

Développement d'une filière de petite hydroélectricité en Wallonie : entre expertise et opportunités

Niels Duchesne – MTBE SA-Mérytherm Bureau d'étude
Sébastien Erpicum - Université de Liège

Liège Créative – 10 mars 2016



Plan de l'exposé :

✓ Introduction

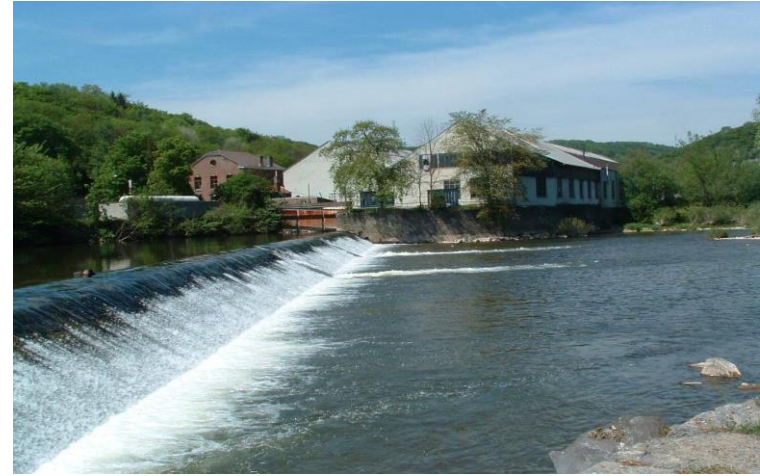
✓ MTBE

- Historique et présentation des acteurs opérationnels
- Références
- Le projet de Monceau sur Sambre

✓ HECE-ULg

- Présentation des acteurs et compétences
- Rôles et missions
- Aménagements hydroélectriques: quelques exemples ici et ailleurs

✓ Conclusion



Introduction:

L'hydroélectricité en Wallonie, ce n'est pas nouveau...





mtbe : Historique – Les débuts

MÉRYTHERM BUREAU D'ÉTUDE

- ◆ Le bureau d'étude de Mérytherm existe depuis 2003
- ◆ Il est le réceptacle de toute l'expérience accumulée en conception et en exploitation de micro-centrales hydroélectriques depuis 1985
- ◆ Spécialisé en hydroélectricité
- ◆ A ce jour, environ 140 études réalisées (faisabilité, avant-projet, projet,...)
- ◆ A reçu une identité propre en 2010 sous la forme de la SA M.T.B.E. suite à la notification du programme de concession des barrages de la Basse-Sambre, entre Charleroi et Namur (6 sites – 3,6 MW installés – exploitation pour 20 ans reconductibles) et la préparation du dossier d'offre pour la concession de l'Ourthe (5 sites – 1,8 MW installés – 20 ans reconductibles)
- ◆ Mise en service en 2011 du prototype à Marcinelle (660 kW)
- ◆ Installation d'une dizaine d'autres centrales en Wallonie entre 2010 et 2014





mtbe : Historique – Croissance

MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE

- ◆ Initialement fondée par deux ingénieurs soucieux des questions et problématiques environnementales : Niels DUCHESNE et Stéphane VERRAES
- ◆ Aujourd'hui, le BE compte une dizaine d'ingénieurs et de techniciens spécialisés dans les métiers de l'eau
- ◆ La croissance s'est principalement articulée autour de la nécessité d'innovation pour rendre la petite hydroélectricité environnementalement compatible (faune aquatique, stabilité des berges, gestions des crues et des déchets,...)
- ◆ Les 3 premiers projets hors frontières ont été mis en service, en France, fin 2014 et début 2015 pour un total de 260 kW. Trois nouveaux projets sont en cours outre Quiévrain.
- ◆ Un bureau a été ouvert à côté de Genève (Ferney-Voltaire) et une filiale Française est en cours de création à Toulouse





mtbe : Historique – Objectifs

MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE

- ◆ M.T.B.E. s'appuie aujourd'hui sur des partenariats forts avec des producteurs de turbines mais également avec des écoles d'ingénieurs ou des universités
- ◆ Le marché potentiel est évident : au début du 20ème siècle, on comptait en Wallonie 3.000 sites exploités contre moins de 200 à l'heure actuelle
- ◆ En France, on parle de 40.000 sites historiques et en Europe, ce n'est pas moins de 400.000 sites qui sont potentiellement à réhabiliter
- ◆ Afin de répondre au mieux aux attentes des clients et du marché, la mise en place d'un système de gestion de la qualité (certification ISO 9001:2015) est en cours. La certification est prévue pour fin 2015
- ◆ **Notre objectif : Devenir une référence Européenne de la petite hydroélectricité, basse chute et au fil de l'eau, environnementalement intégrée**





◆ Conception et développement de projets

- ◆ Etudes de faisabilité
- ◆ Développement et montage projets
- ◆ Activités R&D
- ◆ Veilles technologiques

◆ Bureau d'études expert

- ◆ Etudes hydrauliques (logiciel HEC-RAS)
- ◆ Electromécanique fluviale (Solidworks, Diamond,...)
- ◆ Etudes environnementales (restauration de milieux aquatiques) et conception de passes à poissons (Cassiopée,...)
- ◆ Etudes de stabilité





- ◆ Intégrateur de micro-centrales hydroélectriques
 - ◆ Dossiers administratifs, Droits d'eau et permis (Belgique et France)
 - ◆ Avant-Projet détaillé
 - ◆ Assistance à maîtrise d'ouvrage
 - ◆ Maîtrise d'œuvre
 - ◆ Centrales clés en main

- ◆ Opération et Maintenance
 - ◆ Exploitation
 - ◆ Automatisation
 - ◆ Maintenance préventive
 - ◆ Disponibilité des installations





mtbe : L'équipe dirigeante

MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE

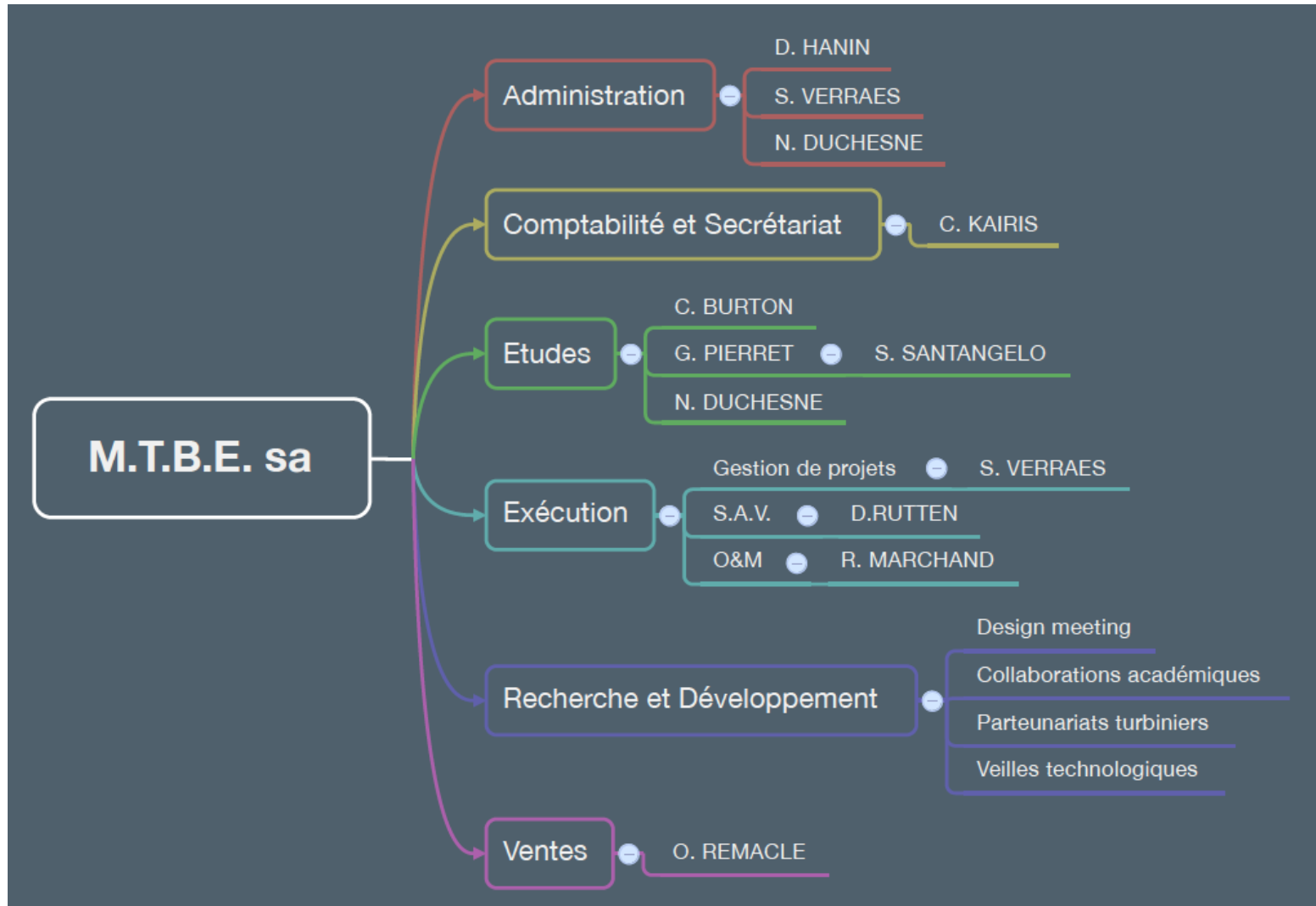
- ◆ Niels DUCHESNE est le propriétaire du site de Méry. Ingénieur de formation, il est aujourd'hui principalement en charge du développement de projets en Wallonie
- ◆ Didier HANIN est un multi-entrepreneur. Il apporte toute son expérience et sa connaissance du tissu entrepreneurial Wallon au sein du conseil d'Administration
- ◆ Stéphane VERRAES, également Ingénieur de formation, est l'Administrateur Délégué de M.T.B.E. Il prend en charge la supervision des projets et le développement du bureau en France





