

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 142 (2016)
Heft: [5-6]: Best of Bachelor 2014/2015

Rubrik: Haute École d'ingénierie et d'architecture de Fribourg (heia-fr)

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

HAUTE ÉCOLE D'INGÉNIERIE ET D'ARCHITECTURE DE FRIBOURG (heia-fr)

Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale hes-so

2014 LAURA ANDRES | PEDRO MIGUEL ARAUJO |
MARC BOVAY | CANDICE BÜHLMANN |
JONAS BUSCHLEN | ERIC CHARLET | SAMUEL
GABATHULER | FABIEN KOLLY | DAVIDE
LÜCHINGER | PHILIP MESSERLI | LAURENT
MÉTRAILLER | JONATHAN MOIX | GIOELE MOTTI |
ROMEO PECCHIO | BENOÎT EMMANUEL PIGUET |
EDOUARD REPOND | LUCAS RESPLENDINO |
FRANK RIME | DELPHINE ROULIN | SÉVERIN SIMON
SCHMID | GABRIELE SERVALLI | CHRISTIAN
STURNY | EKARAT THONGSANGA | LUDOVIC VIAL
2015 LÉO AMIET | HOCINE BENABDELMOUMÈNE |
MATTEO BERTINI | LAURENT CARREL | CHRISTIAN
GASPOZ | BLAISE GIRARDIN | GJENETA HASANAJ |
JONATHAN HERVIER | JOËL JÄGGI | MARCO
MAEDER | MELISSA MARTI | DANIEL MAYOR |
MIRHAT MEDZITI | EVAN PARVEX | ERIC PEDRETTI |
BENJAMIN PILLONEL | DAMIEN ROY | YANNICK
RUFFIEUX | VALENTIN SCIBOZ | ALEXANDRE TRANI |
JESSICA VILLANI | SYLVAIN VILLET

CONDITIONS-CADRES DES TRAVAUX DE BACHELOR:
12 CRÉDITS ECTS
DURÉE DU TRAVAIL: 7 SEMAINES



La Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg (heia-fr) bénéficie d'une situation privilégiée au carrefour des langues et des cultures, sur un grand axe de communication et au cœur d'un campus universitaire. Fondée en 1896, la heia-fr forme des ingénieurs et des architectes HES. Elle compte plus de 800 étudiants et étudiantes répartis en huit filières et décerne les diplômes suivants: Bachelor of Science hes-so en génie civil, chimie, informatique, télécommunications, génie électrique, génie mécanique, Bachelor of Arts hes-so en architecture, Diplôme de technicien ES (école supérieure) en conduite de travaux délivré par l'Ecole technique de la construction (ETC) affiliée à l'heia-fr, Master of Science en ingénierie, en sciences de la vie et en ingénierie du territoire, «joint master of architecture».

La heia-fr dispense une formation axée sur la pratique et propose une large gamme de formations continues, ainsi qu'une formation bilingue français/allemand.

Auf der zentralen Verkehrsachse und an der Schnittstelle zwischen der Deutschschweiz und der Romandie gelegen, bietet die Hochschule für Technik und Architektur Freiburg (HTA-FR) acht Bachelor- und drei Masterstudiengänge an. Inmitten eines Campus von drei Fachhochschulen, der Uni Freiburg und des Wissenschafts- und Technologiezentrums des Kantons spielt die HTA-FR eine Innovationen fördernde Vermittlerrolle zwischen Forschung und Industrie.

The Fribourg College of Engineering and Architecture (heia-fr) benefits from a privileged location at the junction of languages and cultures on an important axis of circulation and in the heart of a university campus.

Founded in 1896, the heia-fr trains HES engineers and architects. More than 800 students are enrolled in eight study programs that offer the following degree courses: Bachelor of Science (hes-so: University of Applied Sciences of Western Switzerland) in civil engineering, chemistry, information science, telecommunications, electrical engineering, mechanical engineering; Bachelor of Arts (hes-so) in architecture; technical diploma ES (School of Higher Education) in construction site management offered by the Ecole technique de la construction

(Technical College of Building Construction) affiliated to the heia-fr; Master of Science in engineering, life sciences and land management; and Joint Master in architecture. The heia-fr offers practice-based training with a wide range of continuous courses and bilingual training in French and German.

