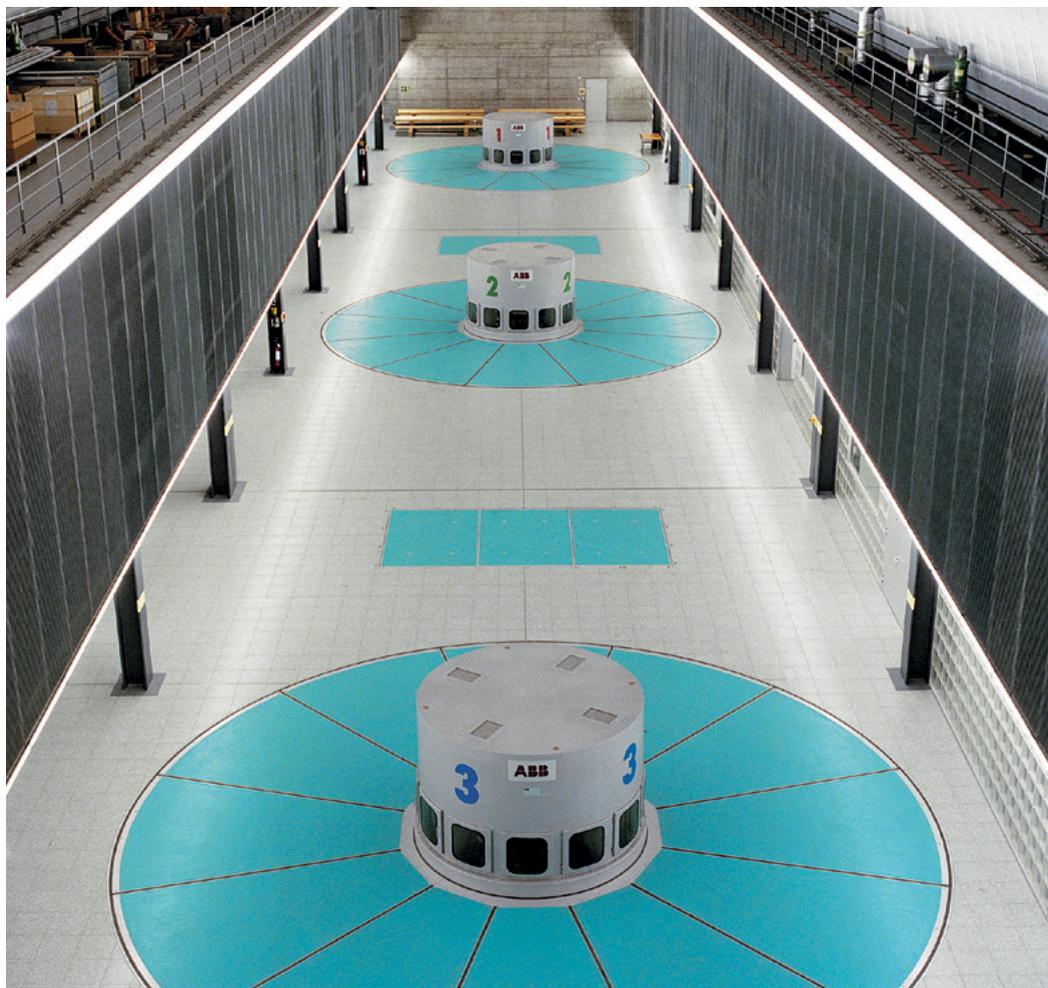


# CLEUSON - DIXENCE

À LA DÉCOUVERTE D'UN AMÉNAGEMENT  
HYDROÉLECTRIQUE UNIQUE AU MONDE



ALPIQ



# AMÉNAGEMENT CLEUSON-DIXENCE

## CONTEXTE



Les deux centrales existantes de Fionnay et Nendaz, d'une puissance de 800 MW, requièrent 2000 heures pour turbiner les 400 millions de m<sup>3</sup> d'eau accumulables dans la retenue de Grande Dixence.

Afin d'optimiser l'utilisation de ce formidable potentiel énergétique qui représente le 20 % de l'énergie accumulée en Suisse, l'aménagement de Cleuson-Dixence a été réalisé pour augmenter la puissance de production de 1200 MW.

Ceci permet de réduire la durée de turbinage à environ 1000 heures et de produire, aux moments de forte demande d'énergie, les pointes de puissance dont le réseau a besoin.

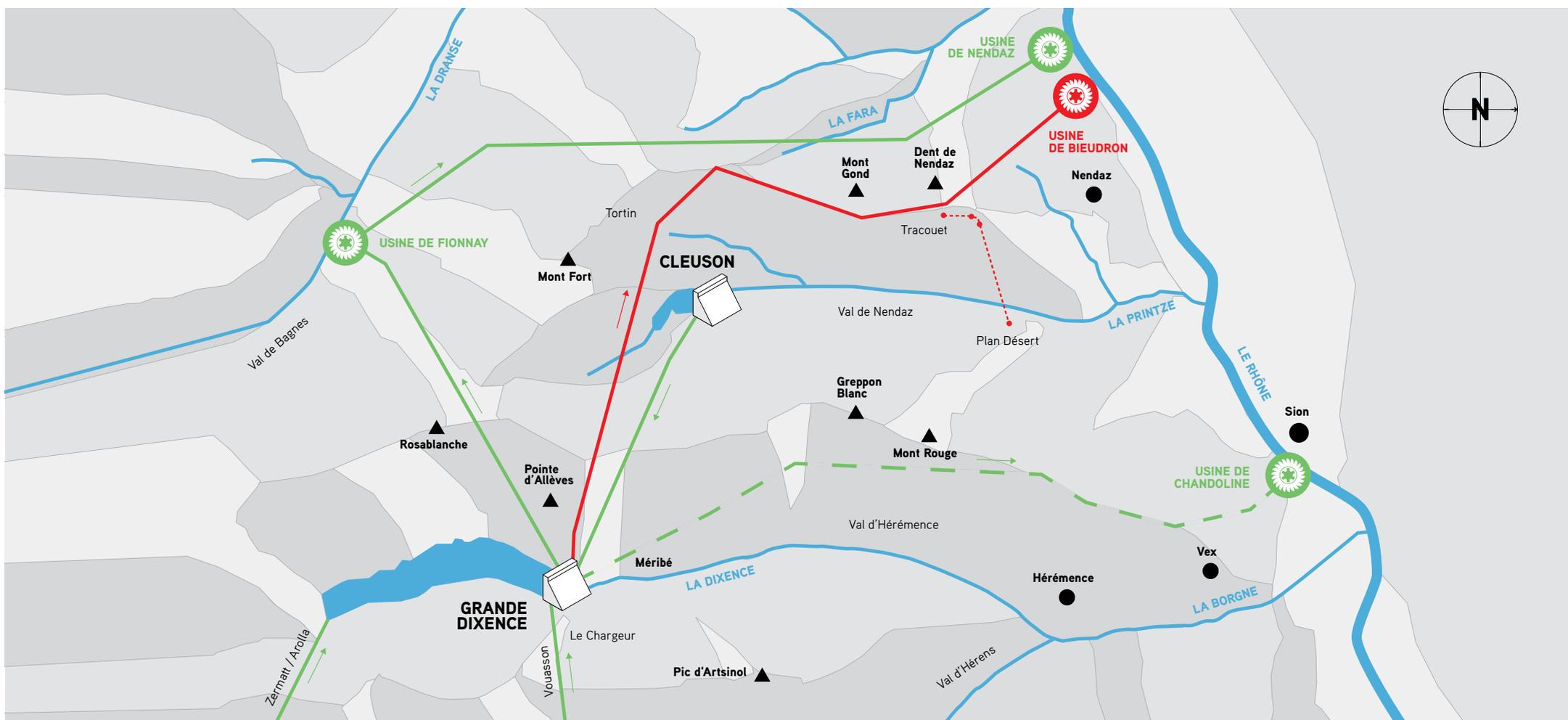
Cleuson-Dixence, c'est donc la multiplication par 2,5 de la puissance du complexe Alpiq-Grande Dixence.

En 1992, une société simple a été constituée pour la construction et l'exploitation de ce nouvel aménagement qui a coûté CHF 1,3 milliard. La répartition des participations est de 7/22<sup>e</sup> pour Alpiq Suisse SA et de 15/22<sup>e</sup> pour Grande Dixence SA.