mtbe : L'équipe opérationnelle

MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE





mtbe : Références - Portfolio

MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE

◆ Centrale Fish-friendly de type Vis d'Archimède

- ◆ Val-Notre-Dame à Wanze
- ◆ Installé au pied d'un internat
- ◆ Conception et construction d'une passe à poissons multi-espèces
- ◆ Fourniture « clés en main »
- ◆ Exploitation et maintenance

Intitulé du projet : Centrale Hydroélectrique du Val Notre Dame (Mehaigne)

Numéro de projet : 2007-02 Val Notre Dame

Pays : Belgique

Client : VNDH sprl

Secteur : Hydroélectricité

Durée du chantier : Q4-2011 à Q4-2012

Mise en Service : Q1-2013



Objet du projet :

- Entretien et remise en état du site hydroélectrique (barrage, bief, zone moulin)
- La mise en place d'une vis hydrodynamique et d'une passe à poisson
- Le raccordement au réseau interne du site vers l'école
- Exploitation et Maintenance préventive du site



Paramètres techniques du Projet :

- Chute : 3 m
- Débit d'équipement : 2 m³/sec
- Puissance : 45 kW
- Productible escompté : 226 000 kWh/an
- Technologie : Vis hydrodynamique
- Diamètre de vis : 2.3 m
- Passe à poisson : 17 bassins à encoche

Acteurs opérationnels :

1. Val Notre Dame:
 - Propriétaire du site et utilisateur de l'énergie
2. MTBE
 - Mission Technique de projet
 - Ensemblier et fournisseur de la centrale
 - Exploitation et Suivi maintenance
3. ETH
 - Réalisation du génie civil
4. VNDH sprl :
 - Société d'exploitation de la centrale





mtbe : Références - Portfolio

MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE

◆ Centrale Fish-friendly de type Banki

- ◆ Château des Sources à Bousval
- ◆ Turbine Belge
- ◆ Mot-clé : Exigence importante en terme d'intégration paysagère

Intitulé du projet : Centrale Hydroélectrique du Château des Sources de Bousval (Dyle)	
Numéro de projet : 2009-01 Bousval	
Pays : Belgique	
Client : Axial Invest SA	
Secteur : Hydroélectricité	
Durée du chantier : Q1-2009 à Q3-2013	
Mise en Service : Q3-2013	
Objet du projet : <ul style="list-style-type: none">• Etudes et mise à jour des autorisations• Rénovation profonde des ouvrages Publics non entretenu,• Réhabilitation du barrage et rehausse des eaux au niveau historique avec régulation• Installation d'une turbine Banki installée dans une chambre totalement enterrée	
	Paramètres techniques du Projet : <ul style="list-style-type: none">• Chute : 3,2 m• Débit d'équipement : 0,4 m³/sec• Puissance : 8,2 kW• Productible escompté : 45 000 kWh/an• Technologie : Turbine crossflow Banki-Mitchell de marque JLA&Co
Acteurs opérationnels : <ol style="list-style-type: none">1. Axial Invest SA:<ul style="list-style-type: none">• Propriétaire et consommateur de l'énergie2. MTBE<ul style="list-style-type: none">• Etude Technique de projet• Ensemblier• Exploitation et Suivi maintenance3. Polybuilt et Jardin +<ul style="list-style-type: none">• Réalisation du génie civil et terrassement4. EMSD sprl :<ul style="list-style-type: none">• Electrification et automatisation	
	



mtbe : Références - Portfolio

MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE

◆ Centrale Fish-friendly de type Vis d'Archimède

- ◆ Premier projet en France
- ◆ Régulation des niveaux et des débits par une variation de vitesse
- ◆ Avant-Projet approuvé par les Administrations Françaises

Intitulé du projet : Centrale hydroélectrique du Moulin d'Echenon

Numéro de projet : 2013-10

Pays : France

Client : SARL Moulin d'Echenon

Secteur : Privé

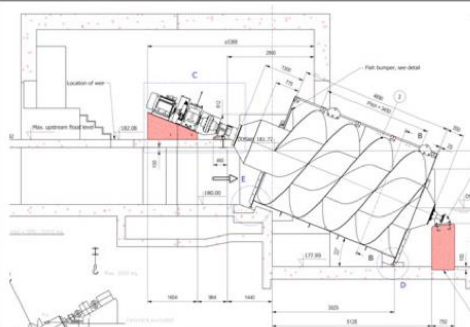
Durée du chantier : Mars 2014 - Janvier 2015

Mise en Service : Janvier 2015



Objet du projet :

- Rénovation du moulin de Echenon, remplacement des anciennes turbines par une turbine ichtyo-compatible à vis hydrodynamique à vitesse variable
- Réhabilitation et motorisation des 3 vannes du barrage n°1 (alimentation du bief) et construction de 4 vannes motorisées pour le barrage n°2 (décharge)



Paramètres techniques du Projet :

- Chute exploitée : 1,82 m
- Puissance installée : 81 kW
- Productible escompté : 450.000 kWh
- Débit d'équipement : 6 m³/s
- Débit d'amorce : 0,3 m³/s

Acteurs opérationnels :

- MTBE : Design et intégration de la centrale hydroélectrique
- Spaans Babcock : Fabricant de la turbine





mtbe : Références - Portfolio

MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE

Centrale Fish-friendly de type Vis d'Archimède

Marché Public

Intégration environnementale sur la Lesse

Approbation du SPW et de la DCENN

Projet à vocation didactique

Intitulé du projet : Réhabilitation du moulin de Wanlin

Numéro de projet : 2013-03

Pays : Belgique

Client : Commune de Houyet

Secteur : Public

Durée du chantier : 12 mois

Mise en Service : Mars 2013

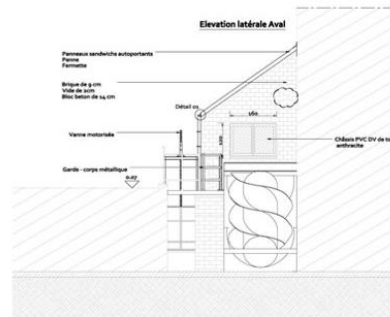


Objet du projet :

- Réhabilitation du moulin de Wanlin, remplacement de l'ancienne turbine par une turbine ichtyo-compatible à vis hydrodynamique
- Motorisation des vannes de prise d'eau au barrage
- Mise au point d'un système anti-emballement par résistances de ballaste