The heia-fr is located at the main axis of circulation and at the interface between German-speaking and French-speaking Switzerland. Located on a campus grouped around three universities of applied sciences, the University of Fribourg and the cantonal Science and Technology Center, the heia-fr plays the role of innovative mediator between research and industry.



Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg

RECHERCHE: ITEC – INSTITUT DES TECHNOLOGIES DE L'ENVIRONNEMENT CONSTRUIT

Haute Ecole d'Ingénierie et
d'Architecture de Fribourg (heia-fr)

84

HAUTE ÉCOLE D'INGÉNIERIE ET D'ARCHITECTURE DE FRIBOURG
ITEC – INSTITUT DES TECHNOLOGIES DE L'ENVIRONNEMENT CONSTRUIT

L'institut iTEC est organisé autour de l'analyse globale des objets construits en considérant les échelles d'études et le caractère unique de chaque objet. Les activités de l'institut se déclinent de manière spécialisée autour des domaines suivants:

- techniques expérimentales à grande échelle (infrastructure de pointe pour essais de laboratoire)
- outils numériques d'analyse et de simulation
- modélisations physiques des phénomènes (écoulements, résistance d'éléments, caractérisation des matériaux...)
- techniques d'auscultation et de surveillance (ouvrages anciens ou de grandes dimensions, migration des polluants...)
- traitement du signal et des données
- méthodes d'analyse avancées et d'optimisation
- techniques de renforcement

L'institut iTEC examine l'environnement construit en mettant clairement en évidence la nécessité d'une analyse globale de l'objet de

même que le besoin de compétences multidisciplinaires.

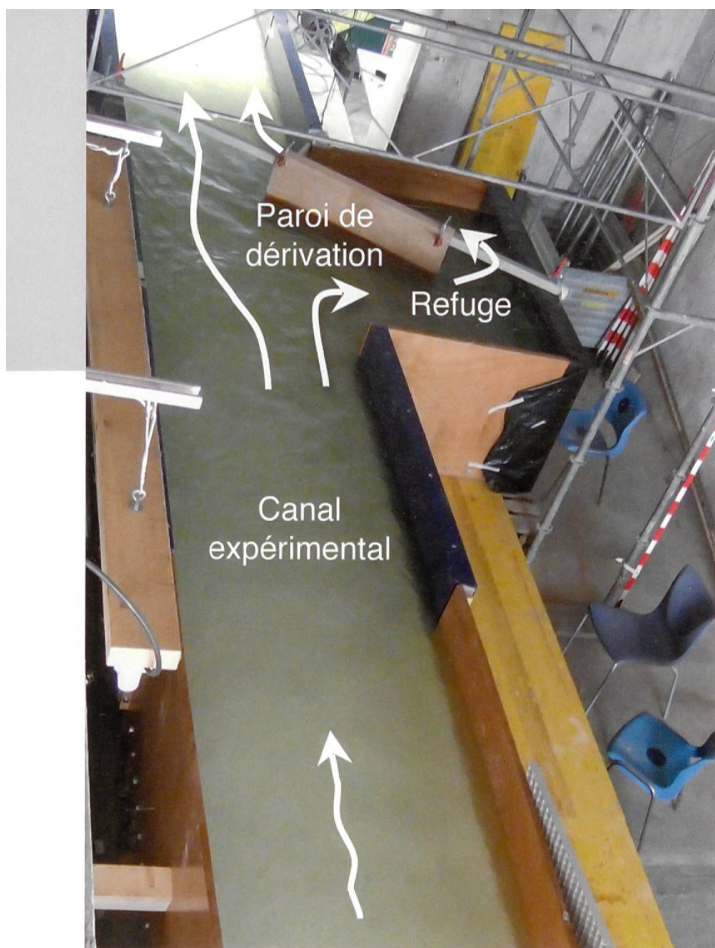
Les axes de recherche principaux sont les suivants:

