pouvoir reprendre la charge de flexion inverse induite par levage dans les configurations avec ou sans rallonge.

Le tronçon central aura une longueur entre flasque de **2030 mm** (cf. étude dimension §**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), et représente l'élément ajouté pour passer de la configuration 31 m à la configuration 33.03 m (par optimisation vis-à-vis des dimensions réelles du génie civil).

Ce tronçon central est laissé marnant, afin de ne pas multiplier les vannes de ballastage/déballastage, et ainsi simplifier l'utilisation et aussi augmenter la stabilité du batardeau. Ceci implique que les deux configurations sont à calculer en flottaison.

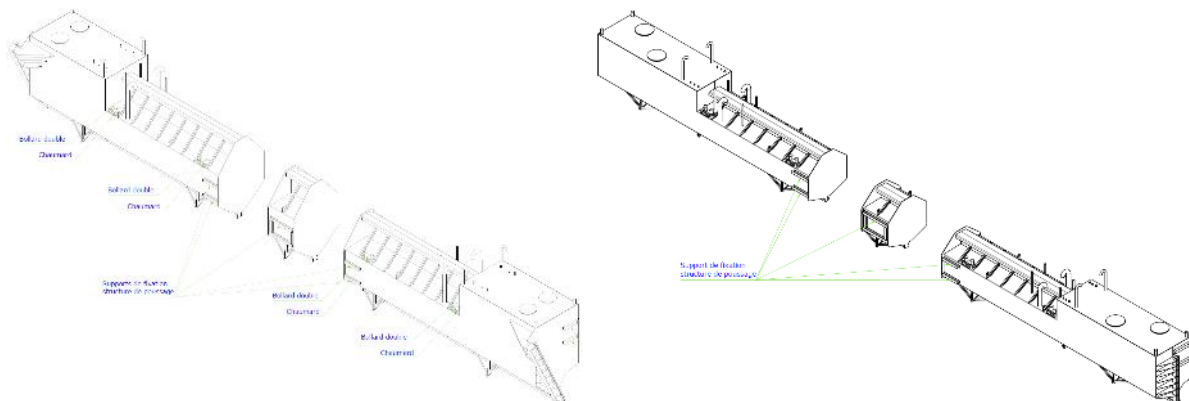


Figure 23 : Principe de configuration avec rallonge (resp. amont & aval)

#### 2.2.3.3.3 Positionnement vertical du batardeau

Les manœuvres des batardeaux se font par principe de ballastage / déballastage d'un certain volume d'eau. **Le titulaire du lot reste l'initiative de la méthodologie détaillée de mise en œuvre des batardeaux.**

Leur mise en œuvre, tel qu'envisagée par les études MOE, se fait en deux phases distinctes de ballastage, avec ségrégation physique des ballasts correspondant à chaque phase :

- Phase 1 : passage de la position « amenée » à la position « approche », phase voulue « rapide » au regard de la grandeur de la structure ;
- Phase 2 : passage de la position « approche » à la position « bouchure », phase voulue « lente » pour maîtriser au mieux le positionnement du batardeau au droit des feuillures et de la marche du radier.

C'est durant cette phase qu'il peut y avoir nécessité à arrêter la manœuvre et/ou corriger la position du batardeau. Un relevage du batardeau peut de même être nécessaire.

Ceci implique qu'en tout instant de la manœuvre et quelles que soient les conditions hydrauliques de l'Oise :

- L'air contenu dans les ballasts permet la flottaison a minima, afin de pouvoir arrêter la manœuvre ;
- Le jeu de vanne permet d'arrêter la pénétration d'eau dans les ballasts (et par extension l'entrée ou la sortie de l'air contenu dans le ballast).

#### 2.2.3.3.4 Disposition des ballasts

Chaque demi-batardeau flottant comporte **quatre ballasts** indépendants, séparés par des cloisons étanches.

La position centrale des ballasts par rapport au bordé, ainsi que les **séparations longitudinales et transversales** des ballasts limitent les effets des carènes liquides et améliorent la stabilité en tangage et roulis

Chaque ballast est muni de ses systèmes de remplissage et de vidange. Le contrôle de ces systèmes permet de régler, en cours de manœuvre, et si besoin, le tangage et le roulis du batardeau.

Cependant, la conception doit limiter au maximum la gîte que peut prendre le batardeau en manœuvre d'une part, et le **réglage par lest** doit être tel que l'inclinaison sans vent soit fixée à **4° à 5° de gîte nominale** côté extérieur du barrage, en position **d'approche finale**. Cet angle permet de garantir une approche sans heurt du batardeau, ceci sous vent maximal et surtout d'assurer que la quille (appuis bas) viendra se poser en premier sur le radier.

C'est la pression de l'eau qui viendra ensuite plaquer le batardeau sur la feuillure.

Chaque ballast est équipé à *minima* des éléments suivants :

- Un puisard en fond de ballast ;
- Une entrée d'eau en partie basse équipée d'une vanne ;
- Un évent principal en partie supérieure équipé d'une vanne ;

- Une prise d'air comprimé ;
- Un contrôle de niveau d'eau par sondage manuel à partir de la passerelle.

Le raidissage des différentes parois est étudié pour permettre un parfait transfert de l'eau sans rétention lors du vidage et sans poche d'air lors du remplissage (lunules couvrant l'ensemble des raidisseurs par exemple).

Les formes internes des ballasts sont telles qu'elles permettent l'écoulement correct des eaux internes et externes et qu'elles limitent au maximum les rétentions d'eau ou de vase. Notamment, le fond des ballasts sera en pente vers les puisards (pente transverse  $\geq 2^\circ$ ).

#### *2.2.3.3.5 Coulage (ballastage)*

Les ballasts sont divisés en deux ensembles de caissons distincts, chacun correspondant à une phase de manœuvre.

La coulée initiale est obtenue par remplissage gravitaire en eau des ballasts centraux. En cas d'obstruction d'une entrée, les caissons ségrévés pourront être mis en communication par une vanne papillon située en bas de la cloison étanche, garantissant ainsi la manœuvre.

Afin de disposer d'une lecture la plus fine de la position verticale du batardeau (déduite notamment par le niveau d'eau dans les caissons), la largeur du ballast dévolu à la phase 2 est donc à minimiser, afin de disposer d'une variation maximisée en hauteur du niveau d'eau et ainsi améliorer la réactivité de détection.

L'utilisation d'une « cheminée » permet notamment de stocker le volume d'air nécessaire à la flottaison continue sur la 2<sup>ème</sup> phase.

#### *2.2.3.3.6 Mise en flottaison (déballastage)*

La mise en flottaison pourra s'effectuer au moyen d'un **déballastage pneumatique** simultané des ballasts, grâce à un compresseur de chantier ; la solution alternative par pompes, situées dans un puisard dans chaque caisson, n'est pas préférée.

En cas d'avarie de la solution pneumatique, on pourra toujours avoir recours à l'utilisation d'une pompe à placer dans le puisard et à raccorder par moyens de chantier.

#### 2.2.3.4 Structure (principes)

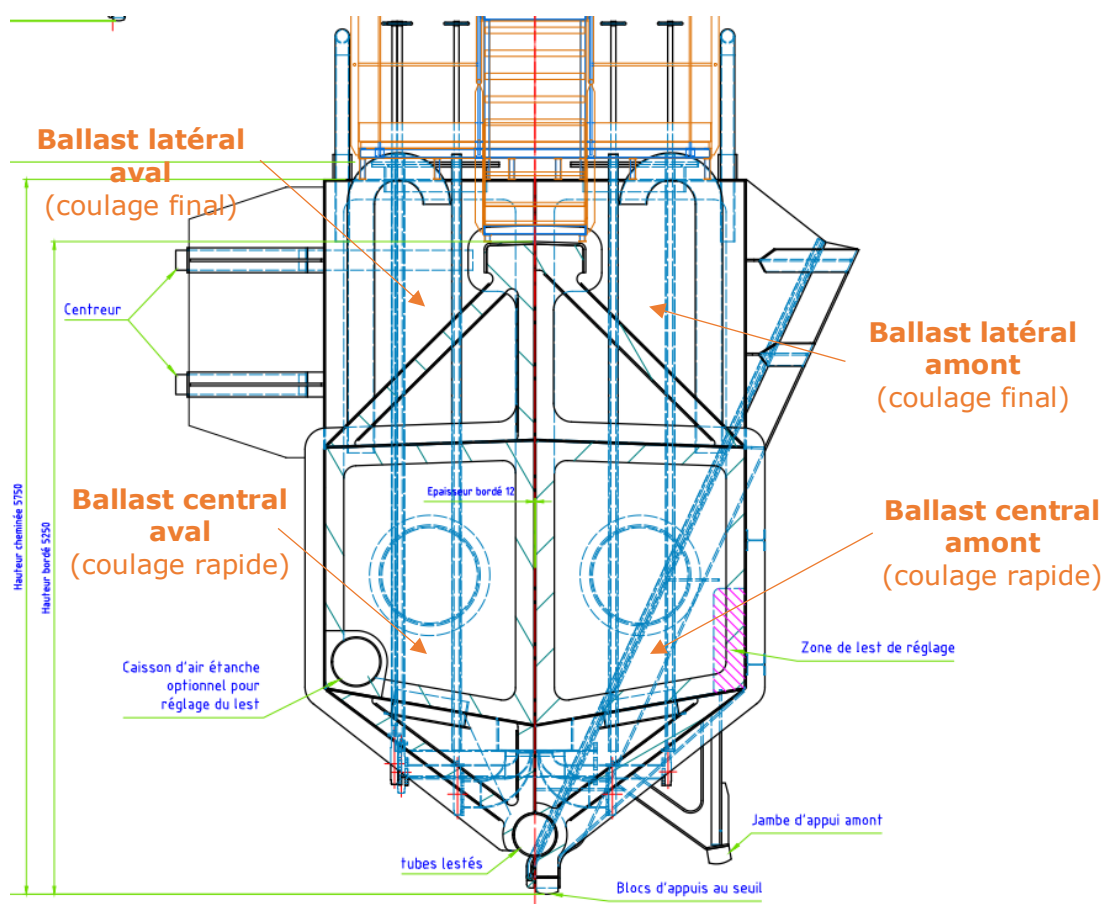


Figure 24 : Vue générale schématique en coupe du batardeau amont

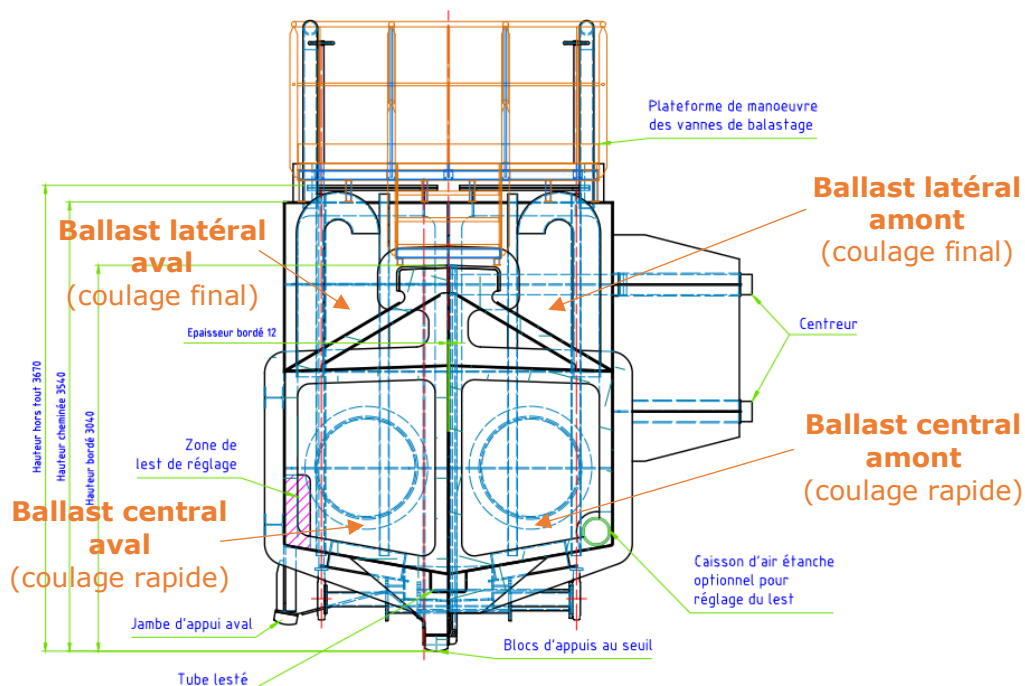


Figure 25 : Vue générale schématique en coupe du batardeau aval

#### 2.2.3.4.1 Description générale

La structure sera réalisée en acier soudé (normes NF EN 1090-2). La structure sera dimensionnée selon critères de la DIN19704 et la stabilité sera vérifiée selon règlement navires BV NR467 (cf. §4.4.3). La hauteur métacentrique initiale ne devra pas être inférieure à 0.15m.

Le batardeau flottant est constitué d'un bordé plan vertical scindant un caisson central servant de ballast. Le bordé est raidi par un maillage vertical uniquement, afin d'éviter la rétention d'eau.

Le caisson, convenablement raidi (verticalement) sur sa face interne pour supporter la pression de l'eau et de l'air insufflés à l'intérieur, forme une poutre particulièrement rigide qui transfère l'effort hydrostatique de retenue aux deux feuillures d'appui latérales.

Des jambes/raidisseurs permettent de transmettre la raideur du caisson à la ligne d'arase et la ligne d'étanchéité.

La poutre centrale équivalente caissonnée travaille donc en flexion-torsion, son raidissage doit de plus empêcher le voilement par compression/cisaillement de tôle.

Une poutre supérieure, formée d'une tôle pliée, raidit l'arase du batardeau entre chaque jambe, et supporte de plus la passerelle de circulation sur le batardeau flottant. La poutre est maintenue au droit de chaque raidisseur vertical par un mouchoir aligné sur les raidisseurs verticaux.

De la même manière, une poutre inférieure en PRS raidit la ligne d'appui transversale au niveau de la marche du radier, ainsi que la ligne d'appui verticale. Cette poutre est elle aussi maintenue par des mouchoirs au droit de chaque raidisseur vertical.

Le profilé PRS de seuil accueille de plus les butées verticales reprenant le poids propre du batardeau et prenant appui sur le radier.

Un profil creux (tube), positionné juste au-dessus de la ligne d'appui inférieur, fait la jonction entre les jambes, le PRS inférieur d'appui, et les mouchoirs verticaux de maintien, en apportant son inertie en torsion pour rigidifier le bloc inférieur formé des appuis verticaux, et de seuil. De même, ce tube fait office de lest afin d'apporter de la stabilité au batardeau en flottaison.

Des pattes d'appui arrière sont de plus prévues en cas de renversement du batardeau lors de la remise en eau avant débatardage. En effet, les caissons étant marnants lors de cette phase, la totalité du poids du batardeau est repris par la ligne d'appui inférieure. Tout effort suffisamment intense (clapot, vent, ...) peut alors le déstabiliser.

Ces pattes sont situées dans le prolongement de la partie arrière des caissons, et sont correctement maintenues pour éviter leur déversement.



#### 2.2.3.4.2 Lests

Le réglage du tirant d'eau et du gîte se fait par exemple par implémentation du lest en deux fois.

Un **premier lest** de stabilisation peut être coulé dans le tube formant la « quille » du batardeau flottant, au-dessus de l'appui inférieur.

Un **lest d'équilibrage** pourra être ainsi prévu de manière à corriger l'inclinaison longitudinale et transversale du batardeau, due à l'asymétrie du batardeau. Il peut prendre la forme **d'un sous-caisson d'air** étanche situé du côté opposé (sas) dans les flotteurs, permettant de ne pas alourdir la structure et de ne pas ajouter d'effet de gîte lors de la flottaison initiale (convoyage).

L'angle naturel de **gîte est alors fixé de 1 à 2° vers l'extérieur**, par les lests et la structure initiale et de **4 à 5° lors de la phase d'approche fine** (flotteur coulé avec caisson sec), à minima 2° en tenant compte d'un vent contrariant dans l'axe du courant.

Le réglage de l'équilibrage est réalisé par des masses de lest amont / aval différentes.

#### 2.2.3.4.3 Pièces de centrage

Est prévue à chaque extrémité, une structure robuste supportant une **pièce biaise aidant au centrage** du batardeau lors de sa mise en place, en plastique à faible coefficient de friction.

La pente est au moins de 1 pour 4.

#### 2.2.3.5 Étanchéités et appuis

Que ce soit pour la bouchure aval comme pour la bouchure amont un joint massif en polychloroprène (dureté indicative 70 Shore A) permet la bonne répartition de la descente de charge sur le génie civil.

En effet, les structures sur trois appuis telles que les bateaux porte ont tendance à se comporter en couplage flexion torsion. Ceci se traduit, à l'extrême, par un appui renvoyé aux extrémité hautes des montants verticaux d'une part, et au centre de l'appui bas d'autre part. Ce phénomène étant également associé à un décollement dans les angles.

Pour pallier ce problème de répartition, il est prévu un appui sur un joint primaire massif suffisamment souple pour reprendre les déformations de structure et répartir correctement la charge sur le linéaire du béton de génie-civil existant.

Afin d'éviter toute fuite, en particulier dans les angles, le titulaire prévoira si besoin le doublement de ce joint primaire par un joint à déploiement de type note de musique ou cornière.

La note de descente de charge (calcul sur appuis souples) permettra de repérer les endroits où un doublage du joint est nécessaire.

Ce point est primordial pour le bon fonctionnement de l'étanchéité (cf. §0).

Des dimensions indicatives sont données sur les plans. Pour autant ceci ne dispense pas le titulaire de mener toutes les études et calculs des « descentes de charge vs comportement du joint » nécessaires.

Les jonctions entre linéaires de joints massifs horizontaux et les montants (potentiellement de sections différentes) peuvent être réalisé avec des bloc en élastomère très souples, afin de s'effacer sous un faible effort, dans les angles.

### 2.2.3.6 Équipements

#### 2.2.3.6.1 Sur-structure d'appui pour bateau-pousseur

Une structure additionnelle, composée de 2 barres transversales, sera assemblée après convoyage des bouchures sur le flanc extérieur, afin de permettre l'appui du bateau-pousseur lors des manœuvres d'installation ou de retrait du batardeau.

Cet élément annexe sera standardisé entre l'amont et l'aval. Il pourra en outre être assemblé par boulonnage indifféremment sur une configuration de bouchure avec (33 m) ou sans rallonge (31m) grâce à plusieurs points d'attache.

Il comportera des bollards d'attache pour liaison avec le bateau pousseur.

Des poutrelles de fixation et de renfort de la structure principale seront soudées sur le flanc extérieur des tronçons principaux.

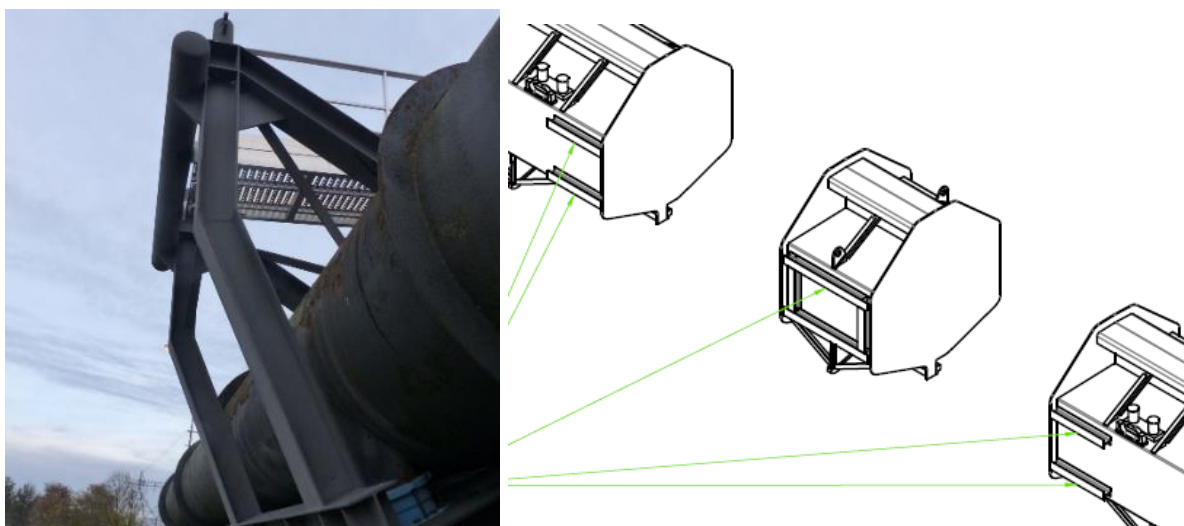


Figure 26 : Exemple de structure d'appui pour bateau-pousseur (batardeau flottant de GAMBSHEIM, écluse VNF) et vue de la structure prévue sur l'amont

#### 2.2.3.6.2 Défense de protection

Sur les structures de centrage ainsi que sur les extrémités de caisson pouvant frotter sur le génie civil, sont positionnées à intervalles réguliers des défenses type pare-battage pour navire rectangulaire :



Figure 27 : Exemple de pare-battage pour navire équipant un batardeau flottant

### 2.2.3.6.3 Tuyauteries

- **Généralités**

Les tuyauteries sont en acier galvanisé à chaud.

Des surépaisseurs pour prise en compte de la corrosion sont prises. Ces surépaisseurs sont conformes aux réglementations en vigueur applicables et au minimum elles sont de 1 mm par face exposée à l'eau.

Des points de fixation, en nombre suffisant, sont prévus évitant toute mise en vibration ou bruit excessif.

Des manchons souples en élastomère judicieusement disposés dans le linéaire de tuyauterie permettront la dilatation thermique sans mise sous contrainte excessive.

Les passages de cloisons étanches sont réalisés par des manchons soudés à la coque, peints avec la structure de la coque et comportant une bride à chaque extrémité pour la fixation des tuyauteries.

Toute bride est montée avec un joint et boulonnée par des boulons galvanisés. Ces boulons sont obligatoirement tronçonnables (vis dans taraudages exclues).

Sont notamment concernées les brides de vannes, de trou d'homme, de raccords de tuyauteries...

Toute prise d'eau est munie de crépines (grilles en acier galvanisé) sont prévues à l'entrée de ces prises d'eau. Ces grilles sont facilement démontables pour être remplacées.

- **Admissions d'eau des ballasts**

Chaque ballast est pourvu d'une **prise d'eau, équipée d'une vanne** dédiée.

La prise d'eau est située le plus bas possible pour favoriser le remplissage.

Des plaques d'obturation (tapes), à mettre en place sur l'entrée de la prise d'eau, seront fournies pour permettre le démontage de la vanne en eau. Ces plaques d'obturation sont boulonnées (les boulons en acier galvanisé sont fournis). Le principe de boulonnage permet le tronçonnage des boulons.

- **Événements**

Le remplissage des ballasts ne peut se faire que si l'air peut s'échapper en partie supérieure.

Un **événement pour chacun des caissons des 3 éléments** est prévu :

- Formé d'un tube de diamètre d'environ 200 mm coudé en son extrémité. Le diamètre du tube relativement important permet de diminuer la contre pression interne dans le ballast lors du ballastage gravitaire, et ainsi d'améliorer la vitesse de remplissage du ballast ;
- Équipé d'une vanne de fermeture.

Les événements de caissons sont démontables afin de permettre le montage de la passerelle.

- **Acheminement de l'air comprimé**

Des tuyauteries d'air comprimé sont positionnées en partie supérieure du batardeau afin d'alimenter les différents ballasts. Le raccordement entre deux éléments de batardeau est effectué par un manchon de conduite démontable.

Une seule prise de branchement est prévue pour raccorder le compresseur par raccord pneumatique de taille adaptée, équipée d'une soupape de sécurité démontable.

Un jeu de vanne permet d'alimenter les caissons indépendamment.

- **Communication amont/aval pour débatardage**

Une **prise d'eau traversante de diamètre minimal DN150 (batardeau aval) ou DN200 (batardeau amont)**, située au centre de chaque tronçon extrême de batardeau, et munie d'une vanne, permet la remise en eau de la passe à sec.

La prise d'eau sera située entre 1 et 2 m de l'appui sur radier. La sortie est coudée pour rediriger le jet d'eau vers le bas ou, *a minima*, munie d'un dispositif dissipateur supprimant le jet d'eau dans la passe.

#### 2.2.3.6.4 Vannes

Les vannes sont préférentiellement de type papillon. Elles permettent l'étanchéité conjointement à l'air et à l'eau.

Elles intègrent un cardan étanche et un renvoi d'angle si nécessaire, afin de pouvoir être raccordées à une brimballe ou une barre. Ces brimbales peuvent traverser un caisson étanche. Dans ce cas, elles sont insérées dans un tuyau étanche soudé aux parois du caisson.

Elles sont toutes manœuvrées manuellement par volant démontable. Ces volants sont tous manœuvrés depuis la passerelle supérieure.

Le code couleur des volants permet de différencier à coup sûr la fonction de chaque vanne (discrimination air comprimé/prise d'eau/évent/communication entre ballast). Sa fonction est de plus écrite en clair sur une plaque signalétique fixée aux abords du volant.

#### 2.2.3.6.5 Instrumentation

- **Suivi des niveaux d'eau dans le caisson :**

Le niveau d'eau dans chaque ballast est suivi par un sondage manuel. Ce sondage manuel n'est disponible qu'en ballastage (le déballastage pneumatique nécessite une parfaite étanchéité du caisson, donc aucune ouverture du tube de sondage).

Le sondage manuel est formé d'une perche guidée par un tube plongeant dans le caisson, montée sur flotteur avec couronne percée. Le tube est fermé et étanche par un capuchon vissé.

Une plaque gravée au droit de chaque sondage stipule : « DANGER, À NE PAS OUVRIR EN DEBALLASTAGE PNEUMATIQUE ».



- **Suivi des inclinaisons :**

On prévoit au moins 2 niveaux, type pendule, permettant de suivre l'inclinaison longitudinale et transversale (à la verticale du bordée) de chaque batardeau.

Ces niveaux seront positionnés en redondance au proche des vannes de commande des ballasts, avec une plaque signalétique sérigraphiée.

#### 2.2.3.7 Passerelle et accès

##### *2.2.3.7.1 Généralités*

Tous les ballasts sont visitables par trou d'homme pour entretien / peinture / nettoyage. Les trous d'homme sont étanchés par des couvercles étanches montés sur charnière et munis de joint. Le système de verrouillage est robuste et éprouvé.

La conception du batardeau est faite avec le souci de permettre les opérations d'entretien/maintenance dans les meilleures conditions de sécurité et dans le respect de la législation du travail.

Notamment, les éléments suivants sont à prévoir :

- Accès sécurisés aux différents équipements pour la maintenance ;
- Escaliers à 38° max d'inclinaison et garde-corps à préférer, sinon échelles à crinoline (même si la hauteur est faible) avec crosses ;
- Plateformes de section minimale 800x800 pour manœuvrer les vannes en dehors du cheminement principal ;
- Garde-corps sur l'intégralité des cheminements ;
- Lignes de vie et stop-chutes le cas échéant.

Les sens d'ouverture des portillons ou trappes sont disposés de façon à faciliter la circulation des personnels. En cas de risque de fermeture incontrôlée des panneaux, des dispositifs de maintien sont à ajouter.

Toutes les trappes qui sont réalisées dans la partie de cheminement de la passerelle sont au même niveau que le platelage pour ne pas constituer d'obstacle à la circulation, y compris les serrures et les poignées d'ouverture. Un drainage périphérique de ces trappes doit être prévu avec évacuation vers l'extérieur de l'eau piégée.

##### *2.2.3.7.2 Accès depuis les piles*

Sur chaque extrémité du batardeau est prévue une structure en profilés galvanisés à chaud supportant un plancher en caillebotis de taille minimale 1.2 mx1.2 m, ceinturé par des garde-corps.

Ce plancher dessert une échelle permettant l'accès à la passerelle centrale. Il est situé au milieu de la plus petite et la plus grande hauteur des plateformes d'accès depuis les piles.

Le jeu entre la pile et le plancher est comblé par une rampe mobile avec garde-corps articulés (montage en parallélogramme), munie d'un dispositif de maintien en position verticale.

### 2.2.3.7.3 Passerelle supérieure

Une passerelle supérieure court sur toute la longueur du batardeau. Elle est maintenue boulonnée sur la poutre supérieure du batardeau par des pattes de fixations soudées.

Elle est constituée d'une ossature en profilés galvanisés à chaud, supportant un cheminement en caillebotis. Elle est ceinturée par des garde-corps galvanisés à chaud.

Les zones de manœuvre des volants de vannes sont préférentiellement hors du cheminement central. Elles permettent une bonne ergonomie de manœuvre.

### 2.2.3.7.4 Accès à l'intérieur des ballasts

L'accès du personnel dans les ballasts se fait par une trappe articulée étanche située en partie supérieure des cheminées. Ces trous d'homme permettent aussi d'extraire les éléments de tuyauterie qui seraient à remplacer.

Une échelle fixée à la paroi de la cheminée permet de descendre dans le caisson.

Une potence au droit du trou d'homme permet d'accrocher un palan ainsi qu'un système stop-chute le cas échéant (notamment pour le grand batardeau amont).

Le cheminement à l'intérieur des caissons est prévu par des caillebotis galvanisés de largeur 600 mm minimum, surélevés vis-à-vis du plan incliné du ballast.

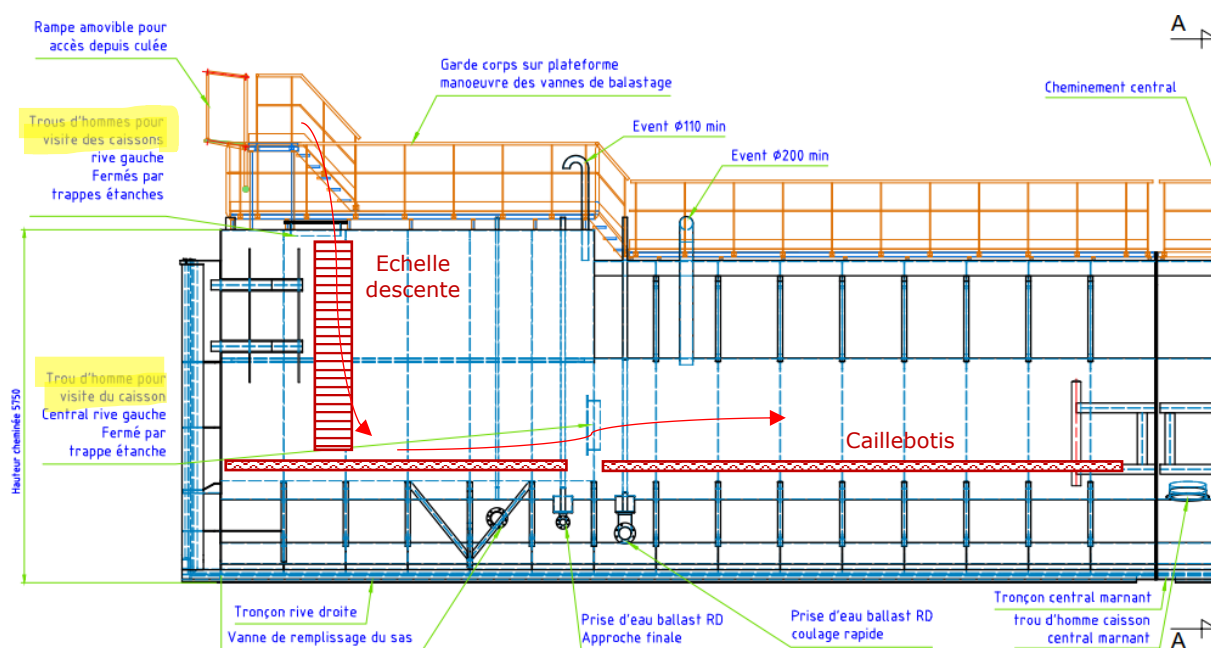


Figure 28 : Schéma d'accès aux caissons ballastables (BT amont)

#### 2.2.4 Utilisation

Cette section s'attache à décrire le **mode opératoire** envisagé des batardeaux type bateau-porte.

Il est donné à titre d'exemple. **La méthodologie exacte sera donnée par le titulaire dans son manuel d'utilisation en tenant compte des recommandations de la maîtrise d'œuvre.**

##### 2.2.4.1 Amenée sur site batardeau amont et aval

L'amenée sur site du barrage est effectuée par bateau pousseur, ballasts totalement à sec (sauf la partie centrale qui est marnante, en configuration 33m).

Est prévu la possibilité d'amener les deux batardeaux en même temps sur le site.

Des **bollards embarqués** permettent de lier le pousseur au batardeau.

Les batardeaux flottants sont amenés le long de la berge, au proche du barrage puis arrimés.

##### 2.2.4.2 Évitement, approche initiale et centrage batardeau amont

**NB :** La passe à batarder a son **clapet relevé avant la manœuvre**. Il faut éviter également les courants traversiers au moment du batardage et donc relever, tant que possible, les passes adjacentes.

On pourra également laisser ouvertes les vannes traversant (vannes amont aval) le batardeau pour remplissage du sas, afin d'amoindrir les éventuelles fuites du clapet pouvant générer un léger courant résiduel.

Une sous-structure est assemblée (par levage et boulonnage) sur le flanc extérieur du batardeau, permettant l'appui du bateau-pousseur.

**2 opérateurs embarquent** et se positionnent aux extrémités du batardeau, près des bollards d'attache. L'évitement (rotation), l'approche initiale et le centrage se fait au moyen du **bateau pousseur**, d'opérateurs (au moins un sur chaque pile) qui tire sur des cordages reliés aux bollards d'extrémité du batardeau et, si besoin, d'un ou 2 petits bateaux motorisés supplémentaires.

Pour la méthodologie définie en étude MOE, le batardeau est positionné centré à  $\pm 1\text{m}$  des piles par action du bateau-pousseur et de cordages à l'approche. Les appendices de centrage sur les extrémités aval du batardeau guident ensuite pour recentrer finement l'ensemble.

Ainsi, il n'est pas prévu l'implémentation et l'emploi de bollard ou cabestan sur les piles.

Le batardeau est ensuite poussé jusqu'à engagement dans la passe avec l'appui bas en contact sur les feuillures, guidé finalement par les défenses latérales (glissoire) en vis-à-vis des piles. Si nécessaire, il pourra être légèrement recentré par effet de levier entre le haut de la pile et les glissoires.

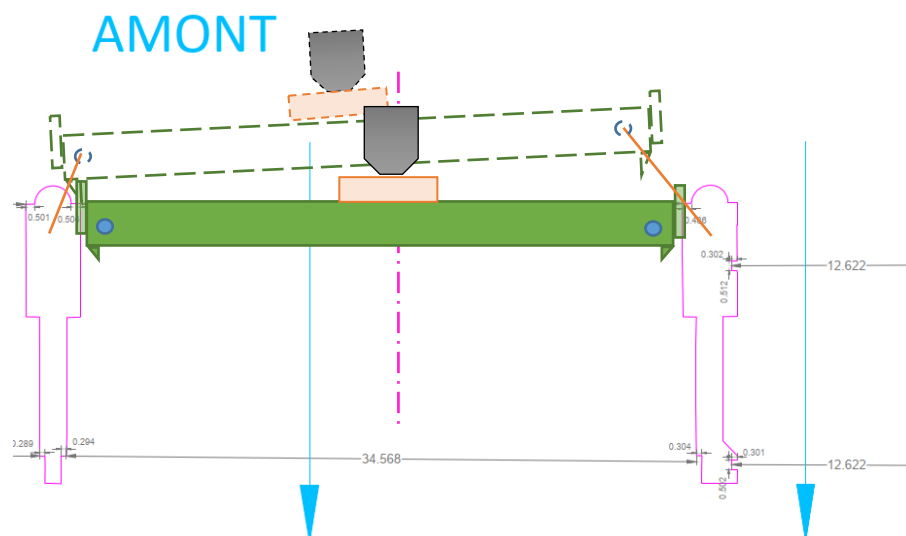


Figure 29 : Schéma d'approche initiale et centrage

#### 2.2.4.3 Principe de mise en place batardeau AMONT

Principe général : Le coulage par ballastage est initié après avoir présenté le batardeau au plus proche de la passe, avec les coins d'appuis inférieurs en face des 2 feuillures.

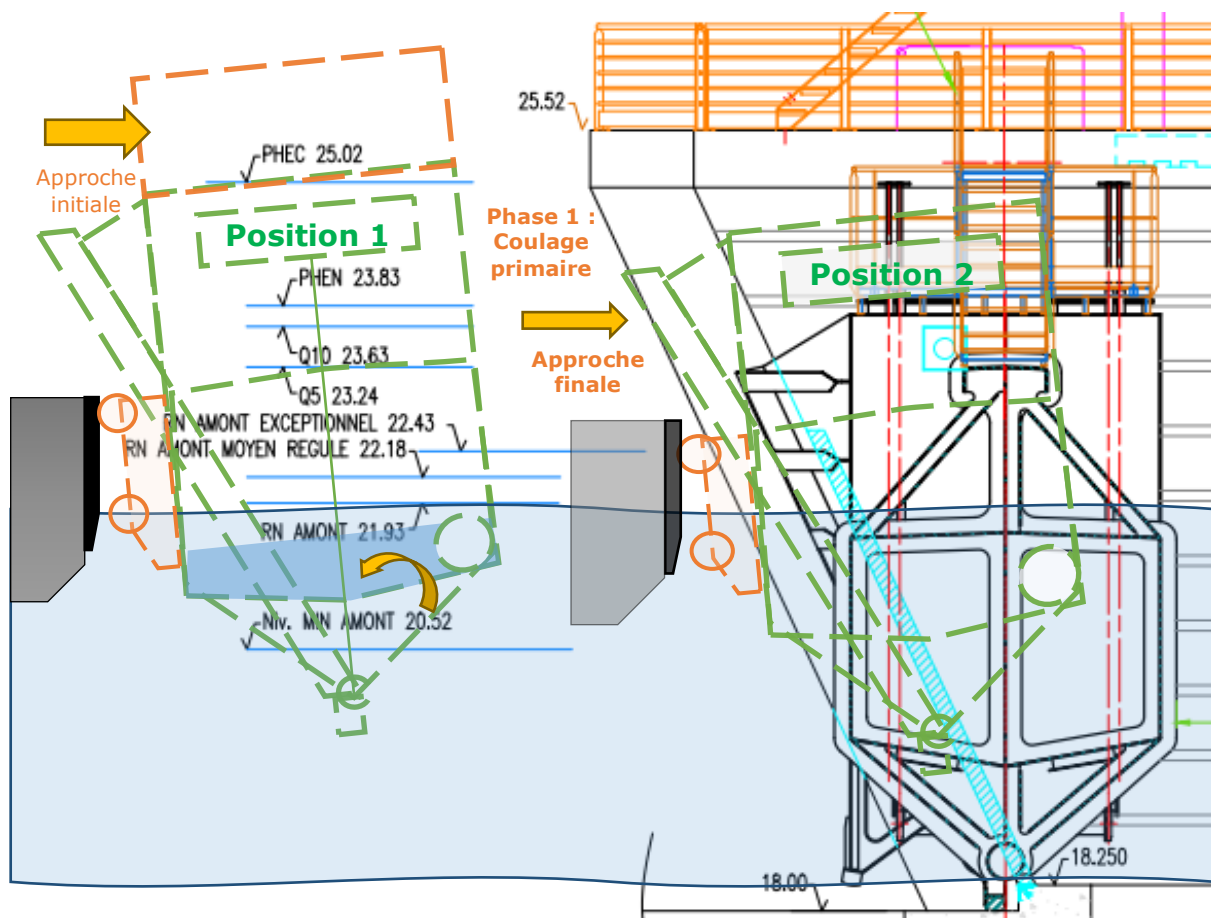


Figure 30 : Schéma de mise en place et coulage primaire (phase 1 et 2)

- 1) La **première phase**, après l'approche grossière (position 1) permet de couler partiellement le batardeau dans la passe, en laissant suffisamment de jeu au-dessus du radier pour éviter toute interférence. Il n'y a donc pas de raison particulière nécessitant une remise en flottaison (excepté la décision de reporter la manœuvre).

Cette phase de descente rapide est effectuée sans attention particulière sur les niveaux d'eau, l'opérateur positionne les vannes de ballastage centrale en configuration « phase 1 » et attend que l'équilibre en flottaison soit atteint.

A ce moment-là, on pourra ajuster l'assiette et la gîte du bateau-porte par action sur les vannes d'extrémités afin de synchroniser les côtés (autour de 0°) et **ajuster l'angle de gîte** penché vers l'extérieur afin de préparer la phase 2.  
(La structure d'appui du pousseur peut être démontée pour être utilisée sur l'autre.)

- 2) **Deuxième phase** : L'équilibre atteint, le bateau pousseur et/ou les opérateurs avec leurs élingues rapprochent à nouveau le batardeau dans la passe, jusqu'à toucher les feuillures d'appui de part et d'autre (approche finale).

Le contact avec les feuillures établi, l'opérateur positionne les vannes en configuration « phase 2 ». S'initie alors la **phase d'approche fine et de coulage secondaire**, où l'on continue de faire avancer le batardeau pour garder l'angle des joints proches des feuillures, pendant que les opérateurs vérifient le niveau d'eau dans les ballasts et le centrage correct du batardeau.

Pour les besoins de la manœuvre, il peut être décidé de regonfler légèrement les ballasts, pour améliorer le positionnement.

On procède ainsi jusqu'à atteindre le seuil du radier. Le batardeau aura tendance à s'affaisser coté extérieur éventuellement jusqu'à être soutenu par ses jambes d'appuis. Les vannes amont aval peuvent être ouvertes.



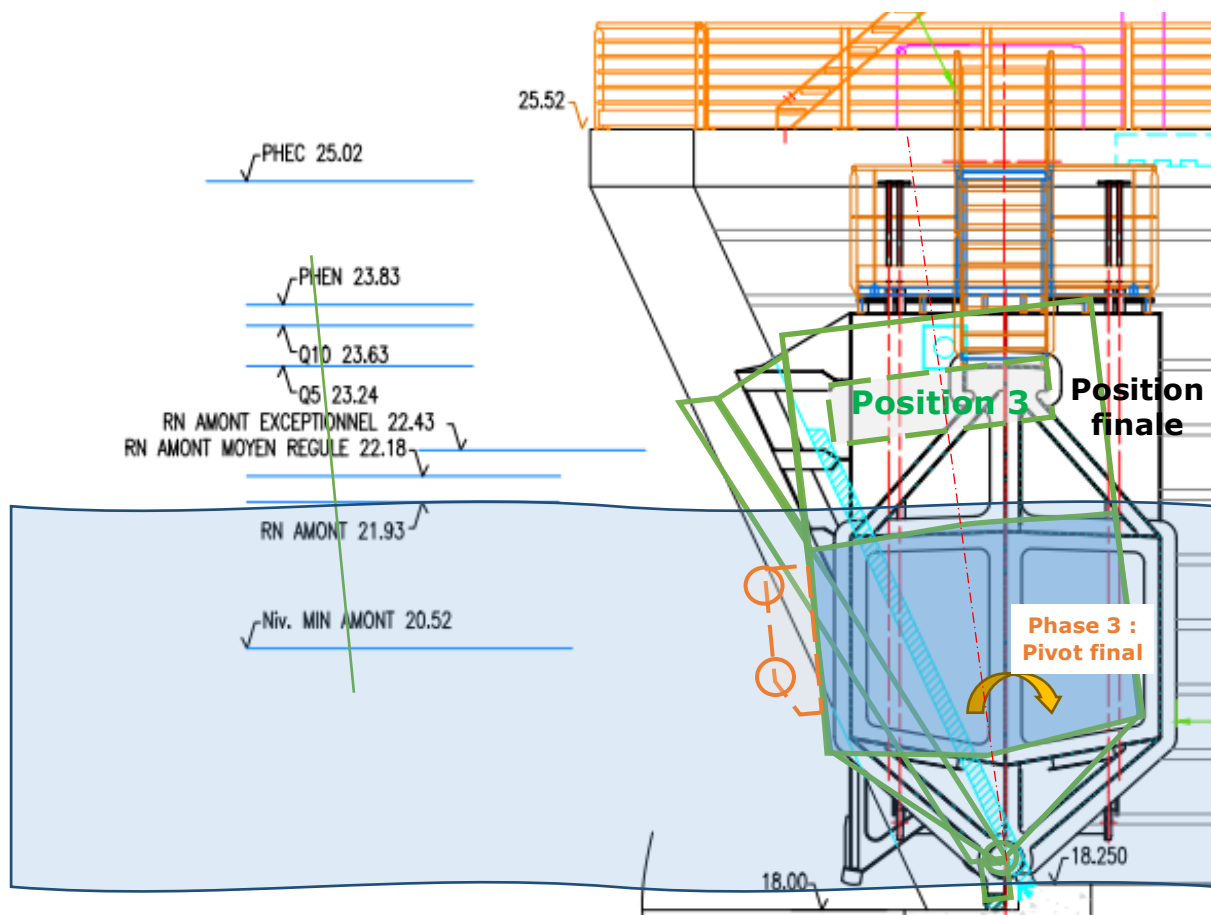


Figure 31 : Schéma de mise en place avec pivot final sur seuil (phase 3)

### 3) Troisième phase : plaquage final

**Point sécurité :** L'équipage devra alors quitter la passerelle du batardeau avant manœuvre du clapet, pour éviter l'effet de surprise lors du léger basculement final.

Le batardeau amont positionné sur la marche du radier, il n'y a plus qu'à abaisser progressivement le clapet de manière à faire transiter un léger débit dans la passe. La charge d'eau fait alors **pivoter le batardeau et le redresse** jusqu'à le plaquer complétement sur les feuillures de même que sur le seuil du radier.

Le batardeau est ensuite sécurisé par élingage sur la pile (anneaux présents sur les flancs de pile). Les opérateurs peuvent ensuite circuler sur la structure. Les vannes amont aval sont refermées (si ouvertes).

#### 2.2.4.4 Évitement et mise en place du batardeau AVAL (idem amont)

Le clapet est totalement abaissé. Le niveau d'eau dans la passe depuis l'aval du batardeau amont s'établi progressivement au niveau aval.

Ceci effectué, l'évitement du batardeau aval et son centrage sur la passe/pertuis est effectué, à **l'instar de celui l'amont**. La procédure de mise en place du batardeau aval est **identique à celle du batardeau amont**.

#### 2.2.4.5 Mise à sec de la passe

La mise à sec est effectuée par pompage. Les vannes du côté de la passe étant ouvertes, les caissons du côté intérieur sont vidés par la même.

On pourra refermer les vannes extérieures pendant le chantier, afin d'éviter l'intrusion d'embâcles ou d'organismes (NB : vannes à rouvrir pour marnage lors du débatardage).

