



LA CENTRALE D'ACCUMULATION PAR POMPAGE DE COO – TROIS-PONTS

et les centrales hydroélectriques
du Sud-Est de la Belgique

Electrabel
GDF SUEZ

UN PEU D'HISTOIRE

Jusqu'au milieu du 18^{me} siècle, l'Amblève dessine un méandre remarquable, que l'on appelle aujourd'hui « le Tour de Coo ». À cette époque, les moines de l'Abbaye de Stavelot modifient le cours de cette boucle et aménagent la cascade de Coo.

Dans les années 60, les producteurs belges d'électricité en quête d'un site approprié pour la construction d'une centrale d'accumulation par pompage, ont leur attention attirée par ce méandre délaissé et y voient l'intérêt de lui rendre vie en y établissant leurs installations.

Entamé en 1967, l'aménagement est prévu en deux phases. La première s'est achevée en 1971-1972 par la mise en service de trois groupes turbo-alternateurs (Coo 1) avec une puissance totale de 474 MW. Les travaux de la seconde, comprenant l'installation de trois groupes supplémentaires de puissance accrue – 690 MW –, sont terminés en 1979 (Coo 2).

Le site de Coo avant sa transformation (année 1966)



Bassin inférieur

Le bassin inférieur est conservé tel quel, avec deux digues pour isoler le méandre du cours naturel de l'Amblève. Les digues du bassin sont réalisées au moyen des déblais provenant de l'excavation des ouvrages souterrains, complétées par des alluvions prélevés dans le fond du bassin. Le volume total des deux digues est de 400 000 m³ environ.

Deux lacs artificiels, constituant les bassins supérieurs, sont aménagés au sommet du plateau.

Construction du second bassin supérieur



Tous les autres ouvrages, à savoir les deux conduites forcées amenant l'eau des bassins supérieurs vers la centrale et la salle des machines qui abrite les six groupes turbo-alternateurs, sont conçus en souterrain. Pas moins de 275 000 m³ de roche sont excavés pour les réaliser. Le coût total de l'investissement se situe au delà d'un milliard d'euros.



Construction des ouvrages souterrains

Chiffres-clés de la centrale d'accumulation par pompage de Coo – Trois-Ponts

Puissance maximale en turbinage :

1 164 MW (Coo 1 : 3 x 158 MW + Coo 2 : 3 x 230 MW)

Puissance maximale en pompage :

1 035 MW (Coo 1 : 3 x 145 MW + Coo 2 : 3 x 200 MW)

Débits maximum (turbinage) :

Coo 1 = 3 x 65 m³/sec

Coo 2 = 3 x 109 m³/sec

Durée de fonctionnement à pleine puissance :

Pompage : Coo 1 = 7h30, Coo 2 = 5h45

Turbinage : Coo 1 = 6h, Coo 2 = 5h

Capacité énergétique journalière au poste de Coo :

Coo 1 = 2 300 MWh

Coo 2 = 2 700 MWh

Production moyenne annuelle : 1 600 GWh/an

Rendement : 75 %

CENTRALE D'ACCUMULATION PAR POMPAGE : UNE TECHNOLOGIE PROPRE ET AVANTAGEUSE

La centrale d'accumulation par pompage de Coo – Trois-Ponts offre des avantages irréfutables sur les plans énergétique, écologique et économique :

- Couverture des pointes de consommation pour lesquelles la mise en service de centrales thermiques s'avère lente et coûteuse.
- Modulation aisée de la puissance produite en fonction des variations de la demande.
- Réserve d'énergie quasi instantanée en cas de panne d'une grosse unité ou d'une perturbation du réseau grâce à sa possibilité de démarrage et de prise de charge en quelques dizaines de secondes.
- Possibilité de démarrage autonome des groupes (sans apport d'énergie extérieure).
- Sert à équilibrer la production du renouvelable non prévisible (éolien, solaire).
- Assure la stabilité du réseau: l'énergie électrique ne peut pas être stockée et les besoins en électricité fluctuent au cours de la journée; les centrales doivent à tout moment produire exactement la quantité d'électricité dont le réseau a besoin.
- Source d'énergie non polluante :
 - qui ne consomme pas d'eau : c'est le même volume d'eau qui est constamment transféré d'un bassin à l'autre;
 - qui ne nécessite pas de combustion : donc pas d'émissions nocives.
- La conception souterraine de la plupart des installations techniques et le reboisement des digues de ceinture ont un impact maîtrisé sur l'environnement et permettent de sauvegarder la beauté du site.

