

MINI STEP HISTORIQUE & PERSPECTIVES

DÉCEMBRE 2018



CAYROL
INTERNATIONAL
L'énergie par nature



Grenoble
ENSE3





SOMMAIRE DE LA PRESENTATION

- **INTRODUCTION**
- **LES MINI STEP DU DÉBUT DU XX^{ÈME} SIÈCLE**
- **UN PROJET DES ANNÉES 2000**
- **UN EXEMPLE AUTONOME**
- **ANALYSE DES FREINS AU DEVELOPPEMENT**
- **L'AVENIR**

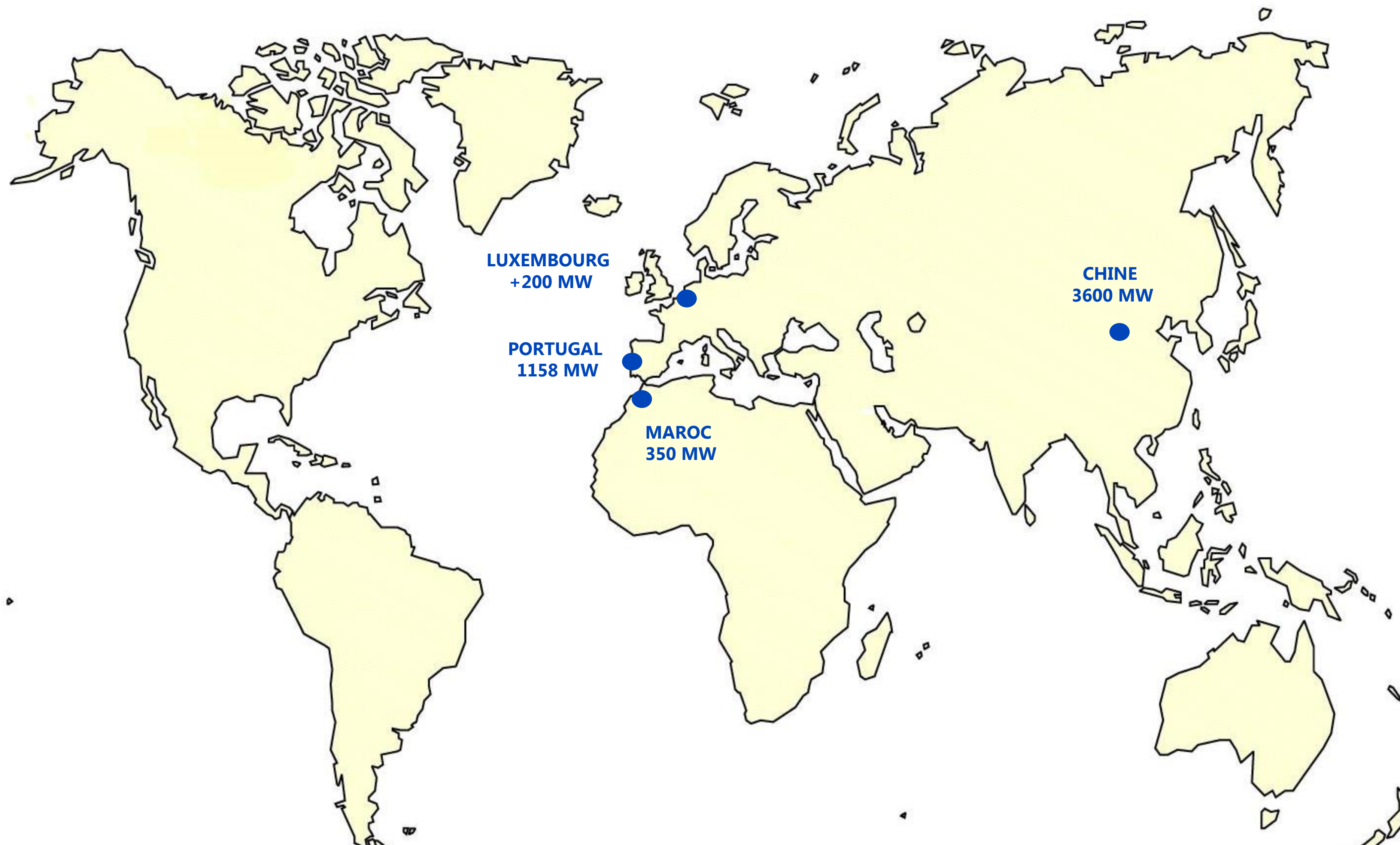


INTRODUCTION





INTRODUCTION AU MINI STEP



Les installations actuellement en en construction concernent exclusivement des STEP de forte puissance supérieure à 100 MW