# AMÉNAGEMENT CLEUSON-DIXENCE

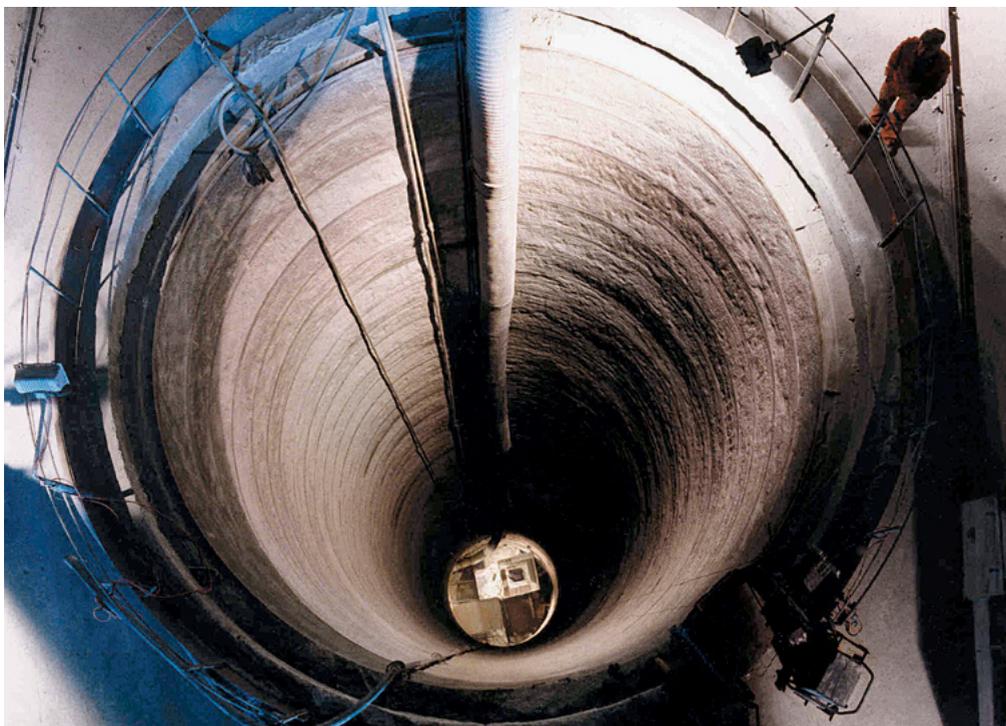
## VUE D'ENSEMBLE

- OUVRAGES EXISTANTS
- AMÉNAGEMENT DE CLEUSON-DIXENCE
- - - TÉLÉPHÉRIQUE PROVISOIRE DE CHANTIER
- ⊙ USINES DE PRODUCTION
- ▭ BARRAGES
- - - CENTRALE HORS EXPLOITATION



# AMÉNAGEMENT CLEUSON-DIXENCE

## CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES



Construit entièrement en souterrain entre 1993 et 1998, l'aménagement de Cleuson-Dixence comprend les ouvrages principaux suivants :

- 1** Une nouvelle prise d'eau au Chargeur forée dans le barrage de la Grande Dixence.
- 2** Une galerie d'amenée de 15,8 km du barrage à Tracouet.
- 3** Une cheminée d'équilibre à Tracouet, creusée dans les contreforts de la Dent-de-Nendaz.
- 4** Un puits blindé de 4,3 km reliant Tracouet à l'usine de Bieudron.
- 5** Une usine souterraine équipée de trois groupes verticaux comprenant chacun une turbine Pelton de 423 MW et un alternateur de 465 MVA.

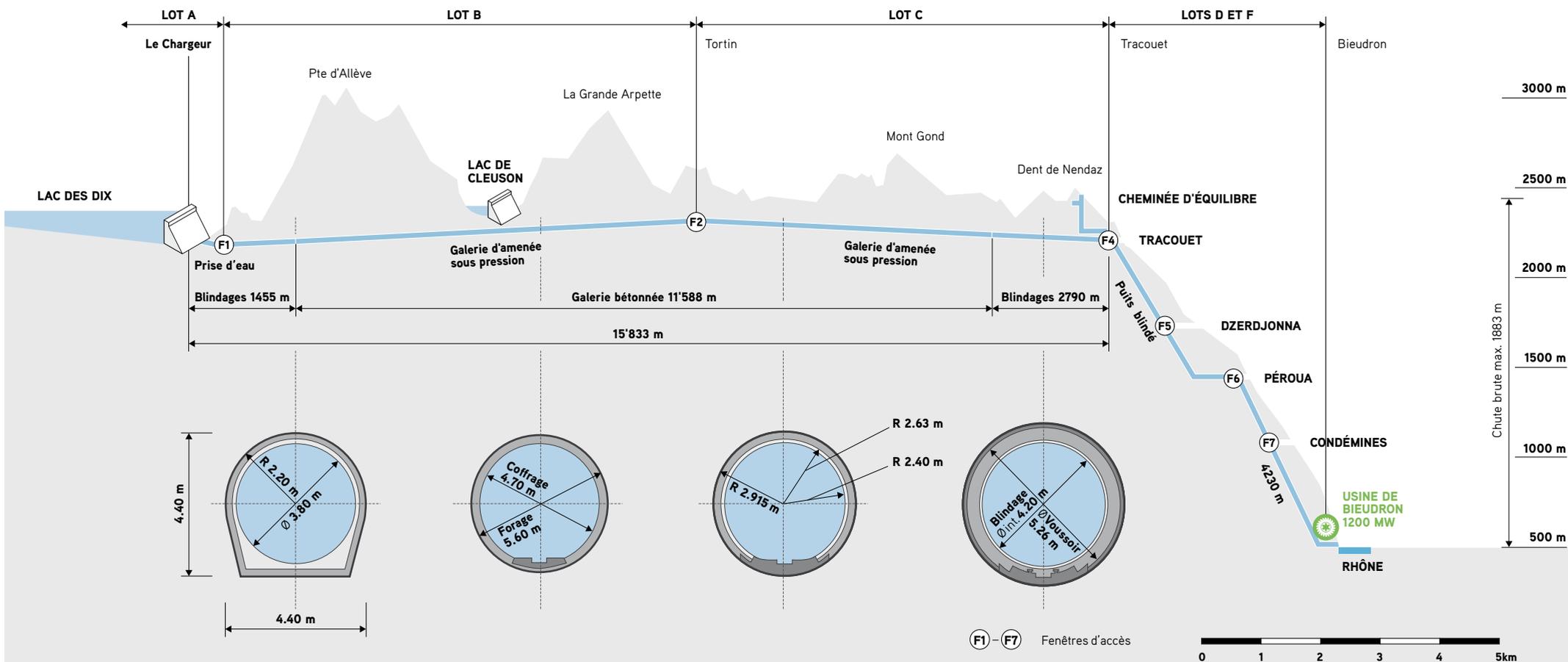
(A titre de comparaison, la centrale nucléaire de Gösgen a une puissance installée de 970 MW et celle de Leibstadt de 1165 MW).

L'énergie produite par l'ensemble de l'aménagement Alpiq-Grande Dixence-Cleuson-Dixence s'élève à environ 2 milliards de kWh par année, ce qui correspond à la consommation annuelle moyenne de 500'000 ménages.



# AMÉNAGEMENT CLEUSON-DIXENCE

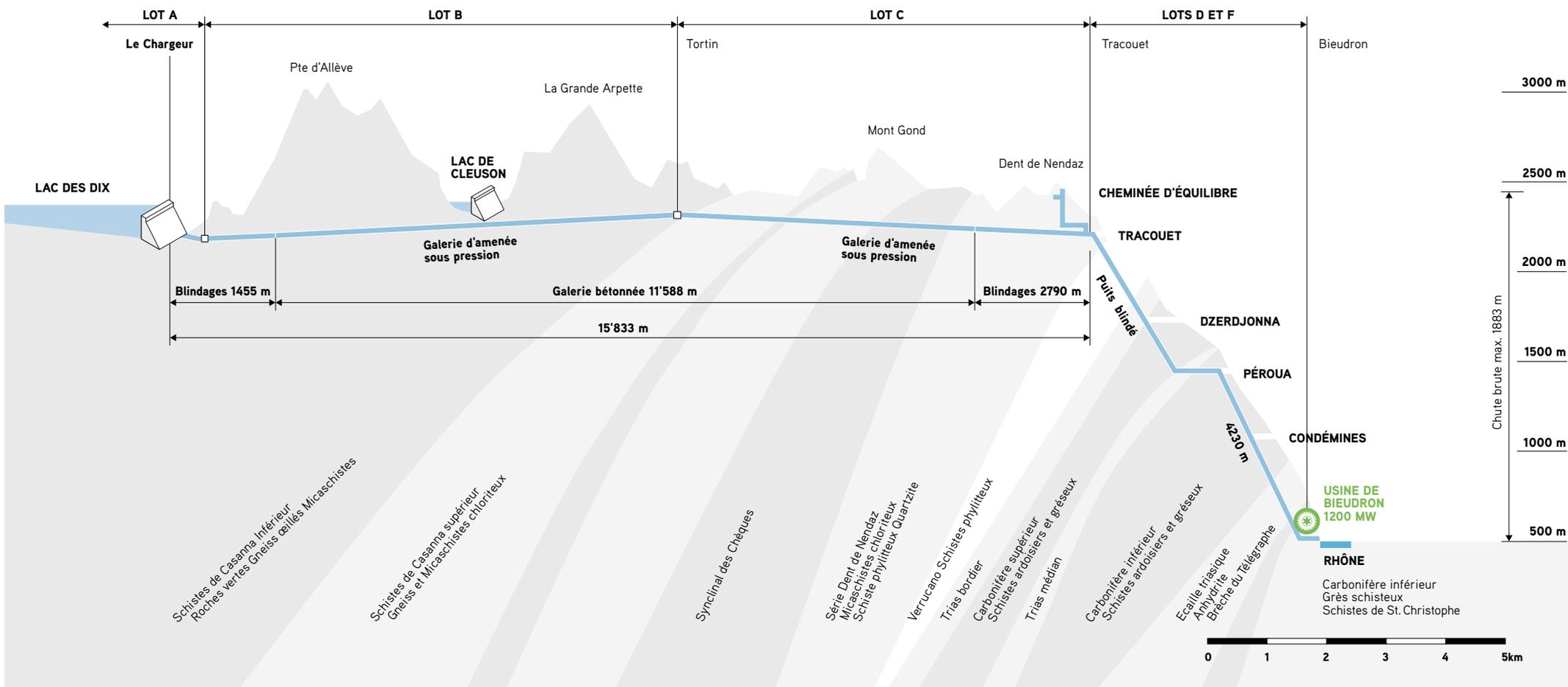
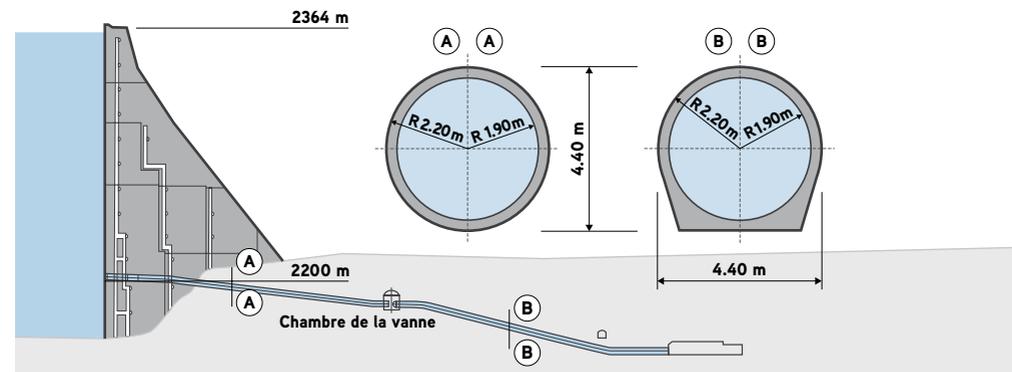
## PROFIL EN LONG SCHÉMATIQUE



