

Etudes de la nouvelle écluse de 225 m x 25 m à Ivoz-Ramet

CERES

1^{er} mars 2010



1. Réseau
2. Historique
3. Etude socio-économique
4. Etude de faisabilité
5. Etude des avant-ports
6. Etude du sas
7. Dépendances
8. Environnement



1. Réseau

2. Historique

3. Etude socio-économique

4. Etude de faisabilité

5. Etude des avant-ports

6. Etude du sas

7. Dépendances

8. Environnement

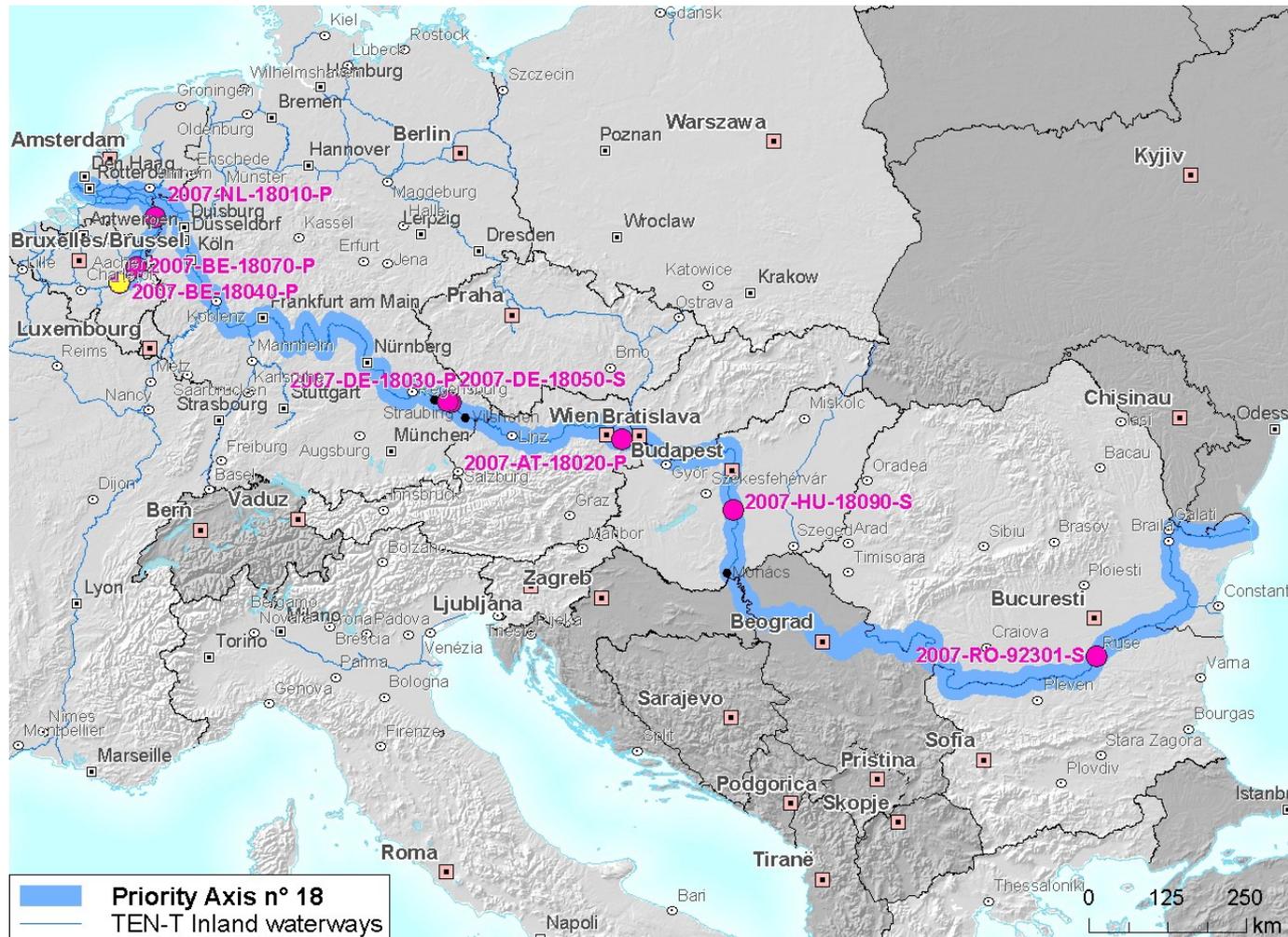


1. Réseau



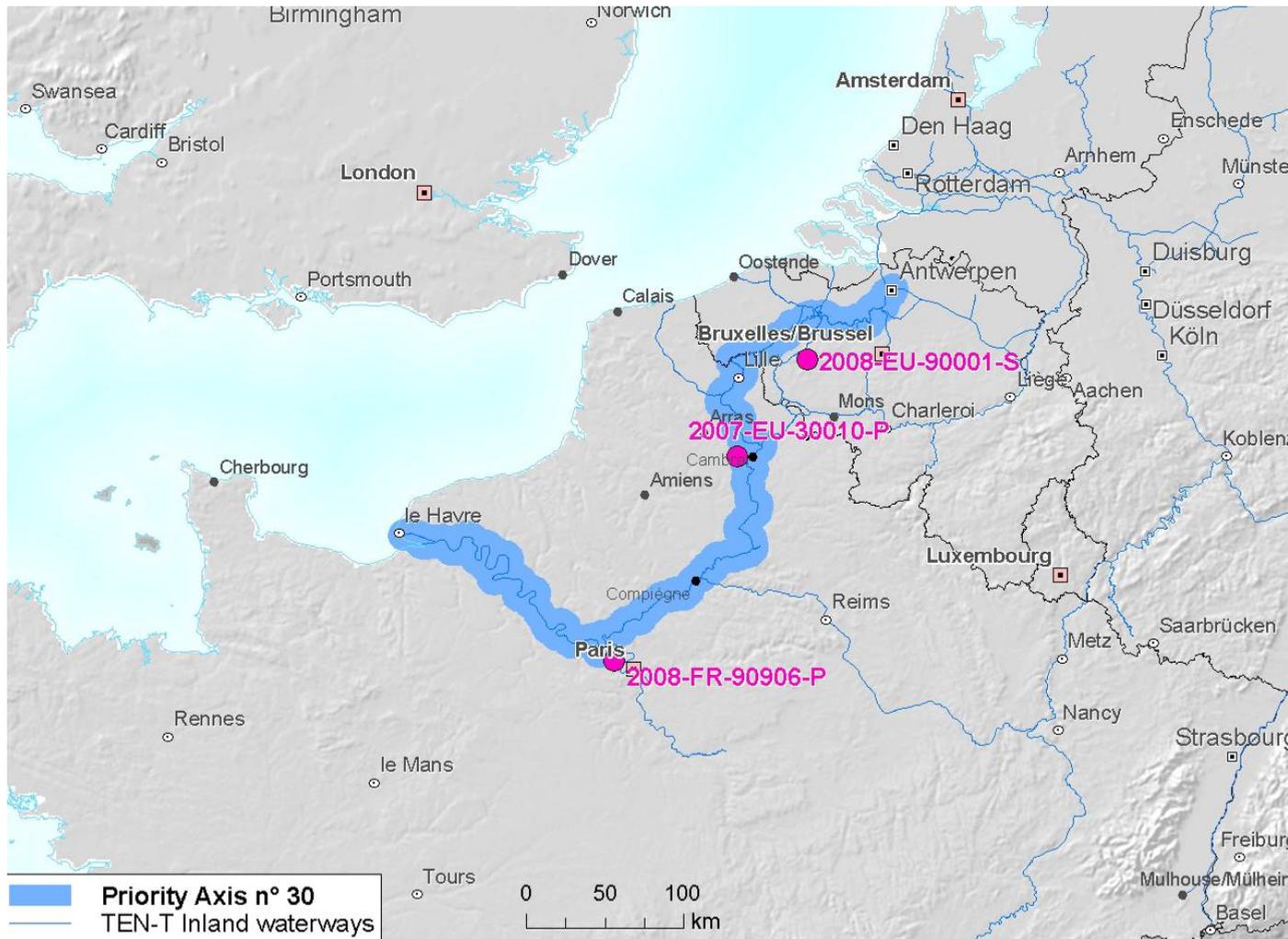
1. Réseau

Réseau Trans-Européen de Transport Projet n°18: Rhin/Meuse – Main – Danube

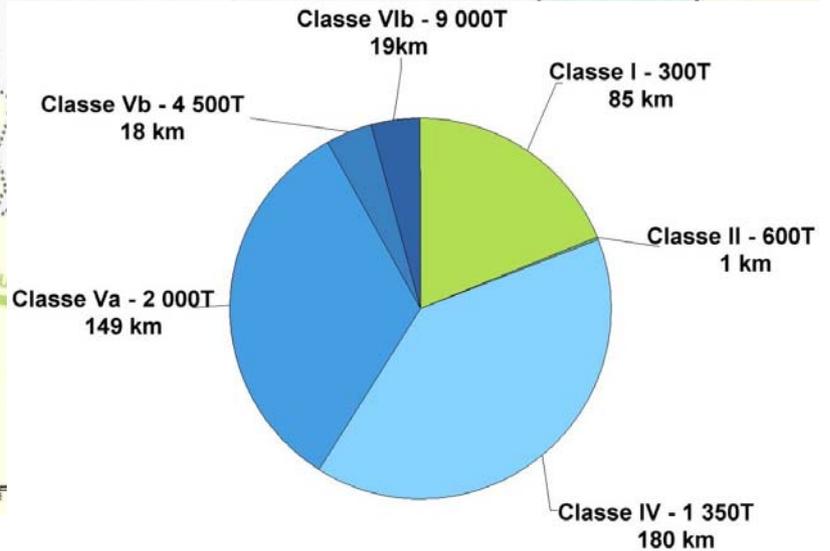
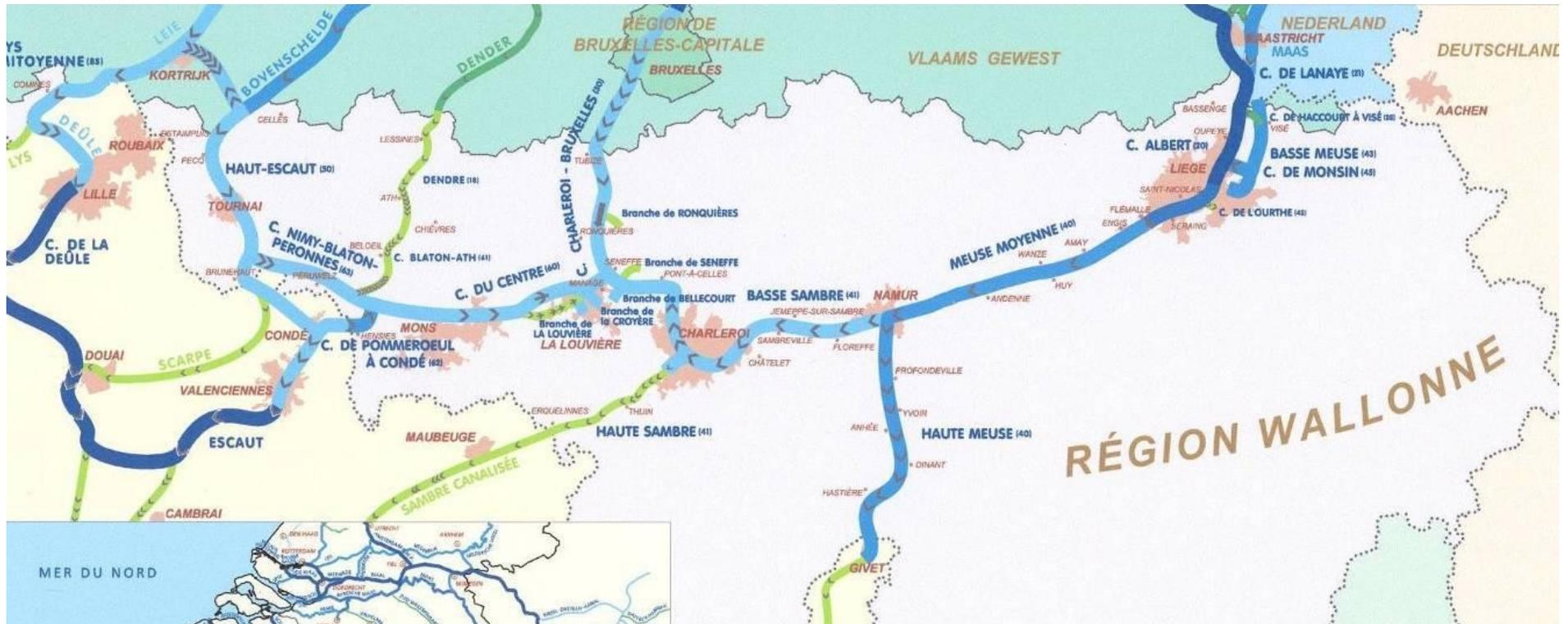