INTRODUCTION AU MINI STEP

1/ DEFINITION :

Centrale de turbinage pompage
de puissance comprise entre 0 et 12 MW

2/ Il n'existe pas de mini STEP en exploitation en France

3/ Aucun développement notable de mini STEP



Analyse de cas concrets pour comprendre cet état des lieux :

1. Usine de Chevenoz - 1909
2. Lac de la Girotte - 1923
3. STEP de Munster - 1924

1909

1 - STEP DE CHEVENOZ



LA PREMIÈRE STEP DE FRANCE

La première STEP de France :

- Société Electrique d'Evian-Thonon-Annemasse

Construction d'une usine hydroélectrique:

- Construction en 1898
- Éclairage de la ville thermale d'Evian les Bains
- Ajout en 1909 d'un groupe avec pompe, alternateur et turbine Pelton
- Chute de 400 m
- Réservoir : 10 000 m³

Devenir:

- 1930 – remplacement des groupes par des turbines Francis
fonctionnement de la STEP abandonné
- 1946 – nationalisation et intégration de l'usine au parc EDF



1923

2 – LAC DE LA GIROTTE



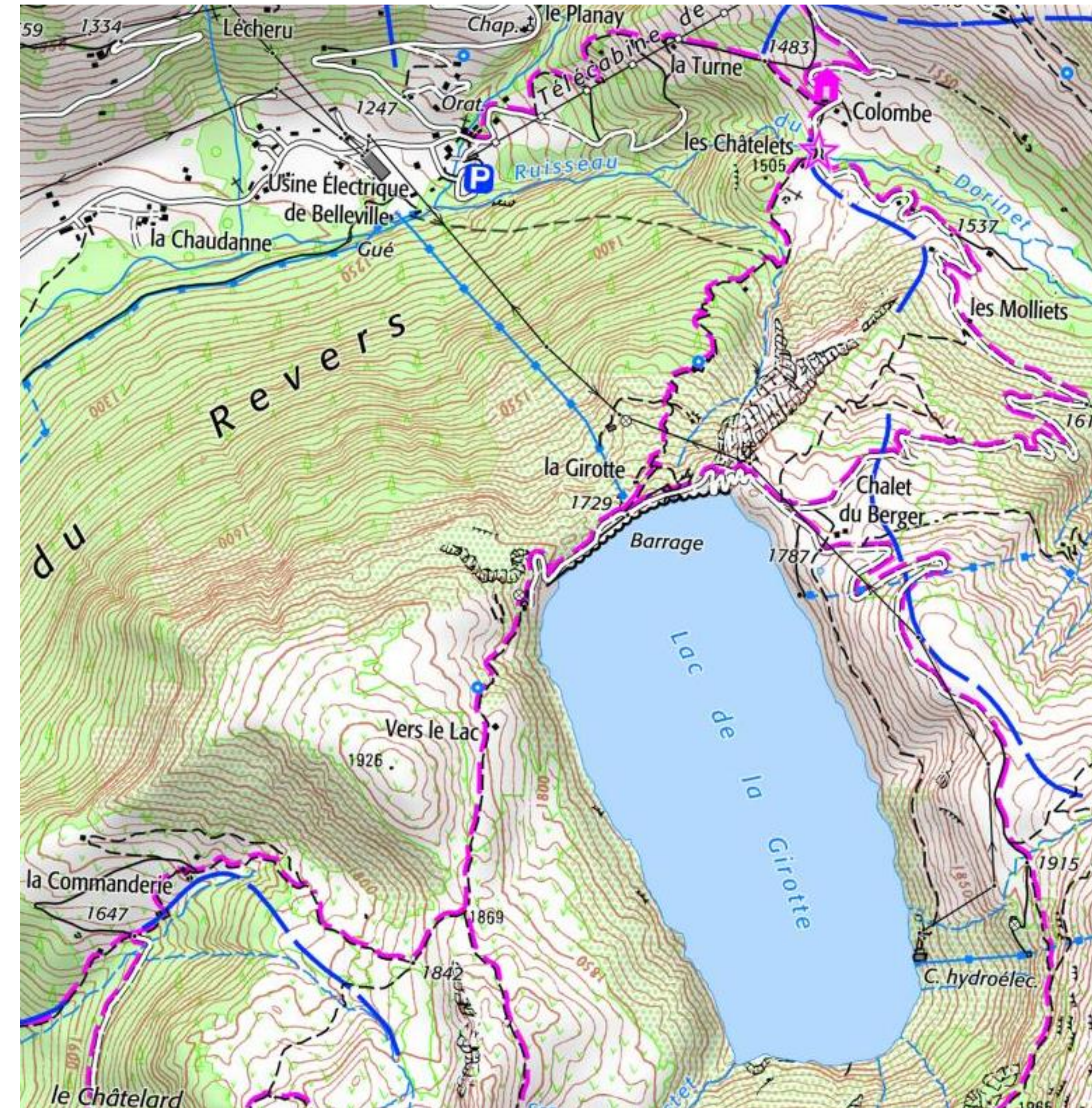
LAC DE LA GIROTTE

Développement contemporain d'autres STEP en France

- UGINE – Cie des Forges et Aciéries Paul Girod

Construction

- Usine de Belleville aménagé en STEP en 1923
- 2 groupes Neyret-Beylier (2 x 3800 kVA)
- 2 pompes Sulzer et Rateau de 2 x 4000 CV et 2 x 5000 CV
- Utilisation du lac de la Girotte pour constituer un réservoir utilisé par toutes les usines en cascades jusqu'à Venthon,
- Chute : 500 m
- Réservoir initial : 30 millions de mètres cubes (barrage construit en 1949 avec 51 millions de mètres cubes)
- Alimentation par prise d'eau et pompage 1923



LAC DE LA GIROTTE

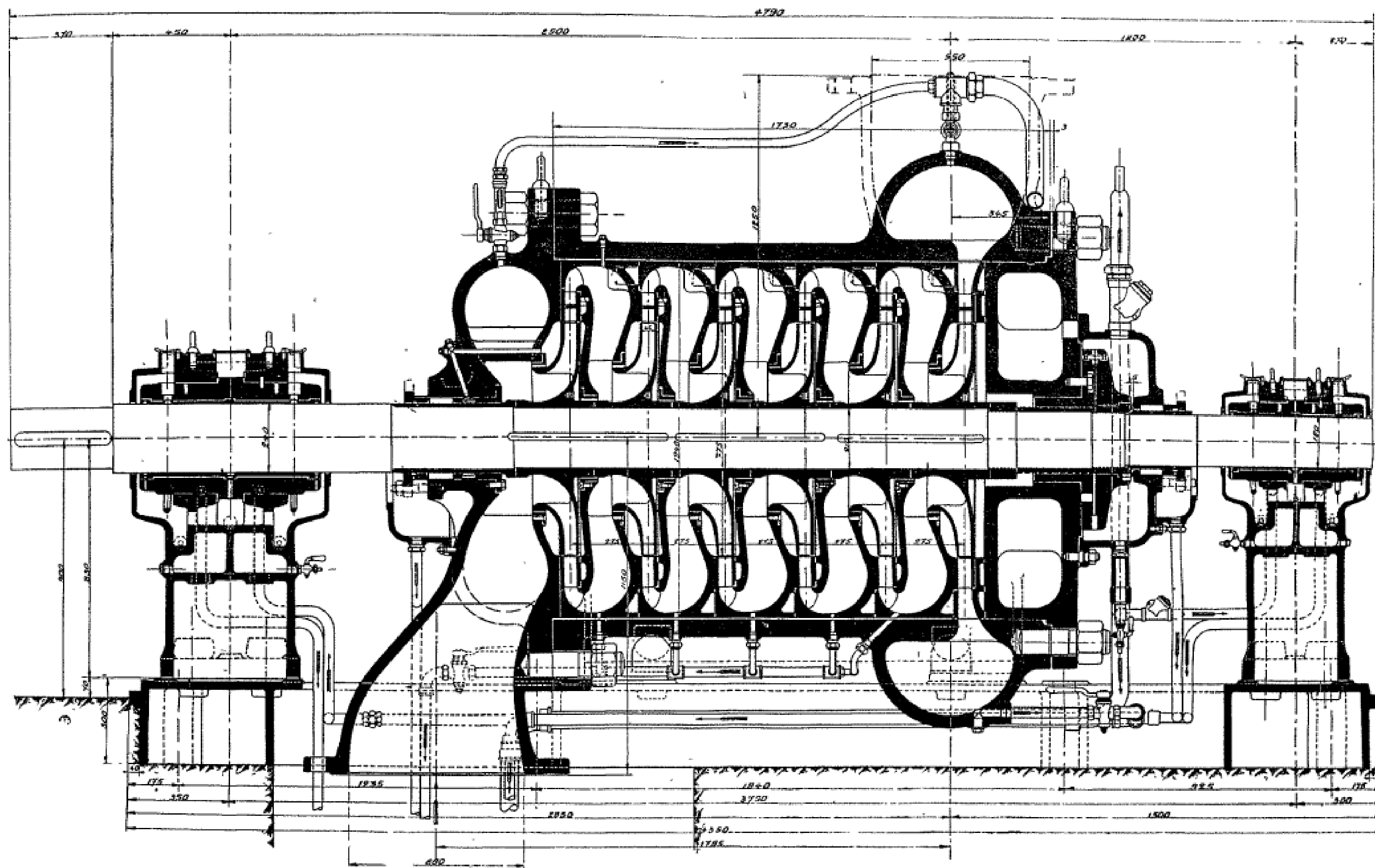


Fig. 10. — Pompes centrifuges Sulzer, à 6 roues, de 440 lit./sec. à 530 mètres, de la station de pompage de Belleville.