La centrale d'accumulation par pompage de Coo – Trois-Ponts

L'EAU

SOURCE D'ELECTRICITE

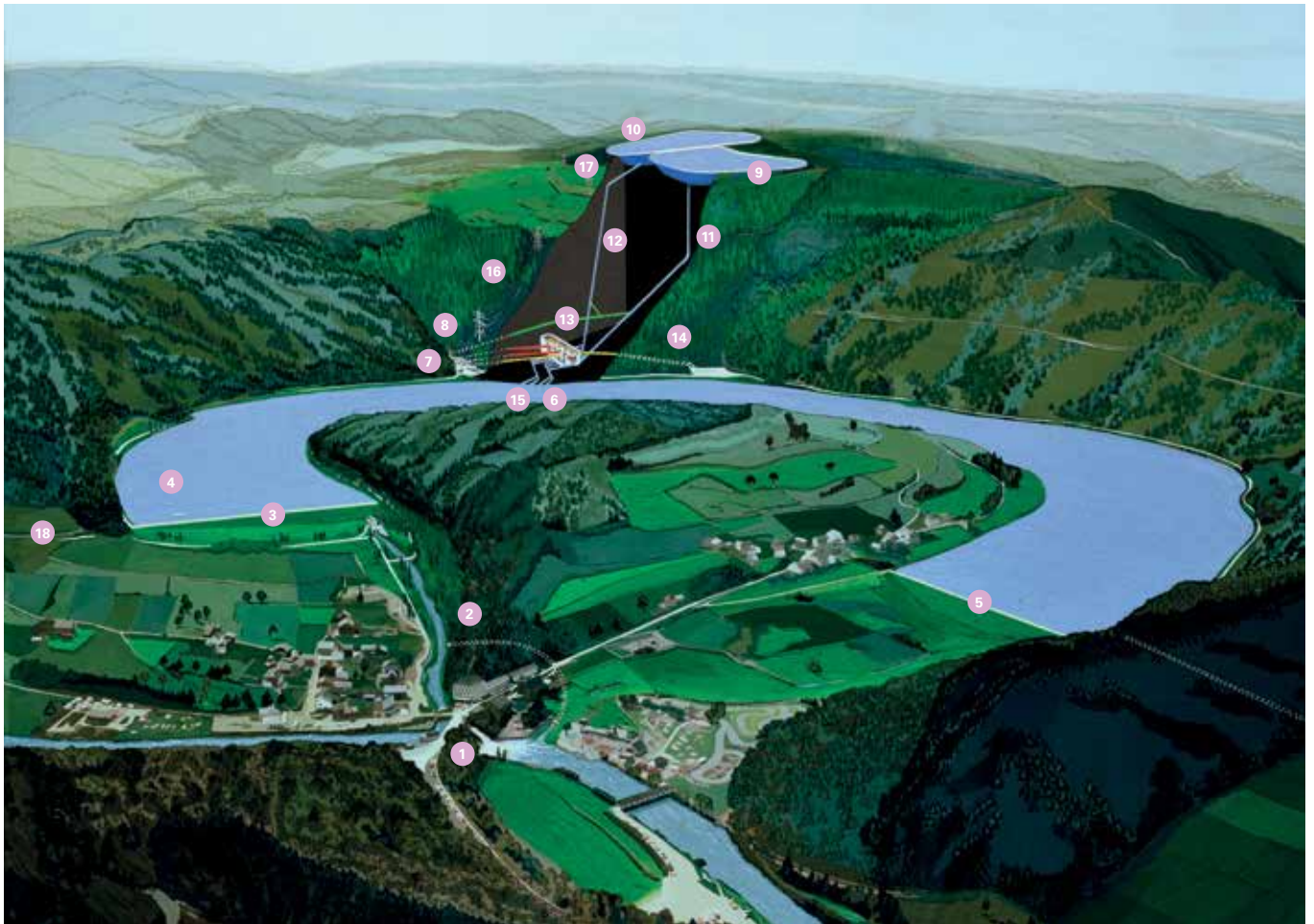


Schéma du site

- | | | | |
|--|--|---|--------------------------------|
| 1 Cascade de Coo | 5 Digue aval | 10 Bassin supérieur 2 (4 540 000 m ³) | 15 Liaisons bassin inférieur |
| 2 Centrale hydroélectrique de Coo dérivation | 6 Prise d'eau inférieure | 11 Conduite d'amenée 1 | 16 Ligne haute tension 380 kV |
| 3 Digue amont | 7 Transformateur 20/380 kV | 12 Conduite d'amenée 2 | 17 Poste 380 kV de Brume |
| 4 Bassin inférieur (8 540 000 m ³) | 8 Groupe diesel de secours | 13 Salle des machines | 18 Route d'accès à la centrale |
| | 9 Bassin supérieur 1 (4 000 000 m ³) | 14 Galerie des visiteurs | |

COMMENT FONCTIONNE UNE CENTRALE ÉLECTRIQUE?

Principe général

Dans une centrale électrique thermique classique, l'énergie électrique est produite par une série de transformations énergétiques. La combustion du combustible (énergie chimique) dégage de la chaleur (énergie thermique) qui transforme de l'eau en vapeur. Cette vapeur entraîne une turbine (énergie mécanique), laquelle fait tourner un alternateur. Celui-ci transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

Le fonctionnement d'une centrale hydroélectrique est bien plus simple : c'est l'eau elle-même qui, en s'écoulant (énergie cinétique), fait tourner la turbine (énergie mécanique).

Les particularités d'une centrale par pompage

À l'étranger, une centrale hydroélectrique classique est généralement installée dans une région montagneuse où la fonte de la neige d'hiver ne demande qu'à descendre. L'eau, retenue en altitude, est canalisée vers la vallée à une pression suffisante pour mettre en mouvement la roue de la turbine.



Site d'Artouste (Pyrenées-Atlantiques, France)

En Belgique, les dénivellations du relief ne sont d'une part pas suffisantes pour faire fonctionner des centrales de grande puissance et d'autre part nous manquons de plans d'eau en altitude. La solution est de créer artificiellement une réserve d'eau en altitude. La centrale d'accumulation par pompage de Coo est construite suivant ce principe.

FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE DE COO – TROIS-PONTS

Bassins

La centrale d'accumulation par pompage de Coo – Trois-Ponts se compose de deux bassins supérieurs, d'une salle des machines et d'un bassin inférieur.