1. Réseau

Réseau Trans-Européen de Transport Projet n°30: Seine-Escaut



1. Réseau en région wallonne : 450 km



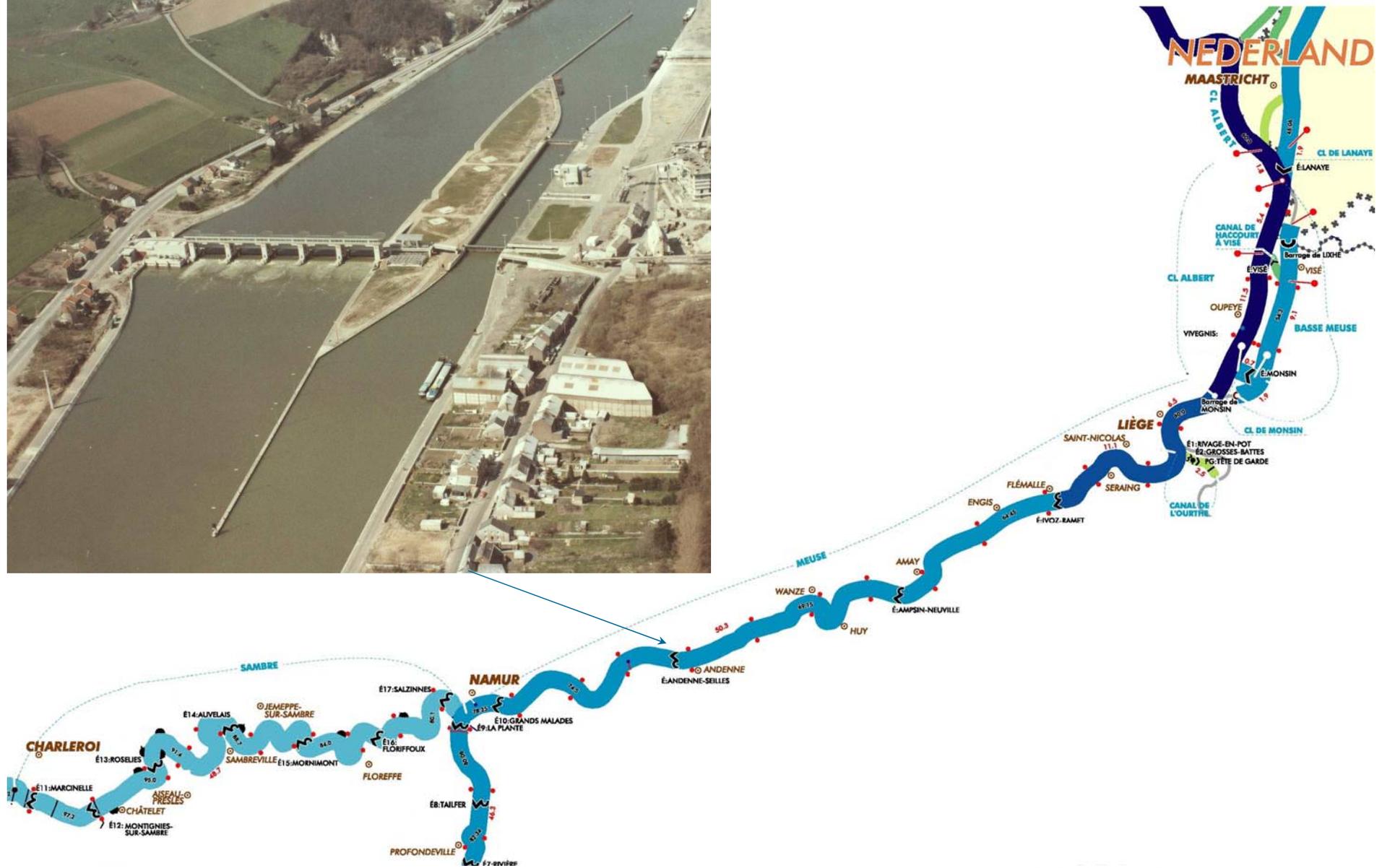
1. Réseau – Grands-Malades



Sas 200 x 25 m

Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m

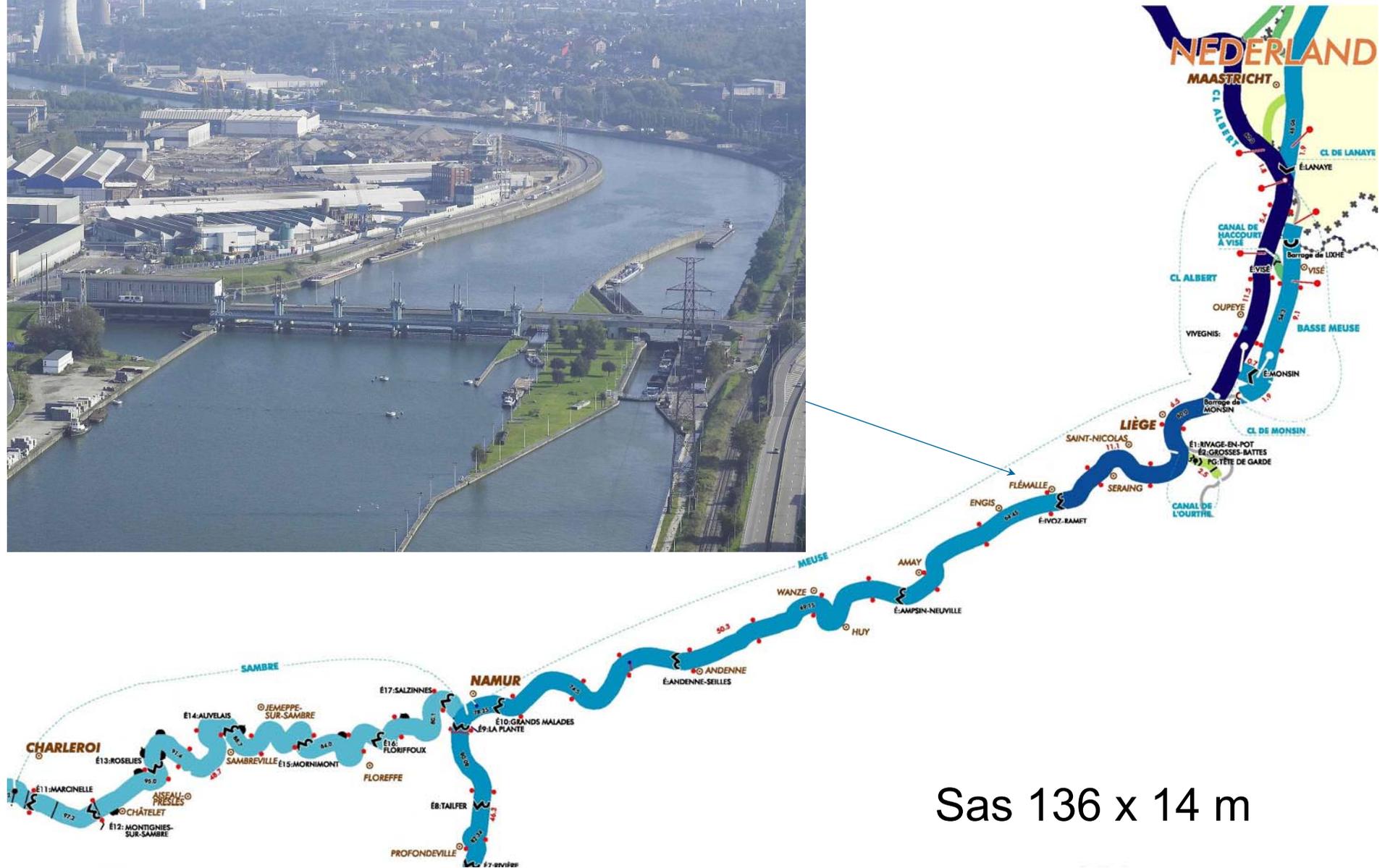
1. Réseau - Andenne-Seilles



Sas 200 x 25 m

Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m

1. Réseau - Ivoz-Ramet

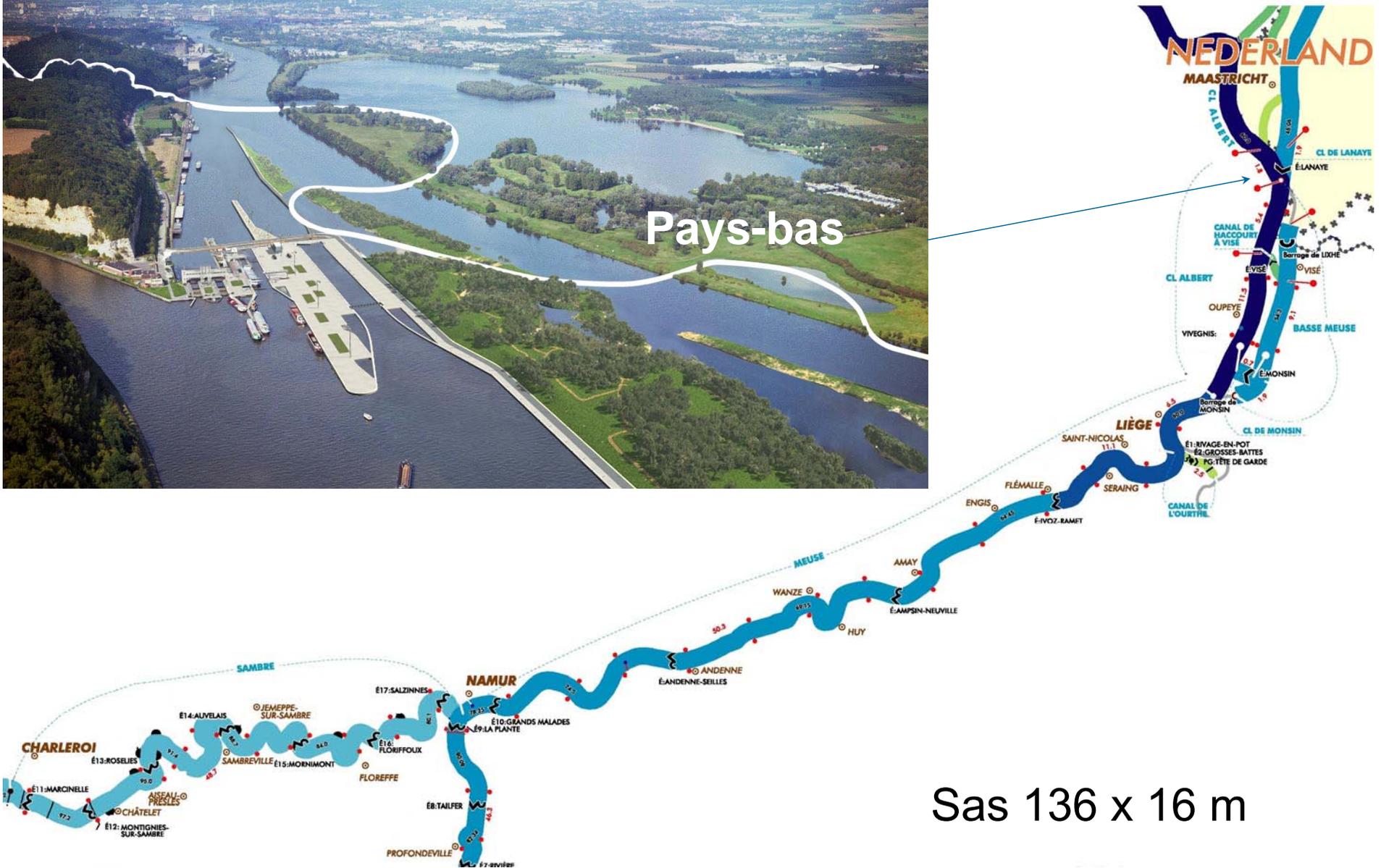


Sas 136 x 14 m

Sas 55 x 7.5 m

Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m

1. Réseau - Lanaye



Sas 136 x 16 m

2 sas 55 x 7.5 m

Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m

1. Réseau

2. Historique

3. Etude socio-économique

4. Etude de faisabilité

5. Etude des avant-ports

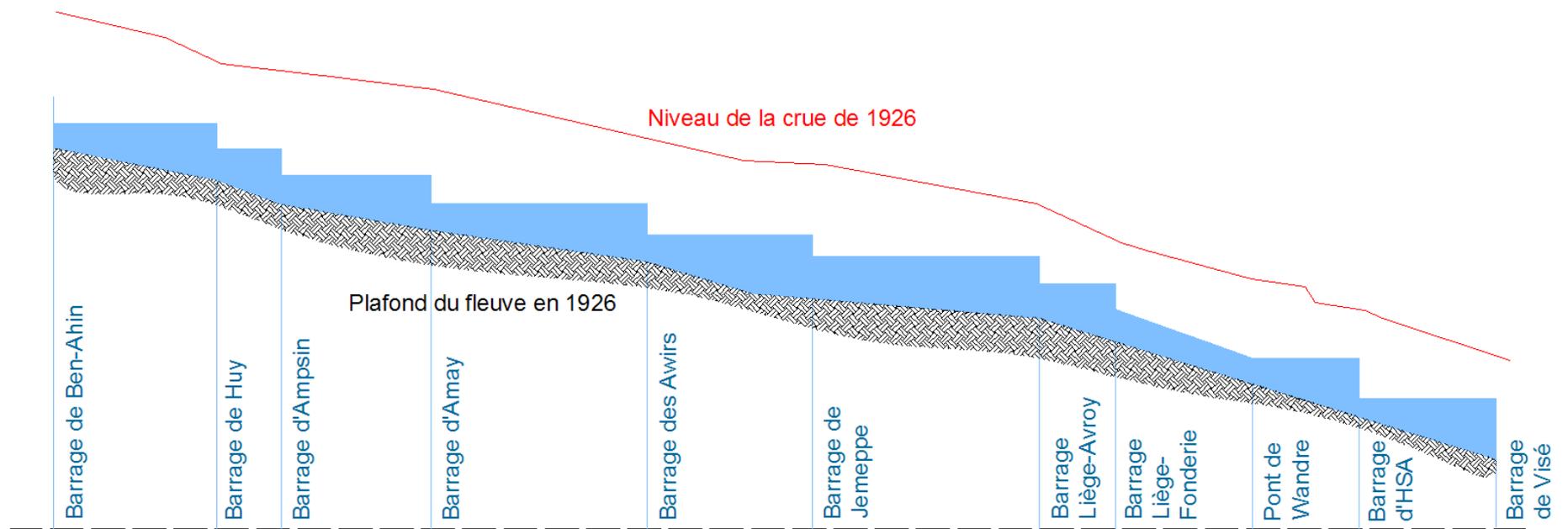
6. Etude du sas

7. Dépendances

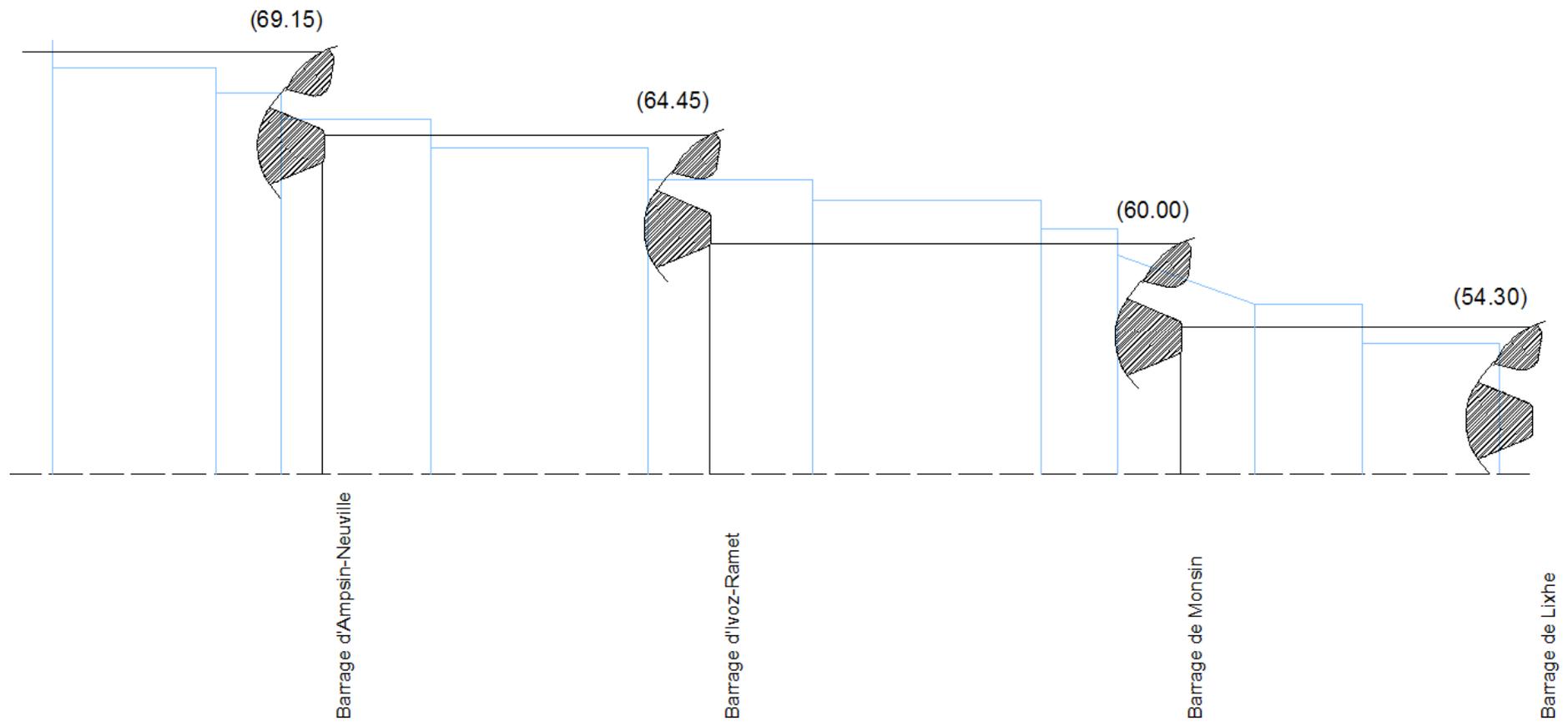
8. Environnement



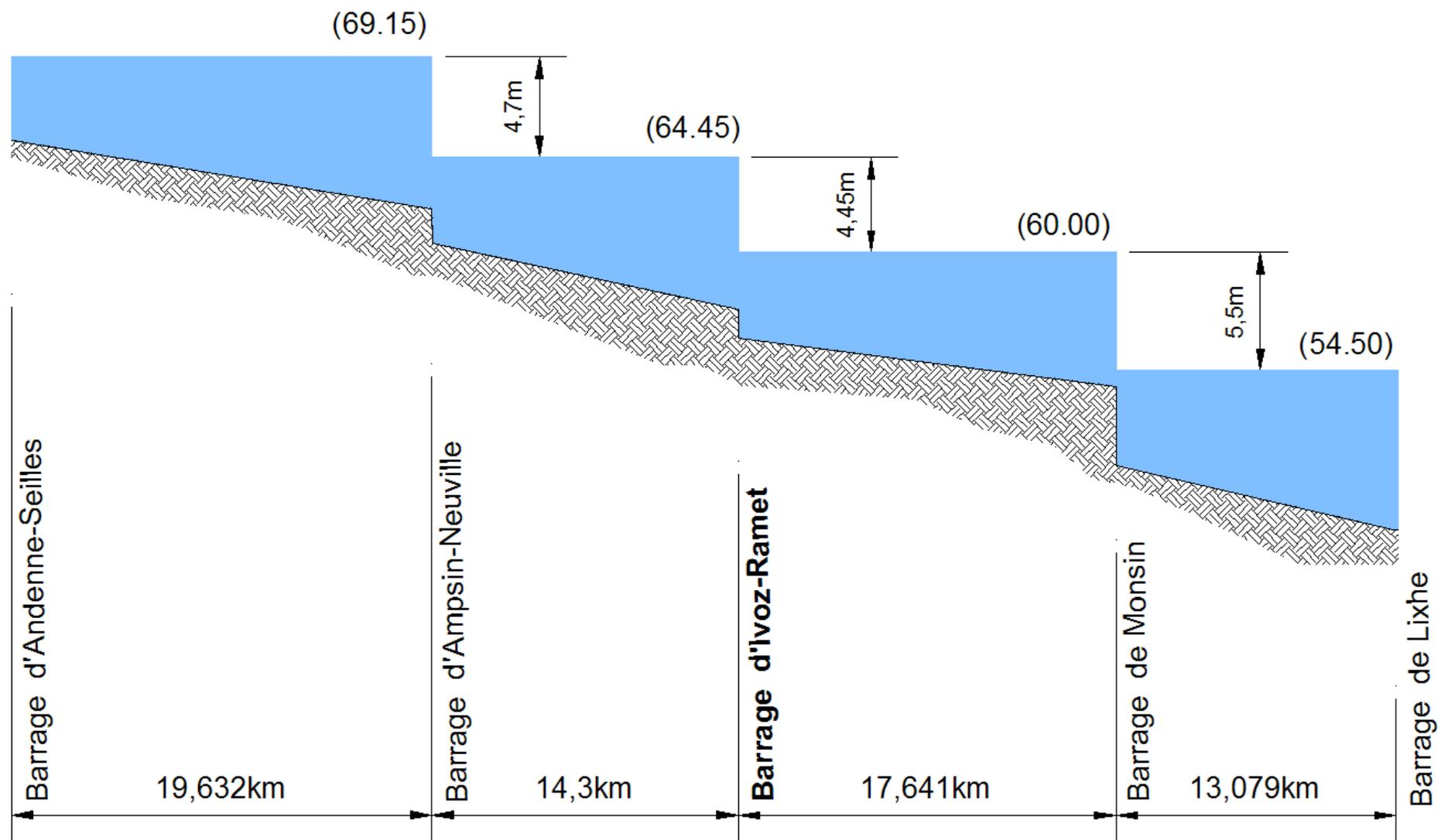
2. Historique - Biefs: 1853 - 1925



2. Historique - Biefs: 1930 - 1981



2. Historique - Biefs actuels

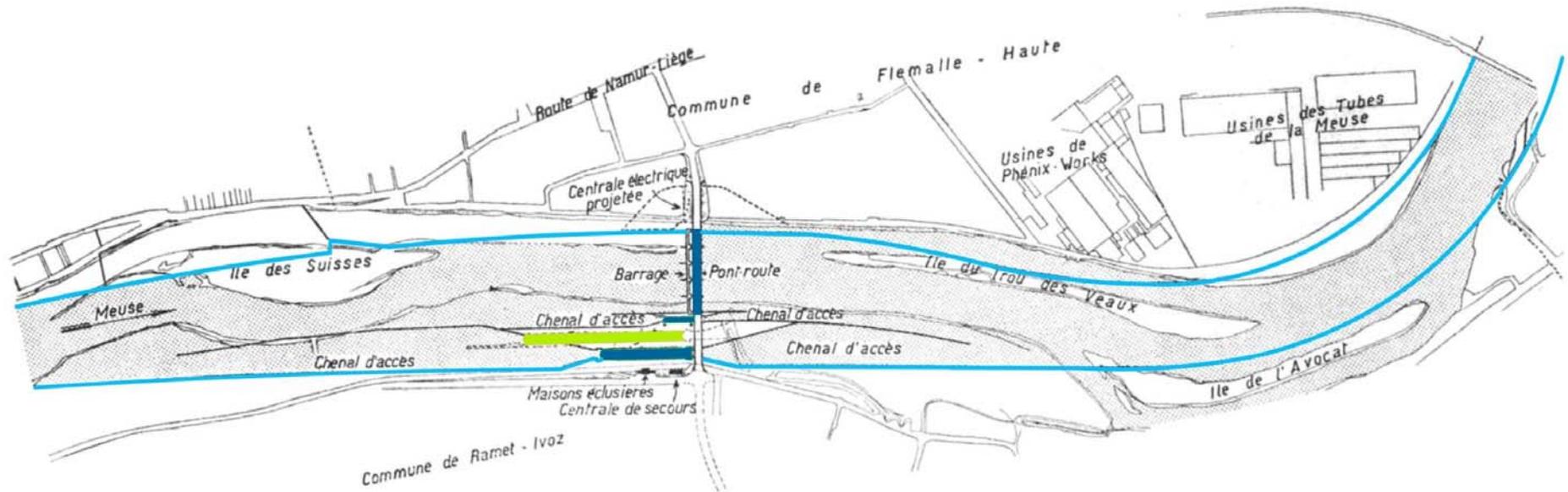


2. Historique - Carte Ferraris 1771-1778

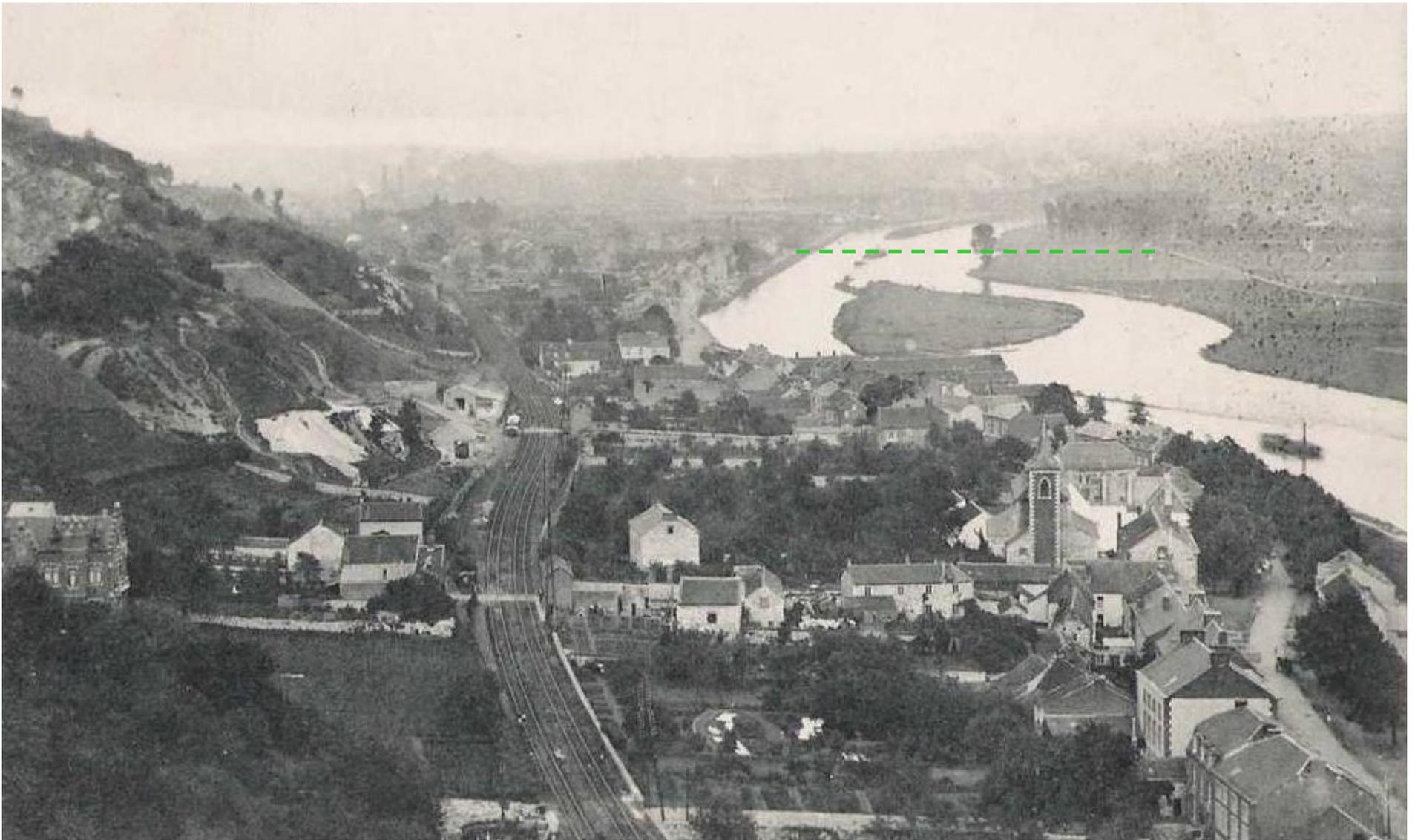


Flémalle - Ivot-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m

2. Historique - Projet 1932



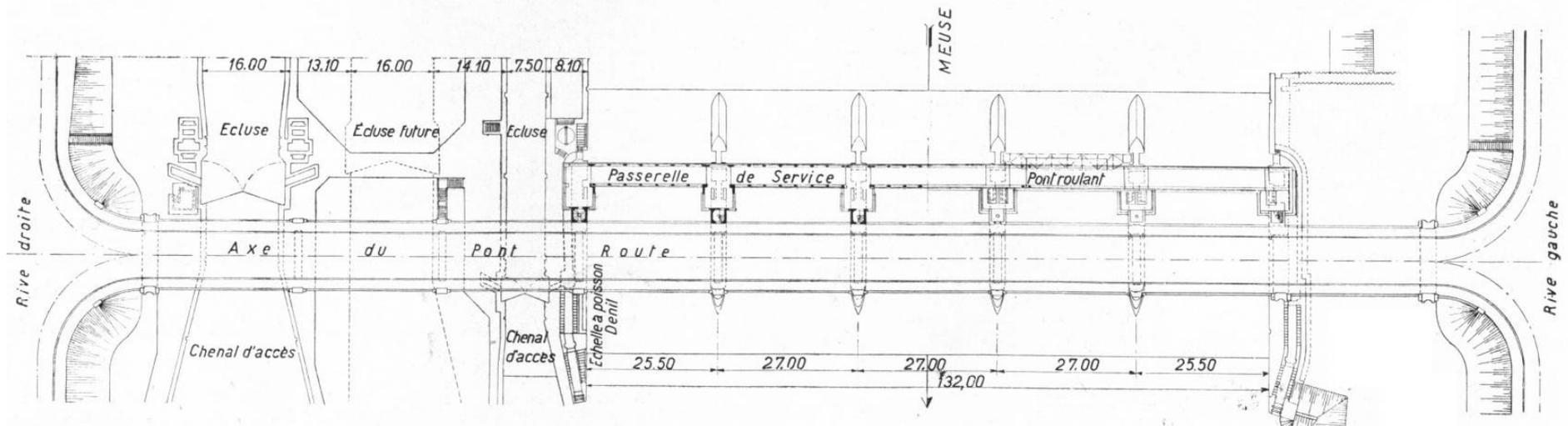
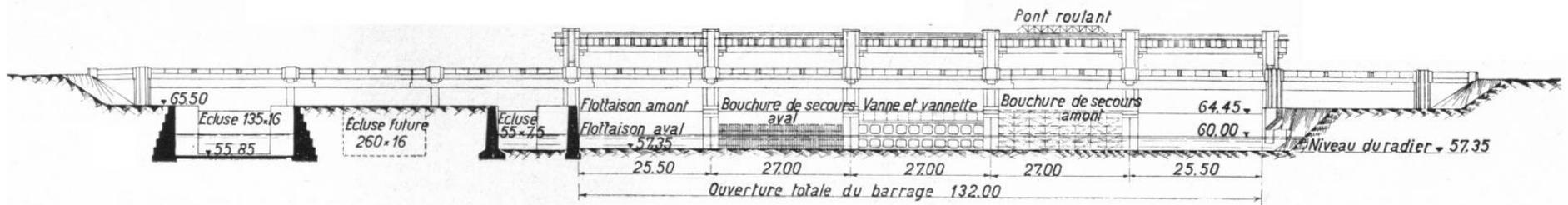
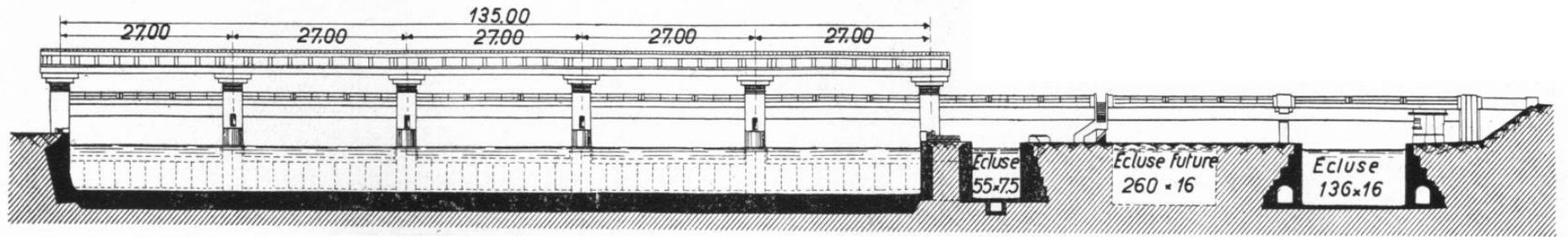
2. Historique



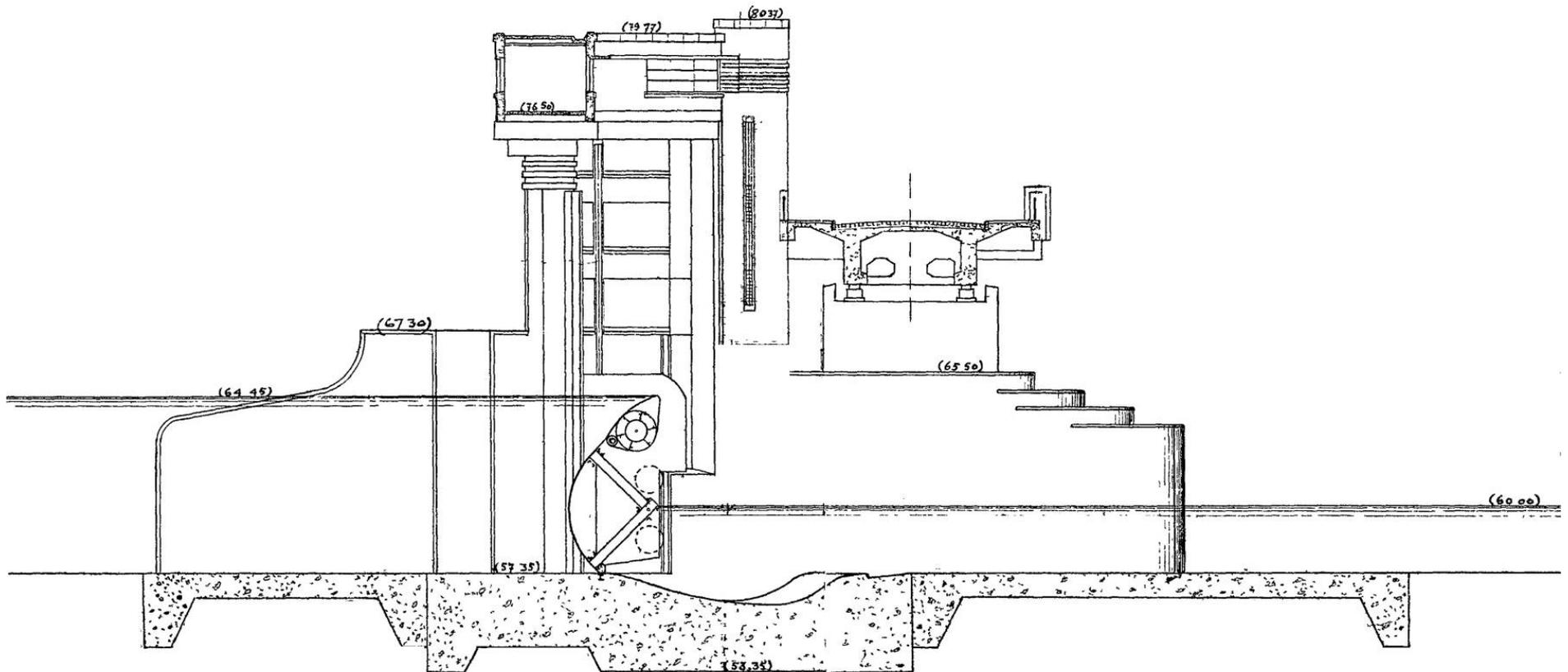
Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m



2. Historique - Barrage



2. Historique - Profil en travers du barrage



2. Historique - Pertuis 3 à 5 - 1936



Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m



2. Historique - 1936

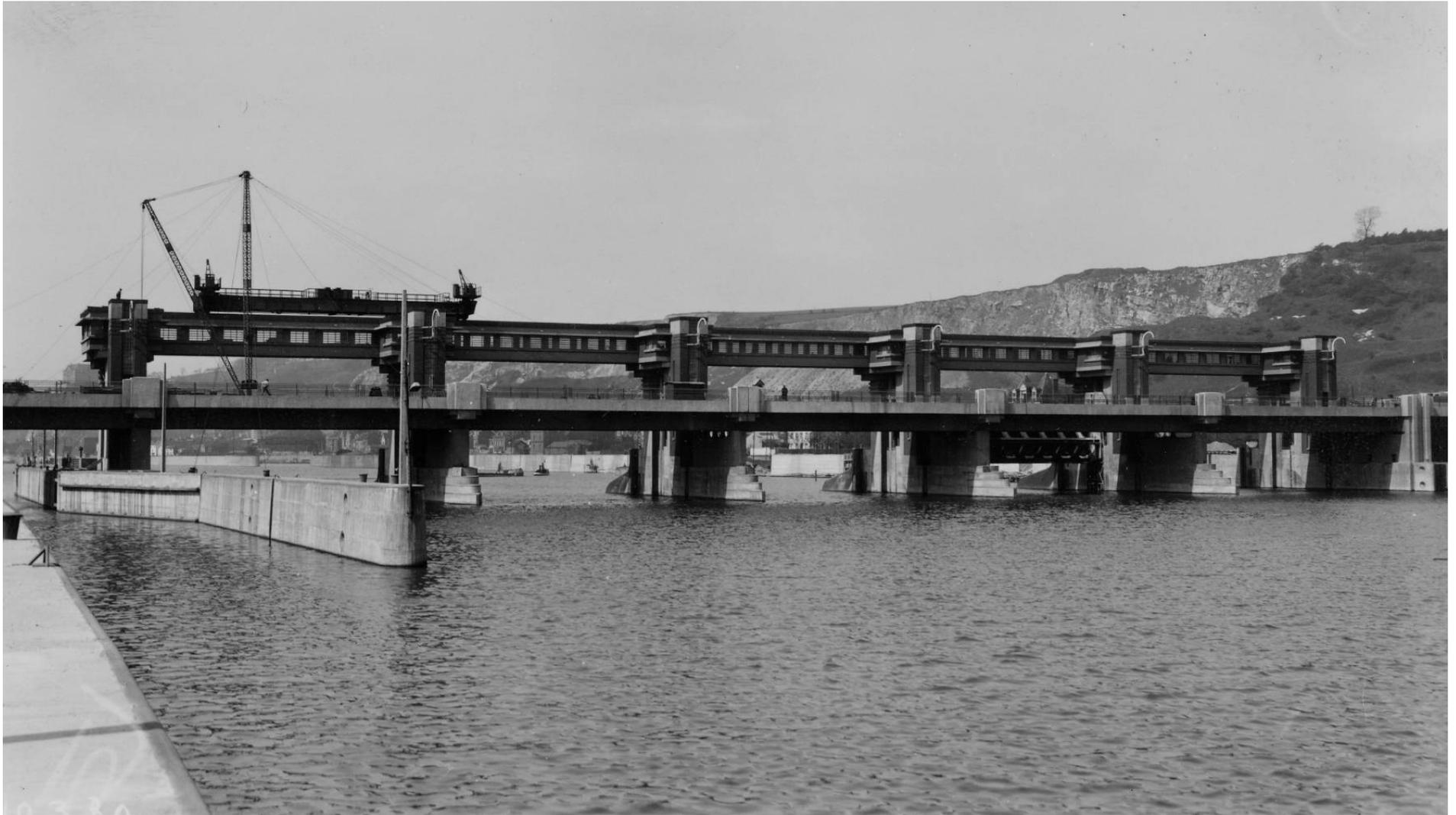


Sas 136 x 14 m



Sas 55 x 7.5 m

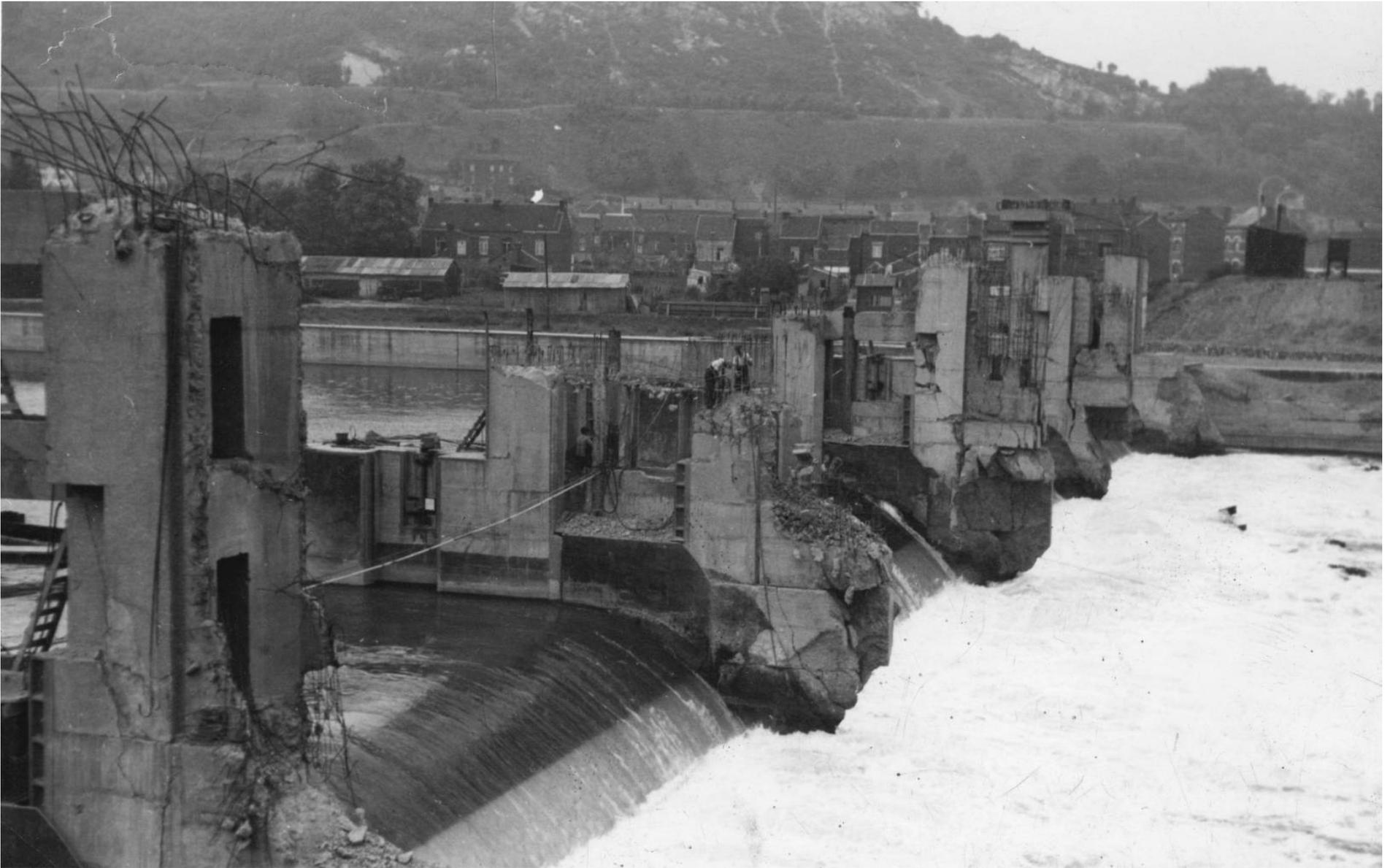
2. Historique - Novembre 1938



Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m



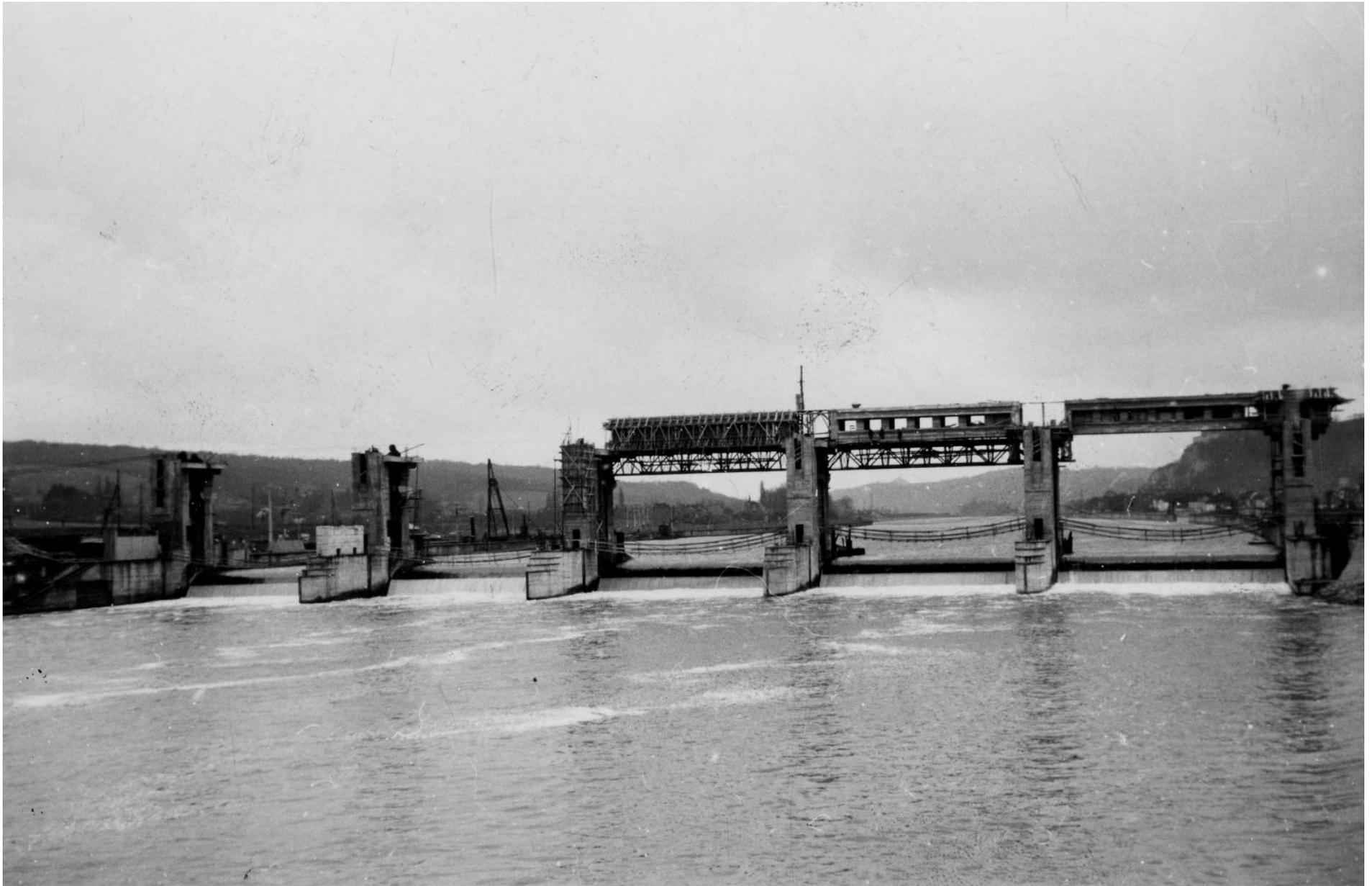
2. Historique - 1941



Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m



2. Historique - Juin 1944



Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m



2. Historique - Centrale hydroélectrique - 1951 - 1954

Trois turbines Kaplan à axe vertical – 9 900 kW – 285 m³/s



Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m



2. Historique - 1997 - 2000



Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m



1. Réseau

2. Historique

3. Etude socio-économique

4. Etude de faisabilité

5. Etude des avant-ports

6. Etude du sas

7. Dépendances

8. Environnement

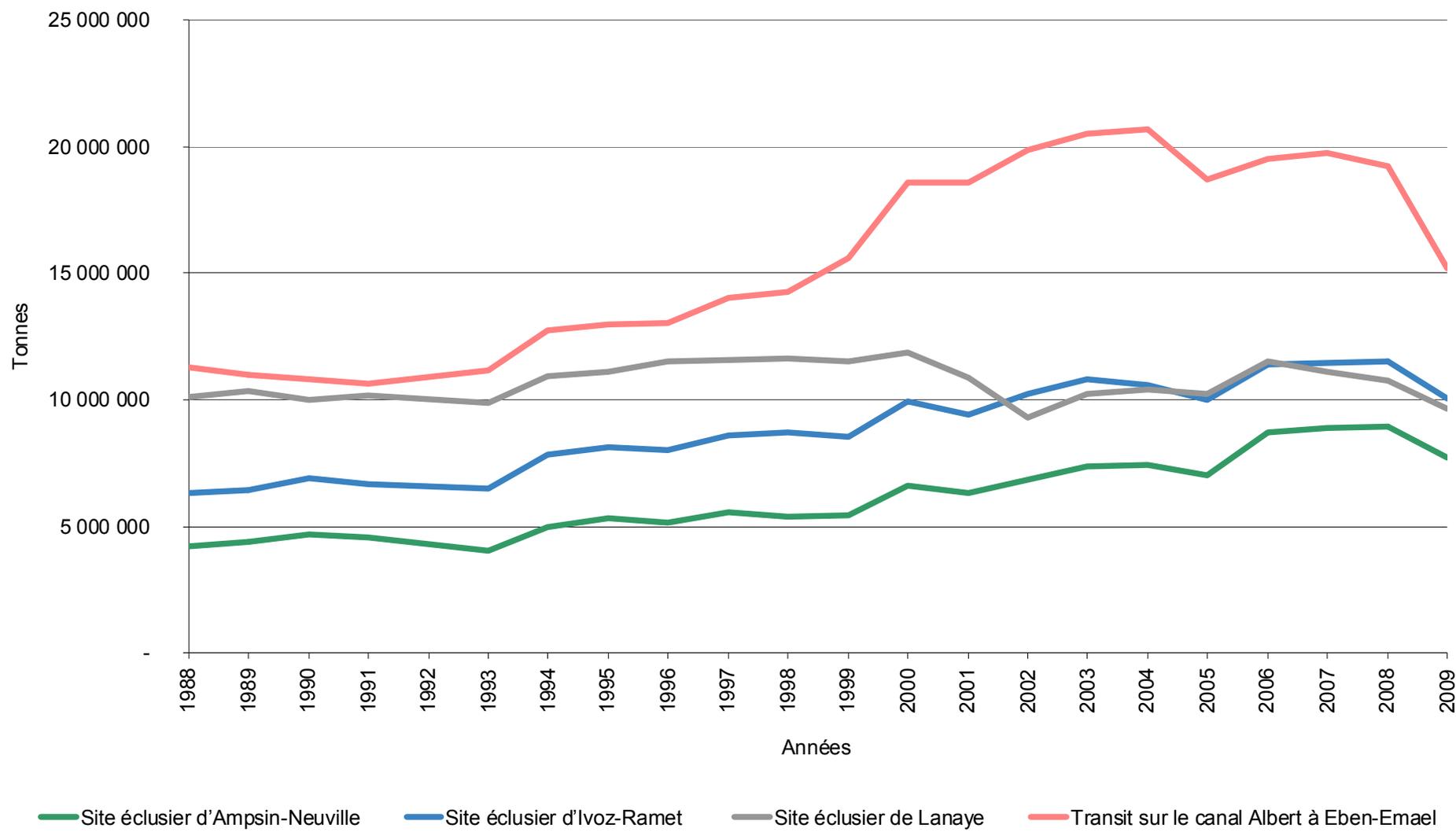


3. Etude socio-économique - Contenu

- Diagnostic
- Scénarios d'offre et de demande
- Prévisions de trafic
- Analyse coûts-bénéfices
- Analyses de sensibilité:
 - Valeur de l'investissement
 - Demande totale en tous modes
 - Sensibilité à une tarification
 - Prix du pétrole et taxe carbone