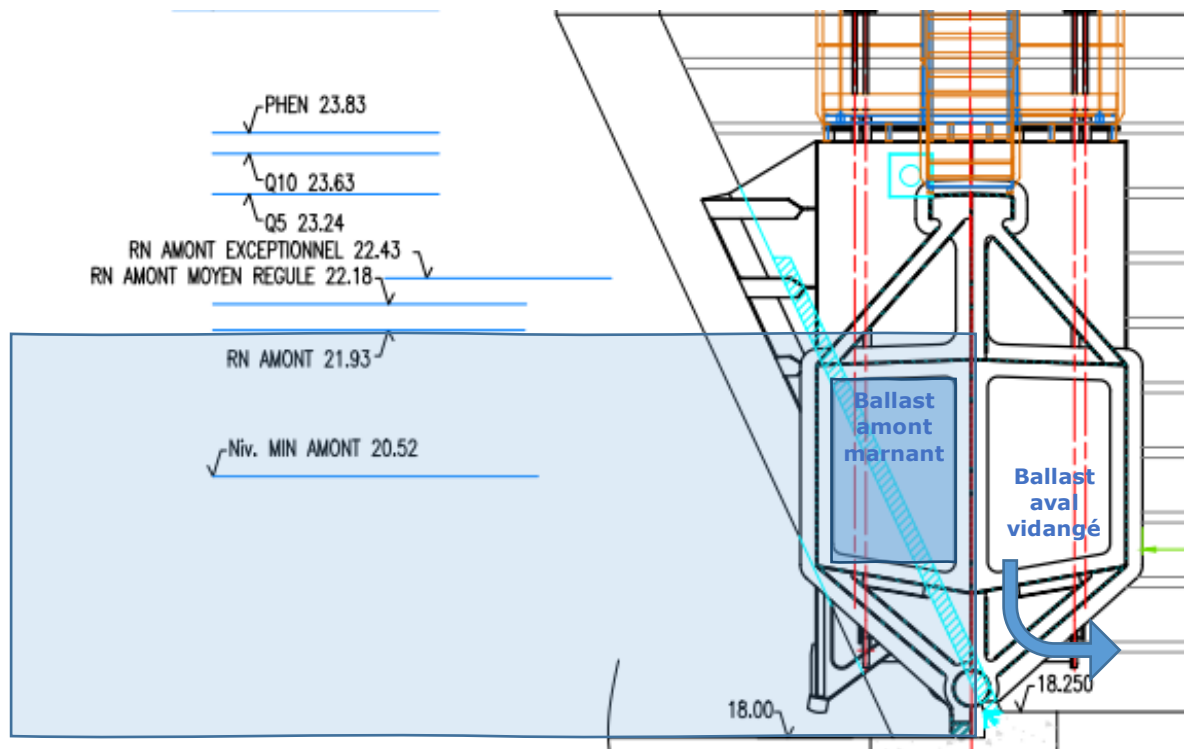


Figure 32 : Schéma de mise à sec de la passe

#### 2.2.4.6 Débatardage

Après achèvement de l'interventions dans la passe, le **clapet est relevé** à son maximum.

**Point sécurité :**    **On commencera toujours par débatarder l'aval PUIS l'amont.**

La procédure détaillée de débatardage est également à établir par le titulaire.

##### 1) Débatardage Aval :

La **remise en eau** est effectuée en ouvrant les 2 vannes prévues à cet effet sur le batardeau aval. Le temps de remplissage du sas aval (entre clapet et batardeau) est estimé à **3h**, hors pompage. Pour une remise en eau accélérée, un pompage peut être ajouté. La mise en eau partielle du sas amont pourra aussi être envisagée pour accélérer la manœuvre et limiter les éventuelles fuites au niveau du clapet.

**Point sécurité :**    **L'équipage devra quitter la passerelle du batardeau après ouverture des vannes**, pour éviter l'effet de surprise lors du dé-plaquage et léger basculement final.

**Point sécurité :**    **Il est préférable de rouvrir prioritairement les vannes de ballasts intérieurs avant les vannes amont aval**, pour éviter tout oubli ultérieur pendant le remplissage (risque de flottaison brutale autrement).

À ce stade, le batardeau reste marnant et va finir par **basculer vers l'aval ( $\sim 5^\circ$ )**, sous l'effet de l'équilibrage des niveaux d'eau et de sa prépondérance de masse à l'aval. Il pourra alors s'appuyer sur ses pattes arrière pour ne pas entièrement basculer.

Dans le cas où les fuites seraient importantes, on pourra en dernier recours élinguer le batardeau et tirer dessus par bateau pousseur pour le « décoller » de ses feuillures.

Une fois décollé des feuillures d'appuis et l'équilibre complet des niveaux à l'aval effectué, on ouvre toutes les vannes et on ferme les événements afin de démarrer le **déballastage du batardeau par injection d'air comprimé** pour le remettre en flottaison. Il remonte alors au droit le long des feuillures d'appuis.

On peut envisager l'emploi de compresseurs capable de fournir un débit de 30 à 50 m<sup>3</sup>/h sous une pression de 1 bar max, de chaque côté en commençant par déballaster les cheminées puis les caissons « flotteurs » centraux. On veillera à équilibrer l'injection d'air pour garder une assiette en roulis proche de l'horizontale.

Le batardeau aval est ensuite détaché puis élingué au bateau pousseur, qui le dégage de la passe. En parallèle, on peut remplir le volume entre le batardeau amont et le clapet relevé ( $\sim 1h$ ).

## 2) Débatardage Amont :

La procédure de débatardage amont est identique que pour le batardeau aval.

On commence par ouvrir les vannes de remplissage du sas pour remise en eau de la portion amont de la passe (< 1h), en ouvrant par ailleurs les vannes de caisson amont et aval.

**Point sécurité :** L'équipage devra également quitter la passerelle du batardeau après ouverture des vannes, pour éviter l'effet de surprise lors du léger basculement final.

**Point sécurité :** Il est préférable de rouvrir prioritairement les vannes de ballasts intérieurs avant les vannes amont aval, pour éviter tout oubli ultérieur pendant le remplissage (risque de flottaison brutale autrement).

**NB :** Le débit de fuite du clapet ne devra pas excéder 0.5 L/s/m, soit environ **20 L/s max sur le pourtour du clapet**, afin de permettre un bon équilibre entre l'amont et la passe vis-à-vis des sections de vanne.

Une fois décollé des feuillures d'appuis et l'équilibre complet des niveaux à l'amont effectué, le **déballastage du batardeau par injection d'air comprimée** est démarré pour le remettre en flottaison. Il remonte à l'oblique le long des feuillures d'appuis.

## 3) Remorquages :

Chaque batardeau est rassemblé pour constituer le convoi afin d'être ramené au centre de stockage par bateau pousseur.

### 2.2.5 Bers pour batardeau flottant de passes

Cet équipement s'adresse au stockage des 2 structures flottantes (amont + aval), type bateau-porte, utilisées pour les batardeaux de passes des 6 barrages standard (hors Creil).

#### 2.2.5.1 Principe

Les différents tronçons composants les batardeaux seront soutenus par plusieurs sous-structures type « ber ». Exemple sur la photo ci-dessous, pour le maintien/stockage d'un batardeau flottant.

Le simple positionnement adéquat des bers, alignés, permettra le boulonnage des structures. Les tronçons principaux seront grutés autour de la rallonge. Pour aider l'assemblage ou le désassemblage des tronçons, il pourra être prévu un système de rails et de supports couissant pour réaliser l'adjonction ou le démontage des rallonges.



*Figure 33 : Exemple de bers-support pour batardeau flottant*

On peut envisager de positionner au moins 2 bers aux extrémités des tronçons principaux et un seul ber sous le petit tronçon dit « rallonge ».

Il faut alors **5 unités x 2 références de bers**, adaptés à la section en coupe du batardeau amont pour l'un et au batardeau aval pour l'autre.

Ces **bers seront mobiles** (i.e. non-fixe et aisément déplaçable) afin de reconfigurer facilement l'assemblage des batardeaux en version 31 ou 33m (resp. 32.5 ou 34.5m).

### 2.2.5.2 Description

On prévoit 2 bers-supports par tronçons principaux (15.5 ou 16.25 m) et un seul par rallonge (2.03 m).

Ils devront alors avoir une **longueur inférieure à 2 m** (entre appuis supportant le tronçon) pour pouvoir convenir aux éléments de rallonge (2.03 m).

Les bers seront composés à minima de :

- **4 appuis latéraux** (étançons) au droit sous les flancs de caissons, avec patins antifriction type PEHD (ou équivalent), réglables dans l'axe d'appui.
- Au moins **2 appuis centraux**, type tins en bois ou PEHD, permettant d'accueillir l'appui bas du batardeau, de reprendre une majeure partie du poids et de le centrer et le maintenir latéralement une fois le batardeau déposé.
- **4 pieds réglables** en hauteurs, suffisamment écartés pour tenir la stabilité au vent (cf. table ci-dessous)
- 4 roulettes, légèrement décalées du sol et 2 poignées, permettant de faire rouler le bers en le soulevant tel une brouette.

On pourra également prévoir des **rails de guidage au sol** afin de faciliter la translation à vide des bers. Ces rails seront supportés par une longrine béton.

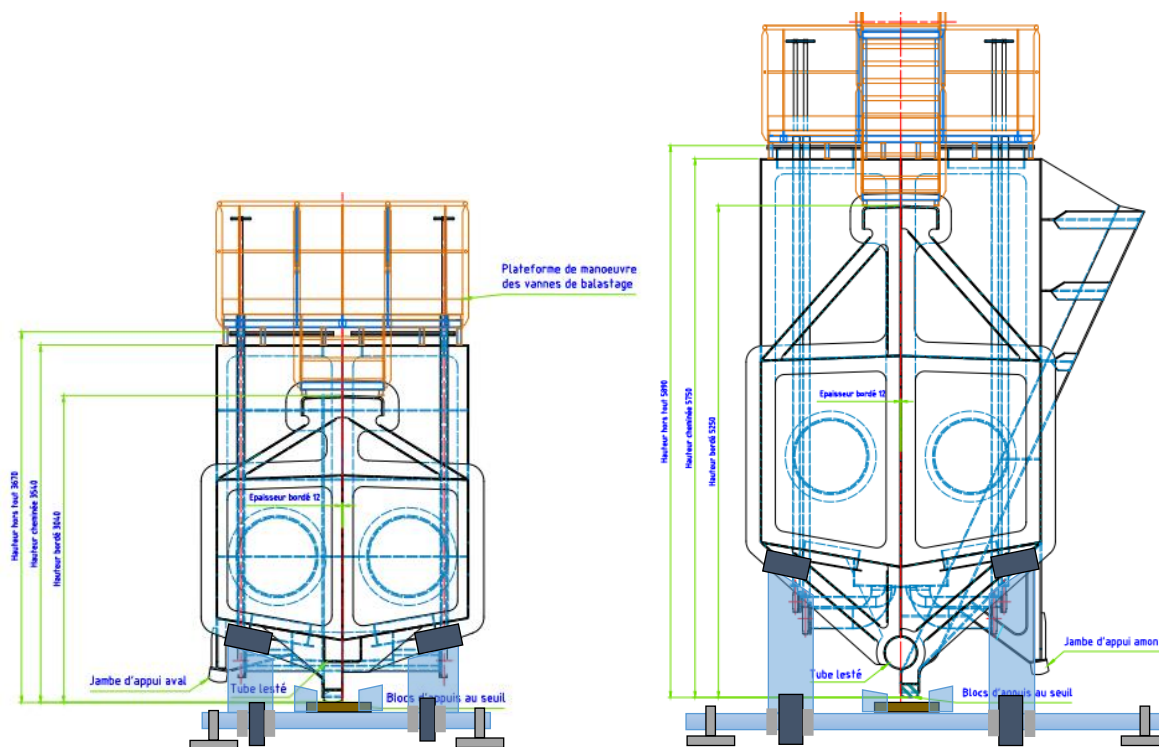


Figure 34 : Principe des bers de support pour batardeaux flottants

Les bers devront permettre une stabilité au vent minimale de 100 km/h à 6m de hauteur, soit environ **1000 N/m<sup>2</sup>** de pression de pointe.

La définition des bers tiendra compte des contraintes du PPRI du site de Sempigny afin de garantir une marge de 0.5m avant mise en flottaison des batardeaux vis-à-vis du niveau d'une crue centennale.



## Levage :

La manipulation des tronçons sera effectuée par levage des différentes configurations suivantes :

- Rallonge Amont seule
- Rallonge Aval seule
- 2 Tronçons Amont, RG ou RD, seul
- 2 Tronçon Aval, RG ou RD, seul
- Tronçons Amont RG+RD assemblés, seuls (config. 31 m)
- Tronçons Aval RG+RD assemblés, seuls (config. 32.5 m)
- Batardeau Amont complet, avec rallonge (config. 33 m)
- Batardeau Aval complet, avec rallonge (config. 34.5 m)

Ainsi, le matériel de stockage pourra comprendre également des éléments type **palonnier-écarteur modulaire** (e.g. « Modulift ») pour réaliser les différents cas de levage – sans tordre les oreilles de levage prévue dans l'axe amont/aval.

### 2.2.5.3 Installation

Pour la pérennité de ces équipements et la stabilité au sol, un terrassement sera nécessaire sur le site retenu par VNF (cf. §1.5.13). Cet aménagement est étudié et sera réalisé à l'occasion d'un marché de travaux séparé.

Les descentes de charge maximales envisagées seront les suivantes :

	Amont		Aval	
Eléments	Tronçon principal	Rallonge (2m)	Tronçon principal	Rallonge (2m)
Masse max. équipée envisagée	45 t	10 t	30 t	5 t
Nb. Support (bers)	2	1	2	1
Appuis / support	4	4	4	4
Charge maximale / appuis (inclus vent)	<b>15 t</b>	<b>5 t</b>	<b>10 t</b>	<b>2.5 t</b>

Les pieds d'appuis (largeur) et la résistance du sol seront donc prévu/dimensionnés pour ne pas dépasser ces charges ponctuelles.

Le titulaire devra, au cours de ses études d'exécution, transmettre les descentes de charges définitives à l'entreprise réalisant les aménagements du terrain de Sempigny.

On évitera de stocker l'une ou l'autre des rallonges de manière isolée pour éviter un basculement latéral face au vent. Les batardeaux flottants seront donc stockés de préférence assemblés avec leur rallonge respective ou bien les 2 rallonges accolées l'une à l'autre (e.g. lors des chantiers sur barrages de 31m).

## 2.3 Batardeau de pertuis amont et aval (hors Creil)

### 2.3.1 Préambule

Concernant les pertuis, l'étude MOE a réalisé une analyse destinée à confirmer la non-compatibilité entre batardeaux existants et pertuis. Le MOA a donc décidé de construire des batardeaux de pertuis **neufs** et adaptés aux pertuis en s'affranchissant des essais. Il s'agit de batardeaux à poutres empilables.

Ces nouveaux batardeaux font l'objet de la présente partie.

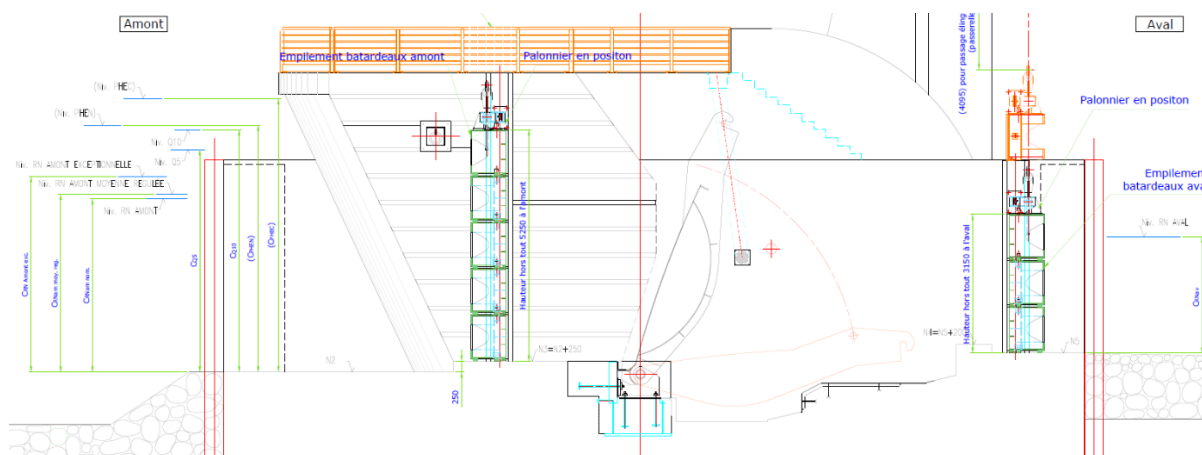


Figure 35 : Projet MOE des batardeaux de pertuis amont et aval

### 2.3.2 Programme fonctionnel batardeau AMONT de pertuis

#### 2.3.2.1 Mise en œuvre

L'aménée des batardeaux de pertuis est effectuée sur une zone de chargement à quai pour acheminement par bigue ou barge.

La mise en place des éléments de batardeaux de pertuis est prévue par ponton-bigue (30t) ou par barge & grue.

Les consignes de sécurité VNF ne permettent pas d'intervenir au droit d'une passe débitante, il est donc nécessaire de **couper le débit avant toute intervention**. La bouchure de la passe doit donc être relevée en position haute afin d'annuler le débit y transitant.

Le batardeau est par conséquent installé sans charge hydraulique (équi-niveau amont/aval du batardeau + en eau calme). La capacité de coupure de débit n'est donc pas retenue.

La vitesse de vent maximale pour mise en place sera de **50 km/h en rafales, 20 km/h vent moyen** (valeur max du bulletin météo de la veille et du jour) de manière équivalente aux batardeaux de passe.

### 2.3.2.2 Hauteur du batardeau de pertuis amont

La hauteur minimale du batardeau de pertuis amont retenue en études MOE est de **5.25 m** (entre arase et la marche du radier amont), par continuité avec l'approche menée sur les batardeaux flottant de passe amont.

### 2.3.2.3 Niveau minimal et maximal amont pour mise en place

Il n'y a pas de contrainte sur le niveau minimal pour la mise en place du batardeau de pertuis. Seul le tirant d'eau de la bigue ou de la barge est limitant (~0.45 m).

La bouchure de la passe doit être relevée en position haute afin d'annuler le débit y transitant. Le niveau amont maximal de mise en place correspond donc à l'arase du clapet en position haute (qui correspond au niveau amont exceptionnel RE), compte tenu d'une marge de sécurité de 10 cm.

À titre indicatif, les périodes d'impossibilité de mise en place estimées (proportion des niveaux relevés au-dessus de RE-0.1 selon la base de données [eauseine.net](http://eauseine.net) entre 2008 et 2020) sont :

Niveau (mNGF)	Venette	Verberie	Sarron	Boran	Isle Adam	Pontoise
<b>RN amont exceptionnel</b>	31.51	30.08	28.69	25.62	24.02	22.43
<b>Niveau retenu mise en place</b>	<b>31.41</b>	<b>29.98</b>	<b>28.59</b>	<b>25.52</b>	<b>23.92</b>	<b>22.33</b>
% en dessous	99.2%	99.3%	98.2%	90.3%	97.4%	80.6
% en dessus	0.8%	0.7%	1.8%	<b>9.7%</b>	2.6%	<b>19.4%</b>

L'arase du clapet en position fermée est au niveau amont exceptionnel (RE = RN +0.5 m) :

### 2.3.2.4 Longueur hors-tout et distance entre appuis

Sont données les mesures réelles des dimensions de passes par relevés géomètre en PFIP annexe [II] ; l'analyse des relevés donne les dimensions extrêmes suivantes :

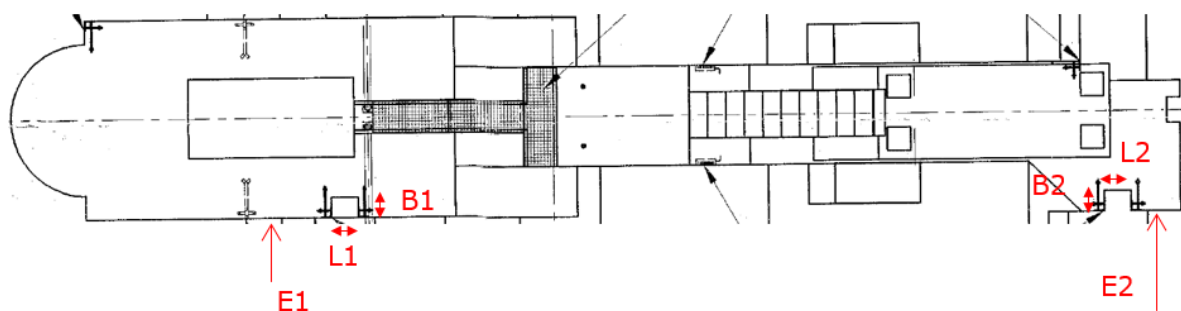


Figure 36 : Principales dimensions de largeur de passe et de rainures (amont/aval)

Dimensions extrêmes		Mini	Maxi
<b>Pertuis Aval ou Amont</b>	Largeur entre piles « E2 » (mm)	11 983 (Verberie)	<b>12 031</b> (Verberie)
	Largeur entre feuillures E+2B (mm)	<b>12 584</b> (Verberie)	12 642 (Sarron)

En gardant les tolérances de mesures géomètre à  $\pm 2.5$  mm, on a donc une largeur minimale entre fond de rainure de **12582 mm** à Verberie.

Additionnée :

- à la dilatation thermique du batardeau, sur une plage de  $\pm 35^{\circ}\text{C}$ ,
- à la tolérance sur un ensemble mécano-soudé de 12 m,

et en souhaitant un jeu minimal permettant d'assouplir la mise en place du batardeau, que l'on fixe à 25 mm de chaque côté, Le batardeau étant guidé latéralement par les galets du palonnier, c'est la tolérance de réglage de ces galets qui fait foi. Celle-ci étant de l'ordre du mm, on la néglige.

On retient une cote nominale de **12.500 m maximum** (hors tolérances usuelles).

En outre, la largeur maximale entre pile étant de 12.031 m, additionnée aux tolérances précédentes inverses, on a une distance minimale entre appuis sur les bords de rainures de l'ordre de **12.080m**.

On retient ainsi :

- ⇒ **Longueur hors-tout nom.** du batardeau (au droit des rainures) : **12.500 m**
- ⇒ **Jeu nominal** : 50 mm
- ⇒ **Distance minimale** entre étanchéités/appuis sur rainures : **12.160 m**
- ⇒ Largeur maximale des patins d'appui + étanchéité : **190 mm**

### 2.3.3 Programme fonctionnel batardeau AVAL de pertuis

#### 2.3.3.1 Mise en œuvre

La mise en place des éléments de batardeaux de pertuis est prévue par ponton-bigue (30t) ou par barge & grue.

Les consignes de sécurité VNF ne permettent pas d'intervenir au droit d'une passe débitante, il est donc nécessaire de couper le débit avant toute intervention. La bouchure de la passe doit donc être relevée en position haute afin d'annuler le débit y transitant.

Le batardeau est par conséquent installé sans charge hydraulique (équi-niveau amont/aval du batardeau + en eau calme). La capacité de coupure de débit n'est donc pas retenue.

La vitesse de vent maximale pour mise en place sera de **50 km/h en rafales, 20 km/h vent moyen** (valeur max du bulletin météo de la veille et du jour) de manière équivalente aux batardeaux amont.

#### 2.3.3.2 Hauteur du batardeau de pertuis AVAL

La hauteur minimale du batardeau de pertuis aval retenue en études MOE est de **3.04 m** (entre arase et radier amont), pour être cohérent avec l'approche menée sur les batardeaux flottants de passe aval. Il n'y a pas de nécessité de viser plus haut.

#### 2.3.3.3 Niveau minimal et maximal aval pour mise en place :

Il n'y a **pas de niveau minimal** aval nécessaire à spécifier, le tirant d'eau de la barge/bigue (~0.45 m) lié à la hauteur du lit de l'Oise est le seul limitant.

Il n'y a **pas de niveau maximal** aval nécessaire à spécifier pour le pertuis aval.

#### 2.3.3.4 Longueur hors-tout et distance entre appuis :

- ⇒ **Longueur hors-tout** identique au batardeau amont : **12.500 m max. ;**
- ⇒ **Distance mini entre appuis** identique au batardeau amont : **12.160 m min. ;**
- ⇒ **Largeur maxi des patins d'appuis + étanchéité : 170 mm ;**

### 2.3.4 Description du batardeau de pertuis (amont et aval)

#### 2.3.4.1 Récapitulatif du programme fonctionnel

On a le programme fonctionnel suivant :

	Batardeau amont	Batardeau aval
Conception	Batardeau type poutre empilable	
Manœuvre	<b>Par bigue ou ponton flottant + grue</b> + Palonnier automatique	
Fonction d'urgence coupure du débit	Non exigée	Sans objet
Hauteur (différence arase-radier) minium	<b>5.25 m</b>	<b>3.04 m</b>
Nombre d'éléments retenu	<b>5</b>	<b>3</b>
Dimensions de l'élément	Hauteur : <b>1050 mm</b> empilée Longueur hors-tout : 12500 mm Distance mini. entre étanchéité/appuis : 12160 mm Largeur : environ 800 mm	
Niveau d'eau maximal de mise en place (RN <sub>max</sub> )	<b>RN amont +0.4 m</b>	Niveau aval max retenu par le génie civil aval
Niveau d'eau minimal de mise en place (RN <sub>min</sub> )	(RN amont)	(RN aval)
Tirant d'eau maximal	Selon moyen nautique (levage)	
Vent maximal pour mise en place	50 km/h	

On reprend les niveaux principaux suivant §1.5.7 pour le batardeau amont et aval et on rappelle les hauteurs associées :

Amont	Venette	Verberie	Sarron	Boran	Isle Adam	Pontoise
<b>Radier (mNGF)</b>	27.08	25.65	24.26	21.19	19.59	18.00
<b>Arase (mNGF)</b>	32.33	30.9	29.51	28.31	26.44	24.84
<b>RN<sub>max</sub> (mNGF)</b>	31.41	29.88	28.49	25.42	23.82	22.23
<b>RN<sub>min</sub> (mNGF)</b>	31.01	29.58	28.19	25.12	23.52	21.93
<b>Hauteur max</b>	<b>4,33</b>	<b>4,23</b>	<b>4,23</b>	<b>4,23</b>	<b>4,23</b>	<b>4,23</b>

Aval	Venette	Verberie	Sarron	Boran	Isle Adam	Pontoise
<b>Radier (mNGF)</b>	27.51	26.08	24.69	21.62	20.02	18.43
<b>Arase (mNGF)</b>	30.55	29.12	27.73	24.66	23.06	21.47
<b>RN<sub>max</sub> (mNGF)</b>	30.11	28.64	27.41	24.56	22.96	21.37
<b>RN<sub>min</sub> (mNGF)</b>	29.61	28.23	26.79	23.62	22.02	20.43
<b>Hauteur max</b>	<b>2,6</b>	<b>2,56</b>	<b>2,72</b>	<b>2,94</b>	<b>2,94</b>	<b>2,94</b>



### 2.3.4.2 Conception des batardeaux type poutre empilée

#### 2.3.4.2.1 Principes fonctionnels

La conception du batardeau de pertuis est de type poutre batardeau, telle que prévue dans le programme afin de s'adapter aux rainures présentes sur le barrage.

La conception et les dimensions sont **identiques pour le batardeau amont et aval**, afin de simplifier la mise en place et profiter d'un effet de série sur les études et coûts de production.

D'un point de vue fonctionnel, l'élément de batardeau doit donc pouvoir descendre gravitairement dans ses rainures sans arc-boutement.

On limitera sa hauteur afin de pouvoir raisonnablement le lever par une bigue.

La manutention du batardeau est effectuée par l'intermédiaire d'un palonnier automatique. Ceci implique que l'élément doit pouvoir « tourner » dans ses rainures, sans se coincer.

Le guidage latéral de l'élément est effectué par un seul galet par côté, le palonnier faisant office de deuxième point de guidage pour l'arrêt en rotation de l'élément.

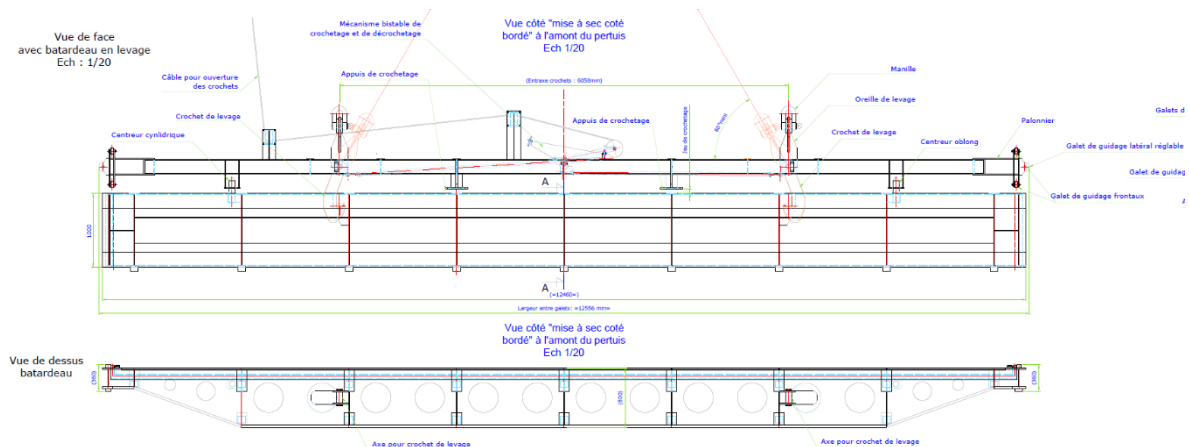


Figure 37 : Vue de face et de dessus d'une poutre et du palonnier

#### 2.3.4.2.2 Structure ouverte

La structure de l'élément de batardeau est en construction mécanosoudée en forme ouverte en double II pour accepter l'asymétrie du diagramme de poussée hydrostatique.

La section de poutre comprend principalement :

- 1 tôle de bordé raidie horizontalement, qui reprend la poussée hydrostatique (et hydrodynamique dans le cas d'un batardeau de secours) d'épaisseur 15 mm sur 1000 mm de hauteur ;
- 2 profilés en L soudés au niveau de l'arase et du seuil de l'élément, dont l'âme est ajourée afin de limiter la masse à lever de l'élément (le reste étant les semelles) ;
- Environ 7 voiles verticaux de raidissage entre la tôle de bordé, les âmes et semelles, qui maintiennent les semelles profilées en L au déversement ;

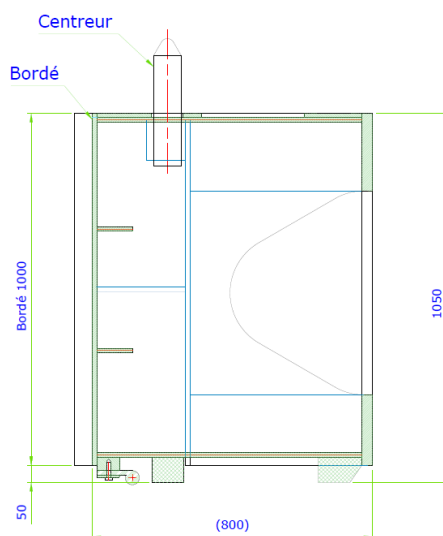


Figure 38 : Section de la poutre empilée et dimensions principales

La structure est marnante et est protégée par un système ACQPA Im2 ANI (excepté les surfaces de contact, de serrage et les surfaces cinématiques).

Des trous d'évidement sont présents sur les tôles d'âmes horizontales.

La masse d'un élément est estimée à **< 6 t** en étude MOE, **à titre strictement indicatif**.

Pour toutes les surface visible et soumises à la lumière et pour éviter une dégradation par les UV de la peinture, une couche supplémentaire PU sera ajoutée.

#### 2.3.4.2.3 Guidages

Les montants d'extrémité, de section plus réduite que la section courante afin de s'insérer dans les rainures, reçoivent chacun un têtier supportant deux patins PEHD (amont et aval) effectuant le guidage frontal de l'élément.

Le guidage latéral est assuré par un galet par côté roulant directement sur le fond de rainure. Son excentration permet la rotation théorique complète de l'élément sans contact avec les fonds de rainure.

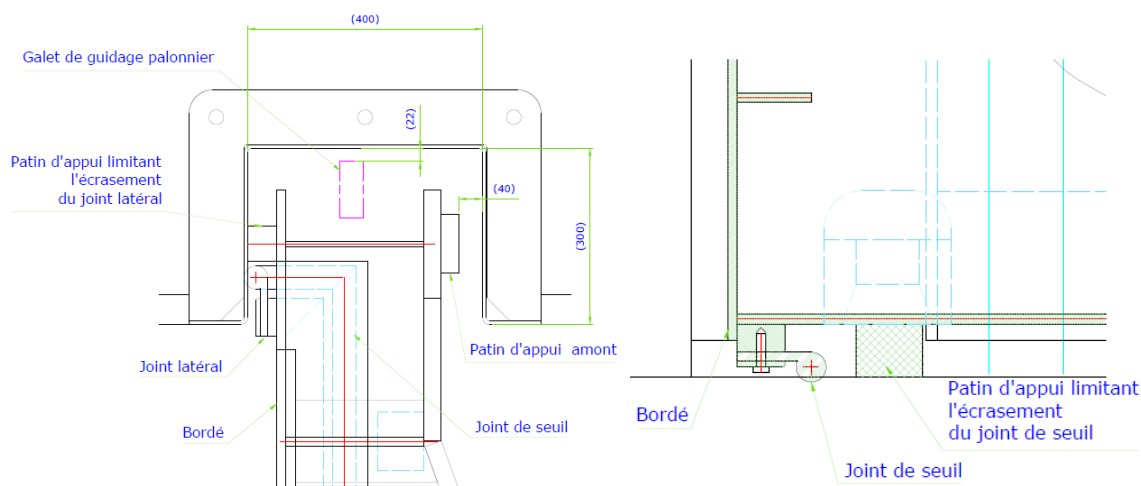


Figure 39 : Guidage (vue dessus) et étanchéité de seuil (coupe)

#### 2.3.4.2.4 Étanchéités

Les **étanchéités latérales et de seuil** sont constituées d'un profil type « note de musique » ou « cornière » en élastomère (néoprène) de dureté Shore 65 A, fixé sur la tôle de bordé par plats de serrage en acier inoxydable et boulons.

Le **raccord entre étanchéité latérale et de seuil** est effectué par un bloc de même matériau que les joints.

Le joint d'étanchéité latérale s'appuie sur le blindage métallique en acier inoxydable de la rainure de batardeau.

Pour l'étanchéité entre le premier élément et le radier, le joint d'étanchéité prend appui directement sur le radier. L'utilisation d'un joint « note de musique » horizontal permet de garantir l'étanchéité malgré les tolérances habituelles de génie civil. Les patins d'appuis du batardeau permettent de garantir la pré-flèche des joints.

L'étanchéité entre 2 éléments superposés s'effectue de la même manière (éléments identiques). Un plat d'appui horizontal en inox est positionné à la bonne hauteur par une cale continue soudée sur l'âme supérieure de l'élément de batardeau.

#### 2.3.4.2.5 Marquage

Quand bien même les poutres seront identiques et interchangeables, un marquage avec numérotation de 1 à 9 sera effectué sur chaque poutre afin de pouvoir aisément les identifier individuellement. Ce marquage devra être inaltérable (e.g. par soudure en relief).

#### 2.3.4.2.6 Levage et empilement

Sur l'âme supérieure, des découpes sont effectuées pour accueillir les axes de suspension de l'élément aux crochets du palonnier automatique. Ces axes sont préférablement en acier inox X30Cr13.

Afin de limiter la hauteur de l'élingage à 60°, (problématique d'encombrement avec les passerelles), la longueur du palonnier sera réduite. L'écartement des axes (et donc des crochets de palonnier) est donc réduit pour valider l'ensemble des contraintes de site.

L'empilement des différents éléments est effectué grâce à deux pions de centrage situés aux extrémités de l'élément, sur l'âme supérieure.

De même, à chaque extrémité, une oreille de levage est prévue. Les oreilles de levage permettent la manutention des éléments hors site pour des opérations de maintenance classique (remise en peinture, entretien des pièces d'usure...).

Toutes les dispositions nécessaires sont prises pour assurer l'isolation électrochimique entre les matériaux conducteurs de natures différentes.

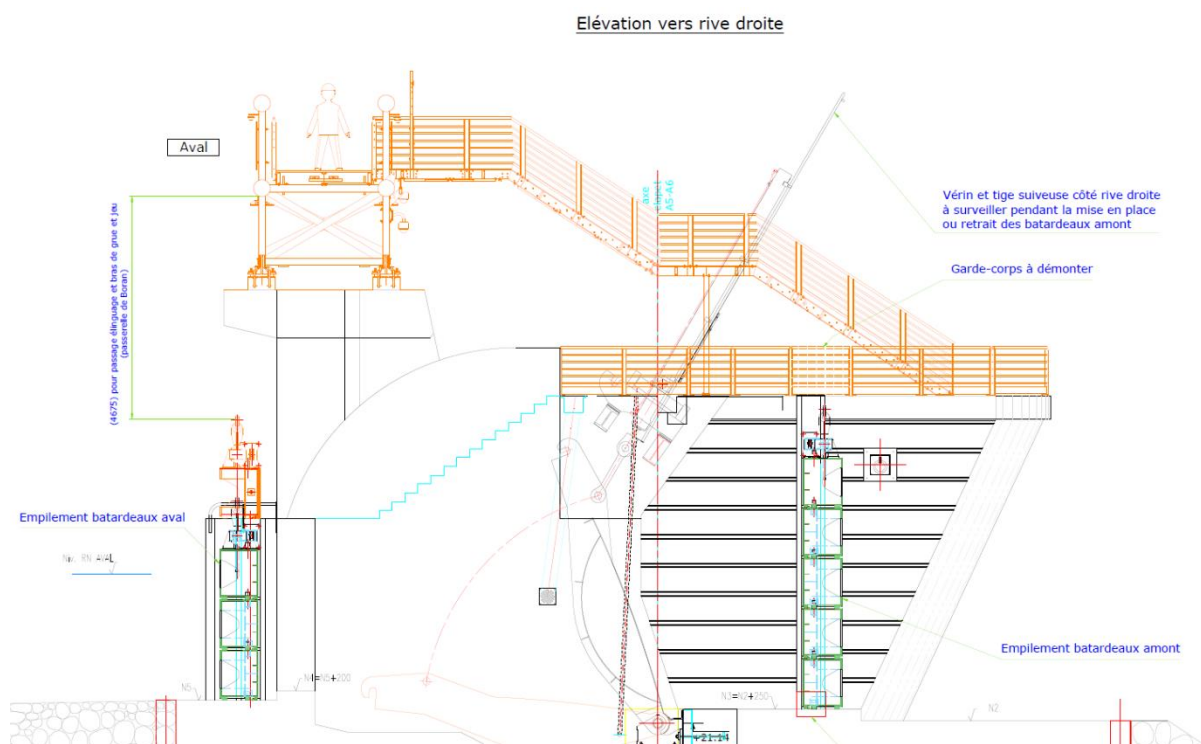


Figure 40 : Vue en coupe du pertuis avec poutres empilées

Pour l'empilement du batardeau amont, cela nécessite de prendre en compte côté rive droite la présence du vérin afin d'éviter une interférence au levage. Chaque élément sera ainsi ajusté en hauteur, juste au-dessus du niveau supérieur des piles, avant d'avancer pour être positionner au-dessus des rainures.

### 2.3.4.3 Palonnier automatique

#### 2.3.4.3.1 Principes fonctionnels

Le palonnier automatique a pour fonction :

- L'accrochage de l'élément de batardeau de manière automatique, sans visibilité (sous l'eau) ;
- La manutention de l'élément en sécurité ;
- Le décrochage de l'élément à distance par l'action de l'opérateur (sous l'eau) ;
- Son guidage dans les rainures lors de la descente.

L'accrochage est effectué par l'intermédiaire de deux crochets situés aux extrémités du palonnier.

Le palonnier est manipulé par bras ou grue, sur un point de levage centré depuis une bique. Ainsi, ce palonnier joue donc un rôle d'écarteur, et voit une compression issue de l'angle d'élingage (60° à privilégier, soit des élingues d'environ 6 m).

Il comportera une plaque signalétique aux deux extrémités et sur chaque face, mentionnant de manière visible la CMU de l'équipement ( « 1 poutre »), sa propre masse ainsi que l'année de fabrication.

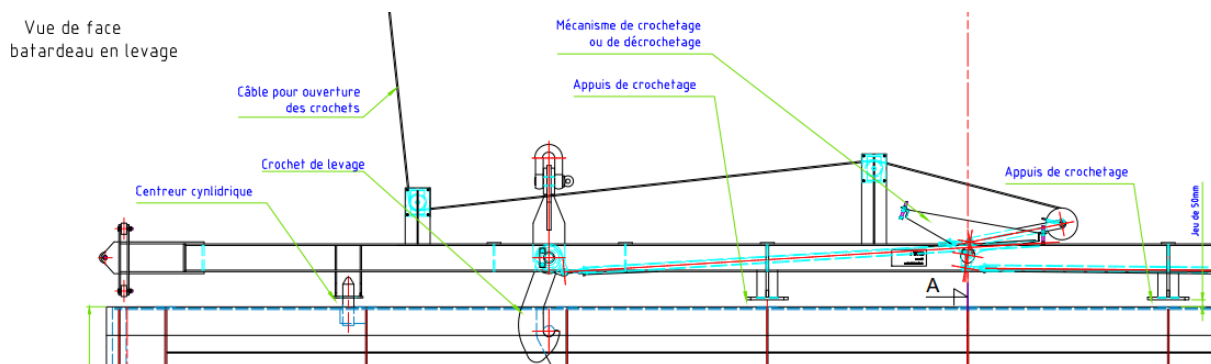


Figure 41 : Vue partielle de face du palonnier croché

#### 2.3.4.3.2 Structure palonnier

La structure du palonnier est simple et robuste, et constituée de :

- 2 profilés standards en U en acier de construction face à face, ailes vers l'extérieur ; reliés à intervalles réguliers par des entretoises, afin de maintenir les profilés au flambement/déversement ;
- 2 pieds d'appuis positionnant le palonnier à la hauteur voulue pour crocheter les axes ;
- 2 centreurs, effectuant le positionnement axial et latéral du palonnier pour crocheter les axes.

Les portées des axes sont épaissies localement par rondelle pour maîtriser la pression spécifique sur le contact.

Les structures sont peintes, en acier S235 (hormis axes ou crochets) avec un système de protection anticorrosion ACQPA Im2 ANI (couche PU pour les surfaces exposées aux UV).

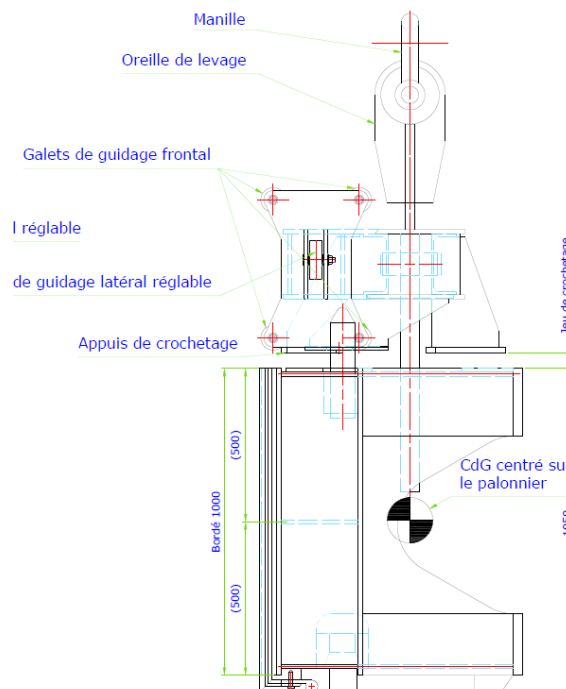


Figure 42 : Vue en coupe du palonnier croché

#### 2.3.4.3.3 Crochet

Le crochet est une pièce spécifique oxycoupée dans un plat de forte épaisseur en acier de structure (S275 J2+N minimum).

La pression spécifique entre le crochet et l'axe de l'élément de batardeau est intentionnellement conservée basse pour limiter les problématiques de matage de la surface de contact.

Le crochet est articulé sur le palonnier via un axe en acier mécanique (contact acier/acier) graissé au pinceau. La tête du crochet est inclinée de telle sorte que le poids propre du palonnier puisse écarter les crochets lorsqu'ils frottent sur l'axe.

#### 2.3.4.3.4 Manilles/oreilles de levage du palonnier

Les manilles/oreilles de levage font le lien entre le câble et le palonnier. Elles sont articulées en rotation et montées sur le même axe que les crochets pour éviter tout moment de flexion dans le palonnier et réduire au maximum l'effet de flambement.

Ces oreilles de palonnier sont de construction spécifique en acier de construction. L'axe de la manille standard, qui fera le lien entre l'oreille articulée de palonnier et le câble, sera tourné de 90° par rapport à l'axe sur le palonnier afin de libérer au maximum les rotations.



### 2.3.4.3.5 Tringlerie de commande et contrepoids

Le système de manœuvre des crochets est bistable, et propose deux positions : « fermant » ou « ouvrant ». A cela se combine 2 situations : « à vide » ou « en charge ».

Lorsqu'un élément de batardeau est pendu sous les crochets, son poids propre stabilise ceux-ci et ils ne peuvent pas s'écarter. En revanche, lorsqu'aucune charge n'est présente sous les crochets, ses derniers peuvent être écartés afin d'augmenter leur entraxe. Pour se faire, une tringlerie de commande avec un balancier et un bras à bascule lesté permettent de choisir l'état des crochets quand le palonnier n'est pas chargé.

À chaque crochet est fixée une bielle, réglable en longueur, qui est raccordée au balancier central. C'est l'orientation de ce balancier qui détermine, par action des bielles sur les crochets, la position du palonnier (il écarte / rapproche les crochets pour passer respectivement en position « ouvrant » / « fermant »).

Le contrepoids, situé au bout d'un bras orientable, donne la prépondérance nécessaire au balancier pour initier le mouvement avec suffisamment de marge de sécurité.

Un système de poulies de renvoi avec anti-saut de câble permet à l'opérateur de passer en position « ouvrant » à distance. Repasser en position « fermant » ne pourra se faire que depuis la bigue, palonnier à hauteur d'homme.

Le câble est renvoyé dans une des rainures du batardeau afin que l'opérateur puisse actionner la commande d'ouverture des crochets à pied d'œuvre, depuis la plateforme du nez amont ou aval de la pile.

Le câble est au maximum « caché » à l'intérieur du palonnier. Les entretoises sont percées pour laisser passer le câble, et sont munies d'embouts en PEHD pour protéger le câble.

Le palonnier est muni de capotages et/ou tubes protégeant la tringlerie et les câbles de commande des contrepoids, ceci évitant un lâché de charge intempestif dû à l'endommagement de la tringlerie par un flottant.

L'effort manuel de commande sur le câble ne devra pas dépasser 25 kg.

Ci-dessous les situations permanentes possibles

Situation	Etat de chargement	Etat du bras à bascule	Description du fonctionnement
1	Eléments de batardeau pendu sous les crochets	Fermant	<b>Les crochets sont stabilisés par la charge.</b> Aucun mouvement de ces derniers
2	Eléments de batardeau pendu sous les crochets	Ouvrant	Aucun mouvement car les crochets sont stabilisés par la charge mais <b>situation interdite.</b>
3	A vide	Ouvrant	Les crochets sont écartés
4	A vide	Fermant	Les crochets sont resserrés, <b>prêt à la préhension automatique</b>

La transition 4 → 1 constitue le mode de **préhension automatique**.

On évitera la transition 2 → 3 de largage automatique qui peut présenter des risques. On privilégiera alors un largage manuel (par câble) en déposant la charge, c'est à dire en repassant par la situation 4 puis 3 avec un palonnier déchargé (posé sur le batardeau).

### 2.3.5 Utilisation des batardeaux de pertuis empilés

Cette section s'attache à décrire le mode opératoire envisagé de ce batardeau.