1. statique et dynamique des structures porteuses, incluant le génie parasismique
2. revitalisation des cours d'eau
3. gestion, traitement et protection des eaux et sols
4. matériaux de construction, éléments porteurs, structures hybrides

Conformément aux missions des HES, l'institut iTEC se fixe aussi comme objectif de répondre aux besoins de transfert de connaissances vers la pratique et pour le marché. Ceci se traduit par le développement de nouvelles normes de construction et, dans le domaine de l'environnement, de la mise sur pied de nouveaux outils pour les ingénieurs de la pratique.

Direction de l'institut

Daia Zwicky, Prof. Dr. ing.



01

01 Etude expérimentale de refuges à poissons aménagés dans les berges de rivières soumises aux éclusées, en l'occurrence le canal échohydraulique de la Maigrauge. Lors des lâchées d'eaux turbinées, les poissons sont exposés à des vitesses de courant trop élevées pour leur survie. Ce problème peut être atténué en les attirant vers des zones latérales plus tranquilles. Des essais systématiques ont été menés avec des poissons dans un canal équipé d'une telle zone.

02 Etude expérimentale sur le comportement à la flexion et à l'effort tranchant de poutres précontraintes sans armatures de cisaillement, réalisée dans le cadre du projet de recherche sur les bétons à hautes performances renforcés de fibres métalliques et la thèse de doctorat de Lionel Moreillon

03 Test de performance de pistes, protection des sols pour chantier

Research: Institute for Construction and Environment

The iTEC institute is organized around the global analysis of buildings, adopting the scope of studies and the unique characteristics of each building. The Institute's activities specialize in the following fields:

- Large-scale experimental methods (high-quality infrastructures for laboratory tests)
- Digital analysis and simulation tools
- Physical modelling of phenomena (landslides, component resistance, material properties, etc.)
- Monitoring and surveillance methods (old or large-scale buildings, pollution emission, etc.)
- Signal and data processing
- Advanced analysis and optimization methods
- Reinforcement methods

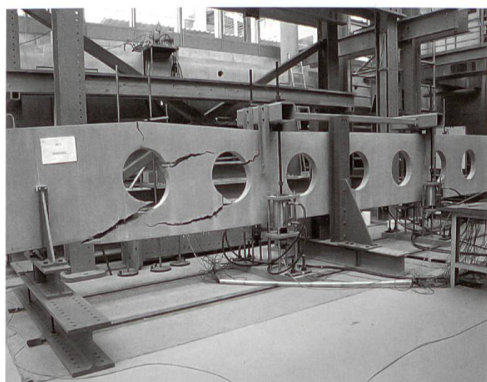
The iTEC Institute examines the constructed environment by clearly determining the need for a global building analysis and for multi-disciplinary skills.

The main research fields are as follows:

1. Static and dynamic analysis of supporting structures including earthquake engineering
2. Revitalization of watercourses
3. Management, processing and protection of water and soil
4. Building materials, supporting elements, hybrid structures

In keeping with the mission of universities of applied sciences, the iTEC Institute also strives to fulfill the needs of knowledge transfer by practical implementation and meeting market demands. This is achieved by developing new building standards and developing new tools for engineers, in particular in the field of environmental engineering.

85



02



03



VÉRIFICATION STATIQUE D'UN PONT ROUTIER

Passage supérieur de Chandon à Léchelles



DIPLÔMÉ Pedro Miguel Araujo

PROFESSEUR Philippe Dreyer, chargé de cours à la heia-fr et ancien ingénieur de la ville de Fribourg

EXPERT André Bortolotti, ing. civil dipl. EPF/SIA et Patrick Alberti, ing. civil dipl. EPF

DISCIPLINE Conservation d'ouvrage

Le trafic routier sur le pont est limité aux moins de 10 tonnes. Le maître d'ouvrage, n'ayant pas connaissance de l'origine de cette limitation, demande qu'une vérification statique du pont soit réalisée.