# AMÉNAGEMENT CLEUSON-DIXENCE

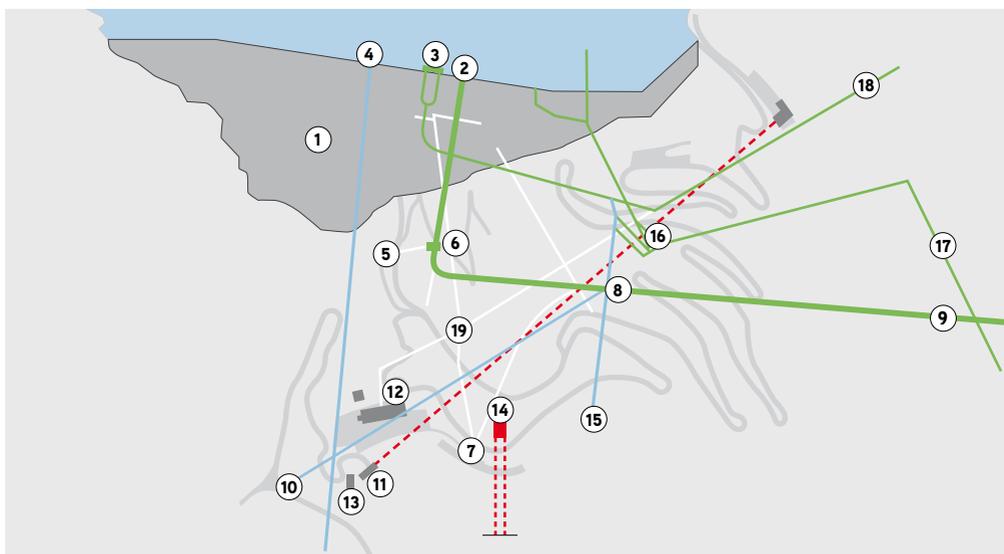
## PROFIL EN LONG ET GÉOLOGIE (COUPES)

### PRISE D'EAU DU CHARGEUR (COUPES)



# AMÉNAGEMENT CLEUSON-DIXENCE

## PRISE D'EAU DU CHARGEUR (VUE EN PLAN)

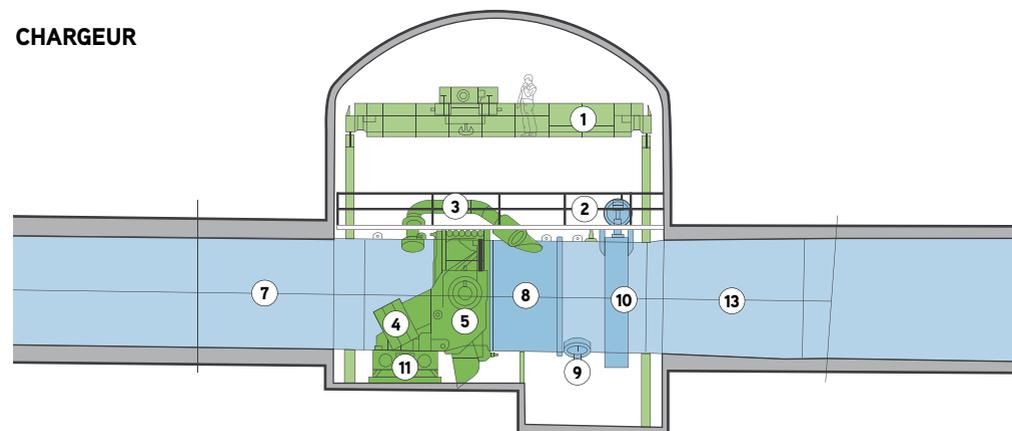


- |   |   |
|---|---|
| 1 BARRAGE DE LA GRANDE DIXENCE, HAUTEUR 285 m                           | 11 STATION DE DÉPART DU TÉLÉPHÉRIQUE TOURISTIQUE                          |
| 2 NOUVELLE PRISE D'EAU, DIAM. 4,40 m, Q = 75 m <sup>3</sup> /s          | 12 HÔTEL « LE RITZ »  |
| 3 PRISE D'EAU DE GRANDE DIXENCE, DIAM. 3,30 m, Q = 45 m <sup>3</sup> /s | 13 PAVILLON D'EXPOSITION  |
| 4 PRISE D'EAU POUR LA VIDANGE DE FOND                                   | 14 STATION D'ARRIVÉE DU TÉLÉPHÉRIQUE PROVISOIRE DE CHANTIER 2 X 15 TONNES |
| 5 GALERIE D'ACCÈS À LA CHAMBRE DE LA NOUVELLE VANNE                     | 15 VIDANGE PRINCIPALE Q = 50 m <sup>3</sup> /s                            |
| 6 CHAMBRE DE LA NOUVELLE VANNE  | 16 PUIIS DE RÉGLAGE DES RÉDUCTEURS ET INTRODUCTION DES EAUX DE CLEUSON    |
| 7 GALERIE D'ACCÈS À LA NOUVELLE GALERIE D'AMENÉE                        | 17 GALERIE D'AMENÉE DE L'USINE DE CHANDOLINE Q = 10,5 m <sup>3</sup> /s   |
| 8 POINT BAS DE LA GALERIE D'AMENÉE                                      | 18 GALERIE D'AMENÉE DE L'USINE DE FIONNAY Q = 45 m <sup>3</sup> /s        |
| 9 GALERIE D'AMENÉE CHARGEUR-TRACOUET, LONGUEUR 15,833 km                | 19 GALERIE D'ACCÈS AUX VANNES ET RÉDUCTEURS DE PRESSION                   |
| 10 GALERIE DE VIDANGE DE LA GALERIE D'AMENÉE                            |   |

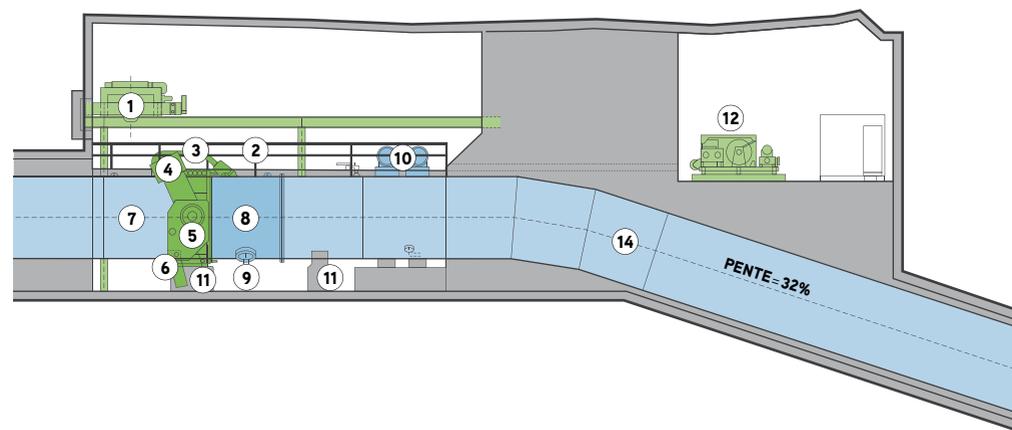
## CHAMBRES DE LA VANNE PAPILLON

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 PONT ROULANT 32 TONNES          | 8 TUYAU DÉMONTABLE, DIAM. 3,30 m  |
| 2 PASSERELLE                      | 9 TROU D'HOMME, DIAM. 600 mm      |
| 3 BY-PASS                         | 10 VENTOUSE, DIAM. 700 mm         |
| 4 CONTREPOIDS                     | 11 SOCLES                         |
| 5 CORPS DE LA VANNE, DIAM. 3,30 m | 12 TREUIL DE VISITE               |
| 6 SERVOMOTEUR                     | 13 DÉPART DE LA CONDUITE D'AMENÉE |
| 7 TUYAU AMONT, DIAM. 3,30 m       | 14 DÉPART DU PUIIS BLINDÉ         |

