

### SURVOL

Depuis plus de 40 ans, l'entreprise RUTTEN Électromécanique, installée en Région wallonne, base son développement sur l'innovation et la recherche de solutions simples, notamment, dans le secteur des énergies renouvelables. Ainsi, dès 1987, l'entreprise a développé un concept de turbines hydroélectriques adaptées aux basses chutes, mises en œuvre en Belgique et ailleurs.

### LA RAISON D'ÊTRE DU PROJET

En Belgique, sur la Haute-Meuse, entre la frontière française et la ville de Namur, neuf barrages avec écluses ont été construits dans le passé, pour assurer la navigation et la gestion des crues en régulant le niveau d'eau mais sans y intégrer de centrales hydroélectriques. En Belgique comme ailleurs, la rentabilité de la construction d'une centrale hydroélectrique se justifie pour des dénivelés supérieurs à 4 mètres. En revanche, la majorité des barrages existants pour assurer la navigation sont inférieurs à 4 mètres. Pour ces faibles dénivelés, le coût du génie civil compromet la rentabilité de l'ouvrage. En effet, le coût du génie civil d'une centrale hydroélectrique « classique », avec génie civil, représente de 70 à 85 % du montant total de l'investissement, étant donné les infrastructures de béton requises. Une telle centrale s'avère non rentable pour les basses chutes, étant donné la puissance installée et l'énergie récupérée limitées, ne permettant pas d'amortir le coût du génie civil.

C'est dans ce contexte que Rutten Électromécanique a développé des modèles de centrales hydroélectriques sans coût de génie civil, conçues pour être rentables pour de faibles dénivelés, et qui s'adaptent sur des barrages fixes existants.

Cette technologie s'est avérée particulièrement pertinente lorsque la Région wallonne a souhaité renforcer l'exploitation de son potentiel d'énergie verte au début des années 2000, y compris le potentiel des barrages de navigation.



## LA PLACE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

En valorisant le potentiel des faibles dénivelés, entre 1,6 et 4 mètres, les turbines développées par Rutten offrent une source d'électricité renouvelable et abordable. Le principe de la solution proposée repose sur l'intégration des turbines dans une structure flottante qui s'ancre à l'aval de barrages existants, évitant ainsi les travaux de génie civil. Les barrages comprennent généralement plusieurs pertuis, dont un seul est alors équipé de la centrale.

La structure flottante est composée de modules juxtaposés, comprenant 1 à 10 turbines, dont le débit est de 18 m<sup>3</sup> par turbine pour une chute de 3,1 m. Le nombre de turbines enclenchées est régulé de façon automatique en fonction du débit disponible. L'optimisation de la conception des turbines et de leur conduit, associée aux faibles vitesses débitantes, ont permis de réduire la perte de charge à de très faibles niveaux, offrant un rendement de production de plus de 95 %.

La centrale est amovible, facilitant la gestion des crues. Lorsque le débit du cours d'eau atteint les niveaux de crue, la structure est sortie du pertuis pour faciliter l'écoulement des eaux. Le levage est réalisé en 30 minutes par quatre grues intégrées à la centrale. La structure est maintenue hors de l'eau jusqu'à la fin de la crue.

Les cours d'eau sont souvent chargés de déchets, principalement des végétaux, troncs d'arbres, etc. Un dégrilleur permet d'enlever les déchets et nettoyer la grille en amont des turbines ce qui permet d'éviter les pertes de production.

La centrale hydroélectrique est entièrement automatisée. Le suivi en temps réel des paramètres électriques et mécaniques facilite la mise en place d'une maintenance prévisionnelle.

Du point de vue environnemental, la pollution visuelle et sonore est très limitée puisque la structure est presque entièrement immergée. Par ailleurs, la technologie a été conçue pour respecter la faune aquatique. Les tests sur des installations existantes ont confirmé que les installations sont ichtyophiles (la terminologie souvent utilisée est la terminologie anglaise fish friendly).

### ENCADRÉ 1

## L'EXEMPLE DE LA CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE D'YVOIR (HUN), SUR LA HAUTE-MEUSE

La centrale hydroélectrique d'Yvoir, sur la Haute-Meuse, a été inaugurée début 2013. Elle produit près de 10 millions de kWh/an, soit la consommation annuelle de près de 3 000 ménages.

Elle est exploitée par la société Energie-Fleuves, qui a obtenu la concession des centrales de la Haute-Meuse. La centrale a été conçue sur mesure, construite et installée par la société Rutten Electromécanique. Elle est intégrée dans un des pertuis du barrage.