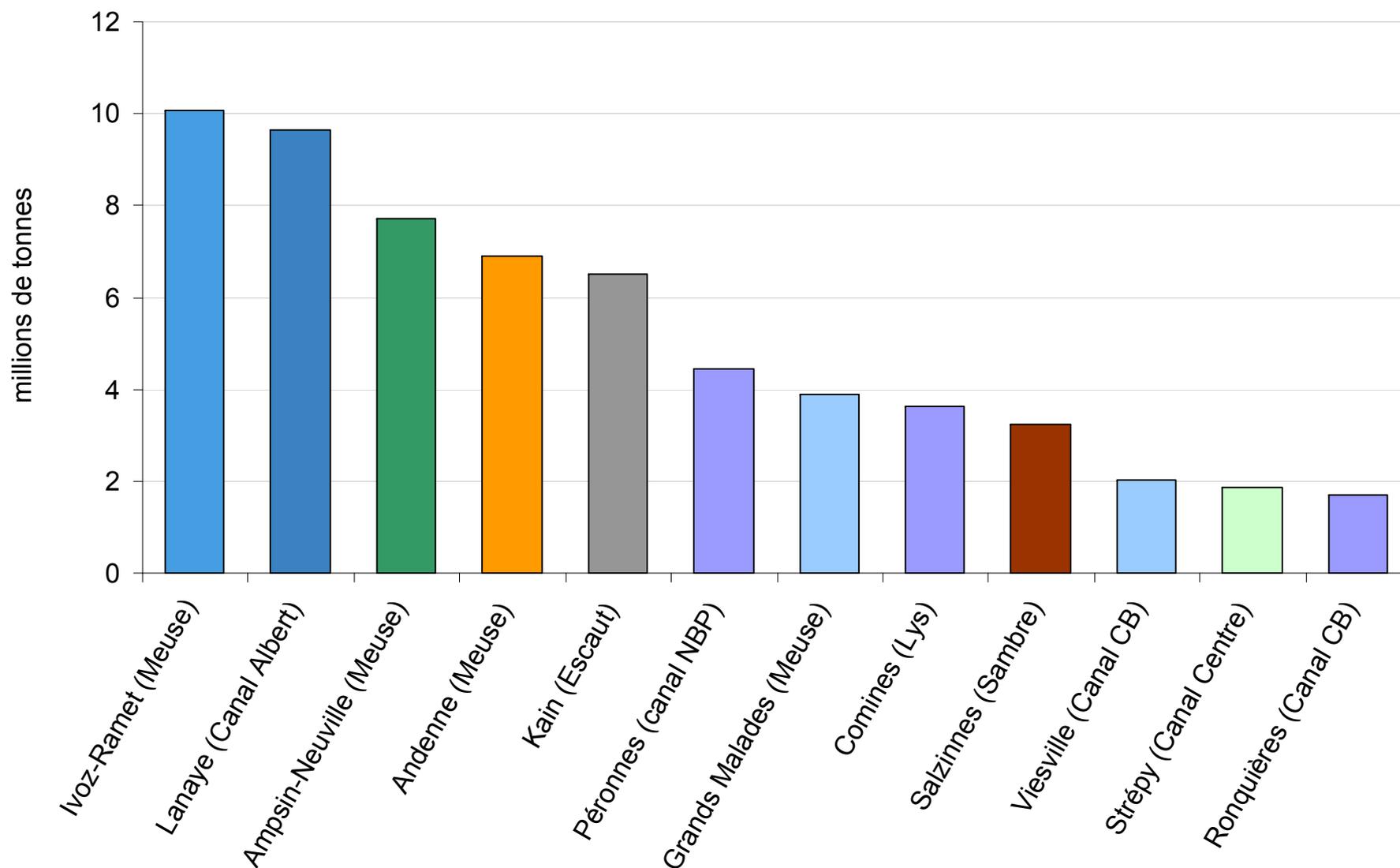


3. Etude socio-économique – Evolution du trafic

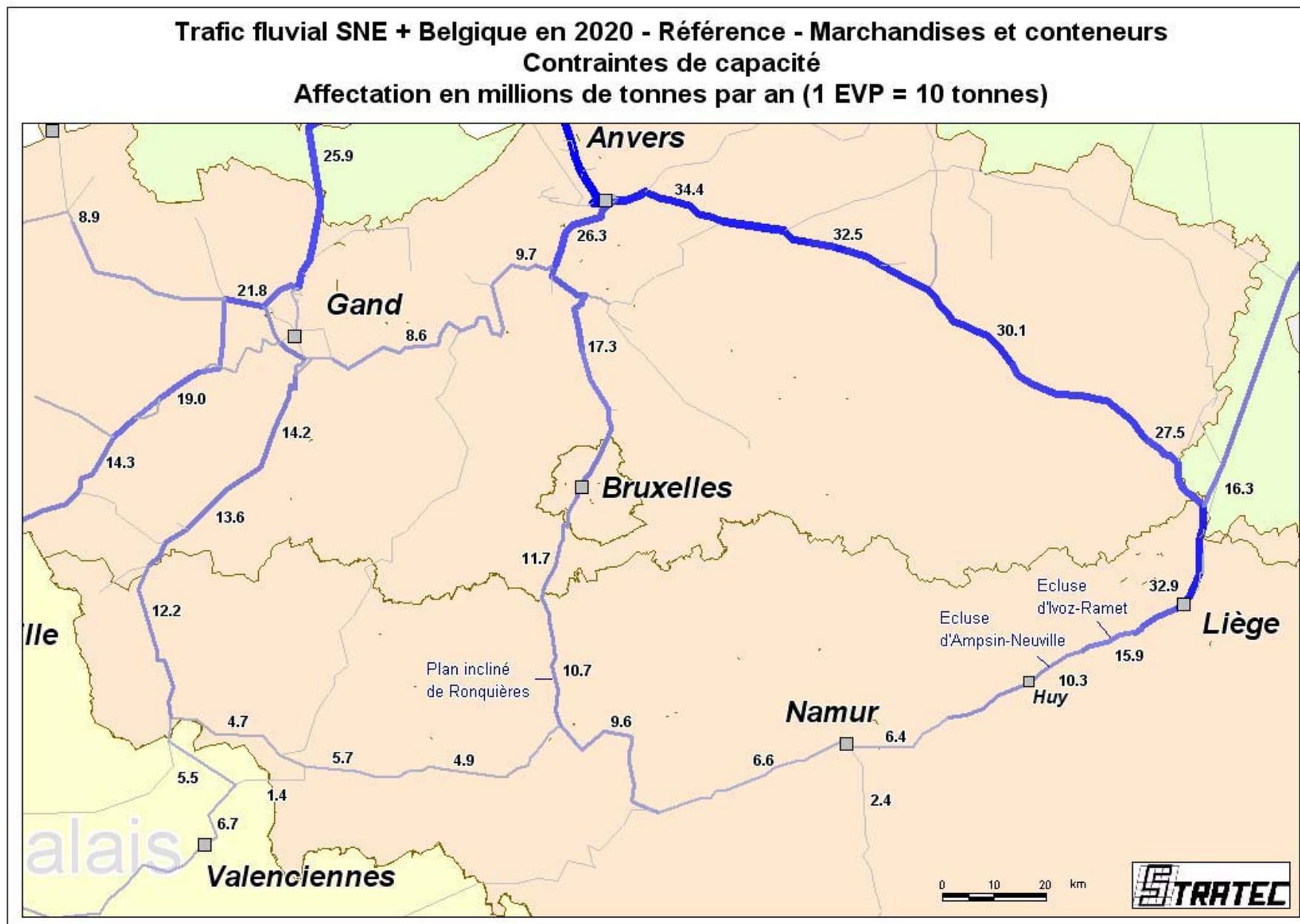


3. Etude socio-économique

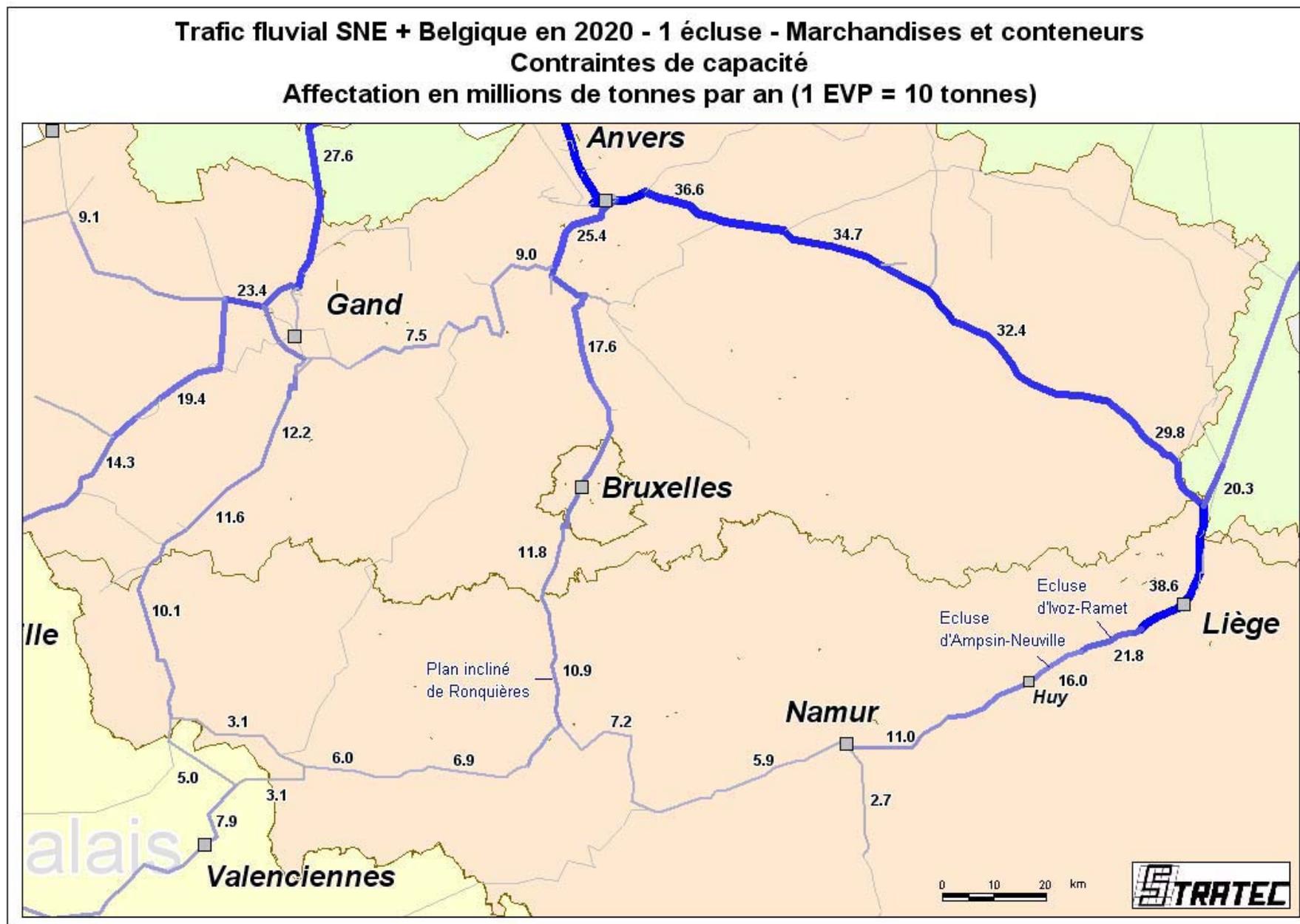
Tonnage ayant transité en 2009 par 12 des principaux ouvrages hydrauliques de la Région wallonne



3. Etude socio-économique



3. Etude socio-économique



3. Etude socio-économique



3. Etude socio-économique

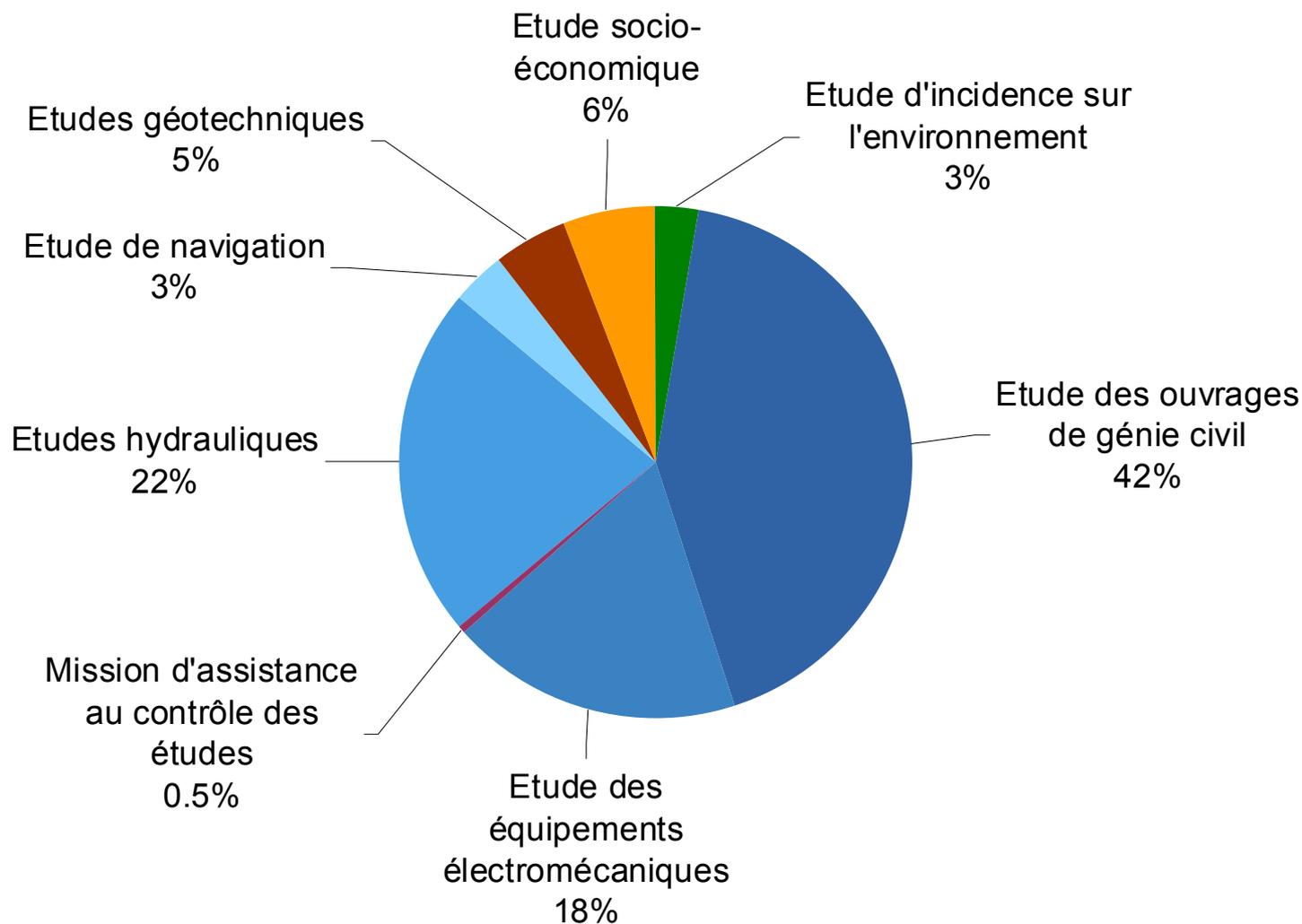
- **TIR** pour la Région wallonne: **11.4%**, pour l'Europe : **18.4%**
- VAN, représente le bénéfice actualisé généré par l'investissement, pour la Région wallonne: 174.10^6 € (2007)
- Suppression d'un goulet d'étranglement
- Limite de capacité : 15.8 → 45.2 millions de tonnes
- Transit : 11.5 (2008) → 21.8 (2020) millions de tonnes



3. Etude socio-économique

Coûts des études du projet : 6% du montant estimé des travaux

Préalables aux travaux et hors coûts internes



1. Réseau

2. Historique

3. Etude socio-économique

4. Etude de faisabilité

5. Etude des avant-ports

6. Etude du sas

7. Dépendances

8. Environnement



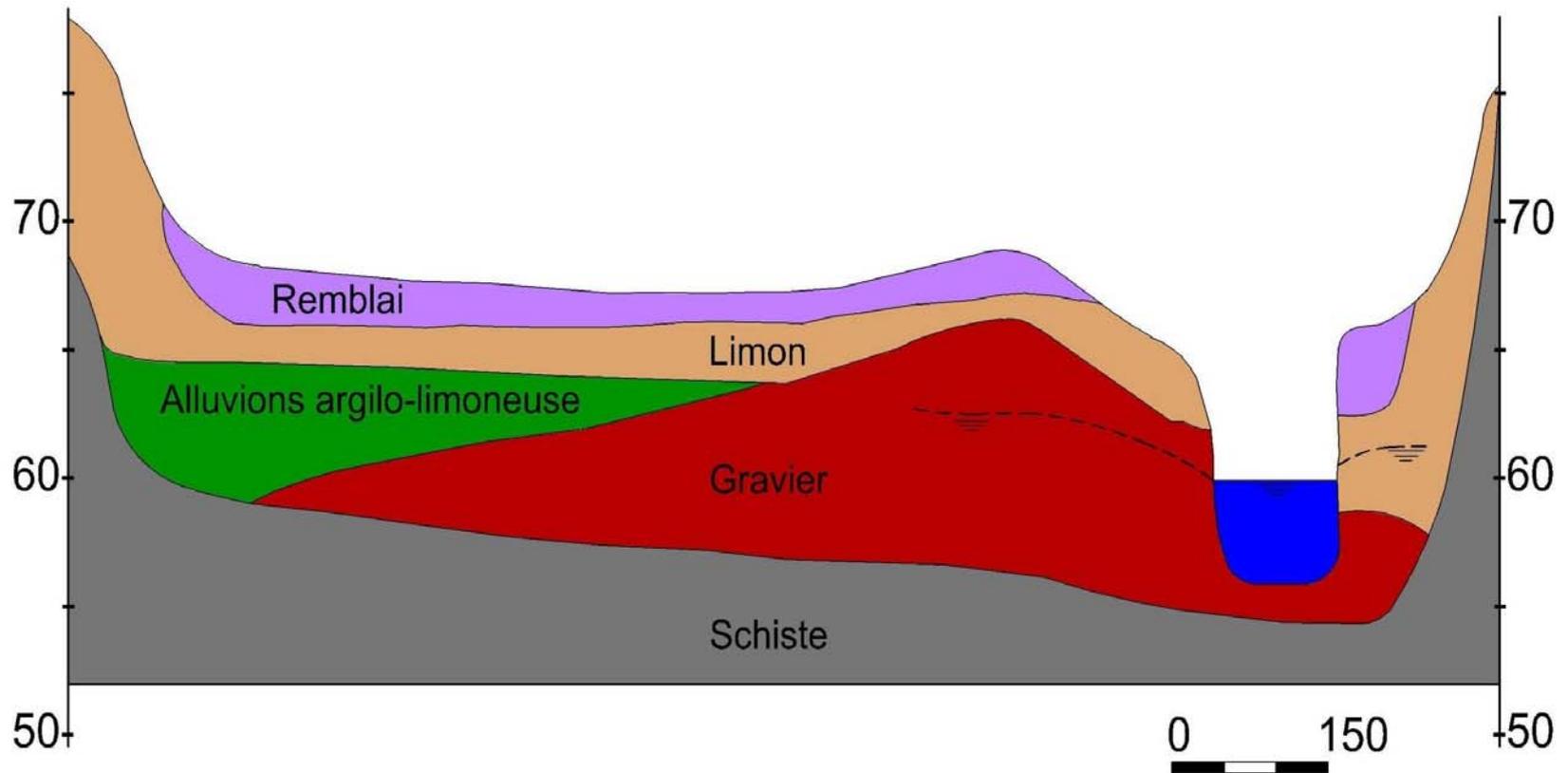
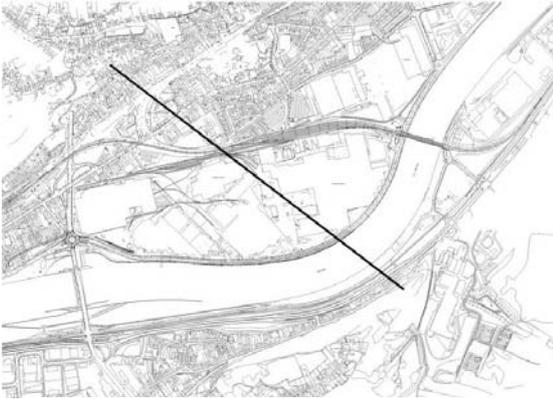
4. Etude de faisabilité – Contraintes du site



4. Etude de faisabilité – Contraintes du site

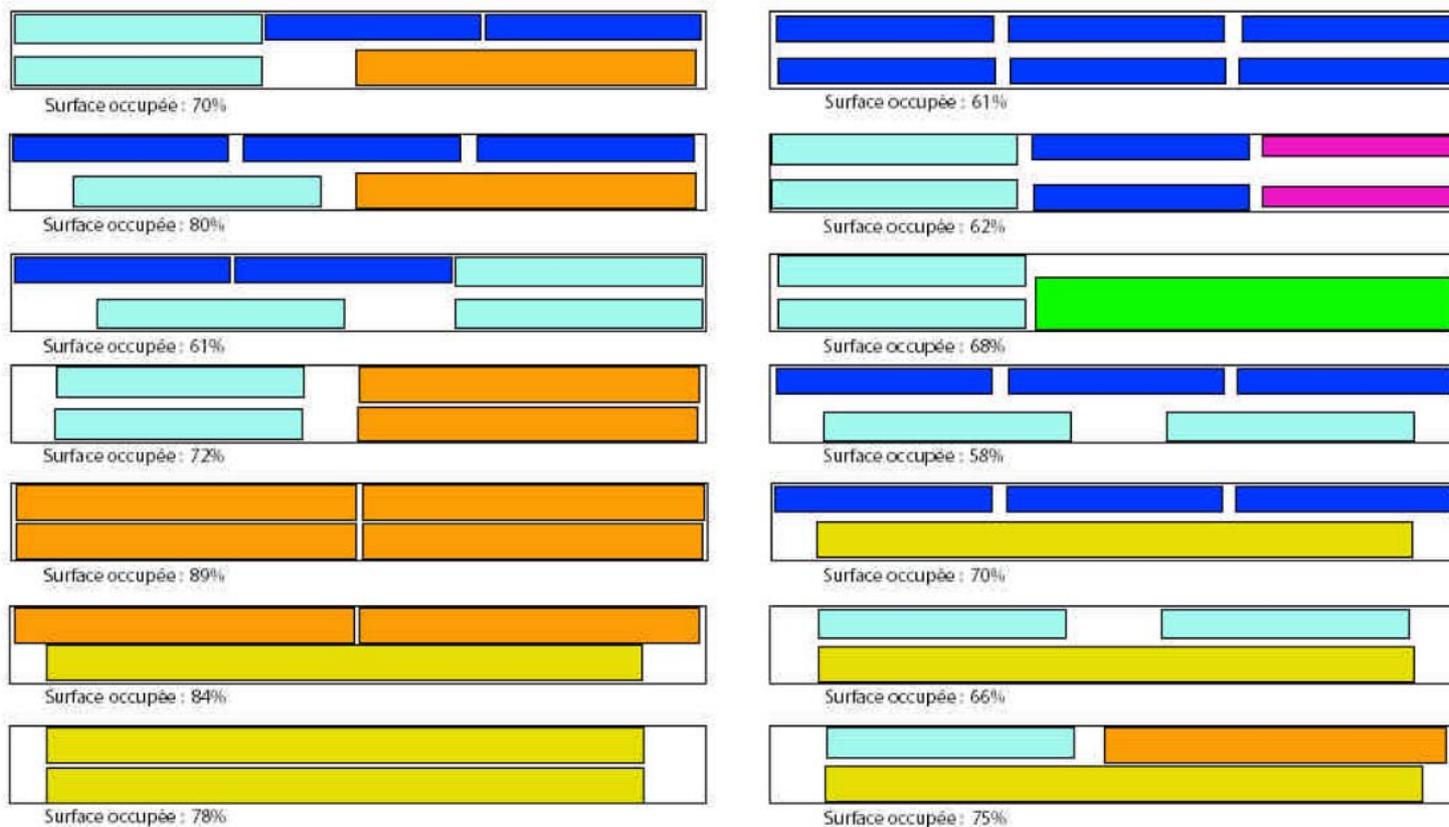


4. Etude de faisabilité – Contexte géologique



4. Etude de faisabilité – Dimensions du sas

225 x 25 x 5m

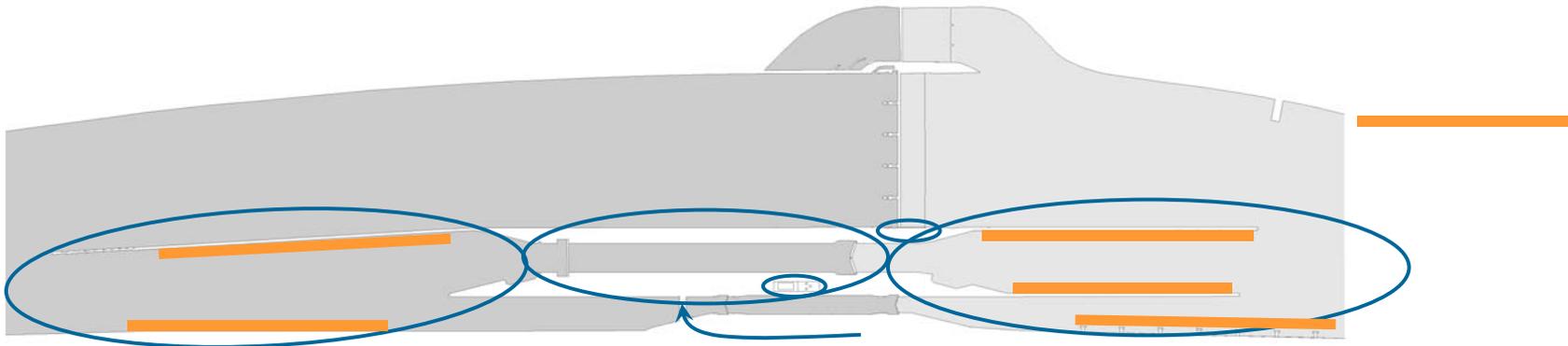


Légende :

	CLASSE II (L = 63 m, l = 6,6m)		CLASSE Va PORTE-CONTENEURS (L = 110 m, l = 11.4m)
	CLASSE III (L=70m, l=8.2m)		CLASSE Vb CONVOI POUSSE (2) (L=193m, l=11.4m)
	CLASSE IV (L=80m, l=9.5m)		PORTE-CONTENEURS - JOWI (L=135m, l=17m)

4. Etude de faisabilité – Synoptique des ouvrages

- Avant-ports
- Sas
- Zones de stationnement
- Accès routier
- Bâtiment de commande
- Echelle à poissons et vis hydrodynamique



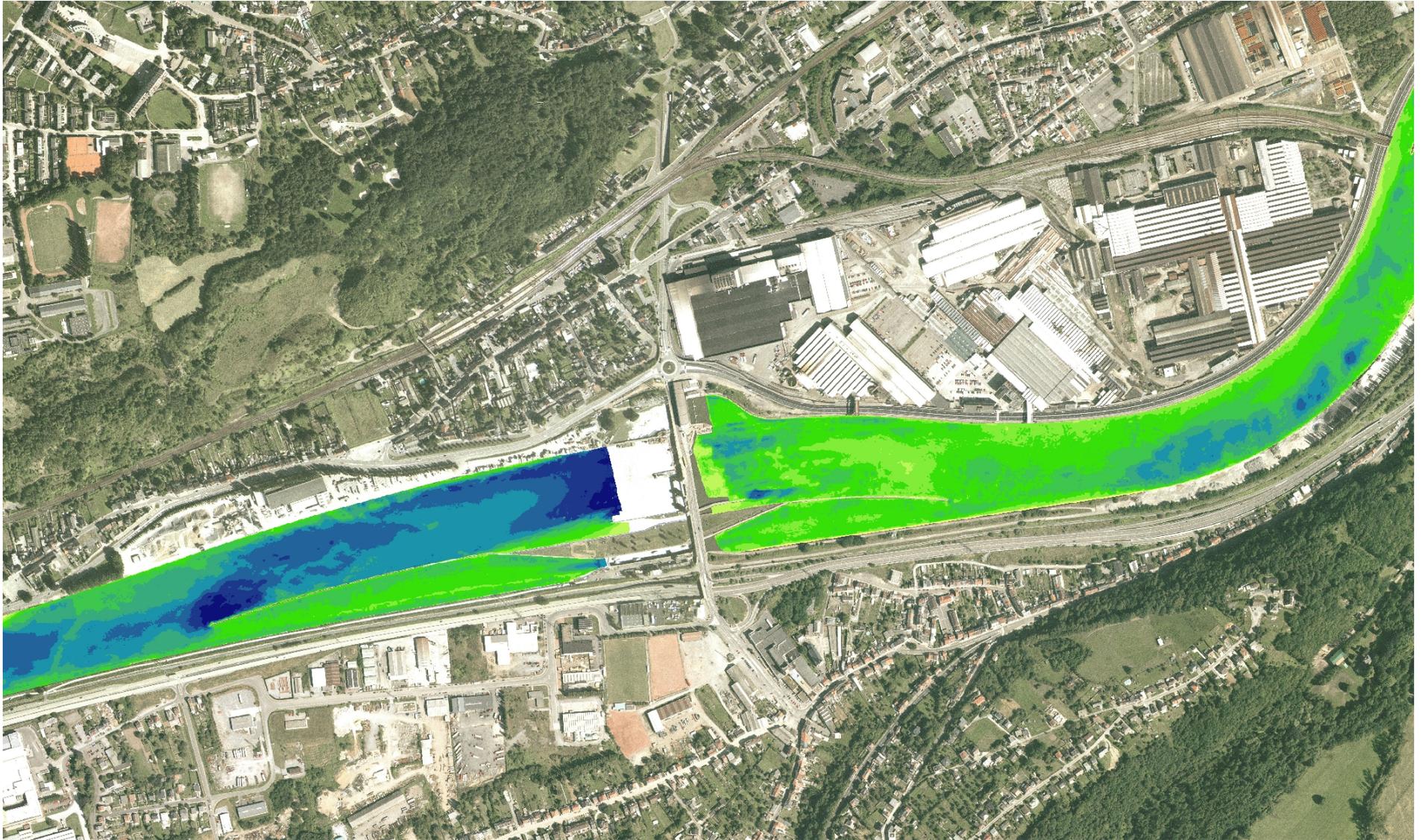
Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m

1. Réseau
2. Historique
3. Etude socio-économique
4. Etude de faisabilité
- 5. Etude des avant-ports**
6. Etude du sas
7. Dépendances
8. Environnement



5. Etude des avant-ports - Hydrologie

Bathymétrie



Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m



5. Etude des avant-ports

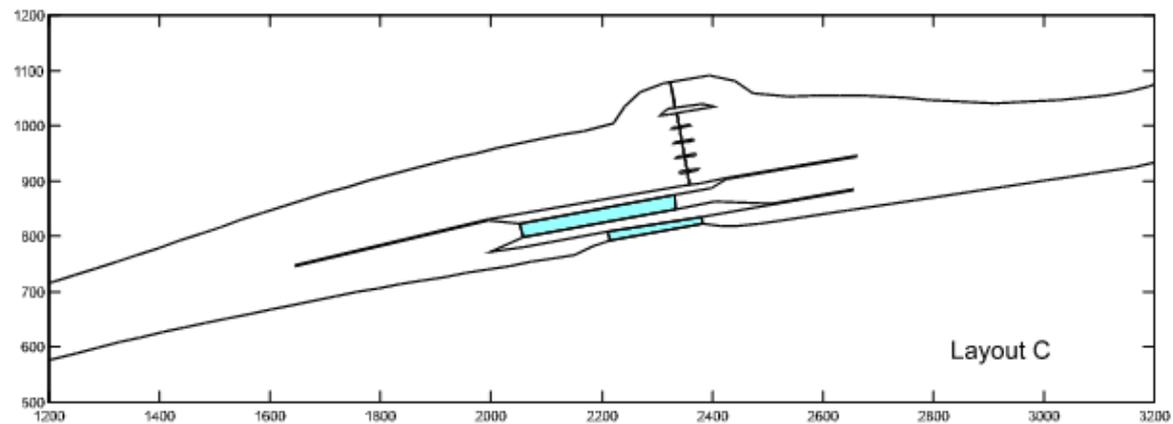
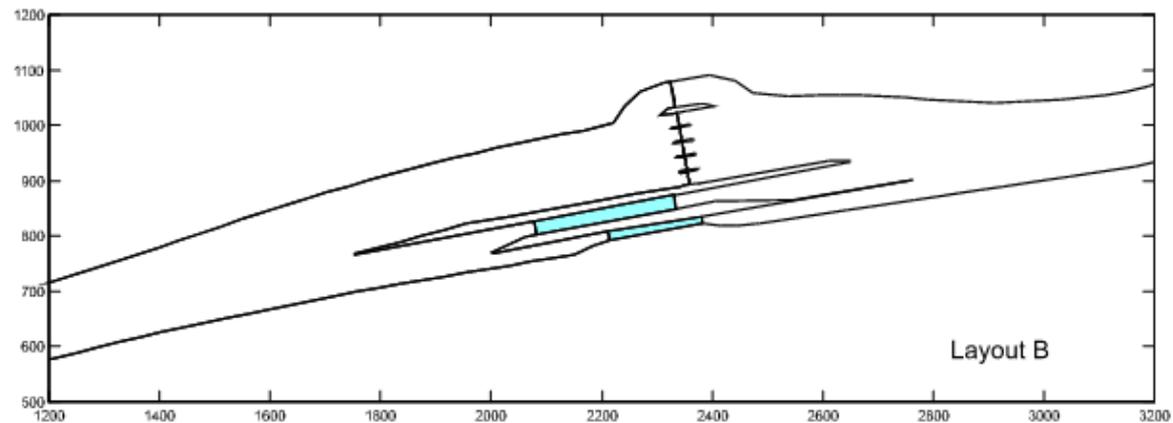
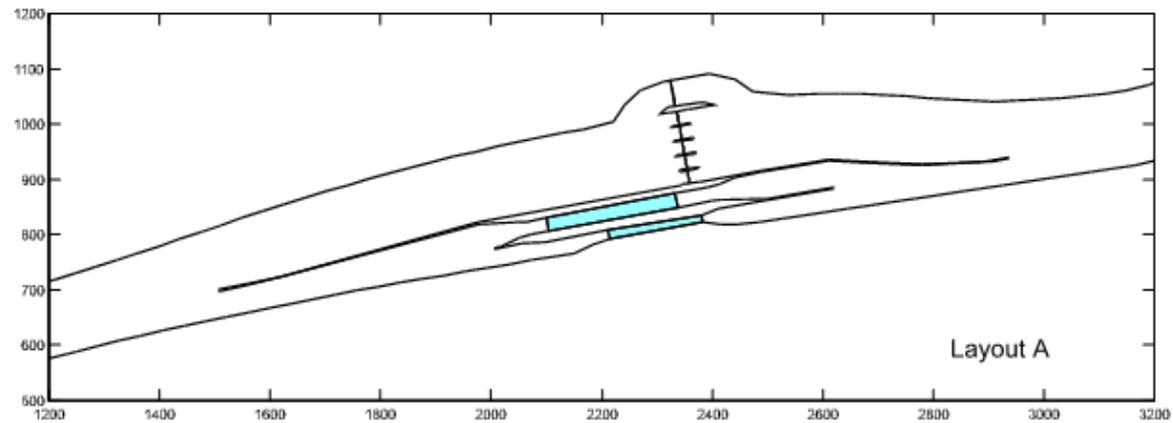
Hydraulique