Il s'agit d'un mandat du Service des ponts et chaussées du Canton de Fribourg. Ce passage supérieur a été construit en 1958. L'ouvrage est situé sur la route cantonale reliant Givisiez à Payerne. La structure porteuse est composée de deux sommiers en béton armé à inertie variable sur lesquels repose une dalle de roulement. L'ouvrage dispose de trois appuis. Sa longueur totale est de 19.84 m et la largeur de la voie de circulation mesure 4 m.

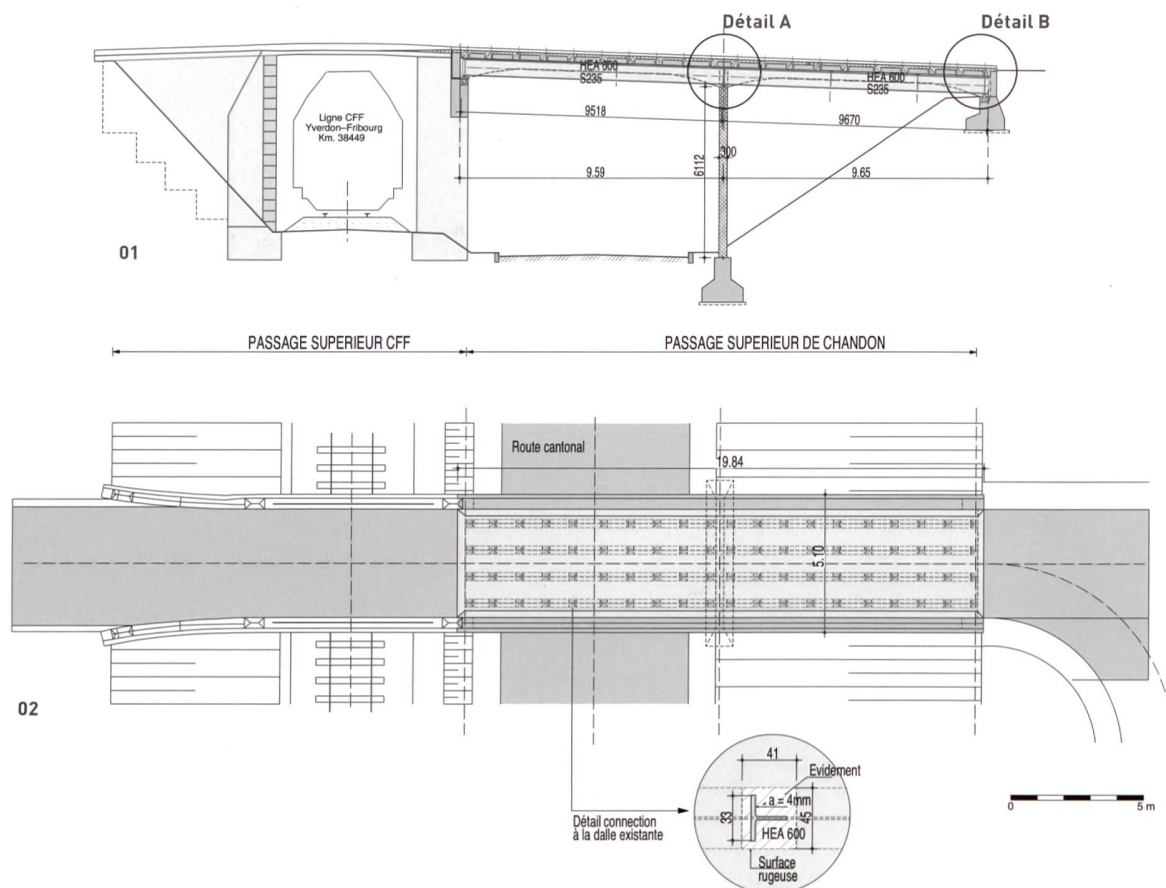
PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIF DU PROJET

L'ouvrage est actuellement limité au trafic routier inférieur à 10 tonnes, mais nulle trace d'études liées à la mise en place de cette limitation n'a été trouvée. Le maître d'ouvrage souhaite clarifier cette situation et demande qu'une

vérification statique du passage supérieur de Chandon soit réalisée. Si les résultats de la vérification ne sont pas concluants, la charge maximale admissible de trafic devra être actualisée et des mesures de renforcement seront proposées pour que l'ouvrage soit conforme aux normes en vigueur.