**La méthodologie exacte sera donnée par le titulaire dans son manuel d'utilisation en tenant compte des recommandations de la maîtrise d'œuvre.**

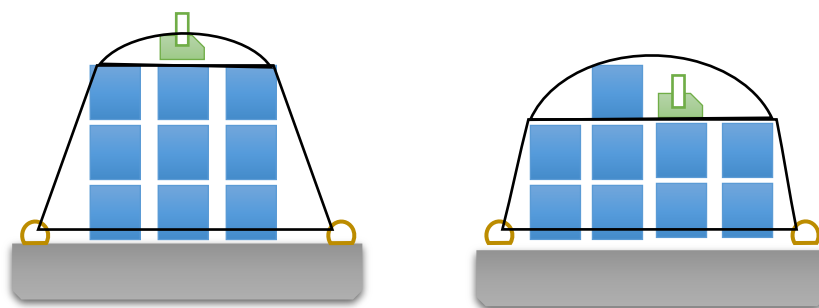
#### 2.3.5.1 Amenée sur site des poutres

Le lot des 9 poutres (ouvertes) avec son palonnier sont préférablement acheminés par transport sur une barge jusqu'à l'amont (ou l'aval) du pertuis à batardeau.

Même si 8 poutres peuvent suffire à boucher l'amont (5) et l'aval (3) du pertuis pour les niveaux d'eau RN nominaux, on amènera également la 9<sup>e</sup> poutre en cas de défaillance d'une autre poutre ou bien pour rehausser l'amont ou l'aval en cas d'une surcote exceptionnelle.

Selon la surface disponible sur la barge, on envisagera d'empiler 3 poutres sur 3 rangées (soit ~3m de large), avec le palonnier posé sur le tas central ou bien 2 poutres sur 4 à 5 rangés (~4m de large).

Le tout sera sanglé pour éviter le basculement latéral pendant le transport.



*Figure 43 : option de transport des poutres empilables de pertuis*

Le total à transporter représente une masse inférieure à 60 t.

#### 2.3.5.2 Mise en place des poutres

La mise en place s'effectue toujours en niveau équilibré, par voie nautique.

Les éléments de batardeau sont amenés par barge et sont positionnés à côté du barrage.

Le palonnier est élingué au bras de la bigue de 30t. Son contrepoids est mis en position « crochée », et il est enclenché sur le premier élément de batardeau sur la barge.

L'élément de batardeau est ensuite positionné au-dessus de la rainure, puis descendu jusqu'à détente du câble. Le contrepoids est alors passé en position « décrochée », ce qui permet de désengager le crochet des axes et de remonter le palonnier.

Le palonnier est ramené au-dessus de la barge, où un opérateur bascule le contrepoids en position « crochée ».

La manœuvre est répétée jusqu'à l'empilage prévu.

### 2.3.6 Râtelier pour batardeaux empilables de pertuis

Cet équipement s'adresse au stockage des 9 poutres empilables utilisées pour les batardeaux de pertuis des 6 barrages standard (hors Creil donc).

#### 2.3.6.1 Principe

Le principe de stockage envisagé est un râtelier horizontal permettant d'empiler, tout comme le mode de fonctionnement, les 9 poutres existantes par **groupe de 2** afin de minimiser l'emprise au sol, tout en limitant la hauteur autour de 2.1m pour tenir un basculement au vent. Le palonnier sera posé au-dessus de la poutre isolée.

Les supports devront permettre une stabilité au vent minimale de 100 km/h à 6m de hauteur, sur les poutres empilées.

Les 5 empilements peuvent au besoin être sécurisés au basculement par des traverses supérieures (ou une chaîne), emboîtées sur les pions-centreur des poutres supérieures.

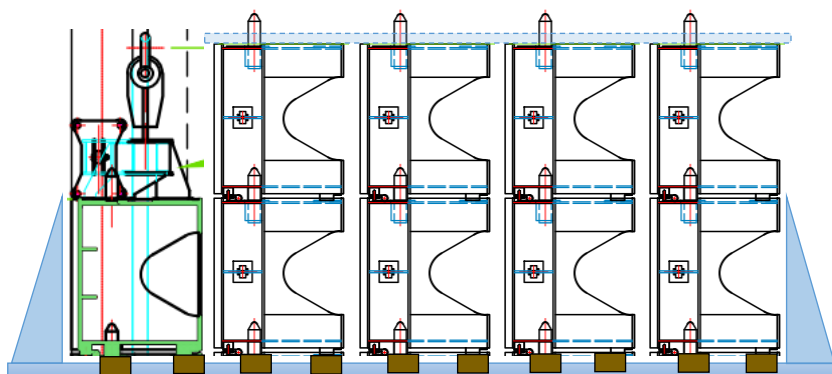


Figure 44 : Principe d'empilement pour stockage des poutres de pertuis

L'emprise au sol sera alors limitée à une surface d'environ  $4.5 \times 12.5 \text{ m} < 60 \text{ m}^2$ .

Le support de stockage sera fixé au sol, sur terrain stabilisé.

La définition des bers tiendra compte des contraintes du PPRI du site de Sempigny afin de garantir une marge de 0.5m avant mise en flottaison des batardeaux vis-à-vis du niveau d'une crue centennale.

#### 2.3.6.2 Description

Les empilements seront supportés par **2x5 blocs support** sous les appuis de poutres eux-mêmes sur **2 berceaux** transverses situés en travers des poutres, sous les pions de centrage, d'une largeur de 5m servant à positionner et sécuriser la 1<sup>ère</sup> rangée de poutres à l'aide d'étauçons latéraux.

Un **écart** subsistera entre les traverses et le joint de seuil (bas) des poutres, afin de ne pas marquer et abimer le joint pendant les phases de stockage.

Les blocs support seront en cœur de chêne ou PEHD.

Les étançons latéraux seront d'une hauteur égale à une poutre et muni d'un patin en PEHD ou équivalent pour éviter la friction et l'usure du bordé ou des semelles de poutre.

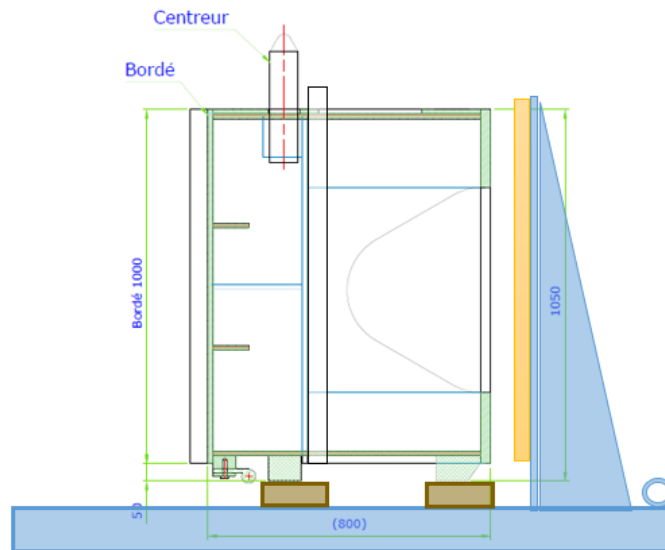


Figure 45 : Schéma de principe des supports de poutres de puits

Les berceaux seront constitués d'une structure en **acier S235 ou S355**, revêtue **galvanisation à chaud**.

Les traverses métalliques pourront être ancrées dans le sol et les blocs-tins liés par boulons sur les traverses.

### 2.3.6.3 Installation

Pour la pérennité de ces équipements et la stabilité au sol, un terrassement sera nécessaire sur le site retenu par VNF (cf. §1.5.13). Cet aménagement est étudié et réalisé à l'occasion d'un marché de travaux séparé.

Les descentes de charge maximales envisagées seront les suivantes :

- Chaque berceau supportera un total de 30 t maximum, réparti sur environ 5 m de linéaire, soit 6 t/ml de charge.

Le titulaire devra, au cours de ses études, transmettre les descentes de charges définitives à l'entreprise réalisant les aménagements du terrain de Sempigny (via MOA).

## 2.4 Batardeaux de Creil (passes et pertuis)

Le programme demande une solution poutre flottante + aiguilles.

### 2.4.1 Contraintes fonctionnelles batardeaux de passes et pertuis

On expose ici les niveaux et dimensions fonctionnels retenus en études MOE :

Caractéristique (passes & pertuis)	Amont	Aval
Niveau radier	23.06 m	23.41 m
Hauteur hydraulique (~aiguille)	+5 m*	+5 m*
Arase des aiguilles	28.06*	28.41*
Niveau maximal de mise en place	<b>27.11</b>	26.9** / 27.11
Niveau minimal de mise en place	26.71	25.26
Tirant d'eau maximal	3.5 m	1.34
Capacité de coupure du débit	N/A	N/A

\*Ajustable selon ergonomie de pose\*\*26.9 sur mise en place passe aval, 27.11 sur pertuis

Notas :

- La mise en place d'aiguilles, pour être effectuée dans des conditions de sécurité satisfaisantes, doit absolument être effectuée sans courant dans la passe.
- La bouchure de la passe doit donc être relevée en position haute afin d'annuler le débit y transitant. Les aiguilles sont installées sans charge hydraulique (équi-niveau).
- Une marge de 10 cm est considérée pour le niveau maximal de mise en place, vis-à-vis de l'arase du clapet en position haute.
- Le niveau RN est défini comme le niveau minimal.
- Pour le tirant d'eau, une marge de sécurité de 10 cm est prise afin d'éviter tout raclement sur le ressaut du radier (amont) ou le niveau max du lit (23.82 à l'aval).
- Le batardeau n'est pas destiné à couper le débit.

#### 2.4.1.1 Insertion dans le génie civil existant

##### 2.4.1.1.1 Longueurs hors-tout de la poutre flottante

On a les dimensions générales théorique suivantes :

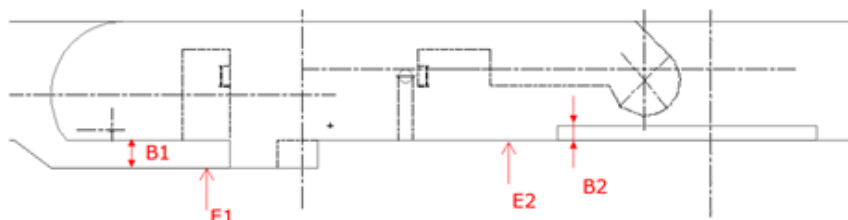


Figure 46 : Principales dimensions de largeur de passe (amont/aval)

Poutres Creil	Passe (Amont/Aval)	Pertuis (Amont/Aval)
<b>E1 (mm)</b> nominal	31000	12350
<b>E2 (mm)</b> nominal	32200	13550
<b>B1 (mm)</b> nominal	+600	Identique
<b>B2 (mm)</b> nominal	+300	
<b>E+2*B (mm)</b> nominal	32200 / 32800	13550 / 14150

Sont données les mesures réelles des dimensions de passes de Creil par relevés géomètre en PFIP annexe [II] ; l'analyse résume les dimensions extrêmes suivantes :

Dimensions extrêmes	Passe Amont	Passe Aval	Pertuis Amont	Pertuis Aval
<b>E1/2 (mm)</b> réel maxi	<b>31023*</b>	<b>32204*</b>	12377	13542
<b>E1/2 (mm)</b> réel mini	30985*	32171*		
<b>B1/2 (mm)</b> réel maxi	+602	+308	+601	+305
<b>E+2*B (mm)</b> réel mini	<b>32192</b>	<b>32770</b>	<b>13579</b>	<b>14153</b>

\*Mini/maxi entre les passes n°1 (rive droite) et 2 (rive gauche).

De plus :

- En gardant les tolérances de mesures géomètre à  $\pm 2.5$  mm ;
- Additionnée à la **dilatation thermique** du batardeau, sur une plage de  $\pm 35^\circ\text{C}$  ;
- Avec la tolérance sur un ensemble **mécano-soudé** de 32m ou 13 m ;
- Et en souhaitant un **jeu minimal** permettant d'assouplir la mise en place du batardeau, que l'on fixe à **40 mm** de part et d'autre pour l'amont et l'aval ;

Soit +100/+140 mm de jeu sur la poutre de passe amont à +80/+103 sur le pertuis aval.

On estime alors **la longueur hors-tout maximale de la poutre, entre les rainures (ou les piles)** Lg\_poutre\_max. On retient :

Longueurs transverses	Passe Amont	Passe Aval	Pertuis Amont	Pertuis Aval
<b>Lg_poutre maxi (mm)</b>	<b>32108</b>	<b>32701</b>	<b>13477</b>	<b>14050</b>
<b>Ec_pile mini (mm)</b>	31181	32362	12501	13666
<b>Longueur maxi retenue de la poutre (mm)</b>	<b>32100</b>	<b>32700</b>	<b>13470</b>	<b>14050</b>
<b>Ecart mini retenu entre étanchéités (mm)</b>	<b>31200</b>	<b>32370</b>	<b>12510</b>	<b>13670</b>
<b>Largeur d'appuis maxi = (Lg-Ec)/2 - 10 (mm)</b>	<b>440</b>	<b>155</b>	<b>470</b>	<b>180</b>
<b>Ecart appuis/bords (mm)</b>	130	115	(>110)	(>90)

Nota : les longueurs retenues sont arrondies à l'inférieur ou supérieur conservatif.

Pour la largeur entre flanc de pile, en cas de section principale de poutre plus large que les dimensions de rainures, on prendra un jeu de passage nettement supérieur, notamment afin de garantir le passage sans interférence des bras du clapet.

#### 2.4.1.1.2 Largeur minimale d'appui & étanchéité

Les considérations précédentes, entraînent une surface d'appui et d'étanchéité limitée, notamment sur le blindage vertical afin de contenir la charge hydraulique. Il conviendra de vérifier ensuite la contrainte de pression maximale des patins (prévu en PEHD).

Ainsi, les études MOE ont retenu les largeurs utiles d'appuis + étanchéité :

- 440 mm (maximum utile) pour les poutres **amont**, réduit à **160 mm** d'appui seul.
- 155 mm pour les poutres **aval**, notamment les passes qui retiennent une charge hydraulique bien plus importante, réduit à **140 mm** d'appui seul.

Auquel il convient de soustraire la demi-largeur concédée à l'étanchéité.



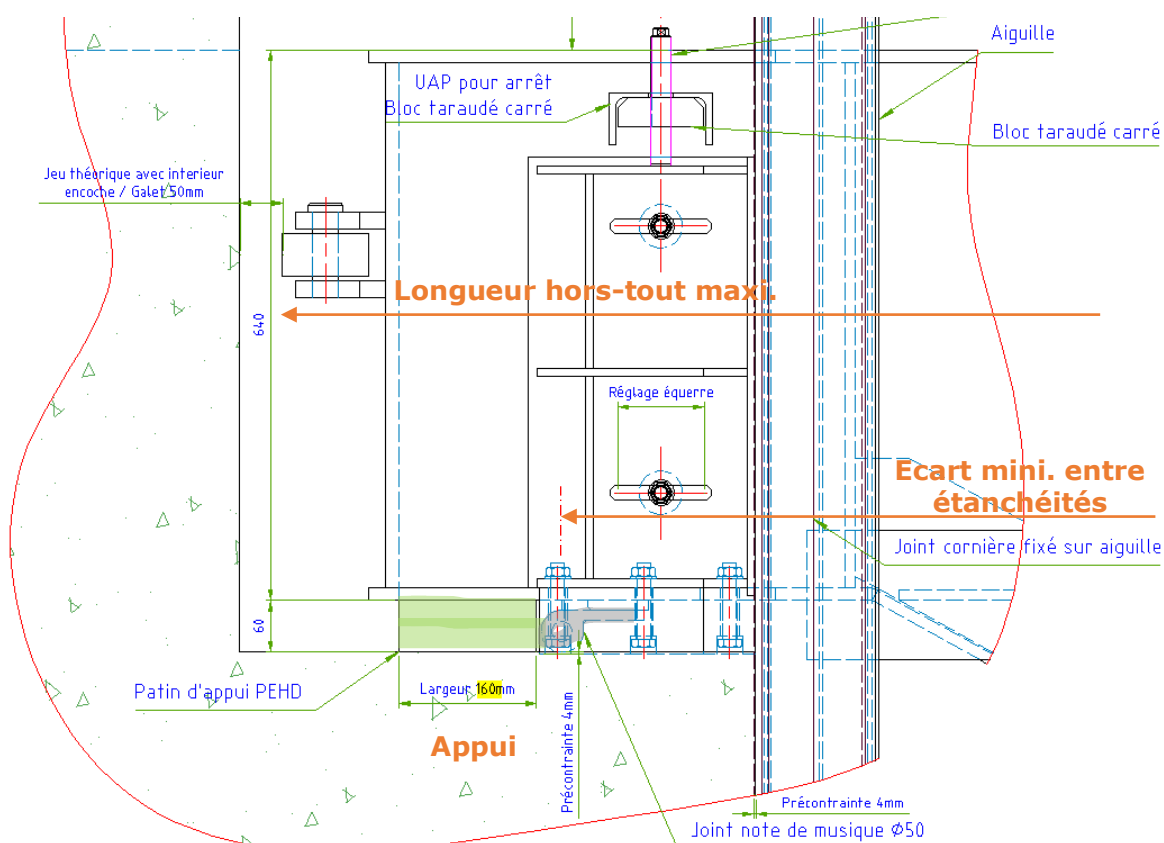


Figure 47 : vue des extrémités de poutre amont (coupe rainure)

#### 2.4.1.1.3 Largeurs hors-tout et hauteur de la poutre flottante

##### Hauteur :

La hauteur de la poutre doit permettre de reprendre le chargement verticale (cf. § suivant) et en premier lieu de s'insérer dans la rainure donc les extrémités de poutre ne doivent pas dépasser 800 mm, retranché de 2\*50 mm de jeu de confort à l'insertion, soit 700 mm idéalement.

La hauteur générale de la poutre est également contrainte par la flottabilité des poutres amont, en condition mini & maxi des niveaux d'eau, afin de pouvoir s'insérer dans les rainures sans moyen de levage et sans risquer de couler après ballastage.

On cherchera aussi à ne pas avoir de marche, dans la continuité de l'accès à la poutre. Aussi on vise d'atteindre le niveau Z=27.25 pour le pont supérieur.

##### Largeur :

Le positionnement latéral de la poutre est déterminé par le ressaut du radier, afin de conserver les **5° d'inclinaison des aiguilles** prévus lors de la conception du barrage.

Pour la poutre amont, la contrainte se limite à la face d'appui de la rainure comme borne aval. La largeur maximale est d'environ 1600 mm selon position de la défense en bois.

Pour la poutre aval, il est nécessaire de permettre le débattement des 2 bras du clapet dans la passe mise à sec. La largeur maximale de la poutre est alors d'environ 1150 mm aux extrémités et jusqu'à 3 m au niveau médian devant l'arase du clapet.

La largeur peut varier autour de ces valeurs en décalant légèrement le caisson de la face d'appui en fond de rainure (vers l'amont ou l'aval).

On vise cependant à garder une largeur minimale de **1400 mm en surface du caisson** afin de pouvoir entreposer un panier d'aiguille d'une largeur de  $\sim 700$  mm et ainsi avoir **600 mm de passage** restant pour circuler, moyennant 2x50 mm de garde-corps.

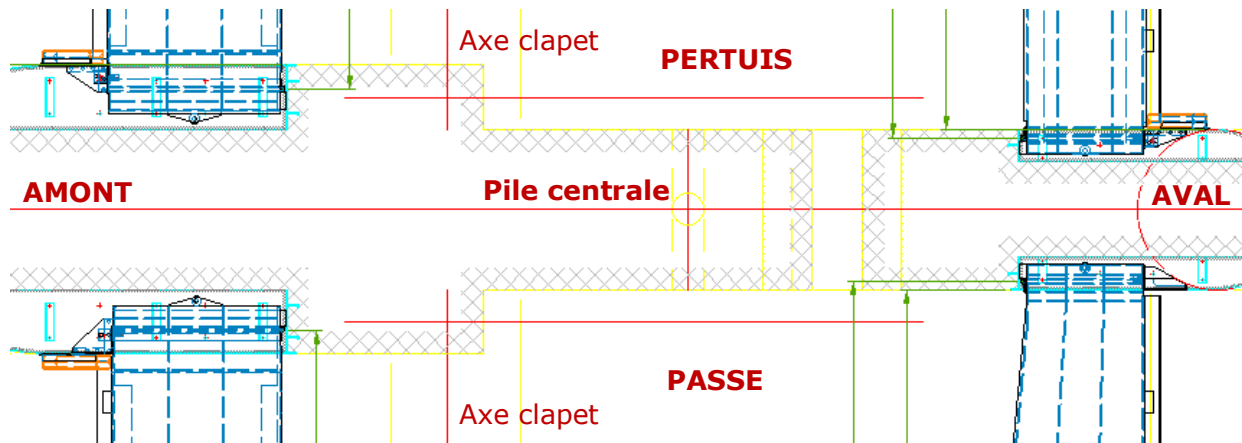


Figure 48 : vue de dessus des extrémités de poutres amont et aval

On envisage alors les dimensions suivantes :

Dim. Max poutres Creil	Passe (Am/Av)		Pertuis (Am/Av)	
L1 (mm)	1600		1600	
L2 (mm)	1500		1150	
H1 (mm)	1200		1200	
H2 (mm)	1000		640	
Niveau du pont supérieur (m)	27.25	/ 27.25	27.25	/ 27.25
Marge vertical passage rainure	0.1 m		0.1 m	

### 2.4.1.2 Insertion dans la rainure, appuis et étanchéité

- **Insertion et maintien verticale :**

Les rainures amont et aval ont une hauteur de 800 mm selon les plans.

Est prévu un **jeu fonctionnel vertical de >50 mm** afin d'assouplir le positionnement vertical lors de la poussée des caissons flottants amont ou le levage des caissons aval.

Pour chacun un **dispositif de rattrapage de jeu** sera prévu pour effectuer l'appui vertical dans la rainure correctement (e.g. par système de platine vissée).

- **Appuis :**

L'appui se fera en fond de rainure pour reprendre les efforts horizontaux (hydrauliques), via des patins PEHD afin de bien répartir la demi-charge sur les blindages existants du GC.

L'appui reprenant les charges verticales (poids en exploitation) se fera sur le blindage inférieur existant de la rainure GC, via des patins PEHD permettant un glissement correct lors de l'insertion et ensuite une bonne répartition de la charge.

Des galets additionnels seront présents aux extrémités latérales de poutre pour guider sans arc-bouter lors de l'insertion, malgré le jeu de montage indiqué.

- **Etanchéité :**

L'étanchéité, notamment à l'amont où le niveau d'eau dépasse aisément le niveau de la rainure, est assurée en grande partie le long des appuis en bas et en fond de rainure. Le creux de rainure coté GC sera ainsi marnant.

On prévoit une solution type **joint « Note de musique »** fixé coté intérieur le long de chaque patin d'appui.

Un dispositif complémentaire au proche de l'appui des aiguilles devra réaliser le raccord entre la lèvre de l'aiguille d'extrémité (contre la pile) et l'étanchéité le long du blindage bas à l'aide d'une joue mobile s'adaptant au placement latéral de la poutre (cf. §2.4.2.3.6).

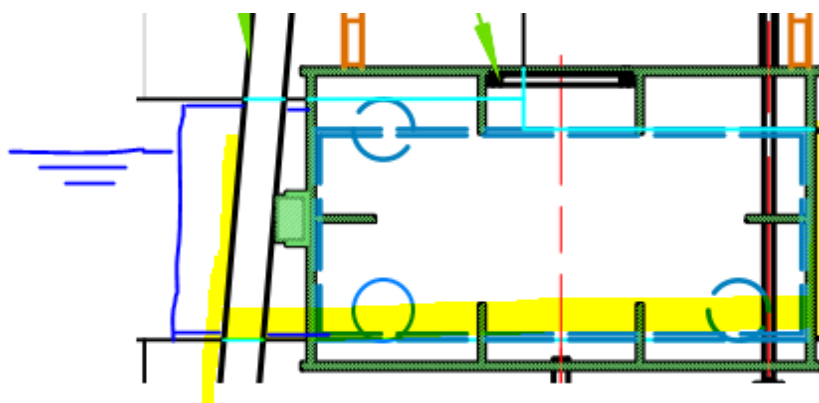


Figure 49 : Principe schématique d'étanchéité au niveau des rainures

Une légère fuite pourra subsister le long de l'angle de blindage de la rainure (entre la lèvre d'étanchéité et le raccord de joint de la joue) avant d'être étancher par de la pâte spéciale.

### 2.4.1.3 Résistance à la charge hydraulique et d'exploitation

Les poutres amont et aval seront soumises aux actions de retenue hydraulique ainsi qu'aux chargement verticaux lié à la charge d'exploitation définie forfaitairement à 350 kg/m<sup>2</sup> sur la passerelle, au poids propre de la structure et au poids additionnel des garde-corps défini forfaitairement à 50 kg/m linéaire. On détermine ainsi les résultantes suivantes

Caractéristique	Amont (passe)	Aval (passe)
Niveau radier (appui bas aiguille)	<b>23.06 m</b>	<b>23.41 m</b>
Arase des aiguilles	28.06 (+5m)	28.41 (+5m)
Niveau maximal d'étanchéité	27.25	27.25
Niveau d'eau maximal ( $\approx$ étanchéité)	<b>27.35</b>	<b>27.25</b>
Hauteur d'eau maximale	4.29 m	3.84 m
Surcote (intumescence)	+0.16 m	+0.16 m
<b>Hauteur hydraulique totale max.</b>	<b>4.45 m</b>	<b>4.0 m</b>
Effort hydraulique sur aiguilles (lin.)	<b>97.13 kN/ml</b>	<b>78.5 kN/ml</b>
Hauteur du bois d'appui	27.0	27.0
<b>Résultante totale sur poutre (répartie sur la longueur) ; angle 5°</b>	<b>3011 kN (307 t)</b>	<b>2527 kN (258 t)</b>
Poids linéique garde-corps	50 kg / ml	50 kg / ml
Poids total garde-corps	<b>3.1 t</b>	<b>3.2 t</b>
Charge verticale d'exploitation	350 kg / m <sup>2</sup>	350 kg / m <sup>2</sup>
<b>Charge totale verticale (passes)</b>	<b>14.7 t</b>	<b>15.2 t</b>
<b>Résultante totale verticale (passes)</b>	<b>17.8 t</b>	<b>18.4 t</b>

Les charges verticales ont été déterminé par les dimensions de largeur de passes et de largeur prévisionnelle des membrures supérieures de caisson données précédemment.

Au final, on peut retenir les contraintes minimales de chargement suivantes :

- Charge hydraulique (+5°) répartie : **q = 10 t/m à l'amont** et **q = 8 t/m à l'aval** ;
- Charge de poids répartie (90°) : **p = 0.575 t/m à l'amont et à l'aval.**
- Charge de poids propre de la poutre (hors garde-corps) : p = 0.6 à 1 t/m selon les poutres.

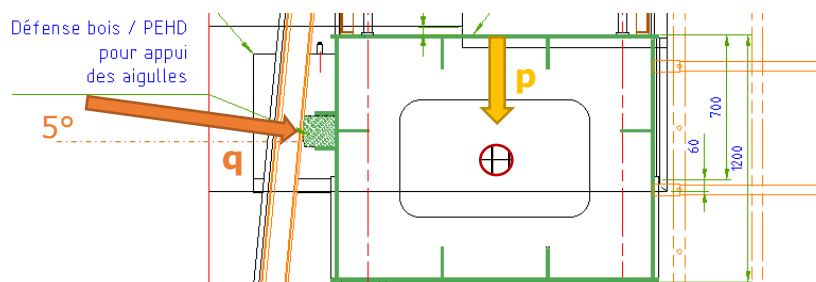


Figure 50 : Schéma d'application des efforts sur poutre (passe amont)

En conséquence, les poutres devront être dimensionnées pour résister aux sollicitations statiques définies ci-dessous vis-à-vis de

- **La limite élastique des matériaux  $f_y$** , et compte tenu des facteurs de sécurité ( $\gamma_{Mf}$ ,  $\gamma_{Ff}$ ) ; pas de fatigue à considérer vu le peu de cycle annuel.
- **La déformée maximale** (flexion notamment) inférieure ou égale à : **1/400<sup>e</sup>** de la dimension.

Nb : cette limite en déformée ne s'applique qu'à la structure principale de poutre et non aux aiguilles standard qui possède leur propre référentiel ( $\sim 1/100^e$ ).

#### 2.4.1.4 Stabilité des structures flottantes

Les structures de poutres flottantes seront dimensionnées selon critères de la DIN19704 et la stabilité sera vérifiée selon règlement navires BV NR467 (cf. §4.4.3).

La hauteur métacentrique initiale ne devra pas être inférieure à 0,15 m. Le positionnement dissymétrique le plus défavorable des garde-corps sera considéré.

## 2.4.2 Description du batardeau (amont et aval)

### 2.4.2.1 Conception de la bouchure

#### *2.4.2.1.1 Solution retenue, principe de pose*

Le programme impose la solution **poutre flottante + aiguilles**, tel que prévu lors des travaux de construction du barrage et en études de maîtrise d'œuvre.

Le principe général est de convoier les poutres flottantes et les lots d'aiguilles par voie fluviale et de les insérer dans chaque rainure en **ajustant la hauteur de flottation** puis en poussant jusqu'au fond de rainure, pour finir en ballastant le caisson. Ceci pour l'amont.

Cependant, la faible hauteur d'eau RN à l'aval (25.26 ; cf. 2.4.1), très en deçà de la rainure (26.55), implique que l'insertion de la **poutre aval** ne pourra se faire par simple flottaison. En utilisera alors la **bigue de levage** existante de VNF, dont la capacité se limite à 30t. On vérifiera par la suite que ce moyen est bien adapté.

La conception demeure malgré tout identique pour la poutre amont et aval, sous la forme d'un **caisson rectangulaire**. Seules quelques dimensions varieront entre les batardeaux de pertuis et de passe, à commencer par une section variable dans le sens vertical pour l'amont, afin d'atteindre la flottaison désirée pour le niveau RN minimal retenu. Inversement les poutres aval pourront avoir une section variable dans le sens horizontal.

Les caissons de pertuis, d'une portée bien moindre, seront composés d'épaisseur de tôle plus fine.

Aucune de ces poutres n'est prévue pour effectuer une bouchure en cas de crue. Elles ne seront donc pas conçues pour être marnante. Seules les poutres amont sont ballastables.

#### *2.4.2.1.2 Aiguilles*

Les aiguilles qui permettent de réaliser le rideau d'étanchéité du batardeau sont des éléments standards. Sont retenus en étude MOE des **profilés en H en aluminium 6005** qui permettent généralement la retenue d'un mur d'eau jusqu'à 6 m maximum. Ici, 5 m seront suffisant, ajustable à la hausse ou à la baisse (dans la limite du RN max).

Pour avoir une raideur satisfaisante, et pour un pas de 125 mm, ces aiguilles doivent être d'une hauteur indicative de 130 mm. On pourra envisager une taille inférieure à l'**aval** (e.g. 110) afin de faciliter la mise en place manuelle.

Les deux rideaux intègrent des aiguilles d'extrémités spécifiques qui comportent un joint élastomère type lèvres afin de garantir l'étanchéité du rideau aux extrémités. Le génie-civil doit toutefois être suffisamment lisse et rectiligne, ce qui est le cas sur le présent ouvrage béton de Creil.

La masse d'une aiguille est de 26 kg environ (24.5 pour une taille 110).

Il faut ainsi compter 248 aiguilles à l'amont et 257 aiguilles à l'aval. Additionné avec 15 aiguilles supplémentaires cela fait un total de **520 aiguilles pour batardeau une passe**.

Il n'est pas prévu de système de remise en eau de la passe (e.g. aiguille centrale spécifique intégrant une vanne) ; la remise en eau sera effectuée par retrait de la bête d'étanchéité (cf. ci-après) et/ou par pompage ou ensuite par retrait d'une aiguille (avec tire-aiguille).



#### 2.4.2.1.3 Matériel d'amélioration de l'étanchéité

Est compris dans le marché la fourniture d'une bâche en EPDM et tout autre équipement permettant de parfaire l'étanchéité du rideau d'aiguille (tube de dévidement de la bâche, pouzzolane...) ou de terminer la bouchure aux extrémités.

#### 2.4.2.1.4 Positionnement des aiguilles

Les aiguilles doivent être légèrement inclinées pour rester stables lors de leur mise en place (5° d'inclinaison défini). S'en suit l'application d'un léger effort vertical transmis par frottement à la poutre. Cet effort entraîne un léger moment de torsion sur la poutre.

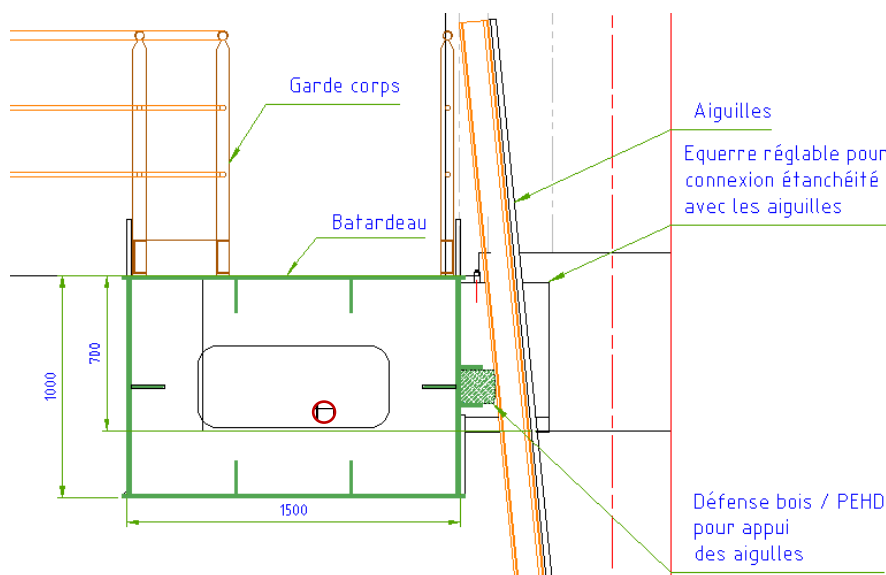


Figure 51 : Principe de positionnement de l'appui d'aiguilles (poutre passe aval)

Pour bien reprendre ce moment de torsion, l'appui des aiguilles devra être au-dessus de la face inférieure de rainure et la ligne d'appui des aiguilles est positionnée légèrement au-dessus du centre de la poutre afin d'avoir dans tous les cas une tendance à faire basculer la poutre flottante vers la passe à sec.

On visera une **position d'appui au niveau  $z = 27.0$  m** de la poutre d'appui en bois, PEHD).

#### 2.4.2.1.5 Circulations, accès et protection des opérateurs

Des **garde-corps sont fixés sur chaque poutre du côté amont et aval**, via platines soudées, une fois la poutre en place dans le pertuis afin de pouvoir travailler sur la poutre de manière sécurisée lorsque la passe est à sec. La largeur des garde-corps est de 50 mm.

Une zone de garde-corps sera prévue démontable, sur chaque poutre, pour y assembler une **échelle à crinoline** d'environ 4 m, descendant vers la passe mise à sec.

Les **garde-corps seront démontés lors des phases flottaisons** afin d'éviter tout endommagement et également lors du montage/démontage des aiguilles, coté extérieur, pour en faciliter la manipulation.

Un platelage de caillebotis pourra être ajouté aux extrémités afin de combler le jeu résiduel avec la pile et mettre à niveau avec le sol d'accès GC, une fois la poutre installée.

L'ajout de **bandes rugueuses ou d'une résine à corindon** sur la face supérieure du caisson permettra de plus un cheminement sécurisé par rapport au risque de glissade.

#### *2.4.2.1.6 Adaptations et outillage de mise en place des aiguilles*

Afin de conserver une masse unitaire des aiguilles à manipuler proche voire inférieure au standard de 25kg (par personne, prévu par la norme NF X 35-109 pour un effort répétitif) on pourra envisager de recouper les aiguilles (coté Amont notamment), sans pour autant réduire l'ergonomie de pose par la hauteur. Coté aval, on peut viser une taille inférieure.

Au vu de la longueur de l'élément, il faudra toutefois compter **à minima 2 personnes** pour sortir chaque aiguille du panier et la positionner devant la poutre ; également à la dépose. Les extrémités des aiguilles comporteront une découpe dans l'âme (« poignée ») permettant la préhension aisée de l'aiguille par le dessus.

Si nécessaire, le présent marché prévoit (afin de faciliter la tâche des opérateurs et de pouvoir réaliser des opérations de batardage sans moyen de manutention ou de grutage lourd) la fourniture et la mise en œuvre d'un **outil de manœuvre, type grue d'atelier** (avec palan) compatible avec la largeur de circulation disponible sur le pont supérieur des poutres.

La mini grue mobile circulerait sur les membrures supérieures de la passerelle et sera ainsi prévu pour limiter les moyens à mettre en œuvre du batardeau avec :

- 3 personnes sur la passerelle avec une grue mobile avec deux palans
- 1 embarcation avec deux personnes pour diriger et changer le point d'élingage.

La grue mobile comporterait un palan et un bras articulé pour déporter l'aiguille dans le plan du rideau permettant de descendre doucement le bas de l'aiguille ou d'aider à la remonter.

#### 2.4.2.2 Adaptation du génie civil existant sur le barrage

L'étude s'attache à ne modifier que le moins possible les installations existantes. En ce sens, **aucune modification n'est prévue sur le génie civil béton des piles.**

On suppose notamment les blindages d'appui métalliques en fond de rainure correctement dimensionnés et apte à soutenir la charge hydraulique ou le poids.

La seule adaptation permanente sera le tronçonnage de l'extrémité de chaque **garde-corps aval**, au proche de la rainure aval, afin de permettre un accès (d'environ 50 cm de large) à la poutre-batardeau une fois posée.

Un nouvel élément de garde-corps, en acier zingué, sera posé en fin de chantier, ancré dans le béton.



Figure 52 : Principe de modification du garde-corps aval

En outre, pour des **questions de sécurité liées singulièrement aux ouvertures entre passes dans les piles** (au niveau des échelles d'accès et à l'aval ;  $z = 27.25$ ) permettant un écoulement d'eau vers la passe batardée (notamment celle centrale) en cas de crue il faudra prévoir des **mini-batardeaux** de type porte/portillon, au moins coté amont, un voire deux autour de l'échelle d'accès.



Figure 53 : Principe de batardage des galeries d'accès en amont des piles

### 2.4.2.3 Poutres flottantes

#### 2.4.2.3.1 Structure

La poutre flottante du batardeau est une structure raidie en **acier S355** de forme **parallélépipédique et caissonnée**.

À mi-hauteur, la poutre est équipée d'une **poutre type UPN** sur toute sa longueur dans laquelle vient se loger une **poutre en bois** type bastaing. Cette poutre permet, d'une part, de servir de poutre d'appui contre laquelle viendra s'appuyer le rideau d'aiguilles et d'autre part de faire office de défense de protection lors de son acheminement et mise en place par bateau pousseur.

La poutre est revêtue d'une protection anticorrosion avec peinture **ACQPA IM2 ANI**. Une couche supplémentaire de peinture PU est ajoutée pour les surfaces exposées aux UV.

#### 2.4.2.3.2 Flottaison et ballasts à l'amont

Pour pouvoir être insérer dans la rainure sans moyen de levage, les poutres amont doivent avoir un niveau de flottaison suffisant pour que les extrémités soient légèrement au-dessus de la face inférieure, ceci avec le niveau minimal d'installation défini en §2.4.1 (26.71).

Ainsi, en cherchant à aligner le pont supérieur du caisson avec le niveau d'accès piéton ( $z = 27.25$ ), on trouve les hauteurs suivantes :

Poutres Creil	Passe amont	Pertuis amont
<b>Membrure supérieure (m)</b>	$Z = 27.25$	$Z = 27.25$
<b>Niveau RN minimal</b>	$Z = 26.71$	$Z = 26.71$
Hauteur émergée (mm)	$> 540$	$> 540$
Hauteur immergée (mm)	$< 760$	$< 560$
<b>Hauteur totale choisie</b>	<b>1300</b>	<b>1100</b>
Niveau membrure inférieur (m)	$Z = 25.95$	$Z = 26.15$
% taux flottabilité	$> 180\%$	$> 200\%$
<b>Tirant d'eau (mm)</b>	<b><math>\sim 730</math></b>	<b><math>\sim 550</math></b>

Le tirant d'eau reste bien inférieur à celui permit par la bathymétrie (3.65 m vs radier).

La poutre flottante est ensuite divisée en plusieurs caisson, selon le sens de la longueur, par des cloisons étanches. On prévoit **7 cloisons étanches** (inclus les bouts) pour 6 caissons, plus des cloisons intermédiaires ajourées pour renforts structurels.

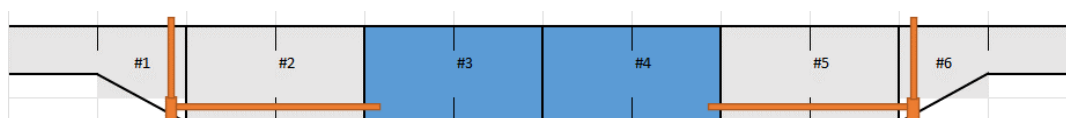


Figure 54 : Schéma du principe du cloisonnement (poutres amont)

Les 2 caissons médians serviront à ballaster la poutre pour l'immerger un peu plus, et par la même ajuster l'assiette de la poutre, par dissymétrie de remplissage, pour que les bras puissent s'insérer indépendamment dans leur rainure respective. Ils seront subdivisés par une paroi médiane afin d'éviter le phénomène de carène liquide.

Ces caissons centraux seront suffisamment volumineux afin de viser une flottaison quasi-nulle lorsqu'entièrement remplis. La tolérance sur ce critère sera comprise entre 0 et

+10%, soit environ le poids des garde-corps (afin d'assurer un caractère marnant une fois la poutre posée).

Tous les caissons ballastables sont visitables et accessibles via des trous d'homme. Chaque caisson ballastable est équipé d'un système de vanne et de conduites, inclus événements, qui permettent son remplissage ainsi que sa vidange.

La vidange est assurée par injection d'air depuis le pont supérieur de la poutre, via des raccords pneumatiques, à côté d'événements servant pour le remplissage.

#### 2.4.2.3.3 Flottaison à l'aval

Pour les poutres aval, on vérifiera simplement que le caisson nu (hors garde-corps) sera flottant pour être convoyé par voie fluviale.

Poutres Creil	Passe aval	Pertuis aval
<b>Hauteur totale</b>	<b>1000</b>	<b>640</b>
<b>% flottaison</b>	> 170%	> 110%
<b>Tirant d'eau (mm) estimé</b>	<b>~ 600</b>	<b>~ 560</b>

Le tirant d'eau reste bien inférieur à celui permit par la bathymétrie (1.44m).

On prévoit au moins 4 caissons, séparés par 5 cloisons étanches, plus des cloisons de renforts.

#### 2.4.2.3.4 Sections principales de caissons

Les dimensions principales Lg\*Ht de la section rectangulaire des poutres flottantes (amont et aval), déterminées par les chargements horizontaux et verticaux (cf. §2.4.1.3), seront de :

- 1600 x 1200 mm pour la passe amont;
- 1500 x 1000 mm pour la passe aval;
- 1600 x 1200 mm pour le pertuis amont ;
- 1150 x 640 mm pour le pertuis aval.

En outre, les **poutres amont** bénéficieront d'une **réduction verticale de section** progressive aux extrémités afin d'être inférieur au 700 mm de hauteur la rainure et de correspondre finalement au niveau d'accès piéton. Tandis que la **poutre de passe aval** disposera d'une **réduction horizontale de section** progressive aux extrémités, afin d'avoir le recul nécessaire pour l'appui des aiguilles tout en ayant une résistance suffisante en flexion et permettant l'abaissement du clapet (extrémité des bras).

#### 2.4.2.3.5 Appuis latéraux

Les appuis latéraux sont constitués principalement par prolongation des âmes horizontales et semelles verticales de caisson et suppléés par des raidisseurs croisés contre la tôle de cloison terminale, afin de reprendre l'effort tranchant horizontal et vertical.

Le bloc est ainsi maintenu et peut transmettre l'effort horizontal (hydraulique) la charge vertical (exploitation) ainsi qu'un éventuel et le moment de torsion au génie civil.

#### 2.4.2.3.6 Étanchéité de la rainure

À l'amont, le niveau d'eau est au-dessus de la rainure.

Il est donc nécessaire d'ajouter un dispositif d'étanchéité pour boucher cette rainure ou à minima empêcher que l'eau puisse contourner les aiguilles et éviter ainsi la pénétration d'eau depuis l'amont dans la passe à sec.

