

18 février 2009 à Lille

Le bassin d'orage « Chaude Rivière »

La délégation Nord Picardie a organisé, le 18 février une journée consacrée au bassin d'orage « Chaude Rivière » à Lille. IL s'agit :

- d'un bassin enterré de 40000 m³ constitué de réservoirs cylindriques de 25 m de profondeur en parois moulées reliés par un micro-tunnelier,
- d'un canal d'amenée de 170 m et d'ouvrages de prise et de rejet sur deux collecteurs de 2,3 m.

Rappel du programme

9h15 Accueil des participants dans le salon de réception de Lille Métropole Communauté Urbaine

9h30 Ouverture de la journée

Yannick JEANJEAN, Président de la Délégation AFGC Nord Picardie

9h40 Introduction à la journée, contexte et genèse du projet

M.DECOSTER, LMCU

- Stratégie de lutte contre l'inondation
- Modèle physique
- Genèse du projet

10h00 Les Etudes de conception et de projet

M. MANLHIOT, Prolog

Conception des ouvrages

M. MANLHIOT, Prolog

10h15 La Maîtrise d'ouvrage et la Maîtrise d'œuvre de l'opération

C. FACQ, LMCU

Le chantier dans le contexte du vaste chantier d'Eurallille

Interfaces, coordination , OPC

10h30 Pause

10h50 Les Etudes d'Exécution

Parois moulées

Paul VIDIL, Soletanche

Génie-civil

M. BRETON, Ingérop

11h15 Les Méthodes d'Exécution

Parois moulées et micropieux

M.BOULET, Soletanche

Microtunnelier

M. MENARD, Bessac

Génie-civil

F.BORDACHAR, Norpac

Equipements

F.BORDACHAR, pour Felges Masson

11h50 Point de vue de l'exploitant

M. MANLHIOT, Prolog

Matériel et maintenance

12h00 Discussion

12h20 Déjeuner

14h15 - 16h00 Visite du chantier

Déroulement de la journée

Introduction à la journée, contexte et genèse du projet

M.DECOSTER, LMCU

Eau et Assainissement

LILLE - Secteur Chaude Rivière - Construction d'un bassin de lutte contre les inondations

1. La stratégie de lutte contre les inondations - genèse du projet

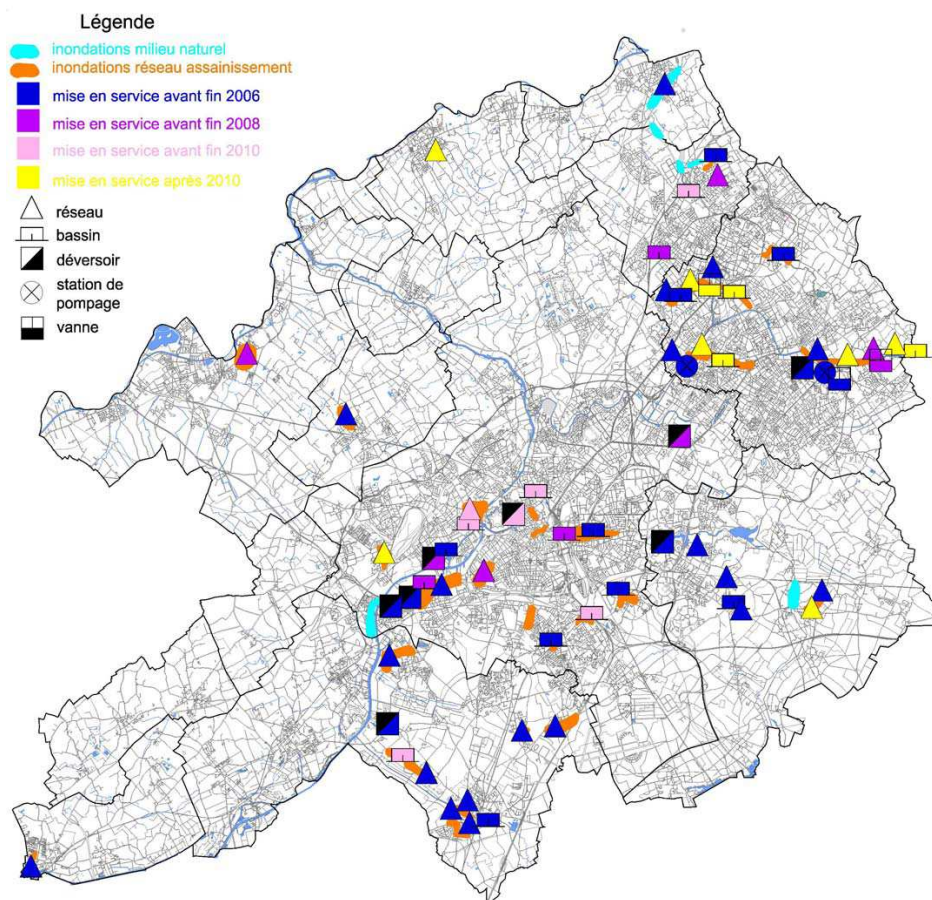
Contexte

- Le Constat : une augmentation du nombre d'événements importants
 - Augmentation du nombre d'événements intenses.
 - Les pluies du 1er août 1998 et 4 juillet 2005 restent deux événements marquants.
 - Plus récemment, deux événements importants en phase chantier : 15 mai et 2 juin 2008.
- L'engagement politique : 100 millions d'euros de travaux votés pour le mandat
 - L'orage du 1er août 1998 a permis une prise de conscience qui a conduit au vote d'un budget de 100 millions d'euros pour un programme de lutte contre les inondations.
 - Ce budget a été investi sur l'ensemble du territoire communautaire pour lutter contre les inondations (éviter les débordements pour des événements de période de retour 30 ans : modifications de réseaux, bassins de stockage, vanne, stations de pompage anti-crue ont été mis en oeuvre).
- Une nécessité : gérer et construire la ville différemment
 - Des prescriptions systématisant la maîtrise des eaux de ruissellement à la source (infiltration ou stockage à la parcelle) sont inscrites au plan local d'urbanisme. Elles imposent des règles de bon sens pour la construction dans des secteurs sensibles aux risques d'inondation. (2l/s/ha pour toute nouvelle urbanisation)
 - Ces règles respectent le cycle de l'eau : elles prévoient en priorité l'infiltration de l'eau, si

ce n'est pas possible le rejet dirigé au milieu naturel et en dernier recours le rejet en réseau d'assainissement.

□ Un guide pour les aménageurs est en cours de rédaction. Ce guide préconise l'utilisation des techniques alternatives.