VÉRIFICATION STATIQUE DE L'OUVRAGE

La vérification statique a été réalisée pour des charges de trafic prévues selon la norme SIA 269/1. Les degrés de conformité ont été déterminés à partir d'une analyse plastique-plastique. La difficulté majeure de ce projet repose sur la géométrie de l'ouvrage. Les sommiers en béton armé sont hyperstatiques et à inertie variable: la résistance en section varie en tout point. Il a fallu trouver la position des rotules plastiques pour atteindre le mécanisme en tenant compte des charges de trafic mobiles. La résolution a été effectuée par un calcul graphique et itératif. Suite à cette analyse, il s'avère que les actions liées au trafic routier ne doivent pas dépasser



7.7 tonnes pour que la sécurité structurale soit garantie. Cela justifie donc une limitation de la charge de trafic. La dalle de roulement représente l'élément critique de l'ouvrage dû à une rupture fragile par effort tranchant. En cas de non-renforcement du pont, il est proposé au maître d'ouvrage d'interdire la circulation au trafic supérieur à 7.5 tonnes. Avec cette nouvelle restriction, l'analyse de l'aptitude au service de l'ouvrage montre que les déformations et la fissuration répondent aux exigences actuelles.

PRINCIPES DE RENFORCEMENT

Dans l'hypothèse où le maître d'ouvrage souhaiterait supprimer cette limitation de tonnage, des mesures de renforcement sont nécessaires et ont été proposées dans le cadre de ce projet afin de remettre aux normes l'ouvrage existant. La problématique majeure de ce renforcement était d'augmenter la capacité portante de l'ou-

vrage tout en garantissant un bon comportement à service des sommiers en béton armé existants. Quatre profilés métalliques ont été disposés dans le sens longitudinal du pont et connectés à la dalle existante par des éléments métalliques. Pour obtenir une rigidité élevée, les éléments de renforcement travaillent de concert avec la dalle existante. L'objectif principal de ce renforcement était de limiter les déformations afin d'éviter une fissuration excessive des sommiers existants qui compromettrait leur durabilité. Pour que le renforcement soit optimal, il est proposé de soulever la dalle existante par douze vérins plats. Le but recherché est de transférer une partie des charges permanentes sur les nouveaux profilés métalliques et de soulager les sommiers existants. Afin d'augmenter la rigidité du tablier, une surépaisseur de béton est mise en place sur la dalle existante.

89

The overpass is currently limited to road traffic under 10 tonnes, but the reason for this limitation could not be determined. To clarify the situation, the cantonal road authority (the owner) requested that a verification of the statics be performed on the overpass. The geometry of the bridge made the task difficult because the reinforced concrete supporting beams, which are statically indeterminate and have a variable moment of inertia, meant that sectional strength varies from one point to the next. The solution was found via graphical and iterative calculations which revealed that road traffic must not exceed 7.7 tonnes. Consequently, a load restriction is fully justified.



- 01** Coupe longitudinale
- 02** Situation
- 03** Détails A et B
- 04** Coupe transversale
- 05** Vue du passage supérieur de Chandon. L'ouvrage prolonge un passage supérieur CFF. Cette illustration met en évidence la finesse de la structure porteuse.
- (Photo: Service des ponts et chaussées, Canton de Fribourg)



NOUVELLE STATION D'ÉPURATION POUR 20 COMMUNES

Traitement des eaux usées
de 60 000 habitants



DIPLÔMÉ Daniel Mayor

PROFESSEUR Thierry Fuchsmann, ingénieur en sciences
de l'environnement EPF

EXPERT Michel Noez, Ingénieur en génie rural

DISCIPLINE Traitement des eaux

La nouvelle station d'épuration prévue à Allaman traitera les eaux usées de 20 communes, soit l'équivalent de 60 000 habitants. Cette dernière devra répondre aux exigences actuelles, en termes de nitrification, dénitrification et traitement des micropolluants.