Paramètres techniques du Projet :

- Chute exploitée : 1,26 m
- Puissance installée : 19,5 kW
- Productible escompté : 150.000 kWh
- Débit d'équipement : 2,2 m³/s



Acteurs opérationnels :

- MTBE SA : Design de la centrale hydroélectrique
- CRAHAY SA : Entrepreneur Général
- INASEP : Maîtrise d'oeuvre
- Spaans Babcock BV : Turbinier
- EMSD SPRL : Ferronnerie et tableau électrique

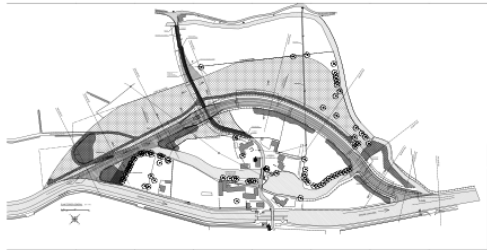
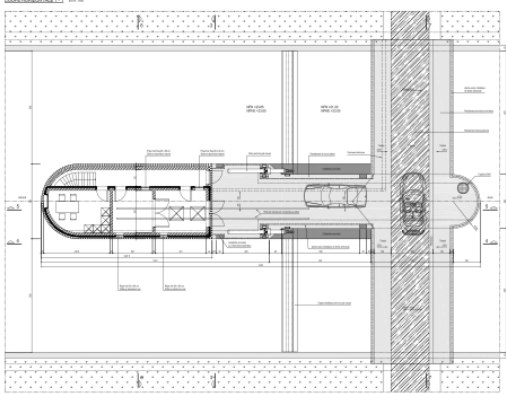
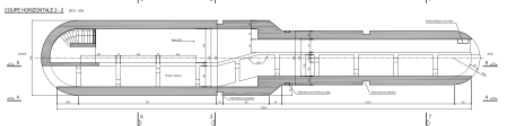




Etude Electromécanique

Marché Public

Construction d'une nouvelle écluse sur la Dendre canalisée

Intitulé du projet : Equipements électromécaniques d'un nouveau barrage à Papignies sur la Dendre canalisée	
Numéro de projet : 2012-12 Papignies - SPW	
Pays : Belgique	
Client : S.P.W. – DGO 2 – Voies navigables	
Secteur : Electromécanique fluviale et Environnement	
Durée du chantier : Q2/2013 – Q4/2015	
Mise en Service : Q4/2015	
Objet du projet :	
<ul style="list-style-type: none"> • Conception et études d'un nouveau barrage – Partie Electromécanique • Avant-Projet, Projet et établissement des documents d'adjudication, • Assistance à maîtrise d'ouvrage en phase travaux, • Intégration d'une passe à poissons dans le nouvel ouvrage, en sous-sol du bâtiment technique 	
	Paramètres techniques du Projet :
	<ul style="list-style-type: none"> • Montant des études (MTBE) : 160.000 €, • Surface du barrage : 2 x 24 m²
	<ol style="list-style-type: none"> 1. SPW – DGO2 : <ul style="list-style-type: none"> • Maître d'oeuvre 2. MTBE <ul style="list-style-type: none"> • Etudes Techniques de projet (EM) 3. Bureau d'études Greisch <ul style="list-style-type: none"> • Etudes Techniques de projet (Génie Civil)



mtbe : Références - Portfolio

MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE

Etude Environnementale

Etude réalisée dans le cadre du renouvellement du permis d'exploitation de la centrale de Butgenbach et de Robertville

Réalisation de l'Avant-Projet détaillé

Intitulé du projet : Etude des impacts environnementaux des barrages de retenue de Butgenbach et Robertville en vue du renouvellement du permis d'exploiter les centrales hydroélectriques

Numéro de projet : 2012-13 Bévercé

Pays : Belgique

Client : Electrabel – GDF Suez

Secteur : Etudes environnementales

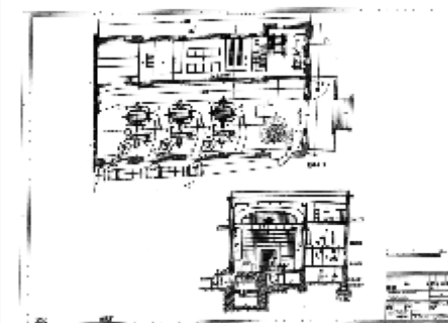
Durée du chantier : Q4/2012 – Q4/2013

Mise en Service : N/A



Objet du projet :

- Etude de l'hydropeaking selon la méthode numérique de l'ONEMA
- Etudes des impacts environnementaux du barrage (sédiments, faune aquatique, berges,...),
- Etude comparative des scenarii (variation du nombre de turbines et du débit réservé)
- Avant-Projet simplifié et consultation de marché



Paramètres techniques du Projet :

- Hauteur du barrage : 55 m,
- Chute exploitée : 153,7 m,
- Puissance installée : 10 MW,
- Productible : 25 GWh annuel,
- Débit d'équipement : 9m³/s,
- Débit réservé : Néant,

Acteurs opérationnels :

1. Electrabel – GDF Suez :
 - Propriétaire et exploitant
2. MTBE
 - Etude environnementale
 - Avant-projet





mtbe : Références - Portfolio

MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE

- ◆ Programme de la Basse-Sambre navigable
 - ◆ 6 Barrages existants
 - ◆ Contraintes multiples : navigation, inondation, protection de la faune aquatique
 - ◆ Basses chutes (entre 2,2 et 4,75 m)
 - ◆ Débits équipé de 18 à 35 m³/s







mtbe : Références - Portfolio

MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE

Programme de la Basse-Sambre navigable

- Prototype de Marcinelle
- Design du système de levage pour mise en sécurité en cas de crue
- Supervision des travaux
- Opération et maintenance

<u>Intitulé du projet</u> : Centrale Hydroélectrique de Marcinelle (Sambre)	
<u>Numéro de projet</u> : 2009-07 Marcinelle	
<u>Pays</u> : Belgique	
<u>Client</u> : HyDro B SA	
<u>Secteur</u> : Hydroélectricité	
<u>Période du projet</u> : 09-2010 à 03-2011	
<u>Objet du projet</u> :	
<ul style="list-style-type: none"> • La mise en place d'une centrale hydroélectrique amovible • 2 turbines VLH • Suivi de production et Maintenance préventive du site 	
	<u>Paramètres techniques du Projet</u> :
	<ul style="list-style-type: none"> • Chute : 3 m • Puissance : 660 kW • Productible : 1800 MWh/an
<u>Montant des travaux</u> :	
<ul style="list-style-type: none"> • Total du projet : 1.800.000€ 	
<u>Acteurs opérationnels</u> :	
<ol style="list-style-type: none"> 1. HyDroB SA : <ul style="list-style-type: none"> • Propriétaire de la centrale 2. MTBE <ul style="list-style-type: none"> • Mission Technique de projet • Ensemblier et fournisseur de la centrale • Suivi production et maintenance 3. MJ2 Technologies <ul style="list-style-type: none"> • Fabricant de la turbine VLH 4. Sofico <ul style="list-style-type: none"> • Réalisation du génie civil 5. Sofico <ul style="list-style-type: none"> • Concedant et Réalisation du génie civil 	



- ◆ Programme de la Basse-Sambre navigable
 - ◆ Monceau-sur-Sambre
 - ◆ Centrale hydroélectrique Fish-Friendly totalement amovible en cas de crue
 - ◆ Changement de type de turbine par rapport à Marcinelle
 - ◆ Génie civil réalisé durant l'été 2015
 - ◆ Mise en service attendue fin 2015