Elle est constituée de :

- 6 turbines Kaplan Omega-D ayant un débit nominal de 17 m<sup>3</sup>/s chacune ;
- 1 structure métallique dans laquelle sont logées les turbines d'une longueur de 24 m, d'une largeur de 11,5 m et d'une hauteur de 7 m, pour un poids total de 350 tonnes ; les dimensions de la structure ont permis l'acheminement de la centrale jusqu'au barrage par voie d'eau, franchissant les écluses de la Haute-Meuse ;
- 4 grues de levage d'une capacité de 100 tonnes chacune ; ces grues servent à lever la centrale au-dessus du niveau d'eau en 30 minutes, afin de faciliter l'évacuation d'eau en cas de crue ;
- 1 dégrilleur, dispositif de protection permettant de retenir et d'amener les déchets dans un conteneur de 20 m<sup>3</sup> ;
- 1 échelle à poissons, déjà existante ;
- 1 cabine électrique avec un transformateur permettant d'injecter l'électricité sur le réseau via un transformateur de 11 000 volts.

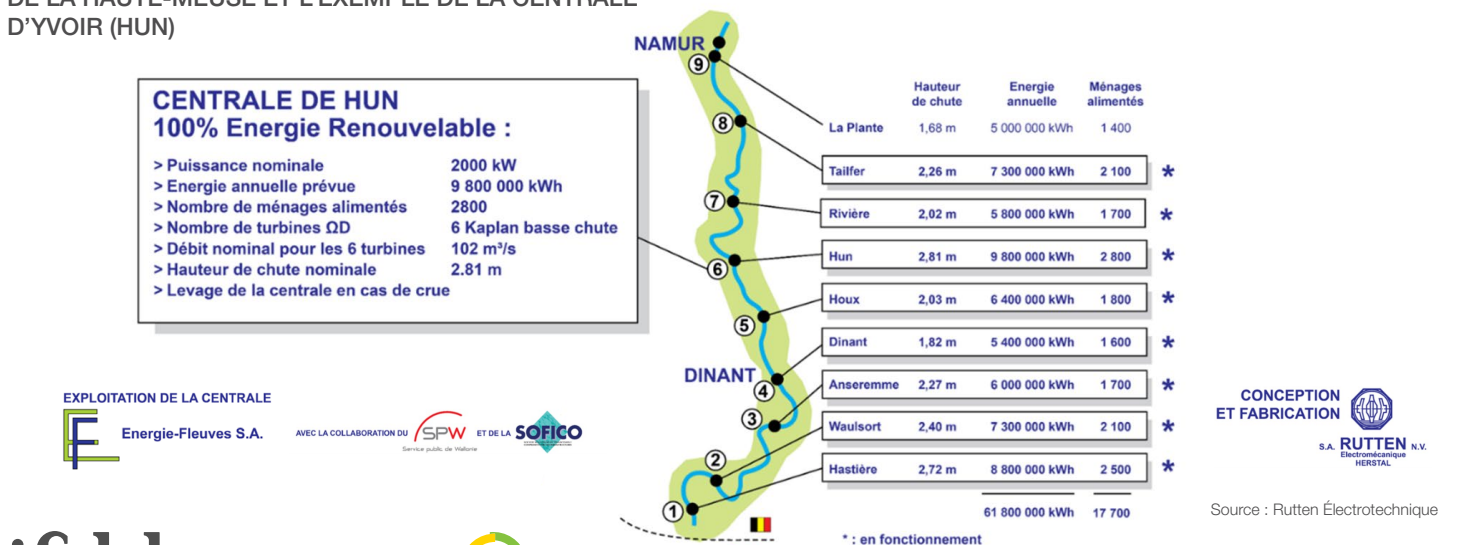
## LA MISE EN ŒUVRE ET LE FINANCEMENT

Au lieu de financer et de construire les ouvrages permettant de valoriser les chutes d'eau non utilisées des barrages de navigation, la Région wallonne a opté pour une approche de concession des barrages de trois cours d'eau wallons, y compris la Haute-Meuse, afin de permettre à ces concessionnaires de les équiper de centrales hydroélectriques et de payer une redevance annuelle. Un appel d'offres a été lancé, fournissant des directives générales pour l'utilisation de l'eau et l'installation des centrales hydroélectriques, mais le type et la disposition des centrales hydroélectriques étaient laissés ouverts, pour encourager l'innovation. La société Énergie-Fleuves SA, spécialisée dans l'exploitation de centrales hydroélectriques, a gagné l'appel d'offres pour équiper les neufs barrages de la Haute-Meuse. Les critères de sélection les plus importants de l'entreprise furent la technologie proposée, son intégration dans le site, les références et le retour financier pour la Région wallonne.