L'objectif principal de ce travail de Bachelor est la conception et le prédimensionnement de cette STEP. Par ailleurs, le défi le plus important de ce projet réside dans la recherche d'un concept de STEP répondant à des critères environnementaux et constructifs spécifiques. De ce fait, un fonctionnement gravitaire pour la partie filière eau est privilégié, offrant ainsi plusieurs avantages au projet, notamment écologique et financier.

Le décanteur primaire a fait l'objet d'un dimensionnement plus approfondi. Ainsi, pour cet ouvrage, des plans d'équipements ont été élaborés. De plus, lors de ce projet, les méthodes de réalisation des bassins devaient également être étudiées en tenant compte des exigences accrues en matière d'étanchéité.

PRÉDIMENSIONNEMENT

Les dimensions indiquées ci-dessous sont des valeurs utiles et non constructives. Il est à relever que les dimensions peuvent différer entre l'élaboration du projet et sa réalisation, notamment dans le cas du dimensionnement précis du décanteur primaire.

FILIERE EAU

- 2 dégrilleurs (entrefer de 5 mm)
- 2 dessableurs (15.4/2.2/1.03 m)
- 2 tamiseurs (entrefer de 1 à 3 mm)
- 3 décanteurs primaires (28.25/5.35/3 m)
- 3 bassins biologiques (87/14.5/3 m)
- 3 décanteurs secondaires (58.5/11.7/4 m)
- 3 bassins de traitement avancé (34.5/6.9/3 m)

FILIERE BOUE

- 2 centrifugeuses
- 2 tables d'égouttage
- 3 digesteurs (vol. 1610 m³, Ø=16 m)
- 1 stockeur (vol. 2100 m³, Ø=18.30 m)
- 1 gazomètre (vol. 1932 m³, Ø=15.46 m)

CALCUL DE LA LIGNE D'EAU

Le but du calcul de la perte de charge de tous les éléments de la STEP est de pouvoir établir un profil de la ligne d'eau. Celui-ci permettra de savoir si l'eau circulera de manière gravitaire le long de toute la filière eau de l'ouvrage, en tenant compte des contraintes spécifiques de l'emplacement de la STEP d'Allaman. L'écoulement gravitaire de la filière eau, indépendant d'une alimentation électrique, permet d'éviter un dysfonctionnement de la station (débordement, déversement) lors de pannes de courant. Par ailleurs, cette démarche offre une grande économie d'énergie et de frais de fonctionnement.

DÉCANTEUR PRIMAIRE

Le décanteur, séparé en trois bassins, est muni d'un système de raclage à chaînes. Celui-ci entraîne les matières décantées vers la trémie de concentration des boues, d'où elles sont pompées. A la surface, il repousse les flottants dans la goulotte de récupération prévue à cet effet. La répartition des débits à l'entrée des bassins se fait au moyen de quatre orifices munis d'une vanne de régulation. Afin de réduire la vitesse au droit du déversoir de sortie des bassins, un déversoir non rectiligne a été mis en place.