Localisation des travaux réalisés ou programmés



Topographie de l'agglomération d'assainissement de Lille-Marquette

- Caractéristiques du bassin versant:
Surface totale de 150 Km²
Milieu naturel de faible capacité hydraulique
Convergence des réseaux d'assainissement vers le centre historique de Lille
Absence de pente dans la « plaine » de la Deûle
Très forte urbanisation
- Conséquences hydrauliques:
Débits importants arrivant rapidement des secteurs amonts lors des fortes pluies
Limitation des débits de pointe déversés dans la Deûle
Difficultés à assurer la continuité hydraulique sur les zones avales

Secteur du collecteur EST

- Difficultés:
Débits importants venant des zones amonts
Absence de milieu naturel à proximité
Présence de point bas

Pente du collecteur aval très faible (<0.2%)
Présence de siphons élevant la ligne d'eau

- Solutions retenues:
Réduire les débits venant de l'amont
Augmenter les capacités d'évacuation à l'exutoire
Créer un point bas pour limiter l'élévation de la ligne d'eau



Orage du 4 juillet 2005

2. Le site et ses avoisinants

- Un milieu urbain contraint avec la proximité
 - du boulevard périphérique Est
 - de la ligne TGV - Lille Europe (souterraine)
 - du Pont des Dondaines
 - de la rue Chaude Rivière fréquentée (accès au centre commercial Euralille)
 - des voies SNCF Lille Flandres
 - de nombreux chantiers voisins



3. Les intervenants

Maîtrise d'ouvrage

- Lille Métropole Communauté urbaine - Direction Eau et Assainissement

Maîtrise d'oeuvre conception (AVP-PRO-ACT-VISA)

- COYNE ET BELLIER - PROLOG INGENIERIE

Maîtrise d'oeuvre exécution

- Lille Métropole Communauté urbaine - Direction AMO-MOe

Contrôle technique

- Bureau VERITAS

Coordination Sécurité et Protection de la Santé

- ELYFEC

Assistance à maîtrise d'ouvrage (Géotechnique)

- CETE

Entreprises

- NORPAC - SOLETANCHE BACHY - FELJAS & MASSON

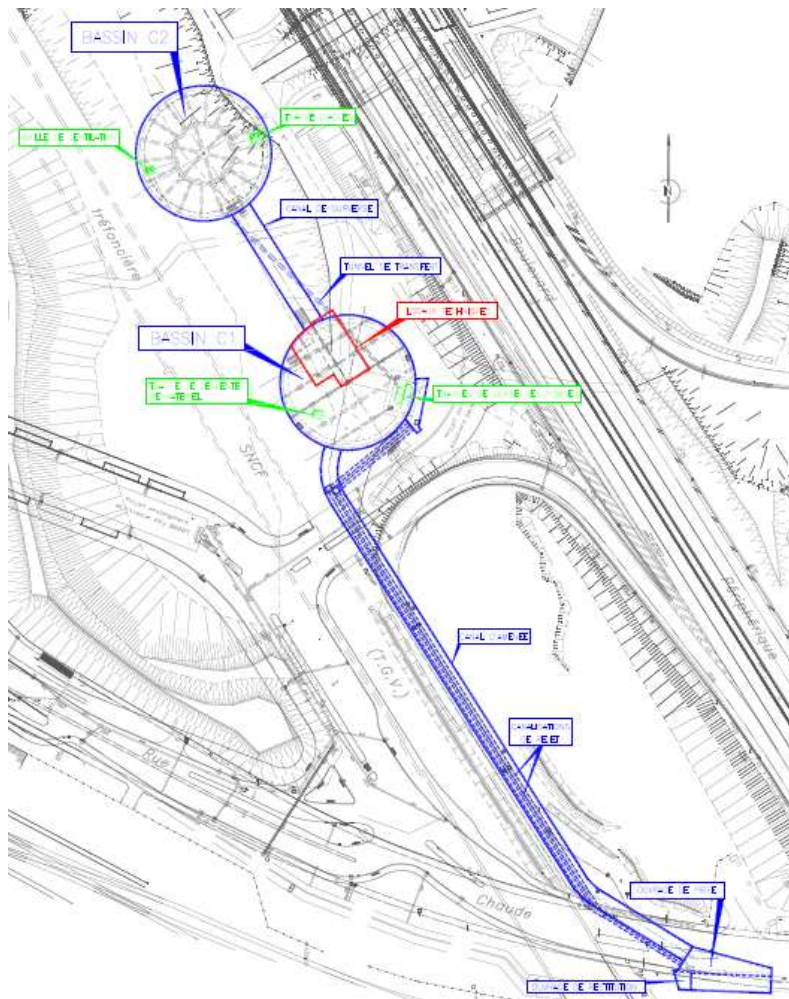
Les partenaires associés

- SAEM EURAILLE - VILLE DE LILLE - SNCF - DEPARTEMENT DU NORD

4. Le projet

- Réalisation d'un bassin de lutte contre les inondations
 - Ouvrage de prise - déversoir d'orage situé sous la rue Chaude Rivière
 - Canal d'amenée des effluents (cadre 4,2 * 2m) d'environ 190m de long
 - Bassin de stockage composé de 2 bassins circulaires de 40m de diamètre reliés par un canal de surverse de 40m de long
 - Débit de pointe d'alimentation du bassin : 21 m3/s

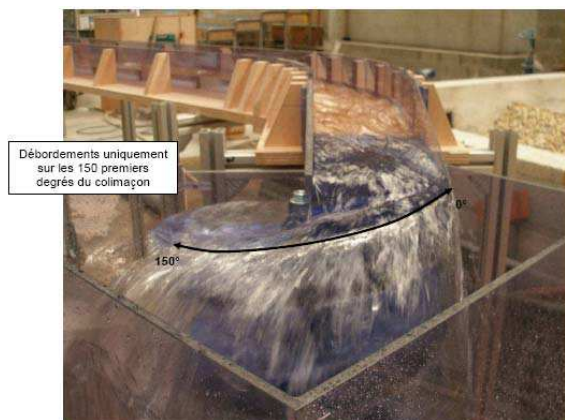




5. Le modèle physique

- Réalisation d'un modèle physique

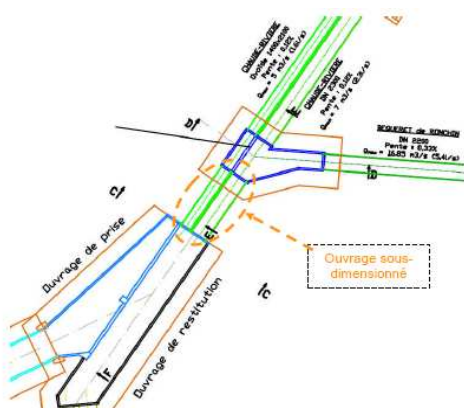
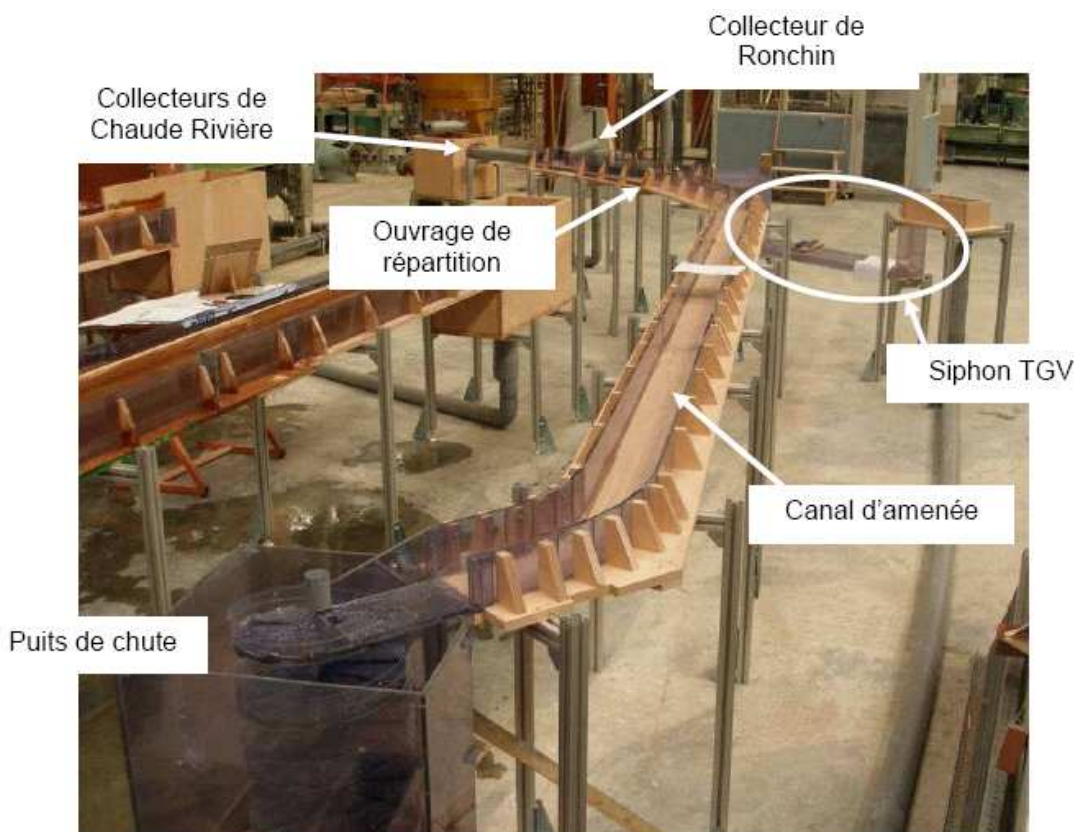
- Construction d'une maquette au 1/25 pour l'ouvrage de prise, le canal d'amenée et le puits de chute du bassin C1
- Simulation du remplissage du bassin pour les débits de projet
- Vérification du fonctionnement des ouvrages lors du remplissage du bassin