Les piles du GC ayant des ouvertures communicantes entre passes ou pertuis, il est alors préféré de ne pas étanchéifier la rainure à l'amont (resp. aval) mais plutôt d'avoir un joint périphérique aux appuis verticaux et horizontaux sur le blindage qui sera prolongé jusqu'à la première aiguille par une joue réglable latéralement pour s'ajuster au droit du flanc de pile, permettant ainsi de prolonger en hauteur la lèvre de l'aiguille d'about.

batardeaux de passe et pertuis  
Ech 1/5

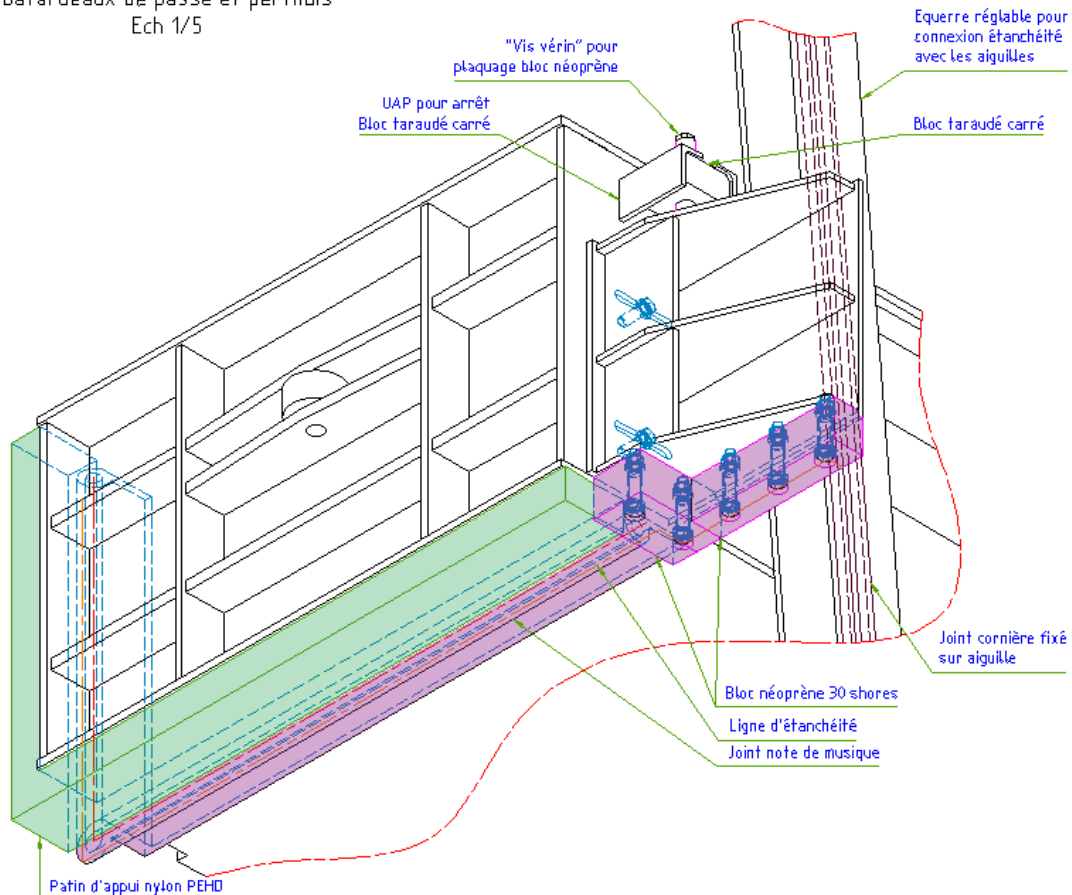


Figure 55 : Principe d'étanchéité au niveau des rainures (vue 3d)



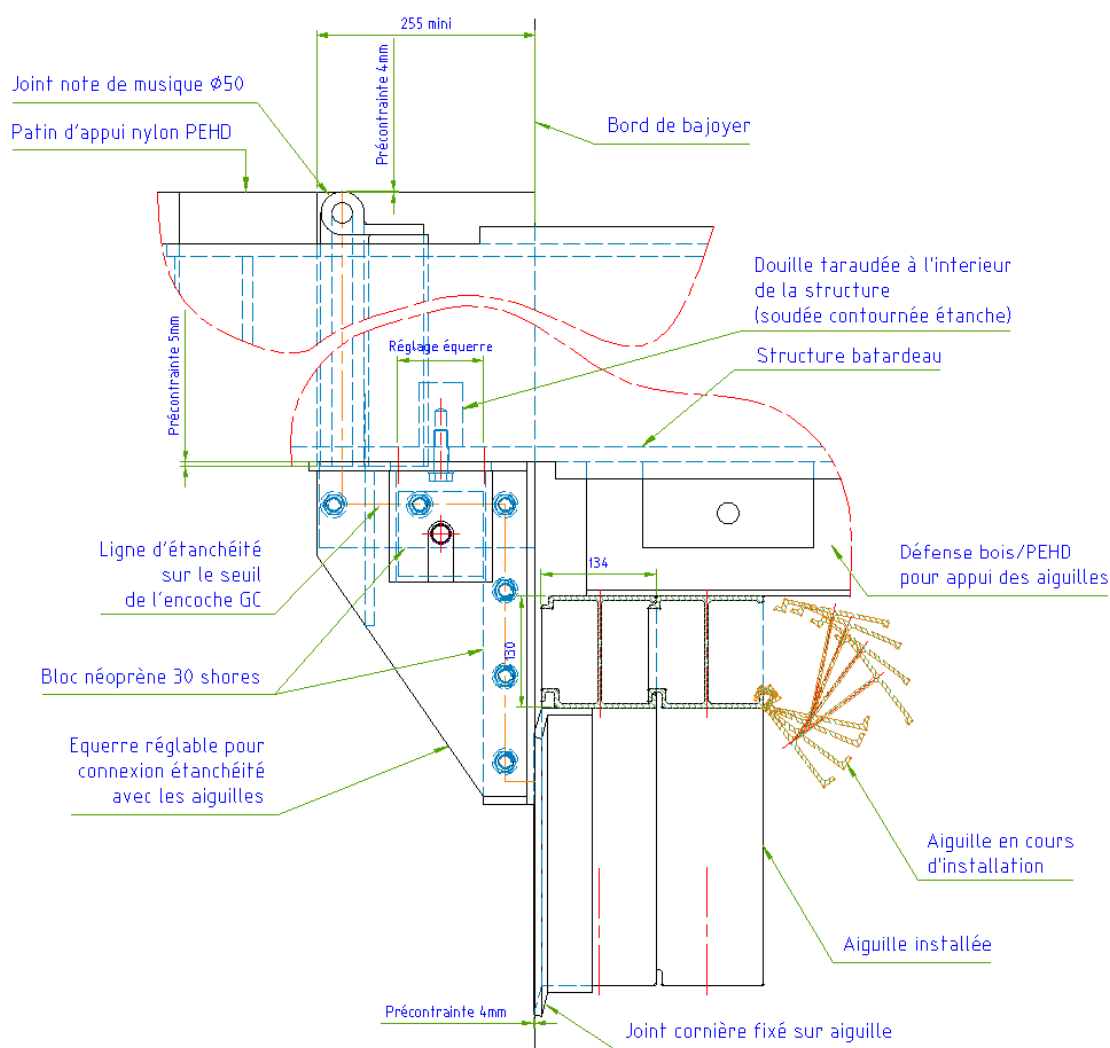


Figure 56 : Principe d'étanchéité au niveau des rainures (vue dessus)

#### 2.4.2.3.7 Autres dispositifs sur la poutre

Chaque poutre comportera des **bollards aux extrémités**, et en son centre pour celles de passe (~12 m d'écart), afin de faciliter son convoyage et sa manutention à l'arrivée sur site.

Chaque poutre comportera au moins **4 anneaux de levage** pour sa manutention sur le site de stockage.

Des sujétions de **fixations des garde-corps** seront présent le long des bords supérieurs des poutres.

Des **trous d'homme** avec un diamètre interne minimal de 600 mm, préférentiellement 800 mm, seront disposés sur la membrure supérieure (pont) de la poutre, afin de rendre visitable l'ensemble des caissons ballastables.

### 2.4.3 Utilisation des batardeaux de Creil

Cette section s'attache à décrire le mode opératoire de ce batardeau.

**La méthodologie exacte sera donnée par le titulaire dans son manuel d'utilisation en tenant compte des recommandations de la maîtrise d'œuvre.**

#### 2.4.3.1 Amenée sur site des poutres

- Chaque poutre flottante est acheminée par flottaison via un bateau pousseur jusqu'à l'amont (ou l'aval) du pertuis ou de la passe à batardeau.

Des bollards embarqués permettent de lier le pousseur à la poutre flottante.

#### 2.4.3.2 Mise en place des poutres AMONT (ballastables)

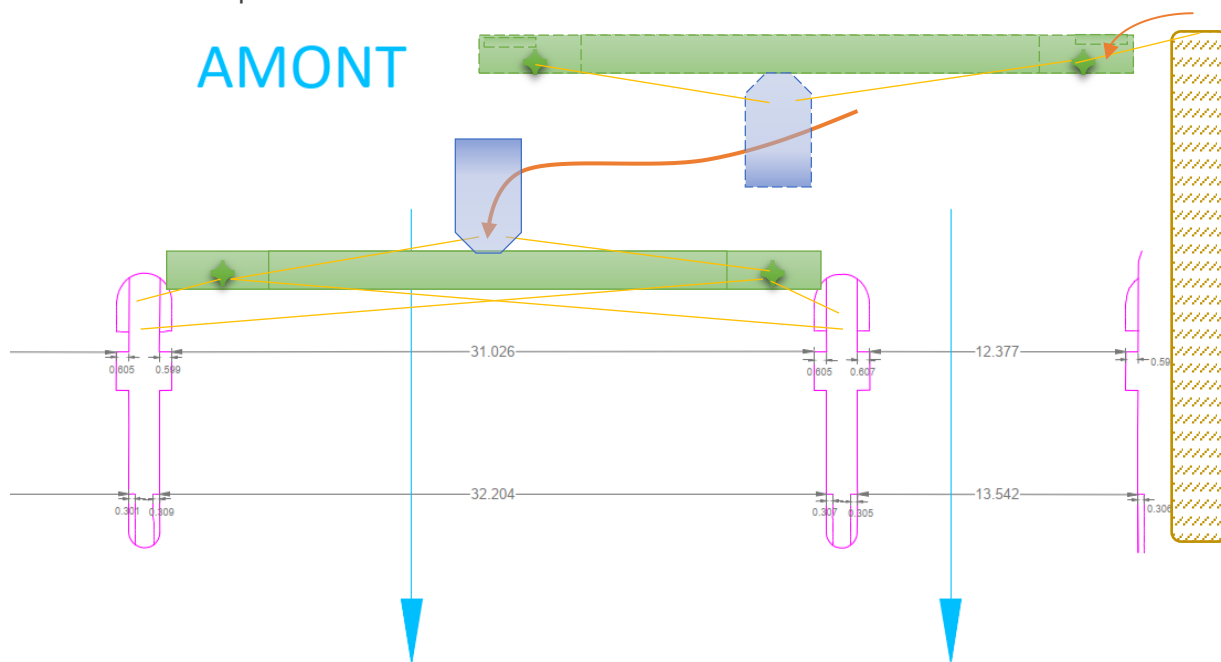
Avant toute manœuvre, **le clapet est remonté** afin de minimiser le courant et remous dans la passe. Les clapets adjacents sont également manœuvrés pour minimiser les courants traversiers autour de la passe à batardeau.

##### 2.4.3.2.1 Évitement, approche et positionnement

La poutre est amenée le long de la berge, au proche du barrage. On assemble la 1<sup>ère</sup> portion de garde-corps aux 2 extrémités, coté clapet (vers l'aval) pour les opérateurs.

Le bateau pousseur se décale de la berge pour effectuer la manœuvre d'évitement. Il positionne la poutre approximativement parallèle au barrage, puis l'élingue reliant le batardeau la berge est enlevée afin de libérer la poutre.

Le pousseur tire alors la poutre face à la passe à batardeau. Après s'être approximativement centré sur la passe, à une distance confortable, le pousseur est ensuite désaccouplé de l'extrémité de la poutre.



*Figure 57 : Principe d'amenée et centrage des poutres*

Il se dégage de sa position initiale puis fait le tour de la poutre afin de se présenter au milieu depuis l'amont (pour le batardage amont) ou depuis l'aval (pour le batardage aval). Il est ensuite élingué sur une structure au centre de la poutre ménagée à cet effet.

Il pousse ensuite la poutre jusqu'au proche des piles.

#### *2.4.3.2.2 Insertion dans la rainure*

En eau calme, la poutre est amenée devant de sa position finale puis centrée sur l'axe de la passe grâce à un cordage croisé entre les bollards de poutre et des attaches sur les piles.

- 2 opérateurs embarquent sur la poutre et vérifient alors que les extrémités de poutre soient à une élévation supérieure ou égale à la face supérieure de la rainure et on ajuste les ballasts centraux à l'aide des vannes afin d'établir une assiette équilibrée (roulis de la poutre) de part et d'autre puis continuer d'abaisser de quelques cm la flottaison, symétriquement afin que les patins supérieurs puissent s'insérer dans la rainure.

La poutre est alors poussée en fond de rainure par le bateau, qui maintient l'axe de tangage de la poutre par appui plan sur le pare-chocs et par les roulettes latérales qui guident le positionnement et évitent tout arc-boutement.

Les vannes sont ensuite entièrement ouvertes pour échouer le caisson sur ses appuis verticaux et sont conservées de la sorte pendant toute la durée des travaux afin de garder marnante la poutre (pas d'effet de flottaison en cas de crue).

Les patins-bridés arrière sont vissés jusqu'à la face supérieure de rainure afin de bloquer le déplacement vertical et prévenir tout recul horizontal (en cas d'intumescence lors de la pose).

Enfin les opérateurs peuvent monter les gardes corps coté passe (l'autre étant laissé libre pour le montage des aiguilles) et poser un caillebotis au-dessus de chaque extrémité afin d'égaliser le niveau d'accès avec le GC et combler les espacements dus au jeu de positionnement transverse.

#### *2.4.3.2.3 Retrait de la poutre amont en fin de chantier*

**Prérequis :** le batardeau aval associé, poutres & aiguilles, devra être préalablement démonté avant d'envisager le retrait du batardeau amont.

En fin de chantier, après retrait des aiguilles et des garde-corps (et caillebotis) on procédera de la sorte :

- Elingage d'un bateau-poussoir sur la poutre, dévissage des brides verticales ;
- Vidange partielle des ballasts par injection d'air comprimé, jusqu'au soulèvement de la poutre ;
- Traction de la poutre hors des rainures, guidée par ses patins/roulettes latérales et maintenue par des élingues contrôlées depuis les piles ;
- Vidange complète des ballasts, pour flottaison maximale ;
- Déplacement vers la berge (2 opérateurs sur la poutre) ;
- Arrimage et préparation pour convoyage retour vers le site de stockage ;

### 2.4.3.3 Mise en place des poutres AVAL par levage

**Prérequis :** Le batardeau amont doit impérativement être installé avant l'aval pour question de sécurité vis-à-vis d'un abaissement intempestif du clapet (en position haute).

#### 2.4.3.3.1 Amenée et insertion

La poutre est amenée le long de la berge, au proche du barrage.

Le ponton-bigue vient se positionner face à la poutre et des élingues sont attachés aux 4 points de levage. La poutre est soulevée légèrement au-dessus de l'eau, en front de bigue.

La bigue recule pour s'éloigner de la berge jusqu'à se retrouver face à la passe ou pertuis à batardeau, puis en faisant un quart de tour. Elle s'avance au plus proche des piles de la passe, en positionnant bien la poutre parallèle au barrage, et ajuste la hauteur de levage afin de correspondre à la rainure. Des cordages reliés aux bollards de batardeaux sont utilisées pour maîtriser l'azimuthe de la poutre et faciliter le début d'insertion.

La bigue est ensuite avancée doucement jusqu'au fond de rainure, la poutre étant guidée par ses patins d'appuis inférieur et supérieur ainsi que les roulettes latérales.

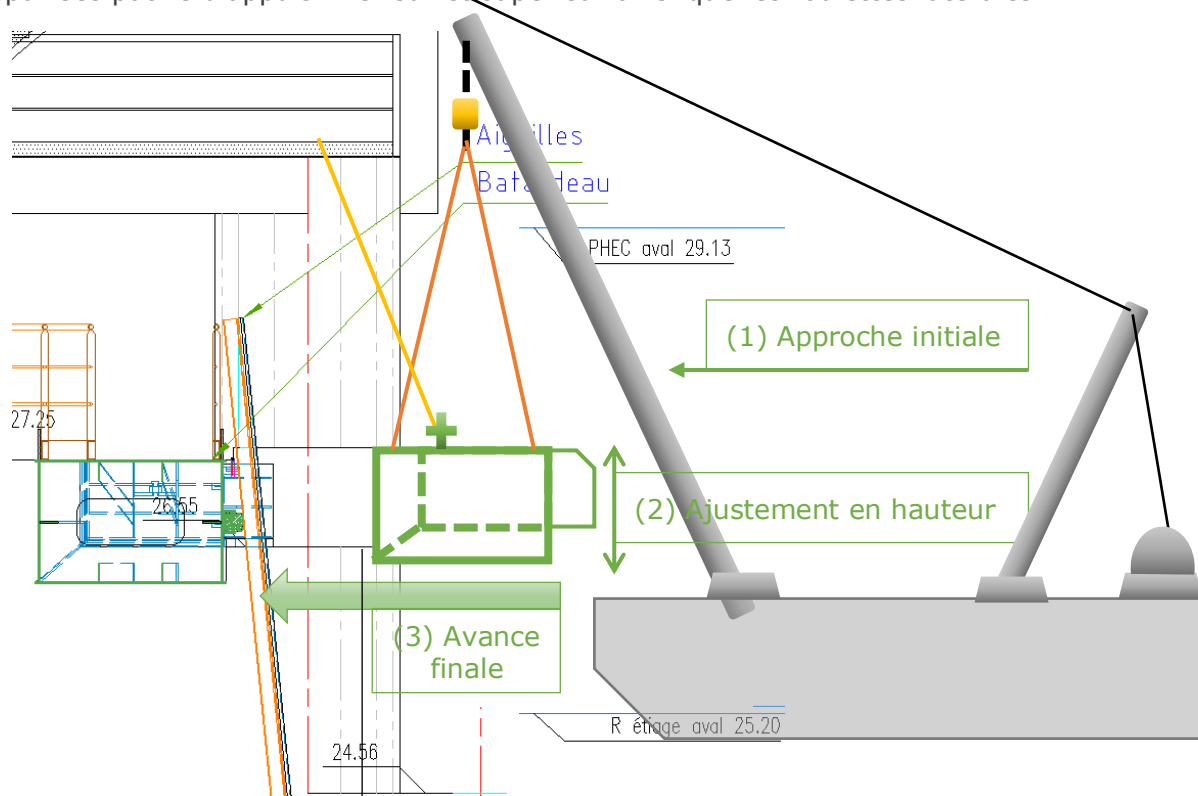


Figure 58 : Principe d'insertion des poutres aval par levage.

Une fois appuyée en fond de rainure, on vérifie le centrage correct de la poutre, puis celle-ci est déposée par la bigue sur ses appuis. Les brides verticales sont vissées (à l'instar des poutres amont) et les élingues sont détachées.

Les garde corps peuvent être installés coté passe (l'autre étant laissé libre pour le montage des aiguilles) ainsi que le **caillebotis** au-dessus de chaque extrémité.

#### 2.4.3.3.2 Retrait de la poutre aval en fin de chantier

**Nota** : Le retrait du batardeau aval doit s'effectuer avant celui amont.

En fin de chantier, après relèvement du clapet, remplissage de la passe, retrait des aiguilles et des garde-corps (et caillebotis) on procédera de la sorte :

- Amenée du ponton-bigue devant la poutre et élingage sur son portique, desserrage des brides verticales ;
- Soulèvement de la poutre de quelques cm jusqu'au centrage verticale dans la rainure ; retrait des opérateurs de la poutre vers les piles ;
- Recul du ponton-bigue et de la poutre des rainures, guidée par ses roulettes latérales et maintenue par des élingues contrôlées depuis les piles ;
- Déplacement vers la berge (sans opérateur sur la poutre) ;
- Arrimage et préparation pour convoyage retour vers le site de stockage ;

#### 2.4.3.4 Mise en place des aiguilles

Pour chaque côté de passe ou pertuis, les plongeurs vérifient l'état du heurtoir d'appui des aiguilles (appui en pied d'aiguilles) au niveau du radier de l'ouvrage.

Simultanément, les aiguilles sont amenées par panier par le ponton-bigue et le panier est déposé sur le pont supérieur de la poutre (1 à **2 paniers maximum** par poutre). Chaque aiguille est soit manipulée à la main par 2 opérateurs ou bien élinguée par le haut puis par le bas pour la relever à l'angle souhaité avec l'aide d'une grue mobile permettant d'approcher l'aiguille contre le rideau en formation, afin d'être enclenchée.

Un petit outillage pourra être prévu pour pivoter facilement les aiguilles en extrémité.

En partant de chaque bajoyer de pile, on vient donc mettre en place :

- Les aiguilles d'extrémités qui intègrent un joint afin de réaliser l'étanchéité du rideau avec les bajoyers ; ces aiguilles d'about devront être posées en contrôlant la verticalité.
- Les aiguilles centrales, une à une, pour former le rideau.
- **Nota** : le béton des piles de Creil étant propre, lisse, rectiligne et bien vertical, il n'est pas nécessaire de sceller préalablement un plat d'appui sur chaque flanc de pile en regard de l'aiguille d'extrémité. Le joint intégré à l'aiguille d'extrémité est suffisant, complété par la bêche.

Chaque aiguille vient ainsi s'appuyer à la fois en pied au niveau du heurtoir du radier et en tête au niveau de la poutre flottante.

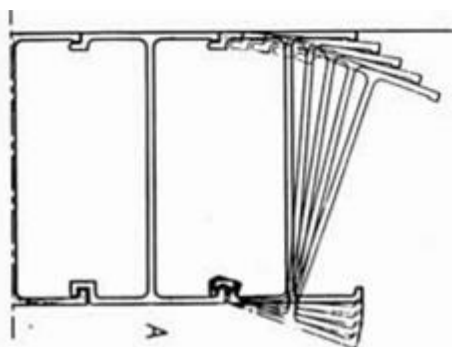


Figure 59 : Schématisation de mise en place d'une aiguille

Cette opération est relativement longue dans la mesure où le nombre d'aiguilles à mettre en place est important (environ 505 par grande passe) et que cela demande une bonne synchronisation entre les plongeurs qui vérifient la mise en position des aiguilles en pied, et le personnel exploitant situé sur la poutre qui vérifie la mise en position des aiguilles en tête.

Une fois le rideau en place, on vient remplir les aiguilles mal-jointives de pouzzolane, et mettre en place une feuille de polyane pré-enroulée sur un tube afin d'augmenter l'étanchéité du dispositif.

La mise à sec à l'aval du dispositif est ensuite réalisée, ce qui permet de le mettre en charge et donc de le maintenir en position (placage du batardeau contre ses appuis).

Il est à noter qu'avant la mise en charge du batardeau et pendant toute la durée de mise en place des aiguilles, les aiguilles sont instables (situation d'équi-niveau) du fait de leur faible masse et du fait des remous éventuels du cours d'eau devant le rideau encore incomplet. Pour limiter l'instabilité des aiguilles lors de la mise en place, les aiguilles sont de ce fait inclinées d'environ 5° par rapport à la verticale.

- ✓ Le **clapet peut alors être abaissé** dans le fond de la passe une fois la mise à sec réussie ; l'opération de maintenance du clapet peut démarre.

#### 2.4.3.5 Opération de débatardage

Au moment de débatarder, le clapet est relevé et l'on vient remettre en eau l'espace entre la bouchure à l'aval du rideau d'aiguilles et le rideau.

- La feuille de polyane, ainsi que les aiguilles, du fait d'avoir réalisé l'équi-niveau à l'amont et à l'aval du batardeau, peuvent être retirées.
- Le complément de bouchure (plaque), sur l'un des cotés, peut être retiré.
- Les aiguilles sont alors retirées et rangées dans les paniers prévus à cet effet, puis on retire chaque poutre-caisson comme indiqué précédemment. La pouzzolane sera automatiquement vidée des aiguilles lors du soulèvement et évacuée par le courant d'eau.
- Les brides de maintien verticales sont dévissées.
- Les vannes de ballastage/déballastage des poutres amont sont fermées après injection d'air dans les événements afin de remettre la poutre en légère flottaison. Ces dernières peuvent alors être remorquées hors des rainures
- Les poutres aval sont soulevées pour le ponton-bigue, à l'instar de leur mise en place lors du batardage.

Les poutres, de même que les paniers d'aiguilles et autres accessoires, une fois évacués de la passe / pertuis, sont acheminés sur le lieu de stockage par l'intermédiaire du bateau pousseur et d'une barge.



#### 2.4.4 Tréteaux ou râtelier pour batardeaux-caissons flottants (Creil)

##### 2.4.4.1 Principe suggéré

La définition des équipements de stockage tiendra compte des contraintes du PPRI du site de Sempigny afin de garantir une marge de 0.5m avant mise en flottaison des poutres vis-à-vis du niveau d'une crue centennale.

Chaque poutre-caisson sera simplement posé sur un alignement de 3 à 5 tins en bois, disposés sous le centre et les extrémités du caisson (avant rétrécissement de section et le vannage pour les poutres amont), éventuellement surélevés par structures type tréteaux.

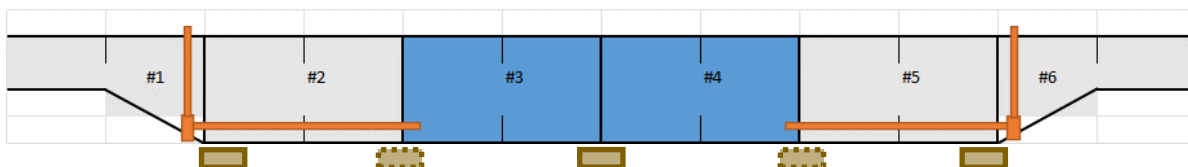


Figure 60 : Principe de support par tins des poutres de Creil (passes & pertuis)

##### 2.4.4.2 Description

Les tins/tréteaux, d'une largeur de 2 m, seront disposés au droit des cloisons étanches tous les 5.75m environ, soit au centre et aux jonctions de section.

Les tins seront d'une épaisseur suffisante pour laisser un écart au sol ou à la structure support afin de ne pas endommager les vannes de ballastage situées sous le caisson.

##### Levage :

La manipulation des poutres pour leur mise à l'eau ou chargement sur barge sera effectuée par levage via les 4 oreilles d'attache disposées sur chaque poutre avec ~10 m d'écartement.

Le matériel de stockage comprendra également un jeu d'éléments type palonnier-écarteur modulaire (e.g. « Modulift ») de ~1.55 m pour éviter de tordre les oreilles dans l'axe transverse.

##### 2.4.4.3 Installation

Pour la pérennité de ces équipements et la stabilité au sol, un terrassement sera nécessaire sur le site retenu par VNF (cf. §1.5.13). Cet aménagement sera étudié et sera réalisé à l'occasion d'un marché de travaux séparé.

Les descentes de charge maximales envisagées seront les suivantes :

Poutre Creil	Passes		Pertuis	
Éléments	Amont (31m)	Aval (32.2 m)	Amont (12.35m)	Aval (13.55m)
Nombre tins support	4	4	2	2
Largeur mini	2 m	2 m	2 m	2 m
Charge max. / appui	<b>8 t</b>	<b>7 t</b>	<b>6 t</b>	<b>5 t</b>

Le titulaire devra, au cours de ses études, transmettre les descentes de charges définitives à l'entreprise réalisant les aménagements du terrain de Sempigny (via MOA).

## 2.4.5 Paniers de stockage d'aiguille

### 2.4.5.1 Principe suggéré

Le principe suggéré correspond à une structure tubulaire légère illustrée ci-dessous.



Figure 61 : Exemple de panier de stockage.

La définition des équipements de stockage tiendra compte des contraintes du PPRI du site de Sempigny afin de garantir une marge de 0.5m avant mise en flottaison du matériel vis-à-vis du niveau d'une crue centennale.

### 2.4.5.2 Description

Les 520 aiguilles seront stockées réparties sur environ 26 paniers.

Chaque panier comportera **~20 aiguilles** posées à plat à raison de :

- **4** dans la largeur, soit environ 600 mm de large max.
- **5** empilées dans la hauteur, soit au total 650 mm de haut.

La longueur du panier est envisagée à la moitié de celle des aiguilles, soit **2.5 m**

Ainsi le panier pourra avoir pour encombrement :

$$L \times l \times h = 2500 \times 700 \times 750 \text{ mm}$$

Les paniers seront empilables également, dans la limite de 3 maximum, soit une hauteur totale empilé de 2.25 m, dans l'objectif de tenir une pression de vent de 1000 N/m².

Ces structures mécano-soudées seront réalisées en Acier S235 ou S355 avec peinture anticorrosion ACQPA C4 ANV.

La masse à vide de ces paniers sera de **~50 kg** unitaire. Au maximum 75 kg. Ainsi, la masse cumulée des paniers chargés d'aiguille ne dépassera pas les valeurs suivantes :

Nombre empilé	Masse totale	Masse surfacique	Charge par pied
1 panier (nominal / poutre)	575 kg	165 kg/m²	144 kg

2 paniers (max / poutre)	1150 kg	330 kg/m <sup>2</sup>	288 kg
3 paniers (max site stockage)	1725 kg	495 kg/m <sup>2</sup>	432 kg

Les paniers seront pourvus des dispositifs suivants :

- Patin d'appui horizontaux en PEHD sur les 3 profilés transversaux, supportant la 1<sup>ère</sup> rangée d'aiguille ;
- Patin de protection latéral PEHD (10 mm) sur les 4 montants verticaux ;
- Anneaux de levage aux 4 coins (fixés aux montants) ;
- Platine évasée de centrage en haut des montants et perçages pour goupille ;
- Jambes de force entre les montants et les profilés longitudinaux ;

La structure et les anneaux de levage devront résister, sans déformation, au levage de l'équivalent de 3 paniers empilés. Le processus normal de manutention sera limité à un seul panier.

#### 2.4.5.3 Installation

Pour la pérennité de ces équipements et la stabilité au sol, un terrassement sera nécessaire sur le site retenu par VNF (cf. §1.5.13). Cet aménagement, éventuellement limité à un sol stabilisé, est étudié et sera réalisé à l'occasion d'un marché de travaux séparé.

Les descentes de charge sont données dans la table précédente : < 500 kg par pied.

Des platines supports pourront être prévues sous les pieds des paniers inférieurs (quantité nécessaire :  $4 \times 26/3 \approx 36$  unités).

L'emprise d'un panier étant de 3.5m<sup>2</sup>, la surface occupée par les 7 empilements de paniers sera au mieux de  $7 \times 3.5 = 25$  m<sup>2</sup>.

- On réservera un **espace d'environ 50 m<sup>2</sup>** pour stocker les paniers d'aiguilles.

## *2.5 Programme particulier des essais de batardage*

### 2.5.1 Objectifs des essais de validation

En plus de la fourniture des éléments de bouchure de maintenance, le programme de travaux comprendra la réalisation d'essais de batardage avant remise en service, pour valider son bon fonctionnement et évaluer son comportement.

### 2.5.2 Procédure de batardage

L'entreprise titulaire fournira un document de procédure de mise en place des batardeaux (pour chaque lot qui la concerne). Ce document permet de lister le matériel nécessaire et la méthodologie à respecter (moyen matériels et humains, condition hydrauliques minimales et maximales) pour pouvoir batardeur et dé-batardeur en toute sécurité.

Le batardage des pertuis (lot 2) et de l'aval de passe de Creil devra faire usage du Ponton-bigue de 30t VNF (cf 1.5.12).

### 2.5.3 Transport

L'entreprise titulaire considère dans son offre le transport des équipements de batardage depuis son site de production vers le site de stockage de Sempigny puis depuis le site de stockage à Sempigny jusqu'au site de batardage ainsi que le retour et le rangement des équipements sur le site de stockage. Sont intégrées à son offre, toute sujétion de manutention et levage des équipements.

### 2.5.4 Changement de configuration (33 à 31 m)

Entre le batardage sur site « 33m » (Pontoise) et le batardage sur site « 31 » (de Sarron), (lot 1 uniquement) l'entreprise modifiera la longueur des bateaux porte par retrait de la rallonge de 2030 mm entre les deux tronçons symétriques.

Cette modification aura lieu sur le site de Sempigny.

L'entreprise prévoit les moyens matériel et humains nécessaire à cette opération, et notamment, toute sujétion de grutage et de manutention.

### 2.5.5 Mesure des fuites

Une mesure des fuites, par l'amont et par l'aval sera réalisée.

A ce titre, l'entreprise fournira dans sa procédure de mise en place des batardeaux, une méthodologie de mesure de fuites. Le taux de fuite observé devra être inférieur au critère admissible (cf. 4.6.2). Un rapport de conclusion sera ensuite fourni au MOE.

## 3. Nature, provenance et qualité des matériaux

---

### 3.1 Conformité des matériaux et fournitures

#### 3.1.1 Généralités

L'Entrepreneur est tenu de soumettre à l'agrément du Maître d'Œuvre la nature, provenance et qualité de chaque matériau, produit et composant de construction au plus tard 30 jours avant utilisation sur le chantier.

Les matériels, produits et composants de construction devant être mis en œuvre sont toujours neufs et de première qualité en l'espèce indiquée. Ils ne doivent en aucun cas présenter de défauts susceptibles d'altérer l'aspect des ouvrages ou de compromettre l'usage de la construction.

La provenance et la qualité des matériaux et fournitures doivent être conformes :

- aux prescriptions définies dans le Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG) et ses différents Fascicules, et en particulier, aux normes en vigueur ;
- aux indications du présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) ;
- aux plans d'exécution et autres documents graphiques.

La fourniture des matériaux, produits et composants du marché est faite sous la responsabilité de l'Entreprise qui reste entièrement soumise, à l'égard du Maître d'Œuvre et du Maître d'Ouvrage, au respect de ses obligations spécifiées dans le marché.

Un plan d'assurance de la qualité (PAQ), établi par l'entreprise et soumis au VISA du Maître d'Œuvre, explicite les caractéristiques et la provenance de chacun des matériaux, produits et composants proposés par l'Entrepreneur, ainsi que les conditions dans lesquelles sont effectuées les opérations de vérification et de contrôle pour chaque lot de fourniture et pour chaque phase de chantier.

Il précise donc les conditions d'exécution par l'Entrepreneur de l'identification à effectuer sur les lots livrés conformément aux spécifications du CCTG (organisation du contrôle interne dans le PAQ). L'entreprise met le Maître d'Œuvre en mesure de s'assurer qu'il a bien procédé à cette identification. En cas de livraison non conforme, le lot est refusé.

Dans le cadre des prescriptions du CCTP, le Maître d'Œuvre a toujours la possibilité de désigner la nature et la provenance des matériels qu'il désire voir employer et d'accepter ou de refuser ceux qui lui sont proposés.

Le Titulaire doit, dans ses conventions avec les fabricants et fournisseurs, imposer à ces derniers toutes les obligations résultant du présent CCTP, tant en ce qui concerne la qualité des matériaux et fournitures et de la fabrication, que les conditions de contrôle, d'essais et d'utilisation.

Le Titulaire ne peut arguer des difficultés d'approvisionnement ou de transport, pour quelle cause que ce soit, afin de justifier des retards dans l'exécution des travaux et la fourniture des matériaux, produits et composants faisant l'objet du présent marché.

Tout changement dans l'origine des fournitures doit être préalablement autorisé par le Maître d'Œuvre.

### 3.1.2 Contrôle des matériaux, matières et produits

Le Maître d'Œuvre se réserve le droit d'exercer son contrôle dans les carrières, zones d'emprunt, magasins et chantiers de l'Entrepreneur et ceux de ses sous-traitants, tant sur la préparation que sur la mise en valeur des matériaux, matières et produits entrant dans la composition des ouvrages.

Les contrôles ne diminuent en rien la responsabilité de l'Entrepreneur quant à la bonne qualité des matériaux, matières et produits mis en œuvre.

Des échantillons de toutes natures, en quantités suffisantes pour les essais, doivent être remis gratuitement par l'Entrepreneur au Maître d'Œuvre ou à son représentant sur sa demande. Les essais de contrôle ou de réception de matières et matériaux par le Maître d'Œuvre ou sur sa demande, sont à la charge de l'Entrepreneur.

Tous les prélèvements pour essais sont exécutés à la demande et en présence des agents du Maître d'Œuvre ou de son représentant.

Le Maître d'Œuvre se réserve le droit de remplacer les contrôles prévus au CCTP ou aux textes auxquels le CCAP se réfère. Ces essais sont alors rémunérés dans les conditions suivantes :

- s'ils sont effectués par l'Entrepreneur, ils sont rémunérés en dépenses contrôlées ;
- s'ils sont effectués par un tiers, ils sont rémunérés par le Maître de l'Ouvrage ;
- s'ils démontrent une non-conformité avec les dispositions du présent CCTP, ils sont à la charge du Titulaire.



## 3.2 Matériau de structure en acier

### 3.2.1 Généralités

De manière générale, tous les aciers proviennent d'usines agréées et doivent répondre aux prescriptions et spécifications du §5.3.3 du Fascicule 66 du CCTG de décembre 2011.

Ils sont notamment conformes aux spécifications du §5.3 de la NF EN 1090-2, laquelle étant citée par le Fascicule 66 du CCTG.

Ils doivent répondre aux prescriptions des Normes Françaises Homologuées, et sont fournis avec certificat de contrôle des produits par l'usine (CCPU).

Les produits constitutifs en acier utilisés, définis par une norme harmonisée conformément aux dispositions du Règlement Européen N°305/2011 relatif aux produits de construction, doivent être revêtus du marquage CE correspondant.

Les caractéristiques mécaniques font l'objet d'un contrôle spécifique dont les résultats sont reportés sur le document de contrôle.

Une traçabilité individuelle est exigée.

Sauf exception dûment justifiée, l'utilisation d'aciers à l'état de livraison AR (état brut de laminage) est interdite.

### 3.2.2 Certification des produits

Les produits en acier de construction doivent bénéficier du droit d'usage de la marque NF-Acier, secteur d'application « Bâtiment-Travaux Publics - Construction métallique d'ouvrages d'art et de bâtiments non courants », ou être couverts par une certification présentant des garanties équivalentes.

Exceptionnellement, et après validation du Maître d'Œuvre, peut être autorisée l'utilisation d'aciers non couverts par une telle certification uniquement dans les cas suivants :

- aciers dont les nuance et qualité sont certifiées, mais fournis dans une épaisseur supérieure à celle définie dans la norme de référence ;
- aciers définis par une norme ne relevant pas du champ d'application du règlement relatif aux produits de construction ;
- produits innovants et/ou non définis par une norme française.

Ces produits sont soumis à un contrôle de conformité, avec intervention d'une tierce partie indépendante agréée par le Maître d'Œuvre, le tout au frais du Titulaire. Ces contrôles donnent lieu à l'établissement d'un certificat de réception selon NF EN 10204 et NF EN 10168.

Les dispositions particulières à mettre en œuvre dans le cas de l'utilisation de produits non certifiés sont présentées dans l'Annexe A du Fascicule 66 du CCTG de décembre 2011.

### 3.2.3 Incorporation d'aciers à faible empreinte CO2 et énergétique dans la fabrication

VNF, comme d'autres industriels ou donneurs d'ordres, ambitionne de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et usages d'énergie, eau et autres intrants liés à ses activités. La réalisation de nouvelles structures métalliques engendre notamment un impact fort, majoritairement lié à la production d'acier neuf.

Dans cette perspective, il est demandé pour ce marché de fourniture à chaque titulaire de lot de transmettre un prix forfaitaire évaluant le surcout d'approvisionnement en acier dit « vert » ou « bas carbone », par exemple issu de la filière « électrique » (EAF : *Electric Arc Furnace*) ou de la récente filière « hydrogène », respectant les exigences minimales suivantes :

- Emissions moyennes de moins de **1600 kgCO<sub>2</sub>/t** sur la masse d'acier façonné composant l'équipement final.

Ces émissions doivent être calculées sur la base d'une moyenne pondérée, y compris en incluant les aciers inox ou fontes, à l'aide des fiches EDP ou FDES, c'est-à-dire que pour 30t d'acier S355 « vert » à 1000 kCO<sub>2</sub>/t et 10 tonnes disponibles uniquement en version « classique » à 2500 kCO<sub>2</sub>/t, alors la moyenne finale sera de 1375 kCO<sub>2</sub>/t et donc acceptable au regard du critère demandé.

Le cas nécessitant, le facteur d'émission de l'électricité utilisé sera vérifié sur la moyenne annuelle du pays/zone.

La plus-value intégrera toute sujétion d'approvisionnement et/ou impact sur les délais et la stratégie d'achat de l'entreprise.

Les aciers à faible empreinte devront bien évidemment respecter l'ensemble des normes de qualité exigées dans les sections précédentes ou suivantes.

### 3.2.4 Épaisseurs minimales des aciers de structure

Selon l'Annexe nationale de l'EC3 Partie 2 (NF EN 1993-2/NA), les épaisseurs minimales exigées pour les éléments de structure sont :

- **8 mm pour les tôles et les plats ;**
- **6 mm pour les tubes et les sections fermées.**

La DIN 19704-2 §4.2 précise ces épaisseurs minimales dans le cadre des bouchures en milieu fluvial et maritime :

- 12 mm pour les tôles de bordé pour écluses, bouchures de barrage et bouchures de sécurité ;
- 10 mm pour les tôles de bordé pour les autres types de bouchures et pour les batardeaux ;
- 10 mm pour les pièces fixes métalliques (dont les tôles affleurantes de blindage, non concernées par ce marché).

Des tôles pour du capotage ou de l'habillage peuvent être acceptées avec des épaisseurs inférieures, selon avis du Maître d'Œuvre au regard des ambiances vibratoires, du vent, et des souplesses des panneaux.

### 3.2.5 Aciers au carbone

#### 3.2.5.1 Qualité des aciers

Les aciers valident les exigences de ductilité imposées par la NF EN 1993-1-1 §3.2.2, notamment :

- un rapport limite à rupture sur limite élastique  $f_u/f_y \geq 1,10$  ;
- un allongement à rupture  $A\% \geq 15\%$ .

Selon le §3.2.4 de la NF EN 1993-2, la qualité Z (au sens de la NF EN 10164) est requise pour les tôles, selon le calcul présenté dans la NF EN 1993-1-10.

La ténacité minimale des aciers utilisés est fixée par le §3.2.3(2) de la NF EN 1993-2/NA (sauf indications contraires), donnant les qualités suivantes :

- pour les épaisseurs  $\leq 30$  mm la qualité minimale J2 (selon NF EN 10025) ;
- pour les épaisseurs  $> 30$  mm, acier conforme aux normes NF EN 10025 partie 3, 4 et 6.

Les aciers de structures sont préférentiellement de nuance S355, la nuance S235 est cependant autorisée pour des applications particulières faiblement contraintes, ou si l'inertie est nettement plus dimensionnante que la résistance (critère de flèche par exemple), sous réserve de l'accord du Maître d'Œuvre.

Les aciers utilisés pour des éléments non structurels sont de nuance S235 J0 ou supérieure suivant NF EN 10025.

**L'utilisation d'aciers relevant de la norme NF EN 10025-5 (aciers à résistance améliorée à la corrosion atmosphérique) est proscrite.**

**Les aciers destinés à être galvanisés à chaud doivent de plus répondre à la norme NF A 35-503. Ils sont de classe II au sens de cette norme.**

#### 3.2.5.2 Conditions techniques de livraison

Les référentiels normatifs à valider pour les produits en acier au carbone sont les suivants :

ISO 4997	Tôles en acier au carbone laminées à froid, de qualité destinée à la construction
NF EN 10021	Conditions générales techniques de livraison des produits en acier
NF EN 10025-1	Produits laminés à chaud en aciers de construction - Partie 1 : conditions techniques générales de livraison
NF EN 10025-2	Produits laminés à chaud en aciers de construction - Partie 2 : conditions techniques de livraison pour les aciers de construction non alliés
NF EN 10025-3	Produits laminés à chaud en aciers de construction - Partie 3 : conditions techniques de livraison pour les aciers de construction soudables à grains fins à l'état normalisé/laminage normalisé
NF EN 10025-4	Produits laminés à chaud en aciers de construction - Partie 4 : conditions techniques de livraison pour les aciers de construction soudables à grains fins obtenus par laminage thermomécanique
NF EN 10025-6	Produits laminés à chaud en aciers de construction - Partie 6 : conditions techniques de livraison pour produits plats en aciers à haute limite d'élasticité à l'état trempé et revenu

NF EN 10139	Feuillards non revêtus laminés à froid en aciers à bas carbone pour formage à froid - Conditions techniques de livraison - Feuillards non revêtus laminés à froid en aciers doux pour formage à froid
NF EN 10149-1	Produits plats laminés à chaud en aciers à haute limite d'élasticité pour formage à froid - Partie 1 : conditions techniques générales de livraison
NF EN 10149-2	Produits plats laminés à chaud en aciers à haute limite d'élasticité pour formage à froid - Partie 2 : conditions techniques de livraison des aciers obtenus par laminage thermomécanique
NF EN 10149-3	Produits plats laminés à chaud en aciers à haute limite d'élasticité pour formage à froid - Partie 3 : conditions techniques de livraison des aciers à l'état normalisé ou laminage normalisant
NF EN 10162	Profilés en acier formés à froid - Conditions techniques de livraison - Tolérances dimensionnelles et sur sections transversales
NF EN 10163-2	Conditions de livraison relatives à l'état de surface des tôles, larges plats et profilés en acier laminés à chaud - Partie 2 : tôles et larges plats
NF EN 10163-3	Conditions de livraison relatives à l'état de surface des tôles, larges plats et profilés en acier laminés à chaud - Partie 3 : profilés
NF EN 10164	Aciers de construction à caractéristiques de déformation améliorées dans le sens perpendiculaire à la surface du produit - Conditions techniques de livraison
NF EN 10169+A1	Produits plats en acier revêtus en continu de matières organiques (prélaqués) - Conditions techniques de livraison
NF EN 10210-1	Profilés creux de construction finis à chaud en aciers non alliés et à grains fins - Partie 1 : conditions techniques de livraison
NF EN 10219-1	Profilés creux de construction soudés, formés à froid en aciers non alliés et à grains fins - Partie 1 : conditions techniques de livraison
NF EN 10268+A1	Produits plats laminés à froid à haute limite d'élasticité pour formage à froid - Conditions techniques de livraison
NF EN 10346	Produits plats en acier revêtus en continu par immersion à chaud pour formage à froid - Conditions techniques de livraison

Les exigences sur les états de surfaces sont présentées au §5.3 de la NF EN 1090-2. En dérogation, et selon Fascicule 66 du CCTG, est requis :

- pour l'état de surface des plaques et larges plats, la classe A2 au sens de la NF EN 10163-2
- pour l'état de surface des profilés, la classe C2 au sens de la NF EN 10163-3 pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4 ;

### 3.2.5.3 Dimensions et tolérances

De manière générale, les tolérances valident les exigences de la NF EN 1090-2, et en particulier de son annexe D, qui prévalent sur des spécifications moins strictes stipulées dans toute autre norme autorisée.

Les exigences sur les tolérances d'épaisseurs et les états de surfaces sont présentés au §5.3 de la NF EN 1090-2. En dérogation, et selon Fascicule 66 du CCTG, est requis :

- pour les épaisseurs de tôles, la classe B au sens de l'EN 10029 pour la classe d'exécution EXC3 et EXC4 ;

Les référentiels normatifs à valider pour les produits en acier au carbone sont les suivants :

NF EN 10034	Poutrelles I et H en acier de construction - Tolérances de forme et de dimensions
NF EN 10024	Poutrelles en I à ailes inclinées laminées à chaud - Tolérances de forme et de dimensions.

NF EN 10279	Profilés en U en acier laminés à chaud - Tolérances sur la forme, les dimensions et la masse
NF EN 10056-1	Cornières à ailes égales et inégales en acier de construction - Partie 1 : dimensions
NF EN 10056-2	Cornières à ailes égales et à ailes inégales en acier de construction - Partie 2 : tolérances de formes et de dimensions.
NF EN 10055	Fers T en acier à ailes égales et à coins arrondis laminés à chaud - Dimensions et tolérances sur la forme et les dimensions
NF EN 10017	Fil machine en acier destiné au tréfilage et/ou laminage à froid - Dimensions et tolérances
NF EN 10058	Plats et larges plats en acier laminés à chaud pour usages généraux - Dimensions et tolérances sur la forme et les dimensions
NF EN 10059	Carrés en acier laminés à chaud pour usages généraux - Dimensions et tolérances sur la forme et les dimensions
NF EN 10060	Ronds laminés à chaud - Dimensions et tolérances sur la forme et les dimensions
NF EN 10061	Hexagones en acier laminés à chaud - Dimensions et tolérances sur la forme et les dimensions
NF EN 10210-2	Profils creux de construction finis à chaud en aciers non alliés et à grains fins - Partie 2 : tolérances, dimensions et caractéristiques de profil
NF EN 10219-2	Profils creux de construction soudés, formés à froid en aciers non alliés et à grains fins - Partie 2 : tolérances, dimensions et caractéristiques de profil
NF EN 10051	Bandes laminées à chaud en continu, bandes et tôles issues de larges bandes laminées à chaud en aciers alliés et non alliés - Tolérances sur les dimensions et la forme
NF EN 10131	Produits plats laminés à froid, non revêtus ou revêtus de zinc ou de zinc-nickel par voie électrolytique, en acier à bas carbone et en acier à haute limite d'élasticité pour formage à froid - Tolérances sur les dimensions et sur la forme
NF EN 10143	Tôles et bandes en acier revêtues en continu par immersion à chaud - Tolérances sur les dimensions et sur la forme
NF EN 10169+A1	Produits plats en acier revêtus en continu de matières organiques (prélaqués) - Conditions techniques de livraison
NF EN 10048	Feuillards laminés à chaud - Tolérances de dimensions et de forme.
NF EN 10140	Feuillards laminés à froid - Tolérances de dimensions et de forme

#### 3.2.5.4 Contrôles et traçabilité

Les contrôles à effectuer sont stipulés dans la NF EN 1090-2. Les documents d'identification, de contrôle et traçabilité sont définis au §5.2. Il est notamment exigé un document de contrôle type 3.1 selon NF EN 10204 et NF EN 10168 pour les aciers au carbone.