## CHARGEUR



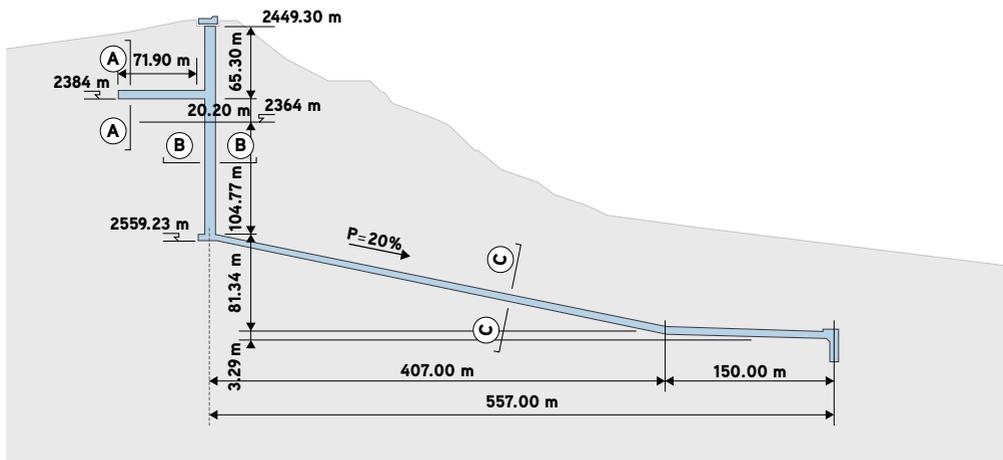
## TRACOUET



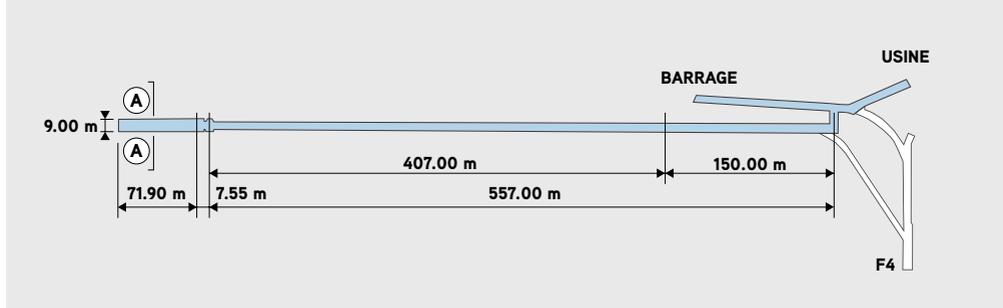
# AMÉNAGEMENT CLEUSON-DIXENCE

## CHEMINÉE D'ÉQUILIBRE

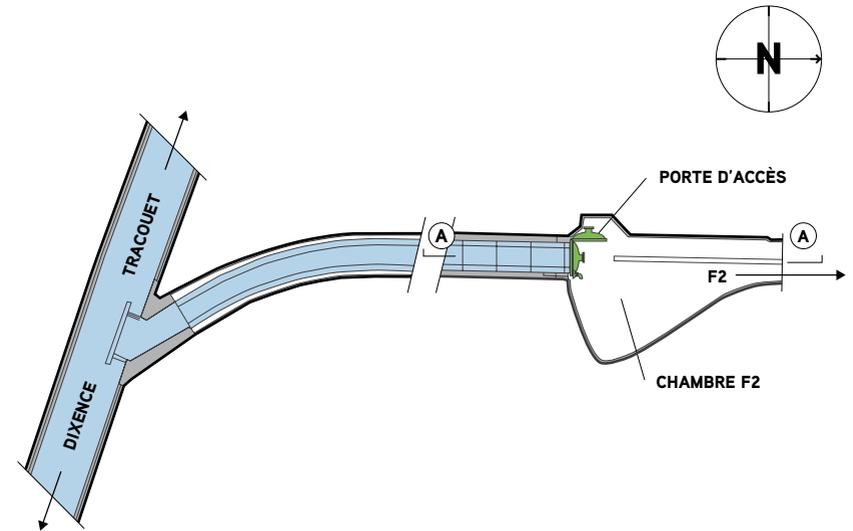
COUPE LONGITUDINALE



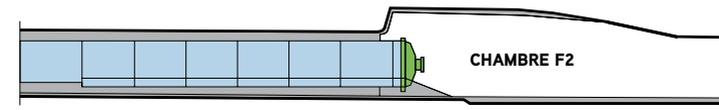
VUE EN PLAN



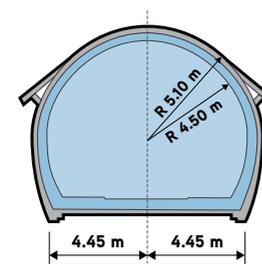
GALERIE D'ACCÈS DE TORTIN F2



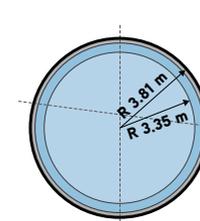
COUPE A-A



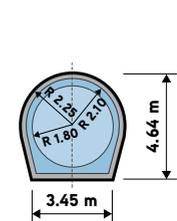
COUPE A-A



COUPE B-B



COUPE C-C





# CENTRALE DE BIEUDRON



Située à proximité de la centrale existante de Nendaz (Grande Dixence), la caverne principale de Bieudron mesure plus de 100 m de long et 39 m de haut pour une largeur de 25 m. L'usine est constituée de 3 cavernes et de plusieurs galeries d'accès et de liaison représentant un volume excavé de 150'000 m<sup>3</sup>.

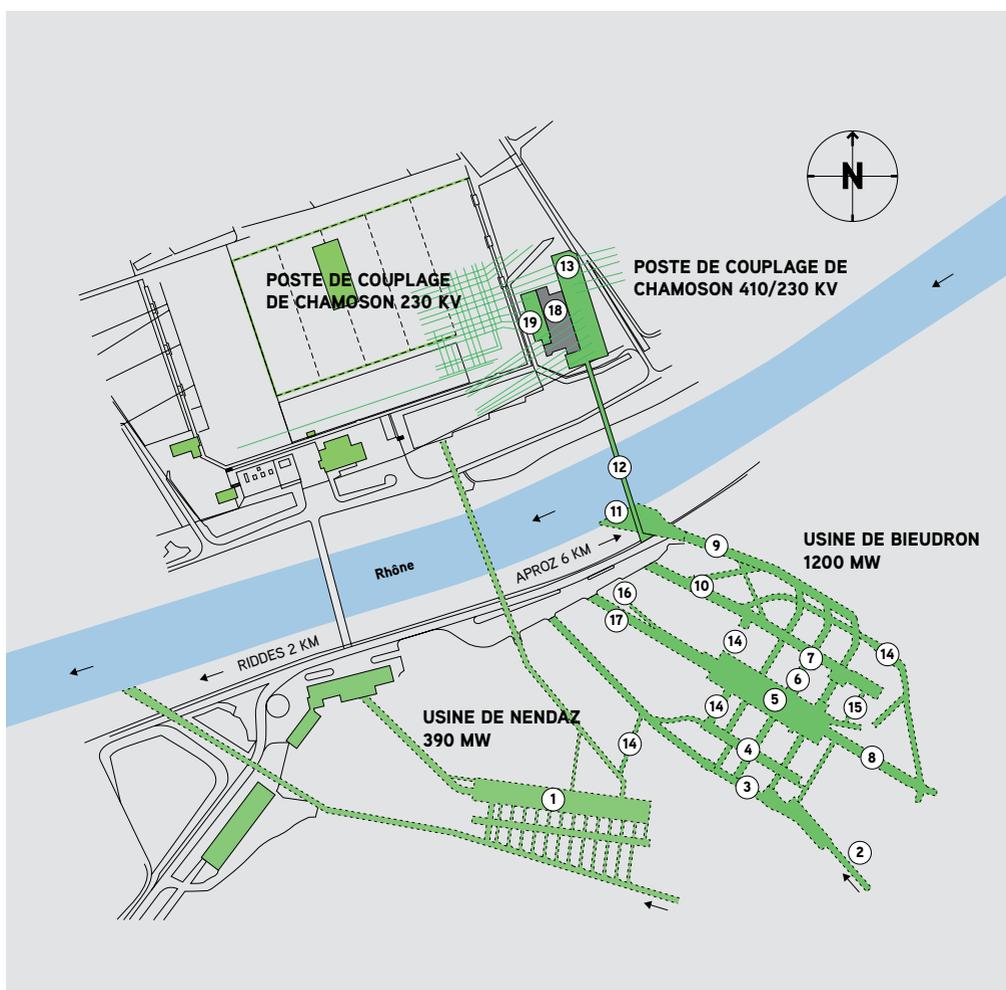
Elle comprend 3 groupes verticaux tournant à 428 tours/minute, avec :

- 3 vannes sphériques d'un diamètre de 1,40 m
- 3 turbines Pelton de 423 MW de puissance unitaire
- 3 alternateurs de 465 MVA avec barres statoriques et enroulements rotoriques refroidis à l'eau
- 3 transformateurs triphasés de 465 MVA
- 9 câbles monophasés de 230/410 kV conduisant l'énergie au poste 410/230 kV de Chamoson

La centrale de Bieudron cumule à elle seule trois records du monde : la hauteur de chute, la puissance des turbines Pelton et la puissance par pôle des alternateurs.