Puits de chute hélicoïdal

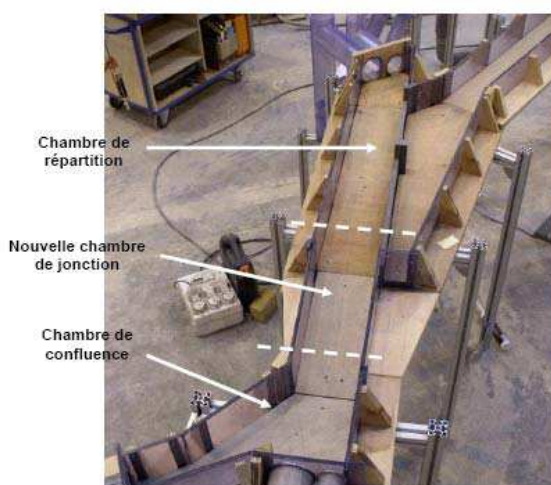


Puits de chute à Paliers



6. La maîtrise du foncier

- POUR LA PHASE TRAVAUX : Signature d'une convention SAEM EURAILLE - VILLE DE LILLE - LMCU
- Occupation temporaire le temps des travaux
- Niveau altimétrique final (futur parc des Dondaines)
- A L'ISSUE DES TRAVAUX
- Acquisition tréfoncière
- Servitude d'accès aux différents ouvrages



7. La procédure de référé préventif

- Engagée par LMCU
- Désignation d'un expert par le TGI - procédure contradictoire
- Missions confiées à l'expert :
 - examiner le programme de construction,
 - visiter les lieux y compris les ouvrages voisins
 - dresser l'état descriptif des ouvrages et terrains voisins
 - donner son avis sur le risque éventuellement encouru par les ouvrages et terrains voisins en raison du mode opératoire prévu pour les travaux

Les Etudes de conception et de projet

M. MANLIOT, Prolog

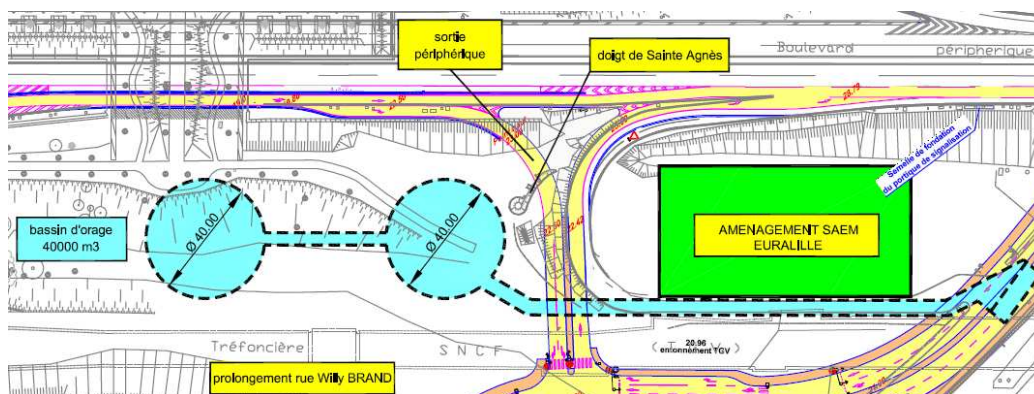
1. Contraintes hydrauliques et de fonctionnement

- ☐ Capacité totale 40.000 m³
- ☐ 1 premier compartiment alimenté plus fréquemment
- ☐ 1 second compartiment alimenté par surverse du premier
- ☐ Débit d'alimentation maximal 21 m³/s
- ☐ Vidange en 24 heures
- ☐ Une partie vidangée après décantation vers la Deûle
- ☐ Une partie vidangée vers le réseau d'assainissement

2. Contraintes géotechniques, hydrogéologiques et diverses

- ☐ Proximité de la ligne TGV enterrée
- ☐ Bande de sécurité de 10 m
- ☐ Déformations horizontales : 10 mm maximum
- ☐ Limiter l'effet barrage
- ☐ Validation par simulation numérique
- ☐ 6 cm de variation
- ☐ Aménagements paysager
- ☐ Niveau fini entre 23,50 et 25,50 m NGF
- ☐ Limiter les trappes et émergences au minimum
- ☐ Nouvelle bretelle d'accès au périphérique
- ☐ Contraintes d'exploitation
- ☐ Accès aux ouvrages
- ☐ Sécurité des personnes

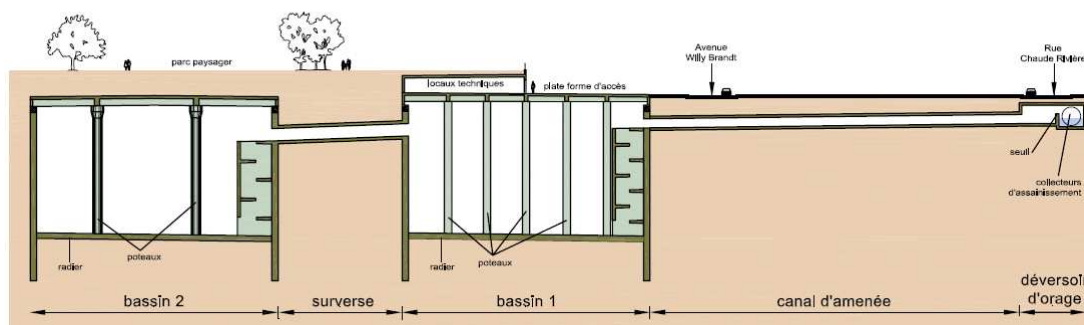
3. Implantation des ouvrages



4. Fonctionnement du bassin

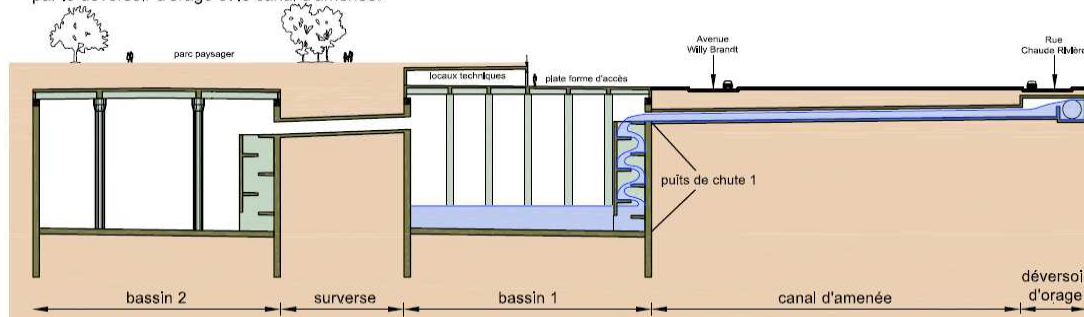
1 - SITUATION INITIALE : BASSINS VIDES

Pendant les épisodes pluvieux d'intensité normale, les effluents circulent dans le réseau public d'assainissement.