- Mesures in situ
- Détermination des ondes dans les biefs
- Calcul des lignes d'eau en période de crue
- Modèle physique
- Modèle numérique 2D

Navigation



5. Etude des avant-ports



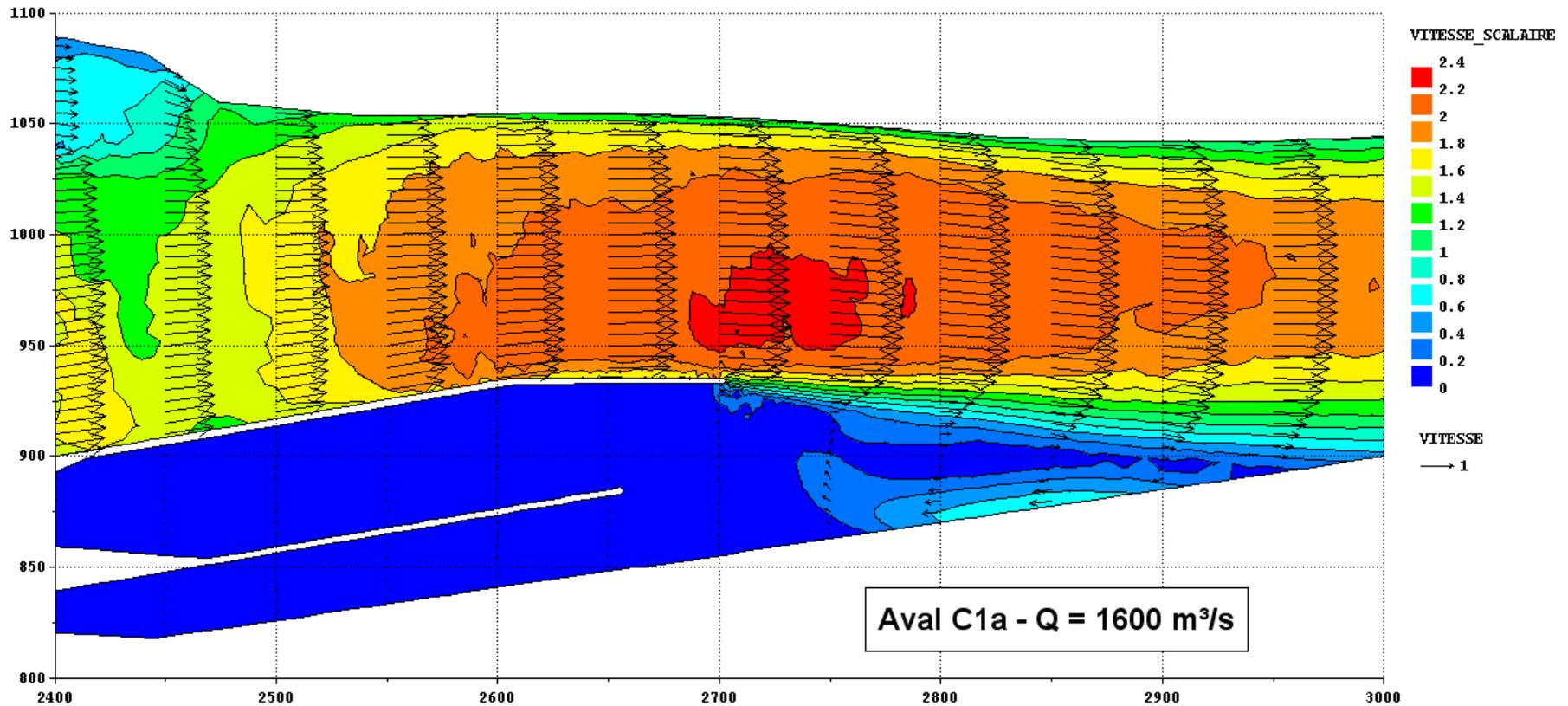
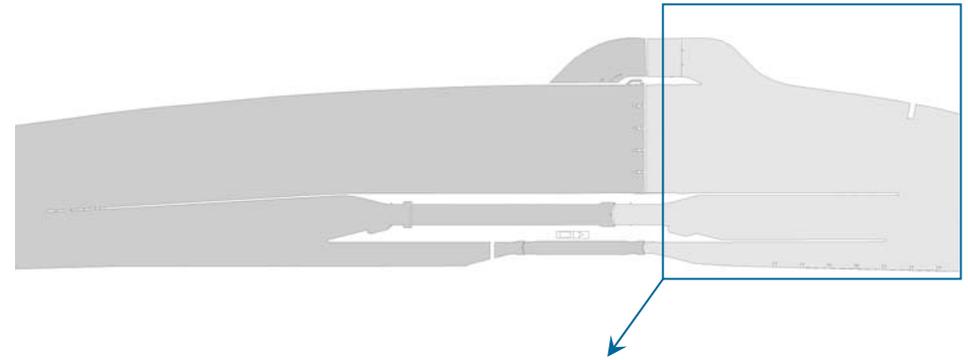
5. Etude des avant-ports – Modèle physique

Echelle 1/50^{ème} (32 x 19 m)



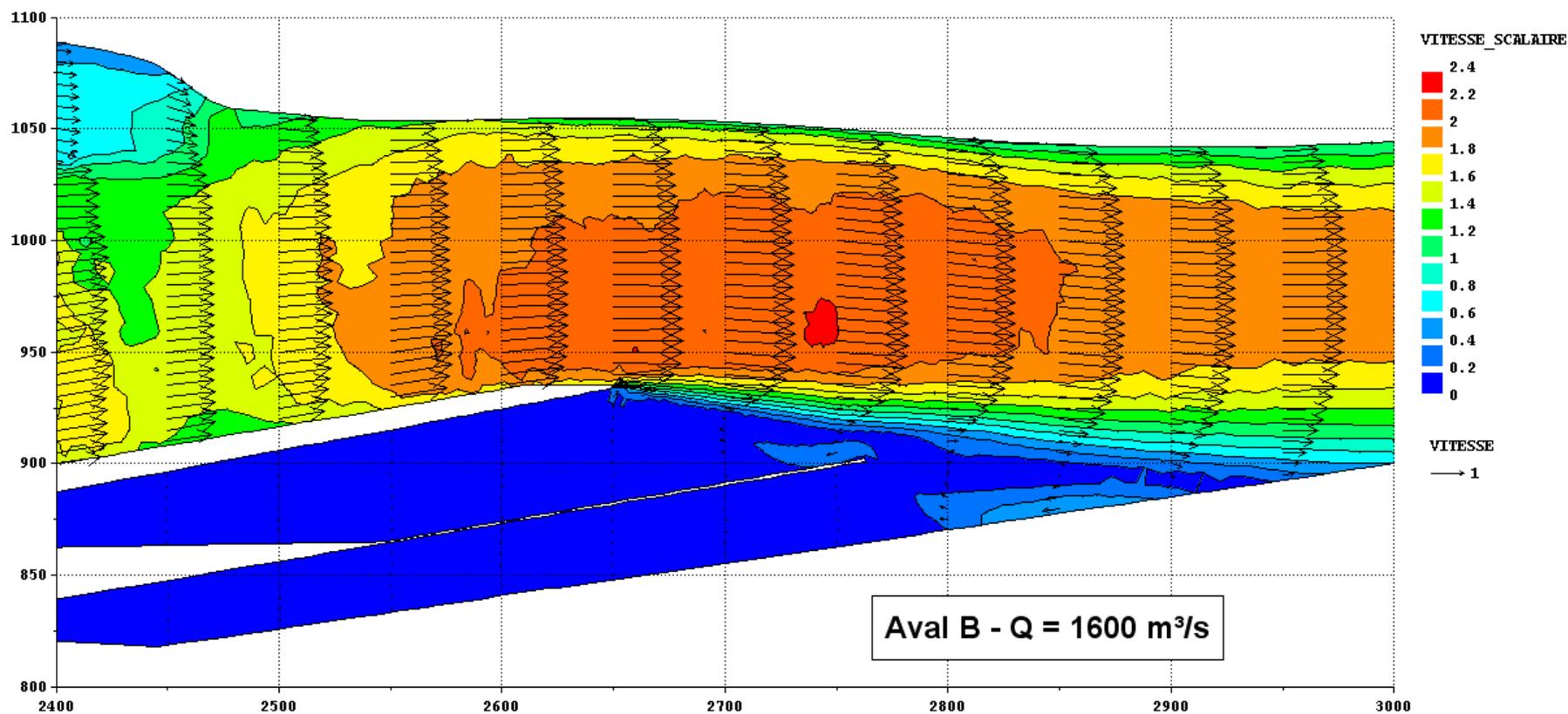
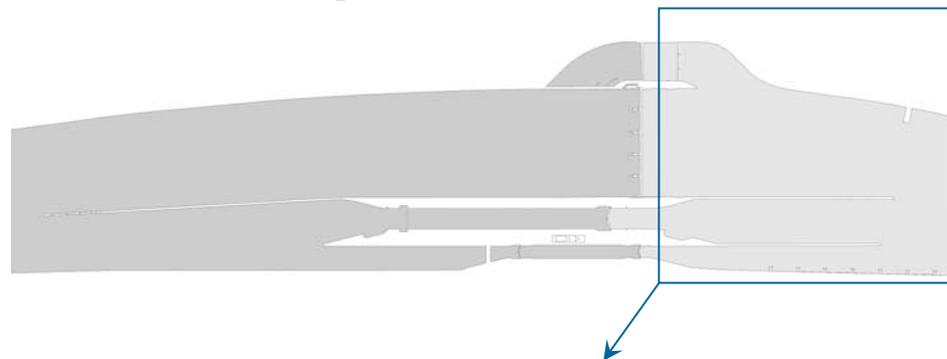
5. Etude des avant-ports – Modèle numérique 2D

Môle aval long



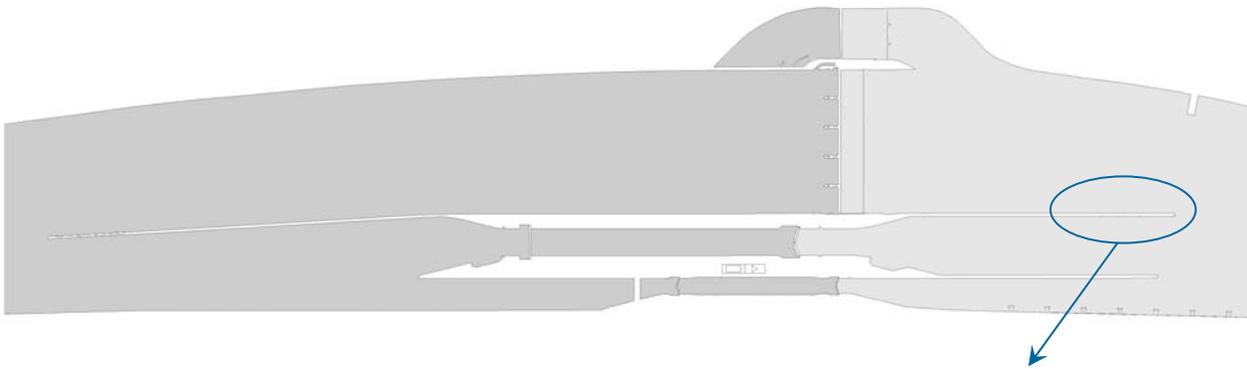
5. Etude des avant-ports – Modèle numérique 2D

Môle aval court



5. Etude des avant-ports – Modèle physique

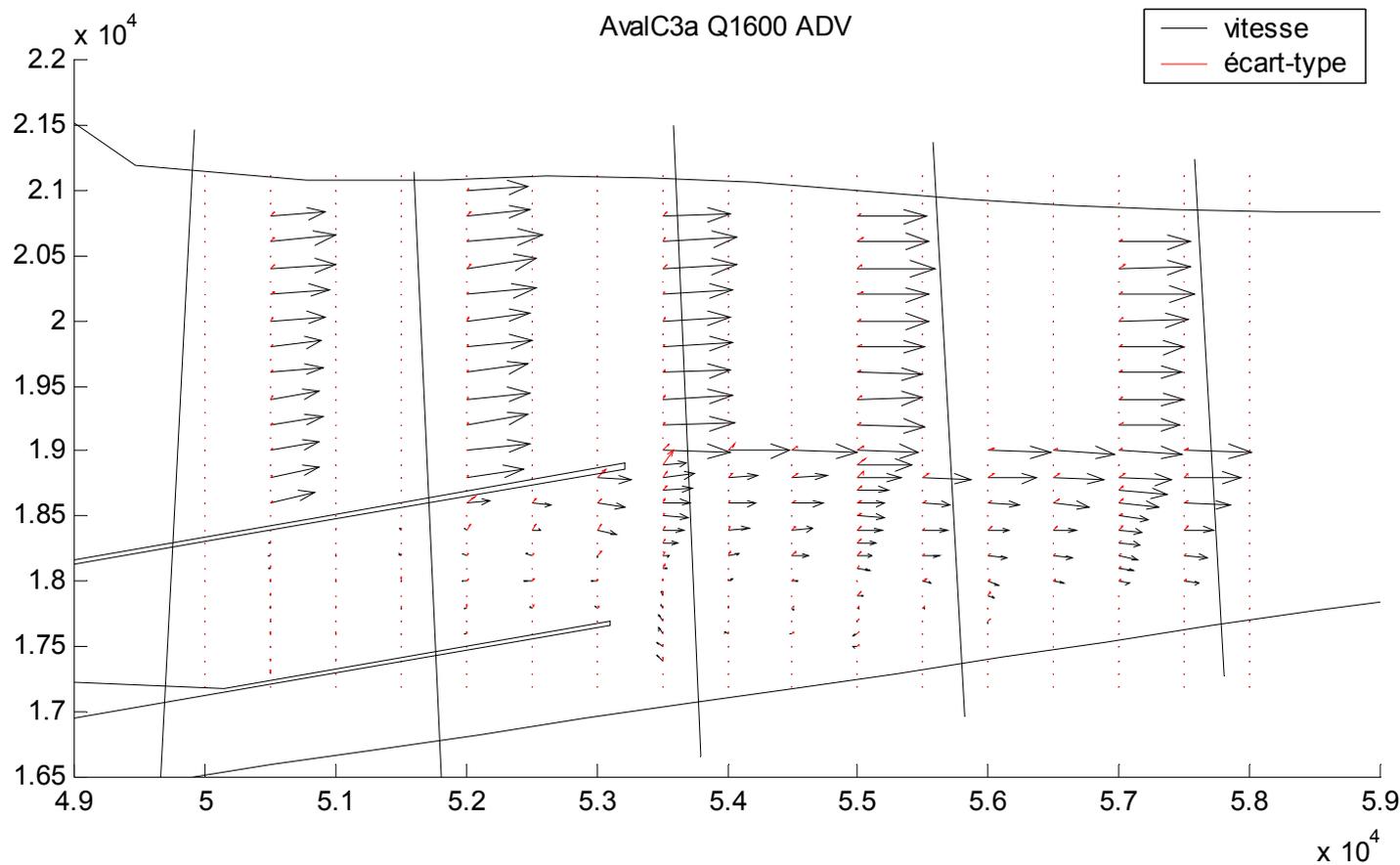
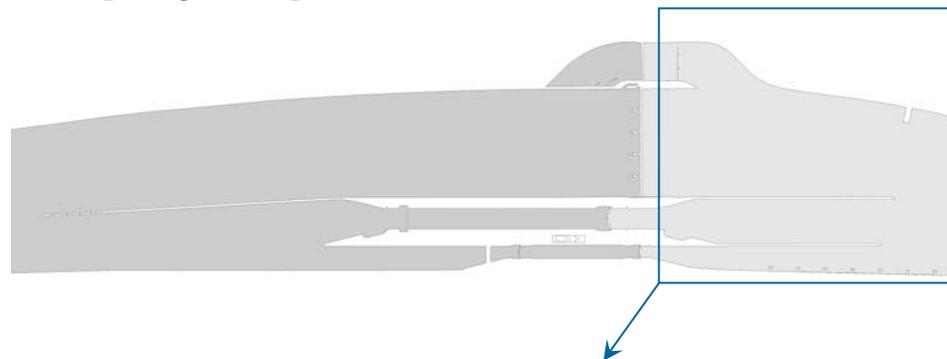
Môle ajouré aval



5. Etude des avant-ports – Modèle physique

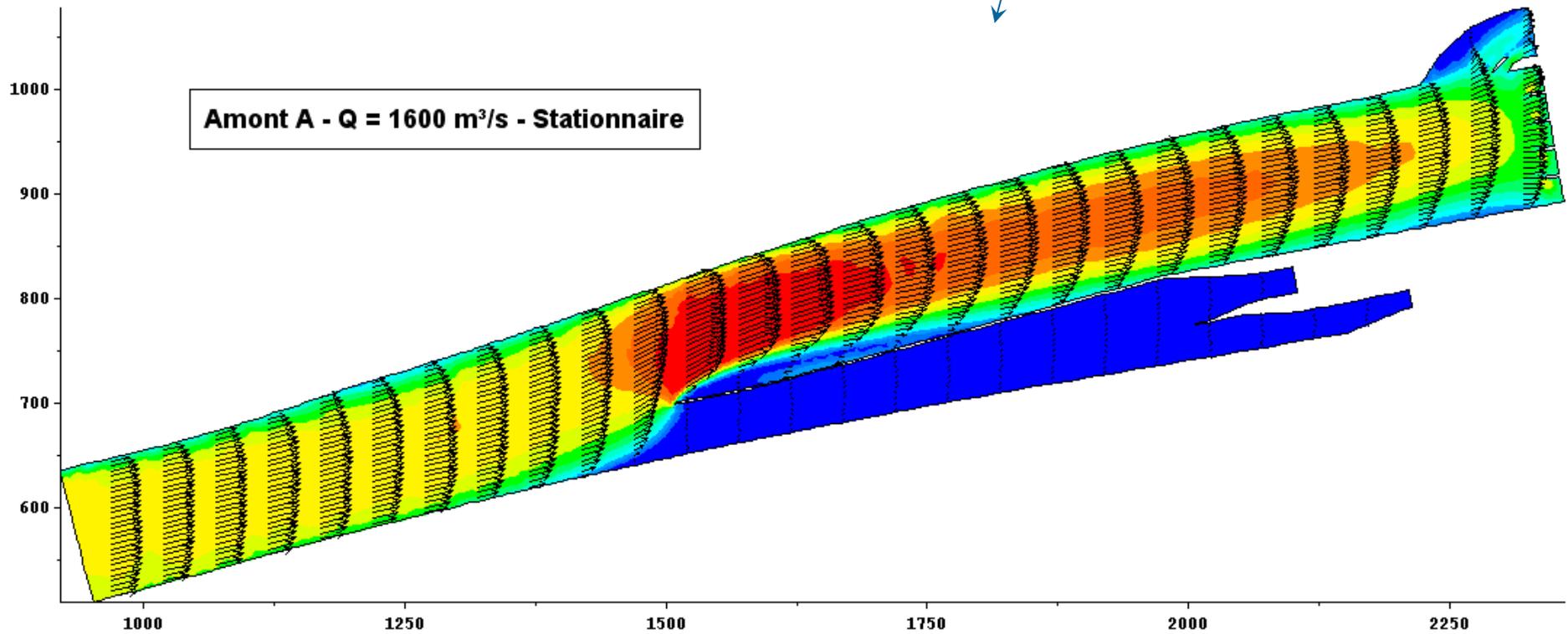
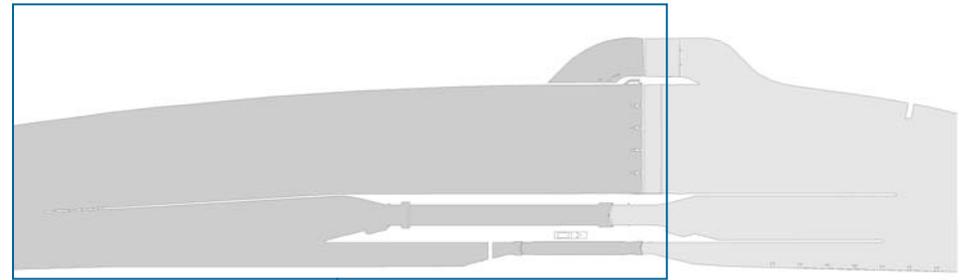
Môle aval ajouré

Courantométrie



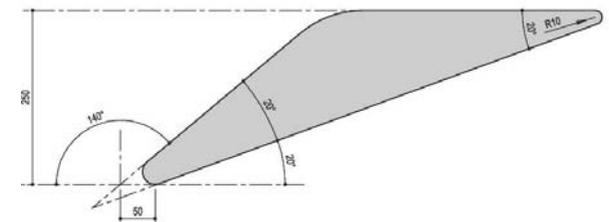
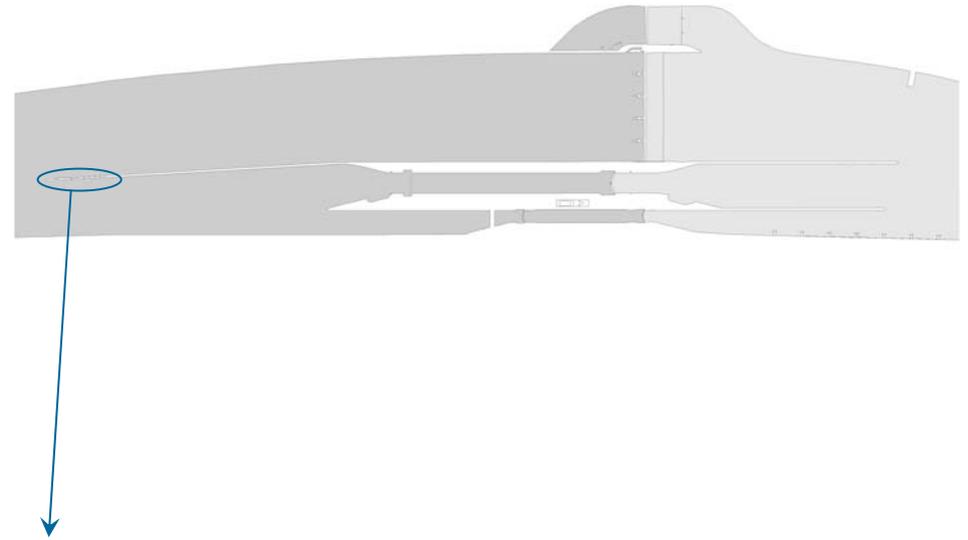
5. Etude des avant-ports – Modèle numérique

Môle plein amont



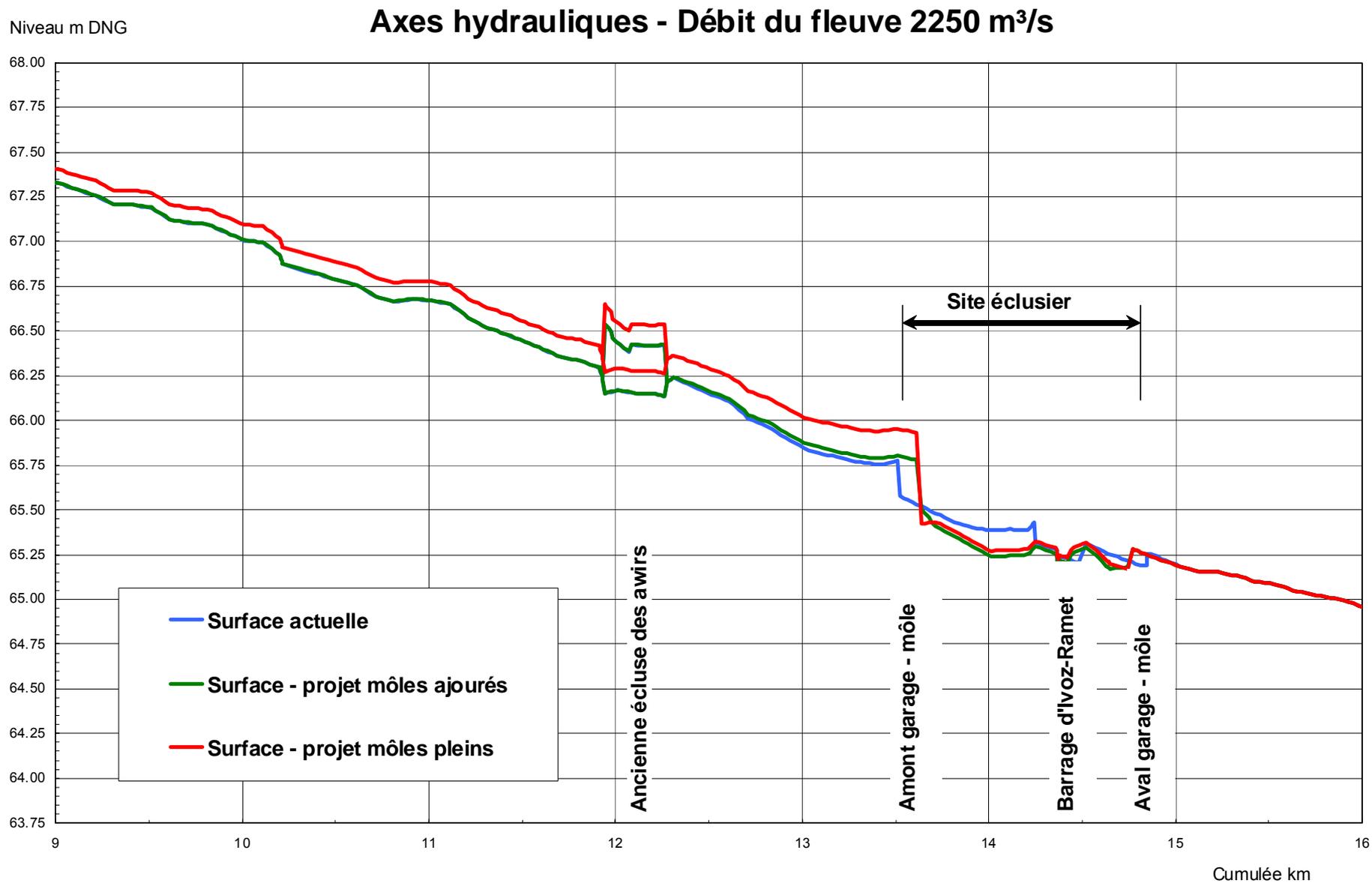
5. Etude des avant-ports – Modèle physique

Môle ajouré amont

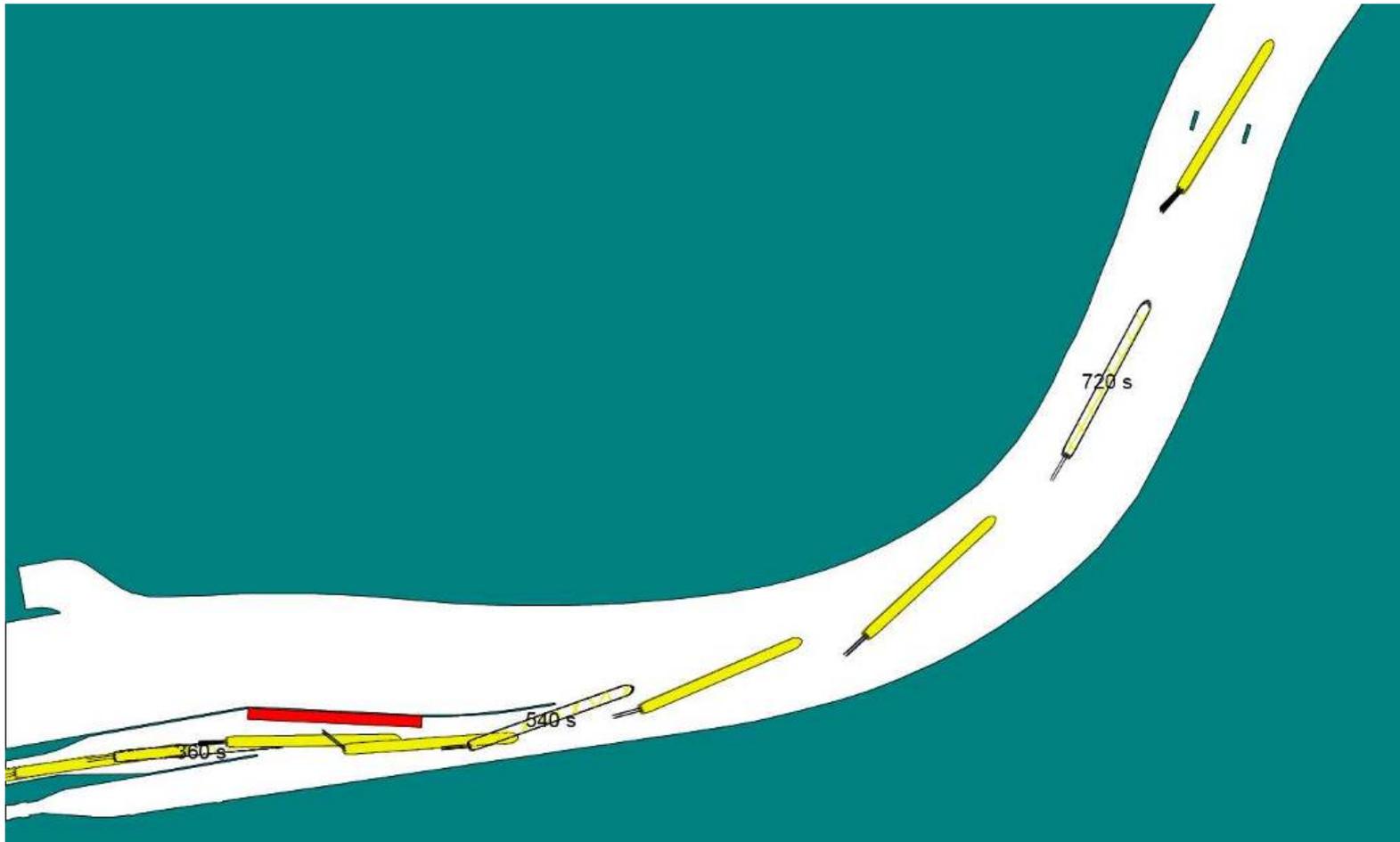


Ailette - coupe

5. Etude des avant-ports – Calcul des lignes d'eau



5. Etude des avant-ports - Navigation

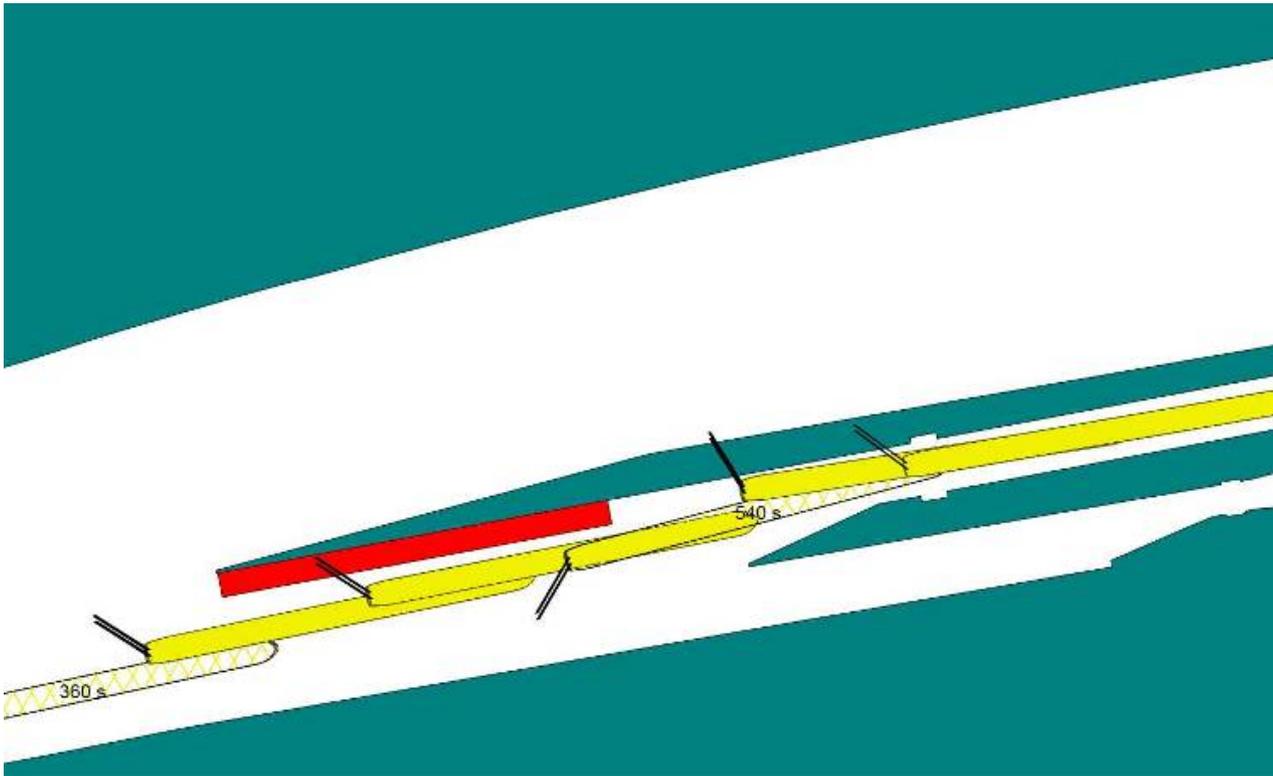


Bateau fréquent: Classe Va 110 m x 11.40 m

Classe Vb 185 m x 11.40 m

Capacité effective: Classe VIb 195 m x 22.80 m et supérieure → 225 m x 25 m

5. Etude des avant-ports - Navigation



Critères :