# CENTRALE DE BIEUDRON

## PLAN DE SITUATION

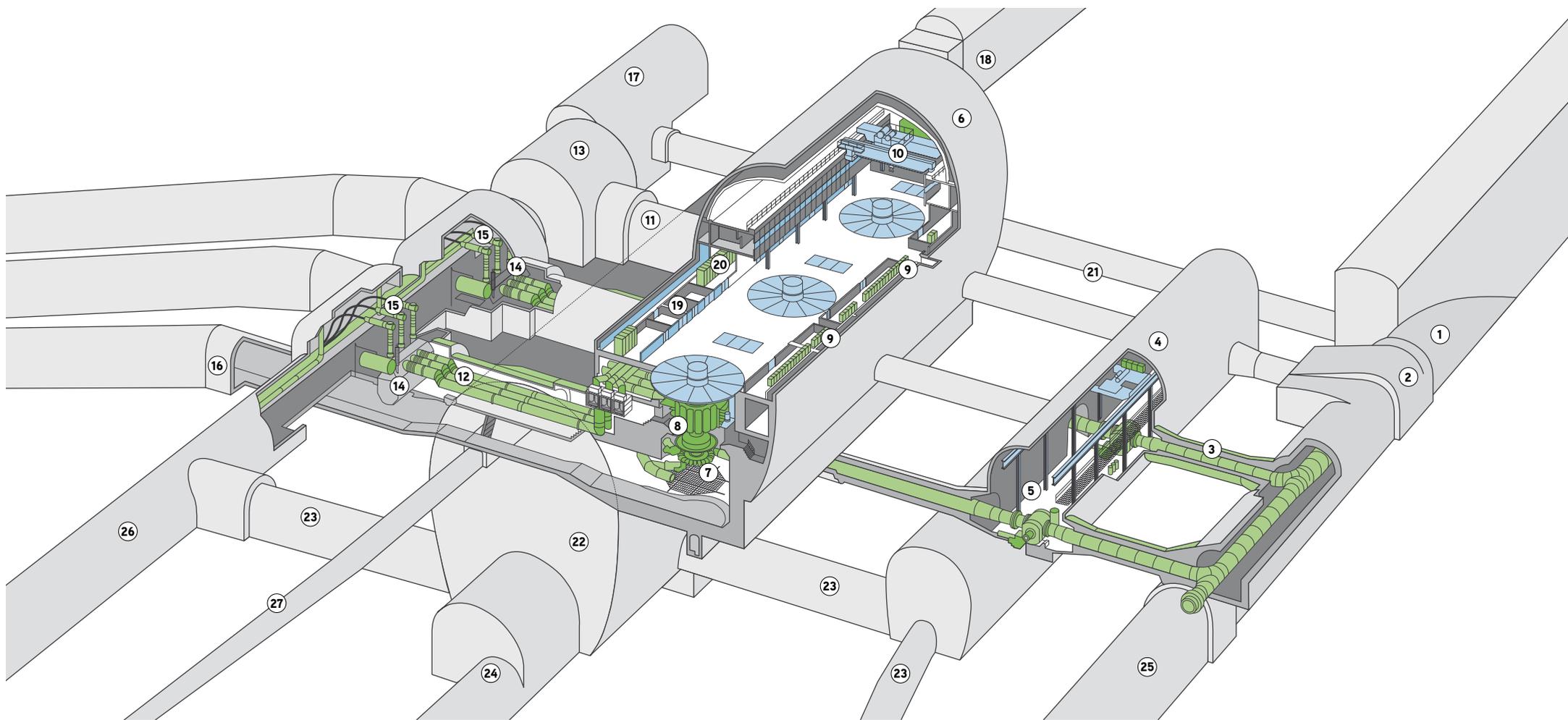


- 1 USINE DE NENDAZ, 390 MW
- 2 ARRIVÉE DU PUIITS BLINDÉ, 75 m<sup>3</sup>/s
- 3 RÉPARTITEUR, 3 x 25 m<sup>3</sup>/s
- 4 CHAMBRE DES VANNES SPHÉRIQUES
- 5 SALLE DES MACHINES DE BIEUDRON
- 6 GALERIES DES BARRES
- 7 CELLULES DES TRANSFORMATEURS
- 8 RÉSERVOIR D'EAU DE REFROIDISSEMENT, CAPACITÉ DE 21000 m<sup>3</sup>
- 9 GALERIE DE RESTITUTION DE L'EAU ET CANAL DE FUITE
- 10 GALERIE DES CÂBLES 410 kV ET ACCÈS AUX TRANSFORMATEURS
- 11 OUVRAGE DE RESTITUTION AU RHÔNE
- 12 PASSERELLE DES CÂBLES
- 13 POSTE DE COUPLAGE 410/230 kV DE CHAMOSON
- 14 GALERIES DE LIAISON
- 15 GALERIE DE SÉCURITÉ
- 16 GALERIES DE VENTILATION
- 17 GALERIES D'ACCÈS
- 18 CONTRÔLE-COMMANDE DU POSTE DE COUPLAGE
- 19 AUTO-TRANSFORMATEUR 600 MVA/230/410 kV

# CENTRALE DE BIEUDRON

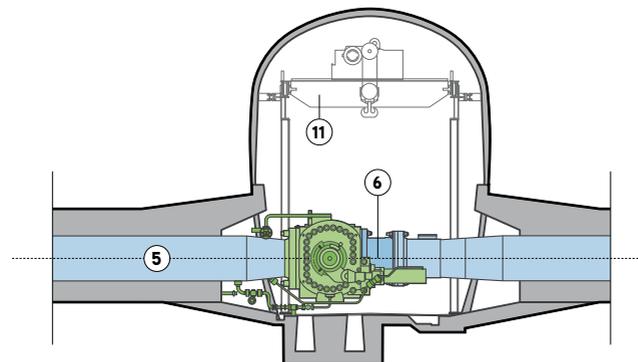
## VUE D'ENSEMBLE

- 1 PUIIS BLINDÉ
- 2 RÉPARTITEUR
- 3 RAMEAU DES GROUPES 25 m<sup>3</sup>/s, PRESSION 190 BARS
- 4 CHAMBRE DES VANNES
- 5 VANNE SPHÉRIQUE 210 TONNES PAR PIÈCE
- 6 CAVERNE PRINCIPALE
- 7 TURBINE PELTON 423 MW
- 8 ALTERNATEUR 465 MVA
- 9 SALLES DE COMMANDES
- 10 PONT ROULANT DE 250 TONNES
- 11 GALERIES DES BARRES BLINDÉES
- 12 BARRES BLINDÉES 21 kV 15'000 A
- 13 CELLULE DES TRANSFORMATEURS
- 14 TRANSFORMATEURS TRIPHASÉ 465 MVA
- 15 DÉPART DES CÂBLES MONOPHASÉS 230/410 kV
- 16 RAMEAU DE FUITE
- 17 LOCAL D'ENTRETIEN ET DE STOCKAGE
- 18 RÉSERVOIR D'EAU DE REFROIDISSEMENT
- 19 TRANSFORMATEURS AUXILIAIRES 16/0.4 kV
- 20 TABLEAUX DE DISTRIBUTION 230/400 V
- 21 GALERIE DE SÉCURITÉ
- 22 PLACE DE MONTAGE
- 23 GALERIES DE LIAISON
- 24 GALERIE D'ACCÈS À L'USINE
- 25 GALERIE D'ACCÈS AU RÉPARTITEUR
- 26 GALERIE DES CÂBLES 410 kV ET ACCÈS AUX TRANSFORMATEURS
- 27 GALERIE DE VENTILATION