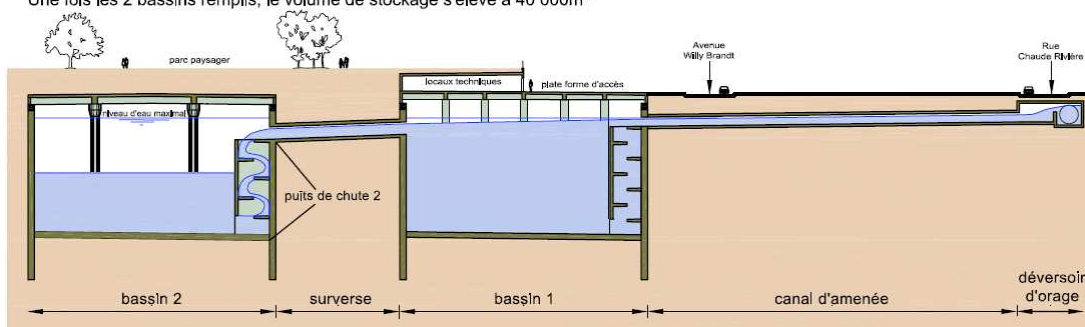
2 - FORTE PLUIE : REMPLISSAGE DU BASSIN 1

Le réseau public d'assainissement est saturé par les apports d'eaux pluviales. L'excédent d'eaux se déverse dans le bassin 1 en passant par le déversoir d'orage et le canal d'amenée.



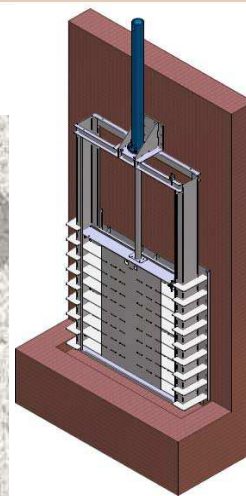
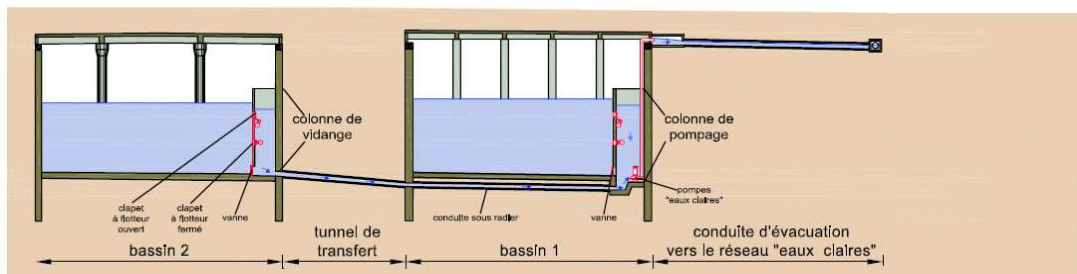
3 - PLUIE EXCEPTIONNELLE - REMPLISSAGE DES 2 BASSINS

Le bassin 1 se remplit, puis les eaux pluviales se déversent dans le bassin 2.
Une fois les 2 bassins remplis, le volume de stockage s'élève à 40 000 m³



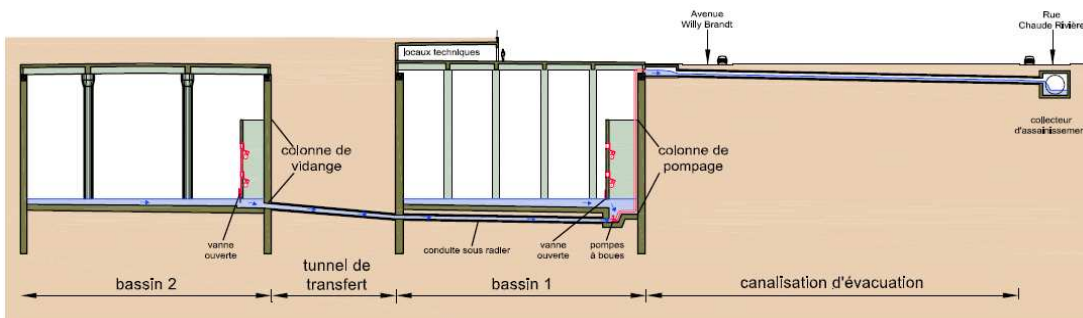
4 - VIDANGE DES BASSINS : PARTIE SUPERIEURE (environ 90% du volume stocké)

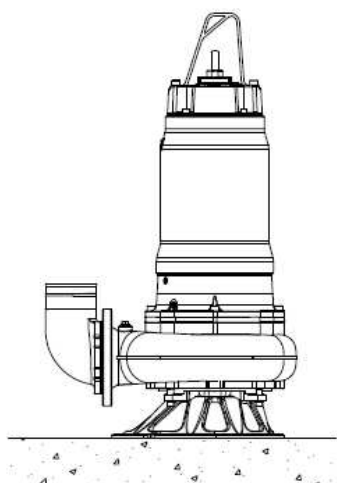
Après quelques heures, les sédiments se déposent au fond des bassins.
Les eaux stockées en partie supérieure sont alors relevées par pompage jusqu'au niveau du sol puis évacuées vers le milieu naturel.



5 - VIDANGE DES BASSINS : PARTIE INFÉRIEURE

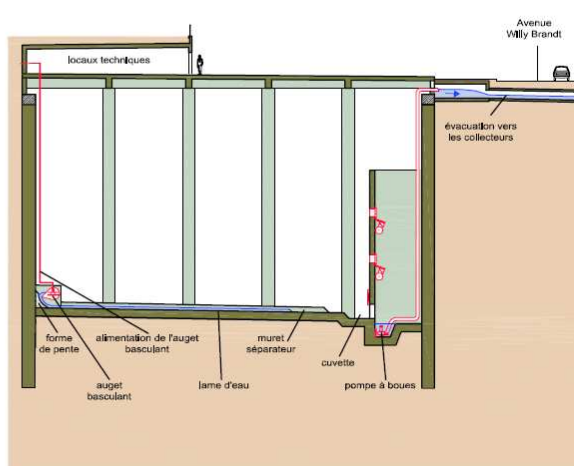
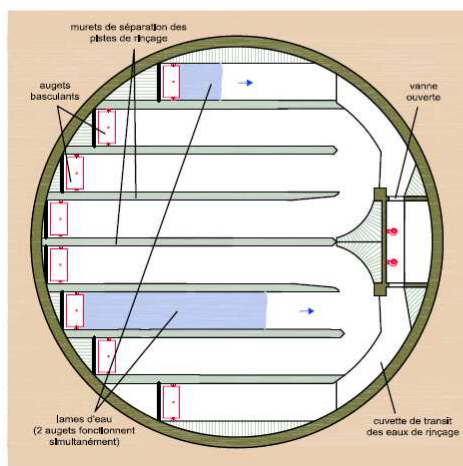
Les eaux subsistant dans les bassins sont plus chargées en polluants. Deux pompes les renvoient alors vers le réseau public d'assainissement par une canalisation spécifique.





6 - NETTOYAGE DU BASSIN 1

Juste après l'évacuation des eaux chargées en polluants, des lames d'eau déversées à grande vitesse par un système d'augets basculants rincent automatiquement le bassin. Ces eaux de rinçage sont évacuées vers le réseau public d'assainissement.