L'équipement de la Haute-Meuse est réalisé par tranches conditionnées au respect de certaines contraintes techniques (maintien du niveau du cours d'eau) et environnementales (taux de mortalité des poissons à ne pas dépasser). Ainsi, une première centrale a été installée en 2013 à Hun et exploitée à l'essai pendant un an. Pendant cette période, certains points du cahier des charges, notamment certaines contraintes techniques et environnementales, ont été soumis à validation. L'installation sur les autres sites et l'exploitation pendant 20 ans ont commencé par la suite.

Énergie-Fleuves S.A. a confié l'étude, la conception et la construction des centrales à la société Rutten Électromécanique. Elle lui a également confié la maintenance des turbines.

**FIGURE 1. LES NEUFS CENTRALES DE LA HAUTE-MEUSE ET L'EXEMPLE DE LA CENTRALE D'YVOIR (HUN)**



## LE CADRE INSTITUTIONNEL

Énergie-Fleuves S.A. a dû obtenir tous les permis et autorisations, réaliser l'étude de raccordement au réseau électrique, trouver les financements, construire la centrale hydroélectrique, l'exploiter et l'entretenir pendant toute la durée de la concession.

Le Service public de Wallonie, Mobilité et Infrastructures, qui est chargé, entre autres, de la gestion des débits de la Haute-Meuse, veille à ce que la sécurité hydrologique et la continuité environnementale soient assurées.

La production hydroélectrique est soutenue par le mécanisme des certificats verts. Ainsi, durant la concession, l'entreprise Énergie-Fleuves SA vend l'électricité sur le marché de gros ainsi que les certificats verts obtenus pour l'hydroélectricité. Ces revenus couvrent tous les frais d'investissements et les frais d'entretien, comprenant le recyclage des déchets et la redevance à la Région wallonne. Les certificats verts, garantis sur 15 ans, constituent un facteur de rentabilité important à prendre en compte car ils aident à évaluer les revenus des centrales à long terme.

## LES RÉSULTATS ATTEINTS

Huit des neuf centrales prévues sont déjà en cours de fonctionnement : Hun depuis 2013, Hastière et Waulsort depuis 2016), Tailfer depuis 2018, Houx depuis 2020, Anseremme depuis 2021. La production totale des neuf centrales sera alors de 61,8 GWh et elle alimentera 17 700 ménages (Figure 1).

Une vingtaine d'emplois directs ont été créés grâce au projet d'aménagement des neufs centrales. Les emplois indirects, non quantifiés, sont nombreux, par exemple au niveau des sous-traitants et des fabricants. Tous les emplois, directs et indirects, sont locaux, ce qui est un bénéfice important du projet.



## ENCADRÉ 2

# LE DANI, STOCKAGE D'ÉNERGIE RENOUVELABLE INNOVANT EN COURS D'IMPLANTATION À SAO TOMÉ-ET-PRINCIPE

### LE STOCKAGE PROPOSÉ PAR LE DANI

Une des causes principales du dysfonctionnement des mini-réseaux isolés est le vieillissement prématuré et la défaillance du système de stockage électrochimique (batteries). Du fait d'un coût de remplacement élevé et souvent non provisionné, ces systèmes se retrouvent rapidement à l'arrêt et à l'abandon.

Souhaitant apporter une solution de stockage d'énergie plus fiable et plus durable, Rutten NES a créé le DaNi (« Day and Night electricity »). Le DaNi est un système de stockage innovant, écologique et durable, s'inspirant du transfert d'énergie par pompage-turbinage (STEP) mais permettant, en revanche, de s'affranchir de toute contrainte topographique.

L'énergie est stockée sous forme d'air comprimé par de l'eau et elle est restituée via une turbine hydroélectrique à haut rendement constant. L'ensemble est conteneurisé et modulable. En fonction des besoins, un nombre déterminé de conteneurs peuvent être regroupés en vue d'atteindre la puissance et la capacité de stockage requises.

Cette technologie, internationalement brevetée par Rutten NES, offre de nombreux avantages tels que l'insensibilité aux décharges profondes, et ce, sans dégradation de la capacité de stockage au fil du temps ; la fiabilité et la simplicité d'entretien ou encore un fonctionnement adapté aux régions chaudes. D'un point de vue environnemental, le système employant majoritairement des composants tels que l'acier, l'air et l'eau est très facilement recyclable et n'est pas classé comme marchandise dangereuse pour le transport. Il ne consomme ni eau, ni huile, ni fioul. Il ne produit ni gaz, ni déchets et les risques d'incendie, de courts-circuits ou d'explosion sont par conséquent très réduits.

### PROJET SANTA ADELAIDE – SAO TOMÉ-ET-PRINCIPE

En collaboration avec la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Énergie de Sao Tomé-et-Principe et avec le soutien financier de la Belgique et de la Wallonie, Rutten NES réalise actuellement un projet d'électrification intégrale d'une communauté isolée d'environ 300 habitants, située au cœur de l'île de Sao Tomé.