Il est rappelé que la traçabilité des produits constitutifs doit être assurée à toutes les étapes, depuis l'approvisionnement jusqu'à la réception de l'ouvrage.

En sus, il est requis, selon §5.3.3 du Fascicule 66 du CCTG de décembre 2011 :

- pour les produits plats laminés à chaud :
  - une teneur en soufre inférieure à 0,015% (analyse sur coulée) ;
  - un essai de flexion par choc et un essai de traction sur chaque tôle mère ou bobine mère.
- pour les produits plats, la classe de qualité S1 de discontinuités interne selon NF EN 10160 en corps de tôle, classe de qualité E1 en rive ;
- pour les produits longs, la classe de qualité 2.3 de discontinuités interne selon NF EN 10306.

La garantie de santé interne peut être apportée sans contrôle par ultrasons, sous réserve que le producteur ait mis en œuvre les procédures internes de suivi et de contrôle des processus de fabrication permettant la même garantie du niveau de compacité, en évitant les défauts internes susceptibles de provoquer des dédoublements lors des opérations de mise en forme, de découpe ou de soudage.

Un contrôle de la qualité Z des tôles selon NF EN 10164 est à effectuer par l'Entreprise ou par le fournisseur. Dans le cas contraire, et selon stipulation du § 3.1(2) de la NF EN 1993-1-10, il convient de déterminer par contrôle après fabrication si un arrachement lamellaire s'est produit sur l'intégralité des soudures concernées.

### 3.2.6 Aciers inoxydables

#### 3.2.6.1 Qualité des aciers

Sur application garde-corps, habillage ou capotage, les aciers inoxydables choisis sont préférentiellement en 316L (X2CrNiMo18-10 ou 1.4404 selon NF EN 10088). Sur applications moins contraintes du point de vue ambiance de corrosion, et sur accord du Maître d'Œuvre uniquement, il est possible d'utiliser du 304L (X2CrNi18-09 ou 1.4307 selon NF EN 10088).

Les aciers inoxydables valident les exigences de ductilité imposées par la NF EN 1993-1-1 §3.2.2, notamment :

- un rapport limite à rupture sur limite élastique  $f_u/f_y \geq 1,10$  ;
- un allongement à rupture  $A\% \geq 15\%$ .

Selon le §2.1.5 de la NF EN 1993-1-4, la qualité Z (au sens de la NF EN 10164) est requise pour les tôles en **acier inoxydable ferritiques uniquement**, selon le calcul présenté dans la NF EN 1993-1-10.

#### 3.2.6.2 Conditions de livraison

Les référentiels normatifs à valider pour les produits en acier inoxydables sont les suivants :

NF EN 10088-1	Aciers inoxydables - Partie 1 : liste des aciers inoxydables
NF EN 10088-2	Aciers inoxydables - Partie 2 : conditions techniques de livraison des tôles et bandes en acier de résistance à la corrosion pour usage général
NF EN 10088-3	Aciers inoxydables - Partie 3 : conditions techniques de livraison pour les demi-produits, barres, fils tréfilés, profils et produits transformés à froid en acier résistant à la corrosion pour usage général
NF EN 10088-4	Aciers inoxydables - Partie 4 : conditions techniques de livraison des tôles et bandes en acier résistant à la corrosion pour usage de construction
NF EN 10088-5	Aciers inoxydables - Partie 5 : conditions techniques de livraison pour les barres, fils tréfilés, profils et produits transformés à froid en acier résistant à la corrosion pour usage de construction
NF EN 10296-2	Tubes ronds soudés en acier pour utilisation en mécanique générale et en construction mécanique - Conditions techniques de livraison - Partie 2 : tubes en acier inoxydable
NF EN 10297-2	Tubes sans soudure de section circulaire en acier pour utilisation en mécanique générale et en construction mécanique - Conditions techniques de livraison - Partie 2 : tubes en acier inoxydable

Les exigences sur les états de surfaces sont présentées au §5.3 de la NF EN 1090-2 :



- tôles, larges bandes et larges bandes refendues selon NF EN 10088-2 ;
- barres, fils machine et profils selon NF EN 10088-3.

### 3.2.6.3 Dimensions et tolérances

De manière générale, les tolérances valident les exigences de la NF EN 1090-2, et en particulier de son annexe D, qui prévalent sur des spécifications moins strictes stipulées dans toute autre norme autorisée.

Les exigences sur les tolérances d'épaisseurs et les états de surfaces sont présentés au §5.3 de la NF EN 1090-2. En dérogation, et selon Fascicule 66 du CCTG, est requis :

- pour les épaisseurs de tôles, la classe B au sens de l'EN 10029 pour la classe d'exécution EXC3 et EXC4 ;

Les référentiels normatifs à valider pour les produits en acier inoxydable sont les suivants :

NF EN 10029	Tôles en acier laminées à chaud, d'épaisseur égale ou supérieure à 3 mm - Tolérances sur les dimensions et la forme
NF EN 10048	Feuillards laminés à chaud - Tolérances de dimensions et de forme.
NF EN 10051	Bandes laminées à chaud en continu, bandes et tôles issues de larges bandes laminées à chaud en aciers alliés et non alliés - Tolérances sur les dimensions et la forme
NF EN ISO 9445-1	Acier inoxydable laminé à froid en continu - Tolérances sur les dimensions et la forme - Partie 1 : bandes étroites et feuillards coupés à longueur
NF EN ISO 9445-2	Acier inoxydable laminé à froid en continu - Tolérances sur les dimensions et la forme - Partie 2 : larges bandes et tôles
NF EN ISO 1127	Tubes en acier inoxydable - Dimensions, tolérances et masses linéiques conventionnelles
NF EN 10017	Fil machine en acier destiné au tréfilage et/ou laminage à froid - Dimensions et tolérances
NF EN 10058	Plats et larges plats en acier laminés à chaud pour usages généraux - Dimensions et tolérances sur la forme et les dimensions
NF EN 10059	Carrés en acier laminés à chaud pour usages généraux - Dimensions et tolérances sur la forme et les dimensions
NF EN 10060	Ronds laminés à chaud - Dimensions et tolérances sur la forme et les dimensions
NF EN 10061	Hexagones en acier laminés à chaud - Dimensions et tolérances sur la forme et les dimensions

### 3.2.6.4 Contrôles et traçabilité

Les contrôles à effectuer sont stipulés dans. Les documents d'identification, de contrôle et traçabilité sont définis au §5.2 de la NF EN 1090-2. Il est notamment exigé un document de contrôle type 3.1 selon NF EN 10204 et NF EN 10168 pour les aciers inoxydables.

Il est rappelé que la traçabilité des produits constitutifs doit être assurée à toutes les étapes, depuis l'approvisionnement jusqu'à la réception de l'ouvrage.

En sus, il est requis, selon Fascicule 66 du CCTG de décembre 2011 :

- pour les produits plats, la classe de qualité S1 de discontinuités interne selon NF EN 10160 en corps de tôle, classe de qualité E1 en rive ;
- pour les produits longs, la classe de qualité 2.3 de discontinuités interne selon NF EN 10306.

La garantie de santé interne peut être apportée sans contrôle par ultrasons, sous réserve que le producteur ait mis en œuvre les procédures internes de suivi et de contrôle des processus de fabrication permettant la même garantie du niveau de compacité, en évitant les défauts internes susceptibles de provoquer des dédoublements lors des opérations de mise en forme, de découpe ou de soudage.

Un contrôle de la qualité Z des tôles en acier inoxydable ferritiques selon NF EN 10164 est à effectuer par l'Entreprise ou par le fournisseur. Dans le cas contraire, et selon stipulation du § 3.1(2) de la NF EN 1993-1-10, il convient de déterminer par contrôle après fabrication si un arrachement lamellaire s'est produit sur l'intégralité des soudures concernées.

### 3.2.7 Aciers moulés

#### 3.2.7.1 Qualité des aciers

Pour les pièces moulées de construction, les aciers répondent aux normes NF EN 10340, NF P22-101-2/CN et à l'annexe B du Fascicule 66 du CCTG.

Les pièces en acier moulé doivent être de nuance G 10 MnMoV6-3 soumise à un traitement thermique de type QT1.

#### 3.2.7.2 Conditions techniques de livraison

Les référentiels normatifs à valider pour les produits en acier moulés sont les suivants :

NF EN 1559-1	Fonderie - Conditions techniques de fourniture - Partie 1 : généralités
NF EN 1559-2	Fonderie - Conditions techniques de fourniture - Partie 2 : spécifications complémentaires pour les pièces moulées en acier

#### 3.2.7.3 Dimensions et tolérances

Les cotes fonctionnelles doivent être contrôlées sur la totalité des pièces et satisfaire aux tolérances définies sur les plans ou aux spécifications de la norme NF ISO 8062-3 pour les cotes non tolérancées.

ISO 8062-3	Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérances dimensionnelles et géométriques des pièces moulées — Partie 3 : Tolérances dimensionnelles et géométriques générales et surépaisseurs d'usinage pour les pièces moulées
------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 3.2.7.4 Contrôles et traçabilité

Les aciers moulés sont livrés avec relevé de contrôle, conformément aux dispositions prévues à la norme NF EN 1559.

La fabrication doit faire l'objet de contrôles spécifiques donnant lieu à la production d'un certificat de type 3.1 selon NF EN 10204 et NF EN 10168.

Les mesures, niveaux de contrôle de la qualité, degré de qualification et/ou de certification des contrôleurs ainsi que le niveau requis de la certification et de l'étendue de la documentation des résultats d'essais doivent être soumises à l'accord du Maître d'Œuvre.

Avant toute production d'un lot de pièce d'un même type, une pièce référence (ou pièce type) est fabriquée et est soumise aux contrôles spécifiés dans la suite du présent CCTP.

L'approbation des résultats de ces contrôles constitue un point d'arrêt pour la suite de la fabrication.

La liste des contrôles minimaux est donnée dans l'annexe B du Fascicule 66 du CCTG de décembre 2011. Pour les pièces usinées, les contrôles doivent être réalisés après usinage.

Les lots d'essais sont définis comme l'ensemble des pièces définies par un même plan, issues d'une même coulée et ayant subi le même traitement thermique, dans la même fournée.

Il doit être prévu notamment (avec un minimum d'une pièce contrôlée par lot) :

- un contrôle des caractéristiques mécaniques :
  - essais effectués sur lingots échantillons attenants à une pièce par lot ;
  - pour des épaisseurs  $\leq 50$  mm, la température d'essai de flexion par choc est fixée à  $-20^{\circ}\text{C}$  ;
  - une vérification complémentaire d'homogénéité sur la pièce par essais de dureté (le nombre et l'emplacement des essais doivent être précisés par l'Entreprise et soumis à l'approbation du Maître d'Œuvre).
- des contrôles non destructifs sur 10% des pièces de chaque lot d'essai, sur 100% de chaque pièce considérée :
  - un contrôle par magnétoscopie selon NF EN 1369 ou par ressuage selon NF EN 1371-1. Les résultats doivent satisfaire aux critères Lm2 et Sm2 ;
  - un contrôle par ultrasons selon NF EN 12680. Les résultats doivent satisfaire au niveau de sévérité 2 pour les zones fortement sollicitées et 3 pour les autres zones. Les zones de soudage doivent satisfaire au niveau de sévérité 1 ;
  - un contrôle par radiographie selon la norme NF EN 12681.

Il est exigé que les zones devant être soudées ultérieurement doivent être contrôlées sur la totalité des pièces.

### 3.2.8 Produits d'apport de soudage

De manière générale, tous les produits consommables pour le soudage satisfont, par ordre de priorité décroissant, les prescriptions de l'article 5.5 du Fascicule 66 du CCTG de décembre 2011, du §5.5 de la NF EN 1090-2, de l'EN 13479 et de la norme de produit appropriée.

Il convient que les performances du métal d'apport ne soient pas inférieures aux valeurs correspondantes de la nuance du métal de base (limite élastique, la résistance ultime, l'allongement à rupture et l'énergie minimale Charpy V...).

De même, le type de produits consommables pour le soudage doit être approprié au procédé de soudage, au matériau à souder et au mode opératoire de soudage.

Les produits consommables sont conformes aux normes suivantes :

NF EN 13479	Produits consommables pour le soudage - Norme produit générale pour les métaux d'apport et les flux pour le soudage par fusion de matériaux métalliques
-------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

NF EN ISO 14171	Produits consommables pour le soudage - Fils-électrodes pleins, fils-électrodes fourrés et couples fils-flux pour le soudage à l'arc sous flux des aciers non alliés et à grains fins - Classification
NF EN ISO 14174	Produits consommables pour le soudage - Flux pour le soudage à l'arc sous flux et le soudage sous laitier - Classification
NF EN ISO 14175	Produits consommables pour le soudage - Gaz et mélanges gazeux pour le soudage par fusion et les techniques connexes
NF EN ISO 14341	Produits consommables pour le soudage - Fils-électrodes et métaux d'apport déposés en soudage à l'arc sous protection gazeuse des aciers non alliés et à grains fins - Classification
NF EN ISO 14343	Produits consommables pour le soudage - Fils-électrodes, électrodes en feuillard, fils d'apport et baguettes de soudage pour le soudage à l'arc des aciers inoxydables et des aciers résistant aux températures élevées - Classification
NF EN ISO 16834	Produits consommables pour le soudage - Fils-électrodes, fils, baguettes et dépôts pour le soudage à l'arc sous flux gazeux des aciers à haute résistance - Classification
NF EN ISO 17632	Produits consommables pour le soudage - Fils électrodes fourrés pour soudage à l'arc avec ou sans gaz de protection des aciers non alliés et des aciers à grains fins - Classification
NF EN ISO 17633	Produits consommables pour le soudage - Fils et baguettes fourrés pour le soudage à l'arc avec ou sans protection gazeuse des aciers inoxydables et des aciers résistant aux températures élevées - Classification
NF EN ISO 18275	Produits consommables pour le soudage - Électrodes enrobées pour le soudage manuel à l'arc des aciers à haute résistance - Classification
NF EN ISO 18276	Produits consommables pour le soudage - Fils-électrodes fourrés pour le soudage à l'arc avec ou sans gaz de protection des aciers à haute résistance - Classification
NF EN ISO 2560	Produits consommables pour le soudage - Électrodes enrobées pour le soudage manuel à l'arc des aciers non alliés et des aciers à grains fins - Classification
NF EN ISO 26304	Produits consommables pour le soudage - Fils-électrodes pleins, fils-électrodes fourrés et couples électrodes-flux pour le soudage à l'arc sous flux des aciers à haute résistance - Classification
NF EN ISO 3581	Produits consommables pour le soudage - Electrodes enrobées pour le soudage manuel à l'arc des aciers inoxydables et résistant aux températures élevées - Classification
NF EN ISO 636	Produits consommables pour le soudage - Baguettes et fils pour dépôts par soudage TIG des aciers non alliés et des aciers à grains fins - Classification

Les contrôles à effectuer sont stipulés dans la NF EN 1090-2. Les documents d'identification, de contrôle et traçabilité sont définis au §5.2.

Il est notamment exigé un document de contrôle type 2.2 selon NF EN 10204 et NF EN 10168 pour les produits consommables pour le soudage.

### *3.3 Matériaux et produits pour les éléments de fixation*

#### 3.3.1 Boulonnerie

##### 3.3.1.1 Généralités

De manière générale, les éléments de fixation utilisés doivent être conforme aux spécifications de l'article 5.6 du Fascicule 66 du CCTG de décembre 2011, et du §5.6 de la NF EN 1090-2.

Les boulons sont de marque NF boulonnerie suivant référentiel « NF 070 ».

Ils doivent porter le marquage NF.

##### 3.3.1.2 Exigences de conception

Les boulons sont fortement privilégiés par rapport aux vis.

**Pour les assemblages structuraux, un diamètre de vis minimal de 12 mm est exigé.**

Pour d'autres applications (tôles fines, habillage, mécanismes, ...) des diamètres plus faibles peuvent être proposés dans la limite de leur adéquation face aux différentes sollicitations de l'assemblage.

Les filetages dépassant des goujons sont munis de capuchons en synthétique vissés sur la tige. Ils sont étanches et remplis de graisse.

Dans les zones non immergeables et non soumises aux intempéries directes, de la bande grasse peut être utilisée aux endroits moins exposés.

##### Boulonnerie en acier inoxydable

L'utilisation de boulonnerie en acier inoxydable pour des assemblages structuraux est prohibée, notamment pour des assemblages à serrage contrôlé.

Ils ne peuvent être utilisés que pour assembler entre eux des éléments accessoires ne participant pas à la résistance ni à la stabilité de l'ossature ou pour assembler des éléments provisoires d'ossature démontés avant la mise en exploitation de l'ouvrage.

Elle est isolée électriquement des autres pièces métalliques.

##### Boulonnerie en acier à résistance améliorée à la corrosion

L'utilisation de boulonnerie en acier à résistance améliorée à la corrosion est prohibée, sauf sur application décorative soumise à validation du Maître d'Œuvre.

### 3.3.1.3 Boulonnerie pour application non précontrainte

La boulonnerie non précontrainte (acier et acier inox) est certifiée « SB » et valide les normes suivantes :

NF EN ISO 898-1	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié - Partie 1 : vis, goujons et tiges filetées de classes de qualité spécifiées - Filetages à pas gros et filetages à pas fin
NF EN ISO 898-2	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié - Partie 2 : écrous de classes de qualité spécifiées - Filetages à pas gros et filetages à pas fin
NF EN ISO 898-3	Caractéristiques mécaniques des fixations en acier au carbone et en acier allié - Partie 3 : rondelles de forme plane de classes de qualité spécifiées
NF EN ISO 3506-1	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier inoxydable résistant à la corrosion - Partie 1 : vis et goujons
NF EN ISO 3506-2	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier inoxydable résistant à la corrosion - Partie 2 : écrous
NF EN ISO 4014	Fixations - Vis à tête hexagonale partiellement filetées - Grades A et B
NF EN ISO 4017	Fixations - Vis à tête hexagonale entièrement filetées - Grades A et B
NF EN ISO 4032	Écrous hexagonaux normaux (style 1) - Grades A et B - Écrous hexagonaux, style 1
NF EN ISO 7089	Rondelles plates - Série normale - Grade A
NF EN ISO 7090	Rondelles plates, chanfreinées - Série normale - Grade A
NF EN 15048-1	Boulonnerie de construction métallique non précontrainte - Partie 1 : exigences générales
NF EN 15048-2	Boulonnerie de construction métallique non précontrainte - Partie 2 : aptitude à l'emploi

Il est exigé un document de contrôle type 2.1 selon NF EN 10204 pour la boulonnerie sur application non précontrainte.

#### Boulonnerie acier au carbone

Toute boulonnerie non inoxydable, dont l'installation est définitive, est en acier de classe de qualité 8.8 au minimum, protégée par galvanisation à chaud selon NF EN ISO 10684 et NF EN ISO 1461.

Les revêtements électrolytiques, zingage, cadmiage, anodisation etc. sont prohibés.

### 3.3.1.4 Boulonnerie Inox

L'utilisation de boulonnerie en acier inoxydable pour des assemblages structurels est prohibée, notamment pour des assemblages à serrage contrôlé.

Ils ne peuvent être utilisés que pour assembler entre eux des éléments accessoires ne participant pas à la résistance ni à la stabilité de l'ossature ou pour assembler des éléments provisoires d'ossature démontés avant la mise en exploitation de l'ouvrage.

Elle est isolée électriquement des autres pièces métalliques.

La boulonnerie inoxydable pour application non précontrainte est de la nuance X20Cr13 ou A4-80 minimum.



### 3.3.1.5 Dispositifs de blocage

Pour les assemblages de structure, les dispositifs de blocage des écrous autorisés sont :

NF EN ISO 2320	Fixations - Écrous autofreinés en acier - Caractéristiques fonctionnelles - Caractéristiques mécaniques et performances
NF EN ISO 10511	Écrous hexagonaux bas autofreinés (à anneau non métallique)
NF EN ISO 10512	Écrous hexagonaux normaux autofreinés (à anneau non métallique) à filetage métrique à pas fin - Classes de qualité 6, 8 et 10 - Écrous hexagonaux autofreinés (à anneau non métallique), style 1, à filetage métrique à pas fin
NF EN ISO 10513	Écrous hexagonaux autofreinés tout métal à filetage métrique à pas fin - Classes de qualité 8, 10 et 12 - Écrous hexagonaux autofreinés tout métal, style 2, à filetage métrique à pas fin
NF EN ISO 7040	Écrous hexagonaux normaux autofreinés (à anneau non métallique) - Classes de qualité 5, 8 et 10 - Écrous hexagonaux autofreinés (à anneau non métallique), style 1
NF EN ISO 7042	Écrous hexagonaux hauts autofreinés tout métal - Classes de qualité 5, 8, 10 et 12 - Écrous hexagonaux autofreinés tout métal, style 2
NF EN ISO 7719	Écrous hexagonaux autofreinés tout métal - Classes de qualité 5, 8 et 10 - Écrous hexagonaux autofreinés tout métal, style 1

### 3.3.2 Éléments de fixation pour éléments minces

Ces éléments sont autorisés sous validation du Maître d'Œuvre.

Les vis autoperceuses et autotaraudeuses sont conformes aux normes suivantes :

ISO 10509	Vis à tôle à tête hexagonale à embase cylindro-tronconique
NF EN ISO 1478	Filetage de vis à tôle ST1,5 à ST9,5 inclus
NF EN ISO 1479	Vis à tôle à tête hexagonale ST 2,2 à ST 9,5
NF EN ISO 1481	Vis à tôle à tête cylindrique large fendue
NF EN ISO 15480	Vis autoperceuses à tête hexagonale à embase plate, avec filetage de vis à tôle
NF EN ISO 2702	Vis à tôle en acier traité thermiquement - Caractéristiques mécaniques
NF EN ISO 3506-4	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier inoxydable résistant à la corrosion - Partie 4 : vis à tôle
NF EN ISO 7049	Vis à tôle à tête cylindrique bombée large à empreinte cruciforme

Les rivets aveugles sont conformes aux normes suivantes :

NF EN ISO 15976	Rivets aveugles à rupture de tige à corps fermé, à tête bombée - St/St
NF EN ISO 15979	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête bombée - St/St
NF EN ISO 15980	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête fraisée - St/St
NF EN ISO 15983	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête bombée - A2/A2
NF EN ISO 15984	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête fraisée - A2/A2

### *3.4 Matériaux et produits pour la protection anticorrosion*

La protection contre la corrosion de tous les éléments métalliques constitutifs de l'ouvrage est réalisée conformément aux prescriptions « Protection des ouvrages métalliques contre la corrosion » et de la NF EN 1090-2. Ces référentiels normatifs sont valables en priorité pour l'ensemble des paragraphes inclus dans la présente partie « Protection anticorrosion », et ne seront donc plus rappelés dans le corps de texte.

#### 3.4.1 Matériaux pour la préparation des surfaces

La nature des matériaux utilisés pour le décapage doit être compatible avec la réglementation existante concernant l'hygiène et la sécurité sur les chantiers – décret n°69.558 du 6 juin 1969, version consolidée au 03 août 2018.

Ils valident notamment les normes suivantes :

NF EN ISO 11124-1	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Spécifications pour abrasifs métalliques destinés à la préparation par projection - Partie 1 : introduction générale et classification
NF EN ISO 11124-2	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Spécifications pour abrasifs métalliques destinés à la préparation par projection - Partie 2 : grenaille angulaire en fonte trempée
NF EN ISO 11124-3	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Spécifications pour abrasifs métalliques destinés à la préparation par projection - Partie 3 : grenaille ronde et angulaire en acier coulé à haut carbone
NF EN ISO 11124-4	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Spécifications pour abrasifs métalliques destinés à la préparation par projection - Partie 4 : grenaille ronde en acier coulé à bas carbone
NF EN ISO 11126-1	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Spécifications pour abrasifs non métalliques destinés à la préparation par projection - Partie 1 : introduction générale et classification
NF EN ISO 11126-3	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Spécifications pour abrasifs non métalliques destinés à la préparation par projection - Partie 3 : scories de raffinage du cuivre
NF EN ISO 11126-4	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Spécifications pour abrasifs non métalliques destinés à la préparation par projection - Partie 4 : cendres fondues
NF EN ISO 11126-5	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Spécifications pour abrasifs non métalliques destinés à la préparation par projection - Partie 5 : scories de nickel
NF EN ISO 11126-6	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Spécifications pour abrasifs non métalliques destinés à la préparation par projection - Partie 6 : scories de four de métallurgie
NF EN ISO 11126-7	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Spécifications pour abrasifs non métalliques destinés à la préparation par projection - Partie 7 : oxyde d'aluminium fondu
NF EN ISO 11126-8	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Spécifications pour abrasifs non métalliques destinés à la préparation par projection - Partie 8 : olivine

**Le degré de soin du subjectile doit être conforme au type de système de peinture adopté.**

**Le décapage à l'abrasif angulaire est préféré au grenailage.**

### 3.4.2 Galvanisation

A priori sans objet. Chapitre pour mémoire.

Les matériaux de galvanisation sont notamment conformes aux normes suivantes :

NF EN ISO 1461	Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier - Spécifications et méthodes d'essai
NF EN 10346	Produits plats en acier revêtus en continu par immersion à chaud pour formage à froid - Conditions techniques de livraison
NF EN ISO 14713-1	Revêtements de zinc - Lignes directrices et recommandations pour la protection contre la corrosion du fer et de l'acier dans les constructions - Partie 1 : principes généraux de conception et résistance à la corrosion
NF EN ISO 14713-2	Revêtements de zinc - Lignes directrices et recommandations pour la protection contre la corrosion du fer et de l'acier dans les constructions - Partie 2 : galvanisation à chaud
NF EN 1179	Zinc et alliages de zinc - Zinc primaire
ISO 752	Zinc en lingots
NF A35-503	Produits sidérurgiques - Exigences pour la galvanisation à chaud d'éléments en acier

La conception des pièces doit être adaptée à ce mode de protection.

Le bain de galvanisation à chaud est notamment conforme à l'article 4.1 de la norme NF EN ISO 1461.

L'épaisseur moyenne est conforme au Fascicule 56 du CCTG soit au minimum 85 µm (classe d'acier 2).

Les réparations, des parties éventuellement endommagées sur le chantier, se font par projection thermique de zinc selon la norme NF EN ISO 2063.

### 3.4.3 Métallisation

A priori sans objet. Chapitre pour mémoire.

La nature et la qualité du zinc ou de l'alliage zinc-aluminium 85-15, fournis sous forme de fil, sont conformes aux spécifications de NF EN ISO 2063-2.

L'application de la métallisation est effectuée après décalaminage par grenaillage.

L'épaisseur minimum de la masse de zinc à appliquer au pistolet en atelier est de 120 µm. Cette application est suivie de l'application immédiate d'un bouche-pore d'épaisseur 15 à 20 µm.

NOTA : Ce bouche-pore ne peut pas être remplacé par le primaire zinc du système de peinture.

La réparation des parties éventuellement endommagées sur le chantier se fait avec une peinture à haute teneur en zinc.

#### 3.4.4 Système de peinture

Le système de peinture correspond à la classe « haute durabilité » de la norme NF EN ISO 12944-1. Il doit bénéficier d'une homologation avec contrôle délivrée par l'ACQPA (Association pour la Certification et la Qualification en peinture Anticorrosion) ou par un autre organisme de certification respectant les critères de la norme NF EN ISO/IEC 17065 et délivrant des certificats sur la base d'un référentiel équivalent.

Tous les produits entrant dans la composition d'un système de peinture proviennent du même fournisseur. Les produits mélangés à la mise en œuvre pour constituer les peintures proviennent également du même fournisseur, y compris les diluants d'application.

Tous les produits font l'objet d'une fiche descriptive donnée par le fournisseur et éventuellement de caractéristiques intégrées dans une fiche de certification de systèmes de peinture.

Le système proposé (peinture) doit présenter un délai de recouvrement de la dernière couche adapté au mode opératoire (défini dans la fiche ACQPA correspondante) et planning de l'entreprise. À savoir, le délai doit permettre d'exécuter des reprises sur site, en cas d'endommagement local de cette couche lors de la manutention ou mise en œuvre de la pièce.

#### 3.4.5 Origine, conditionnement, livraison et stockage

L'origine, le conditionnement, la livraison ainsi que le magasinage des peintures composant le système de protection anticorrosion répondent aux conditions fixées par l'article 2-2 et ses commentaires du Fascicule 56 du CCTG, c'est-à-dire :

- tous les produits entrant dans la composition du système de peinture ou mélangés à la mise en œuvre proviennent du même fournisseur ;
- les produits sont correctement étiquetés avec notamment :
  - le nom et l'adresse du fournisseur ;
  - l'usine de fabrication ;
  - la dénomination commerciale du produit, telle qu'elle figure dans la fiche d'homologation du système dont il est composant ;
  - le numéro de certification y compris pour les couleurs définitives certifiées (par exemple ACQPA XXXXX/C 3002) ;
  - le numéro du lot du produit ;
  - la date de fabrication et la date limite d'emploi du produit ;
  - la référence de destination.

Le reconditionnement éventuel des produits livrés sur chantier doit respecter les deux règles suivantes :

- la propreté des récipients secondaires utilisés pour cette opération doit être telle qu'à aucun moment le produit qu'ils reçoivent ne se trouve pollué ;
- sur chaque récipient sont apposées des étiquettes identiques à celles des produits d'origine comme précisé précédemment.

Avant chaque poste de travail, l'entrepreneur rebute et évacue les produits de recouvrement qui n'ont pas été utilisés dans les délais maxima de durée de vie en pot des mélanges indiqués dans la fiche technique.

#### 3.4.6 Contrôle de la qualité des produits

Il est demandé au fabricant le contrôle de la qualité des peintures conformément à l'article 2.2.4.3.1 du Fascicule 56 du CCTG.

Les peintures composant le système de protection anticorrosion sont soumises à réception par le représentant du Maître d'Œuvre ou du contrôle extérieur chargé de cette réception, qui peut faire procéder, à la charge de l'entrepreneur, pour chaque lot de fabrication à un contrôle de conformité suivant les indications de l'article 2.2.4.3.2 du Fascicule 56 du CCTG.

Les prélèvements éventuels sont effectués par un laboratoire agréé, en présence de l'entrepreneur et du Maître d'Œuvre.

Les peintures ou produits rendus inutilisables à la suite des opérations de contrôle de conformité sont à la charge de l'entrepreneur si le lot n'est pas admis.

#### 3.4.7 Systèmes de peinture autres qu'ACQPA

##### 3.4.7.1 Modalités

Les systèmes ACQPA sont fortement privilégiés par le Titulaire.

Cependant, d'autres systèmes peuvent être présentés, sous réserve d'acceptation du Maître d'Œuvre et du Maître d'Ouvrage au regard des garanties d'équivalence annexées par le Titulaire à sa demande.

Toute demande formulée par le Titulaire et tendant à faire jouer la clause d'équivalence doit être présentée au Maître d'Ouvrage avec tous les documents justificatifs, au moins un mois avant tout acte qui pourrait constituer un début d'approvisionnement.

En particulier, tout produit livré sur le chantier, et pour lequel la clause serait invoquée sans respecter le délai précité, est réputé avoir été livré en contradiction avec les clauses du marché et doit donc être immédiatement retiré, sans préjudice des frais directs ou indirects de retard ou d'arrêt du chantier.

Le Maître d'Ouvrage dispose d'un délai de 30 jours calendaires pour accepter ou refuser le produit proposé.

##### 3.4.7.2 Autre système certifié

Peut être présenté un système certifié par un organisme autre que l'ACQPA, respectant les critères de la NF EN ISO/IEC 17065 et délivrant des certificats sur la base d'un référentiel équivalent.

Dans le cas de référence à des marques de qualité françaises (ex : ACQPA), le Titulaire peut proposer au Maître d'Ouvrage des produits qui bénéficient de modes de preuves en vigueur dans d'autres États membres de l'Espace Économique Européen, qu'il estime équivalents et qui sont attestés par des organismes signataires des accords dits « E.A. » ou, à défaut, fournissant la preuve de leur conformité à la norme NF EN 45011 ou NF EN 45013. Le titulaire du marché devra alors apporter au Maître d'Ouvrage les éléments de preuve qui sont nécessaires à l'appréciation de l'équivalence.

#### 3.4.7.3 Autre système non certifié

Tout autre système de peinture autre qu'un système de peintures certifié est pros crit.

En cas spécifique dument justifié par le Titulaire, un tel système peut être proposé à l'agrément du Maître d'Œuvre dans une demande de dérogation avec les renseignements suivants :

- la désignation des produits ;
- l'indication du nombre de couches ;
- les épaisseurs sèches de chaque couche ;
- des références d'emploi ;
- le niveau de garantie anticorrosion ;
- les justificatifs étayant sa proposition.



### *3.5 Matériaux et produits pour les mécanismes*

#### 3.5.1 Aciers pour les organes mécaniques

##### 3.5.1.1 Qualité des aciers

Les aciers répondent aux normes suivantes :

NF EN ISO 683	Aciers pour traitement thermique, aciers alliés et aciers pour décolletage - Partie 1 et 2
NF EN 10250	Pièces forgées en acier pour usage général - Partie 1 à 4
NF EN 10293	Aciers moulés - Aciers moulés d'usage général

**La nuance utilisée est suffisante pour valider les contraintes de dimensionnement.**

Les aciers mécaniques, notamment pour les axes, seront de nuance 42CrMo4 suivant NF EN 10027.

Les aciers inoxydables, seront de nuance X30Cr13 suivant NF EN 10088.

##### 3.5.1.2 Contrôles et traçabilité

Il est exigé un document de contrôle type 3.1 selon NF EN 10204 et NF EN 10168.

Les pièces mécaniques moulées sont livrées avec relevé de contrôle, conformément aux dispositions prévues à la norme NF EN 1559 - Partie 1 ainsi qu'à la partie spécifique relative matériau utilisé pour la réalisation de la pièce moulée (Partie 2 : pièces moulées en acier, Partie 3 : pièces moulées en fonte).

#### 3.5.2 Bronze

Le bronze équipant les rotules ou baguant les axes de rotation a la nuance CuSn12 selon la norme NF EN 1982, de type PAN - Bronze 12 ou équivalent.

Les bagues sont munies d'hélices de graissage et les montages équipés des graisseurs adaptés.

#### 3.5.3 Ressort

Pour les ressorts, peuvent être utilisés des élastomères, des ressorts cylindriques et des rondelles-ressorts.

On veille à la résistance des aciers des ressorts contre la fragilité engendrée par l'hydrogène (essai selon DIN 50969-2).

Sont évitées l'utilisation de rondelles-ressorts immergées en acier inoxydable.

Pour les ressorts élastomères, on veille à la résistance à l'hydrolyse et aux UV lors du choix de qualité, en fonction de l'emplacement prévu. On veille de même au comportement en gonflement du matériau pour les emplacements immergés.

En cas de montage en capsule, on veille à ce que celle-ci présente un volume suffisamment important en raison de l'incompressibilité de l'élastomère, afin que le ressort puisse se déformer librement. La documentation technique comprend la courbe caractéristique du ressort.

#### 3.5.4 Graissage / lubrification des éléments mécaniques

En cas d'articulation nécessitant un graissage périodique, le système des cartouches de graissage doit être retenu. Le remplacement de ces cartouches doit être facile et celles-ci accessibles.

Les lubrifiants, huile ou graisse, sont biodégradables en accord avec la Loi n°2006-11 du 05/01/2006 d'orientation agricole (LOA).

### *3.6 Bois*

#### 3.6.1 Défenses de porte et bois d'étanchéité

Les bois de défenses ou d'appuis son en cœur de chêne certifié PEFC ou FSC.

### *3.7 Matériaux et produits de synthèse*

#### 3.7.1 Étanchéités de bouchure

Le matériau constitutif des joints d'étanchéité des bouchures est le polychloroprène (CR, Néoprène). Autant que possible on choisira une dureté Shore-A 65  $\pm$ 5 selon NF ISO 48-4.

Les tolérances de fabrication sont conformes à la norme NF ISO 3302-2. Les tolérances sur les produits extrudés sont de catégorie 3 (qualité usuelle commerciale).

Ce système d'étanchéité doit tenir compte de la conception des batardeaux et de leur mode de fonctionnement (charges, déformation de structure, répartition de la descente de charges).

Le matériau choisi doit présenter les garanties suffisantes vis-à-vis de certains paramètres :

- conditions climatiques (température, lumière solaire, ultraviolets...) ;
- l'abrasion des surfaces soumises au frottement ;
- qualité de l'eau (éléments abrasifs, corps solides flottants, hydrocarbures, bactéries...) ;
- pression hydrostatique ;
- conditions de manœuvre.

Le PAQ définit la nature, la provenance et les méthodes de mise en œuvre de l'étanchéité.

Pour le joint massif qui reprend les efforts hydrauliques (lot 1), le titulaire prévoit un essai de compression sur un tronçon de joint dont la longueur sera à adapter en fonction de la

capacité de la presse qui sera utilisée. La longueur devra au moins être égale à 5 pas de boulonnage.

Afin que l'essai ne soit pas pollué par la déformation des pièces en acier qui prendrons le joint en sandwich, ces dernières devront avoir l'inertie suffisante pour que leur déplacement en flexion 3 point reste inférieur à 2% de l'écrasement du joint sous un même effort.

Le titulaire fournit la procédure de mise en place des essais, une fiche d'étalonnage de la presse utilisée et un rapport d'essais. La force à mettre en place résulte de la charge linéique maximale calculée dans la NDC, frappée du coefficient de majoration ELU.

Doivent être constatés

- la concordance de la courbe d'écrasement avec la courbe pressentie dans la note de calcul du joint (à soumettre au MOE)
- le retour élastique du joint
- l'absence de déchirements
- la tenue des boulons

5 mises en charge au minimum doivent être effectuées afin d'obtenir une répétabilité de l'essai.

Le mode de fixation du joint d'essais doit être représentatif de ce qui sera réalisé sur le bateau porte.

#### 3.7.2 Défenses pour butées ou appuis

Les défenses et patins destinées à servir de butées ou d'appuis sont en plastique dur à faible coefficient de friction et faible taux d'absorption d'eau (PEHD ou équivalent).

### *3.8 Interchangeabilité*

Toute pièce détachée ou sous-ensemble susceptible d'être fourni en maintenance, doit pouvoir être remplacé sans qu'il soit nécessaire de procéder à des réglages ou ajustages autres que ceux qui sont normalement pratiqués par le personnel qualifié pour effectuer l'opération en cause et tels qu'ils sont décrits dans le manuel de réparation ou le dossier d'exécution.

### *3.9 Matériaux non dénommés*

Tous les matériaux, matières et fournitures utilisés dans la constitution des ouvrages principaux et connexes et qui ne sont pas explicités dans le présent C.C.T.P. devront satisfaire aux conditions des Fascicules du C.C.T.G et aux normes françaises en vigueur.

Leur utilisation est soumise à l'agrément du Maître d'Œuvre sur proposition de l'entrepreneur. Ils sont choisis parmi ceux reconnus par le Maître d'Œuvre comme répondant aux conditions d'emploi ou de fonctionnement auxquels ils sont soumis.

Leur agrément est subordonné à la production des procès-verbaux d'essais, références et échantillons établissant complètement que ces matériaux sont bien adaptés à ces conditions.

## 4. Mode d'exécution des travaux

---

### 4.1 Prescriptions générales

#### 4.1.1 Généralités

D'une manière générale, l'Entrepreneur doit se référer aux prescriptions du Cahier des Clauses Techniques Générales, des Documents Techniques Unifiés et des normes définis au CCTP.

Pendant la période de préparation, le Titulaire prend toutes les dispositions nécessaires de reconnaissance du site du chantier.

L'Entreprise doit l'ensemble des documents et prestations décrites au présent CCTP, ainsi que le respect des délais exigés quant à la délivrance des livrables.

Elle tient compte dans son organisation des contraintes spécifiées dans le présent marché ainsi que des modalités de contrôles définies, en particulier des délais de réponses mentionnés. Il est rappelé que tout retard entraîné sur le chantier ne peut être justifié par ces délais contractuels, jugés inclus dans l'organisation de l'Entreprise.

#### 4.1.2 Connaissance de l'état des lieux

Le Titulaire déclare avoir entière connaissance des contraintes et dispositions énoncés.

L'Entrepreneur, pour établir son offre, s'est rendu compte également de l'emplacement des travaux, de leur importance et des difficultés de toutes sortes qu'il pourrait rencontrer.

L'Attributaire des travaux ne peut élever aucune réclamation ni prétendre à aucune augmentation de prix du fait des difficultés d'exploitation spéciale, de quelque nature qu'elles soient et dont il doit, avant le dépôt de son offre, mesurer toute l'importance.

#### 4.1.3 Ordonnancement, pilotage et coordination

Le Titulaire est chargé du pilotage des travaux inclus dans son lot.

À ce titre, il doit assurer les prestations suivantes :

- organiser, ordonnancer et planifier les travaux, ainsi que l'intervention des éventuels sous-traitants en vue d'harmoniser l'action des différents intervenants ;
- animer, suivre et relancer toutes les actions nécessaires au bon déroulement des travaux et au respect des plannings ;
- vérifier les moyens mis en œuvre et proposer les mesures correctives ;
- piloter l'ensemble des travaux et prestations, depuis l'entrée en vigueur du marché jusqu'aux essais de réception des ouvrages ;
- s'assurer que l'ensemble des intervenants transmet au Maître d'Œuvre les documents demandés dans les délais prévus, et en vérifier la cohérence ;
- **effectuer et s'assurer de la synthèse des études d'exécution, notamment aux interfaces entre sous-traitant et entre métiers ;**
- organiser entre les divers intervenants toute réunion de coordination qu'il jugera utile ;
- rédiger et transmettre au Maître d'Œuvre les comptes rendus de ces réunions ;
- tenir le Maître d'Œuvre informé du déroulement des travaux.

Les frais correspondants sont réputés inclus dans les prix généraux du marché.

## 4.2 Gestion du contrôle de l'exécution

### 4.2.1 Description de l'organisation générale du contrôle de l'exécution

On distingue trois niveaux de contrôle :

- **Contrôle intérieur**, de la responsabilité de l'entreprise :
  - **Contrôle interne** à la chaîne de production, exécuté selon les procédures qualité propres à chaque entreprise.
  - **Contrôle externe** au sein de chaque entreprise par le responsable qualité (qui peut être nommé spécialement pour le marché) qui est indépendant de la chaîne de production. Ce contrôle porte plus particulièrement sur le respect des dispositions d'organisation Qualité indiquées dans les PAQ de chaque entreprise.
- **Contrôle extérieur** à l'entreprise. Ces contrôles extérieurs peuvent être faits directement par les services du Maître d'Œuvre et dans ce cas à sa charge, ou commandés auprès de bureaux de contrôle technique à la charge du Maître d'Ouvrage.

En cas de défaillance de l'entreprise en ce qui concerne son contrôle interne, le Maître d'Œuvre peut faire intervenir un contrôle extérieur après mise en demeure restée sans effet. Les frais correspondants sont à la charge de l'Entrepreneur.

L'enregistrement de ces contrôles constitue les documents de suivi d'exécution.

### 4.2.2 Contrôle extérieur à l'entreprise

#### 4.2.2.1 Contrôleurs extérieurs autres que le Maître d'Œuvre

Le Maître d'ouvrage peut mandater des contrôleurs pour réaliser des contrôles de l'exécution des prestations du présent marché. Les contrôles extérieurs ne dispensent pas l'Entrepreneur de son contrôle interne.

Les contrôles envisagés concernent :

- Soudures
- Peintures

Le Titulaire s'assure que le contrôleur puisse se rendre sur les lieux de fabrication et ait accès aux éléments qu'il doit contrôler. Pour ce faire, il communique auprès des contrôleurs extérieurs son planning de fabrication et organise avec eux les lieux et dates de visite.

Les avis émis par le(s) contrôleur(s) extérieur(s) doivent être pris en compte au même titre que le VISA ou l'avis du Maître d'Œuvre. Le Titulaire fait diligence en interne et auprès de ses sous-traitants pour apporter les réponses nécessaires et effectuer les réparations/modifications inhérentes au contrôle.



#### 4.2.2.2 Dispositions du contrôle extérieur du Maître d'Œuvre

Le contrôle extérieur du Maître d'Œuvre comprend notamment les prestations suivantes :

- le contrôle des notes d'hypothèses, plans d'exécution, notes de calculs ;
- le contrôle des procédures d'exécution, notamment celles définies au §4.3.5;
- la vérification du respect du PAQ. Cette phase permet de vérifier que les opérations réalisées par le Titulaire du marché le sont effectivement et que les décisions nécessaires en cas de résultat non conforme sont effectivement prises. Le Maître d'Œuvre peut, si nécessaire, faire effectuer un audit de l'organisation chargée des contrôles par un organisme extérieur habilité ;
- le contrôle de la bonne exécution des épreuves et essais ;
- les contrôles de conformité des fournitures et matériaux employés ;

#### 4.2.2.3 VISA du Maître d'Œuvre

Tous les documents préalables à l'exécution et les documents d'études relatifs aux équipements du présent marché (structures, mécanismes, équipements électriques, ...) sont soumis au VISA du Maître d'Œuvre. Le Maître d'Œuvre se réserve le droit d'exiger de l'Entreprise des procédures d'exécution ou des demandes d'agrément de fournitures particulières supplémentaires.

Après réception des documents, le Maître d'Œuvre remet son agrément, appose son VISA ou signifie ses demandes de modifications à l'Entreprise, dans un délai de 15 jours calendaires. Ce travail de VISA se solde par l'envoi d'une note d'observations dont la conclusion est codifiée :

<b>REF</b>	Refusé : Document non accepté en l'état, à resoumettre au VISA document présentant une non-conformité telle que les travaux ne peuvent être exécutés
<b>VAO</b>	Visé Avec Observation(s) : les observations ne sont pas suspensives de l'exécution des travaux, mais doivent être prises en compte par l'entreprise dans une nouvelle version du document, qui est à représenter au VISA
<b>VSO</b>	Visé Sans Observation : Le document peut être édité à l'état Bon Pour Exécution (B.P.E.).
<b>HM</b>	Hors mission : Document ne relevant pas de la mission VISA du Maître d'Œuvre

Le VISA correspond à un point d'arrêt avant fabrication.

Lorsque le Maître d'Œuvre et le Contrôleur Technique auront signifié leur approbation, le document sera rediffusé par l'Entrepreneur à l'indice correspondant, revêtu d'une mention « Bon Pour Exécution » (BPE).

#### 4.2.2.4 AVIS du Maître d'Œuvre

Les documents n'étant pas soumis au VISA du Maître d'Œuvre peuvent faire l'objet d'un avis de celui-ci s'il le juge nécessaire.

Cet avis n'a pas le caractère d'un point d'arrêt. Le Titulaire doit cependant prendre en compte les observations qui lui sont faites et diligenter les opérations induites par ces observations.