La Maîtrise d'ouvrage et la Maîtrise d'œuvre de l'opération

C. FACQ, LMCU

INTERVENANTS:

- **S.A.E.M. Euralille: Aménageur**
Mission O.P.C.: BR Ingénierie
- **Ville de LILLE**
Volet paysager sur les bassins
- **S.N.C.F.**
Suivi du cadre L.G.V.
- **LMCU - Direction Eau et Assainissement**
Mission d'assistance géotechnique: CETE Nord Picardie
Missions: AVP, PRO, ACT, VISA : gpt Coyne & Bellier-Prolog
Contrôleur technique: Veritas
Coordonnateur de sécurité: Elyfec
- **LMCU - Direction AMO-MOE**
- **GPT Norpac-Soletanche Bachy-Feljas & Masson**

PLANNING D 'EXECUTION

Délai global initial: 21 mois y compris période de préparation

Délai partiel pour déversoir d 'orage sous la rue Chaude Rivière: 8 mois

Réception le 24.12.2008

Délai pour travaux supplémentaires et adaptation d'ouvrages: 1,5 mois

Fin du délai global: 12 Août 2009

CONTRAINTES D 'EXECUTION

- **Voie L.G.V. enterrée**
 - Distance minimum de 10 mètres par rapport au cadre
 - Franchissement du cadre sur dalle de répartition
- **Rue Chaude Rivière**
 - Support des réseaux concessionnaires
 - 2 phases d 'exécution avec basculement de circulation
 - Respect du plan général de circulation (décalage du début des travaux du déversoir d 'orage de Nov. 2007 à Janv. 2008)
 - Travaux sous circulation d'effluents
- **Chantiers avoisinants**
 - Travaux d'infrastructures (Marché V.R.D. L.M.C.U.)
 - Casino
 - Programme CODIC VINCI



Les Etudes d'Exécution

Parois moulées

Paul VIDIL, Soletanche

1 Dimensionnement

1.1 Géométrie

Diamètre extérieur 40 m

Fond de fouille à 25 m de profondeur

1.2 Terrains

Remblais, Limons argilo sableux, argile sableuse, craie altérée, craie saine, marnes

Caractéristiques

Méthode de calcul élasto-plastiques

1.3 Phasage de calcul

Terrassement au fond de fouille

Appui simple du radier

Appui simple de la dalle de couverture

Fluage et variations de nappe

1.4 Résultats

Principe effet voûte / anneau → paroi autostable (expérience récente de Ø5 m à Ø 135 m)

Poussées de terres de l'eau et des surcharges génèrent

- une poussée annulaire horizontale de $p = 23 \text{ t/m}^2$,

- une flexion dans la paroi moulée

Paroi moulée ép. 1.02 m

Epaisseur de calcul tient compte de l'aspect multifacette de l'anneau et de la déviation possible des panneaux, pour aboutir à une épaisseur e de calcul pour la vérification de la contrainte de compression dans l'anneau de rayon R .

La contrainte vaut $p R / e = 4.7 \text{ MPa} < 7.7 \text{ MPa adm}$ (DTU 13.2)

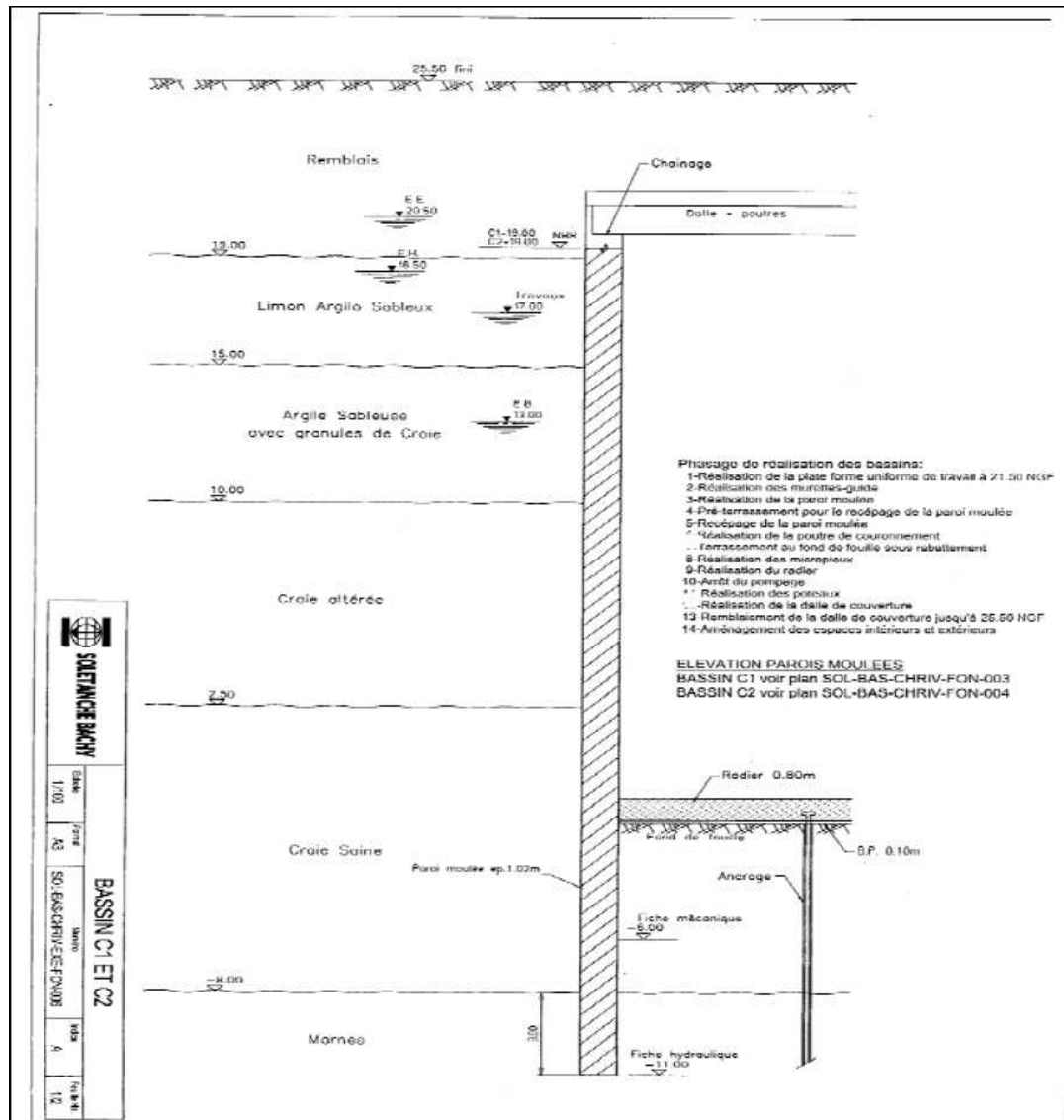
Base Fiche

mécanique à -6 NGF,

hydraulique à -11 NGF (3 m dans les marnes)

1.5 Mesures effectuées

- 2 inclinomètres de la paroi moulée → déformées cumulées stabilisées en fond de fouille de 2 à 3 mm
- repères proche de la tranchée TGV



2. Points particuliers

2.1 Interaction des ouvrages

Les 2 bassins sont éloignés de 40 m pour

- Limiter l'effet barrage,
- Limiter les dissymétries de poussées qui pourraient engendrer des ovalisations des parois.

2.2 Canal d'amenée et microtunnelier

Ces ouvertures ont été traitées par annulation de la rigidité cylindrique dans le calcul de paroi sur les hauteurs concernées.