LAC DE LA GIROTTE

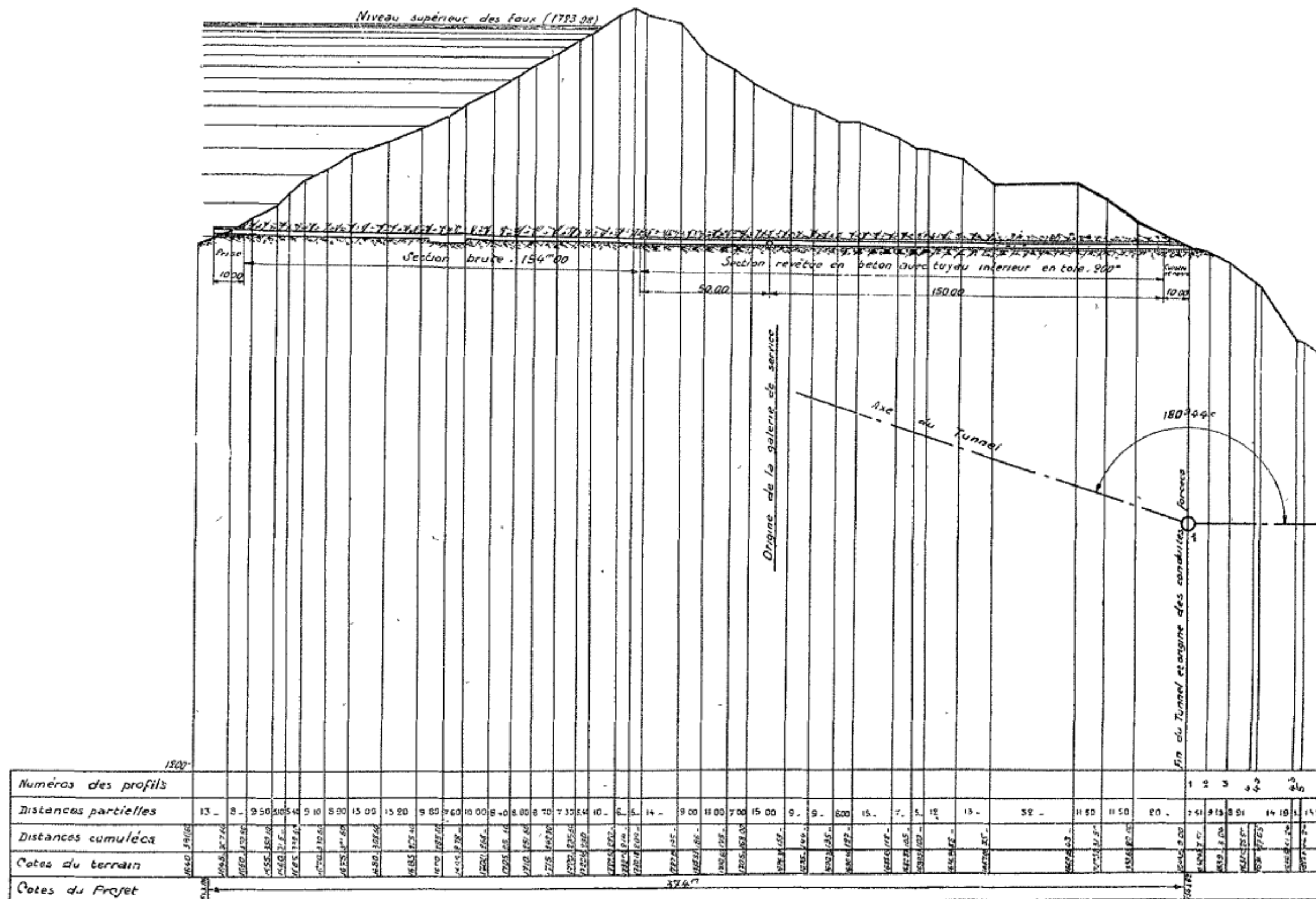


Fig. 9. — Percement du lac de la Girotte (Coupe de la galerie de dérivation).