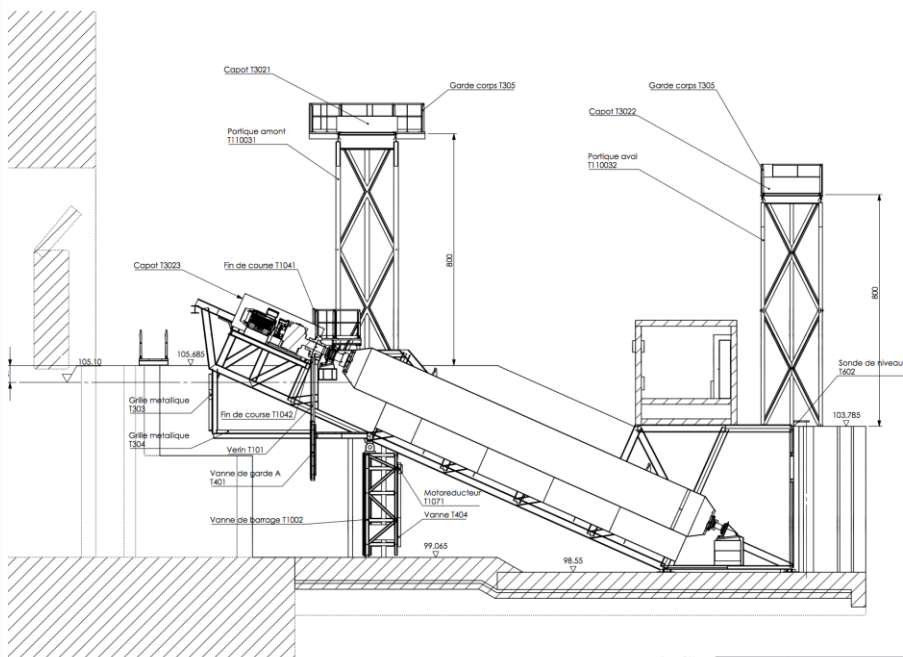
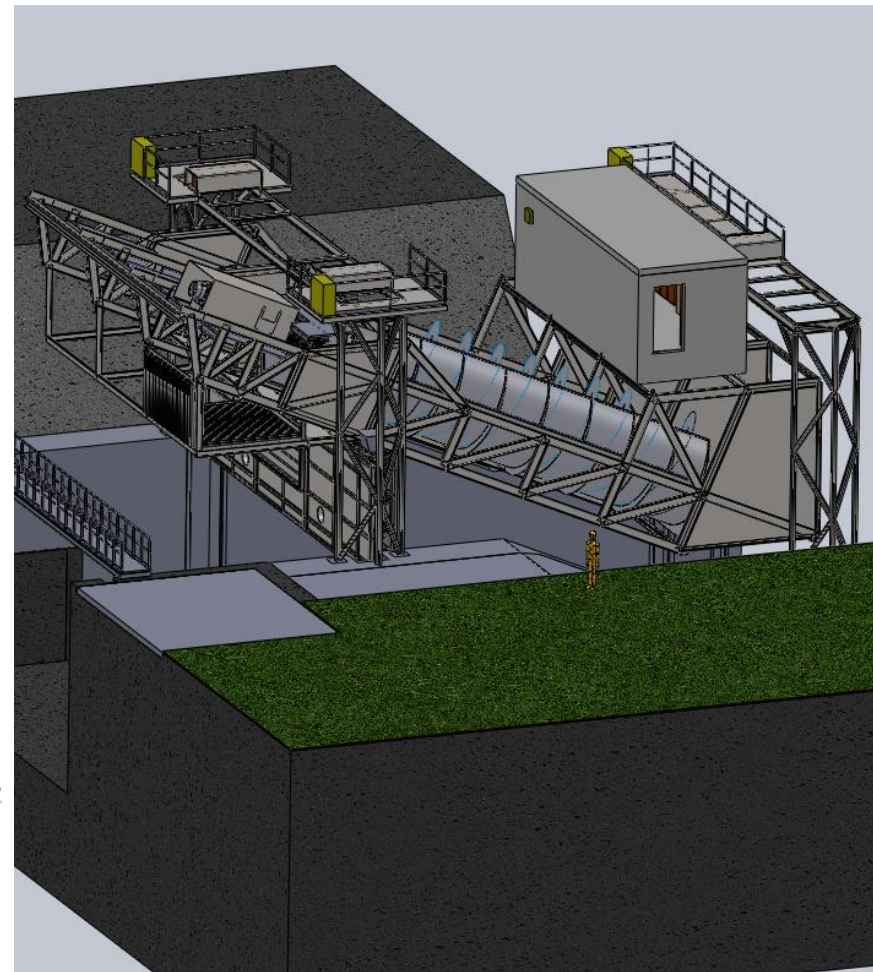




mtbe : Références - Portfolio

MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE

Programme de la Basse-Sambre navigable



Page 3/6	BT	15/04/2015	REVISION DU PLAN
Z3 SCHREI/102	REV	Date	Modification
201301 MONSIEUR - (SPL,Gen,08)N01			COUPE LONGITUDINALE AA
MTBE SA		www.mtbe.be	
<small>Parc artisanal du Montceau - Allée des Artisans 26 - 4130 Méry 11R 120 (04 368 12 70) Ce document reste la propriété de l'entreprise et ne peut être transmis sans autorisation.</small>			

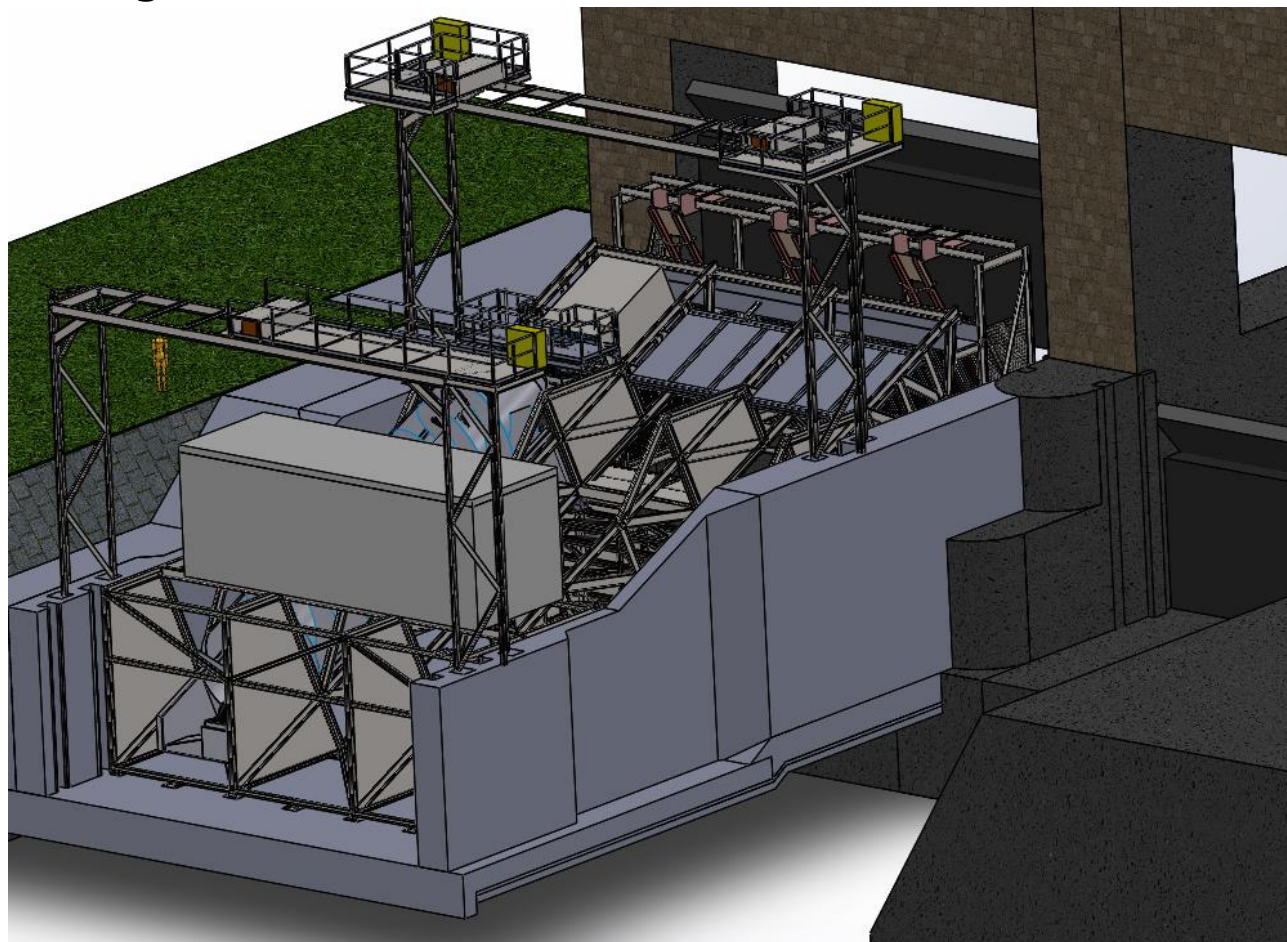




mtbe : Références - Portfolio

MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE

- Programme de la Basse-Sambre navigable





mtbe : Références – Concluions Portfolio

MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE

- ◆ M.T.B.E. s'appuie aujourd'hui sur une véritable expérience en Wallonie et à l'étranger
- ◆ Expertise au service des clients privés et institutionnels
- ◆ Connaissance des marchés publics
- ◆ Large palette de technologies, toujours respectueuses de l'environnement
- ◆ Equipes disponibles pour l'exploitation et la maintenance