- Sécurité
- Vitesse de transit
- Postes d'amarrage



1. Réseau
2. Historique
3. Etude socio-économique
4. Etude de faisabilité
5. Etude des avant-ports
- 6. Etude du sas**
7. Dépendances
8. Environnement



6. Etude du sas – Alimentation

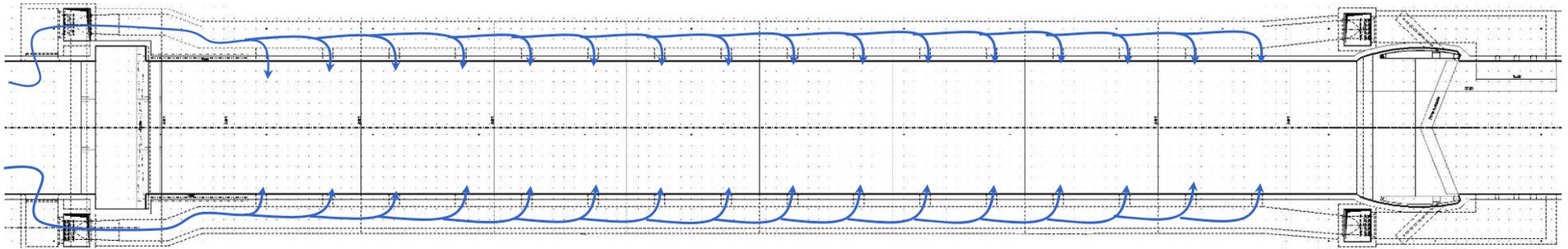
Etude comparative de systèmes hydrauliques

Critères :

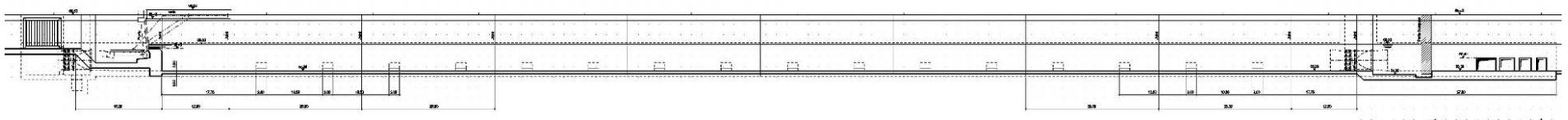
- Temps de sassement : 7 minutes 30 secondes
- Pente superficielle du plan d'eau : 0.5 ‰
- Cavitation : -5 m de pression d'eau au droit des vannes
- Débit maximum : 50 m³/s par aqueduc - Vitesse 6 à 7.5m/s



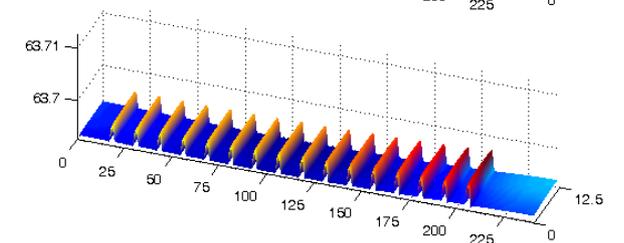
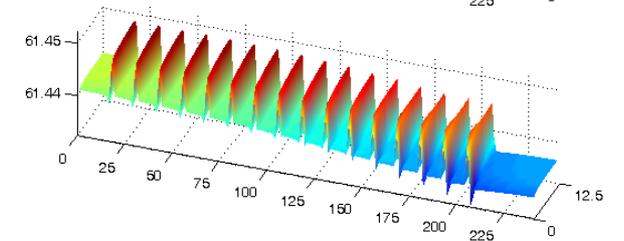
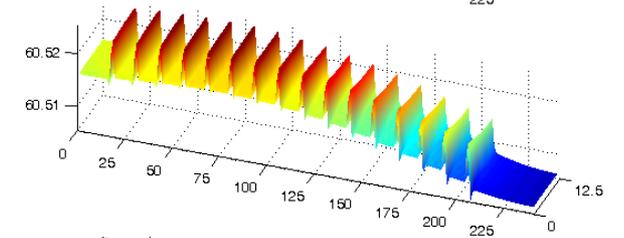
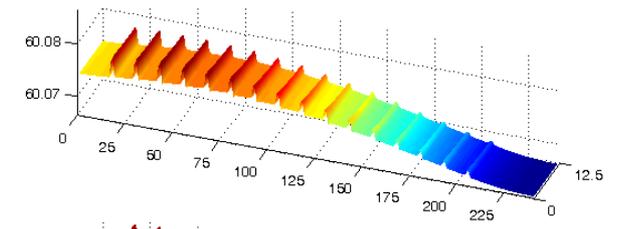
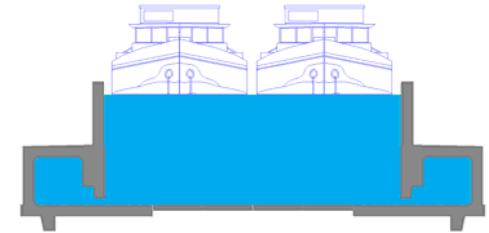
6. Etude du sas – Aqueducs et larrons courts



COUPE 1-1



6. Etude du sas – Aqueducs et larrons courts



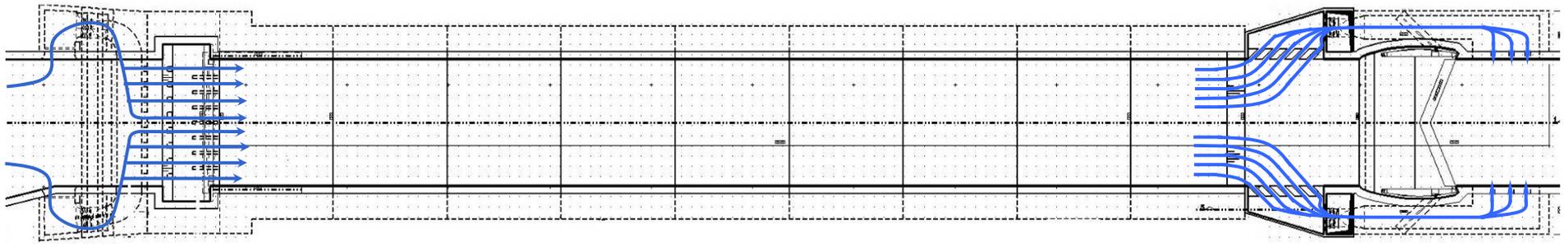
Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m



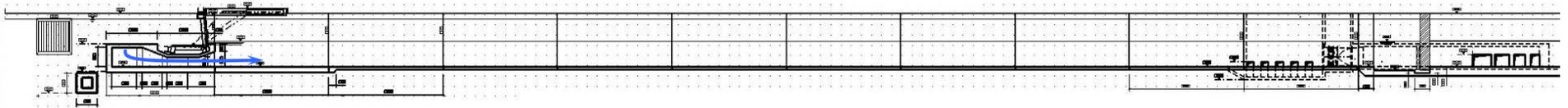
6. Etude du sas – Contournement des têtes

Remplissage

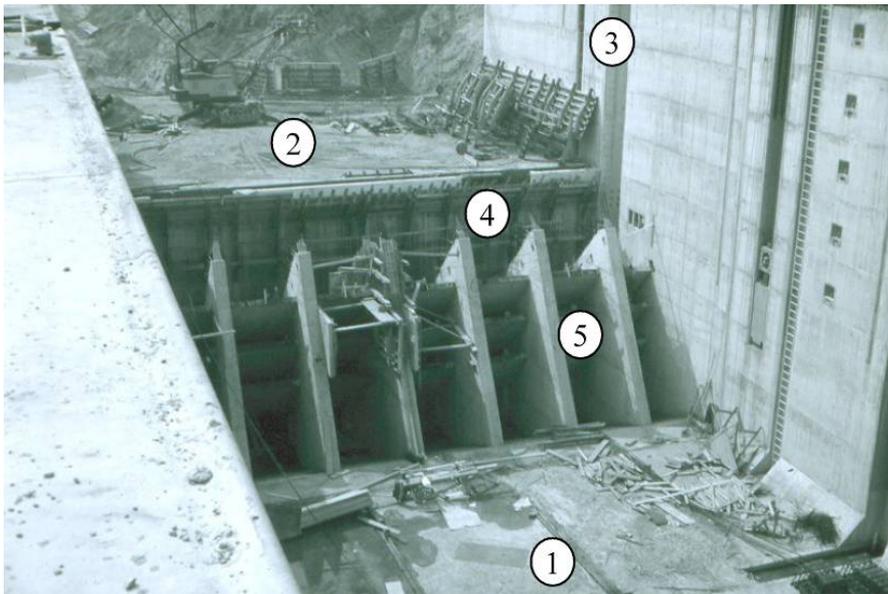
Vidange



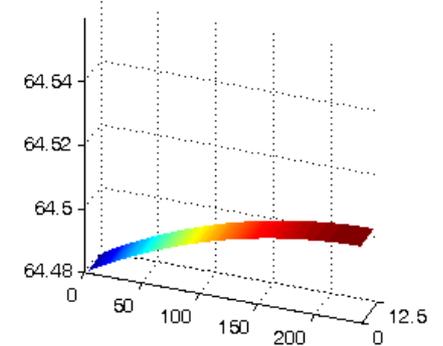
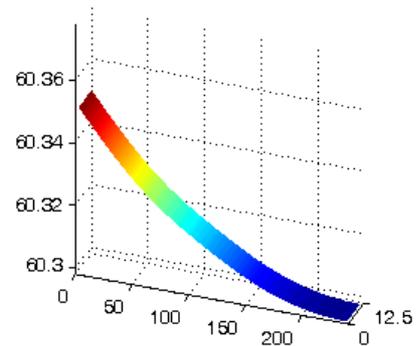
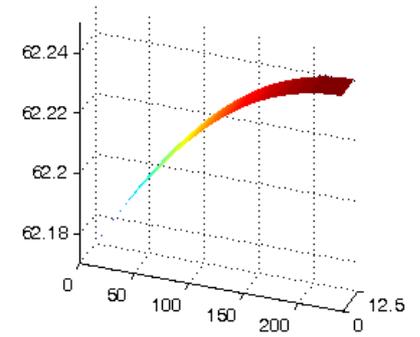
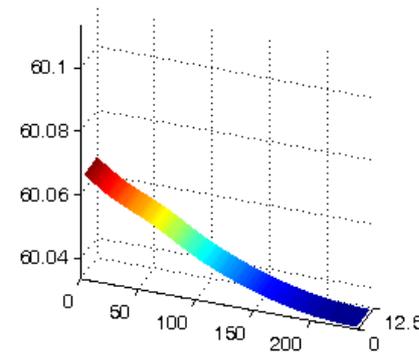
COUPE 1-1



6. Etude du sas – Contournement des têtes

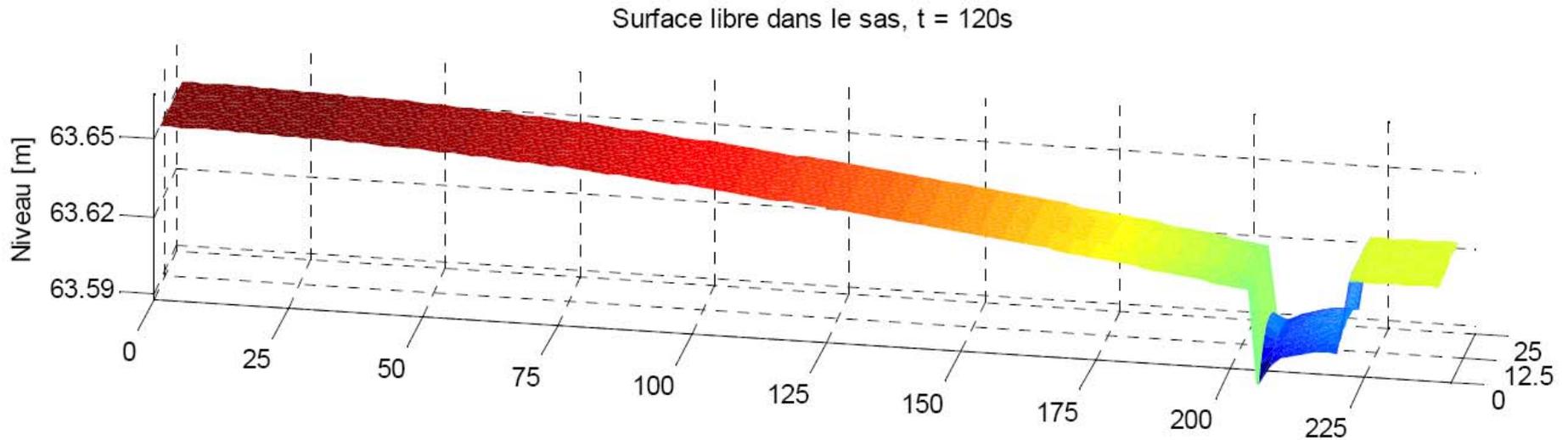
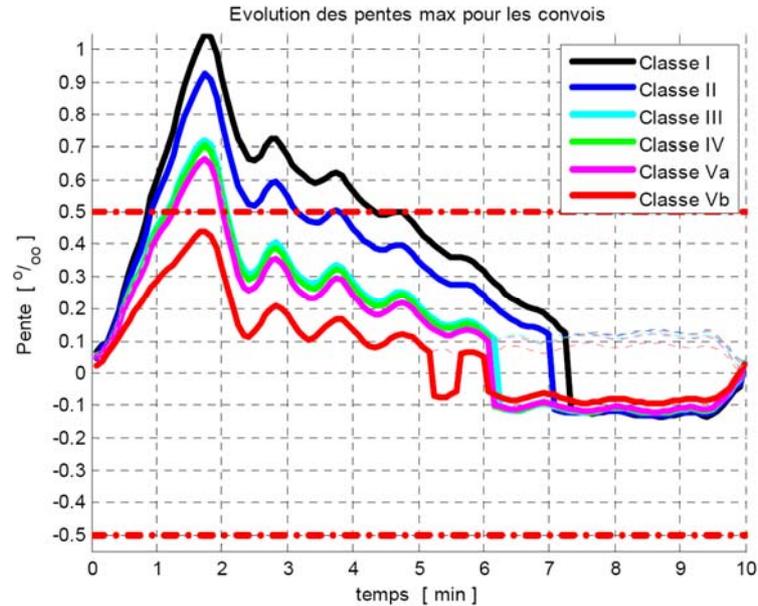


1. Radier du sas
2. Radier amont
3. Enclave de porte
4. Chambre de tranquillisation
5. Déflecteurs de sortie

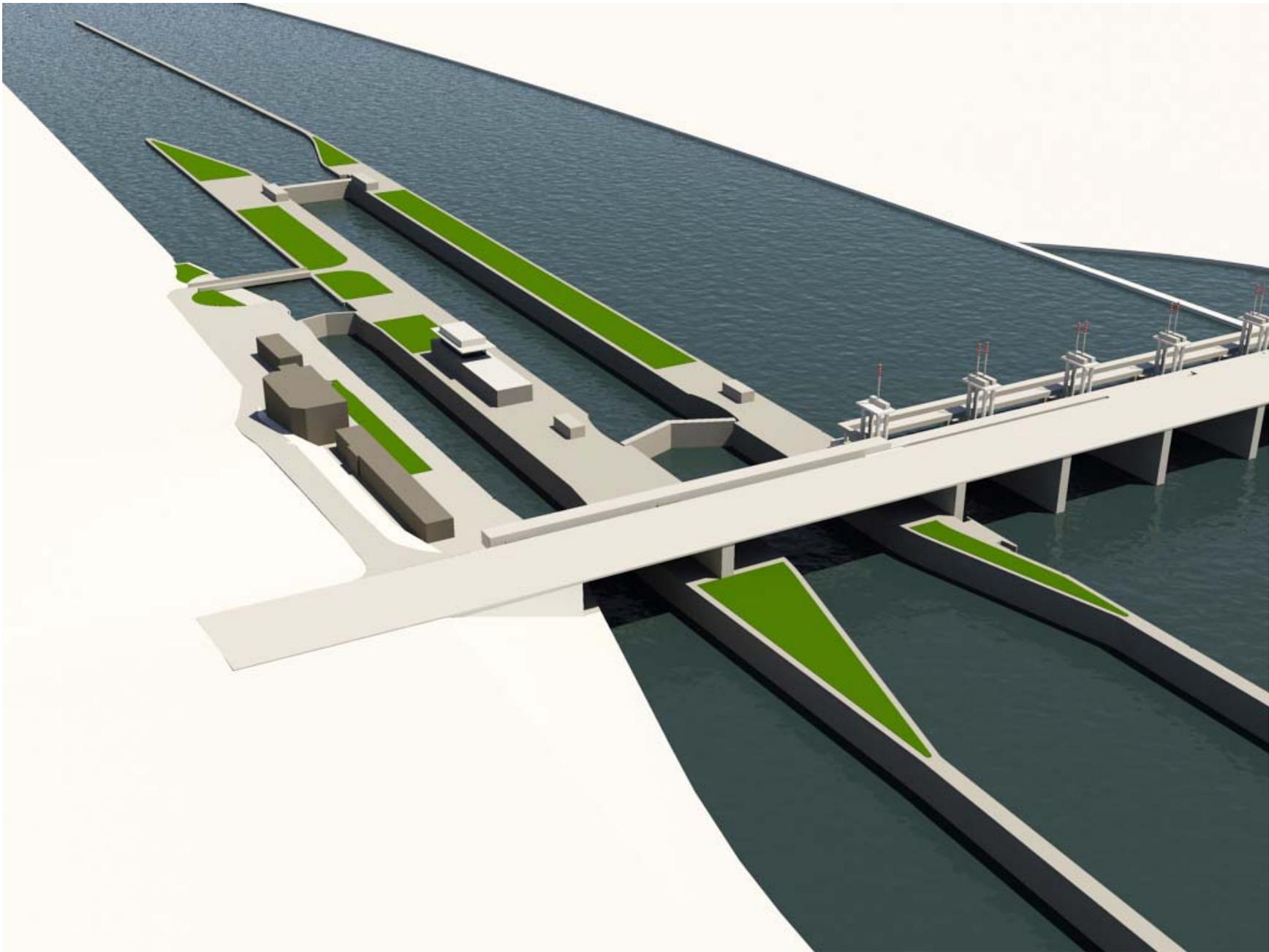


6. Etude du sas – Contournement des têtes

Vidange

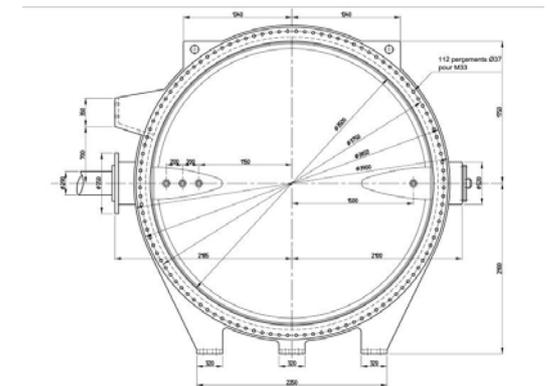
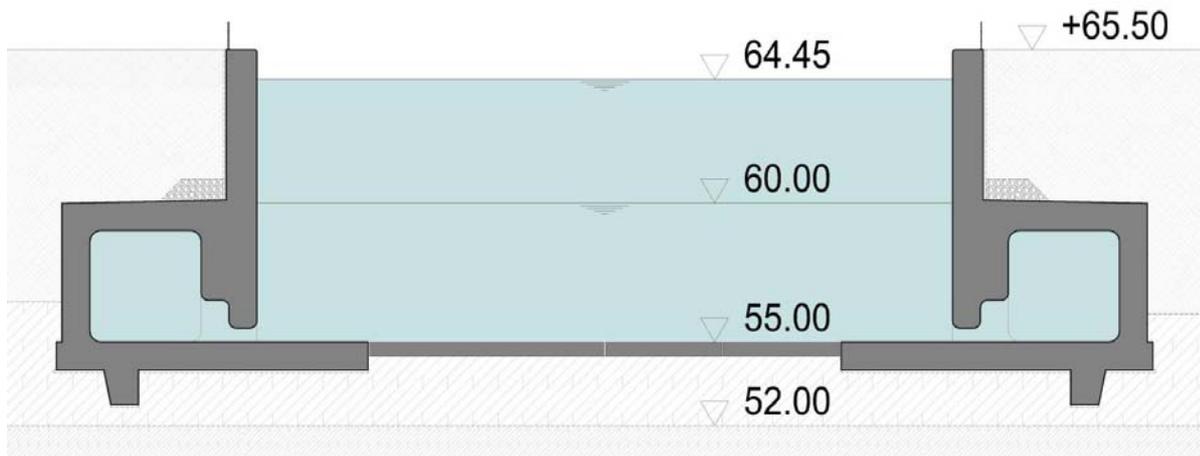


6. Etude du sas – Typologie générale de l'ouvrage



6. Etude du sas – Typologie générale de l'ouvrage

- Sas de dimensions 225m x 25m ; chute nominale de 4.45 m
- Alimentation par aqueducs et larrons courts
- 4 vannes papillons : DN 3500
- Porte clapet à l'amont : 30.32 x 6.35 x 1 m - 81 T
- Porte busquée à l'aval : 14.07 x 10.91 x 1.5 m - 2 x 85 T
- 2 bateaux-portes : 2 x 114 T



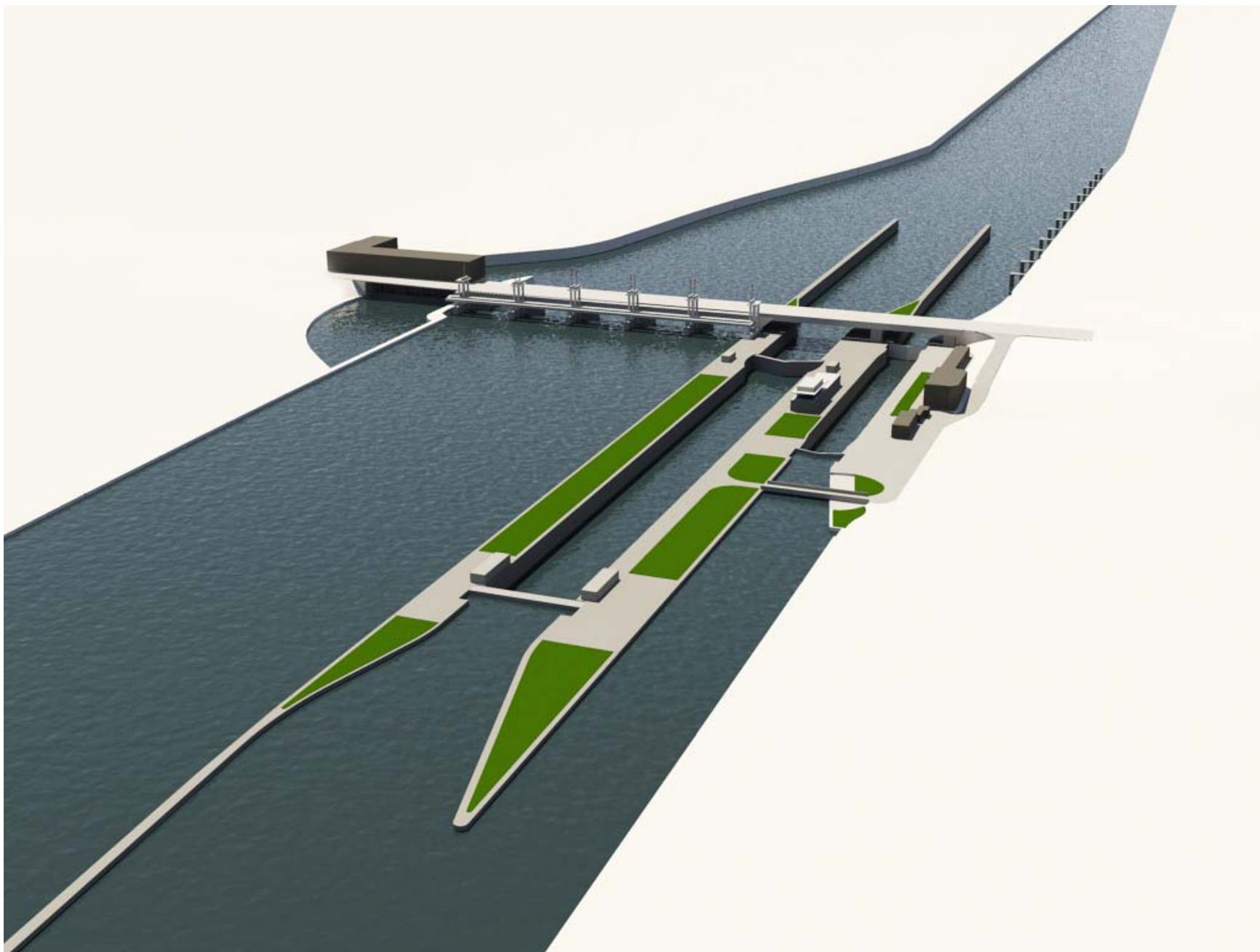
6. Conception et implantation



Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m



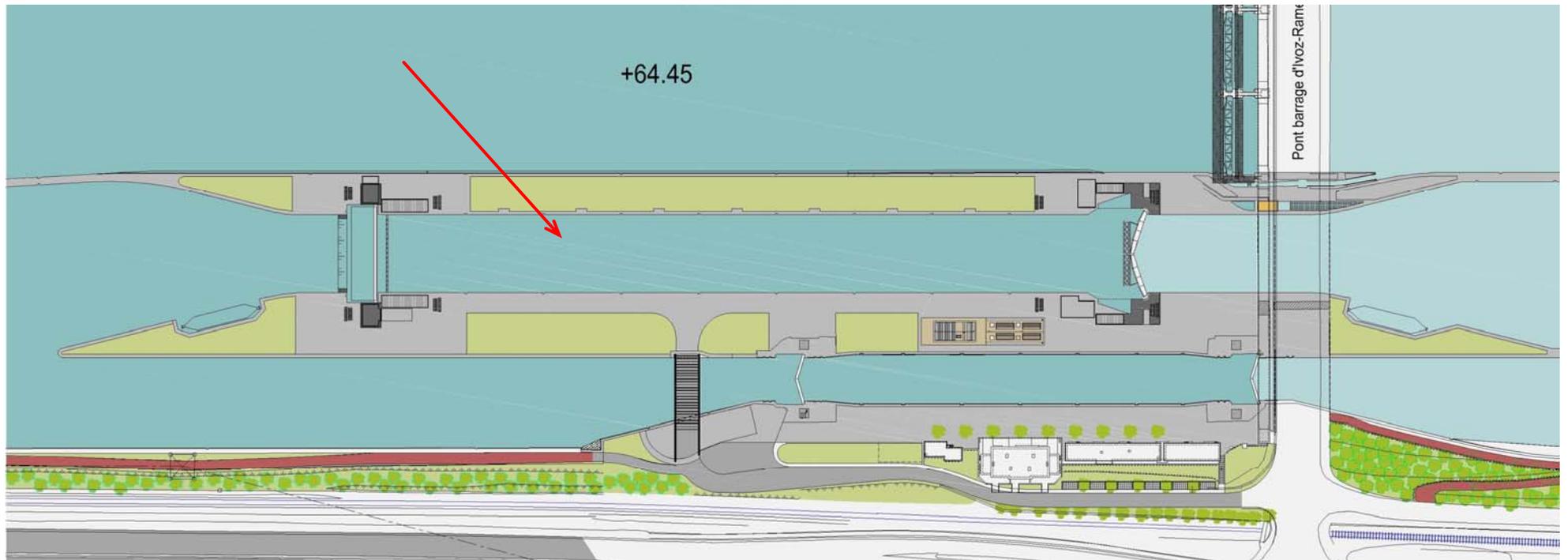
6. Conception et implantation



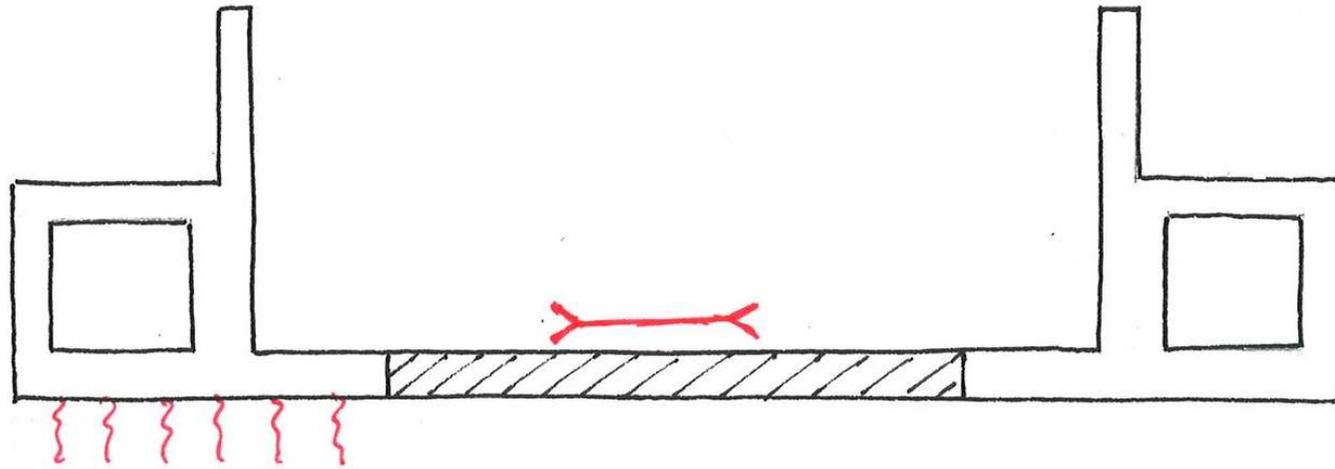
Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m