Bassins supérieurs

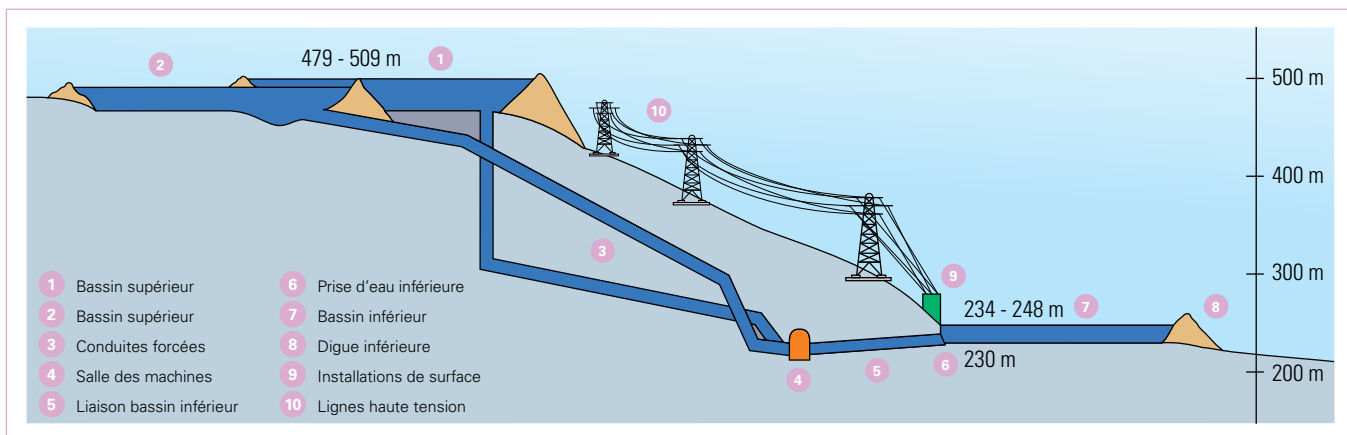
L'eau est amenée par pompage dans les bassins supérieurs durant les périodes où la consommation d'énergie est réduite, la nuit et les week-ends par exemple.

Inversement, en période de pointe de consommation, l'eau est déversée des bassins supérieurs vers le bassin inférieur en passant par la salle des machines où se situent les turbines et les alternateurs qui produisent l'électricité requise.

C'est toujours le même volume d'eau qui est utilisé, dans un sens comme dans l'autre.

Chaque **bassin supérieur** a une profondeur moyenne de 28 m. Le volume d'eau est de 4 millions de m³ pour l'un et de 4,5 millions pour l'autre. La surface totale des bassins couvre environ 60 ha.

Le **bassin inférieur** occupe quant à lui une superficie de 71 ha; sa capacité utile est de 8,5 millions de m³, soit autant que la capacité des deux bassins supérieurs réunis.



Il n'existe pas de communication entre les deux bassins supérieurs; ceux-ci sont reliés chacun à la centrale par une conduite forcée distincte.

Conduites forcées

Les deux **conduites forcées** amenant l'eau des bassins supérieurs vers la centrale ont un diamètre variant de 6,5 à 8 m suivant leur degré d'inclinaison. Elles sont longues respectivement de 995 m et 1 055 m et sont de conception différente. L'eau du premier bassin se déverse d'abord dans un puits vertical au cœur de la colline, pour s'échapper ensuite dans un tronçon oblique en direction de la centrale. Dans le cas du second bassin, après la prise d'eau latérale, la conduite suit d'abord une tranchée exécutée le long de la pente avant de plonger plus profondément vers la salle des machines.



Bassin supérieur 2 et prise d'eau

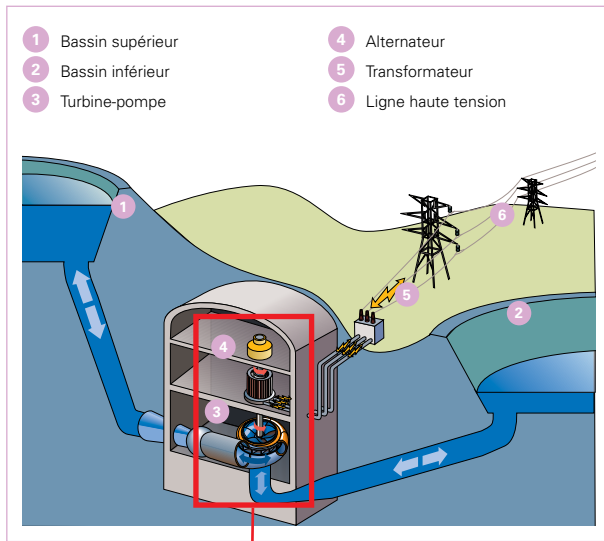
Salle des machines

La **salle des machines** est longue de 128 m, large de 22 m et haute de 40 m. Elle a été réalisée à un niveau plus bas encore que celui de l'eau du bassin inférieur afin d'assurer la bonne marche des turbines-pompes.