hece : Hydraulics in Environmental and Civil Engineering

Groupe de recherche en hydraulique de l'environnement

naturel et construit



Michel
Piroton



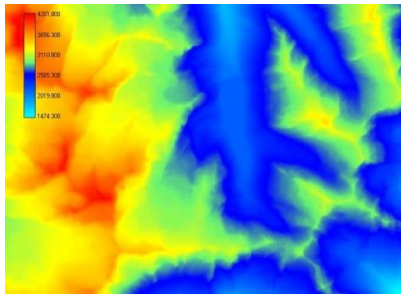
Benjamin
Dewals



Sébastien
Erpicum



Pierre
Archambeau



Modélisation
hydrologique



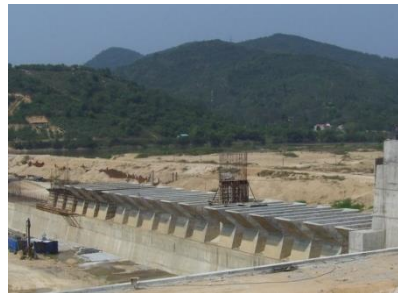
Analyse du risque
inondation



Rupture de barrage et
écoulements transitoires



Transport sédimentaire
et morphodynamique



Ouvrages hydrauliques



Écoulements mixtes
et di-phasiques

hece : Hydraulics in Environmental and Civil Engineering

Groupe de recherche en hydraulique de l'environnement naturel et construit



Michel Piroton



Benjamin Dewals



Sébastien Erpicum



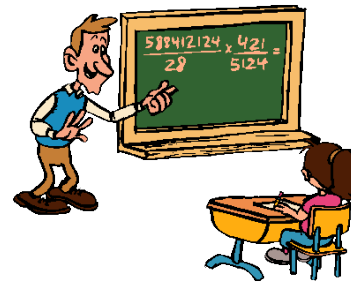
Pierre Archambeau

→ 15-20 personnes (doctorants, chercheurs post doct, ingénieurs, techniciens)

Enseignement

Recherche

Prestations





hece : une approche couplée, associant modélisation expérimentale et numérique, qui permet une analyse rationnelle, complète et efficace

Laboratoire d'essais hydrauliques (1100 m², débits jusque 400 l/s)



- ✓ Représentativité et interaction
- ✓ Outil unique de promotion et de communication

Développement de la suite logicielle WOLF : modèles numériques 1D, 2D & 3D

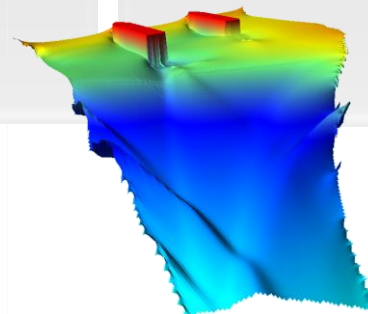
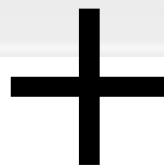


WOLF HYDRO

WOLF 1D

WOLF 2D / 3D

- ✓ Grande flexibilité, avec coûts et délais réduits
- ✓ Disponibilité et richesse des résultats





Existant :

4 groupes → 96 MW

1080 m³/s - 10.8 m

640 GWh/an

Projet :

+ 28 MW (groupe 5)

320 m³/s

100 GWh/an



hece : Quelques exemples... à l'étranger

Suréquipement de l'usine de Gamsheim (Rhin, France-Allemagne) EDF



Modèle réduit (1/40^e)

Optimisation de la géométrie

- amélioration des conditions d'écoulement
- augmentation du rendement
- diminution des sollicitations



hece : Quelques exemples... à l'étranger

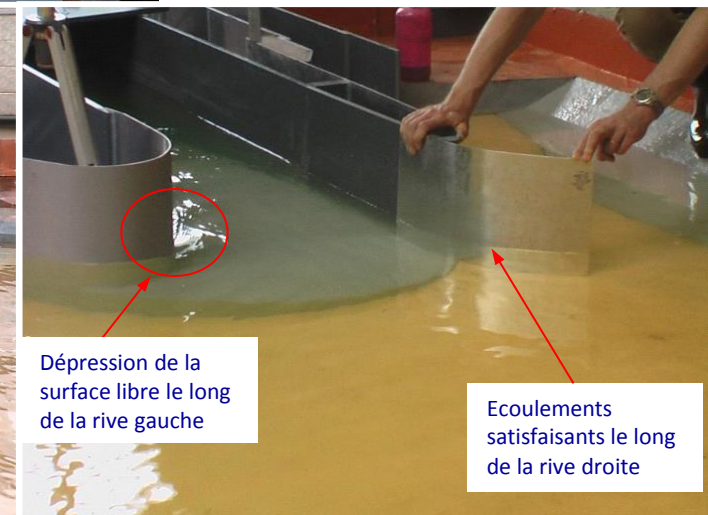
Suréquipement de l'usine de Gamsheim (Rhin, France-Allemagne)



Modèle réduit (1/40^e)

Optimisation de la géométrie

- amélioration des conditions d'écoulement
- augmentation du rendement
- diminution des sollicitations



Dépression de la surface libre le long de la rive gauche

Ecoulements satisfaisants le long de la rive droite

hece : Quelques exemples... à l'étranger

Centrale B de Kembs (Rhin, France)



Augmentation du
débit réservé
→ Nouvelle centrale
8,4 MW
90 m³/s – 11 m
0,28 GWh/an



© 2009 GeoBasis-DE/BKG
© 2016 Google

Google earth

Date des images satellite : 16/7/2007 47°37'11.14"N 7°34'13.30"E élév. 240 m altitude 1.26 km

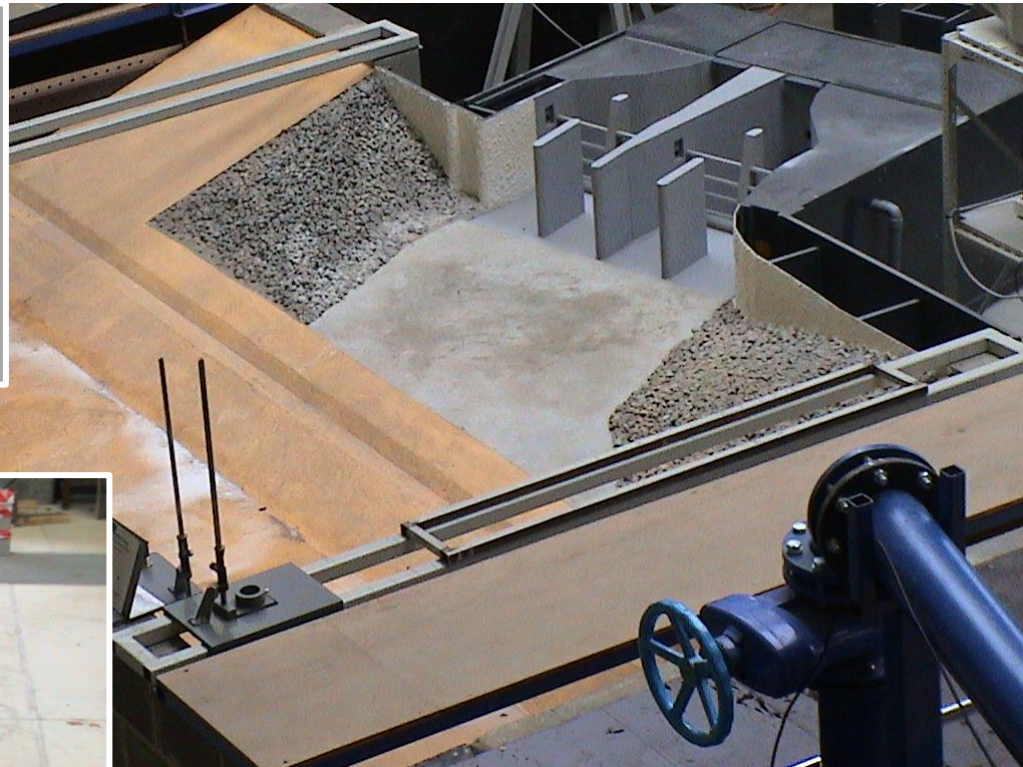
hece : Quelques exemples... à l'étranger