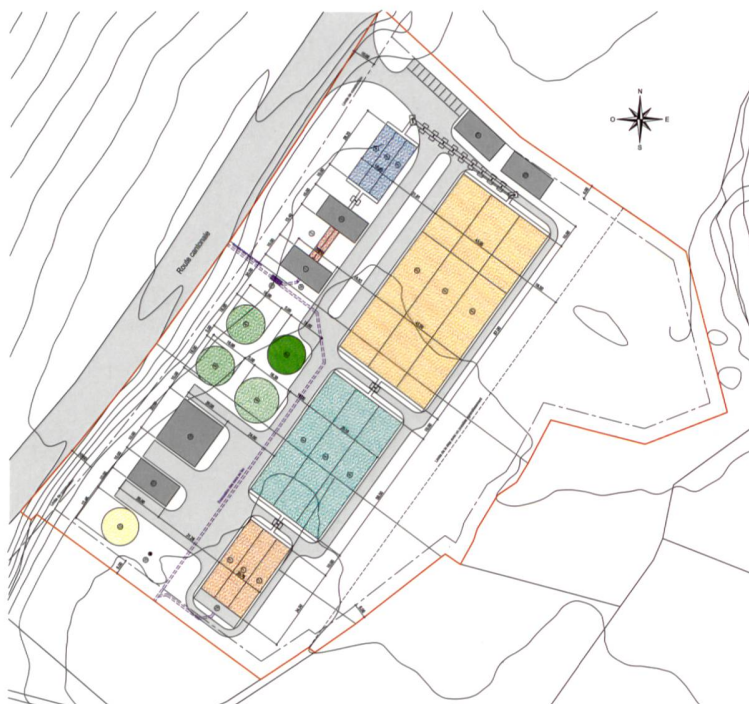
MÉTHODE DE CONSTRUCTION

Le contexte hydrogéologique de la région impose une étanchéité parfaite des bassins. Celle-ci va dépendre du choix des paramètres de dimensionnement pour limiter la fissuration du béton. Pour la bonne réalisation de ces ouvrages, il est indispensable de travailler avec un béton étanche résistant aux classes d'expositions induites par l'utilisation des divers bassins. Une attention particulière sera portée sur les détails constructifs, notamment au niveau des reprises de bétonnage.



01

92



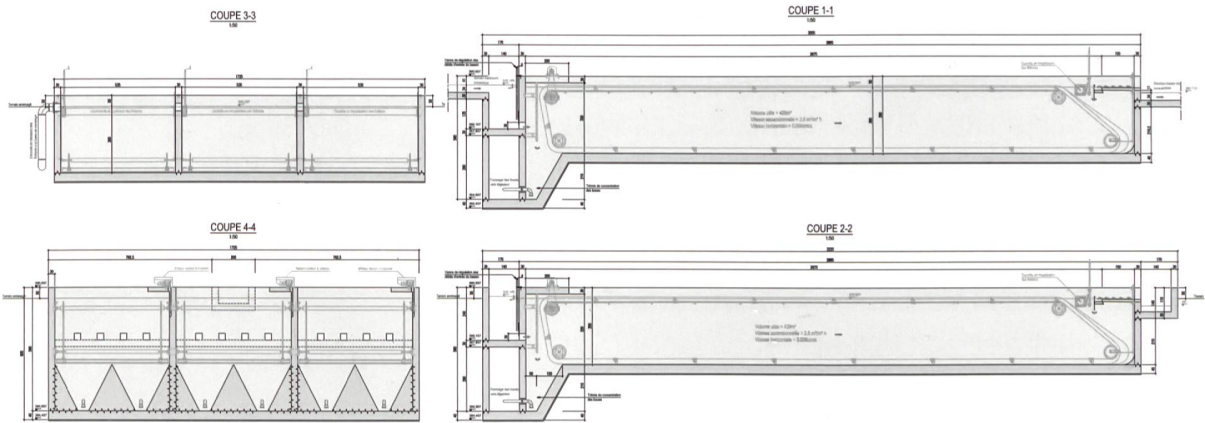
02

- 1 Local dégrilleur : L=10m, B=20m
- 2 Dessablage : L=15.4m, B=2.2m, H=1.03m
- 3 Local tamisage : L=10m, B=20m
- 4 Décanteur primaire : L=26.75m, B=5.35m, H=3m
- 5 Bassin de boue activée : L=87m, B=14.5m, H=3m
- 6 Décanteur secondaire : L=58.5m, B=11.7m, H=3.5m
- 7 Traitement avancé au charbon actif : L=34.5m, B=6.9m, H=3m
- 8 Digesteur : R=8m, H=8m
- 9 Stockeur : R=9.15m, H=8m
- 10 Local table d'égouttage et centrifugeuse : L=20m, B=20m
- 11 Stockage des boues digérées pour incinération : L=20m, B=10m
- 12 Gazomètre : R=7.73m
- 13 Local système d'aération bassin BA : L=20m, B=10m
- 14 Local de filtration charbon actif : L=20.70m, B=5m
- 15 Déversoir de secours : L=5m, B=2m
- 16 Vanne de secours
- 17 Local bureau : L=20m, B=10m
- 18 Torchère