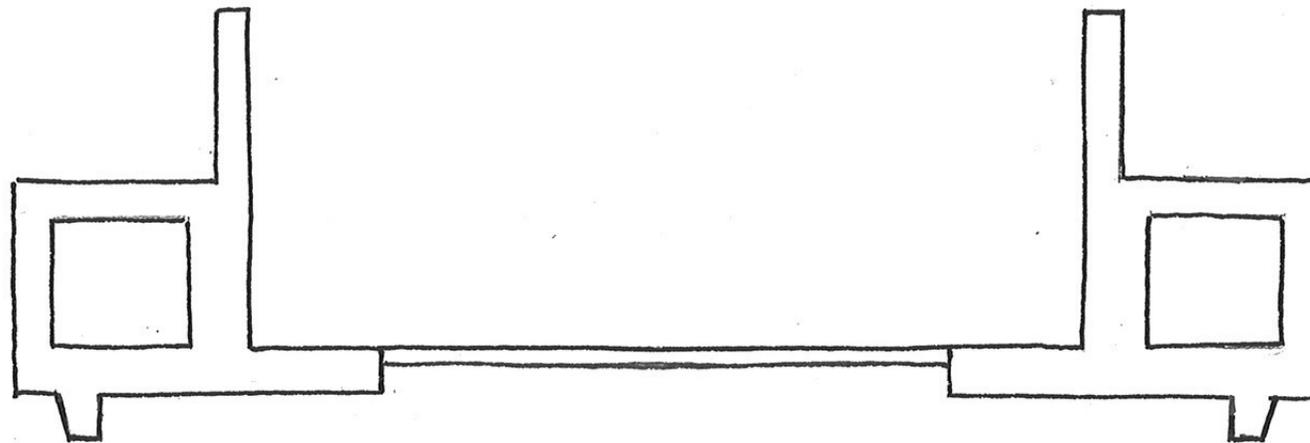
6. Etude du sas



6. Etude du sas – Coupe type



Etude du phasage implique bajoyers autostables

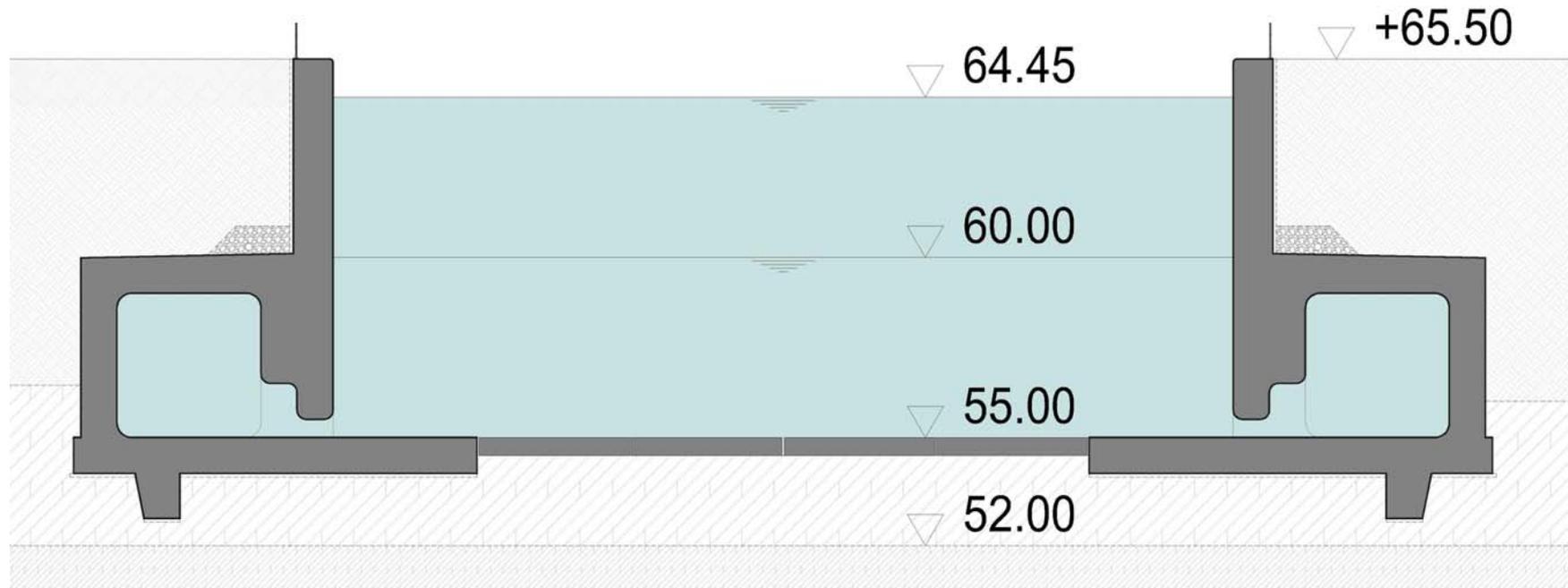


Ajout de bêtes

Solution retenue: béton de revêtement non structurel



6. Etude du sas – Coupe type



Epaisseur des parois varie de 1 à 2 m

Epaisseur du bajoyer 1.1 m:

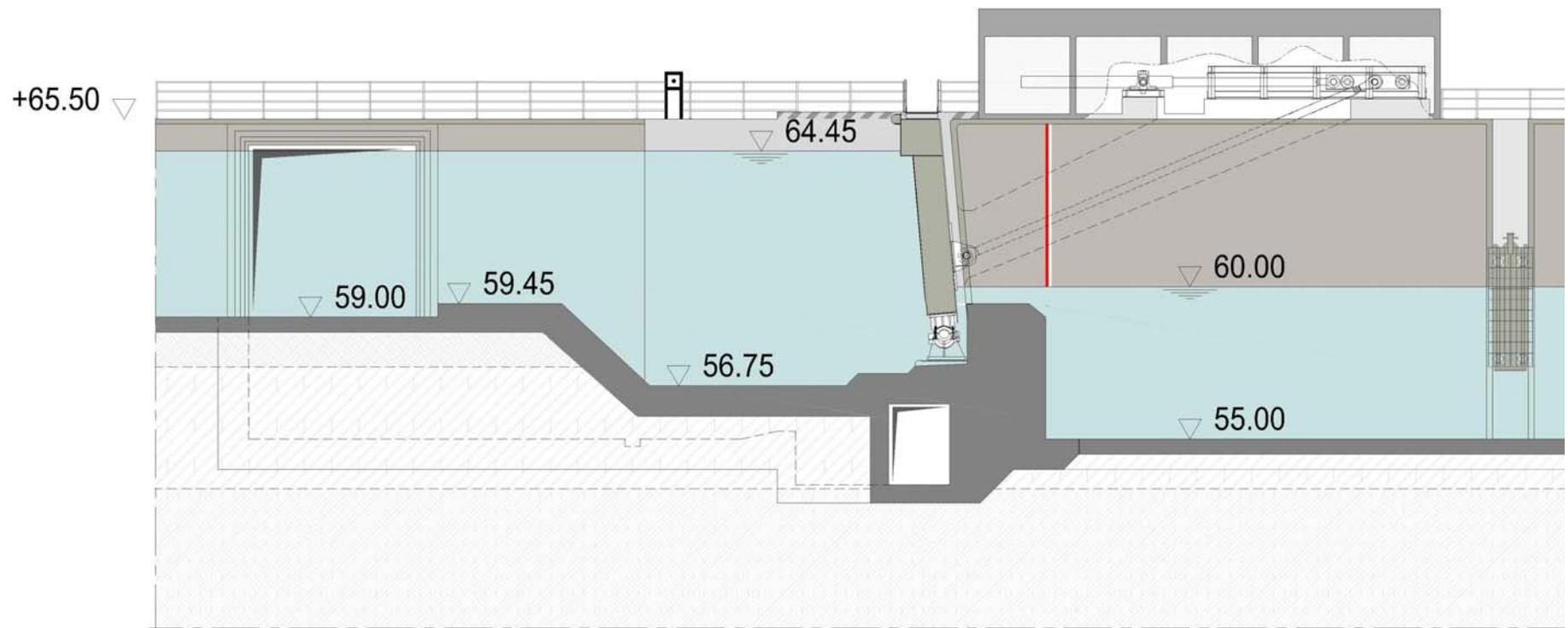
- conditionnée par effort tranchant (absence d'étriers)
- compatible avec les équipements (échelles, bollards, enclaves)

Contraintes maximales sur le sol 5kg/cm^2 (ELU)

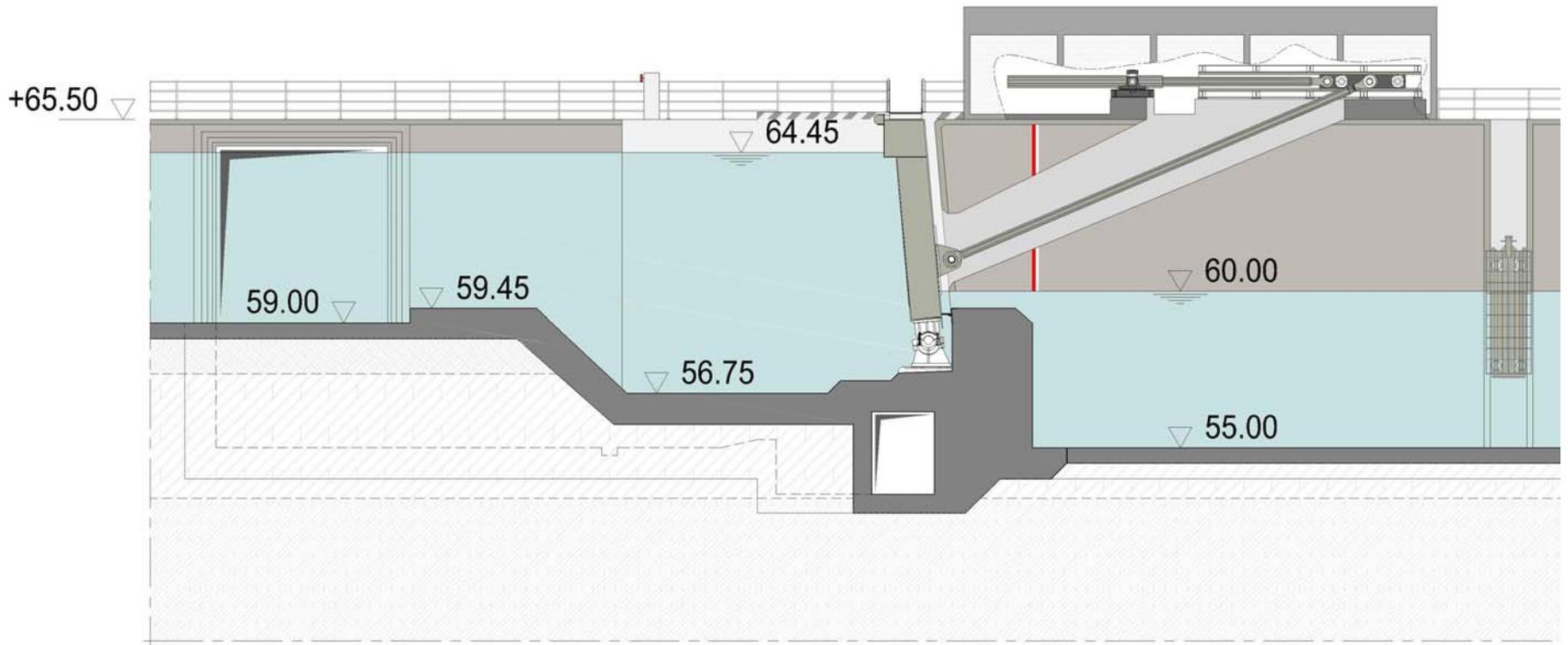
6. Etude du sas – Tête amont



6. Etude du sas – Tête amont



6. Etude du sas – Tête amont



6. Etude du sas – Tête amont

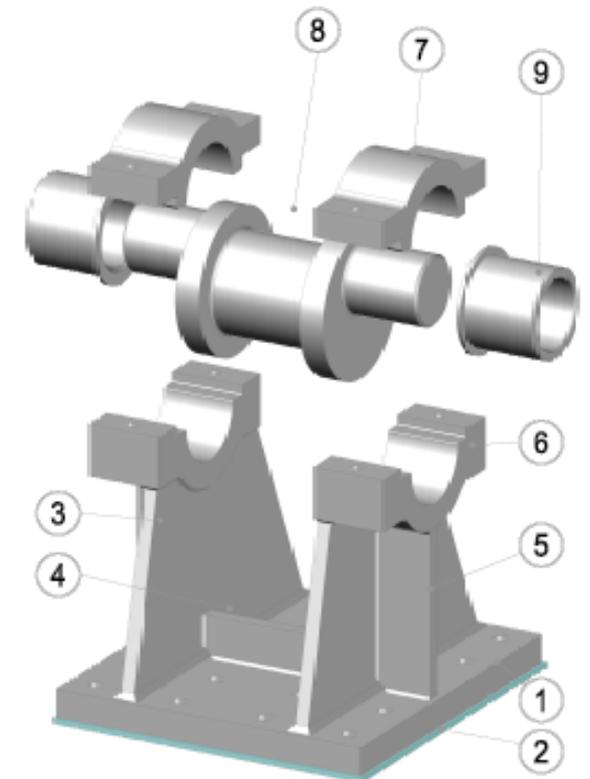
Porte clapet : 81 tonnes d'acier

Manœuvre par 2 vérins latéraux en
équipression

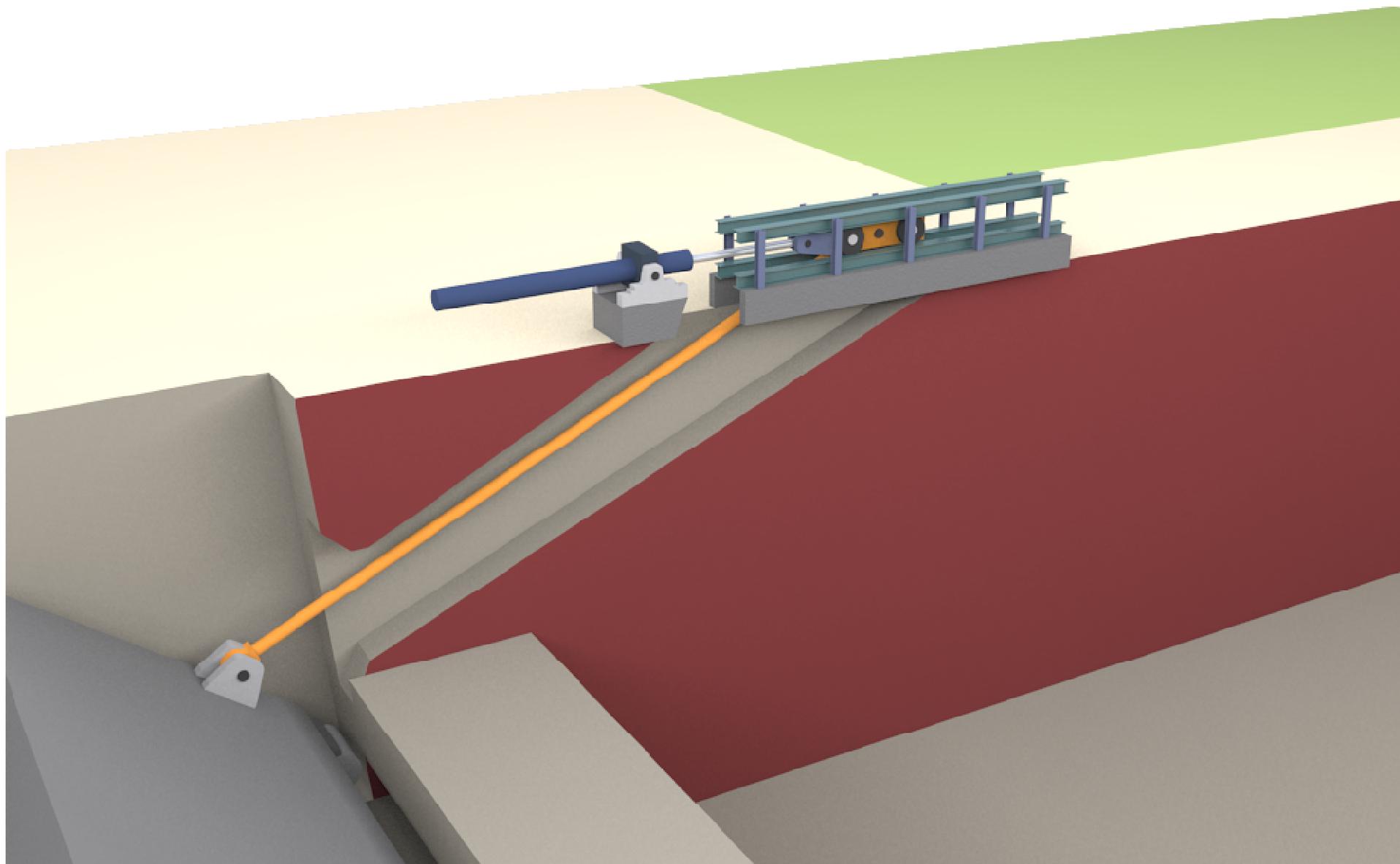
Renvoi de l'effort au moyen de chariots
circulant sur un rail horizontal

Position « retournée » des vérins

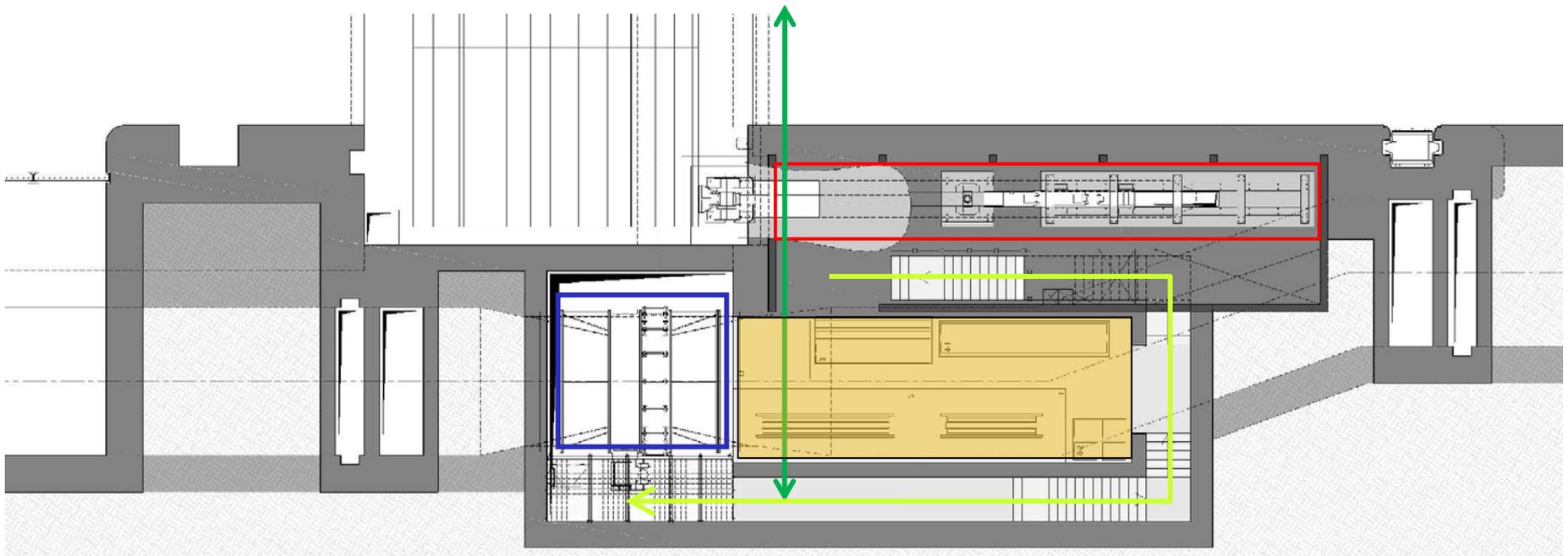
Articulation basse de la porte montée
sur axes excentriques



6. Etude du sas – Tête amont



6. Etude du sas – Tête amont



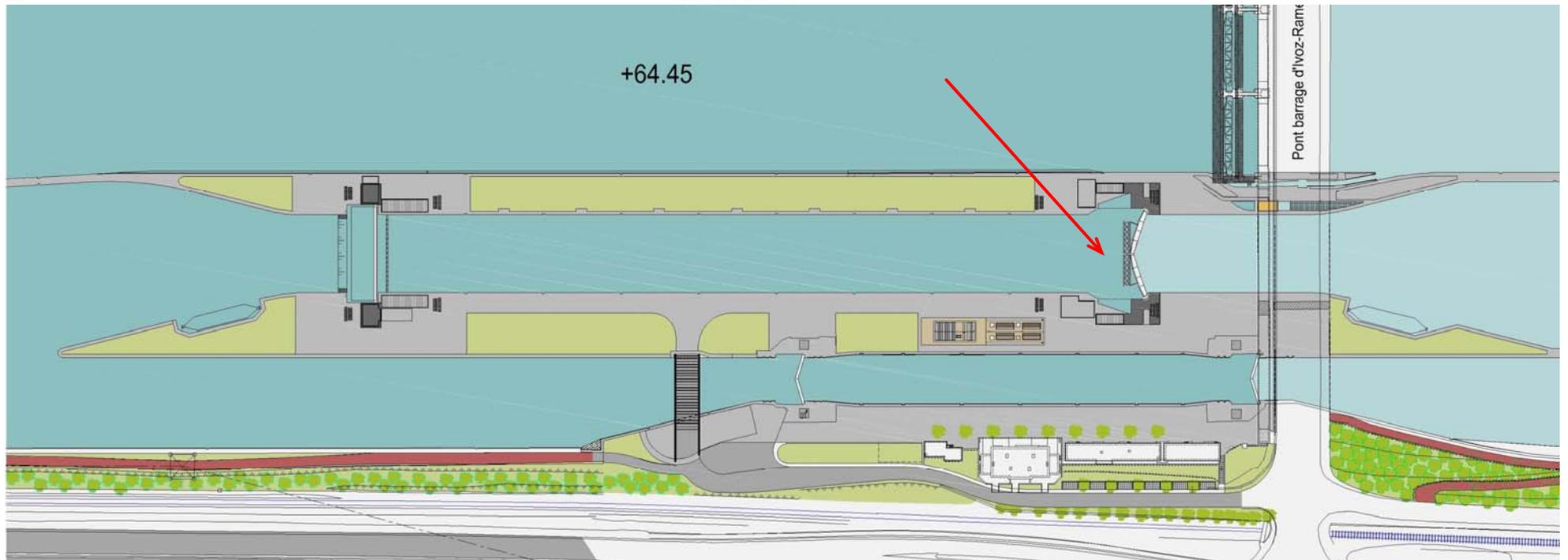
Regroupement de fonctions:

- Local vérin, chariot et groupes oléohydrauliques
- Chambre à vanne
- Galerie visitable
- Local de stockage
- Accès vers sous-sol

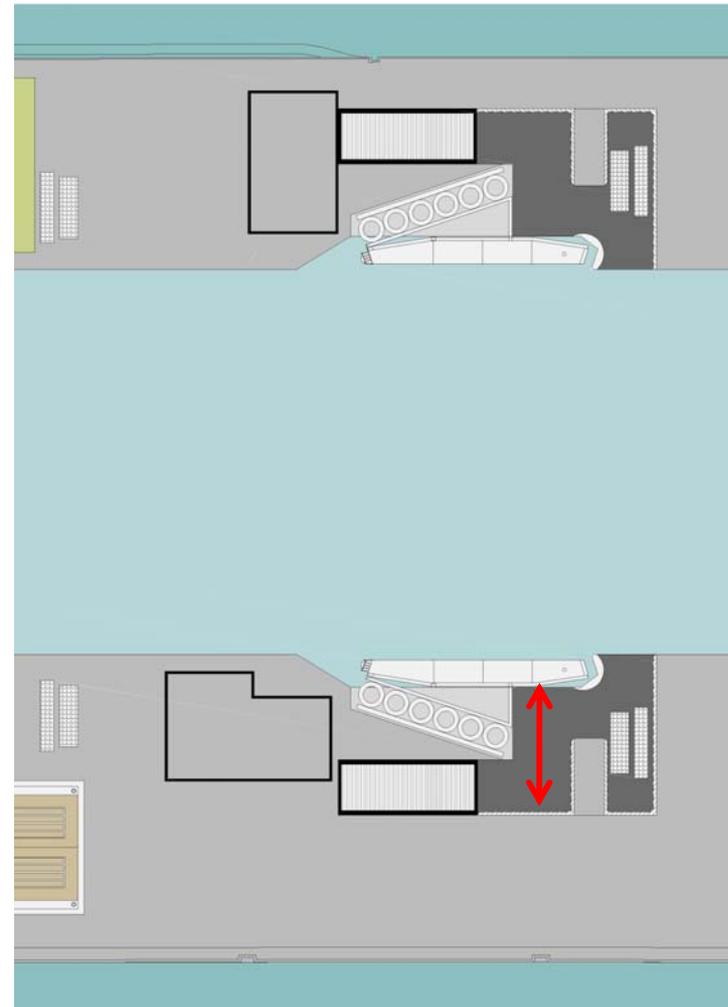
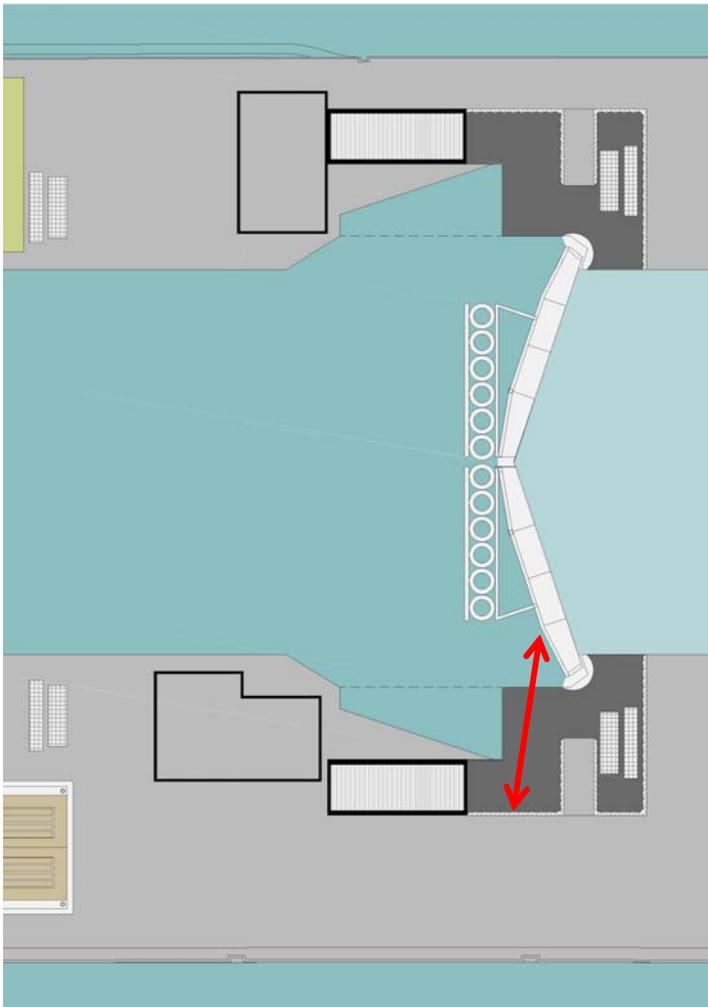
6. Etude du sas – Tête amont



6. Etude du sas – Tête aval



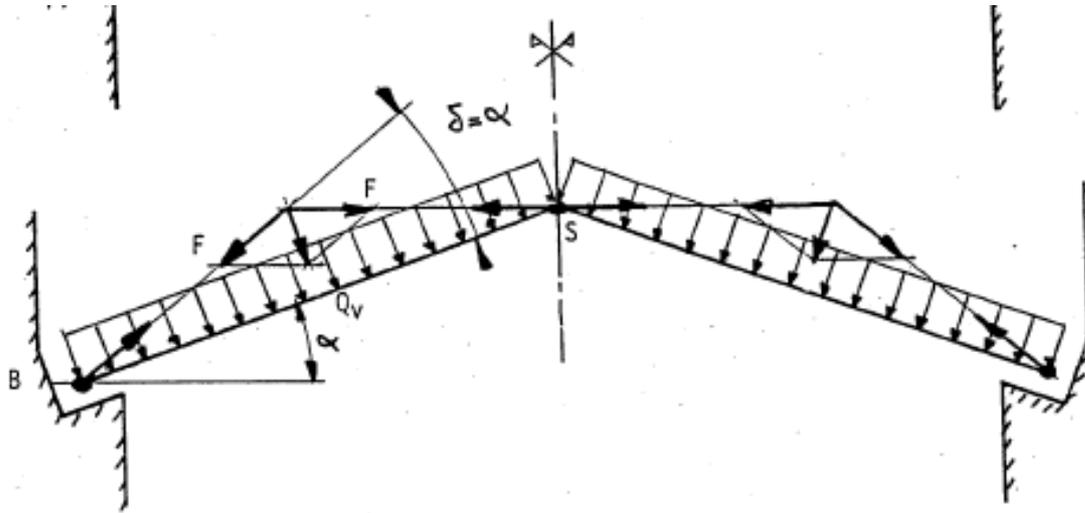
6. Etude du sas – Tête aval



Porte busquée

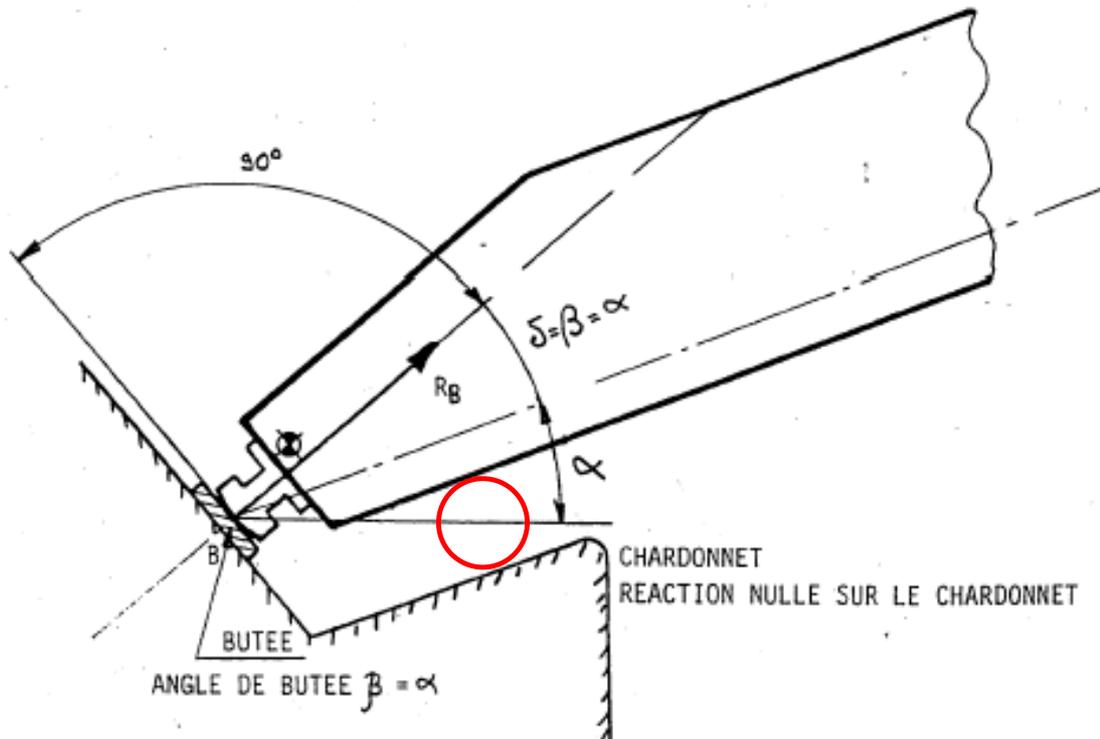
- Manœuvre par vérins à attaque directe
- Structure de défense intégrée à la porte

6. Porte busquée – Fonctionnement statique



Orientation pure
des heurtoirs
(selon l'angle de
buscage)

Schémas LUBAQUA



6. Porte busquée – Fonctionnement statique

- 2 niveaux d'appuis sur la hauteur de la porte: schéma isostatique → maîtrise des réactions
- Vantaux constitués de caissons métalliques non déjàugés → insensibilité aux variations du niveau d'eau
- Articulations haute (tourillon) et basse (rotule) permettent le recul de la porte au moment du buscage



6. Efforts d'accostage et de choc

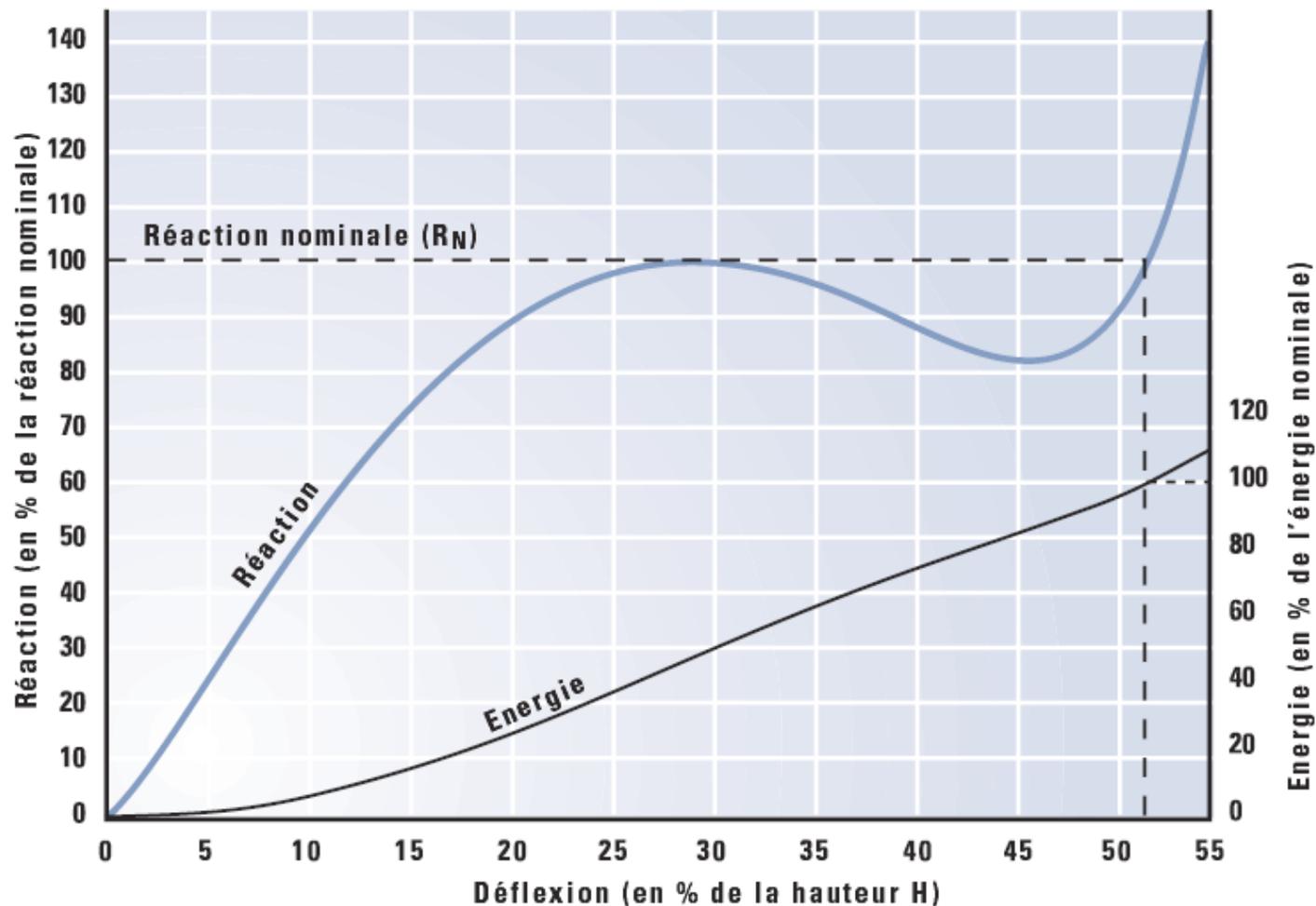
1. Détermination de l'énergie cinétique corrigée (masse ajoutée, excentricité, affaissement, appontement)
2. Pour une structure souple (porte, duc d'albe) avec défense:
 $E_{\text{cinétique}} \leq E_{\text{défense}} (F) + \frac{1}{2} F \times d$
3. Pour une structure raide (quai, môle):
Calcul de l'enfoncement théorique de la coque et détermination d'une **force statique équivalente** (méthode française ROSA)