#### 4.2.3 Points critiques et points d'arrêts

##### 4.2.3.1 Points critiques

Un point critique correspond à un point de l'exécution qui nécessite une matérialisation du contrôle interne sur un document de suivi d'exécution ainsi qu'une information préalable du contrôle extérieur pour qu'il puisse, s'il le juge utile, effectuer son contrôle.

L'intervention du contrôle extérieur n'est pas nécessaire à la poursuite de l'exécution.

Les différents Fascicules du Cahier des Clauses Techniques Générales Travaux (CCTG) fixent un certain nombre de points critiques. L'Entreprise est libre d'ajouter ses propres points critiques pour matérialiser son suivi de la qualité.

Le Maître d'Œuvre se réserve le droit d'ajouter des points critiques selon sa perception des besoins des travaux.

##### 4.2.3.2 Points d'arrêts

La levée des points d'arrêt est toujours basée sur les contrôles internes et externes de l'entreprise. D'autres points d'arrêts peuvent être définis avec le Maître d'Œuvre, lors de la mise au point des procédures Qualité.

La poursuite des travaux ne peut être engagée sans l'accord écrit et explicite du Maître d'Œuvre. En revanche, la non-levée d'un point d'arrêt par le Maître d'Œuvre n'entraîne pas une prolongation du délai d'exécution, étant entendu que l'Entreprise doit inclure les modalités des contrôles et de leur vérification par le Maître d'Œuvre dans son programme.

Les délais de levée des points d'arrêt doivent apparaître dans le programme détaillé d'exécution des travaux.

Le Maître d'Œuvre se réserve le droit d'exiger, aux frais de l'Entreprise, tout complément, document ou contrôle supplémentaire qu'il juge nécessaire pour lever le point d'arrêt.

L'Entreprise doit prévenir le Maître d'Œuvre au moins cinq (5) jours ouvrés avant un point d'arrêt, sauf proposition particulière de l'entreprise acceptée par le Maître d'Œuvre. L'Entreprise présente lors de cette sollicitation le dossier de construction à date contenant **les documents de suivi d'exécution complets** permettant la levée du point d'arrêt concerné.

#### 4.2.4 Liste préliminaire des points de contrôle

La liste ci-après, non exhaustive, et à compléter par l'Entreprise, donne des points d'arrêt obligatoires à inscrire au PAQ :

Désignation	Type*	Production de document
<b>Structure métallique (Fascicule 66 §4.2.2)</b>		
<b>En phase études</b>		
Autorisation de départ des travaux	<b>PA</b>	VISA BPE des documents d'exécution
<b>En atelier</b>		
Autorisation de souder	<b>PA</b>	CCPU des produits mis en œuvre Cahier de soudage contenant DMOS et PV de QMOS Certificats de qualification des soudeurs
Contrôle des soudures et contrôle dimensionnel	PC	PV de contrôle des soudures PV de contrôle dimensionnel
Lot 1 : <b>montage à blanc</b> en configuration 31m puis 33m	<b>PA</b>	PV Contrôle dimensionnel (respect de cotes attendues, alignement des éléments, continuité de l'étanchéité, etc)
Validation de l'essais du joint massif (lot 1)	<b>PA</b>	Validation des caractéristiques attendues pour le joint par essais sous presse d'un tronçon de joint
Lot 2 : <b>empilement à blanc</b>	<b>PA</b>	PV Contrôle dimensionnel, alignements, jeux, ...
Autorisation d'expédition	<b>PA</b>	PV de contrôle soudures et contrôle dimensionnel Fiches de contrôle des tolérances géométriques
<b>Sur chantier</b>		
Autorisation de souder (le cas nécessitant)	<b>PA</b>	CCPU des produits mis en œuvre Cahier de soudage contenant DMOS et PV de QMOS Certificats de qualification des soudeurs
Contrôle des soudures et contrôle dimensionnel	PC	PV de contrôle des soudures PV de contrôle dimensionnel
Autorisation de montage et de mise en place	<b>PA</b>	Attestations de vérification relatives au matériel de montage ; PV de réception des éventuelles soudures exécutées sur le chantier
<b>Protection anticorrosion (Fascicule 56 article 3.2.1.2.1.2)</b>		
<b>En atelier ou sur chantier</b>		
Autorisation de réalisation de la convenance	<b>PA</b>	PAQ atelier Contrôles soudure + contrôles dimensionnels Programme d'exécution de la protection anticorrosion
Essais de convenance	PC	Certificats ACQPA des exécutants Documents de suivi d'exécution - contrôle interne permettant de statuer sur la préparation des surfaces Validation de l'épreuve de convenance
Autorisation des travaux de protection en atelier	<b>PA</b>	Planning d'exécution des travaux Documents de suivi d'exécution des épreuves de convenance + fiches de traitement des non-conformités associées
Décapage et application du primaire	PC	Certificats ACQPA des opérateurs Documents de suivi d'exécution - contrôle interne permettant de statuer sur la préparation des surfaces et l'application des produits
Application de chaque couche	PC	Certificats ACQPA des opérateurs Documents de suivi d'exécution - contrôle interne permettant de statuer sur l'application des produits
Autorisation d'expédier**	<b>PA</b>	Documents de suivi d'exécution des points précédents Fiche de traitement des non-conformités
Autorisation de repliement du matériel d'application de la protection anticorrosion	<b>PA</b>	Documents de suivi d'exécution des points précédents Fiche de traitement des non-conformités

\* Point Critique (PC), Point d'arrêt (PA)

\*\*Points applicables en atelier uniquement

## 4.3 Documents à produire

### 4.3.1 Récapitulatif

Un récapitulatif des différents documents à remettre est retracé dans le tableau suivant :

Description	Date de 1 <sup>ère</sup> émission
<b>Période de préparation (2 mois)</b>	<b>Démarrage par OS1</b>
Plan d'assurance qualité (PAQ) <ul style="list-style-type: none"> <li>- PAQ général</li> <li>- PAQ protection anticorrosion</li> <li>- PAQ métallerie</li> </ul>	OS1 + 30 jours calendaires
Programme d'exécution des travaux (PET) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calendrier des travaux</li> <li>- Liste des matériels</li> <li>- Projet d'installation de chantier (PIC)</li> <li>- Plan général de circulation</li> </ul>	OS1 + 30 jours calendaires
Plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS)	OS1 + 30 jours calendaires
Programme de respect de l'environnement (PRE) <ul style="list-style-type: none"> <li>- SOGED</li> <li>- SOPAE</li> </ul>	OS1 + 30 jours calendaires
<b>Pendant les études d'exécution</b>	
Programme des études d'exécution	OS1 + 30 jours calendaires
Base des études d'exécutions (note d'hypothèse)	
Notes de calcul <ul style="list-style-type: none"> <li>- Note de calcul des structures</li> <li>- Note de calcul des descentes de charge sur le génie civil</li> <li>- Note de stabilité en flottaison (lot 1 et lot 3)</li> <li>- Note de calcul des joints élastomère</li> <li>- Rapport d'essais de joint massif (lot 1)</li> </ul> Dessins d'exécution	
<b>Pendant la phase de travaux</b>	<b>Démarrage par OS2</b>
Programmes particuliers de métallerie : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programme de soudage (dont plans de soudage)</li> <li>- Programme d'exécution de la protection anticorrosion</li> <li>- Programme de transport</li> <li>- Programme de montage</li> <li>- Programme d'essais de batardage sur site</li> <li>- Procédure de changement de configuration 31/33m (lot 1)</li> <li>- Programme d'épreuves</li> </ul>	15 jours calendaires avant réalisation des travaux concernés
Documents de suivi (certificats, PV...)	
<b>Après l'exécution</b>	
Dossier d'ouvrage exécuté (DOE)	Réception + 1 mois

Le détail des exigences sur les différents documents est donné dans les parties suivantes.

#### 4.3.2 Modalités de transmission des documents

##### 4.3.2.1 Présentation des dossiers d'exécution

Tous les documents sont complets et indélébiles, établis d'une façon parfaitement lisible.

Les documents doivent porter un titre et un numéro d'ordre. Ils doivent être datés et signés par leur auteur et, le cas échéant, par le responsable de l'Entreprise qui a délégation pour décider de leur envoi au Maître d'Œuvre.

Toute modification doit être consignée sur les documents, datée et signée. Pour les documents écrits, les modifications sont retracées dans le corps de texte par une indication spécifique (surlignage, marque en marge, ...). Pour les plans, les modifications sont entourées par un « nuage » afin d'identifier de manière directe les changements entre indices.

Les plans et dessins sont entièrement cotés et dressés à une échelle suffisante pour une parfaite compréhension, ils portent les indications permettant une identification rapide et sûre de leur objet.

Il est de la prestation de l'Entrepreneur de proposer une nomenclature et un cartouche type qui est conservé pendant toute la durée du chantier. Ces éléments sont soumis à validation du Maître d'Œuvre et du Maître d'Ouvrage.

Tous les plans sont impérativement établis sous AUTOCAD (dernière version disponible au moment de l'ordre de service de démarrage des travaux), afin de permettre un contrôle de synthèse et une uniformisation des plans. Il n'est pas accepté de fichiers aux formats informatiques autres que DWG. Ils seront aussi fournis au format .pdf

D'une manière générale, l'ensemble des documents remis après exécution sont remis sous format papier + numérique (fichiers compatibles AUTOCAD – DWG, PDF, WORD, EXCEL, etc.). Les documents originaux ou manuscrits sont numérisés sous format .pdf.

Les plans et documents, y compris ceux concernant des matériels étrangers, doivent être entièrement rédigés en français et au système métrique.

##### 4.3.2.2 Envoi

Tous les documents d'exécution sont fournis au Maître d'Œuvre, au Contrôleur Technique et au Maître d'Ouvrage.

Les envois des documents sont effectués au format électronique par mail ou tout moyen de transfert au Maître d'Œuvre ou de son représentant ainsi qu'au Maître d'Ouvrage, ou de son représentant, en copie.

Ces messages et pièces jointes ou échanges dématérialisés doivent permettre d'attester de façon certaine la date et l'heure de communication ainsi que le contenu exact des informations communiquées. Pour cela, un bordereau d'envoi formalisé est associé.

#### 4.3.3 Documents à fournir pendant la phase de préparation

##### 4.3.3.1 Plan d'Assurance Qualité (PAQ)

###### *4.3.3.1.1 Dispositions générales*

Le PAQ, au sens de ISO 9000, définit, selon des procédures écrites, l'ensemble des dispositions préétablies que les entreprises ont l'intention de mettre en œuvre et qui sont destinées à donner au Maître d'Œuvre l'assurance que la qualité requise sera atteinte.

Le PAQ doit couvrir l'ensemble des travaux, et en particulier :

- les travaux sur les structures acier (PAQ métallerie) ;
- les travaux de mise en peinture (PAQ protection anticorrosion) ;
- les travaux de tuyauterie, d'électricité et contrôle commande, le cas échéant.

Le PAQ peut être scindé en fonction des différents intervenants (sous-traitants, cotraitants...). Dans ce cas, la note d'organisation générale identifie clairement les sous-traitants et cotraitants, ainsi que la ventilation des travaux selon les intervenants, et annexe leurs PAQ respectifs.

En particulier, les interfaces et les contrôles effectués entre les différents intervenants sont identifiés et décrits.

**Il est précisé que l'ensemble des PAQ des sous-traitants sont obligatoirement à fournir.** Si un sous-traitant est choisi après la notification du marché, son PAQ est à transmettre dans le respect des délais cités dans le présent CCTP.

Les modalités d'exécution peuvent évoluer au cours du marché. Le PAQ est à mettre à jour en conséquence.

Le PAQ définitif, conforme à l'exécution, accompagné de tous les résultats des contrôles, épreuves et essais divers, fait partie du DOE.

###### *4.3.3.1.2 Exigences générales sur le contenu*

Le PAQ suit les lignes directrices de l'ISO 10005, et comprend pour chaque type de travaux les éléments suivants :

- une note d'organisation générale ;
- le dossier qualité préalable à l'exécution ;
- les documents de suivi d'exécution.

###### *4.3.3.1.2.1 Note d'organisation générale*

La construction de la note d'organisation générale indique notamment :

- l'identification des parties concernées : Maître d'Ouvrage, Maîtrise d'Œuvre, entrepreneur, sous-traitants et fournisseurs principaux ;
- les références aux documents contractuels du marché ;
- l'identification des travaux (par ensemble, et/ou corps de métier) ;

- une revue des exigences du cahier des charges comparées aux capacités d'exécution ;
- un organigramme général ;
- un organigramme dévolu au projet, désignant les personnels d'encadrement responsables de chaque aspect de l'exécution (études, fabrication, mise en œuvre...), avec indication de leurs fonctions, responsabilités au sein du projet, qualifications et références professionnelles (dont curriculum vitae) ;
- l'organisation du chantier avec :
  - l'affectation des tâches entre les différents cotraitants, sous-traitants, et fournisseurs (notamment le bureau des études d'exécution, le ou les organismes chargés du contrôle externe) avec les noms et coordonnées des personnes responsables : nom du directeur de travaux, du chargé des ouvrages provisoires et du responsable de la sécurité. Le directeur des travaux peut éventuellement être responsable de la sécurité et chargé des ouvrages provisoires (COP) ;
  - les dispositions concernant la planification et la coordination entre les différents acteurs du projet (moyens de communications, interfaçage avec les cotraitants et les sous-traitants...) ;
  - les moyens en personnel mis effectivement en place sur le chantier des différents cotraitants et sous-traitants avec les références des personnels d'encadrement, notamment la personne responsable des travaux, le chargé du contrôle interne, le chargé du contrôle externe, le responsable de la qualité et de la sécurité ;
  - les moyens généraux en matériels des différents cotraitants et sous-traitants ;
- les dispositions prises pour maîtriser les écarts, modifications et dérogations survenues sur le projet ;
- les principes et modalités d'organisation du contrôle interne et externe :
  - définition des points d'arrêt et points critiques ;
  - attribution des responsabilités pour chaque tâche de contrôle (désignation du responsable du contrôle) ;
  - partage des contrôles avec les différents cotraitants et les sous-traitants ;
  - établissement du plan de contrôle (LOFC par exemple), qui stipule notamment la liste des actions à contrôler, le type de contrôle (interne, externe, extérieur), la fréquence (aléatoire ou systématique), la nature du contrôle (PC ou PA), les délais de préavis et de réponse ;
  - les dispositions de gestion des non-conformités ;
- les PAQ des cotraitants et sous-traitants, avec mention des articulations entre ces plans et avec le PAQ du Titulaire ;
- la désignation des différentes procédures d'exécution qui sont renseignées pendant les travaux et intégrées au dossier qualité, ainsi que leurs cadres prédéfinis.

#### *4.3.3.1.2.2 Dossier qualité préalable à l'exécution*

Le dossier qualité a pour but de présenter les dispositions détaillées mise en œuvre par l'Entreprise, sur chaque phase des travaux liée à un ouvrage ou partie d'ouvrage, afin de garantir les exigences de qualité.



Sauf dispositions différentes du PAQ approuvées par le Maître d'Œuvre et permettant d'avoir une assurance de la qualité comparable, le contenu détaillé des procédures à fournir doit comprendre au minimum les éléments suivants :

- les travaux faisant l'objet de la procédure ;
- les documents de référence (pièces du marché, spécifications techniques détaillées, plans d'exécution, notes de calculs) ;
- les moyens prévus pour la réalisation relevant de la tâche considérée :
  - en personnel, avec description de la qualification des intervenants et références pour le personnel d'encadrement ;
  - les matériels, avec fourniture des agréments éventuels ;
- les matériaux et fournitures mis en œuvre, en précisant : la qualité, l'origine, les références exactes, et les certifications de produits éventuelles ;
- les modes opératoires et instructions pour l'exécution de cette tâche ;
- les conditions d'exercice du contrôle interne et externe en précisant :
  - les intervenants (contrôle interne, contrôleurs techniques...) ;
  - les essais ou épreuves ;
  - la nature des contrôles ;
  - les points sensibles (PC ou PA) ainsi que les délais associés (préavis et réponse) ;
- les procédures de contrôle et d'essais incluant :
  - l'étendue du contrôle ;
  - les critères d'acceptation ;
  - les actions à entreprendre pour traiter les non-conformités, les corrections et les dérogations ;
  - les procédures de validation/rejet.

#### *4.3.3.1.2.3 Documents de suivi d'exécution*

Les documents de suivi d'exécution permettent de recueillir les informations sur les conditions de l'exécution et matérialiser, afin de les valider, les actions du contrôle interne et externe.

Ils contiennent les enregistrements des contrôles et vérifications réalisés, ou qui démontrent les qualifications et certifications des moyens mis en œuvre. Ils sont généralement constitués des procès-verbaux (PV) et fiches de contrôle interne et externe à l'Entreprise.

Les documents de suivi d'exécution relatifs aux points d'arrêt qui conditionnent la poursuite de l'exécution, doivent être produits avant que le point d'arrêt ne soit levé

Ils doivent être tenus à la disposition du Maître d'Œuvre mais ne font pas l'objet d'une production systématique, exceptés les documents relatifs aux points d'arrêt.

Les PV ou fiche de contrôle des essais relevant des contrôles internes et externes sont communiqués au Maître d'Œuvre à l'avancement des travaux.

Les cadres des documents de suivi d'exécution font partie du PAQ et sont donc soumis au VISA du Maître d'Œuvre avant les phases correspondantes d'exécution.

#### 4.3.3.1.3 PAQ métallerie

Un plan d'assurance qualité métallerie conforme au §4.2 du Fascicule 66 du CCTG, au §4.2 et à l'Annexe C de la norme NF EN 1090-2, doit être établi par le constructeur et soumis au VISA du Maître d'Œuvre.

En complément des exigences générales sur le contenu, définies dans les parties précédentes du présent CCTP, ces normes exigent notamment :

- pour le dossier qualité :
  - l'ensemble des certificats relatifs aux produits constitutif des ouvrages, y compris les consommables et produits d'apports de soudage ;
  - les programmes particuliers de travaux suivants (décrits dans la suite du présent CCTP) :
    - un programme de soudage ;
    - les programmes de transport ;
    - les programmes de montage et réglages sur chantier, intégrant le calcul des ouvrages provisoire en annexe.
- pour les documents de suivi :
  - les documents de traçabilité des produits constitutifs ;
  - les rapports de contrôles et d'essais, ainsi que le traitement des non-conformités pour :
    - la préparation des faces à souder avant soudage ;
    - le soudage et ensemble soudés achevés ;
    - les tolérances géométriques des éléments fabriqués ;
    - les préparations et traitement des surfaces ;
    - l'étalonnage des équipements dont notamment les matériels utilisés pour le serrage contrôlé.
  - les PV des divers montages à blanc en atelier, annexé à la procédure de montage associée.

#### 4.3.3.1.4 PAQ anticorrosion

Un plan d'assurance qualité protection anticorrosion conforme aux §1.6.2, §3.1.2 et §4.2.2 du Fascicule 56 du CCTG, doit être établi par le constructeur et soumis au VISA du Maître d'Œuvre. Sauf dispositions particulières, le PAQ est composé de deux parties : « PAQ atelier » et « PAQ site ».

En complément des exigences générales sur le contenu, définies dans les parties précédentes du présent CCTP, il contient notamment :

- Pour la note d'organisation générale :
  - un programme de phasage des opérations de protection anticorrosion en atelier et sur site ;
  - les plannings prévisionnels d'exécution ;
  - la liste nominative des opérateurs, agents d'encadrement, et agents de contrôle, ainsi que l'organigramme établissant les responsabilités ;
  - les certificats ACQPA des opérateurs à jour (numéro, date de validité, niveaux et options) ;
  - les certificats ACQPA/FROSIO des contrôleurs ;
  - les modalités et l'organisation du contrôle de la préparation ;
  - les modalités de traitement des non-conformités ;
- pour le dossier qualité :
  - une notice présentant les dispositions constructives permettant d'assurer la conformité des travaux à la norme NF EN ISO 12944-3 (conception et dispositions constructives) ;
  - un programme d'exécution de la protection anticorrosion (décrit au §0) comprenant :
    - les plans de mise en application de la protection ;
  - les cadres de fiches de contrôle :
    - épreuves de convenance ;
    - contrôle final d'aspect géométrique et des soudures ;
    - contrôle de la qualité de la galvanisation (épaisseur, adhérence, ...) ;
    - colisage ;
    - contrôle de l'application de la peinture ;
- pour les documents de suivi :
  - le certificat ACQPA (ou équivalent) des systèmes de peinture ;
  - les fiches techniques des peintures constituant le système ;
  - les fiches techniques des matériaux de préparation de surface ;
  - les certificats de stabilité colorimétrique de la finition le cas échéant ;
  - les fiches de préparation de surfaces, comportant :
    - les noms des opérateurs ;
    - date et temps passé ;
    - conditions climatiques (hygrométrie, température de l'air et du subjectile, point de rosée du subjectile) ;
  - les fiches d'application des produits, comportant :
    - les noms des opérateurs ;
    - date et temps passé ;

- référence des lots utilisés de fil métallique (métallisation) et de peinture ainsi que nature et quantités éventuelles de diluant ;
- temps écoulé entre la fin de la préparation de surface et l'application du primaire ainsi qu'entre les couches suivantes ;
- conditions climatiques pendant l'application et le séchage de chaque couche (hygrométrie, température de l'air et du subjectile, point de rosée du subjectile) ;
- tout problème survenu en cours d'exécution et pouvant avoir une incidence sur la qualité du résultat à obtenir ;
- les fiches de traitement des non-conformités.

#### 4.3.3.2 Programme d'exécution des travaux (PET)

Se référer aux articles 28.2 du CCAG, 4.2.1.1 du Fascicule 65 du CCTG, art. III.1.4 du Fascicule 66 du CCTG.

L'Entrepreneur fournit au Maître d'Œuvre le programme d'exécution des travaux, établi conformément au CCAG. Ce programme contient :

- la consistance précise des phases d'exécution, avec les moyens utilisés ;
- le calendrier prévisionnel d'exécution des travaux, faisant apparaître l'enchaînement des phases d'exécution, leur durée et, s'il y a lieu, les délais à respecter entre celles-ci ;
- le calendrier prévisionnel d'exécution des études d'exécution ;
- le projet des installations de chantier ;
- le plan général de circulation ;
- le calendrier partiel détaillé (qui est à fournir pendant la phase de travaux).

#### 4.3.3.2.1 Calendrier d'exécution des travaux

Deux calendriers sont fournis :

- un calendrier général par mois, couvrant la totalité des travaux ;
- un calendrier détaillé par semaine, couvrant les travaux prévus pour les trois prochains mois.

Le calendrier est mis à jour périodiquement quand il en est besoin. Il doit tenir compte :

- des délais d'établissement des ouvrages définitifs et provisoires ;
- des délais de vérification et de VISA des documents d'exécution ;
- des délais d'agrément des fournitures des matériaux ;
- des intempéries prévisibles, dont crues.

Le calendrier partiel détaillé est mis à jour et fourni tous les quinze (15) jours par le Titulaire.

Le Maître d'Œuvre se réserve la possibilité de modifier la périodicité et la durée complète de ces programmes partiels.

#### **Exigences particulières :**

Le Programme d'Exécution des Travaux est établi au moyen d'une méthode scientifique d'ordonnancement (méthode PERT ou similaire). Ce programme respecte obligatoirement les délais partiels qui sont critiques et les délais globaux. La durée des tâches est déterminée, au besoin par décomposition en tâches élémentaires plus petites et, autant que possible, avec des résultats effectivement obtenus sur d'autres chantiers dans des conditions semblables.

L'amenée et la mise en état opérationnel de chaque unité fonctionnelle de matériel sont considérées comme des tâches élémentaires à faire apparaître.

Ce programme fait apparaître la succession d'opérations pour lesquelles la marge de délai est la plus faible (chemin critique).

Les calendriers d'exécution mettent en évidence :

- les tâches à accomplir pour exécuter l'ouvrage et leur enchaînement,
- pour chaque tâche, la date prévue pour son achèvement et la marge de temps disponible pour son exécution,
- celles des tâches qui conditionnent le délai d'exécution de l'ouvrage (tâches critiques).

Les délais nécessaires aux études d'exécution sont clairement matérialisés.

#### 4.3.3.2 *Projet des installations de chantier (PIC)*

L'Entrepreneur établit son projet d'installation de chantier conformément aux spécifications du marché, précisant notamment :

- les dispositions envisagées pour l'implantation, l'édification et l'aménagement des bureaux, locaux de sécurité et d'hygiène et aires de stockage et d'assemblage et leurs raccordements aux différents réseaux ;
- les aires de circulation de toute nature à l'intérieur du chantier ;
- les conditions d'accès au chantier, de stockage et de manutention des matériaux, composants, éléments préfabriqués et tous autres produits s'il y a lieu, la clôture, la signalisation et l'éclairage.

Ce projet indique sous forme de plan à échelle convenable :

- les limites de l'emprise générale du chantier ;
- les zones de chantier spécifiques aux travaux et les zones d'interface ;
- les emplacements prévus pour les baraquements et bureaux mis à la disposition du personnel et du Maître d'œuvre dans le cadre du présent marché ;
- les dispositions prévues pour le maintien en service des voies de communication (voies d'accès et de sortie de chantier, ...).
- les dispositions pour l'accès en rivière
- les moyens de levage prévus ;
- les zones prévues de navigation et d'amarrage des moyens fluviaux/maritimes ;
- les dispositions prévues pour les déviations la circulation des personnes et l'écoulement des eaux ;
- les lieux de dépôts et de stockage des matériaux et la localisation de la décharge ;
- les dispositions prévues pour la signalisation des chantiers à l'égard de la circulation publique et fluviale le cas échéant ;

Le projet d'installations de chantier prend en compte des adaptations de ces installations éventuelles en fonction du phasage des travaux et du calendrier d'exécution.

#### 4.3.3.3 Plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS)

Le Titulaire doit soumettre à l'agrément du Coordonnateur de Sécurité et de Protection de la Santé un P.P.S.P.S. (Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé) répondant aux spécifications du P.G.C.S.P.S. (Plan Général de Coordination en matière de Sécurité et de Protection de la Santé) établi par le Coordonnateur de Sécurité de la Maitrise d'ouvrage.

Le PPSPS traite notamment des risques électriques et fluidiques.

Avant le début des travaux, toutes les consignes de sécurité sont obligatoirement affichées au bureau de chantier, indiquant notamment le responsable du chantier, les numéros d'appels d'urgence, ainsi que les numéros des différents services concernés par le chantier.

#### 4.3.3.4 Plan de respect de l'environnement (PRE)

Le Plan de Respect de l'Environnement (PRE) énonce, de manière concrète, les moyens et procédures que le titulaire s'engage à mettre en œuvre pour respecter les prescriptions environnementales fixées dans le présent CCTP, et pour prévenir et/ou réduire les impacts sur l'environnement et intervenir en cas d'anomalies, voire d'accidents.

Le PRE est établi par le titulaire spécifiquement pour l'opération. Il peut intégrer des dispositions préexistantes dans le système de management environnemental du Titulaire, tout en assurant leur adaptation au contexte de l'opération.

##### *4.3.3.4.1 Schéma d'organisation et de gestion des déchets (SOGED)*

Dans ce document, l'Entreprise expose et s'engage de manière détaillée et précise sur :

- la nature et la quantité exacte des différents déchets de chantier ;
- les centres de stockage ou centres de regroupement ou unités de recyclages vers lesquels seront acheminés les différents déchets à éliminer ;
- les méthodes qui seront employées pour identifier, trier et stocker les différents déchets par catégorie (inertes/ banals/ dangereux) ;
- les moyens de contrôle, suivi et de traçabilité qui seront mis en œuvre pendant les travaux ;
- les moyens matériels et humains mis en œuvre pour assurer ces différents éléments de gestion des déchets, en particulier l'identification d'un coordonnateur responsable de la gestion des déchets ;
- les copies des contrats passés avec le transporteur et l'exploitant de l'installation de mise en décharge indiquant : nature et quantité de déchets, fréquence des collectes, destination des déchets, opérations d'élimination ou de valorisation des déchets.

Toute référence à une élimination des déchets dans les articles qui suivent relève du présent article.

Les bordereaux de suivi des déchets sont à fournir par le Titulaire au Maître d'Œuvre pour que ce dernier les vise et procède au règlement financier mensuellement.

##### *4.3.3.4.2 Schéma organisationnel d'un plan d'assurance environnement (SOPAE)*

Le Titulaire fournit un schéma organisationnel du plan d'assurance environnement (**SOPAE**) dans un délai de trente (30) jours à compter de la notification du marché.

Ce document, qui est soumis au VISA du Maître d'Œuvre pendant la période de préparation, présente l'organisation du Titulaire en matière de protection de l'environnement au cours du chantier.

Il décrit les dispositions prévues en termes d'organisation, de moyens, de contrôles et de méthodes pour la préservation de l'environnement.



#### 4.3.3.5 Programme des Études d'Exécution (PEE)

Le programme d'exécution comprend :

- la liste prévisionnelle des documents à fournir ;
- le calendrier prévisionnel de production de ces documents.

La liste énumère les documents (notes de calcul, plans, ...) dont la fourniture est nécessaire à la réalisation des ouvrages provisoires et des ouvrages définitifs. Elle est dressée en conformité avec le cadre des études tel qu'il est fixé par le marché.

Le Maître d'Œuvre se réserve le droit de demander tout document supplémentaire jugé nécessaire.

La liste de plan et de documents d'études comprend :

- le bureau d'études (bureau d'études de l'entrepreneur, bureau d'études sous-traitant) ;
- le nom de la personne de ce bureau d'études, responsable de l'étude ;
- pour chaque document :
  - le numéro unique de chaque document ; avec un format à définir avant le visa et à soumettre au MOE. A noter que les noms des fichiers informatiques devront porter, en début de nom, le numéro unique du dit document
  - le titre complet ;
  - la date d'établissement ;
  - le ou les indices de modification, avec les dates correspondantes ;
  - la date de visa définitif (bon pour exécution).

La liste est mise à jour et rediffusée au Maître d'Œuvre après chaque envoi de document.

#### 4.3.4 Documents à fournir pendant la phase études

##### 4.3.4.1 Note d'hypothèse générale (ou base des études d'exécution)

L'entrepreneur, avant de procéder aux études d'exécution, doit remettre un (ou plusieurs) document(s) définissant les bases de ces études.

Ce livrable peut être découpées en plusieurs livrables concernant chaque métier (génie civil, métallerie, électricité, ...).

Y figure les informations suivantes :

- une description générale des ouvrages ;
- les textes de référence pour les études d'exécution ;
- les hypothèses hydrauliques et climatiques ;
- les caractéristiques des matériaux ;
- les situations de projet ;
- les actions, les coefficients de sécurité et les combinaisons d'actions ;
- les phases de calcul et la méthodologie prévue pour la justification des ouvrages, avec la description des états-limites à étudier ;
- autres.

#### 4.3.4.2 Documents de conception et notes de calcul

Toutes les vérifications de dimensionnement doivent être faites, tant pour le dimensionnement de la structure métallique que pour la mécanique et l'ensemble des équipements, ainsi que les installations pneumatiques permettant la manœuvre et le contrôle des ouvrages, conformément aux règles de calculs en vigueur pour les différents domaines.

Les notes de calculs doivent définir ou rappeler les méthodes utilisées, les hypothèses retenues et les valeurs numériques des différents paramètres ou coefficients. Elles doivent être claires et structurées, de manière à permettre une consultation ultérieure aisée à toute personne non initiée au projet.

Elles présentent de façon claire la liste des combinaisons d'actions étudiées avec leurs déclinaisons. De cette liste, le Titulaire extrait la série des combinaisons et des déclinaisons qu'il retient pour le calcul en identifiant le caractère favorable ou défavorable des divers paramètres, en identifiant l'action variable de base par cas de charge et par type de combinaison d'actions. Il justifie le caractère non dimensionnant des combinaisons exclues.

Elles doivent fournir les résultats intermédiaires nécessaires pour suivre le cheminement du calcul. Les résultats conditionnant le dimensionnement sont présentés sous forme de tableaux ou graphiques.

Dans le cas où les conditions d'exécution viennent modifier de façon sensible les données prises en compte dans les notes de calculs, celles-ci doivent être mises à jour pour être jointes au dossier de l'ouvrage.

Dans le cas de notes de calculs automatiques, les prescriptions précédentes s'appliquent entièrement. Doivent en outre être parfaitement définis les programmes utilisés, les données introduites, les notations, les quantités faisant l'objet de sorties graphiques et les échelles correspondantes, et dans tous les cas les conventions de signes. Les programmes doivent comporter toutes les sorties nécessaires pour satisfaire les stipulations ci-dessus, et permettre d'interpréter aisément les résultats intermédiaires.

#### 4.3.4.3 Dessins d'exécution

Les dessins d'exécution doivent définir à eux-seuls complètement les formes et la constitution des ouvrages, de toutes leurs pièces et de leurs assemblages. Ils comprennent des dessins d'ensemble, des dessins de repérage s'il y a lieu, et des dessins de détail, chacun d'eux étant établi à une échelle convenable quant à son objet. Ils doivent être cotés avec le plus grand soin et de façon complète.

Les dessins d'exécution ne peuvent être visés au statut VSO tant que le statut de la (des) note(s) de calculs associée(s) n'est pas VSO.

Aux dessins d'exécution sont joints des métrés où est détaillé le calcul de la masse de chacune des pièces à exécuter.

#### 4.3.5 Documents à fournir pendant les travaux

##### 4.3.5.1 Documents de suivi d'exécution

Ces documents sont entendus comme les documents présentés dans l'annexe A1 du Fascicule 66 et du tableau 8 du Fascicule 56 du CCTG relatifs au suivi d'exécution.

Ils représentent, de manière non exhaustive, les certificats matières, les procès-verbaux de qualification/contrôle/essais, les fiches de non-conformité, les relevés géométriques et topographiques, les demandes d'agrément de fourniture ...

Ces documents récapituleront les données essentielles citées dans les normes afférentes et/ou requises dans le PAQ.

##### *4.3.5.1.1 Suivi du contrôle interne*

La liste des documents de suivi est définie au PAQ de chaque procédure.

Lors de l'exécution, le Titulaire adresse au Maître d'Œuvre les documents de suivi au fur et à mesure de l'obtention des résultats du contrôle interne.

##### *4.3.5.1.2 Rapports d'essais et de contrôle*

L'Entrepreneur a la charge de la rédaction des rapports d'essais et de contrôle. Ces documents sont soumis au Maître d'Œuvre pour avis avant diffusion. La diffusion est faite au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre, à l'Exploitant et aux organismes agréés de contrôle qui pourraient être récipiendaires du document.

Lorsque l'essai suit un code normalisé ou réglementaire, le rédacteur respectera strictement le modèle de rapport imposé par le code. À défaut, les fiches de contrôle et les PV des essais de contrôles prévus sont tous présentés suivant le même modèle, numéroté et contenant les informations minimales suivantes :

- le nom et l'adresse l'Entrepreneur avec son logo ;
- le nom du projet ;
- le nombre total de page ;
- le titre du document incluant la nature de l'essai et/ou du contrôle réalisé ;
- l'équipement concerné par l'essai ou le contrôle, un schéma de repérage éventuel de l'équipement concerné ;
- la date de l'essai ou du contrôle et le lieu ;
- les normes de référence des essais et contrôles et/ou les références au CCTP pour les spécifications imposées ;
- le nom et qualité du personnel ayant réalisé l'essai ou le contrôle ;
- le nom et qualité du vérificateur des essais et des résultats ;
- les matériels et méthodes de mesure ;
- les dispositifs et accessoires d'expérimentation ;
- le mode opératoire ;
- les résultats des essais et contrôles réalisés ;
- les intervalles admissibles, limites, incertitudes de mesure et validité des résultats ;

- comparaison des objectifs contractuels avec les résultats obtenus ;
- les commentaires éventuels sur les conditions de réalisation et sur les résultats de ces essais et de ces contrôles ;
- la signature des personnels ayant réalisé et vérifié les essais et contrôles.

Il joindra en annexe les pièces complémentaires utiles, notamment les courbes et les graphiques obtenus au cours des mesures.

#### 4.3.5.2 Procès-verbal d'épreuves

Se reporter au fascicule 61 titre II article 25.

Les épreuves donnent lieu à un procès-verbal détaillé. Sont consignés à ce procès-verbal :

- l'horaire exact de toutes les opérations successivement effectuées ;
- la description de ces opérations ;
- la liste des charges d'épreuve, leurs caractéristiques, et leur positionnement ;
- les résultats de toutes les mesures de flèches et de niveaux, des mesures de température et des observations d'ensoleillement correspondantes ;
- la comparaison des flèches calculées et des flèches observées ;
- les constatations faites lors des visites détaillées prévues ;
- les renseignements nécessaires pour permettre de retrouver ultérieurement les repères de nivellement ;
- tout autre élément jugé utile pour la caractérisation des épreuves.

#### 4.3.6 Documents à fournir après l'exécution

##### 4.3.6.1 Dossier des ouvrages exécutés (DOE)

À la fin des travaux, dans un délai d'un mois après la date de réception, l'Entrepreneur fournit au Maître d'Œuvre le dossier de récolement des ouvrages et équipements tels qu'ils ont été exécutés.

La remise de ces documents est une des conditions nécessaires au prononcé de la réception.

Le dossier comprend les documents mentionnés dans le CCTP.

D'une façon générale, toute la documentation fournie est rédigée en français.

Les dossiers sont remis sous format papier, présentés en classeur, et sous format informatique, sur USB ou CD ROM, en quatre (4) exemplaires.

Une liste papier, portant les noms des fichiers informatiques correspondant aux titres et aux numéros des plans, est fournie par l'Entrepreneur à la remise des supports numériques.

Les quatre (4) exemplaires des plans sont pliés au format A4 et présentés dans des pochettes plastiques résistantes à ouverture facilitée.

Pour rappel, tous les documents sont fournis sur support informatique :

- les documents écrits sont sous format EXCEL, WORD, PDF ;
- les documents originaux ou manuscrits sont numérisés sous format .PDF ;
- les plans sont compatibles avec le logiciel AUTOCAD (dernière version).

L'organisation du dossier est effectuée selon les différents métiers, et inclue un sommaire :

- Structure métallique et mécanique (dont équipements)
- Schémas de tuyauterie et vannage (le cas échéant)
- ...

Le dossier inclut au minimum, pour chaque métier, les documents suivants :

- la mise à jour de chaque pièce du dossier d'exécution en dernière version intégrant toutes les modifications, suppressions, adjonctions intervenues lors des travaux et essais, ainsi que tous les éléments et composants omis lors des études d'exécution ;
- les plans et coupes de réalisation mis à jour, y compris les nomenclatures (plans de récolement) ;
- la mise à jour des schémas et plans existants, pour les équipements, installations et ouvrages modifiés pendant les travaux ;
- les plans de détail de construction complets cotés et remis à jour avec nature et caractéristiques des matériaux et matériels utilisés ;
- les notes de calcul et les procédures d'exécution, dont notamment les procédures de soudage, protection anticorrosion, montage, ... ;

- les documents de contrôle et ceux de l'Assurance Qualité, parmi lesquels :
  - le PAQ ;
  - l'ensemble des procédures de fabrication ;
  - la liste des contrôles effectués ;
  - les procès-verbaux d'essais ;
  - les procès-verbaux des épreuves ;
  - les fiches de contrôles sur la réalisation de la construction soudée et sur la peinture ;
  - les certificats matières ;
  - les fiches de non-conformité traitées ;
  - les contrôles d'implantation ;
  - les contrôles des bétons ;
  - les fiches d'acceptation des fournitures ;
  - les déclarations de conformité CE ;
  - les bordereaux de suivi de déchets (BSD) et les bordereaux de suivi des déchets dangereux.
- les certificats matières, les certificats de conformité des matériaux ;
- les certificats relatifs aux contrôles et aux essais ;
- les notices descriptives, de fonctionnement, de mise en service, de réglage et d'entretien des matériels fournis ;
- les notices techniques et les manuels de maintenance et d'entretien de tous les équipements fournis et posés dans le cadre du marché ;
- les fiches des contrôles et essais effectués par le Titulaire lors de la mise en service ;
- la liste complète des matériels utilisés avec leurs repères, leur fournisseur, sous forme de fichiers EXCEL dont le modèle sera fourni par le Maître d'Œuvre au démarrage des travaux, à la demande de l'Entrepreneur ;
- une liste des obligations réglementaires (contrôles, remplacements de pièces, contraintes environnementales, certification par un bureau expert, ...) liées aux équipements installés ou rénovés ;
- les manuels d'utilisation, les notices d'exploitation et les qualifications éventuelles des équipements ;
- un album de photographies (minimum 30 photos) contenant différentes vues prises au fur et à mesure de l'avancement du chantier. Les fichiers numériques de ces photos sont joints dans leur format natif (jpeg) sur un support numérique avec une dénomination comprenant la date de la prise de vue (20230901-xxx).

Un plan de relevé géomètre, ouvrages finis, est à fournir dans ce dossier. Il sert d'état 0 de nivellement de l'ouvrage à la remise en service.

#### 4.3.6.2 Dossier d'utilisation et de conduite de l'ouvrage

Une mise à jour de la Note Fonctionnelle (guide) à destination des exploitants est remis. Le dossier est présenté par l'entreprise au Maître d'Œuvre et au Maître d'Ouvrage.

Ce guide détaille notamment :

- les procédures à suivre pour réaliser chaque type de manœuvre ;
- les procédures de surveillance, de maintenance et les tests périodiques de certains équipements que les exploitants devront faire, dont entre autres :
  - les modes opératoires et dispositifs prévus pour l'entretien et la maintenance (notamment il sera décrit le remplacement d'un équipement, les modalités pour remise en peinture, etc.) ;
  - les cadences de lubrification (lorsqu'il y en a) et de vérifications périodiques ;
  - les points de l'installation concernés et les accès prévus ;
- les procédures de sécurité à respecter et les matériels et EPI à utiliser dans les différents types d'interventions ;
- les fiches descriptives (modèle ACQPA) du système de peinture utilisé ;
- un dossier descriptif des équipements (notice technique et manuels de maintenance et d'entretien) ;
- les fiches des réglages effectués sur les équipements pour les adapter à l'usage sur les ouvrages (notamment paramétrages ou réglages réalisés) ;
- Les durées et les points de départ des garanties

#### 4.3.6.3 Dossier de maintenance

L'Entrepreneur devra intégrer dans ses études d'exécution la prise en compte des opérations ultérieures de maintenance sur les ouvrages rénovés et devra fournir au Maître d'ouvrage les informations nécessaires à la mise à jour du dossier de maintenance existant.

L'entrepreneur confectionne à ses frais un dossier de méthode pour la pose et la dépose du matériel ajouté ou renouvelé, s'il était différent de celui d'origine, avec :

- les numéros des documents de référence ;
- le matériel et les ingrédients nécessaires ;
- le mode opératoire assorti de photos ;
- les consignes de sécurité ;
- la périodicité d'intervention.

Il comprend la liste et la désignation des pièces de rechange nécessaires à l'intervention. Pour chaque document, les schémas, croquis et dessins explicatifs facilitant et accélérant la compréhension des indications et appuyant des descriptions complexes sont appréciés.



## 4.4 Exécution des études

### 4.4.1 Dispositions générales

#### 4.4.1.1 Contenu des études

Les études d'exécution sont basées sur les solutions et principes technologiques explicités dans le présent CCTP ainsi que représentés sur les plans directeurs joints.

**Ces plans directeurs, ainsi que tout métré, estimation de charge, masse, volume ou surface présents dans la description des travaux du CCTP, ne sont donnés qu'à titre indicatif pour aider à la formulation de l'offre commerciale de l'Entreprise. Celle-ci ne peut élever aucune réclamation du fait des modifications qui pourront y être apportées par suite des études d'exécution et aux sujétions de fabrication de l'Entreprise.**

De façon générale, les études d'exécution comprennent :

- un phasage détaillé des travaux ;
- une note d'hypothèses générales ;
- des documents généraux d'exécution ;
- des notes de calcul pour tous les éléments structurels provisoires et définitifs ;
- des plans d'exécution des éléments nouveaux ;
- une note de méthodologie (procédure) concernant l'exécution de chaque opération de rénovation de l'ouvrage ;
- les demandes d'agrément des produits et fournitures.

#### 4.4.1.2 Prise de cotes sur site

**Les plans d'archive de l'ouvrage et les plans directeurs du marché sont donnés à titre indicatif. Un relevé géomètre est fourni en annexe du présent CCTP. Les cotes de chaque ouvrage doivent être vérifiées par l'entreprise avant les études.**

Cette phase fait l'objet d'un procès-verbal des relevés (croquis avec cotes relevées).

Un second relevé de cotes est effectué après travaux et à joindre au DOE.

En particulier pour le lot 1, la géométrie de la jonction dans les angles inférieurs de feuillure du bateau porte amont doit être relevée pour chaque passe. Un prix pour un contrôle subaquatique de la géométrie des 12 passes est prévu à ce présent marché.

#### 4.4.1.3 Durées de vie

Les durées de vie sont fixées pour les éléments listés dans le tableau suivant :

	Durée de vie (en année)
Structure métallique	50
Actionneurs et mécanismes (hors pièces d'usure)	35
Pièces d'usure	10
Caillebotis, bardages	25
Peintures	Cf. §4.10.2

#### 4.4.1.4 Classe de conséquences liée à l'ouvrage

La classe de conséquence retenue est CC2.

**Tableau B.1 — Définition des classes de conséquences**

Classe de conséquences	Description	Exemples de bâtiments et de travaux de génie civil
CC3	Conséquence <b>élevée</b> en termes de perte de vie humaine, <i>ou</i> conséquences économiques, sociales ou d'environnement <b>très importantes</b>	Tribunes, bâtiments publics où les conséquences de la défaillance seraient élevées (par exemple salle de concert)
CC2	Conséquence <b>moyenne</b> en termes de perte de vie humaine, conséquences économiques, sociales ou d'environnement <b>considérables</b>	Bâtiments résidentiels et de bureaux, bâtiments publics où les conséquences de la défaillance seraient moyennes (par exemple bâtiment de bureaux)
CC1	Conséquence <b>faible</b> en termes de perte de vie humaine, <i>et</i> conséquences économiques, sociales ou d'environnement <b>faibles ou négligeables</b>	Bâtiments agricoles normalement inoccupés (par exemple, bâtiments de stockage), serres

#### 4.4.2 Exécution des études de génie civil

Sans objet.

#### 4.4.3 Exécution des études mécanique et structure

##### 4.4.3.1 Normes et documents de référence

Les principales normes et documents pris en compte pour le dimensionnement des structures et mécanismes sont listés dans la suite.