Design of the Allaman wastewater treatment plant

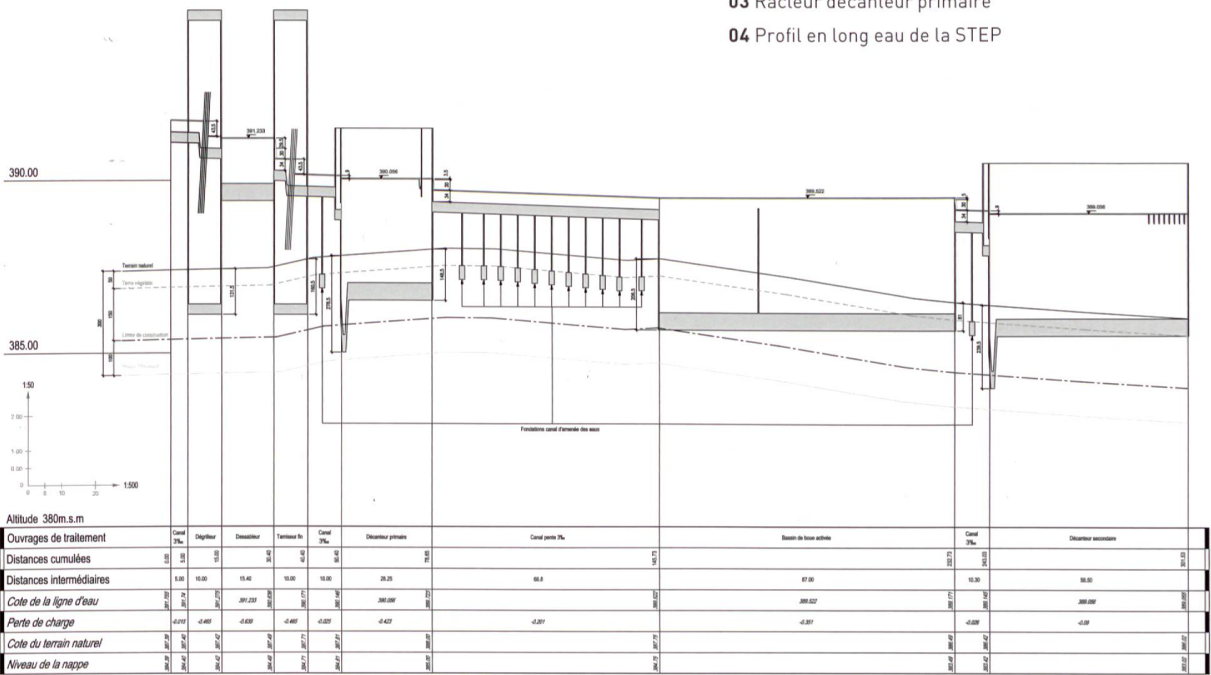
The main objective of this Bachelor's thesis is the schematic and preliminary design of the new wastewater treatment plant in Allaman. The plant will treat wastewater from 20 communes, with a total population of 60,000, and must be built according to specific environmental and construction criteria. Gravity operation is therefore favoured for the water line component. This will bring a number of benefits to the project, most notably ecological and financial.

The primary clarifier was designed in greater detail. Equipment plans were drawn up and basin construction methods will need to be studied, factoring in the more stringent watertightness requirements necessitated by the region's hydrogeological context. The clarifier, split into three basins, is equipped with a chain scraper system which moves the settled matter towards the sludge hopper, from where it is pumped.



03

- 01 Vue aérienne
- 02 Implantation de la STEP
- 03 Racleur décanteur primaire
- 04 Profil en long eau de la STEP



04