En mode turbinage et à puissance maximale, par seconde, près de 500 000 litres d'eau provenant des bassins supérieurs passent au travers des turbines, ce qui représente le volume d'eau d'une piscine olympique toutes les 5 secondes !



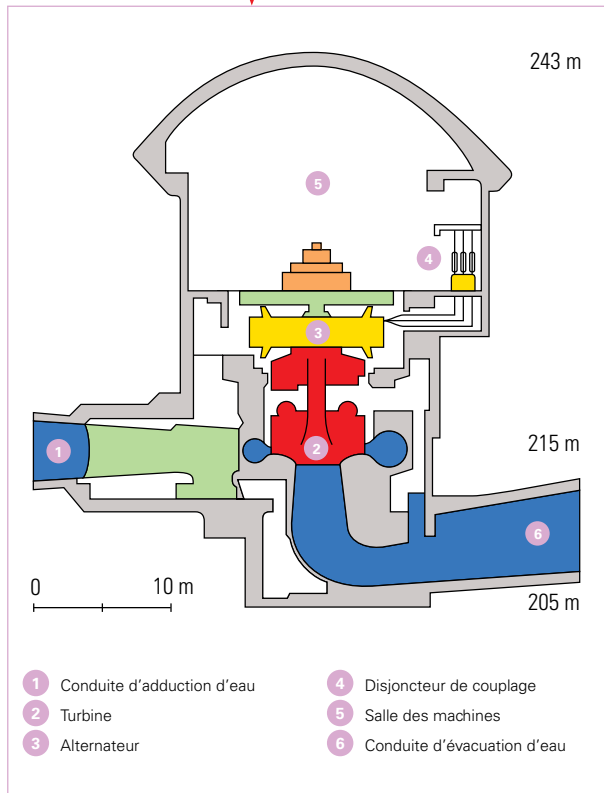
Salle des machines



Turbine (axe)

La pression et la vitesse de l'eau font tourner la roue de la **turbine**. L'axe sur lequel cette roue est montée est relié à l'alternateur qui produit de l'électricité.

A la sortie des turbines, l'eau a encore suffisamment de pression pour atteindre le bassin inférieur en empruntant les deux galeries de fuite longues respectivement de 150 et 190 m.



L'**alternateur** se compose d'un rotor – un électro-aimant puissant – qui tourne dans le stator – un cylindre fixe contenant des bobines de cuivre. La rotation du rotor produit un courant alternatif dans les bobines du stator.



Mise en place du rotor d'un alternateur

Les trois groupes les plus anciens (puissance de 158 MW par groupe) ont une vitesse de rotation de 300 tours par minute; les trois autres groupes (puissance de 230 MW par groupe) fonctionnent à 273 tours par minute.

Transformateurs

L'électricité produite est ensuite transportée des alternateurs vers les **transformateurs** via deux galeries. Les transformateurs élèvent la tension à 380 kV de manière à réduire les pertes liées au transport du courant dans les lignes électriques. Par l'intermédiaire d'un poste à haute tension et le réseau haute tension, l'électricité est dirigée vers différentes stations de transformateurs où la tension est à nouveau abaissée afin de pouvoir livrer le courant chez le consommateur final à la bonne tension.