S'applique par ordre décroissant de priorité :

- DIN 19704 parties 1-2-3 ;
- EUROCODES : notamment EC1 pour les actions, dans le silence de la DIN 19704 ;
- FEM 1001 3<sup>ème</sup> édition révisée 1998.10.01 pour les composants de levage.
- BV NR467 – Part B pour la stabilité des ouvrages flottants

Dans le silence des normes, sont utilisées les ressources suivantes :

- Recommandations pour le calcul aux états limites des Ouvrages en Site Aquatique (ROSA 2000) ;

##### 4.4.3.2 Programme des études mécaniques et structures

###### *4.4.3.2.1 Notes de calcul et documents de conception*

Est attendu *a minima* la production des note de calcul suivantes :

- note de descente de charge et de calcul de structure posée sur appareils de calage
- note de calcul de structure et de descentes de charge des batardeaux en retenue hydraulique (retenue ultime à définir tout comme niveau d'eau minimal pour mise en place et/ou stabilité le cas échéant)
- note de calcul de mise en pression, le cas échéant
- note de calcul stabilité en flottaison pour les éléments flottants, avec notamment :
  - définition de l'ensemble des masses et volumes ;
  - détermination des inerties, rayon métacentrique, marges
  - détermination des niveaux mini et maxi à respecter pour les opérations de batardage (particulièrement lot 1)
  - analyse de risques
- note de calcul des mécanismes, avec notamment :
  - oreilles de levage ;
  - articulations de pièces mobiles – palonnier, le cas échéant ;
- note de calcul de justification du bon fonctionnement des étanchéités
  - pour le lot 1, vérifier notamment la compatibilité du joint avec les déplacements des structures sous charge
    - lier descente de charge et décollement éventuel dans les angles inférieurs
    - lier décollement et champ de déplacement
    - lier les déplacements dans les angles inférieurs avec la capacité des joints

- pour le lot 1, où le joint reprend pleinement la charge hydraulique, fournir une note de calcul spécifique du joint élastomère
  - fournir par ailleurs la courbe d'écrasement attendue en vue de l'essais de joint
  - La procédure d'essais du joint
  - le rapport d'essais

#### 4.4.3.2.2 Dessins d'exécution

##### Plans d'exécution :

Sont attendus *a minima* les plans suivants :

- plans d'ensemble de batardage
- plan de structure des batardeaux
- plan de détail des étanchéités
- Plan et schéma de tuyauterie (vannage), le cas échéant (lot1 et 3)
- plan de mise en place et dépose des batardeaux pour chaque site (lot 1 et 2)
- plan de batardage Creil (Lot 3)
- plans de détails des mécanismes (en particulier palonnier lot 2)
- plan de stockage de l'équipement sur le site de Sempigny

##### Plans de montage :

Sont attendu *a minima* les plans suivants :

- plans de levage et mise en place des ouvrages ;
- Synoptique de manutention ;
- ...

##### Prescriptions particulières :

Les dessins d'exécution doivent indiquer la nuance, la qualité et les dimensions de tous les éléments en acier entrant dans la constitution des différentes pièces.

Ils doivent définir la forme prévue sous les actions permanentes.

Pour les assemblages rivés ou boulonnés, les dessins doivent définir la position de tous les joints, ainsi que la position et le diamètre de tous les rivets et boulons, en précisant notamment la pince. Ils doivent définir les couvre-joints et les fourrures éventuelles, et préciser quels sont les joints qu'il y a lieu d'ajuster.

Pour les assemblages soudés, les dessins doivent définir le type, la forme et les dimensions de la section de chaque cordon de soudure, et indiquer les références au programme de soudage.

L'entrepreneur doit fournir, avant le début d'exécution du soudage, la nomenclature et le plan de repérage de chacun des laminés entrant dans la construction de l'ouvrage, avec l'indication du numéro des tôles et profilés utilisés (plan de répartition des matières).

Pour les parties d'ouvrage peintes, un plan de mise en peinture doit indiquer les systèmes de peinture utilisés, les couches appliquées en atelier et celles appliquées sur chantier, ainsi que les réservations.

#### 4.4.3.2.3 Programmes particuliers de travaux

##### Programme de soudage

L'Entrepreneur doit fournir au Maître d'Œuvre le programme de soudage tel que défini dans la norme EN 1090-2 chapitre 7.2, en cas de réparation ou de modification de la structure.

Il est compatible avec les différentes parties des normes NF EN ISO 3834 et NF EN ISO 15614.

Le programme de soudage décrit le phasage des opérations de construction, tant en usine que sur le site, en particulier pour ce qui concerne l'ordre d'exécution des différents joints soudés et des paramètres de soudage, et, en général, toute opération nécessaire à la bonne compréhension de la méthode d'exécution de l'ensemble de l'ossature métallique.

Le programme comporte en particulier :

- la reprise des plans d'exécution comportant :
  - l'indication de toutes les pièces devant être fixées temporairement sur la structure métallique en vue des opérations de transport, de manutention ou de montage ;
  - les localisations, nature et tailles des cordons, accompagnées de leurs dénominations relatives aux différents modes opératoires ;
- un plan de repérage des contrôles non destructifs exécutés, en indiquant s'il s'agit d'un contrôle effectué sur le site ou en usine, le type de contrôle, le numéro repère du cliché radiographique s'il y a lieu, ainsi que le pourcentage de longueur de cordon contrôlé pour chaque joint ;
- la séquence de soudage des différents joints soudés comprenant :
  - les restrictions éventuelles ou les emplacements acceptables pour les positions de départ et d'arrêt, y compris les positions intermédiaires de départ et d'arrêt lorsque la géométrie d'assemblage est telle que le soudage ne peut pas être réalisé en continu ;
  - les exigences concernant les vérifications intermédiaires ;
  - tout retournement d'éléments à effectuer au cours du processus de soudage, en relation avec la séquence de soudage ;
  - l'équipement spécial concernant les produits consommables pour le soudage ;
- les exigences concernant le contrôle et les critères d'acceptation des soudures ;
- les descriptifs de modes opératoires de soudage (DMOS) comprenant les exigences concernant les produits consommables, tout préchauffage, les paramètres de soudage, les températures entre passes ainsi que les exigences relatives à un traitement thermique après soudage ;
- les homologations des procédés de soudage (QMOS) nécessaires à la réalisation de la construction selon les spécifications à la norme EN 1090-2 ;
- les agréments des soudeurs à jour ;
- les précautions à prendre pendant le soudage, notamment :
  - les mesures à prendre pour éviter toute déformation pendant et après le soudage
  - les détails de tout bridage à effectuer ;
  - les mesures à prendre pour éviter l'arrachement lamellaire (tôles de qualité Z).

### Programme de serrage des constructions boulonnées

L'entrepreneur fournit au Maître d'Œuvre le programme de serrage de l'ensemble des assemblages dits « structurels » ; Les classes des boulons sont identifiées.

Ce programme est édité selon les spécifications de la NF EN 1090-2.

### Programme d'exécution de la protection anticorrosion

Il est établi conformément au Fascicule 56 du CCTG. Il désigne précisément les travaux exécutés en atelier et ceux exécutés sur chantier (les éventuelles retouches).

Il est établi conformément aux exigences du Fascicule 56 du CCTG et fourni au Maître d'Œuvre des plans d'exécution des ouvrages. Il précise notamment dans une ou plusieurs procédures d'application de la protection anticorrosion.

Il intègre un plan de mise en peinture pour chaque élément de géométrie différente constituant l'ouvrage.

Une procédure de préparation de surface décrit et précise, pour l'atelier comme pour le site, les méthodes et moyens (produits, personnel et matériel) utilisés pour la mise en œuvre comme pour les opérations de contrôle et vérification sur les surfaces préparée.

### Programme de montage provisoire en atelier

Se reporter au Fascicule 66 article III.1.5.4 du CCTG travaux.

L'Entrepreneur doit établir un programme de montage présentant de manière générale les objectifs de ce montage à blanc et la méthodologie prévue.

Il identifie les contrôles éventuels à effectuer, fourni les plans ou les documents indiquant les moyens de contrôle, la localisation de ces contrôles, et les valeurs attendues.

Il rediffuse le programme avec les PV de contrôle correspondants et les plans complétés des valeurs numériques relevées pendant le contrôle à côté des valeurs attendues.

### Programme de transport

Se reporter au Fascicule 66 article III.1.5.5 du CCTG travaux.

Les modalités de transport de l'atelier sur le site doivent faire l'objet d'un programme de transport précisant les précautions prises pour éviter les dommages de tout ordre lors du chargement, du transport et du déchargement des pièces.

Il décrit les moyens matériels nécessaires au chargement, à l'acheminement et au déchargement des colis, et annexe les autorisations de circulation et de navigation nécessaires et les vérifications éventuelles d'ouvrages.

L'entrepreneur précise au Maître d'Ouvrage le planning des blocages de la circulation routière occasionnée par la manutention.



### Programme de montage/réglage sur chantier

Se reporter au Fascicule 66 article III.1.5.6 du CCTG travaux.

L'entrepreneur doit soumettre au Maître d'Œuvre les programmes de montage et réglage sur chantier, qui comprend notamment :

- la description détaillée des opérations de montage et manutention sur chantier, avec l'indication des différentes phases envisagées ;
- les plans et notices afférentes à ces différentes phases (dont plans de levage) ;
- la vérification de la résistance et de la stabilité de l'ossature métallique de l'ouvrage selon situations de pose, avec l'indication des sollicitations maximales et des sollicitations aux joints d'atelier et de chantier ;
- la justification, des éléments de levage et de maintien, des ouvrages provisoires, et des matériels de montage utilisés au cours du carénage ;
- un état récapitulatif des efforts développés au cours du carénage sur les parties non métalliques de l'ouvrage et sur son environnement ;
- un état récapitulatif des efforts à développer par les matériels assurant la manutention et la mise en place de l'ouvrage ;
- l'identification des vérifications et réglages en cours de montage s'il y a lieu ;
- un programme des relevés géométriques à effectuer, si nécessaire.

L'entreprise est expressément invitée à étudier de manière complète sa méthodologie de dépose et repose de porte ainsi que le ripage en cours de carénage et les démontage/remontage d'équipement, afin de garantir le respect des plannings, la sécurité des personnes et des biens sur site.

Les contrôles de cotes et relevés géométriques sont identifiés sur les plans désignés, qui stipulent la localisation de ces contrôles, et les valeurs attendues.

Ces plans sont rediffusés après montage, avec les PV de contrôle correspondants et les plans complétés des valeurs numériques relevées pendant le contrôle, à côté des valeurs attendues.

### Programme d'essais en atelier, programme d'épreuves

Avant les premiers essais, l'Entrepreneur est tenu de soumettre au Maître d'Œuvre un programme général d'essais, demandés dans le présent CCTP ou exigé par les normes citées, comprenant :

- pour chaque ensemble / sous-ensemble les essais envisagés en atelier ou sur site ;
- le planning général des essais avec les contraintes et interfaces éventuels.

Ce programme général est accompagné des différents programmes particuliers d'essais, décrivant en détail :

- l'ensemble ou sous-ensemble concerné ;
- la procédure de chaque essai ;
- les conditions atmosphériques et maritimes spécifiques ;
- les paramètres relevés, le critère ou valeur admissible associé ;
- le matériel à utiliser pour effectuer l'essai ou relever les paramètres choisis ;
- les besoins en énergie, fluides et les besoins humains ;
- toute disposition particulière sur site ou en atelier.

#### 4.4.3.3 Règles générales applicables

##### *4.4.3.3.1 Structure et mécanismes en acier*

La conception est effectuée dans un souci d'optimisation en masse (et en coût), dans le respect des contraintes normatives.

La conception des structures et des mécanismes suit les règles de conception énoncées dans la DIN19704, les EUROCODES et la FEM.

##### *4.4.3.3.2 Ergonomie*

Les équipements fournis valident les préconisations des références suivantes :

- norme NF X35-109 ;
- note INRS ND 2365-228-12.

Afin d'estimer raisonnablement les temps de manœuvre, la DIN 19704 impose une puissance humaine de 100 W.

##### *4.4.3.3.3 Cheminements*

Les passerelles et les platelages respectent les préconisations des références suivantes :

- norme NF EN ISO 14122 et ses annexes nationales représentées par le corpus des NF E 85-012 à NF E 85-015 ;
- du guide du SETRA sur le comportement vibratoire des passerelles ;

Les passerelles techniques respectent notamment une largeur libre d'au minimum 600 mm (sauf mention contraire), préférentiellement 800 mm.

Les éléments de platelage respectent notamment les dispositions suivantes :

- masse inférieure à 20 kg pour pouvoir être manipulés à la main ;
- différence de hauteur entre plusieurs éléments de platelage inférieure à 4 mm ;
- conception facilitant l'évacuation des fluides et substances rependus afin d'éviter leur stagnation ou leur accumulation (neige, glace, pluie, huile, ...) ;
- entre les bords de platelage et les éléments contigus, des plinthes sont ajoutées si la distance dépasse 30 mm.

#### 4.4.3.4 Justification des structures

##### 4.4.3.4.1 Calcul ELU

##### 4.4.3.4.1.1 Majoration des charges

La justification des ouvrages est effectuée pour les trois types de situations de projets : durables, transitoires et accidentelles. La majoration des charges sur les structures et mécanismes sera effectué selon la DIN19704-1 :2014-11, qui précise le cadre défini par les EUROCODES :

N°	Actions	Charges	Voir §	Situation de projet							
				Durable <sup>a</sup>		Transitoire <sup>a</sup>		Accidentelle <sup>a b c</sup>			
				$\gamma_{F, sup}$	$\gamma_{F, inf}$	$\gamma_{F, sup}$	$\gamma_{F, inf}$				
1	constantes	Charges propres	5.1	1,35	1,35	1,35	1,35				
2	variables	Actions hydrostatiques	5.2.1	1,35	1,35	1,25	1,25	1,10			
3		Actions hydrodynamiques	5.2.2								
4		Charge liquide	5.2.3								
5		Modifications des conditions d'appui	5.2.8								
6		Surcharge due à la glace	5.2.4	1,50	1,50	1,35	1,35				
7		Charge mobile	5.2.6								
8		Forces d'inertie	5.2.7								
9		Pression, poussée de la glace	5.2.5								
10		Influences thermiques	5.2.9								
11		Frottement dû aux bateaux	5.2.10								
12		Actions des conditions de transport, de montage et de maintenance	5.2.14								
13	accidentelles	Perte de flottabilité par suite d'une fuite d'un flotteur	5.3.1								
14		Actions des forces sismiques	5.3.3								
15		Actions du mécanisme en cas de défaillance	5.3.2	$\gamma_{F, A}$ voir tableau 7							

<sup>a</sup> Les actions variables ne doivent être pris en compte comme survenant simultanément, selon les consignes du donneur d'ordre, que si leur simultanéité est possible.

<sup>b</sup> Parmi les actions accidentelles n° 13 à n° 15, une seule doit être prise en compte.

<sup>c</sup> Autres actions devant être définies le cas échéant par le donneur d'ordre : voir 5.4.

##### 4.4.3.4.1.2 Valeurs admissibles

La résistance mécanique est comparée à la valeur des contraintes équivalentes définies dans les sections concernées des références citées.

La pondération de ces résistances est précisée dans le §7.4.1 de la DIN19704-1 :

a) Efforts applicables sur les sections et éléments de construction		
en cas de contrainte de traction ou de compression si tout problème d'instabilité locale ou globale peut être exclu	$\gamma_{M0}$	1,10
en cas de problème d'instabilité locale ou globale	$\gamma_{M1}$	1,10
en cas de contrainte de traction et de problème de rupture	$\gamma_{M2}$	1,25
b) Efforts applicables sur les assemblages		
Rupture de vis, rivets, boulons et soudures Contrainte de pression latérale de tôles	$\gamma_{M2}$	1,25
Rupture de nœuds d'assemblage à profilés creux soudés	$\gamma_{M5}$	1,10
Boulons à l'état limite de service	$\gamma_{M6,ser}$	1,00
Précontrainte de vis à haute résistance	$\gamma_{M7}$	1,10

**NOTA 1 :** Les modes propres des passerelles sont en dehors de la plage 1 à 5 Hz pour des vibrations verticales et longitudinales, et en dehors de la plage 0.3-2.5 Hz pour des vibrations horizontales transversales. Dans le cas contraire, une justification dynamique selon le guide du SETRA doit être effectuée, avec une foule définie comme peu dense.

**NOTA 2 :** En cas de choc, des zones de contact localisées avec déformations plastiques sont acceptables, dans la limite où l'intégralité de l'ouvrage ou l'élément n'est pas menacée (pas de risque de perte de la fonctionnalité de l'ouvrage).

#### 4.4.3.4.1.3 Stabilité mécanique (flambement, voilement)

La stabilité mécanique est effectuée selon les EUROCODES, avec en particulier DIN EN 1993-1-1, DIN EN 1993-1-5 et DIN EN 1993-1-6, avec les situations de fonctionnements définies par la DIN 19704-1.

#### 4.4.3.4.1.4 Calcul de stabilité géométrique

Le calcul de stabilité géométrique sera effectué selon les EUROCODES et en particulier DIN EN 1990, avec la condition :

$$E_{d,stab} \leq R_{d,stab}$$

$E_{d,stab}$  : valeur dimensionnante des effets  
déstabilisants  
 $R_{d,stab}$  : valeur dimensionnante des effets stabilisants

On utilisera  $\gamma_F = 1.35$  et  $\gamma_M = 1.1$ , ainsi que  $\psi_{i,i} = 1$ .

Le frottement, s'il est stabilisant, ne sera pas pris en compte.

La stabilité en flottaison est vérifiée selon §4.4.3.1

#### 4.4.3.4.2 Calcul ELS

##### 4.4.3.4.2.1 Majoration des charges

Dans le cas d'une justification à l'ELS, les pondérations à appliquer aux efforts sont les suivantes :

$$\gamma_G = \gamma_{Q,1} = \gamma_{Q,i} = 1$$

##### 4.4.3.4.2.2 Valeurs admissibles

Sont concernés par un calcul ELS les cas suivants :

- le calcul de flèche admissible par une structure ;
- le calcul de descente de charges.

Les flèches admissibles pour les ouvrages de vantellerie (clapet, porte, batardeau), et en particulier la ligne d'arase et les lignes d'étanchéités, sont de 1/600ème de la portée.

Une attention particulière est portée sur les déformées des zones qui maintiennent les joints d'étanchéité. Un jeu minimal de 5 mm doit être conservé entre les plats d'appui sur le génie civil et les boulons de maintien des joints.

Pour les autres structures métalliques, les flèches admissibles sont de 1/350ème de la portée sauf indication contraire.

#### 4.4.3.4.3 Calcul en fatigue

Sans objet.

#### 4.4.3.5 Justification des mécanismes

La détermination des cas de calculs est effectuée selon DIN 19704-1 §8.

##### 4.4.3.5.1 Calcul ELU

##### 4.4.3.5.1.1 Majoration des charges

La majoration des charges sur les structures sera effectué selon la DIN19704-1 §9.3 :

N°	Effet	%F
1	Couples moteur pour les mécanismes mécaniques, limités par des équipements supplémentaires <sup>a</sup>	1,35
2	Couple de freinage en fonctionnement	1,35
3	Pression de service calculée dans le système hydraulique en cas de fonctionnement, par rapport aux valeurs de réglage des limiteurs de pression DV1 et DV2	1,35
4	Couples d'entraînement pour les mécanismes d'urgence et manuels	1,35
5	Couple de décrochage du moteur	1,10
6	Couple de freinage en cas d'arrêt d'urgence ou en cas de défaillance, par ex. lors d'une panne électrique	1,10
7	Pression de service maximale dans le vérin hydraulique ou le moteur hydraulique en cas de défaillance, par rapport à la valeur de réglage du limiteur de pression DV3	1,10
<sup>a</sup> Voir 8.2 et DIN 19704-3.		

##### 4.4.3.5.1.2 Valeurs admissibles

Selon DIN 19704-1 §9.4, la résistance est pondérée par  $\gamma_M = 1.50$ .

Les limites admissibles des matériaux des mécanismes ne doivent pas dépasser 70% de la limite à rupture de ces matériaux.

##### 4.4.3.5.1.3 Stabilité mécanique (flambement, voilement)

La stabilité mécanique sera effectuée selon les EUROCODES, avec en particulier DIN EN 1993-1-1, DIN EN 1993-1-5 et DIN EN 1993-1-6, avec les situations de fonctionnements définies par la DIN 19704.

Sont utilisés les coefficients partiels sur les efforts et les résistances définis pour les mécanismes dans le présent paragraphe.

#### 4.4.3.5.2 Calcul ELS

Dans le cas d'une justification à l'ELS, les pondérations à appliquer aux efforts sont les suivantes :

$$\gamma_G = \gamma_{Q,1} = \gamma_{Q,i} = 1$$

Sont concernés par un calcul ELS les cas suivants :

- le calcul de flèche et rotation admissible ;
- le calcul des taux d'usure.

#### 4.4.3.6 Justification des assemblages

##### 4.4.3.6.1 Assemblages structurels

Les assemblages boulonnés sont conçus et calculés selon NF EN 1993-1-8 §3.

Il est exigé, pour les assemblages reprenant le cisaillement, qu'ils résistent au glissement à l'ELU en l'absence de dispositions constructives reprenant le cisaillement.

Il convient que l'effort de traction ELU appliqué au boulon (compte tenu des effets de levier) doit être inférieur à l'effort de précontrainte.

L'effort de précontrainte maximal donné par le calcul EUROCODES est garanti lors des travaux par l'application des méthodes de serrage développées dans la NF EN 1090-2, ou bien dans le présent CCTP.

##### 4.4.3.6.2 Assemblages spécifiques

Le calcul des assemblages de mécanismes est effectué comme pour les assemblages structurels, avec un  $\gamma_{M2}=1,5$  comme exigé au §10.26 de la DIN 19704-1.

Dans certains cas, notamment pour des mécanismes particuliers ou pour des ancrages spécifiques, l'effort de serrage maximal doit être diminué par rapport au calcul EUROCODES.

Dans ce cas, la valeur du couple de serrage est calculée et la méthode de serrage définie selon les exigences de la NF-E 25-030. La plage de frottement choisie pour le boulon ainsi que la méthode de serrage est justifiée et soumise à validation du Maître d'Œuvre.

#### 4.4.3.7 Prescriptions particulières

##### 4.4.3.7.1 Pression spécifique sur les bagues et rotules bronze

En sus des préconisations de la DIN 19704-1, on limitera la pression spécifique admissible du bronze  $\sigma_{R,L}$  à 40 MPa pour des efforts de manœuvre (efforts tournants).

Pour des efforts statiques sans mouvement, les spécifications normatives restent applicables.

Il est rappelé que la pression spécifique tient compte de la diminution de la surface portante en présence d'inserts autolubrifiants sur les portées, ainsi que des hélices de graissage.

#### *4.4.3.7.2 Pression spécifique sur le béton*

La pression spécifique admissible sur le béton pour les pièces fixes des ouvrages, calculée à l'ELS, est limitée à 10 MPa.

#### *4.4.3.7.3 Perte par corrosion*

Les tôles voyant un marnage ou étant immergées voient leurs épaisseurs diminuées de 1 mm par surface mouillée lors du calcul ELU.

Le calcul ELS ainsi que les charges de poids propre ELS/ELU ne tiennent pas compte de cette réduction.



#### 4.4.3.8 Actions et charges à prendre en compte

Les charges à prendre en compte sont :

- Actions de poids propre
- Poussées hydrauliques (charges hydrostatiques, poussée d'Archimède)
- Charges d'exploitation
- Frottements des pièces

#### 4.4.3.9 Situations de projets dans le cadre de l'utilisation de l'ouvrage

##### *4.4.3.9.1 Lot 1 : batardeaux des passes navigables*

Les situations de projet sont *a minima* :

- Retenue maximale à l'arase, à sec en opposé
- Stabilité en retenue avec niveau de charge minimal
- Stabilité en flottaison, en toute situation du mode d'exploitation
- Situations transitoires de ballastage/déballastage

##### *4.4.3.9.2 Lot 2 : batardeaux des pertuis*

Les situations de projet son *a minima* :

- Retenue maximale à l'arase, à sec en opposé
- Grutage pour le dimensionnement du palonnier de manutention
- Prise en compte d'une charge de 150 mm de colonne d'eau résiduelle pour le débatardage
- Prise en comptes des frottements des joints

##### *4.4.3.9.3 Lot 3 : Batardeaux de Creil*

Les situations de projet son *a minima* :

- Retenue maximale à l'arase, à sec en opposé
- Stabilité en flottaison des poutres supérieures supportant les aiguilles
- Prise en compte d'une charge de 150 mm de colonne d'eau résiduelle pour le débatardage

## 4.5 Exécution des travaux

### 4.5.1 Prescriptions générales d'exécution des travaux

#### 4.5.1.1 Départ des travaux de fabrication

Les travaux de fabrication commencent à validation des études d'exécution

#### 4.5.1.2 Stockage sur le site de Sempigny

Après fabrication, les éléments sont livrés sur le site de Sempigny afin de vérifier leur intégration sur site.

La date de l'essai de batardage, pour chaque lot, sera définie après validation que l'emprise des nouveaux équipements sur le site de stockage est conforme au plan d'installation de stockage (Cf. §4.4.3.2.2)

#### 4.5.1.3 Responsabilité de l'entreprise

Les stipulations du C.C.A.G travaux sont applicables en complément du contrat d'achat de prestation.

La réglementation relative à la responsabilité de l'Entrepreneur est ainsi complétée.

Les règles d'exécution qui lui seront imposées, l'approbation par le Maître d'Œuvre des installations de chantier, des matériaux, du matériel, des procédés d'exécution, ne déchargent l'Entrepreneur d'aucune responsabilité, tant en ce qui concerne l'exécution des ouvrages, qu'au regard des accidents et dommages qui pourraient survenir au cours des travaux.

L'Entrepreneur doit utiliser des moyens (humains, matériels et procédés) performants et adaptés pour réaliser les travaux pour ne pas perturber ou endommager les bâtiments, les ouvrages et espaces verts environnant.

L'entrepreneur est tenu à l'obligation de parfait achèvement selon le contrat d'achat.

### 4.5.2 Prescriptions d'exécution des travaux de métallerie

#### 4.5.2.1 Prescriptions applicables et classe d'exécution

Les dispositions applicables à l'exécution des travaux concernant la structure sont les suivantes :

- Chapitre 2 du fascicule 66 du CCTG ;
- Norme EN 1090-2 ;
- DIN 19704-2 en application sur les bouchures en milieu fluvial et maritime ;
- Eurocode 3 ;
- Norme AFNOR relative aux assemblages soudés soumis à un chargement statique, aux dispositions constructives et à la vérification des soudures.

La classe d'exécution, au sens de la NF EN 1090-2, est conforme au §4.1.2 du fascicule 66.

Les prescriptions normatives sont complétées par les prescriptions particulières suivantes décrites dans la suite de la présente partie

#### 4.5.2.2 Exécution de la fabrication

##### *4.5.2.2.1 Prescriptions particulières*

Un ébavurage soigné des profils ou tôles doit être effectué.

Les arêtes des tôles doivent être meulées en arrondi (rayon de 1 à 2 mm) avant la mise en œuvre de la protection contre la corrosion.

Toute tôle déchirée est remplacée, la réparation par soudure locale est interdite.

##### *4.5.2.2.2 Tolérances*

Les tolérances dans les phases d'exécution des constructions métalliques sont fixées dans l'article 11 du fascicule 66 du CCTG ainsi que dans les normes en vigueur, notamment la norme EN 1090-2.

#### 4.5.2.3 Exécution du soudage

##### *4.5.2.3.1 Généralités*

Les opérations de soudage sont exécutées selon les prescriptions du Fascicule 66 §7 et de la NF EN 1090-2 §7.

L'identification et la traçabilité doivent être maintenues tout au long du processus de fabrication et les systèmes documentés relatifs doivent comporter les éléments listés dans la norme NF EN ISO 3834-2.

**Toutes les soudures sont continues pour améliorer la résistance à la corrosion.**

**La taille minimale de l'apothème des cordons est de 4 mm.** Pour des cordons d'étanchéité ou pour des soudures de tôles d'épaisseur inférieure à 6 mm uniquement, une taille inférieure d'apothème peut être soumise à l'agrément du Maître d'Œuvre.

L'Entreprise doit impérativement, en amont de l'exécution des opérations de soudage, fournir au Maître d'Œuvre le programme de soudage tel que défini dans le présent CCTP. Le programme comporte notamment les DMOS, QMOS et plans d'exécution de soudage à jour.

##### *4.5.2.3.2 Procédés de soudage*

Le soudage peut être réalisé (en fonction des épaisseurs à souder, des aciers utilisés, de la localisation de la soudure et son accès, de la position de soudage, des risques d'arrachement lamellaire, des tolérances à garantir, des rendements et de la répétitivité...) par les procédés de soudage suivants selon NF EN ISO 4063.

Le diamètre des soudures par points et par bossages est vérifié en cours de production par un essai de pelage ou de déboulonnage au burin conformément à l'EN ISO 10447.

#### 4.5.2.3.3 Qualification des modes opératoires de soudage

Le soudage doit être réalisé avec des modes opératoires de soudage qualifiés utilisant un descriptif de modes opératoires de soudage (DMOS) selon la partie applicable de l'EN ISO 15609, de l'EN ISO 14555 ou de l'EN ISO 15620, selon le cas :

NF EN ISO 14555	Soudage - Soudage à l'arc des goujons sur les matériaux métalliques
NF EN ISO 15609-1	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques - Descriptif d'un mode opératoire de soudage - Partie 1 : soudage à l'arc
NF EN ISO 15609-4	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques - Descriptif d'un mode opératoire de soudage - Partie 4 : soudage par faisceau laser
NF EN ISO 15609-5	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques - Descriptif d'un mode opératoire de soudage - Partie 5 : soudage par résistance
NF EN ISO 15613	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques - Qualification sur la base d'un assemblage soudé de préproduction
NF EN ISO 15614-1	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques - Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage - Partie 1 : soudage à l'arc et aux gaz des aciers et soudage à l'arc du nickel et des alliages de nickel
NF EN ISO 15614-11	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques - Épreuve de qualification d'un mode opératoire - Partie 11 : soudage par faisceau d'électrons et par faisceau laser
NF EN ISO 15614-13	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques - Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage - Partie 13 : soudage en bout par résistance pure et soudage par étincelage
NF EN ISO 15620	Soudage - Soudage par friction des matériaux métalliques

Les descriptions et qualifications des modes opératoires de soudages suivent les exigences suivantes :

Procédé de soudage selon NF EN ISO 4063		Description du mode opératoire de soudage (DMOS)	Qualification du mode opératoire de soudage (QMOS)
Numéro de référence	Nomenclature		
111, 114, 121, 122, 123, 124, 125, 131, 135, 136, 137, 141	Soudage à l'arc	NF EN ISO 15609-1	NF EN ISO 15613 NF EN ISO 15614-1
21 22 23	Soudage par points Soudage à la molette Soudage par bossages	NF EN ISO 15609-5	NF EN ISO 15612
24	Soudage par étincelage	NF EN ISO 15609-5	NF EN ISO 15614-13
42	Soudage par friction	NF EN ISO 15620	NF EN ISO 15620
52	Soudage laser	NF EN ISO 15609-4	NF EN ISO 15614-11
783	Soudage à l'arc des goujons par fusion et forgeage avec bague en céramique ou gaz de protection	NF EN ISO 14555	NF EN ISO 14555
784	Soudage à l'arc des goujons avec cycle court		

Les DMOS utilisés pour les assemblages dans des structures en treillis de profils creux doivent définir les zones de départ et d'arrêt, ainsi que la méthode à utiliser pour traiter les endroits où le type de soudure passe d'une soudure d'angle à une soudure bout à bout sur le périmètre du joint.

Par dérogation aux dispositions de la norme NF EN ISO 15614-1 et selon Fascicule 66 §7.2, concernant le domaine de validité d'une qualification de mode opératoire de soudage :

- par rapport au matériau de base, le domaine de qualification est limité aux aciers de même type d'élaboration et présentant des états de livraison équivalents et pour lesquels en outre :
  - le carbone équivalent nominal est inférieur ou égal à celui de l'acier de l'assemblage de qualification.
  - la limite d'élasticité nominale se situe dans une plage de 80 MPa en dessous de celle de l'acier de l'assemblage de qualification
  - la valeur de l'énergie minimale de rupture requise pour les essais de flexion par choc est inférieure ou égale à celle de l'acier de l'assemblage de qualification,
  - la température de réalisation des essais de flexion par choc est supérieure ou égale à celle de l'acier de l'assemblage de qualification.
- par rapport à l'épaisseur du matériau de base, le domaine de validité d'une qualification de mode opératoire d'une soudure d'angle réalisée pour une épaisseur  $t \geq 30$  mm est limité à 0,5 t.

#### *4.5.2.3.4 Qualification des soudeurs et opérateurs soudeurs*

La qualification des soudeurs suit les exigences des normes suivantes :

NF EN ISO 9606-1	Épreuve de qualification des soudeurs - Soudage par fusion - Partie 1 : aciers
NF EN ISO 14732	Personnel en soudage - Épreuve de qualification des opérateurs soudeurs et des régleurs en soudage pour le soudage mécanisé et le soudage automatique des matériaux métalliques

En particulier, le domaine de qualification doit préciser le groupe de matériaux de base, le groupe de matériaux d'apport, le type de soudure, le nombre de passe, et les domaines de validité associés.

Le domaine de qualification d'un soudeur ou d'un opérateur doit correspondre à la gamme d'utilisation du DMOS utilisé.

Le soudage de nœuds en profils creux dont les angles sont inférieurs à 60° doit être qualifié par une épreuve spécifique.

Les procès-verbaux de toutes les épreuves de qualification des soudeurs et opérateurs soudeurs doivent être conservés et produits sur demande.

Tous les soudeurs ou opérateurs sont également agréés en fonction des travaux à réaliser. Les agréments des soudeurs auront moins d'un an.

Il est admis, pour ce qui concerne les agréments des procédés, à des reconductions dans le cas où ces derniers sont compatibles avec la structure à réaliser et les possibilités de l'entreprise.

#### 4.5.2.3.5 Coordination du soudage

Une coordination en soudage doit être assurée pendant l'exécution du soudage par des coordinateurs en soudage convenablement qualifiés et expérimentés pour les opérations qu'ils supervisent, selon les prescriptions de l'EN ISO 14731 « Coordination en soudage - Tâches et responsabilités ».

Les connaissances techniques requises par les coordinateurs de soudage sont décrites dans les tableaux 14 et 15 du §7.4.3 de la NF EN 1090-2.

#### 4.5.2.3.6 Stockage et manutention des produits consommables

Les produits consommables pour le soudage doivent être stockés, manipulés et utilisés conformément aux recommandations du fabricant.

Si des électrodes et des flux doivent être séchés et stockés, les niveaux de température et de temps appropriés doivent être respectés conformément aux recommandations du fabricant ou, en leur absence, conformément aux prescriptions du Tableau 16 de la NF EN 1090-2.

Les produits consommables inutilisés à la fin du poste de travail de soudage doivent être à nouveau séchés conformément aux prescriptions ci-dessus. Pour les électrodes, le séchage ne doit pas être réalisé plus de deux fois. Les produits consommables restants doivent être mis au rebut.

Les produits consommables pour le soudage présentant des signes de dommage ou de dégradation doivent être mis au rebut.

#### 4.5.2.3.7 Préparation des joints

Les préparations de joints suivent les dispositions des normes suivantes en fonction de leur domaine d'application :

NF EN ISO 9692-1	Soudage et techniques connexes - Types de préparation de joints - Partie 1 : soudage manuel à l'arc avec électrode enrobée, soudage à l'arc avec électrode fusible sous protection gazeuse, soudage aux gaz, soudage TIG et soudage par faisceau des aciers
NF EN ISO 9692-2	Soudage et techniques connexes - Préparation de joints - Partie 2 : soudage à l'arc sous flux en poudre des aciers.
NF EN 1993-1-8	Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-8 : calcul des assemblages (§4)
NF EN 1993-2	Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 2 : ponts métalliques (Annexe C)

La préparation des joints doit être appropriée au procédé de soudage et conforme au type de préparation utilisé lors de l'épreuve de qualification du mode opératoire de soudage. Les tolérances pour les préparations des joints et leur ajustage doivent être données dans les DMOS.

La préparation des joints doit être exempte de toutes fissures visibles. Pour les nuances d'acier supérieures à S640, les zones de coupe doivent être décalaminées par meulage et l'absence de fissures doit être vérifiée par un contrôle visuel, par ressuage ou par magnétoscopie. Les fissures visibles doivent être éliminées par meulages et la géométrie du joint doit être corrigée si nécessaire.

Lorsque des entailles de grandes dimensions ou autres défauts dans la géométrie du joint sont corrigés par rechargement, un mode opératoire qualifié doit être utilisé, et les surfaces rechargées doivent ensuite être lissées et égalisées à la meule de façon à rattraper la surface adjacente.

Toutes les surfaces à souder doivent être sèches et exemptes de toute substance susceptible d'altérer la qualité des soudures ou de perturber les opérations de soudage (rouille, matériau organique ou couche de zinc). En particulier, l'application de primaire sur des bords de joints à souder est proscrite.

La préparation d'assemblage de profil creux suit notamment les dispositions de la NF EN ISO 9692 parties 1 et 2, dont certains exemples sont donnés dans l'annexe E de la NF EN 1090-2.

#### *4.5.2.3.8 Protection et préchauffage*

Le soudeur comme la zone de travail doivent être efficacement protégés contre les effets du vent, de la pluie et de la neige.

Les surfaces à souder doivent être maintenues sèches et exemptes de condensation.

Lorsque la température du matériau à souder est inférieure à 5°C ou si le DMOS le stipule, un chauffage approprié doit être mis en œuvre.

Le préchauffage doit être réalisé conformément aux normes suivantes :

NF EN 1011-2	Soudage - Recommandations pour le soudage des matériaux métalliques - Partie 2 : soudage à l'arc des aciers ferritiques
NF EN ISO 13916	Soudage - Mesurage de la température de préchauffage, de la température entre passes et de la température de maintien du préchauffage

Le préchauffage doit être mis en œuvre conformément au QMOS approprié et doit être appliqué pendant toute la durée du soudage, y compris le pointage et le soudage de fixations provisoires.

#### *4.5.2.3.9 Assemblage en vue du soudage*

Les éléments à souder doivent être correctement alignés et maintenus en position par pointage ou dispositifs externes, et bloqués pendant le soudage initial. L'assemblage doit être réalisé de telle sorte que la préparation des joints et les dimensions finales des éléments respectent les tolérances requises. Des mesures appropriées doivent être prises en ce qui concerne les déformations et retraits.

Les tolérances suivent les exigences du §7.3 du Fascicule 66 du CCTG et de l'annexe C de la NF EN 1993-2.

Il convient que l'assemblage d'éléments à profils creux à souder soit conforme aux lignes directrices indiquées à l'Annexe E de la NF EN 1090-2.

Les éléments à souder doivent être assemblés et maintenus en position de façon à ce que les joints à souder soient facilement accessibles et aisément visibles pour le soudeur.

Aucune soudure supplémentaire ne doit être introduite, et les emplacements des soudures spécifiées ne doivent pas être modifiés sans s'assurer de leur conformité aux spécifications.



Il convient que les procédés de renforcement localisé d'un assemblage soudé dans une structure en treillis de profils creux facilitent le contrôle d'intégrité de l'assemblage tel que soudé. Il convient également d'envisager la possibilité d'épaissir l'élément.

#### *4.5.2.3.10 Exécution des soudures*

L'exécution (dont tolérances) sont conformes au §4 de la NF EN 1993-1-8, au §7.5.8 jusqu'au §7.5.18 et annexe D de la NF EN 1090-2.

Des précautions doivent être prises pour éviter les amorçages d'arc accidentels, et s'il s'en produit, la surface de l'acier doit être légèrement meulée et contrôlée. Il convient de compléter le contrôle visuel par un contrôle par ressuage ou magnétoscopie.

Les projections de soudure doivent être éliminées.

Les défauts visibles tels que les fissures, cavités et autres défauts non autorisés, doivent être éliminés de chaque passe avant le dépôt de la passe suivante.

La totalité du laitier doit être éliminée de la surface de chaque passe avant l'exécution de la passe suivante, ainsi que de la surface de la soudure finie. Les jonctions entre le métal fondu et le métal de base doivent faire l'objet d'une attention particulière.

Il est procédé à l'arasement par meulage des cordons de soudure présentant des imperfections d'aspect.

L'orientation des stries de meulage, qui doivent être les plus fines possibles, est parallèle à la direction des contraintes principales.

Il convient d'araser les faces débouchantes des fourrures soudées.

Lorsque le soudage ou l'assemblage recouvre ou masque des soudures précédentes, une attention particulière doit être portée à la détermination des soudures à exécuter en premier et à l'éventuelle nécessité de procéder à des contrôles/essais de ces soudures avant l'exécution des soudures suivantes ou avant l'assemblage des éléments qui les cachent.

Il convient que les soudures d'angles aboutissent aux extrémités ou sur les côtés d'une pièce soient contournées avec la même dimension, sur une distance d'au moins deux fois le côté du cordon, sauf si la configuration de l'assemblage rend cette opération impossible.

Lorsque des éléments soudés doivent subir un traitement thermique, on doit démontrer que les modes opératoires utilisés sont appropriés.

#### *4.5.2.3.11 Contrôles*

Les contrôles suivent les prescriptions du §12.2 du Fascicule 66 du CCTG et du §12.4 de la NF EN 1090-2.

Les contrôles se basent notamment sur les normes suivantes :

NF EN ISO 3452-1	Essais non destructifs - Examen par ressuage - Partie 1 : principes généraux
NF EN ISO 3452-2	Essais non destructifs - Examen par ressuage - Partie 2 : essais des produits de ressuage
NF EN ISO 3452-3	Essais non destructifs - Examen par ressuage - Partie 3 : pièces de référence

NF EN ISO 3452-4	Essais non destructifs - Examen par ressuage - Partie 4 : équipement
NF EN ISO 3834-1	Exigences de qualité en soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 1 : critères pour la sélection du niveau approprié d'exigences de qualité
NF EN ISO 3834-2	Exigences de qualité en soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 2 : exigences de qualité complète
NF EN ISO 3834-3	Exigences de qualité en soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 3 : exigences de qualité normale
NF EN ISO 3834-4	Exigences de qualité en soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 4 : exigences de qualité élémentaire
NF EN ISO 3834-5	Exigences de qualité en soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 5 : documents auxquels il est nécessaire de se conformer pour déclarer la conformité aux exigences de qualité de l'ISO 3834-2, l'ISO 3834-3 ou l'ISO 3834-4
NF EN ISO 3834-6	Exigences de qualité en soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 6 : lignes directrices pour la mise en application de l'ISO 3834
NF EN ISO 5817	Soudage - Assemblages en acier, nickel, titane et leurs alliages soudés par fusion (soudage par faisceau exclu) - Niveaux de qualité par rapport aux défauts
NF EN ISO 9712	Essais non destructifs - Qualification et certification du personnel END
NF EN ISO 17635	Contrôle non destructif des assemblages soudés - Règles générales pour les matériaux métalliques
NF EN ISO 17636-1	Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par radiographie - Partie 1 : techniques par rayons X ou gamma à l'aide de film
NF EN ISO 17638	Contrôle non destructif des assemblages soudés - Magnétoscopie
NF EN ISO 17640	Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par ultrasons - Techniques, niveaux d'essai et évaluation
NF EN ISO 23279	Essais non destructifs des assemblages soudés - Contrôle par ultrasons - Caractérisation des discontinuités dans les assemblages soudés

Les contrôles effectués avant et pendant le soudage doivent figurer dans le programme de contrôles conformément aux exigences données dans la partie concernée de l'EN ISO 3834.

Les délais minimaux entre l'exécution et les contrôles stipulés dans le tableau 23 de la NF EN 1090-2 doivent être impérativement respectés.

Les méthodes de contrôles non destructifs (CND) doivent être choisies conformément à la NF EN ISO 17635 par un personnel qualifié de Niveau 3 tel que défini dans la NF EN ISO 9712. En général, le contrôle par ultrasons ou par radiographie s'applique aux soudures bout à bout et le contrôle par ressuage ou par magnétoscopie s'applique aux soudures d'angle.

Les CND, à l'exception du contrôle visuel, doivent être réalisés par un personnel qualifié de Niveau 2 tel que défini dans la NF EN ISO 9712.

Toutes les soudures doivent être contrôlées visuellement sur la totalité de leur longueur. Lorsque des défauts superficiels sont détectés, un contrôle par ressuage ou magnétoscopie doit être effectué sur la soudure contrôlée.

L'étendue requise des CND doit être conforme au Tableau 24 de la NF EN 1090-2, qui spécifie en fonction des classes d'exécution le pourcentage de longueur de soudure à contrôler par CND. Les pourcentages s'appliquent à l'étendue des CND supplémentaires traitée comme la quantité cumulée au sein de chaque lot de contrôle.

Il est de plus exigé selon Fascicule 66 du CCTG que :

- les soudures sur chantier relevant de la classe d'exécution EXC4 doivent être contrôlées à 100% ;
- les soudures bout à bout des semelles qui sont en compression sous les combinaisons aux états limites de service sont contrôlées sur 10% de leur longueur ;
- les soudures d'angle des platines d'appui et de vérinage sont systématiquement contrôlées à 100% par magnétoscopie ou ressuage.

Les critères d'acceptation relatifs aux défauts des soudures valident le niveau de qualité C selon NF EN ISO 5817 pour la classe EXC3, et B+ pour la classe EXC4.

Des exigences complémentaires pour la classe B+ sont données dans le Tableau 17 de la NF EN 1090-2.

Si le contrôle révèle, dans une zone, des défauts de soudures supérieurs aux exigences spécifiées dans les critères d'acceptation, les contrôles doivent être effectués sur deux longueurs en amont et en aval de la zone présentant le défaut. Si le contrôle sur l'un ou l'autre côté donne des résultats non conformes, une investigation doit être réalisée pour en trouver la raison.

#### *4.5.2.3.12 Soudage des aciers inoxydables*

*A priori* sans objet, pour mémoire.

Le soudage des aciers inoxydables suit les exigences du §7.7 de la NF EN 1090-2.

#### 4.5.2.4 Exécution des constructions boulonnées

##### *4.5.2.4.1 Généralités*

Tout assemblage par boulon est réalisé en conformité avec l'article 8 du fascicule 66 du CCTG et du §8 de la NF EN 1090-2.

L'Entreprise transmet au Maître d'Œuvre, avant toute exécution, son programme de serrage des assemblages boulonnés.

Les assemblages boulonnés présentant de faibles longueurs de serrage utilisés dans des éléments de faible épaisseur soumis à des vibrations importantes (râteliers de stockage, panneaux proches d'organes de roulement...), doivent utiliser un dispositif d'immobilisation à définir par l'entreprise.

Les boulons précontraints ne nécessitent pas de dispositifs d'immobilisation supplémentaires.

Le soudage de vis ou d'écrou sur la structure est pros crit.

**Tout assemblage boulonné est muni d'une rondelle sous l'écrou et sous la tête.**

Les rondelles utilisées sous les têtes de vis précontraintes doivent être chanfreinées conformément à la NF EN 14399-6 et positionnées avec le chanfrein orienté vers la tête de la vis. Les rondelles conformes à la NF EN 14399-5 ne doivent être utilisées que sous les écrous.

Des rondelles biaises doivent être utilisées si la surface du produit constitutif est inclinée par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe de la vis, selon les exigences normatives.

Les écrous d'assemblage précontraints doivent s'appuyer sur des douilles allonges lorsque la longueur de serrage apparaît insuffisante pour garantir l'effort de précontrainte.

Les écrous doivent être montés de telle sorte que leurs repères de désignation soient visibles en vue d'un contrôle après montage.

##### *4.5.2.4.2 Préparation des surfaces de contact pour assemblage résistant au glissement*

Les précautions suivantes doivent être prises avant assemblage :

- les surfaces de contact doivent être exemptes de toute souillure, par exemple. huile, saleté ou peinture ;
- les bavures susceptibles d'empêcher l'accostage précis des parties assemblées doivent être éliminées ;
- les surfaces non revêtues doivent être débarrassées de rouille ou d'autre matériau non adhérent. On doit veiller à ne pas endommager ou polir la surface rugueuse ;
- les zones non traitées autour du périmètre de l'assemblage serré ne doivent pas être traitées avant la fin du contrôle de l'assemblage.