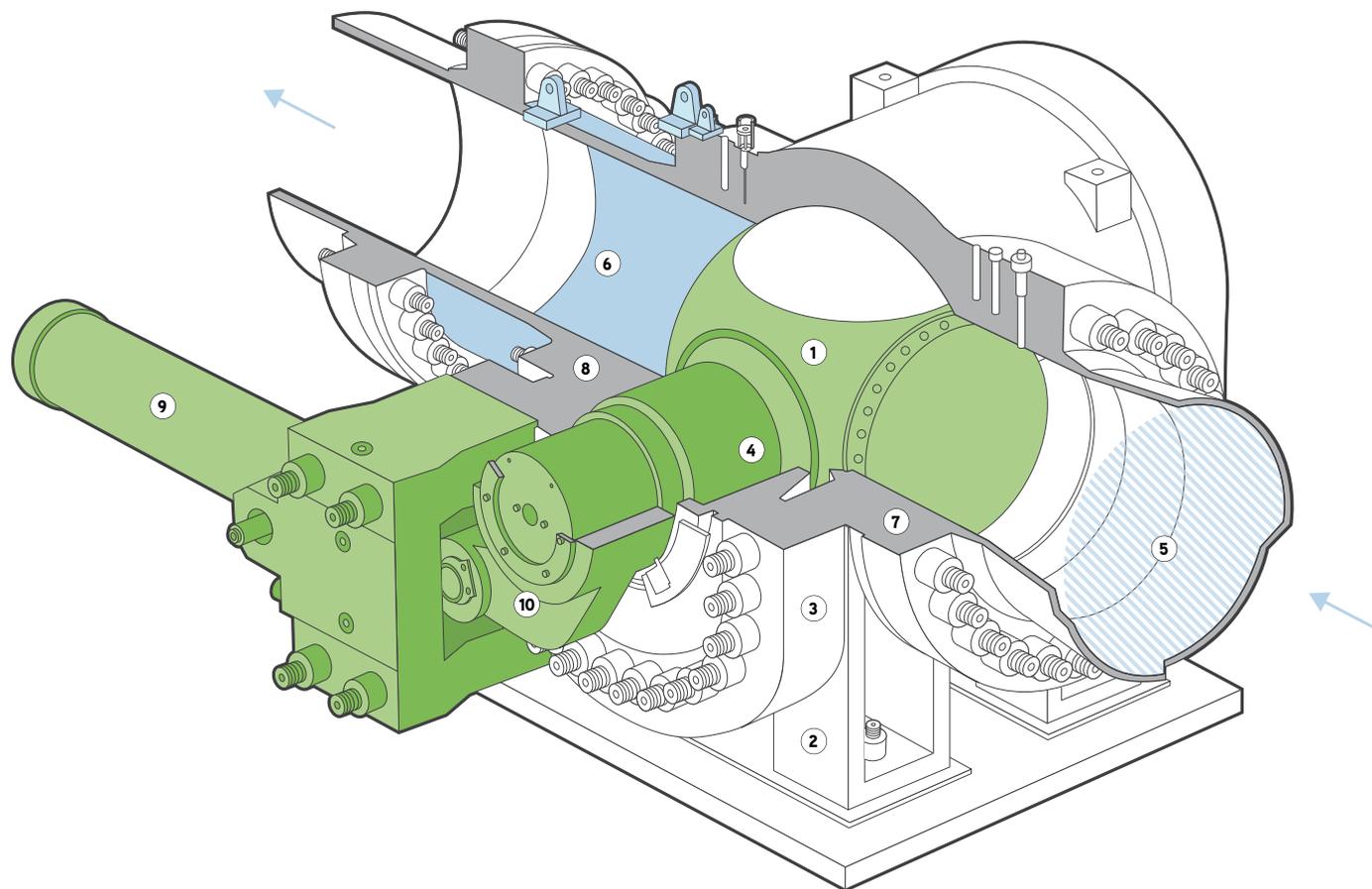


# CENTRALE DE BIEUDRON

## VANNE SPHÉRIQUE

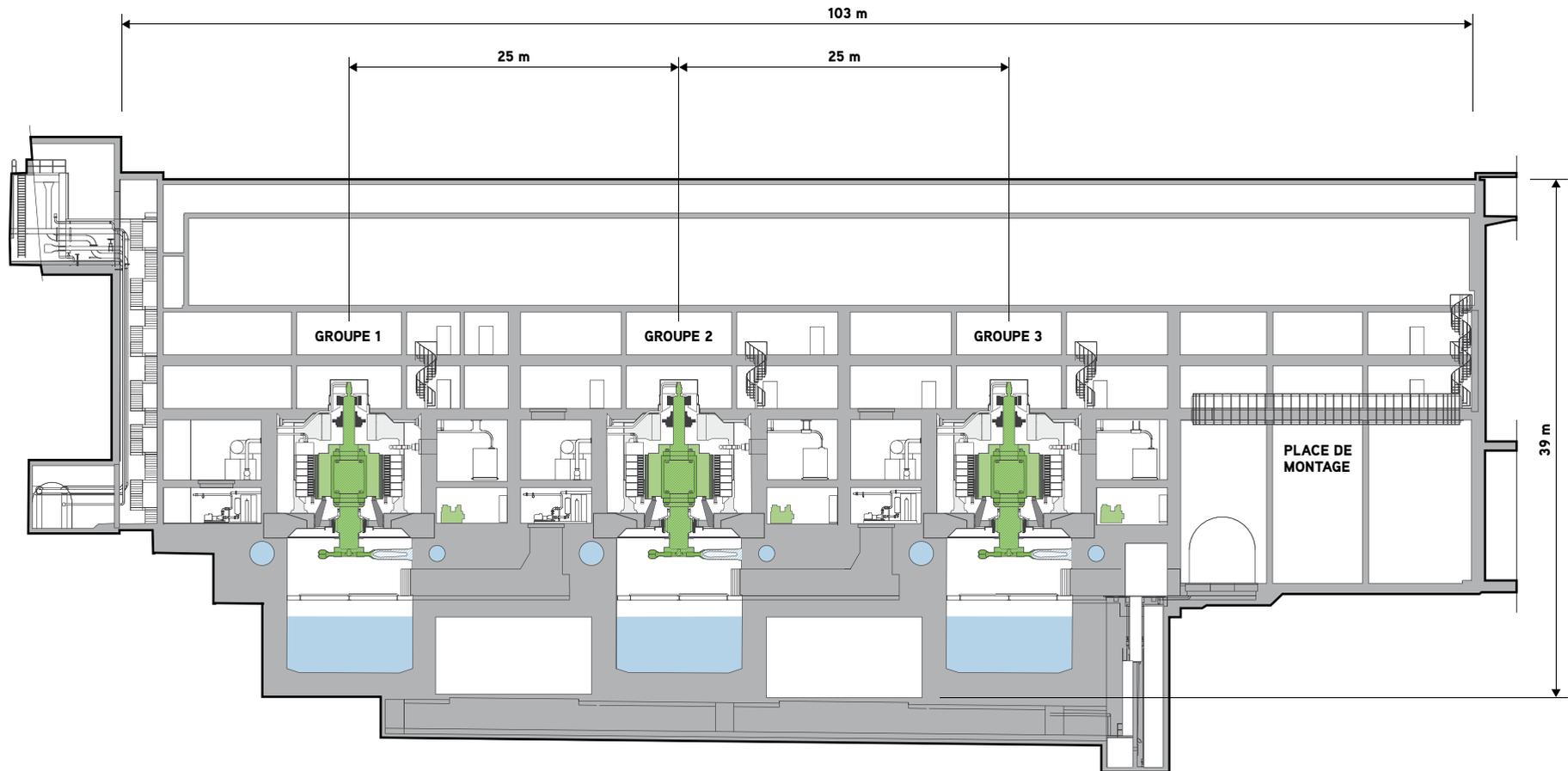


- 1 OBTURATEUR AVEC TOURILLONS
- 2 CORPS DE LA VANNE
- 3 COUVERCLES
- 4 COUSSINETS
- 5 TUYAU AMONT
- 6 TUYAU DE DÉMONTAGE AVAL
- 7 JOINT DE RÉVISION
- 8 JOINT DE SERVICE
- 9 SERVOMOTEUR
- 10 LEVIER DU SERVOMOTEUR
- 11 PONT ROULANT DE 160 TONNES