Exemple: en service, murs et môles encaissent un effort de 6600 kN, selon un angle de 30°, sur une surface de 10m x 3.5m



6. Efforts d'accostage et de choc – Défenses

DEFENSES AN – COURBES DES PERFORMANCES TYPES

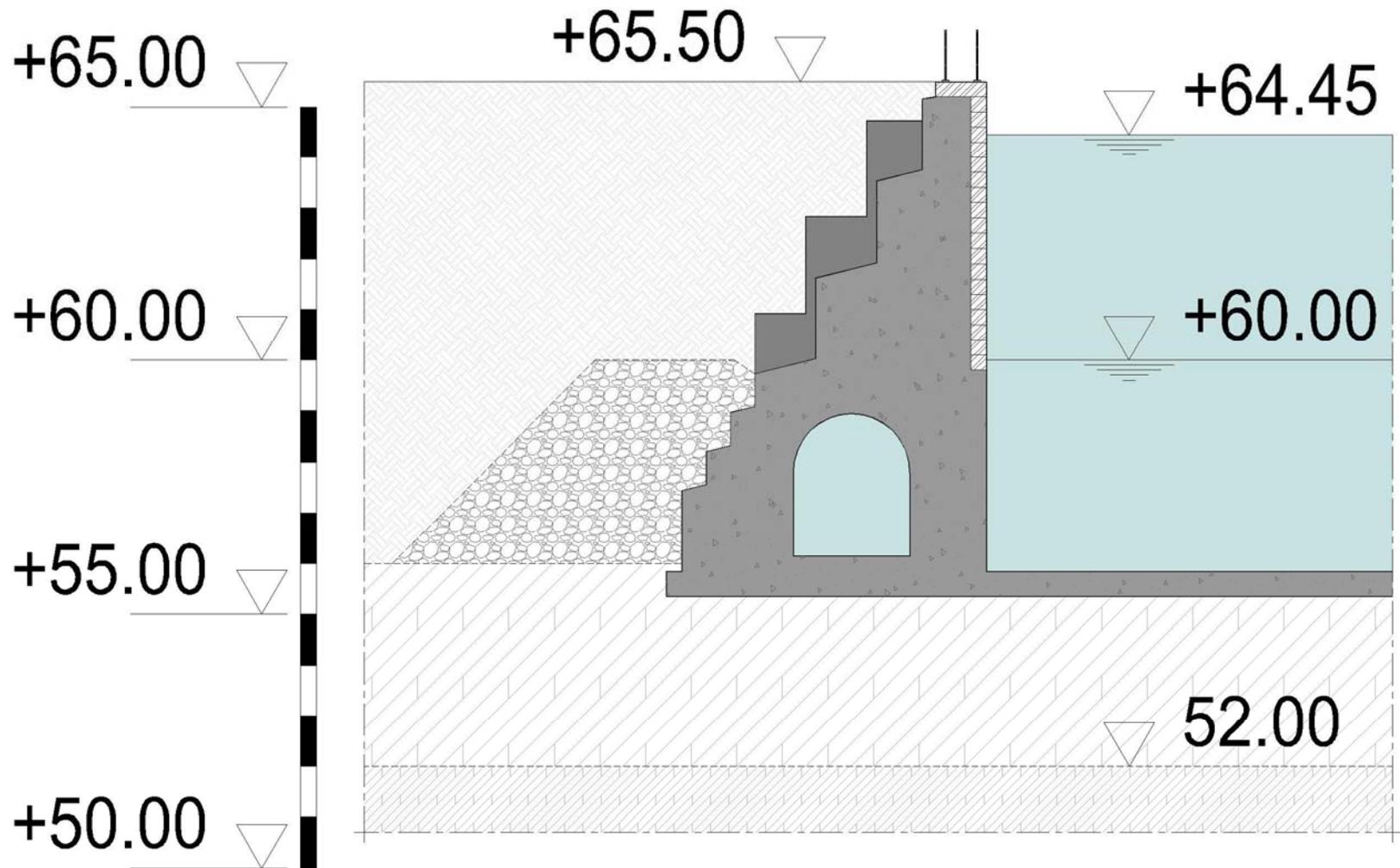


6. Phasage général du chantier



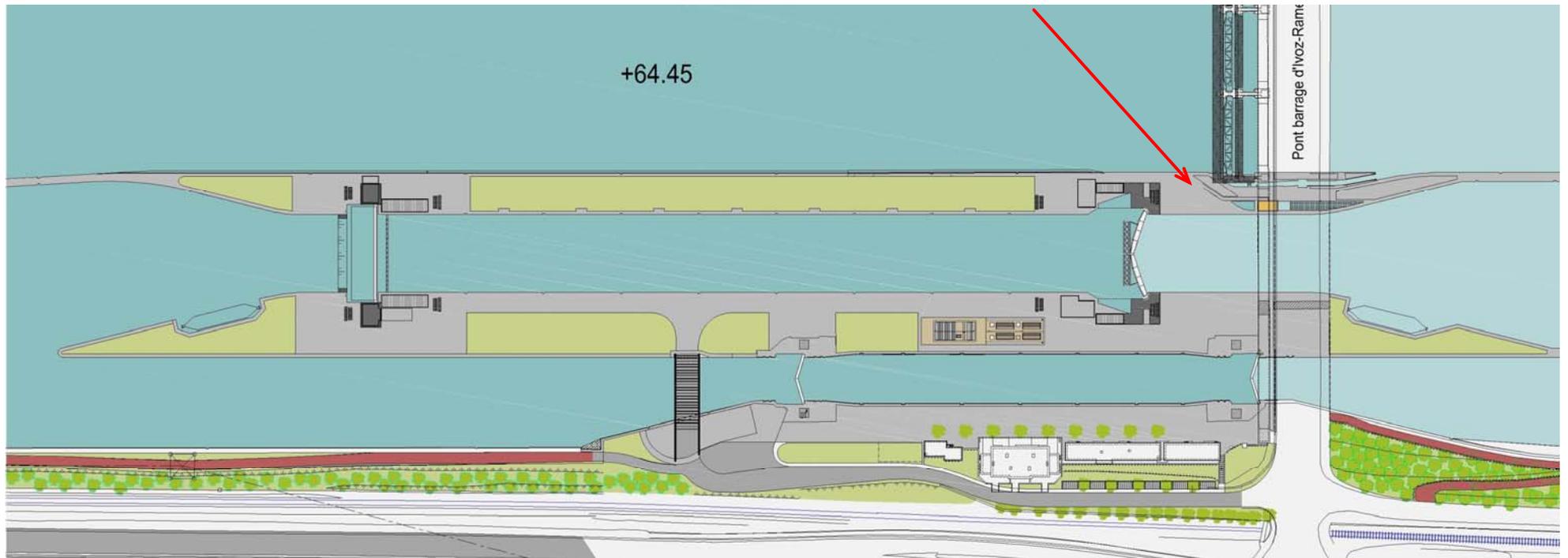
- Chantier localisé en milieu de fleuve
- Grande enceinte étanche
- Terrassement à proximité d'ouvrages en service
- Maintien permanent du trafic sur l'écluse actuelle
- Zone d'intervention prioritaire: bajoyer droit de l'écluse

6. Phasage général du chantier

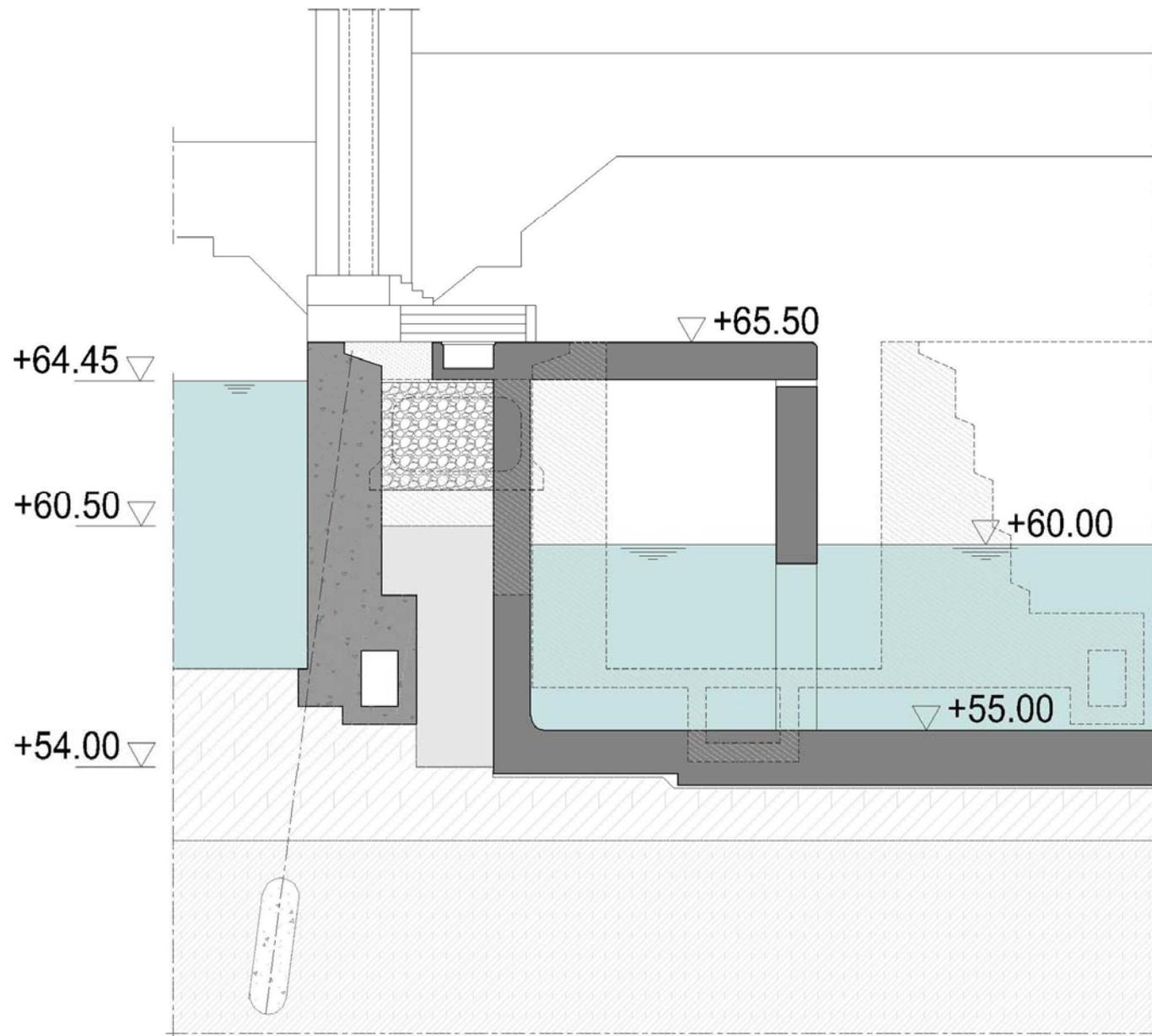


Ouvrage existant très faiblement armé
→ Lestage et réfection des joints

6. Phasage général du chantier – Proximité barrage



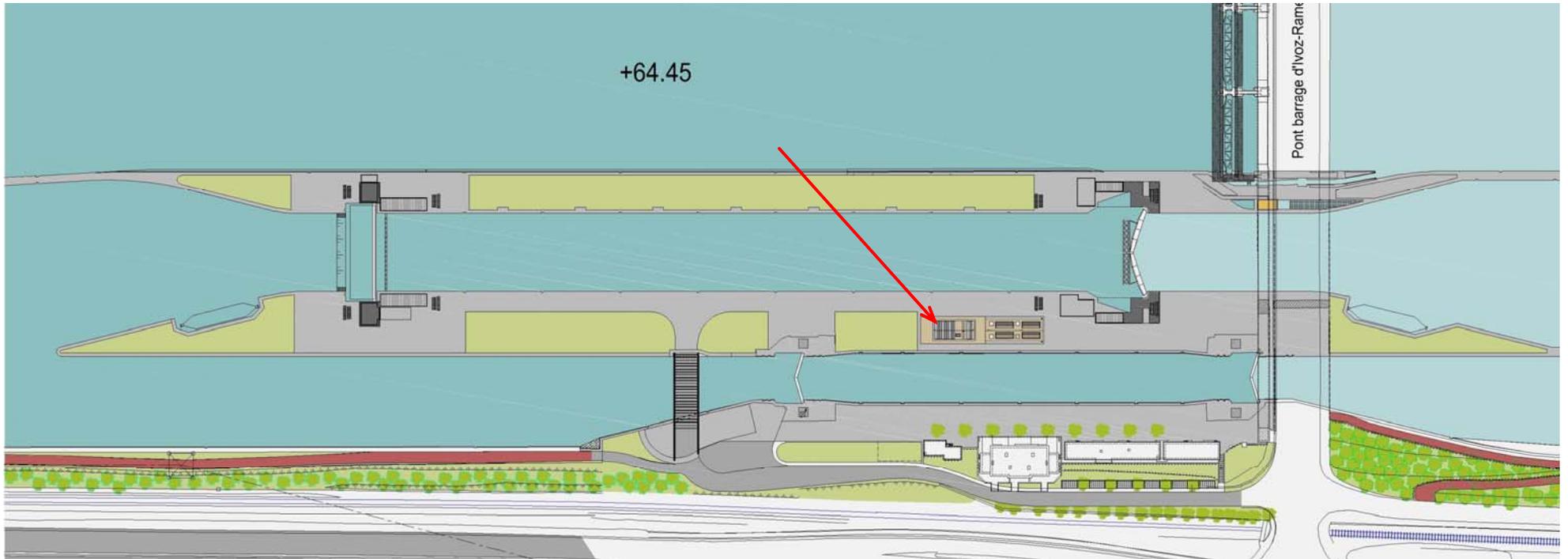
6. Phasage général du chantier



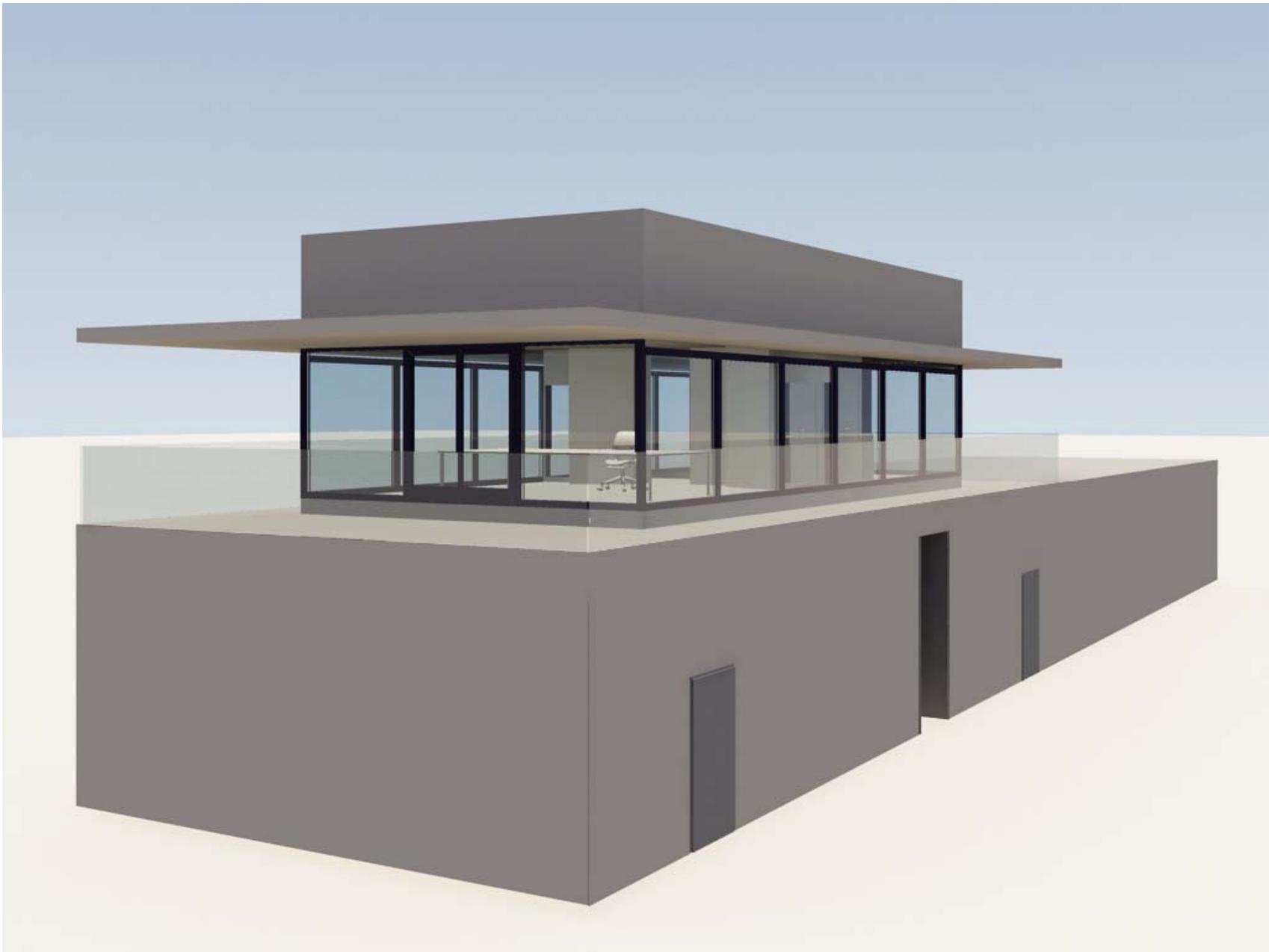
1. Réseau
2. Historique
3. Etude socio-économique
4. Etude de faisabilité
5. Etude des avant-ports
6. Etude du sas
- 7. Dépendances**
8. Environnement



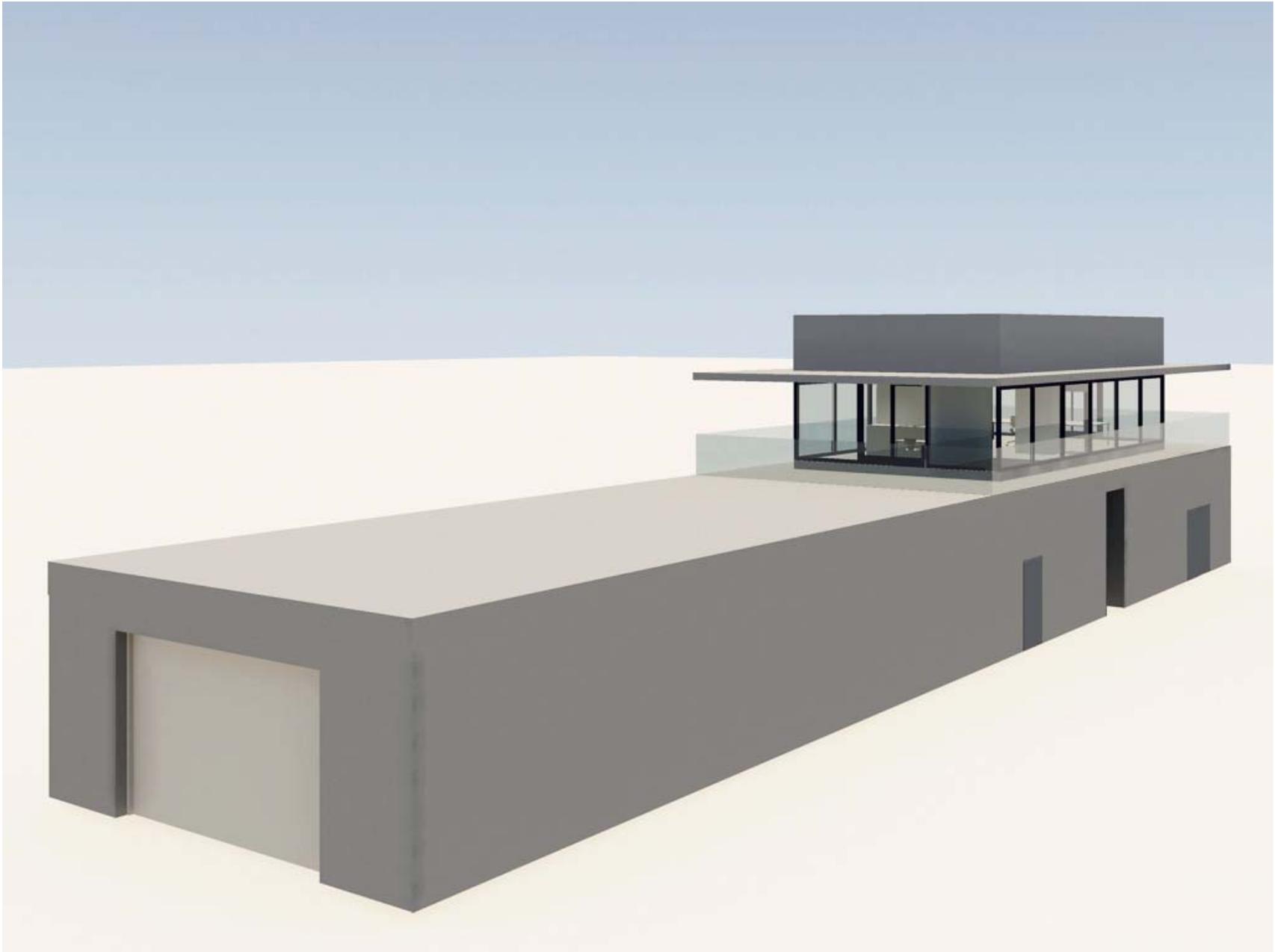
7. Dépendances – Bâtiment de commande



7. Dépendances – Bâtiment de commande



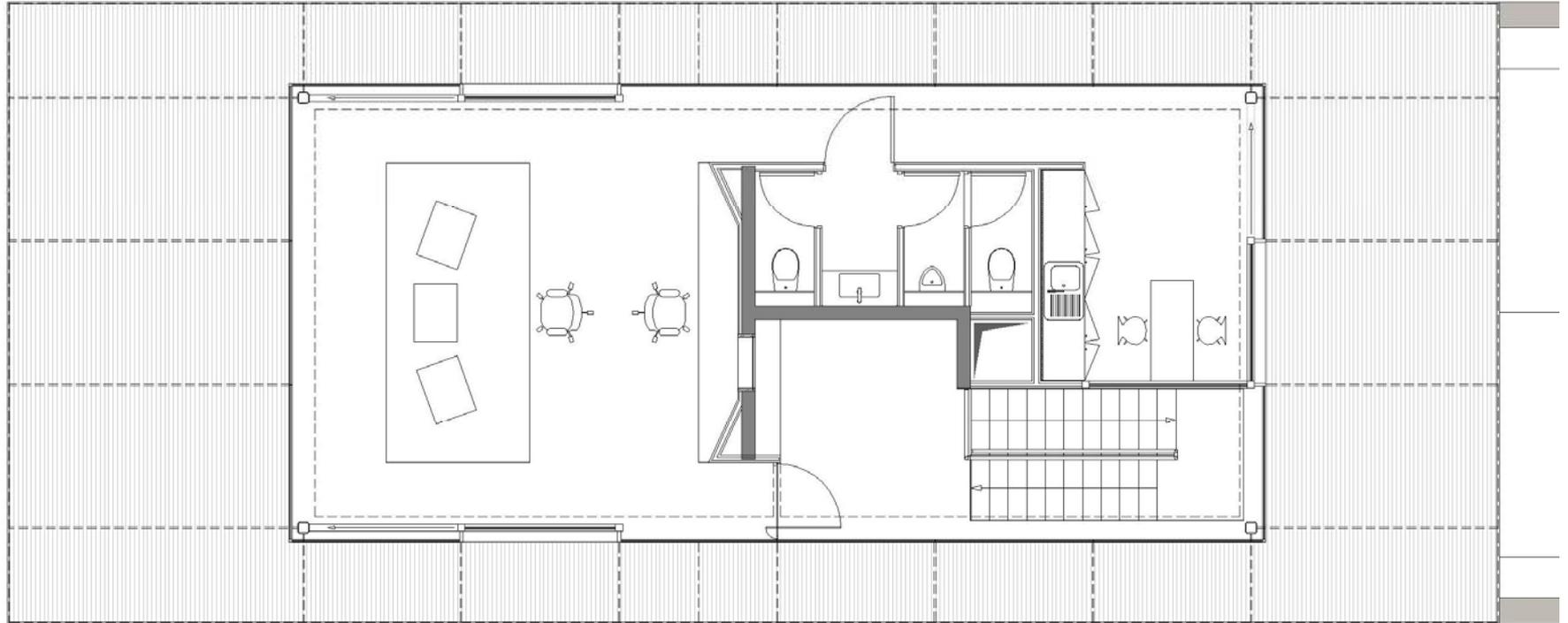
7. Dépendances – Bâtiment de commande



Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m



7. Dépendances – Bâtiment de commande

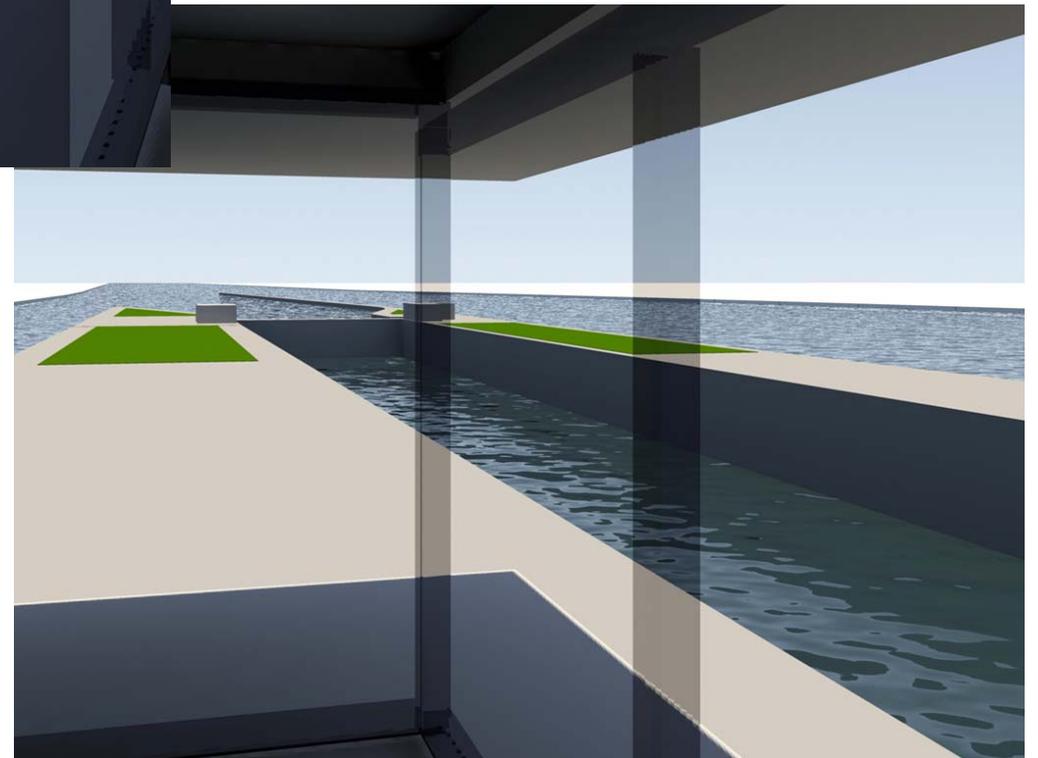
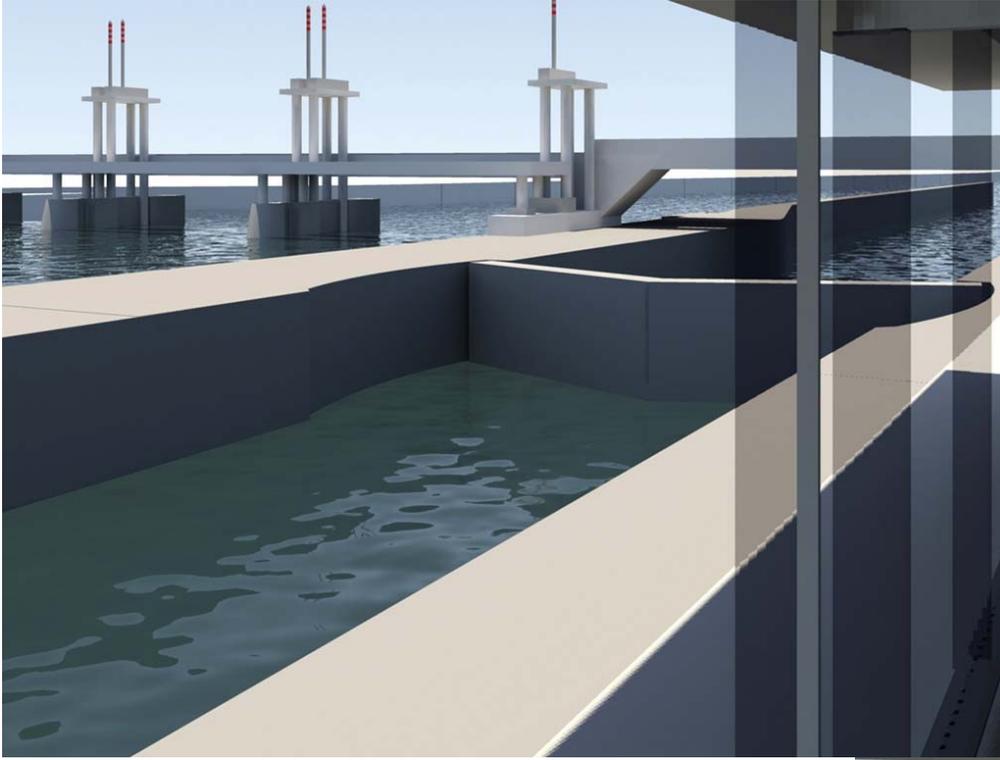


Poste de travail conçu pour 1 à 2 opérateurs

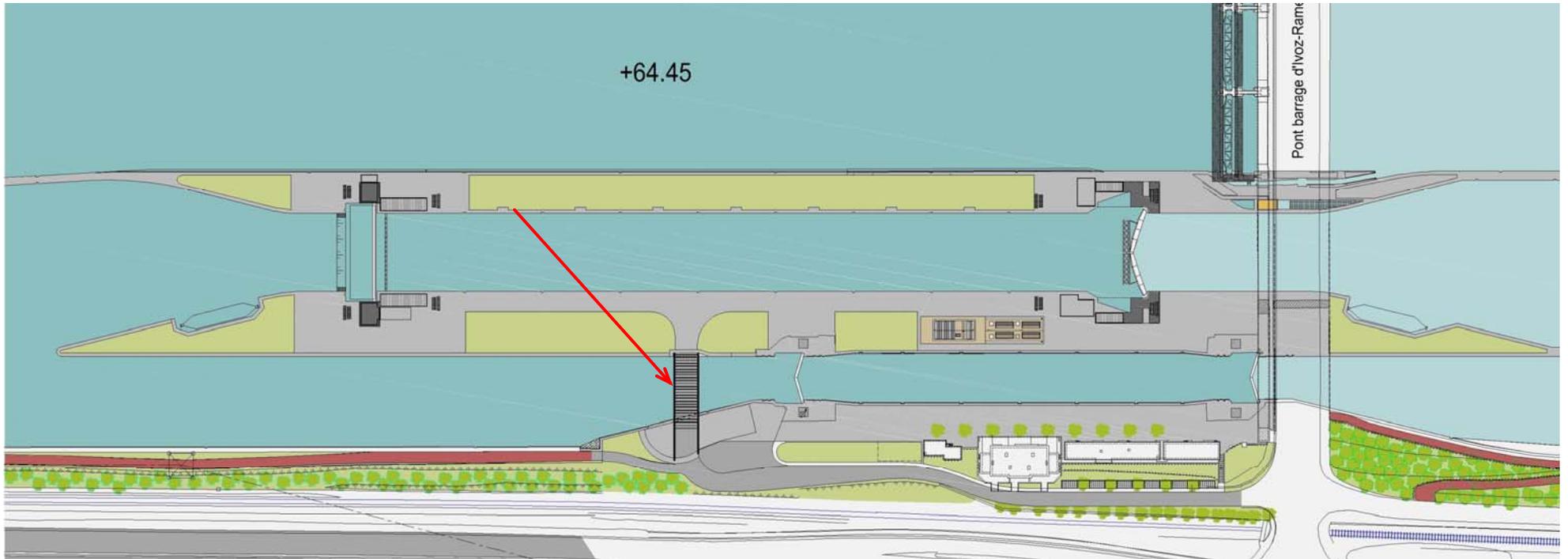
Importance de la vision directe (malgré apport des caméras)