Le traitement des surfaces est préférentiellement de classe B selon le Tableau 18 de la NF EN 1090-2 (surface grenillée ou sablée, avec métallisation ou peinture au zinc silicate inorganique de 50 à 80µm, garantissant un coefficient de frottement de 0.4).

Tout assemblage par boulon est réalisé en conformité avec l'article 8 du fascicule 66 du CCTG et la norme NF E 25-030 : « Assemblages vissés - Conception, calcul et conditions de montage ».

Les faces à serrer sont protégées par une peinture au silicate de Zinc.

#### *4.5.2.4.3 Serrage des boulons*

##### *4.5.2.4.3.1 Boulons non précontraints*

Les éléments assemblés doivent être rapprochés de manière à obtenir un contact ferme. Des fourrures peuvent être utilisées pour ajuster l'assemblage. Pour un élément épais avec  $t \leq 4$  mm pour les plaques et tôles et  $t \geq 8$  mm pour les profils, à moins qu'un appui par contact direct n'ait été spécifié, des jeux résiduels n'excédant pas 4 mm peuvent être laissés en rive à condition que le contact soit assuré dans la partie centrale de l'assemblage.

Chaque boulon doit être au moins serré jusqu'au refus, en veillant spécialement à éviter tout sur-serrage des boulons particulièrement courts.

Le serrage doit être effectué boulon par boulon dans un groupe, en commençant par la partie la plus rigide de l'assemblage et en se déplaçant progressivement vers la partie la moins rigide. Pour obtenir un serrage uniforme jusqu'au refus des boulons, plusieurs cycles de serrage peuvent s'avérer nécessaires.

Après serrage, la vis doit dépasser de la face de l'écrou d'au moins un pas complet de filetage.

##### *4.5.2.4.3.2 Boulons à serrage contrôlé*

Les bavures, les matériaux non adhérents, ou des surépaisseurs de peinture qui sont susceptibles d'empêcher l'accostage précis des parties assemblées doivent être éliminées avant l'assemblage.

Avant l'application de la précontrainte, les éléments assemblés doivent être positionnés et les boulons d'un même groupe de boulons doivent être serrés conformément à un serrage de boulon non précontraint, mais le jeu résiduel sur l'assemblage doit être limité à 2 mm avec les actions correctives nécessaires sur les éléments en acier.

Le serrage doit être réalisé progressivement de la partie la plus rigide de l'assemblage vers la partie la moins rigide.

Pour obtenir une précontrainte uniforme, plusieurs cycles de serrage peuvent être nécessaires.

Les pertes potentielles d'effort de serrage par relaxation, fluage, ou matage est prise en compte dans la procédure transmise par l'Entreprise.

Les boulons à haute résistance aptes à la précontrainte doivent être utilisés sans modification de l'état de la lubrification tel que livré.

Lorsqu'un boulon a été serré jusqu'à la précontrainte minimale puis est ensuite desserré il doit être enlevé et mis au rebut.

Les boulons utilisés pour l'accostage initial n'ont normalement pas besoin d'être serrés jusqu'à la précontrainte minimale ou desserrés. Ils sont, par conséquent, encore utilisables tels quels pour le serrage final.

Le calcul de la précontrainte doit être effectué selon EUROCODES, rappelé au §8.5.1 de la NF EN 1090-2.

Les méthodes de serrage à préférer sont les suivantes :

- la méthode du couple selon la NF EN 1090-2 §8.5.3, pour laquelle l'effort de précontrainte minimale du boulon est à calculer selon EUROCODES ;
- la précontrainte axiale par dispositif hydraulique (vérin tendeur).

#### Méthode du couple :

Les clés dynamométriques utilisées dans toutes les phases de la méthode du couple doivent avoir une précision de  $\pm 4 \%$  conformément à l'EN ISO 6789. La précision de chaque clé doit être contrôlée au moins une fois par semaine, et, dans le cas des clés pneumatiques, à chaque changement de longueur du flexible d'alimentation en air.

Un contrôle doit être effectué après tout incident se produisant en cours d'utilisation (choc violent, chute, surcharge, ...) et affectant la clé.

#### Précontrainte axiale par dispositif hydraulique :

La méthode de serrage doit être calibrée conformément aux recommandations du fabricant de l'équipement.

Cette méthode est décrite dans le programme d'exécution des assemblages boulonnés.

La précision sur le serrage doit être obligatoirement indiquée afin de valider les calculs de résistance au glissement des liaisons boulonnées concernées.

#### Autre méthode :

Si la précontrainte nécessaire est inférieure à la précontrainte calculée selon EUROCODES, les boulons, la méthode de serrage, les paramètres de serrage et les exigences relatives à l'inspection sont conformes aux exigences de la NF E 25-030.

### *4.5.2.4.4 Contrôles des assemblages précontraints*

#### Contrôle des surfaces de frottement :

Si les assemblages nécessitent des surfaces de frottement, ces surfaces doivent être contrôlées visuellement immédiatement avant assemblage

#### Contrôle avant serrage :

Tous les assemblages comportant des boulons précontraints doivent être contrôlés visuellement après leur boulonnage initial complet et l'alignement local de la structure, et avant l'application de la précontrainte.

Les jeux des interfaces de serrage doivent être conformes aux jeux spécifiés précédemment. Si la non-conformité est due à des différences d'épaisseurs de matériau dépassant les critères, l'assemblage doit être refait. Dans les autres cas, les non-

conformités peuvent être corrigées, dans la mesure du possible, en réglant l'alignement local de l'élément défectueux.

Les assemblages corrigés doivent être contrôlés à nouveau après réfection.

#### Contrôle pendant et après serrage :

Le contrôle des éléments de fixation mis en place et/ou des méthodes de pose doit être effectué selon la méthode de serrage utilisée. Les emplacements doivent être choisis de manière aléatoire afin de s'assurer que l'échantillonnage couvre l'ensemble des variables (type d'assemblage, groupe de boulons, lot, type et dimensions des éléments de fixation, outillage utilisé et opérateurs).

En vue du contrôle, un groupe de boulons s'entend comme des boulons de même origine employés dans des assemblages similaires, les boulons étant de mêmes dimensions et de même classe. Un groupe comportant de nombreux boulons peut être subdivisé en plusieurs sous-groupes à des fins de contrôle, selon avis du Maître d'Œuvre notamment.

Le nombre de boulons contrôlés globalement dans une structure doit être au minimum de 10% lors de la dernière phase de serrage.

Le contrôle doit être réalisé en utilisant un plan d'échantillonnage progressif conforme à l'Annexe M de la NF EN 1090-2, qui se base sur l'ISO 2859. Le plan d'échantillonnage est défini selon un type séquentiel défini par la norme (type A en EXC3, type B en EXC4).

Le contrôle est effectué pour un nombre suffisant de boulons jusqu'à ce que :

- les conditions d'acceptation soient atteintes (nombre de boulons défectueux inférieur au minimum acceptable) ou
- les conditions de rejet soient atteintes (nombre de boulons défectueux supérieur au maximum acceptable) ou
- tous les assemblages aient été testés.

Tant que le nombre de boulons défectueux reste dans la zone d'indécision (nombre de boulons défectueux compris entre le minimum et le maximum acceptable), le contrôle continue.

Lorsque le contrôle se traduit par un rejet, tous les boulons du sous-groupe de boulons doivent être vérifiés et des mesures correctives doivent être prises. Après achèvement, un nouveau contrôle est requis.

Si le contrôle s'achève dans la zone d'indécision, le résultat du contrôle est observé au cas par cas et soumis au Maître d'Œuvre. Par défaut, il est préconisé d'effectuer un resserrage.

Pour la méthode du couple, la norme NF EN 1090-2 impose notamment que :

- le contrôle doit être effectué entre 12 h et 72 h après achèvement du serrage du sous-groupe de boulons concerné ;
- un boulon pour lequel 1 écrou tourne de plus de 15° sous l'application du couple de contrôle est jugé sous serré et doit être resserré jusqu'à 100 % du couple requis.

Pour l'utilisation d'un dispositif hydraulique de tension axiale (vérin tendeur), la méthode de contrôle est définie par l'Entreprise dans le programme d'exécution des assemblages boulonnés, en lien avec les spécifications du fournisseur du dispositif de serrage. La méthode peut s'inspirer de la méthode du couple en vérifiant que le boulon ne tourne pas sous l'effort de précontrainte de contrôle.



#### 4.5.3 Prescriptions d'exécution de la protection anticorrosion

##### 4.5.3.1 Généralités

L'exécution de la protection contre la corrosion doit être réalisée conformément aux stipulations du fascicule 56 du CCTG et aux exigences de la norme NF EN 1090-2. Les conditions atmosphériques sont contrôlées.

Les opérateurs directs (ouvriers décapeurs et/ou applicateurs) sont titulaires d'une certification ACQPA de niveau 1 au minimum, et ce dans les options correspondantes aux travaux à effectuer (décapage par projection d'abrasif, application de peinture, métallisation, revêtements spéciaux dont PRZ « Primaire Riche en Zinc »).

Le chef d'équipe, le chef de chantier ou le contremaître doit être titulaire d'une certification ACQPA de niveau 2 au minimum.

Pour rappel, l'entreprise doit notamment réaliser les tâches suivantes en amont de l'exécution de la protection anticorrosion :

- émission d'un plan d'assurance qualité anticorrosion ;
- émission d'un programme d'exécution de la protection anticorrosion.

##### 4.5.3.2 Préparation des surfaces

###### *4.5.3.2.1 Généralités*

Elle est réalisée selon les prescriptions du §3.2.5 du Fascicule 56 du CCTG ainsi que le §10 et le §F.2 de l'annexe F de la NF EN 1090-2, avec les contrôles s'y rapportant.

Cette préparation de surface passe par :

- un nettoyage ;
- un décapage ;
- un dépoussiérage.

**L'emploi de ces aciers grenillés pré peints ou aciers pré grenillés est proscrit.**

L'exécution de la préparation de surface s'effectue notamment selon les prescriptions des normes suivantes (pour application de peinture et métallisation ou galvanisation) :

NF EN ISO 1461	Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier - Spécifications et méthodes d'essai
NF EN ISO 2063-2	Projection thermique - Zinc, aluminium et alliages de ces métaux - Partie 2 : exécution des systèmes de protection contre la corrosion - Projection thermique - Revêtements métalliques et inorganiques - Zinc, aluminium et alliages de ces métaux
NF EN ISO 8501-1	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Évaluation visuelle de la propreté d'un subjectile - Partie 1 : degrés de rouille et degrés de préparation des subjectiles d'acier non recouverts et des subjectiles d'acier après décapage sur toute la surface des revêtements précédents
NF EN ISO 8501-2	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Évaluation visuelle de la propreté d'un subjectile - Partie 2 : degrés de préparation des subjectiles d'acier précédemment revêtus après décapage localisé des couches

NF EN ISO 8501-3	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Évaluation visuelle de la propreté d'un subjectile - Partie 3 : degrés de préparation des soudures, arêtes et autres zones présentant des imperfections
NF EN ISO 8501-4	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Évaluation visuelle de la propreté d'un subjectile - Partie 4 : états de surface initiaux, degrés de préparation et degrés de fleurette de rouille après décapage à l'eau sous haute pression
NF EN ISO 8502-4	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Essais pour apprécier la propreté d'une surface - Partie 4 : principes directeurs pour l'estimation de la probabilité de condensation avant application de peinture
NF EN ISO 8502-6	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Essais pour apprécier la propreté d'une surface - Partie 6 : extraction des contaminants solubles en vue de l'analyse - Méthode de Bresle
NF EN ISO 8502-9	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Essais pour apprécier la propreté d'une surface - Partie 9 : méthode in situ pour la détermination des sels solubles dans l'eau par conductimétrie
NF EN ISO 8503-1	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Caractéristiques de rugosité des subjectiles d'acier décapés - Partie 1 : spécifications et définitions des comparateurs visuo-tactiles ISO pour caractériser les surfaces décapées par projection d'abrasif
NF EN ISO 8503-2	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Caractéristiques de rugosité des subjectiles d'acier décapés - Partie 2 : méthode de classification d'un profil de surface en acier décapée par projection d'abrasif - Utilisation des comparateurs visuo-tactiles
NF EN ISO 8504-1	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Méthodes de préparation des subjectiles - Partie 1 : principes généraux
NF EN ISO 8504-2	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Méthodes de préparation des subjectiles - Partie 2 : décapage par projection d'abrasif
NF EN ISO 8504-3	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Méthodes de préparation des subjectiles - Partie 3 : nettoyage à la main et à la machine
NF EN ISO 12944-4	Peintures et vernis - Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture - Partie 4 : Types de surface et de préparation de surface

#### 4.5.3.2.2 Nettoyage

Le nettoyage est effectué selon les prescriptions du §3.2.5.2 du Fascicule 56 du CCTG.

Cette opération doit éliminer les salissures, souillures ou impuretés diverses et notamment toute trace :

- d'huile ou de graisse provenant du stockage ou de l'usinage ;
- de transpiration déposée à l'occasion de manipulations manuelles ;
- de dépôts provenant de fumées ;
- de produits de protection temporaire ;
- de marquages ;
- de sels, salissures et dépôts provenant de l'environnement ;
- de sels de zinc dans le cas de la galvanisation.

Sont utilisées une ou plusieurs des méthodes décrites dans la norme NF EN ISO 12944-4, selon la nature et l'état des surfaces, la taille des pièces, l'importance des zones à traiter et l'emplacement des travaux.

Après nettoyage, la manutention des pièces doit se faire de façon uniquement mécanique et en prenant toutes précautions utiles pour ne pas provoquer de nouvelles salissures.

#### 4.5.3.2.3 Décapage

Le décapage est effectué selon les prescriptions du §3.2.5.3 du Fascicule 56 du CCTG et Annexe F de la NF EN 1090-2.

Les surfaces sont soumises en atelier à un décapage mécanique par jet d'abrasif à sec au degré de soin et au profil de rugosité demandé par le système de peinture, puis in situ pour les surfaces à reconditionner.

Avant le début des travaux il est procédé, avec l'abrasif proposé, au décapage de plaques d'essai en acier de même nuance et de même qualité que celui qui est utilisé pour les différentes parties de la structure, en vue d'obtenir le degré de soin et la rugosité désirés.

Ces essais doivent être répétés périodiquement durant les travaux de préparation des surfaces.

L'entrepreneur doit organiser son travail de manière à ce que les distances séparant l'emplacement où est effectué le décapage des emplacements où est appliquée la peinture soient telles qu'il n'y ait à craindre aucune projection d'abrasif sur ces revêtements ni contamination de l'abrasif et de l'air par les produits appliqués.

De même, toutes les dispositions sont prises pour ne pas endommager les ossatures traitées et notamment pour ne pas déformer les tôles minces et détériorer les cordons de soudure de faible épaisseur.

L'abrasif non recyclé doit être évacué rapidement de manière à éviter que ne se forment dans certaines parties de l'ossature des dépôts excessifs susceptibles d'engendrer des sollicitations qui n'auraient pas été prises en compte dans les études et calculs de justification

Le procédé de décapage employé impose des mesures d'hygiène et de sécurité spécifiques identifiées par l'Entreprise et traitées dans sa procédure de décapage.

Les opérations de décapage ne peuvent être entreprises ou poursuivies lorsque :

- le degré hygrométrique relatif et la température de l'atmosphère ambiante ne permettent pas de respecter les conditions limites prévues pour l'application des produits ;
- la température du subjectile se situe à moins de 3°C au-dessus du point de rosée estimé selon la norme en vigueur.

#### 4.5.3.2.4 Dépoussiérage

Le dépoussiérage est effectué selon les prescriptions du §3.2.5.4 du Fascicule 56 du CCTG.

Immédiatement après décapage, les surfaces traitées sont débarrassées de tous les corps étrangers non adhérents (éclats de calamine ou d'oxydes, résidus d'abrasifs, débris de soudures, poussière, etc.) par un dépoussiérage soigné par aspiration ou soufflage au jet d'air comprimé parfaitement sec et propre.

#### 4.5.3.3 Application de la métallisation

La nouvelle couche de métallisation à appliquer est exécutée conformément aux dispositions du fascicule 56 du CCTG §3.2.6.2, ainsi que du §10.1 et annexe F §F.6.2 de la NF EN 1090-2.

L'exécution suit notamment les exigences des normes suivantes :

NF EN ISO 2063-1	Projection thermique - Zinc, aluminium et alliages de ces métaux - Partie 1 : considérations de conception et exigences de qualité pour les systèmes de protection contre la corrosion
NF EN ISO 2063-2	Projection thermique - Zinc, aluminium et alliages de ces métaux - Partie 2 : exécution des systèmes de protection contre la corrosion - Projection thermique - Revêtements métalliques et inorganiques - Zinc, aluminium et alliages de ces métaux
NF EN ISO 12679	Projection thermique - Recommandations pour la projection thermique
NF EN ISO 12670	Projection thermique - Éléments traités par projection thermique - Conditions techniques de livraison

La métallisation et l'application de la peinture de colmatage de la métallisation (communément appelée « bouche pore ») sont réalisées dans le même lieu (atelier ou site).

La seule peinture de colmatage autorisée est celle faisant partie du système certifié ACQPA ou équivalent.

Les moyens et l'organisation de la mise en œuvre permettent de s'assurer qu'aucune condensation sur la surface métallisée ne peut intervenir entre ces deux opérations. Notamment, le bouche-pore doit être appliqué immédiatement après le refroidissement du revêtement de métallisation afin d'éviter l'oxydation ou de piéger l'humidité.

#### 4.5.3.4 Application des peintures

##### 4.5.3.4.1 Généralités

L'exécution de l'application des peintures suit les exigences du §3.2.6 du Fascicule 56 du CCTG et de la NF EN 1090-2 Annexe F §F.6.

L'application des peintures répond aux normes suivantes :

NF EN ISO 12944-7	Peintures et vernis -- Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture -- Partie 7 : Exécution et surveillance des travaux de peinture
-------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

L'application des peintures est effectuée préférentiellement en atelier pour les peintures de la couche primaire et de finition. Lorsque cela n'est pas possible, les meilleures précautions sont prises pour réaliser l'application sur site.

L'entrepreneur devra organiser son travail de telle sorte que la mise en œuvre des peintures puisse se faire sans risque :

- pour les surfaces en cours d'application ;
- pour les surfaces en cours de séchage.

Les modes d'application sont conformes aux fiches d'homologation.

Il est rappelé que les conditions limites de températures et d'hygrométries spécifiques à la fiche de certification du système doivent être strictement respectées. Notamment, toute mise en œuvre est interdite lorsque la température du subjectile se situe à moins de 3°C au-dessus du point de rosée.

À cet effet, l'entrepreneur est tenu de placer en permanence à proximité immédiate du chantier de peinture un thermomètre et un hygromètre enregistreurs ayant au moins chacun une autonomie de huit jours.

Une peinture dont le lot de fabrication a dépassé la date limite de validité ne peut être utilisée sans une revalidation de ce lot par le fabricant ;

Une couche de peinture ne peut être appliquée qu'une fois la couche précédente vérifiée et reconnue satisfaisante. Une teinte différente doit être utilisée entre chaque couche.

#### *4.5.3.4.2 Exigences particulières sur l'exécution*

#### **Protection des arrêtes, interstices et extérieur d'assemblages boulonnés**

Il convient que les structures aient une protection des arêtes par un revêtement supplémentaire, s'étendant sur environ 25 mm de part et d'autre des arêtes et appliqué avec une épaisseur nominale appropriée au système de revêtement.

Sont traitées par pré touches à la brosse pour chacune des couches du système de peinture :

- les arêtes vives ;
- les assemblages rivetés et boulonnés ;
- les points singuliers risquant de provoquer des zones de faiblesse du système de protection.

#### **Protection d'éléments soudés après mise en peinture**

Lorsqu'un élément doit être soudé ultérieurement, les surfaces de cet élément sur une distance de 150 mm autour de la soudure, ne doivent pas recevoir de revêtement qui altérera la qualité de la soudure.

Les soudures et le métal de base voisin ne doivent pas être peints avant élimination du laitier, nettoyage, vérification et acceptation de la soudure.

#### **Protection des interfaces d'assemblages boulonnés**

Pour les assemblages résistant au glissement, le système appliqué sur les faces en contact correspond aux exigences de classe de frottement définies dans la NF EN 1090-2 Tableau 18.

Pour les assemblages précontraints dont la résistance au glissement n'est pas requise, les surfaces de contact devant être peintes avant assemblage ont une épaisseur de film sec doit comprise entre 75  $\mu\text{m}$  et 100  $\mu\text{m}$ , avec un primaire uniquement.

Après assemblage et mise en précontrainte, les assemblages doivent être nettoyés et finalement peints avec le système approprié.

### **Application en atelier**

Les peintures seront obligatoirement exécutées dans un atelier spécial séparé des autres ateliers par un cloisonnement étanche.

Les éléments d'ouvrage revêtus ne peuvent sortir des ateliers que lorsque les couches appliquées sont reconnues sèches au degré sec « apparent complet » selon NF EN ISO 9117-6.

Les opérations de manutention, transport et stockage éventuel des éléments de la structure doivent être effectuées en prenant toutes les précautions pour éviter de détériorer les revêtements mis en œuvre.

### **Application sur chantier**

À l'arrivée sur chantier, les éléments d'ouvrage peints en atelier sont inspectés de manière à localiser les détériorations dues aux opérations de transport et de manutention.

Avant toute application des couches intermédiaires ou de finition, l'entrepreneur met à la disposition du Maître d'Œuvre les moyens d'accès afin que ce dernier procède à une inspection préalable de l'ossature métallique. Après quoi, les surfaces à revêtir sont nettoyées par dépoussiérage à la brosse douce ou au jet d'air comprimé sec, ou par lavage à l'eau douce, voire par lessivage et dégraissage puis rinçage de manière à éliminer toute trace de poussière, boue, huile, graisse, etc. provenant des opérations de transport, montage et assemblage. Il est procédé comme ci-dessus pour les réparations jugées nécessaires.

L'entrepreneur doit prendre toutes dispositions, tant lors de la mise au point du programme de réalisation des travaux que pendant l'exécution, pour que les délais de recouvrement des couches mises en œuvre en atelier garantissent une bonne adhérence des couches ultérieures.

Il est rappelé qu'il est déconseillé de procéder à une application de peinture sur des surfaces surchauffées par le soleil. Toute application est interdite lorsque la température du sujet dépasse 55°C.

#### 4.5.3.5 Application de la galvanisation

L'exécution de la galvanisation est effectuée selon les dispositions du Fascicule 56 du CCTG §3.2.6.2, ainsi que du §10.1, §10.5 et Annexe F §F.7.4 de la NF EN 1090-2.

La galvanisation doit être effectuée conformément aux normes suivantes :

NF EN ISO 1461	Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier - Spécifications et méthodes d'essai
NF EN ISO 14713-1	Revêtements de zinc - Lignes directrices et recommandations pour la protection contre la corrosion du fer et de l'acier dans les constructions - Partie 1 : principes généraux de conception et résistance à la corrosion

NF EN ISO 14713-2	Revêtements de zinc - Lignes directrices et recommandations pour la protection contre la corrosion du fer et de l'acier dans les constructions - Partie 2 : galvanisation à chaud
NF EN ISO 14713-3	Revêtements de zinc - Lignes directrices et recommandations pour la protection contre la corrosion du fer et de l'acier dans les constructions - Partie 3 : Shérardisation

Si l'élément fabriqué comporte des espaces clos, ils sont obligatoirement galvanisés à l'intérieur. À cet effet, des trous d'évent et d'écoulement doivent être prévus selon les règles de l'art.

#### 4.5.3.6 Stockage

Les produits peints, revêtus par projection thermique ou galvanisés à chaud doivent être manipulés, stockés et transportés avec le plus grand soin afin d'éviter d'endommager leurs surfaces. Les matériaux d'emballage, de colisage et autres utilisés pour la manutention et le stockage doivent en général être non métalliques.

Le regroupement des éléments peints en fardeaux ne doit pas être effectué avant la fin de la durée de durcissement indiquée par le fabricant. Un espace approprié, bien ventilé et protégé des intempéries, de l'humidité et des influences d'autres travaux de revêtement doit être prévu pour permettre au revêtement de durcir suffisamment. Des mesures appropriées doivent être prises pour éviter toute détérioration du revêtement pendant le conditionnement et la manutention.

Toute opération de manutention, de stockage ou de transport est interdite tant que le système de revêtement n'a pas séché à un degré acceptable.

Le temps de séchage ne doit pas être inférieur à celui recommandé par le fabricant du produit.

#### 4.5.3.7 Vérification de l'exécution de la protection anticorrosion après montage

Sur le site et après montage et assemblage des éléments, il est procédé, avant toute nouvelle application, à :

- une inspection et un relevé des dégradations effectués contradictoirement par l'entreprise titulaire en présence du Maître d'Œuvre ;
- la préparation de surface des zones non revêtues et des surfaces endommagées ;
- la reconstitution, sur les surfaces ainsi préparées, de la partie du système de protection déjà mise en œuvre.



#### 4.5.3.8 Contrôles et acceptation

Sauf dispositions contraires du marché, les dispositions de l'article 3.2.7 du Fascicule 56 du CCTG et de la NF EN 1090-2 Annexe F §F.7 s'appliquent pour le suivi du processus d'exécution comme pour la vérification de la conformité des résultats obtenus.

Ces contrôles sont des contrôles internes effectués sous la responsabilité du chef d'équipe ou de chantier qui vise les documents de suivi.

Ils répondent notamment aux normes suivantes :

NF EN ISO 2811-1	Peintures et vernis - Détermination de la masse volumique - Partie 1 : méthode pycnométrique
NF EN ISO 2811-4	Peintures et vernis - Détermination de la masse volumique - Partie 4 : méthode du cylindre sous pression
NF EN ISO 787-10	Méthodes générales d'essai des pigments et matières de charge - Partie 10 : détermination de la masse volumique - Méthode utilisant un pycnomètre.
NF EN ISO 1461	Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier - Spécifications et méthodes d'essai
NF EN ISO 2063-1	Projection thermique - Zinc, aluminium et alliages de ces métaux - Partie 1 : considérations de conception et exigences de qualité pour les systèmes de protection contre la corrosion
NF EN ISO 2063-2	Projection thermique - Zinc, aluminium et alliages de ces métaux - Partie 2 : exécution des systèmes de protection contre la corrosion - Projection thermique - Revêtements métalliques et inorganiques - Zinc, aluminium et alliages de ces métaux
NF EN ISO 2808	Peintures et vernis - Détermination de l'épaisseur du feuil
NF EN ISO 3251	Peintures, vernis et plastiques - Détermination de l'extrait sec
NF EN ISO 9117-6	Peintures et vernis - Essais de séchage - Partie 6 : essai de séchage apparent complet
NF T30-012	Peintures et vernis - Détermination du taux de cendres dans les vernis, peintures et préparations assimilées
ISO 19840	Peintures et vernis -- Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture -- Mesure et critères d'acceptation de l'épaisseur d'un feuil sec sur des surfaces rugueuses

##### *4.5.3.8.1 Contrôle des produits en usine*

Les peintures certifiées font l'objet de la part du producteur d'un contrôle intérieur effectué conformément aux conditions techniques décrites dans le référentiel de certification ACQPA ou équivalent.

Le producteur doit être en mesure de fournir des fiches FIR comportant les caractéristiques d'identification rapide (CIR) pour chaque lot de fabrication et sur demande. Les valeurs doivent être conformes à celles indiquées dans les fiches de certification.

##### *4.5.3.8.2 Contrôle des produits sur chantier*

Dans le cadre de son contrôle extérieur, le Maître d'Œuvre peut réaliser ou faire réaliser des prélèvements de peinture en vue de déterminer les CIR.

Les prélèvements sont effectués en présence de représentants du Maître d'Œuvre et de l'entreprise.

Si les résultats des essais sortent des tolérances prévues dans les fiches de certification, il est procédé à un second prélèvement puis, si les résultats ne sont toujours pas conformes, à une analyse chimique complète des produits.

Si les résultats de l'analyse ne sont pas conformes, les produits sont rebutés.

#### *4.5.3.8.3 Épreuve de convenance*

Avant le début des travaux, en atelier comme sur site, l'entreprise réalise, dans le cadre du PAQ, une épreuve de convenance avec les moyens, personnels, matériels et produits prévus pour :

- la préparation des surfaces ;
- l'application des produits.

L'objectif de cette épreuve est de vérifier :

- la possibilité d'atteindre, dans les conditions du chantier, les résultats demandés ;
- la bonne organisation des contrôles et l'adéquation des documents de suivi prévus à cet effet.

L'épreuve est réalisée sur des surfaces représentatives de l'ouvrage ou d'un élément d'ouvrage en y incluant celles difficiles d'accès ainsi qu'un élément représentatif d'une tranche oxycoupée.

La convenance porte aussi sur la procédure de contrôle prévue au PAQ ; en outre, des clichés sont pris pour être utilisés comme références lors des travaux et contrôles ultérieurs.

Ces contrôles sont des contrôles intérieurs effectués sous la responsabilité du chef d'équipe ou de chantier d'une part et du responsable du contrôle externe d'autre part qui visent conjointement les documents de suivi d'exécution de l'épreuve de convenance.

#### *4.5.3.8.4 Contrôles de l'exécution et acceptation des surfaces*

##### **Préparation des surfaces :**

Toutes les surfaces auxquelles doivent être appliqués des peintures et produits doivent être préparées de manière à satisfaire aux critères de l'ISO 8501 et des systèmes de protection anticorrosion utilisés. Il est à noter que la NF EN 1090-2 impose le degré de soin P3 selon NF EN ISO 8501-3 sur les soudures, arrêtes et autres zones d'imperfections.

Pour une métallisation avant peinture est attendu :

- un degré de soin Sa3 selon NF EN ISO 8501-1, PSa3 selon NF EN ISO 8501-2, P3 selon NF EN ISO 8501-3 ;
- un profil de rugosité « moyenne » selon NF EN ISO 8503-2

Une application de peinture sur une surface en acier revêtu de zinc nécessite une attention particulière pour le décapage de la surface, et peut nécessiter une rugosité de surface « fine ».

**Métallisation :**

L'aspect et l'adhérence de la métallisation sont contrôlés selon NF EN ISO 2063.

Les épaisseurs sont vérifiées selon la norme ISO 19840 et sont de 120 µm pour le zinc et pour l'alliage zinc-aluminium 85-15

**Peinture**

Pour chaque couche et pour l'ensemble du système de peinture, les résultats à obtenir sont :

- la conformité des épaisseurs du feuil sec au système utilisé, mesuré selon ISO 19840 ;
- l'absence de défauts d'aspect ou d'intégrité du feuil sec pouvant être détecté par l'observation visuelle
- absence de porosité détectable par la méthode électrique basse tension dite à « l'éponge humide » ;
- dans le cas d'un système de peinture pour les parties vues de l'ouvrage, la couleur de la couche de finition est uniforme et conforme à celle requise par le CCTP.

**Galvanisation**

Le contrôle de la galvanisation (contrôle visuel et contrôle d'épaisseur) est effectué selon la NF EN ISO 1461.

Les épaisseurs de galvanisation sont vérifiées selon la norme ISO 19840 et sont de 120 µm.

Un contrôle géométrique est effectué afin de vérifier les déformées d'ensemble, en sus des contrôles sur la galvanisation, notamment si la galvanisation est effectuée après assemblage/soudage.

En cas de dépassement des tolérances, une reprise des assemblages doit être effectuée.

## 4.6 Essais et épreuves

### 4.6.1 Généralités

Les vérifications, contrôles, épreuves et essais préalables au constat d'achèvement des travaux sont réalisés au fur et à mesure du déroulement des travaux conformément aux prescriptions des articles correspondants.

Le forfait intègre également tous les frais de nettoyage des ouvrages avant la réception.

Dans tous les cas, les frais d'épreuves, de réparations éventuelles des ouvrages et de répétition des épreuves après réparation si les résultats ne sont pas conformes aux exigences du cahier des charges sont à la charge du Titulaire jusqu'à l'obtention de résultats concluants.

Un programme d'essais progressifs des différents équipements est proposé à l'accord de la Maîtrise d'Œuvre.

Ces essais pratiques sont destinés à vérifier la stabilité, la résistance, la précision des manœuvres et de manière générale, toutes les conditions imposées par le présent CCTP.

Ces essais sont réalisés intégralement aux frais du Titulaire. Le Maître d'Œuvre peut y assister en fonction des besoins et de l'avancement du programme d'essais.

À l'achèvement de chaque groupe d'essais réalisés par les entreprises, les résultats obtenus sont enregistrés. Ces enregistrements constituent le dossier d'essais qui est soumis au Maître d'Œuvre.

Si ceux-ci ne sont pas concluants, le Titulaire doit, dans un délai de cinq (5) jours calendaires, faire connaître les modifications qui lui paraissent nécessaires pour remplir les conditions du marché. Après acceptation du Maître d'Œuvre, les travaux sont exécutés et les essais recommencés dans les mêmes conditions que les premières.

Le Titulaire supporte la totalité des frais résultant des essais supplémentaires.

Si les nouveaux essais ne sont pas satisfaisants, le Maître d'Œuvre se réserve le droit de refuser tout ou partie de la fourniture.

L'essai de batardage de pertuis sera réalisé à Venette, barrage le plus proche du site de Sempigny. De plus ceci permet de s'affranchir de toute coactivité si le batardage de la passe navigable tombait au même moment (lot 2).

Le batardage de passe navigable est prévu à Pontoise en 33m et à Sarron en 31 m (lot 1).

Les deux batardage de Creil, évidemment, se déroulent à Creil (lot 3).

La durée de batardage et plus précisément les passes seront mises-à-sec pendant une durée d'une semaine minima dans le respect des contraintes liées à la gestion des crues indiquées au §1.6.5.

#### 4.6.2 Essais d'étanchéité hydraulique

Les essais d'étanchéité seront effectués le jour du batardage prévu dans le présent marché. Il est exclu tout dépassement, au risque de perturber l'exploitation.

**Le taux de fuite admissible est de :**

- Lot 1 : 0.1 L/s/m d'étanchéité et de 0.1 L/s par angle. Les batardeaux ne devront pas laisser apparaître de jet bâton
- Lot 2 : 0.1 L/s/m d'étanchéité et de 0.1 L/s par angle. Les batardeaux ne devront pas laisser apparaître de jet bâton
- Lot 3 : 0.1 L/s/m d'étanchéité et de 0.1 L/s par angle. Les batardeaux ne devront pas laisser apparaître de jet bâton

Un essai de batardage sera réalisé afin de contrôler :

- Le bon fonctionnement du palonnier automatique (lot 2)
- Le bon guidage des éléments de batardeau et du palonnier automatique dans les rainures (lot 2)
- Le bon fonctionnement des étanchéités de chaque batardeau
- Le contrôle des flèches du batardeau sous charges

Cet essai comprend :

- Le contrôle préalable par plongeur et l'éventuel nettoyage des rainures le jour des essais (l'Entreprise prévoit les sujétions de nettoyage tel que pompe, compresseur, nettoyeur HP...)
- L'intervention des plongeurs pour l'aide à la mise en place des éléments de batardeau
- La simulation d'un accrochage/décrochage sur le terre-plein d'un élément (lot 2)
- Le grutage des équipements dans la rainure, accompagné des plongeurs pour vérifier le bon positionnement
- La mise à sec et maintien à sec du sas et toute sujétion de pompage
- La mesure des débits de fuite avec la mise en place d'une piscine au droit du batardeau
- Le débatardage, l'amenée sur la zone de stockage et le rangement des éléments sur la zone de stockage
- Le nettoyage de la zone après essais

Point d'attention: Les plongeurs, lorsqu'ils sont en intervention, sont signalés par un drapeau conforme à la signalisation fluviale.

#### 4.6.3 Epreuves de mise en pression

Les structures fermées étanches ou les structures prévues pour être ballastables et renflouées par mise en pression (lots 1 et 3), seront testées après assemblage (après soudure et avant peinture) par une épreuve de mise en pression selon DIN 19704 et selon les niveaux d'eau prévus par la conception des bouchures avec une marge de 20%. La pression appliquée ne saura être inférieure à 0,3 bar.

Par ailleurs, pour les tests d'étanchéités des caissons fermés, le test doit durer au moins 6h, conformément à la DIN 19704-2.

#### 4.6.4 Epreuves de stabilité (en flottaison)

Les structures flottantes (lots 1 et 3) seront testées en stabilité par essai de retournement (soulèvement par levage avec élingage sous la carène) complet ou partiel afin de valider les hypothèses et résultats des notes de calculs. Seules les situations les plus défavorables (avec ou sans ballast) seront testées, aussi selon l'axe mineure de l'élément flottant.

Les efforts de levage et l'angle seront mesurés afin de corroborer la courbe de stabilité théorique.

#### 4.6.5 Epreuves de passerelles

Toute passerelle sera chargée de telle sorte à obtenir les charges d'exploitation de calcul (2,5 kN/m<sup>2</sup> au minimum). (lot 3 : pour les poutres fermées de Creil, la valeur sera de 3,5 kN/m<sup>2</sup>)

La flèche sera alors mesurée et comparée à la flèche calculée dans les études d'exécution.

Le titulaire fournira un rapport d'épreuve au Maître d'œuvre qui statuera sur la conformité des flèches.

A fournir par le titulaire :

- Une note de calcul de ladite passerelle contenant la flèche sous charge d'exploitation lors des études d'exécution (à soumettre au visa)
- Une procédure de chargement et d'épreuve (à soumettre au visa)
- Les charges (sacs de sable ou autre)
- Le géomètre pour mesurer la flèche
- Le rapport d'épreuve

### *4.7 Conformité réglementaire*

L'entreprise doit fournir les rapports initiaux de contrôles réglementaires suivants établis par des organismes techniques accrédités :

- Rapport d'épreuve et de contrôle réglementaire pour la livraison du palonnier ;
- La documentation associée à la certification CE du palonnier
- Rapport d'épreuves divers

Les mises en conformité éventuelles soulignées dans ces rapports doivent avoir été faites avant la réception.

## 4.8 Pièces de rechange

Peu de pièces de rechange ou produits d'entretien ne seront nécessaire pour l'ensemble de ces batardeaux.

Le Titulaire a la charge de la fourniture, pour chaque jeu de batardeau :

- d'un élément de joint de chaque type d'une longueur minimale de 10 m (ou de la longueur de l'élément de joint si inférieur) ainsi que d'un bloc d'angle le cas échéant
- de la fourniture de la colle adaptée au joint en quantité suffisante pour une réparation
- 4 m d'appui PEHD ou bois de chaque section

Spécifiquement au lot 3 :

- 15 aiguilles aluminium supplémentaires pour les bouchures de Creil (panachées à moitié/moitié si taille différente entre amont et aval).

## 4.9 Réception des ouvrages

La réception des ouvrages passe par l'exécution des OPR (opérations préalables à la réception).

Ces OPR réalisées en présence de l'Entrepreneur, du Maître d'œuvre, et avec invitation du représentant du Maître d'Ouvrage consistent à :

- contrôler la bonne réalisation des ouvrages selon ce CCTP par une visite générale ;
- contrôler le bon fonctionnement des ouvrages et des équipements.

Un examen visuel sera opéré contradictoirement sur l'ensemble des ouvrages. Au cas où des défauts apparaîtraient, l'Entrepreneur devra en assurer la réfection à ses frais, puis un nouvel examen sera effectué, ceci jusqu'à la suppression de tous les défauts.

Un rapport formel est établi par le Maître d'Œuvre à l'issue des OPR. Une proposition de réception pourra alors être faite par le Maître d'Œuvre si aucune réserve bloquante n'est observée.

Les conditions minimales préalables aux OPR sont :

- l'exécution concluante préalable des essais de fonctionnement des ouvrages
- l'exécution concluante des épreuves et notamment la validation des fuite observées au travers du batardage.
- l'acceptation par le Maître d'Œuvre des résultats de ces essais sur la base des rapports d'essais et d'épreuves remis par l'entreprise.

La réception des ouvrages ne sera prononcée qu'après vérification que tous les contrôles et essais portant sur les matériaux et les matériels, ainsi que sur le mode d'exécution des travaux, résultats des contrôles et essais aient été jugés satisfaisants par le Maître d'œuvre et le Maître d'Ouvrage.



## 4.10 Garanties

### 4.10.1 Généralités

Toutes les installations sont garanties conformes aux règles de l'art et au projet d'exécution accepté par le Maître d'Ouvrage pendant la période indiquée dans la suite. Cette garantie est totale. Les différents matériels sont assujettis à une garantie qui leur est propre et consentie par leur constructeur. Cette garantie est mentionnée par type de matériel.

Tout matériel reconnu défectueux, avant expiration de cette période de garantie, est remplacé par et aux frais du Titulaire pendant la période de garantie, à compter de la date de réception. Au cours de cette période, le Titulaire est tenu de rectifier tous les défauts de fonctionnement qui apparaîtraient.

Il est totalement responsable des incidents ou dégradations qui peuvent se produire du fait de la non-fourniture, en temps utile, des documents d'exploitation ou du fait des erreurs contenues dans ces pièces.

En outre, le Titulaire garantit que l'installation qu'il a réalisée correspond aux différentes caractéristiques énoncées dans sa proposition et qu'il remettrait cette installation en conformité si l'exploitation révélait une non-concordance susceptible de nuire à la bonne économie du système.

### 4.10.2 Garantie des systèmes de protection contre la corrosion

En application de l'article 1.5 du fascicule 56 du CCTG, l'entreprise titulaire est tenue à une garantie particulière au sens de l'article 44.3 du CCAG portant sur la protection anticorrosion. **L'ouvrage est de catégorie 1 au sens du Fascicule 56 (cf. Article 1.3).**

L'entrepreneur garantit la bonne tenue des systèmes de protection contre la corrosion et leur aspect, selon les modalités de contrôle stipulés au fascicule 56 du CCTG et pendant les délais explicités ci-après :

Protection anticorrosion	Garanties		
	Anticorrosion / enrouille ment (ISO 4628-3)	Aspect : cloquage, craquelage, écaillage (ISO 4628-2, 4 et 5)	Couleur certifiée ACQPA ou équivalent (NF T 34 554)
Ouvrage neuf peints			
Ouvrage Immergé Type ANI	9 ans Ri 2	6 ans	Néant
Ouvrage aérien Type ANV	9 ans Ri 1	6 ans	3 ans
Ouvrage Immergé Type ZNI	10 ans Ri 2	6 ans	Néant
Ouvrage aérien Type ZNV	10 ans Ri 1	5 ans	3 ans
Ouvrage existant peints			
Ouvrage Immergé	7 ans Ri 2	4 ans	Néant
Ouvrage aérien	7 ans Ri 1	5 ans	3 ans
Ouvrage neuf galvanisés			
Type C2-C3-C4	12 ans	Néant	Néant
Type C5	10 ans	Néant	Néant

Les délais courent à partir de la date d'effet de la réception des travaux correspondants.

Cette garantie engage l'entrepreneur, pendant le délai fixé, à effectuer ou faire exécuter à ses frais, sur simple demande du Maître d'œuvre ou du Maître d'ouvrage, toutes les réparations ou réfections nécessaires pour remédier aux défauts qui seraient constatés, que ceux-ci proviennent d'une défectuosité des produits ou matériaux employés ou des conditions d'exécution, en application des critères et dans les termes définis par :

- le fascicule 56 du CCTG
- la décision n° G 1.84 du Groupe Permanent d'Etudes des Marchés de Peintures et Vernis, « Clauses de garanties applicables aux travaux de peinturages » (brochure n° 5560 – 1984 de la série « marchés publics » des Journaux Officiels).

#### 4.10.3 Garantie sur les structures

La garantie est de 10 ans à partir de la date de réception de l'ouvrage par le Maître d'Ouvrage.

#### 4.10.4 Garantie des mécanismes

La garantie est de deux (2) ans pour l'ensemble des actionneurs, mécanismes et fournitures mécaniques.

### **4.11 Formation**

Une formation est dispensée par le Titulaire. Cette formation concerne les personnels d'exploitation et de maintenance de VNF.

La formation sera en partie dispensée pendant les différents essais de batardage assurés par le titulaire, avec présence des équipes VNF.

Ensuite, plusieurs sessions formelles de formation seront organisées (Sur un site à définir ultérieur en région parisienne ou département Limitrophe), afin de débriefer les manœuvres et ajustement ayant eu lieu pendant les diverses phases : les essais de batardage, les transports, les manutentions de stockage, etc. Au moins 2 sessions de formation d'une journée seront prévues pour 8 personnes pour le lot 2 et 3 ; et au moins 2 sessions de formation de 2 à 3 jours (8 pers.) pour le lot n°1.

Ces formations seront également l'occasion d'aborder les diverses situations prévues dans la conception du matériel de batardage (niveau d'eau & débit, conditions climatiques, ...) ainsi que les éventuels modes secours ou dégradés et surtout les règles de sécurité.

La formation du personnel à dispenser par l'Entrepreneur s'appuie sur les notices de fonctionnement (guides de conduites pour le personnel qui utilisera les équipements) ainsi que les documents d'entretien et portera sur tous les aspects du matériel : structure, mécanique, instrumentations, levage, principes de sécurité.

Les supports de la formation sont remis au Maître d'Ouvrage pour réaliser des formations ultérieures en interne.



## 4.12 Principes d'entretien et maintenance

### 4.12.1 Principe d'entretien des structures et organes de manœuvre

Les principes sont :

- Les batardeaux sont conçus comme des structures passives ne comportant pas (ou peu) de pièces mobiles, hormis les jeux de vannes (éléments standard).
- Les appuis sont constitués en matériaux à faible coefficient de friction et étanchéité de type déployable (ou non) ne nécessite pas non plus de graissage.
- Pour les poutres empilables, les axes d'articulation mécaniques et pions de centrage seront conçus de préférence avec des pièces inox.
- Les articulations du palonnier seront également constitué d'axe inox portant sur des bagues bronze en matériau autolubrifiant permettant de ne pas avoir de graissage périodique à réaliser.
- Tous les batardeaux seront conçus pour être aisément visitables sur leur site de stockage.

On pourra prévoir une **visite périodique de l'intérieur des caissons tous les 5 ans**.

Les structures étant majoritairement stockée hors d'eau, il n'y a pas lieu d'un encrassement biologique rapide. Un simple carénage au nettoyeur haute-pressure pourra toutefois être envisagé tous les 5 ans, au mieux à chaque stockage.

### 4.12.2 Protection anticorrosion des structures, écoulements, accès

Les structures sont conçues pour limiter l'apparition de la corrosion :

- Structure des poutres ouvertes ajourée pour limiter les zones de rétention.
- Structure des poutres-caissons épurée sans « recoins » et/ou avec trous d'évacuation pour éviter les zones de rétention d'eau.
- Découpes dans les tôles pour permettre le soudage aisé et l'application de la peinture (taille suffisante pour les lunules de passage de raidisseur notamment)
- Toutes les surfaces sont facilement accessibles pour l'entretien ultérieur ; l'intérieur des caissons est visitable par des trappes étanches / trous de passages d'homme.
- La protection de surface sera (pour rappel) :
  - o ACQPA avec classe de corrosivité Im2 ANI (équipements immergés)
  - o Couche supplémentaire de peinture PU pour les surfaces exposées aux UV