# CENTRALE DE BIEUDRON

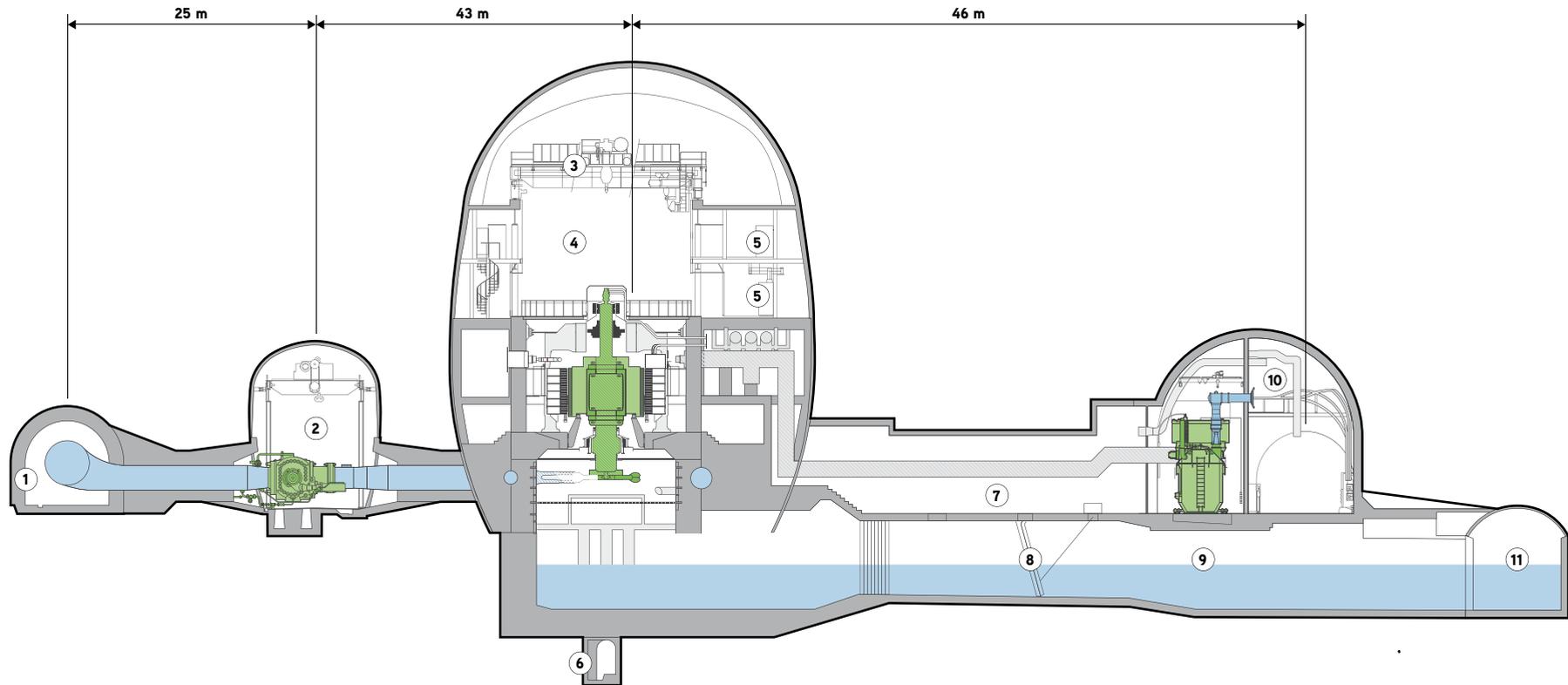
## COUPE LONGITUDINALE



# CENTRALE DE BIEUDRON

## COUPE TRANSVERSALE

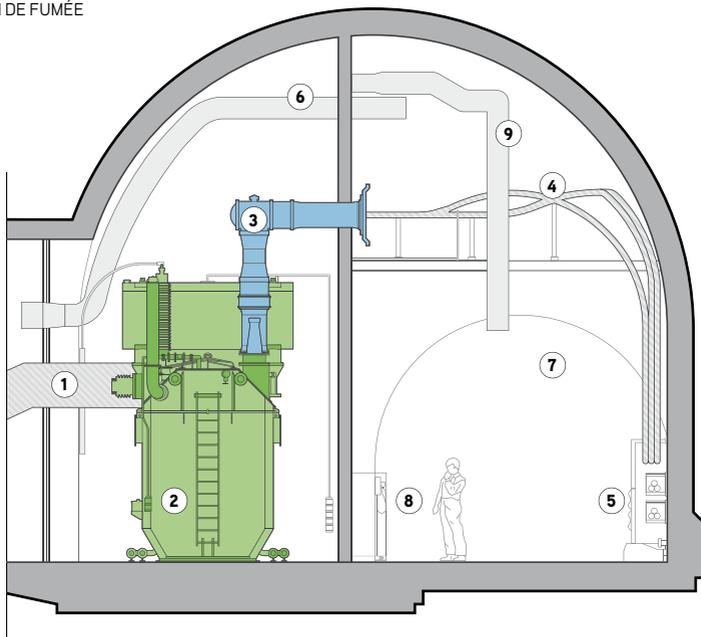
- 1 RÉPARTITEUR
- 2 CHAMBRE DES VANNES
- 3 PONT ROULANT 250 TONNES
- 4 SALLE DES MACHINES
- 5 GALERIE DES CÂBLES BASSE ET MOYENNE TENSION
- 6 GALERIE DES EAUX BASSES
- 7 GALERIE DES BARRES
- 8 CLAPET DE FERMETURE
- 9 RAMEAU DE FUIITE
- 10 CELLULES DES TRANSFORMATEURS
- 11 CANAL DE FUIITE



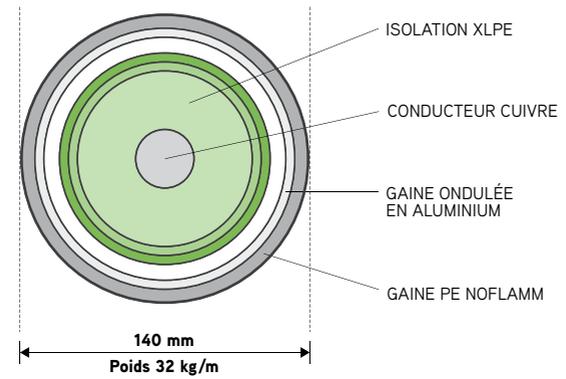
# CENTRALE DE BIEUDRON

## TRANSFORMATEUR

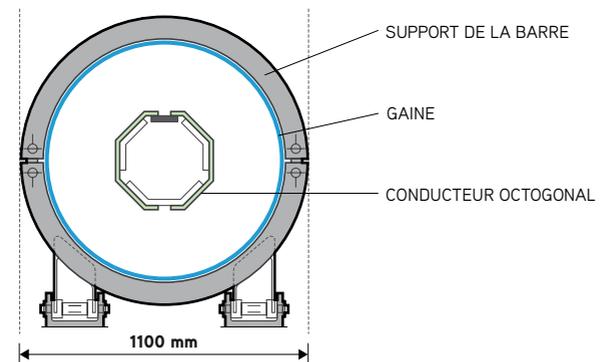
- 1 ENTRÉE DES BARRES BLINDÉES
- 2 TRANSFORMATEUR TRIPHASÉ  
465 MVA - 21 kV/410 kV
- 3 LIAISON SF<sub>6</sub> TRANSFORMATEUR-CÂBLE
- 4 CÂBLES 230/410 kV
- 5 SUPPORTS DES CÂBLES
- 6 VENTILATION
- 7 GALERIE DES CÂBLES
- 8 PROTECTION INCENDIE CO<sub>2</sub>
- 9 EXTRACTION DE FUMÉE



### CÂBLE 230/410 kV



### COUPE BARRE BLINDÉE 21 kV

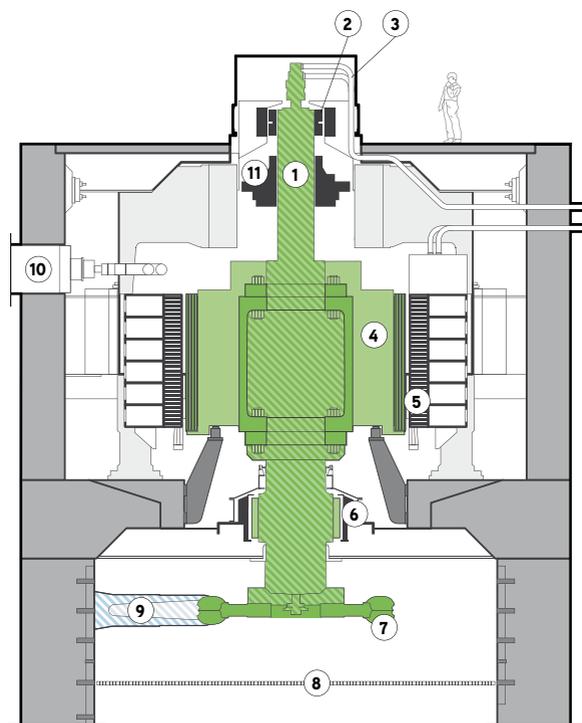


# CENTRALE DE BIEUDRON

## GROUPE ALTERNATEUR - TURBINE

- 1 ARBRE ALTERNATEUR
- 2 EXCITATRICE
- 3 EAU DE REFROIDISSEMENT - ROTOR
- 4 ROTOR
- 5 STATOR
- 6 PALIER GUIDE TURBINE

- 7 TURBINE PELTON
- 8 GRILLE ET PLATE-FORME
- 9 INJECTEUR
- 10 BARRES BLINDÉES
- 11 PALIER PIVOT COMBINÉ



## CONTRÔLE - COMMANDE

### RÔLE DU CONTRÔLE - COMMANDE

- Commander automatiquement l'ensemble des organes de la centrale, localement ou à distance à partir du centre de contrôle Alpiq
- Garantir la sécurité maximale des personnes et des biens
- Assurer la disponibilité la plus élevée possible des groupes de production

### CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU CONTRÔLE - COMMANDE

Découpage en systèmes élémentaires décentralisés comprenant, pour chacun :

- Un mode direct ou révision en commande locale
- Un mode automatique en commande locale ou à distance
- Des tableaux de commande
- Des automatismes redondants

Nombre de systèmes élémentaires :

- 12 systèmes pour les généralités de la centrale et les vannes de tête
- 18 systèmes pour chaque groupe

Soit au total pour l'aménagement :

- 85 unités centrales (CPU)
- env. 8'000 entrées digitales
- env. 8'500 sorties digitales
- env. 500 entrées analogiques
- env. 100 sorties analogiques