Disponibilité permanente (proximité cuisine, sanitaires)

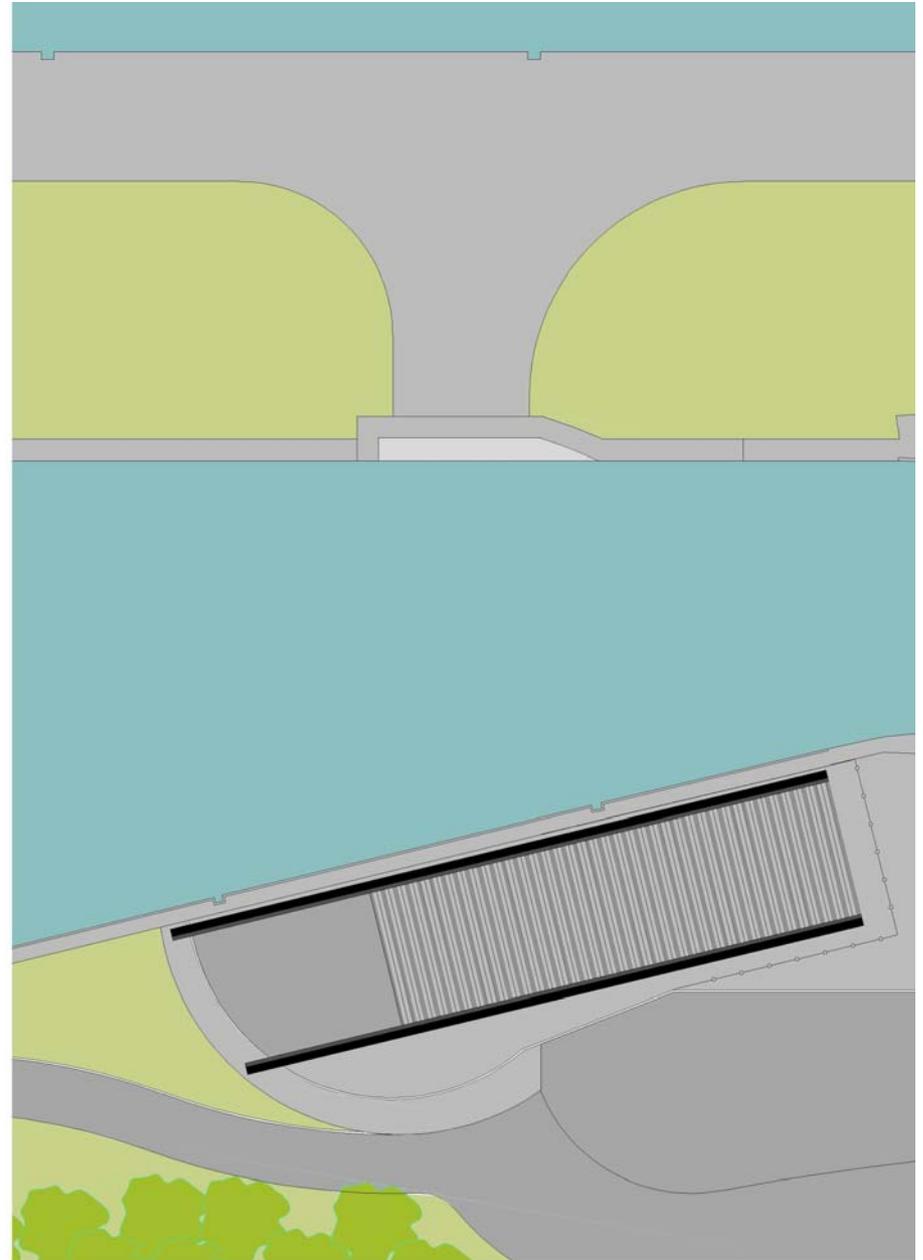
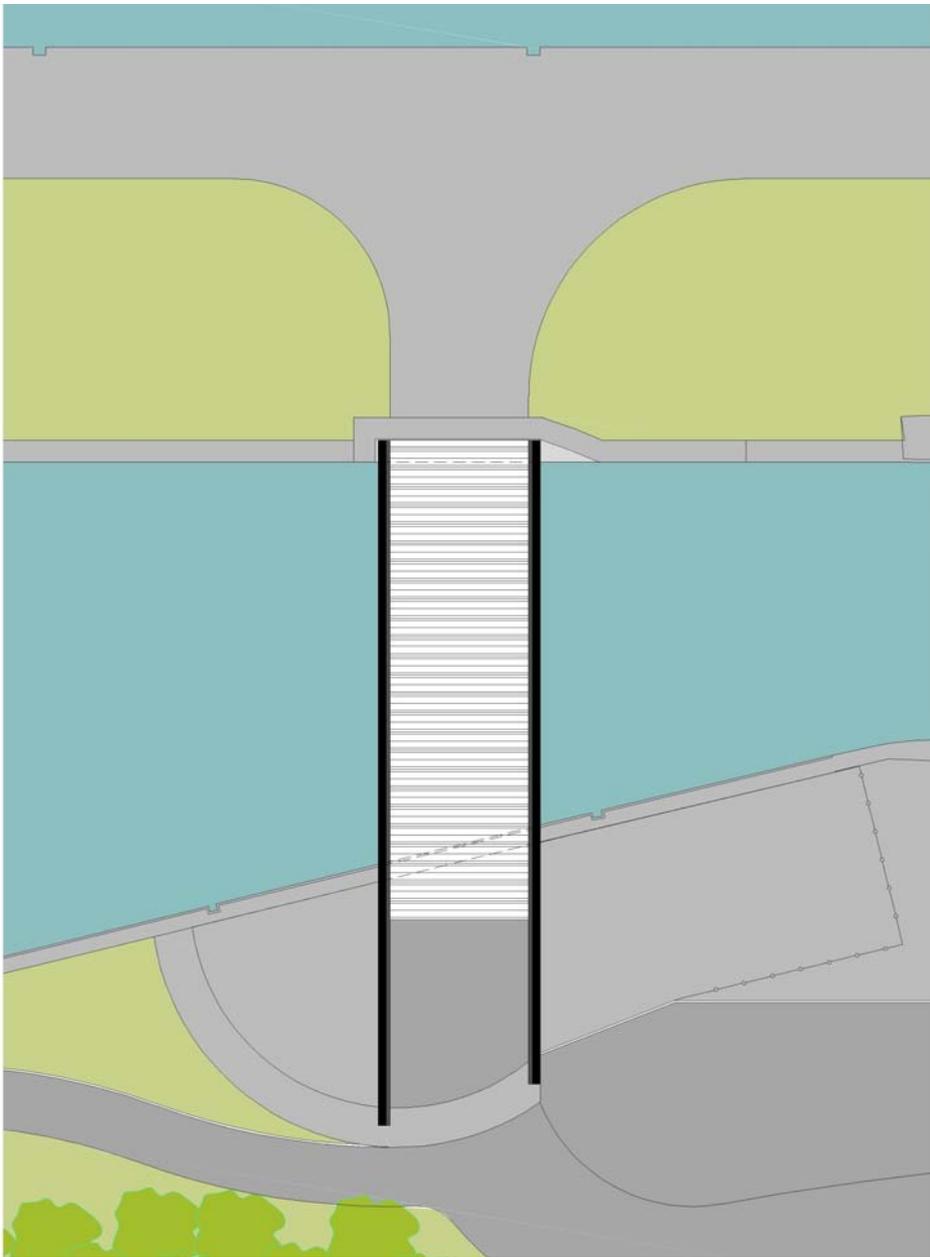
7. Dépendances – Bâtiment de commande



7. Dépendances - Pont

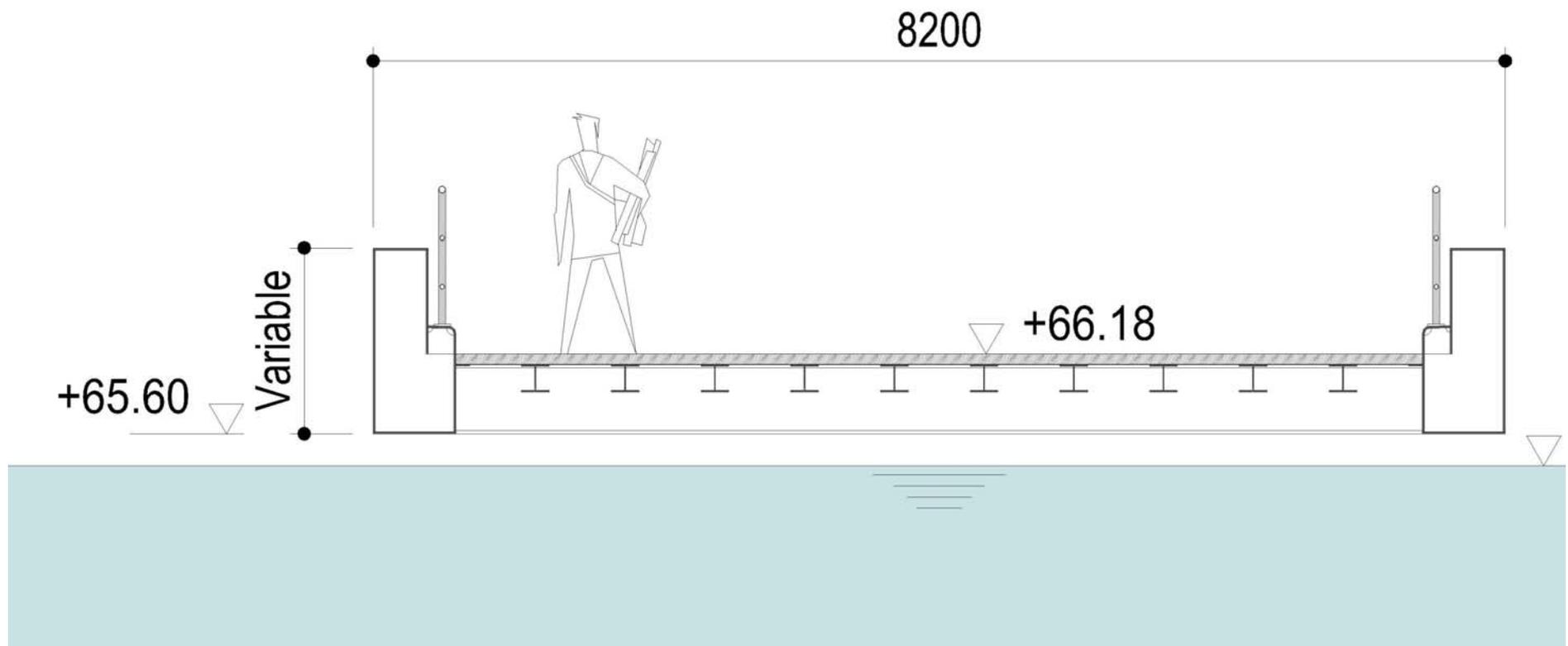


7. Dépendances - Pont



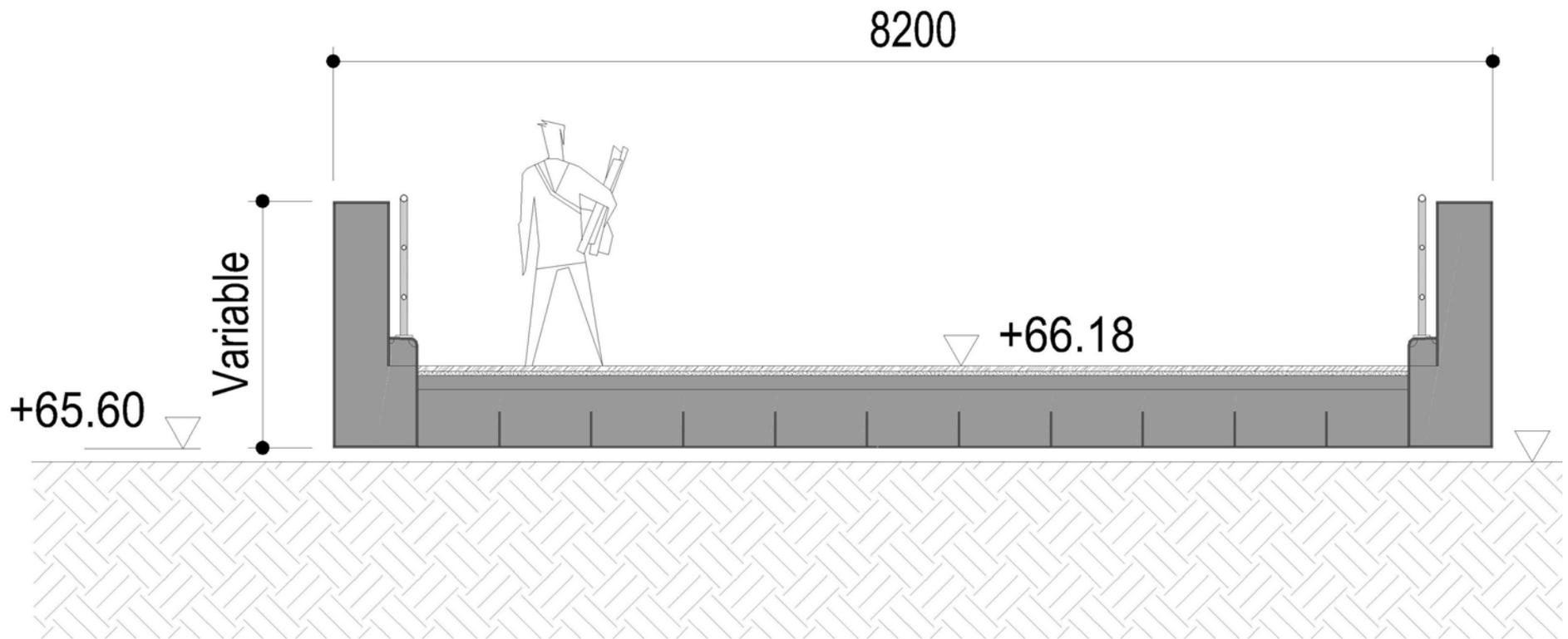
7. Dépendances - Pont

COUPE FONCTIONNELLE ACIER + BOIS

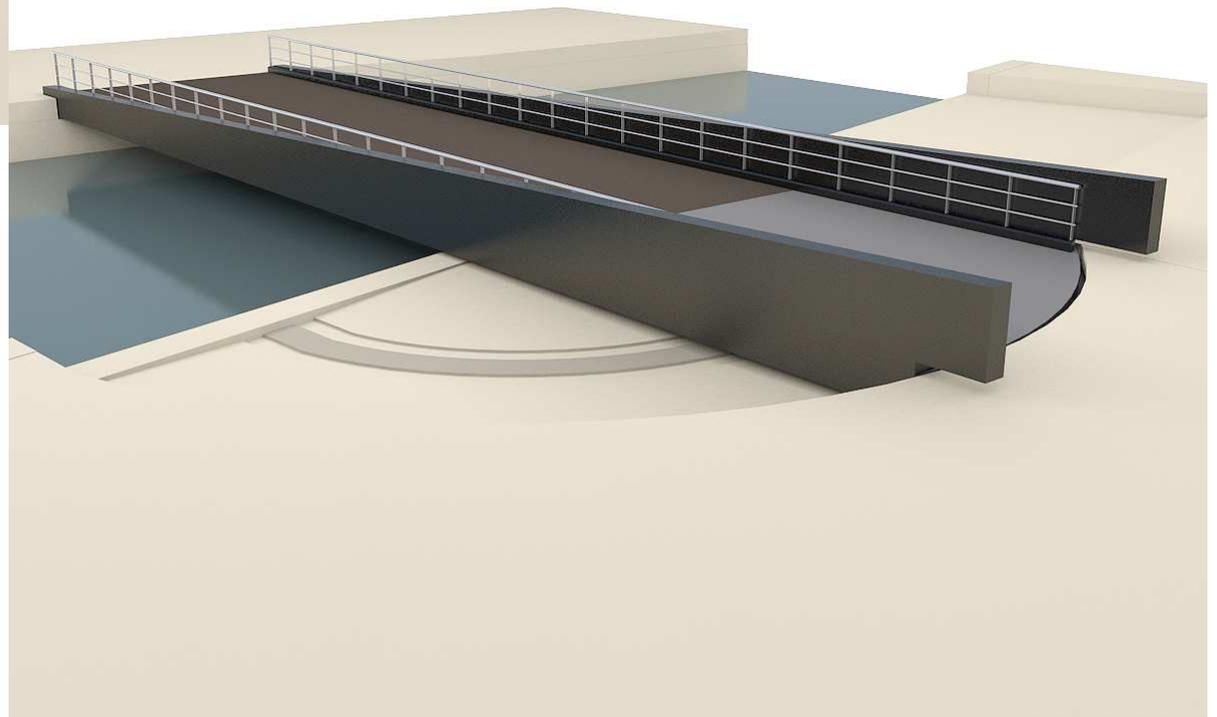
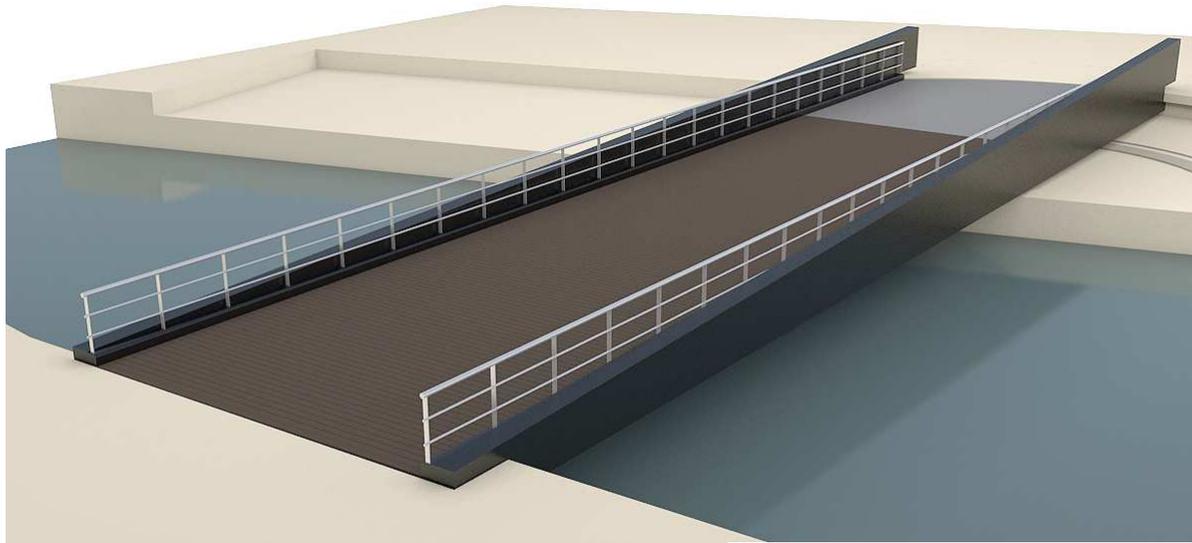


7. Dépendances - Pont

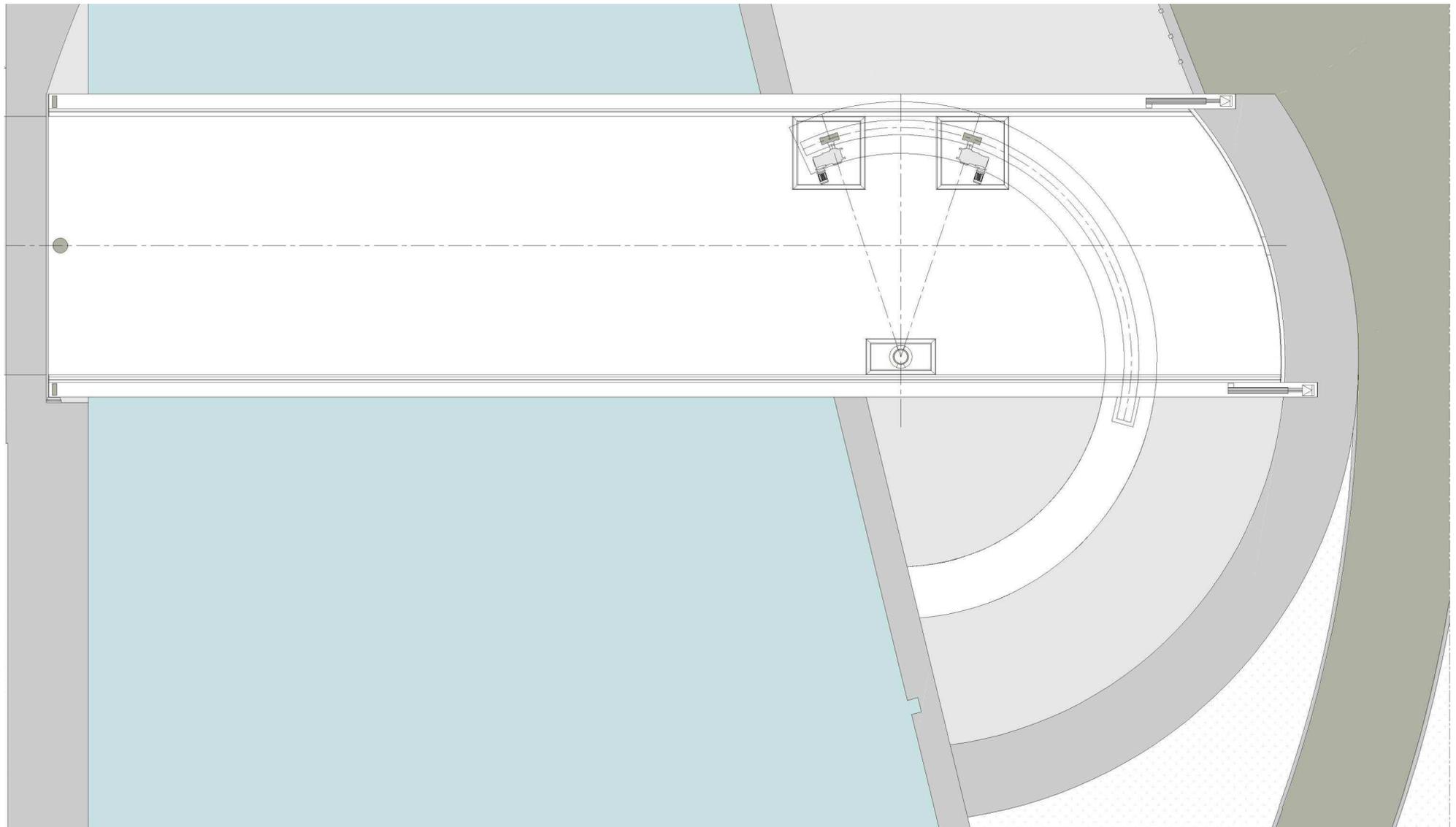
COUPE FONCTIONNELLE MIXTE



7. Dépendances - Pont



7. Dépendances - Pont



7. Dépendances – Pont – Dimensions et quantités principales

Longueur totale: $24\text{ m} + 9\text{ m} = 33\text{ m}$

Largeur utile: 7 m

Poids d'acier (hors pièces mécaniques): 80 tonnes

Volume de béton: 40 m^3

Platelage en azobé et en asphalte

Poids total de la structure mobile: 200 tonnes

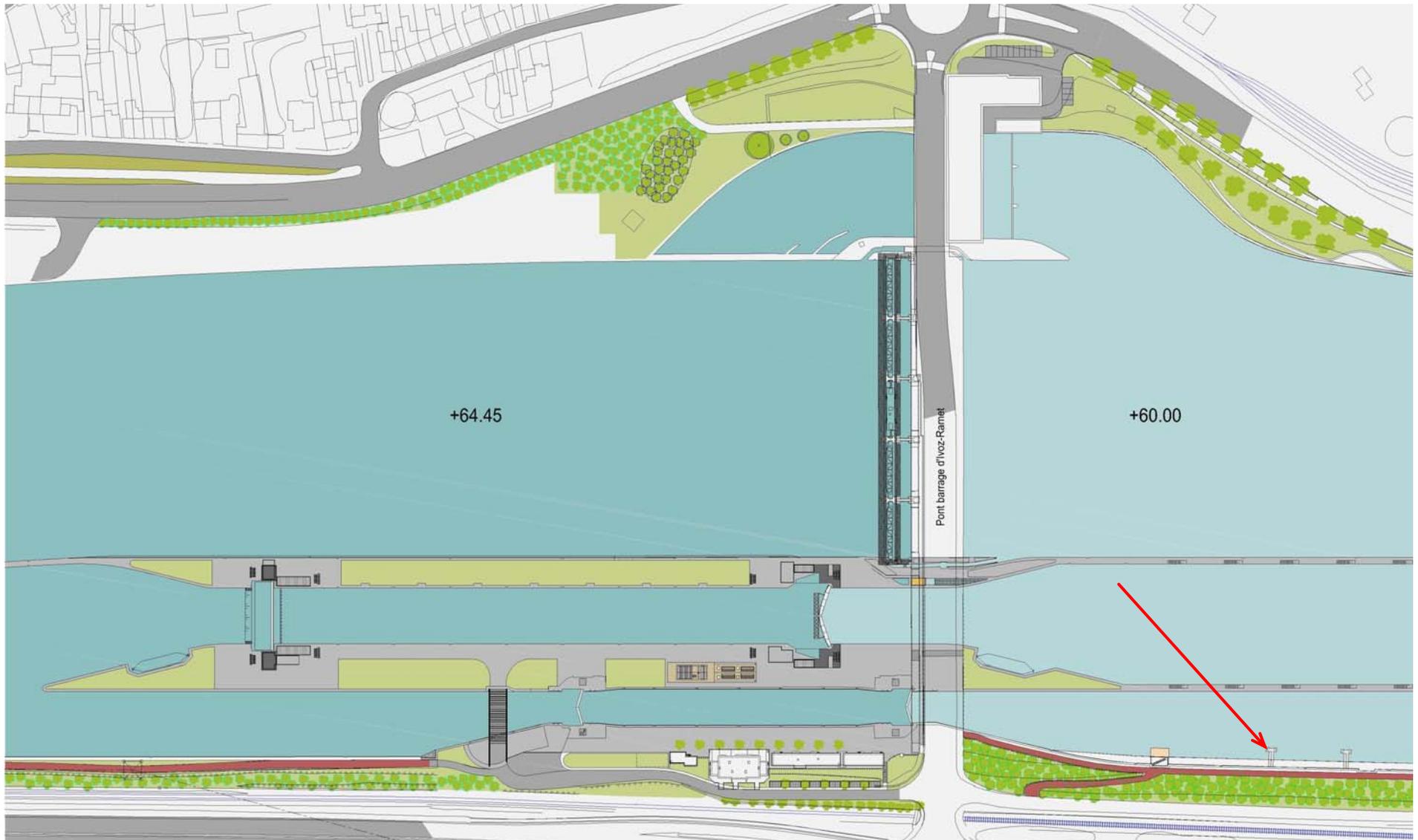
Rotation horizontale: 70°

Rotation verticale: 1% (soit 10 cm au niveau des cales biaisées)

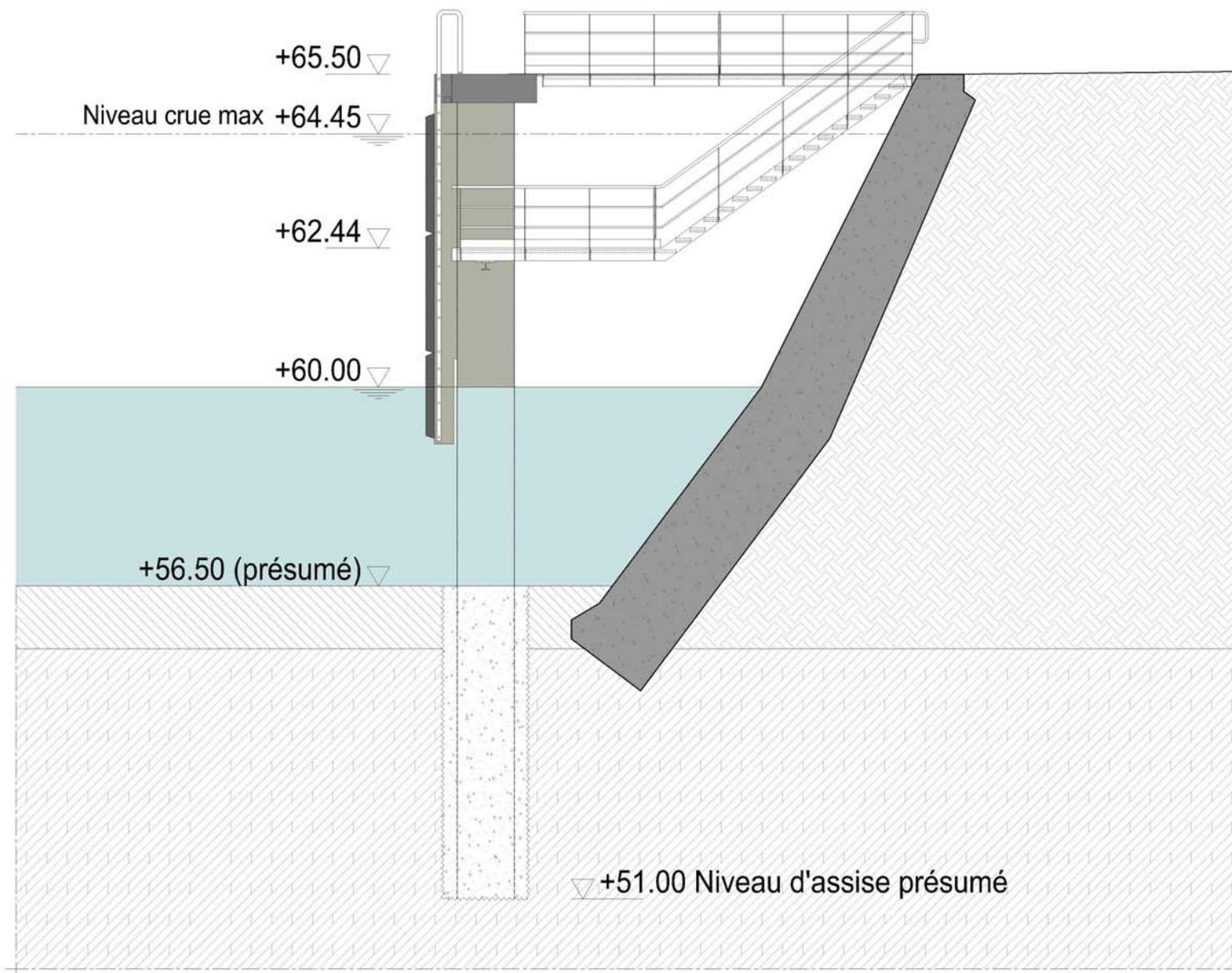
Effort maximum par actuateur: 250 kN



7. Dépendances – Ducs d'Albe



7. Dépendances – Ducs d'Albe



1. Réseau
2. Historique
3. Etude socio-économique
4. Etude de faisabilité
5. Etude des avant-ports
6. Etude du sas
7. Dépendances
8. Environnement



8. Environnement – Domaines de l'étude d'incidences

1. Contexte urbanistique et d'aménagement du territoire
2. Air, énergie et facteurs climatiques
3. Sol et eaux souterraines
4. **Eaux de surface**
5. Déchets
6. **Faune et flore**
7. Paysage
8. Aspects socio-économiques
9. Mobilité
10. Patrimoine architectural et archéologique
11. Acoustique
12. Biens matériels
13. Être humain et sécurité



8. Environnement – Paysage



Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m



8. Environnement – Paysage



Flémalle - Ivoz-Ramet - Écluse de 225 m x 25 m



8. Environnement – Recommandations pour l'exploitation

- Bâtiment à basse consommation énergétique
- Prolongement des alignements d'arbres en rive gauche à l'amont
- Vis hydrodynamique de 2 m³/s
- Eviter les sassées simultanées - risques de collisions des bateaux
- Plan d'intervention en cas d'accident de bateaux
- Systèmes de régulation électronique de la navigation



8. Environnement – Vis hydrodynamique

Caractéristiques

- Débit : 2 m³/s
- $P_{\text{hydraulique}}$: 90 kW – $P_{\text{électrique}}$: 60 kW
- Energie : 470 000 kWh/an

Desseins

- Couverture de la consommation énergétique du site
- Permettre la dévalaison des poissons
- Utilisation du débit de l'échelle à poisson désaffectée
- Innovation sur le réseau



8. Environnement – Echelle à anguilles

Inclinaison 19%

Tapis de plots tronconiques