Transformateurs et ligne à haute tension



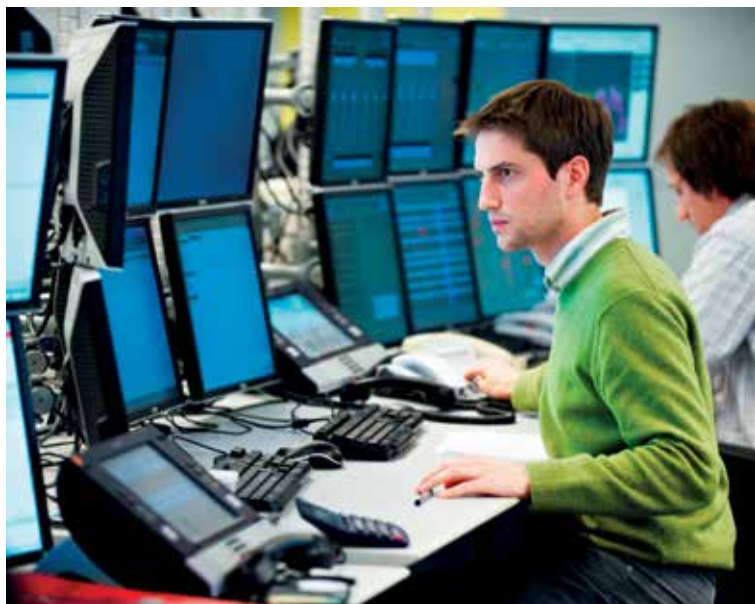
Groupes réversibles

Les **groupes** installés à Coo sont du type réversible c'est-à-dire qu'ils peuvent fonctionner soit en turbine, soit en pompe. Dès lors, pour remonter l'eau du bassin inférieur vers les bassins supérieurs, pendant les heures creuses (nuit, week-end), le système est inversé : l'alternateur devient moteur et son rotor tourne en sens inverse, entraînant la roue qui pompe dès lors l'eau vers les bassins supérieurs.

Le rendement global de l'opération atteint environ 75 % c'est-à-dire que les trois-quarts de l'énergie prélevée aux heures creuses sont restitués aux heures de pointe. A pleine capacité, la centrale de Coo peut fournir une puissance de 1 100 MW pendant 6 heures : autant qu'une unité nucléaire mais avec un temps de démarrage inférieur à 2 minutes.

Dispatching

Toute la centrale est entièrement pilotée par des opérateurs depuis un **dispatching** situé à Bruxelles qui décident du moment et de la façon dont les groupes de Coo doivent fonctionner.



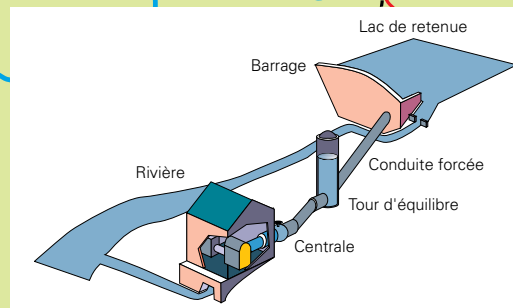
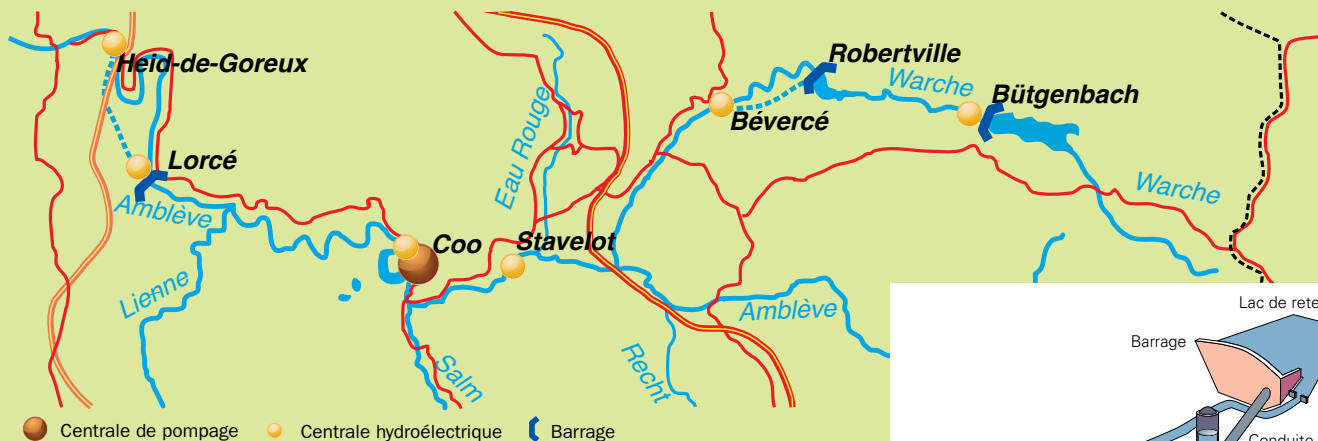
Centre de dispatching