Centrale B de Kembs (Rhin, France)



Modèle réduit (1/25^e)

- Validation du dimensionnement
- Courant d'attrait pour les poissons
- Mise au point d'un système anti-vortex



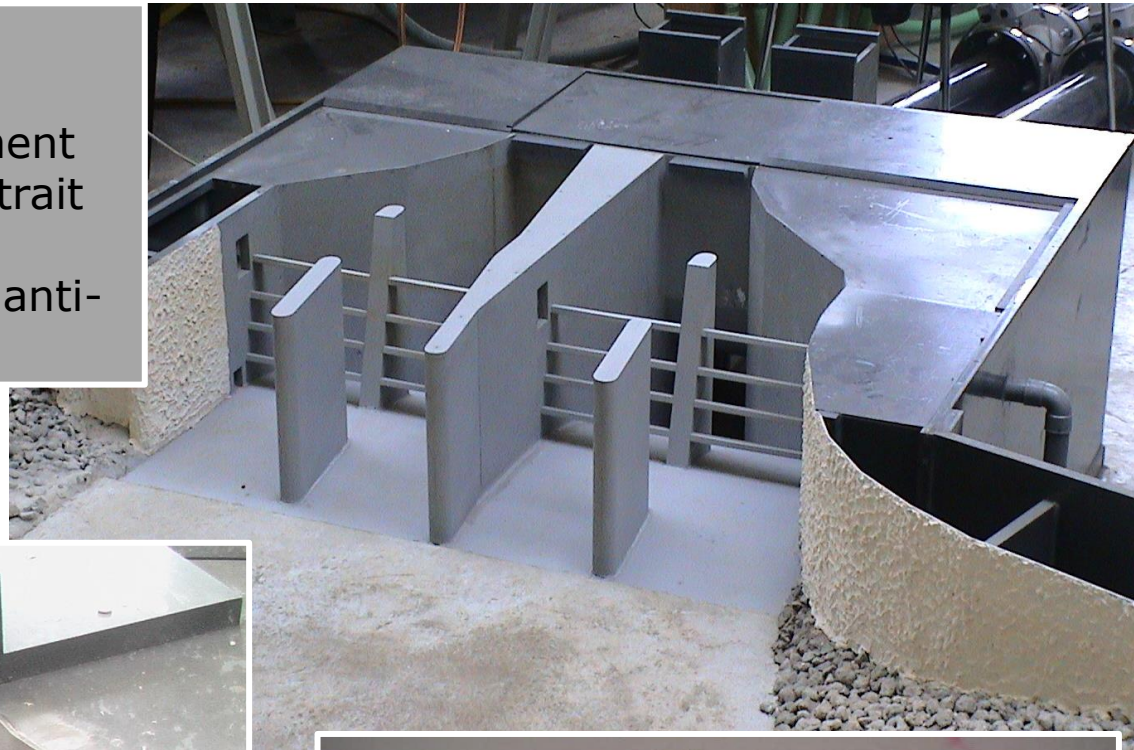
hece : Quelques exemples... à l'étranger

Centrale B de Kembs (Rhin, France)



Modèle réduit (1/25^e)

- Validation du dimensionnement
- Caractérisation courant d'attrait pour les poissons
- Mise au point d'un système anti-vortex





Ouvrage existant

Etude d'un système de
dessablage dans la
retenue



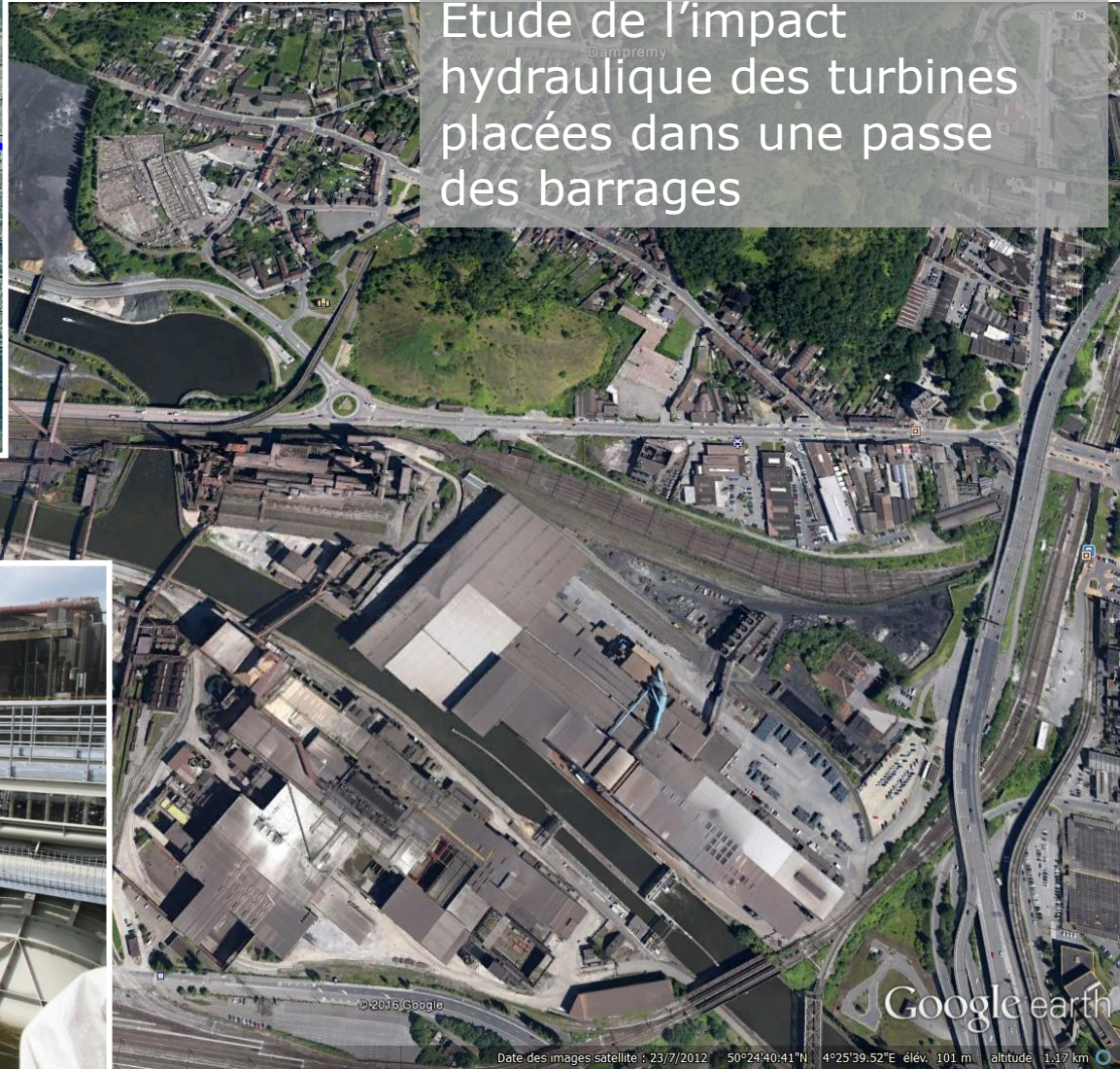
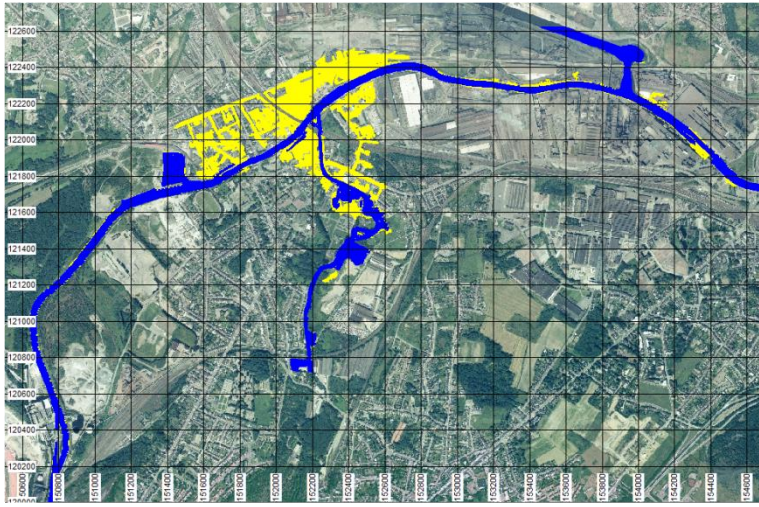
Modèle réduit (1/35^e)