Cela a eu pour conséquence une augmentation des moments fléchissant sur ces hauteurs, et par conséquent des aciers verticaux supplémentaires dans la paroi moulée en renforts au droit de ces zones.

3. Conclusion en 3 points

• L'environnement géotechnique et hydraulique est fondamental dans l'étude des bassins enterrés. Pour l'appréhender, nous disposons d'outils de modélisation plus ou moins sophistiqués, et de retours d'expérience ; les mesures in situ de déplacements nous permettent ainsi de caler de mieux en mieux nos modèles.

• L'étude de ce bassin s'inscrit dans les nombreux bassins réalisés ces dernières années de 500 m³ à 50 000 m³ en co-traitance ou en Entreprise Générale.

Citons dans la région les chantiers récents : bassin Joffre à LOOS, bassin de LEERS,

• Nous sommes à votre disposition pour discuter de vos futurs projets.

Dimensionnement des radiers

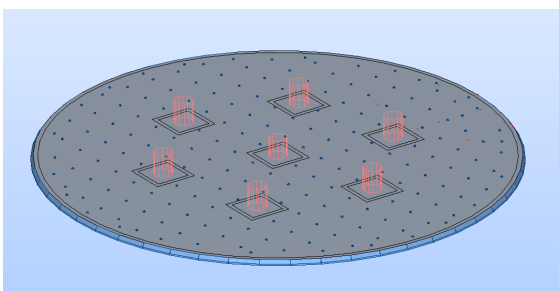


Bassin C2

Radier : Diamètre:37,96 m
Épaisseur:0,80 m
6 poteaux:Φ 1.50 m
≈ 200 micropieux

Bassin C1

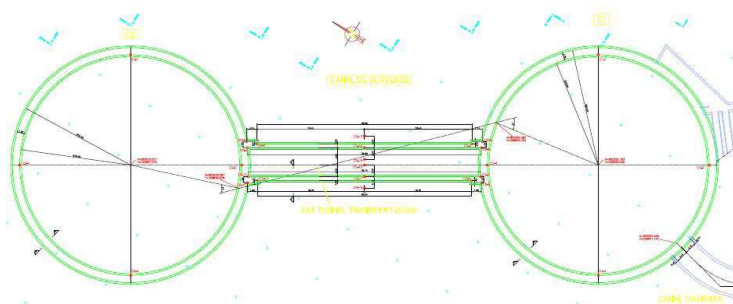
16 poteaux:1.20*1.20 m
≈200 micropieux



Modélisation et chargement du radier Bassin C2:
Charge descendante : max 1200 T

Les Méthodes d'Exécution
Parois moulées et micropieux
M.BOULET, Soletanche

Description



Les manifestations régionales

Incidence nappe phréatique :

Sous pression :

Nappe basse : 15 T/m²

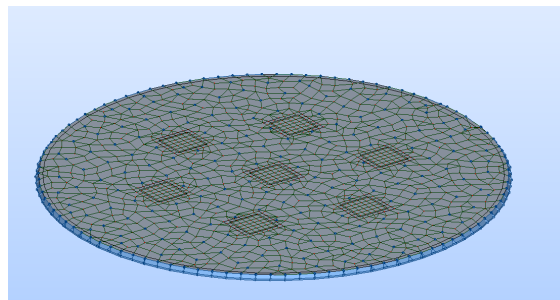
Nappe haute : 20 T/m²

Nappe exceptionnelle : 22 T/m²

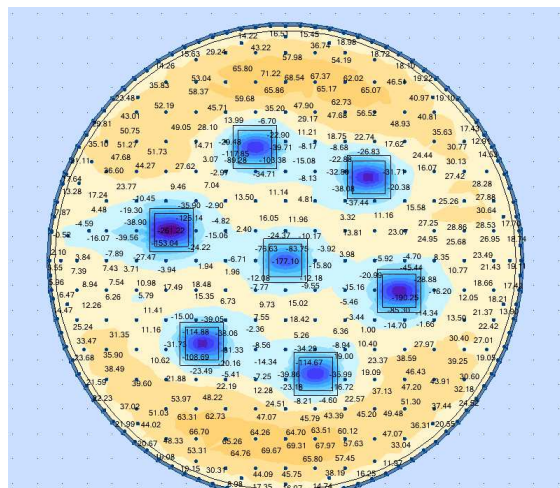
Eau dans le bassin :

Eau normale dans le bassin : 18.5 T/m²

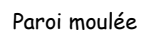
Eau exceptionnelle dans le bassin : 23 T/m²



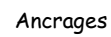
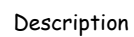
Maillage éléments finis Bassin C2



Sollicitations Bassin C2



Technical drawing of a cross-section of a concrete slab (RADIER BA. 100) showing a vertical reinforcement bar (Stange Ø 12mm) with a lap length of 100mm and a distance of 100mm from the bottom edge. The bar is surrounded by a 100mm concrete cover (Abstand 100mm). The drawing includes labels for the slab, the bar, and the lap length.