LES CENTRALES HYDROELECTRIQUES DU SUD-EST DE LA BELGIQUE

Outre la centrale de Coo – Trois-Ponts, Electrabel exploite également dans le Sud-Est de la Belgique un certain nombre de centrales au fil de l'eau et de centrales de barrage, surtout sur la Warche et sur l'Amblève.



Barrage de Robertville



Centrale au fil de l'eau de Cierreux

Une **centrale au fil de l'eau** se situe sur un cours d'eau endigué. Elle a une faible hauteur de chute (de 3 à 15 m). Le volume et la vitesse du flux de l'eau passant à travers les turbines dépend du débit de la rivière.

Une **centrale de barrage** accumule d'abord une grande quantité d'eau dans un lac de retenue artificiel. La turbine se situe soit au pied du barrage, soit plus en aval le long du cours d'eau. Dans ce dernier cas, le barrage et la salle

des machines où sont situées les turbines sont reliées par une conduite forcée, c'est-à-dire une grosse canalisation, dans laquelle l'eau acquiert une force énorme. Dans la salle des machines, l'eau est projetée contre les aubes d'une turbine, qui entraîne à son tour un alternateur. A la sortie de

la turbine, l'eau a cédé son énergie et s'écoule dans le cours inférieur de la rivière. C'est la hauteur de chute de l'eau et le débit qui déterminent la puissance. Outre la production d'électricité, le barrage sert également de réservoir et permet de réguler les réserves d'eau potable et les crues. Les trois centrales d'Electrabel de ce type, qui forment la cascade Warche – Amblève, à savoir Bütgenbach, Bevercé – Robertville et Lorcé – Heid-de-Goreux, sont exploitées en fonction de différents critères comme les conditions climatiques, la gestion des crues, le maintien des plans d'eau pour les activités nautiques, estivales. L'optimisation de la production d'électricité tient compte au quotidien de tous ces facteurs et les turbinages sont planifiés au mieux de manière à pouvoir turbiner l'eau de Bütgenbach successivement dans les trois centrales sans les saturer.



Bütgenbach

Bütgenbach : construit entre 1929 et 1932 à une altitude de 545 m, le barrage de Bütgenbach a une double fonction :

convertir l'énergie hydraulique en électricité grâce à une petite turbine située au pied du barrage et compléter le barrage de Robertville devenu insuffisant pour réguler le débit de la Warche. Capacité: 1,80 MW. Production annuelle : 2 000 MWh.



Bévercé

Bévercé – Robertville : construit en 1925 le barrage de Robertville est situé sur la Warche à une altitude de 496 m. Il alimente non seulement la centrale hydroélectrique de Bévercé, située à

5,5 km en aval et à plus de 150 m en contrebas, mais également le réseau de distribution d'eau potable de Malmedy. Il joue un rôle important dans la régulation des crues de la rivière. Capacité: 9,20 MW. Production annuelle : 25 000 MWh.



Lorcé

Lorcé – Heid-de-Goreux : le lac de retenue de Lorcé sur l'Amblève, situé à une altitude de 179 m, régule le débit de la rivière. Une conduite amène l'eau depuis le barrage vers la centrale de Heid-de-Goreux (40 m plus bas) afin d'y produire de l'électricité. L'installation est en activité depuis 1932.

Capacité: 8,10 MW. Production annuelle : 30 000 MWh.

Les autres centrales hydroélectriques du parc de production d'Electrabel sur l'Amblève sont **Coo dérivation** (0,40 MW) et **Stavelot** (0,12 MW). Il s'agit de deux centrales au fil de l'eau. Leur production annuelle moyenne s'élève respectivement à 1 200 MWh et 500 MWh.