- Sciure de bois calibrée pour représenter les sédiments
- Dimensionnement et validation d'un dessableur dans la retenue



hece : Quelques exemples... en Belgique

Equipement des barrages mobiles de la Sambre (Sambre)

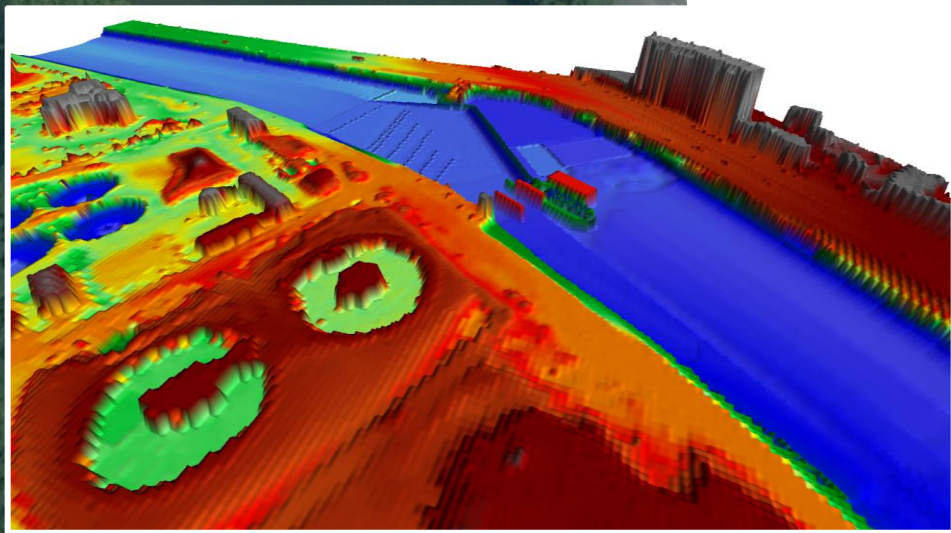


hece : Quelques exemples... en Belgique

Centrale flottante au barrage des Grosses Battes (Ourthe)



Etude de l'impact hydraulique de la centrale flottante



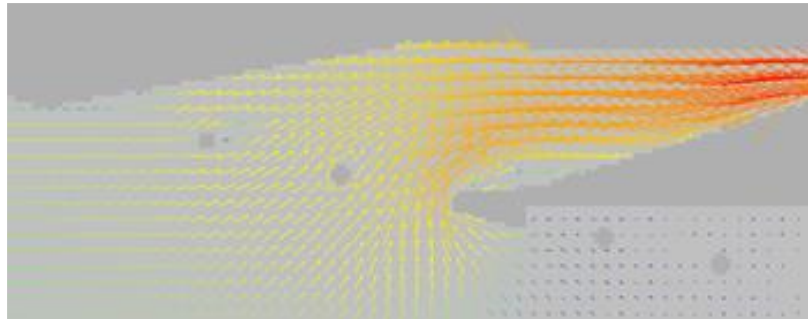
© 2016 Google
Image © 2016 DigitalGlobe
© 2009 GeoBasis-DE/BKG

hece : Quelques exemples... en Belgique

Ingénieur de projet – Turbine en kit
→ projet d'étudiants : conception
d'un kit d'installation d'une pico-
turbine « Turbiwatt Lynx »



IdP | INGÉNIEUR de PROJETS | mtbe
MERYTHERM BUREAU D'ÉTUDE



4^{ème} écluse de Lanaye

→ Dimensionnement hydraulique des
ouvrages de prise d'eau / rejet de la
centrale de pompage / turbinage



hece : L'hydroélectricité, c'est aussi...

Etude de franchissabilité par les poissons (Néblon- Belgique)



Entraves à la circulation des poissons

(sur base de l'inventaire réalisé par la Fédération des Sociétés de Pêche de l'Est)



Bassin du Néblon



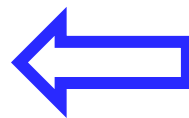
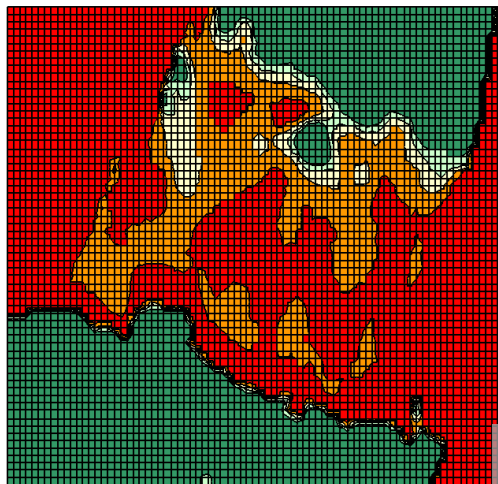
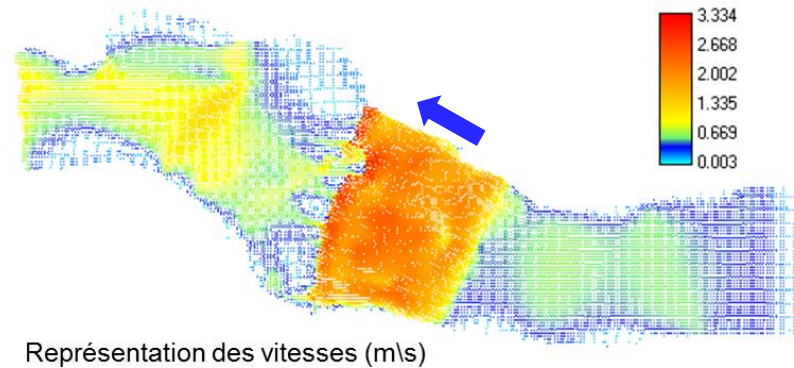
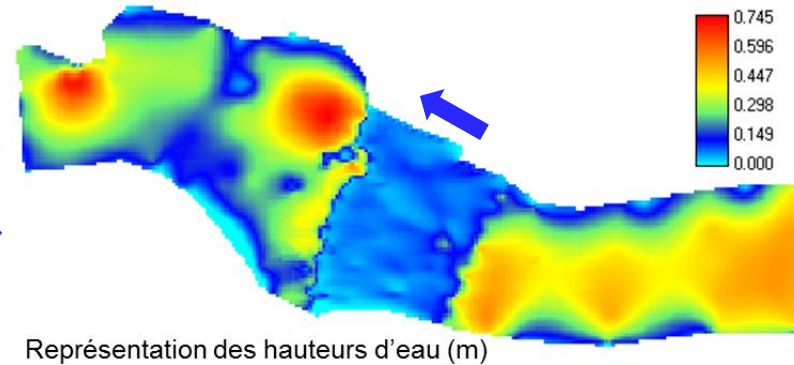
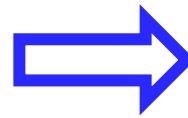
Infographie : Tr. B. De Bast (MRW - DGRNE - Dir. Cours d'Eau non navigables)

Document 2008/2009

Estimation de la probabilité de franchissement d'un seuil sur base de critères hydrauliques

hece : L'hydroélectricité, c'est aussi...