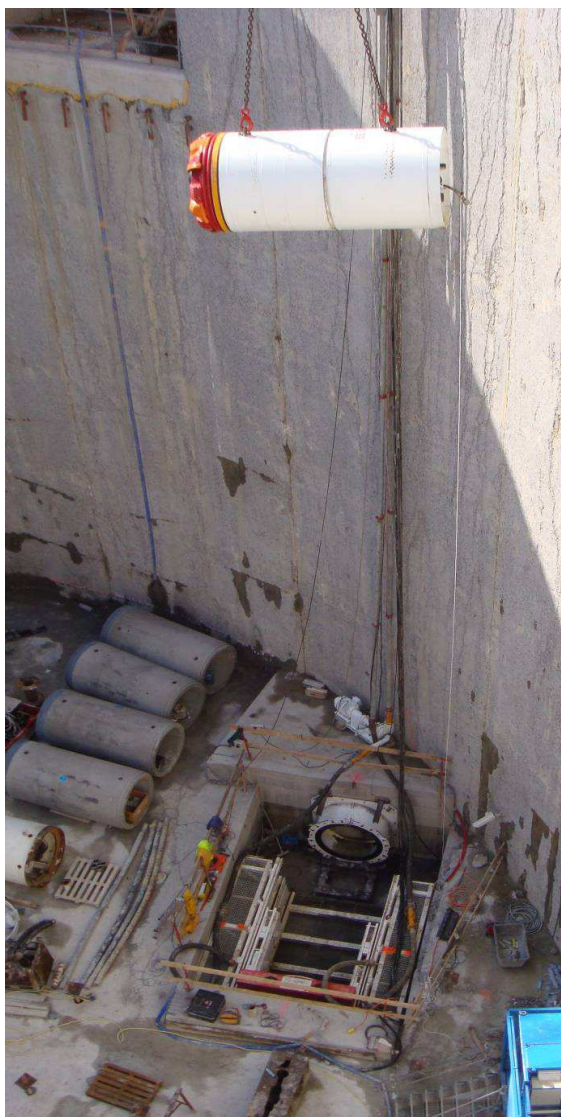


Microtunnelier

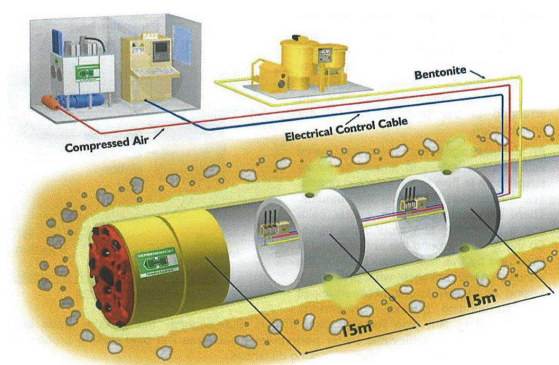
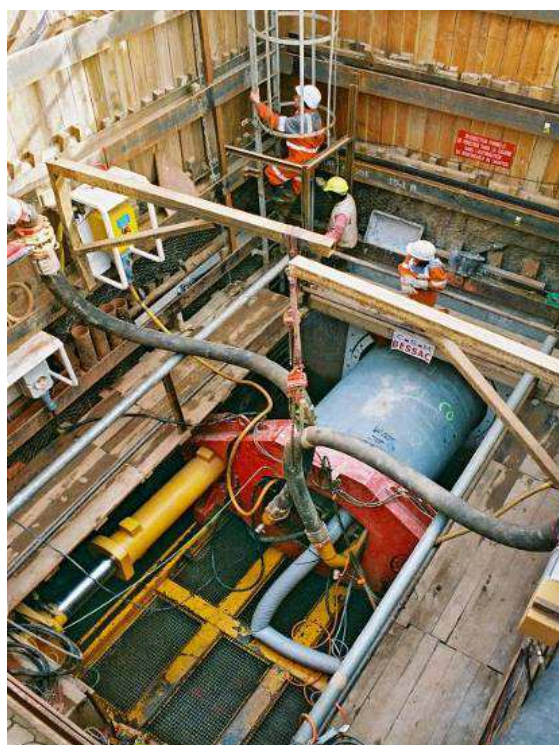
Installation du microtunnelier dans le puits de travail.
Charge hydrostatique = 20 m.



Le fonçage au microtunnelier

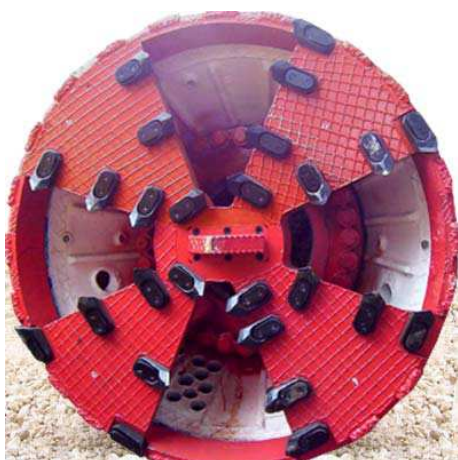


Extraction du microtunnelier dans le puits de sortie





Roue de coupe pour terrain mixte



Roue de coupe pour terrain meuble

Marinage des déblais

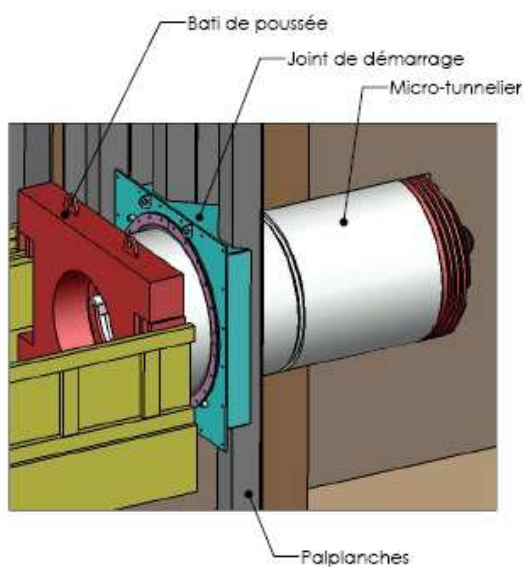


Circuit de marinage en puits

Les manifestations régionales



Traitement des déblais



Joint de démarrage sous nappe phréatique

Canalisations mises en œuvre

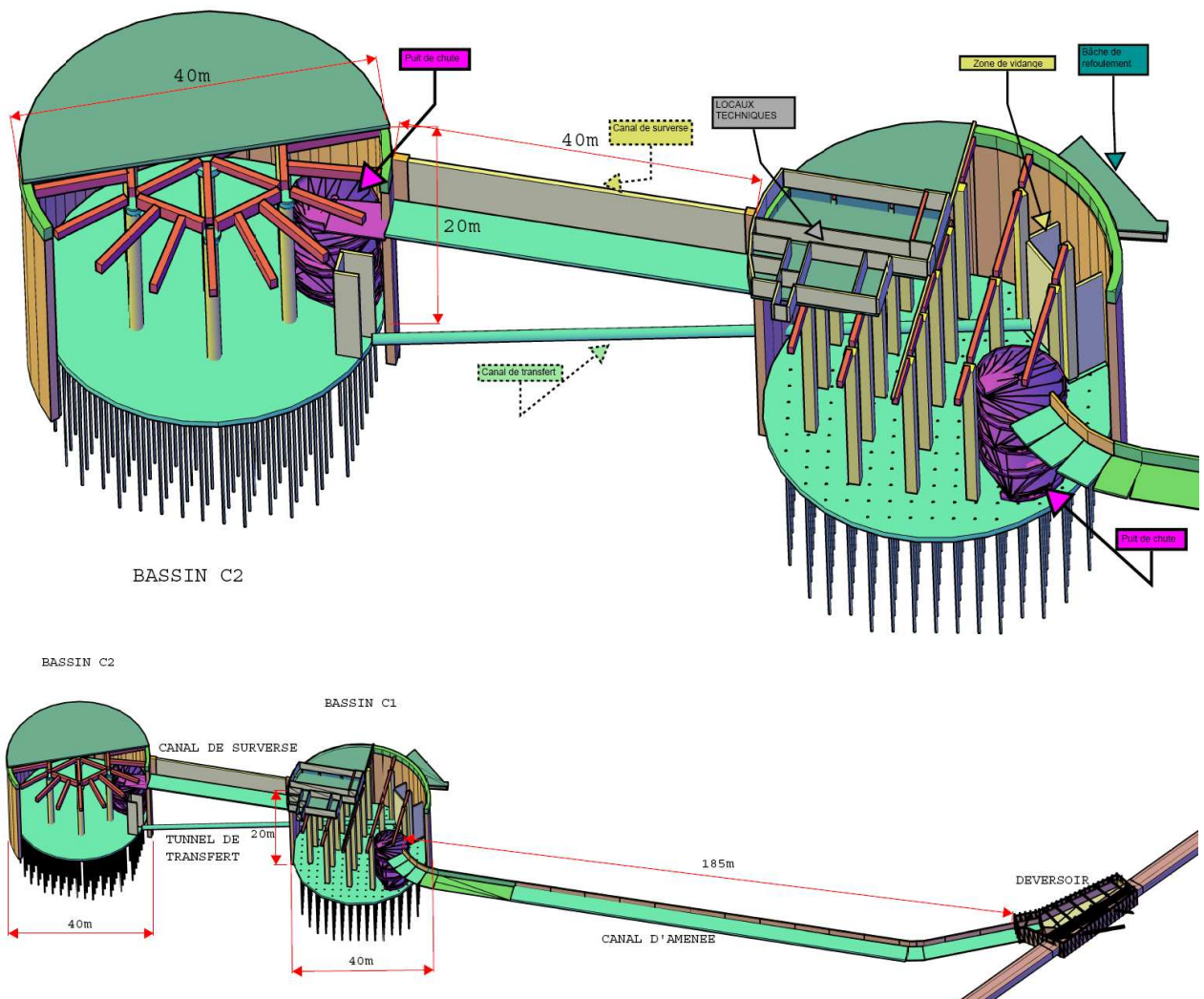


- Tuyaux en béton armé
- Tuyaux en PRV
- Tuyaux en acier
- Tuyaux en grès

Les Méthodes d'Exécution

Génie-civil

F.BORDACHAR, Norpac



Bassin C1

Capacité de 20 000 m³

Fosse de pompage (4 pompes de relevage et 2 pompes à boue)