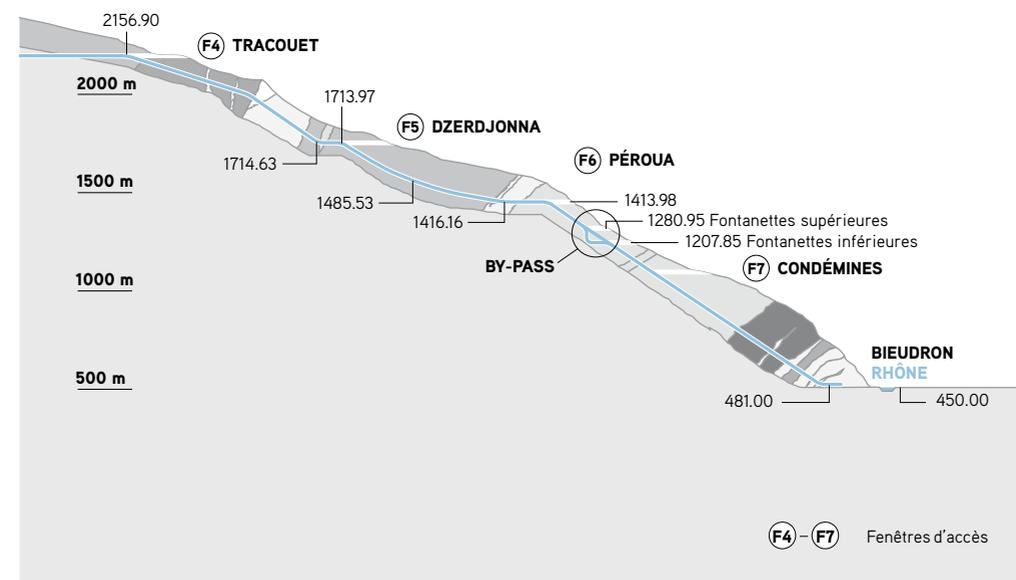
# RÉHABILITATION DU PUITTS BLINDÉ

Suite à la rupture du puits blindé de Cleuson-Dixence survenue le 12 décembre 2000, EOS Holding et Grande Dixence SA, propriétaires de l'aménagement, ont décidé de constituer en 2003 une société chargée de diriger et de planifier les études ainsi que les travaux de réhabilitation de l'installation.

S'appuyant sur l'avis et les conseils d'un collège d'experts internationaux, Cleuson-Dixence Construction SA a ainsi étudié plusieurs variantes de réhabilitation : réparation du puits actuel, chemisage, solutions alternatives de nouveaux puits profonds ou semi-profonds, conduites forcées à l'air libre ainsi que des variantes mixtes.

La solution qui s'est avérée la plus adéquate, aussi bien du point de vue de la faisabilité que de l'exigence d'une sécurité maximale, était celle du chemisage intérieur de la conduite.

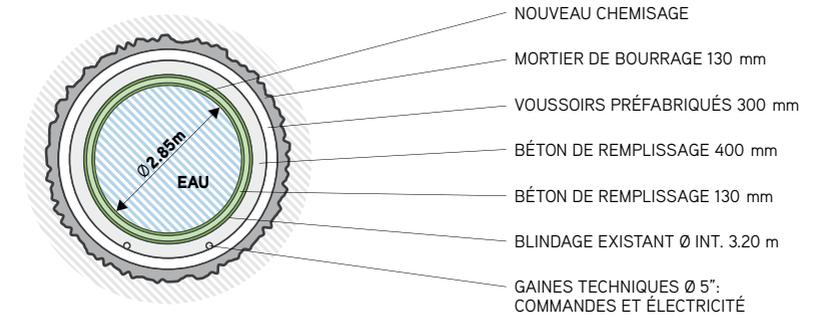
« L'ancien » blindage rend ainsi étanche le nouveau chemisage face aux eaux du massif et n'a donc plus aucun rôle structurel. Le coût total de la réhabilitation du complexe a été de CHF 365 millions.



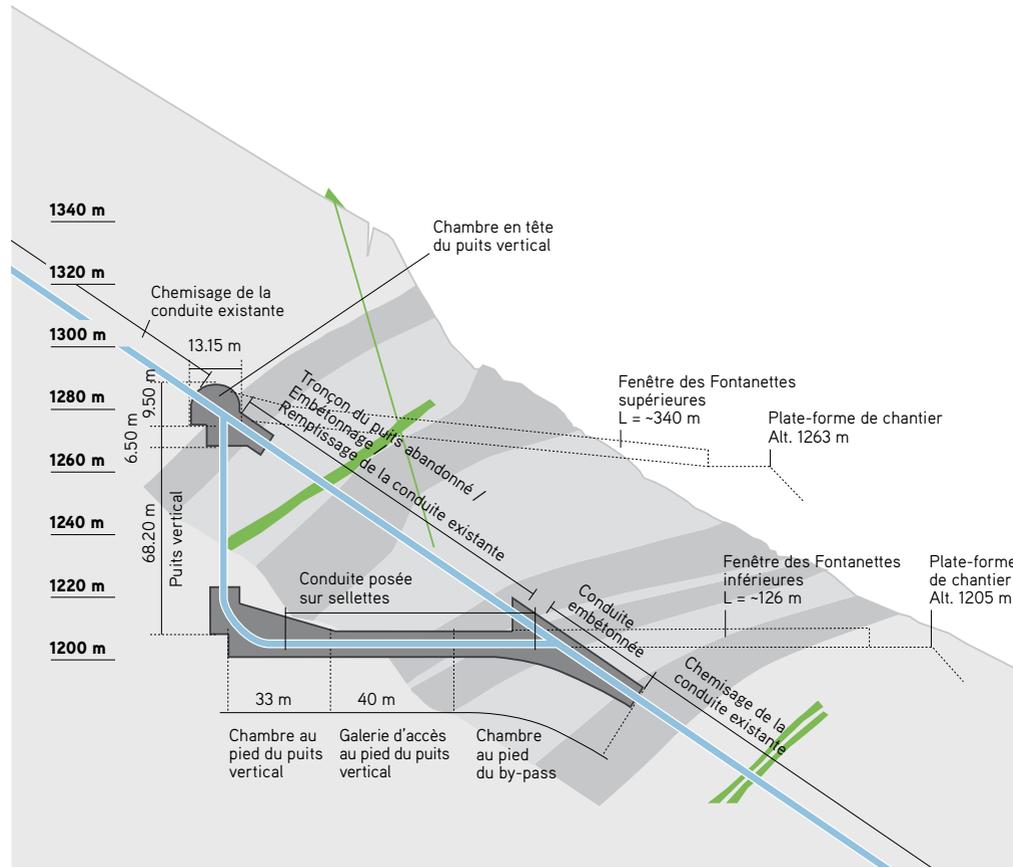
# RÉHABILITATION DU PUITIS BLINDÉ

## DESCRIPTION DES DIFFÉRENTS TRAVAUX

### CHEMISAGE : SECTION TYPE



### BY-PASS : PROFIL EN LONG



Les premiers travaux ont démarré en 2005. La réhabilitation a été exécutée sur l'intégralité du tronçon Tracouet – Dzerdjonna – Péroua – Condémines – Bieudron. En dehors de la zone affectée par l'accident, la réparation a été effectuée par un chemisage du puits blindé. Cela signifie qu'un nouveau tube d'acier a été introduit à l'intérieur de la conduite existante. Au total, il aura fallu 400 tuyaux, 12'500 tonnes d'acier et 16'400 m de soudures pour réaliser le chemisage.

Pour la zone de l'accident, c'est une solution de contournement par un by-pass profond qui a été retenue. La portion de conduite endommagée a été comblée sur une longueur de 117 m.

Deux fenêtres supplémentaires ont été percées de part et d'autre de ce tronçon afin de créer les accès nécessaires à la construction du by-pass. Le blindage a été réalisé à l'aide d'aciers à haute limite élastique, choisis pour permettre d'optimiser la qualité et la performance de l'ouvrage.

Afin de limiter la perte d'exploitation, l'espace annulaire séparant l'ancienne conduite du chemisage a été réduit au minimum (10 à 15 cm environ). Cet espace a été bétonné.

Les essais de mise en service de l'aménagement de Cleuson-Dixence sont intervenus dès le milieu de l'année 2009 et la centrale de Bieudron a pu produire ses premiers kilowattheures en janvier 2010. La réhabilitation du puits blindé de Cleuson-Dixence aura donc nécessité 4 ans 1/2 de travaux, 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24, et engagé 600 personnes.



# VISITES / CONTACTS

De l'énergie de la montagne à celle des hommes, vivez l'expérience de l'électricité!

43

Les centrales hydroélectriques de Bieudron et de Nendaz, enfouies sous la montagne, turbinent les eaux de la Grande Dixence.

Découvrez ces aménagements uniques au monde, leur histoire et leurs caractéristiques.

Visites guidées, uniquement sur réservation  
Ouvert de janvier à décembre, durant les jours ouvrables  
Durée de la visite: 2h00

## CONTACTS

[www.visit-grande-dixence.ch](http://www.visit-grande-dixence.ch)  
[visites@grande-dixence.ch](mailto:visites@grande-dixence.ch)  
+ 41 27 328 43 43