Etude de franchissabilité par les poissons (Néblon- Belgique)

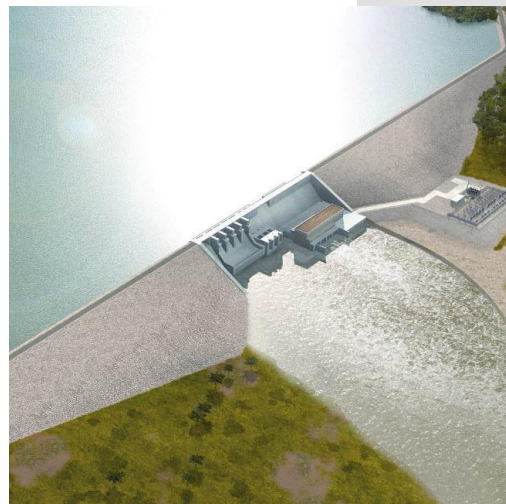


Estimation de la probabilité de franchissement d'un seuil sur base de critères hydrauliques

hece : L'hydroélectricité, c'est aussi...

Dispositif de réoxygénation (Lom/Pangar - Cameroun)

Barrage de Lom Pangar
- Réservoir: 6 Gm³
- Régulation des débits
de la Sanaga



hece : L'hydroélectricité, c'est aussi...

Dispositif de réoxygénation (Lom/Pangar - Cameroun)



Conception et validation sur modèle physique d'un ouvrage de réoxygénation des eaux turbinées en aval du barrage ($0 \rightarrow 100 \text{ m}^3/\text{s}$)
→ amélioration de la qualité des eaux dans la rivière en aval



hece : L'hydroélectricité, c'est aussi...

Déconstruction/renaturation: aménagement de Livet/Gavet
(Romanche, France)

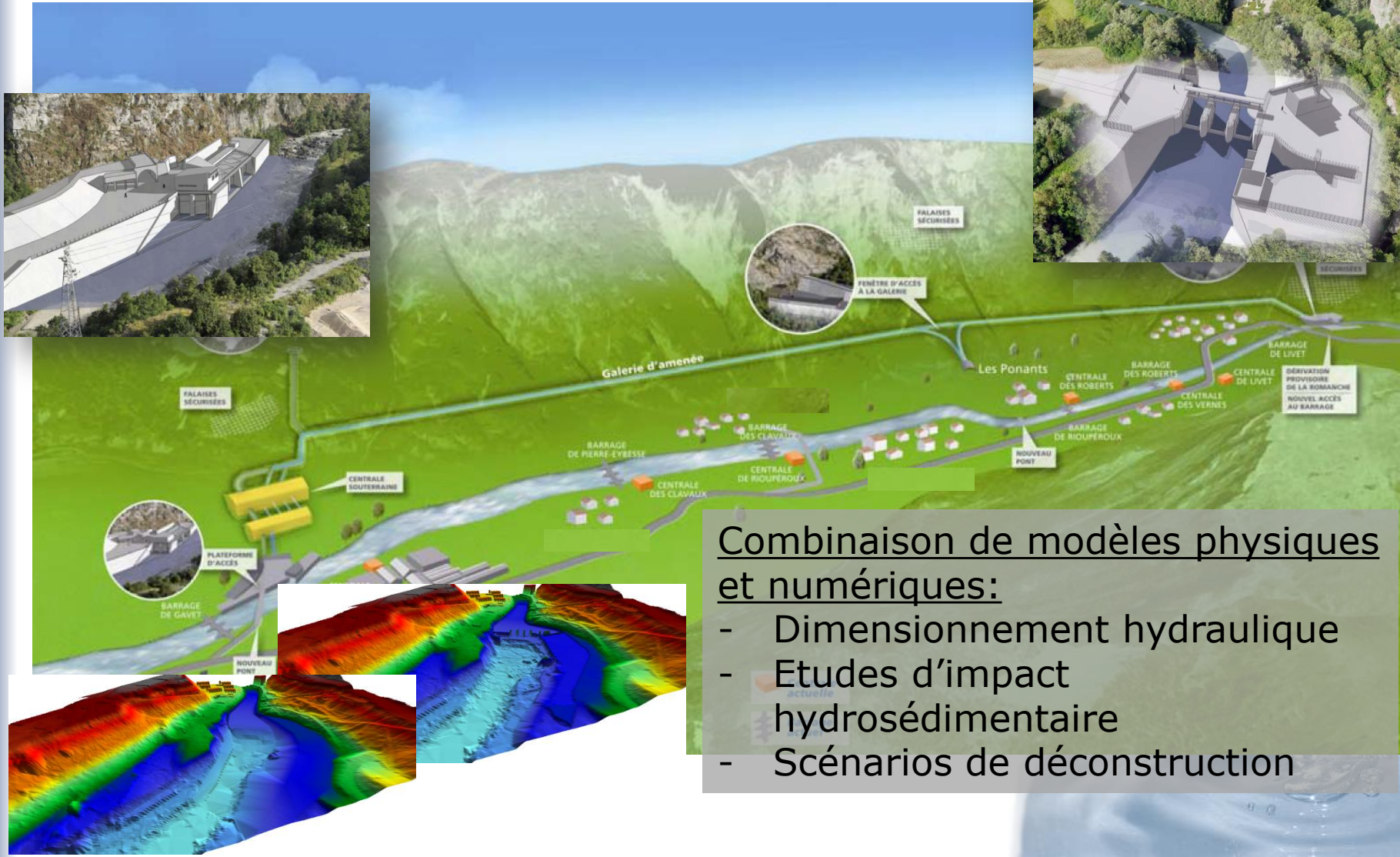


Remplacement de 6 centrales / 5 barrages par un nouvel aménagement unique souterrain



hece : L'hydroélectricité, c'est aussi...

Déconstruction/renaturation: Aménagement de Livet/Gavet
(Romanche, France)



Combinaison de modèles physiques et numériques:

- Dimensionnement hydraulique
- Etudes d'impact hydrosédimentaire
- Scénarios de déconstruction

hece : L'hydroélectricité, c'est aussi...

Dispositifs d'évacuation des crues – Développement des déversoirs en touches de piano (Piano Key Weirs)

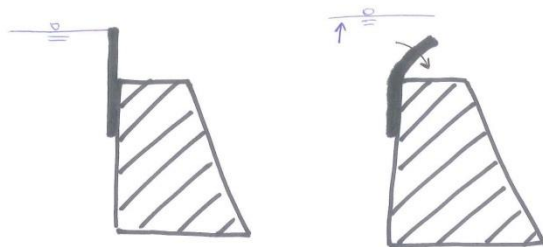


hece : projets en cours / perspectives en Wallonie

Projet Smartwater: « Système de régulation des réseaux électriques par intégration de sites carriers et souterrains pour le stockage énergétique par turbinage-pompage hydroélectrique »



SmartWater
PUMPED HYDRO STORAGE



Seuils souples: rehausses à géométrie variable sur déversoirs

PaPWeirs: Combinaison déversoir + passe à poissons



Récupération d'énergie dans les réseaux d'adduction et de distribution

Conclusion:



✓ Une **expertise** wallonne technique, en montage de projets et R&D, largement démontrée en et hors Europe depuis plus de 15 ans



✓ Un **potentiel** indéniable pour de (nouveaux) petits aménagements hydro électriques

→ de nouvelles **opportunités** !



Merci de votre attention!



MTBE SA-Merytherm Bureau d'étude

Allée des Artisans, 26
B-4130 Tilff (Belgique)

Tel : +32 (0)43 88 12 70
Fax : +32 (0)43 88 26 21
Mail contact : hydro@mtbe.be
Web : www.mtbe.be

HECE – Université de Liège
Département Argenco

Allée de la Découverte , 13A
B-4000 Liège (Belgique)

Tel : +32 (0)43 66 95 96
Fax : +32 (0)43 66 95 58
Mail contact : S.Erpicum@ulg.ac.be
Web : www.hece.ulg.ac.be