Puits de chute à paliers

Nettoyage par augets basculants et pistes

Locaux techniques

Installation électrique, ventilation, désodorisation, centrale hydraulique

Canal de surverse

(Largeur intérieure 5 m - longueur 40 mètres)

Bassin C2

Capacité de 20 000 m³

Puits de chute à paliers

Tunnel de transfert

(Diamètre 1200 mm - 45 mètres de longueur)

Ouvrage de prise

Seuil de déversement de 20 ml

Débit de crue 21 m³/seconde

Canal d'amener

(Ouvrage cadre de 190 ml de section intérieure 4,2 x 2 m Hauteur)

Bâche de refoulement

Canalisation de rejet

(Dalot 40x100 cm)

Les Méthodes d'Exécution

Equipements

F.BORDACHAR, pour Felges Masson

ETUDES :

Détermination des groupes électropompes

Calcul des HMT (hauteur manométrique totale)

Temps de vidange :

Volume à pomper : 40 000 m³

Performance requise : 24 h avec 2 pompes

4 pompes de vidange de 90 KW

Débit unitaire 274 l/s (990 m³/h)

2 pompes à boue de 22 KW

Débit unitaire 49 l/s

Gestion des niveaux de marnage (variation de fréquence,

Choix de courbes de pompes adaptées)

Pompes : ABS

Pompe immergée avec hydraulique de type

CONTRABLOCK (système anti blocage) technologie

propre à ABS

Vannes : FIVES SERVICE

Entièrement réalisées en inox

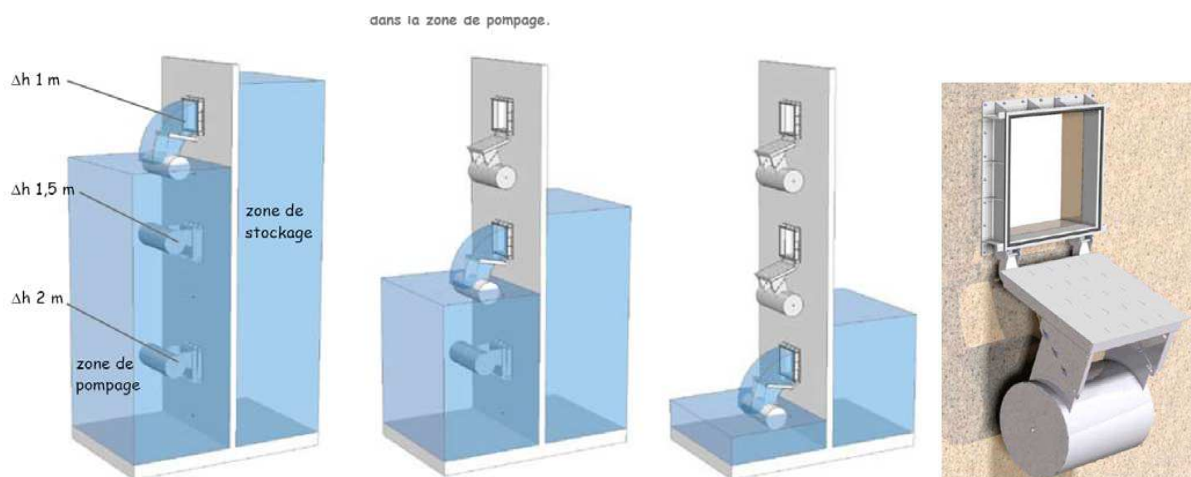
Commande hydraulique par centrale installée en local séparé



Clapets HPL :

Colonnes de vidange : entièrement en inox et à fonctionnement sans énergie grâce à un flotteur calibré

Fermé quand il est immergé, il s'ouvre quand le niveau d'eau amont dépasse le niveau d'eau aval d'une valeur différentielle prédéfinie



Augets : AQUASYS

Augets totalement réalisés en inox

Fonctionnement par déplacement du centre de gravité ne nécessitent aucune énergie

Désodorisation et ventilation : GREEN PRO

Ventilation des bassins : 21 000 m³/h

Aspiration de l'air vicié et passage sur un lit de charbon actif pas d'entretien, maintenance réduite

Gaines en PEHD ne nécessitant aucun entretien

Ventilateur 15,5 KW

Charbon non imprégné : adsorption des molécules à caractère acide (H₂S, ..) ou basique (NH₃, ..) mais avec faible rendement et RSH avec une bonne efficacité

Charbon imprégné KOH (potasse) pour adsorber avec une grande efficacité les molécules à caractère acide (H₂S, ..)

Charbon imprégné H₂SO₄ (acide sulfurique) pour adsorber les molécules à caractère basique (NH₃, ..)

Ventilation des locaux techniques : 6 700 m³/h

ELECTRICITE & AUTOMATISMES

Analyse fonctionnelle / Étude automatisme

Bilan de puissance

Schéma de principe

Borniers et câbles

Armoire électrique

Instrumentation

ESSAIS, TESTS, MISE EN SERVICE, FORMATION

Validation des choix avec maîtrise d'oeuvre et exploitants

Interface hydraulique / automatisme

Essais à vide

Essais en fonctionnement réel, mesure de la performance (temps de vidage, rinçage des pistes,...)

Vérification par organismes

Notice, D.O.E.

Formation des utilisateurs

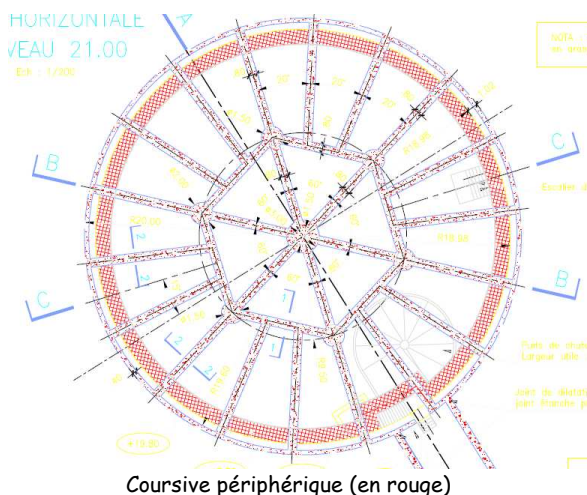
Point de vue de l'exploitant

M. MANLHIOT, Prolog

Matériel et maintenance

1. Accessibilité aux ouvrages

- Accès à C1 par local technique
- Accès à C2 par C1
- Passerelles, escaliers et coursives pour cheminer dans le bassin



2. Accessibilité aux équipements

- Plateforme d'intervention en extrémité Est de l'ouvrage pour le stationnement d'un camion grue
- Trappe d'accès matériel au dessus de C1
- Trappes d'accès à C1 pour pompes et vannes
- Accès à C2 par trémies de ventilation

3. Ventilation / Désodorisation du bassin

- Désodorisation par adsorption sur charbon actif
- Fonctionnement :
 - pendant le remplissage et la vidange du bassin
 - périodiquement entre 2 remplissages
 - durant les interventions dans le bassin

4. Nettoyage du bassin

- Bassin C1 nettoyé par augets basculants
- Remplissage par eau de ville
- Basculement des augets par déplacement du centre de gravité
- Vague déferlante sur piste de rinçage
- Bassin C2 nettoyé avec des lances de rinçage



5. Isolement du bassin pour maintenance lourde

6. Télésurveillance des ouvrages

- Report des alarmes au poste de supervision

7. Equipements divers de sécurité

- Contrôle d'accès aux locaux techniques
- Détection de gaz dans les locaux techniques
- Détection incendie dans les locaux techniques