L'entreprise y installera une centrale photovoltaïque d'une cinquantaine de kilowatts-crête, couplée à l'une de ses unités de stockage hydropneumatique DaNi, ainsi qu'un réseau de distribution basse tension incorporant une gestion intelligente de l'énergie pour l'ensemble du village (habitations, centre communautaire, plateforme multifonctionnelle, éclairage public, etc.). Afin d'assurer la pérennité du système et la sécurité des habitants, ces derniers seront formés à un usage rationnel de l'énergie ainsi qu'au risque électrique, jusqu'à présent inexistant au village. Une structure de gestion de la centrale sera également mise en place en collaboration avec les autorités locales et ses membres recevront une formation spécifiquement dédiée à l'opération et à la maintenance de la centrale.



Avec une mise en service prévue au deuxième semestre 2024, ce projet emblématique permettra le développement d'activités éducatives et économiques, notamment par l'usage productif de l'énergie au sein de la communauté. Le projet contribuera à soutenir les objectifs du pays en matière d'énergies renouvelables et de développement durable (ODD7), dont l'importance pour les petits États insulaires en développement, comme Sao Tomé-et-Principe, est capitale.

### POUR EN SAVOIR PLUS

Site internet : <https://rutten-nes.com/>

Webinaire IRENA sur le DaNi : <https://www.irena.org/Events/2021/Nov/Panorama-des-innovations-pour-un-avenir-alimente-par-les-energies-renouvelables>

## LE POTENTIEL DE RÉPLICATION

La solution technologique proposée offre un potentiel de réplication élevée dans tout pays qui dispose de voies navigables équipées de barrages de navigation. Le prix de vente de l'électricité produite constitue une condition de réplication essentielle pour garantir la viabilité économique de tout nouveau projet.

## CONCLUSION

Le projet mené par Rutten sur la Haute-Meuse permet de générer une production locale d'énergie hydroélectrique et des emplois locaux non délocalisables.

Sur la base de son expérience, Rutten a développé une grande expertise dans la conception, la fabrication, l'exploitation et la maintenance de centrales hydroélectriques, amovibles et sans génie civil, et adaptées à des barrages de basses chutes. Sur les voies navigables du monde entier, il existe encore de nombreux barrages, jusqu'ici considérés comme non rentables, sur lesquels la technologie Rutten pourrait être installée. Elle fait partie des solutions permettant d'augmenter la capacité de production d'électricité hydroélectrique mondiale.

### POUR EN SAVOIR PLUS

Site internet : <https://www.ruttenhydro.ruttensa.com/>

### REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre gratitude envers Nathalie Rutten, Jean Rutten, Stéphane Schleck, Jérôme Deghilage (RUTTEN) pour leur contribution en fournissant des informations et en offrant leurs précieux commentaires.



Les fiches techniques sur les projets d'excellence visent à faire connaître des projets phares ou des projets de terrain réussis dans l'espace francophone. Les fiches sont produites par l'IFDD avec le soutien de la Région wallonne, dans le cadre du projet de gestion et de partage de connaissances en français sur les énergies renouvelables.

#### Directrice de la publication :

Cécile MARTIN-PHIPPS, directrice, IFDD

#### Comité éditorial :

Touano KIRI, coordinateur principal, IFDD

Ibrahima DABO, spécialiste de programme, IFDD

Romarc SEGLA, spécialiste de programme, IFDD

Marie SCHIPPERS, conseillère en énergie, Service Public Wallonnie

Kuami WOWOGNO, expert, YIL Agence

**Rédaction :** Maryse LABRIET, Eneris Consultants

#### Appui à l'édition et à la diffusion :

Yves TESTET, chargé de communication, IFDD

**Graphisme :** Vanessa CARDOSO, B78 Motion&Design

ISBN : 978-2-89481-383-6



L'Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD) organe subsidiaire de l'Organisation internationale de la Francophonie (OIF) établi à Québec depuis près de 35 ans, œuvre à la coopération au service du développement durable dans ses 88 États et gouvernements membres. [www.ifdd.francophonie.org](http://www.ifdd.francophonie.org)



Le Service public de Wallonie Territoire, Logement, Patrimoine et Énergie œuvre à renforcer la cohérence des actions impactant le territoire, implémentant des politiques sectorielles et coordonnant l'urbanisme dans la Région wallonne en Belgique. En matière d'énergie, il promeut des comportements durables, supervise la libéralisation des marchés de l'électricité et du gaz, tout en encourageant l'utilisation d'énergies renouvelables. La Wallonie soutient les actions de promotion du renforcement de capacités dans le domaine du développement durable à l'international, et en particulier en Francophonie. [www.wallonie.be](http://www.wallonie.be)