Electrabel exploite également les centrales hydroélectriques de **Cierreux** (Ronce) (0,10 MW), **La Vierre** (Vierre) (1,90 MW) et **Orval** (Semois) (0,05 MW).

ELECTRABEL, GROUPE GDF SUEZ

Electrabel fait partie de GDF SUEZ, un leader mondial de l'énergie et de l'environnement, qui inscrit la croissance responsable au cœur de ses métiers pour relever les grands enjeux énergétiques et environnementaux : répondre aux besoins en énergie, assurer la sécurité d'approvisionnement, lutter contre les changements climatiques et optimiser l'utilisation des ressources.

L'entreprise est le premier énergéticien en Belgique. Sur ce marché, elle est active dans les métiers de la production d'électricité, la vente d'électricité et de gaz naturel et des services à l'énergie. Electrabel offre à ses 3,3 millions de clients résidentiels, professionnels et industriels des solutions énergétiques à valeur ajoutée ainsi que des services sur mesure, en tirant parti des synergies entre l'électricité et le gaz naturel.

Electrabel dispose en Belgique d'un parc de production diversifié de 10 600 MW. Il est composé d'installations qui fonctionnent à base de sources renouvelables, de centrales à combustibles fossiles et de centrales nucléaires. Le taux d'émission de gaz à effet de serre de son parc de production est un des plus bas d'Europe. En Belgique, Electrabel est le plus important producteur et fournisseur d'énergie verte.

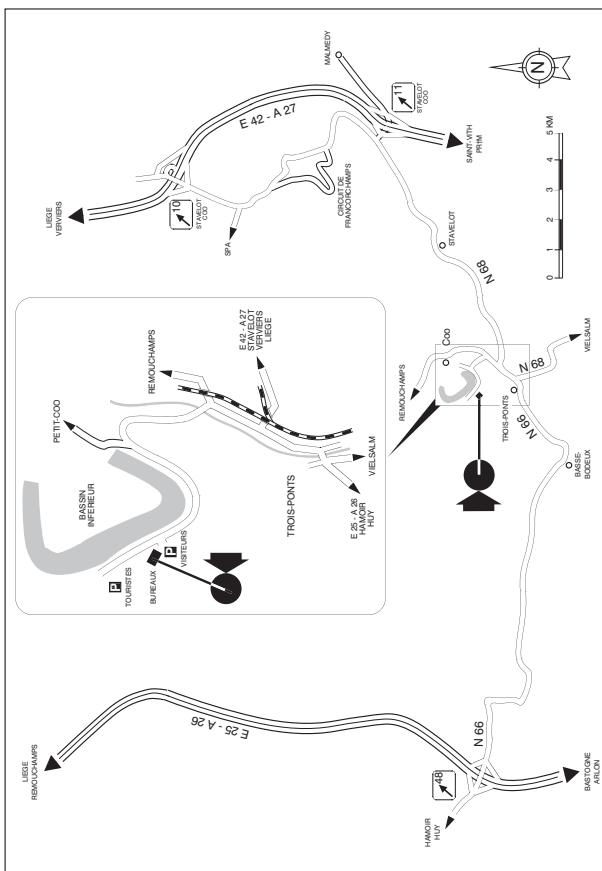
Electrabel sa
Boulevard Simón Bolívar 34 - 1000 Bruxelles, Belgique
Tél. + 32 2 510 72 22
www.electrabel.be

Coordination: Département Communication Electrabel
Photos: Philippe Daniel, Luc Freché, Alain Pierot, Jacques Breuer, Rudy de Barse, David Plas, Manuel Blondeau
Impression : Antilope Printing sa, Lier
D/2012/7.208/3



Les presses travaillent avec de l'encre à base végétale. Les déchets de papier, de carton ainsi que les plaques offset usagées sont récupérés et recyclés.

BIENVENUE



Centrale de Coo –Trois-Ponts
Route du Lac, 4980 Trois-Ponts