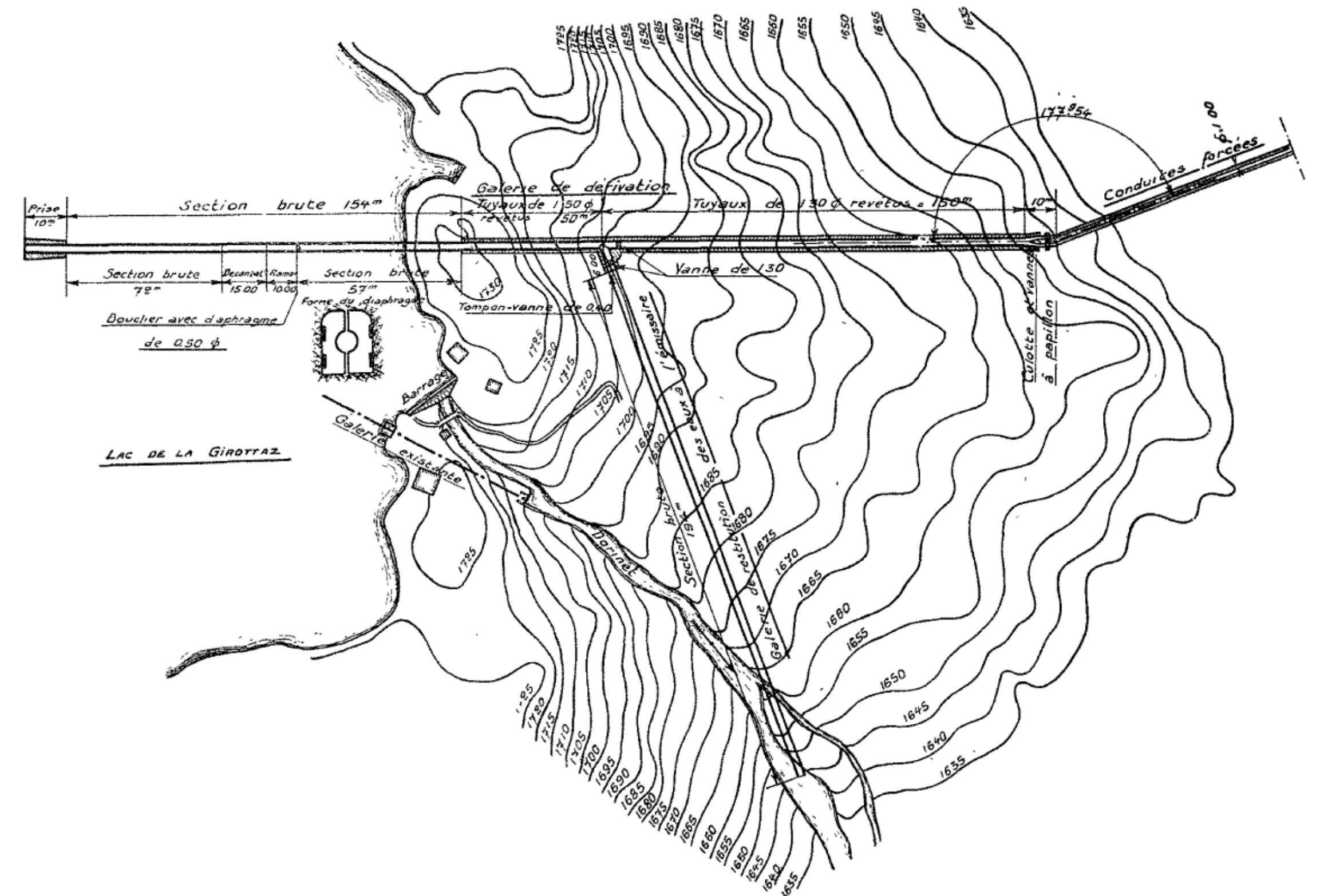


Fig. 9 a. — Percement du lac de la Girotte (Plan).

Premier aménagement INTEGRAL d'un bassin versant des Alpes avec 7 centrales alimentées notamment par le lac (1720 m) jusqu'à l'Arly (350 m)

1924

3 - STEP DE MUNSTER



STEP DE MUNSTER

Une des premières STEP réalisée en France après guerre:

- Manufacture Hartmann
- Alsace – Munster - 1924

Construction d'une usine mixte avec mini STEP

- Usine de basse chute – 500 kW
- Puissance équipée 1 500 kW – 2100 CV
- Réservoir supérieur : 18 000 m³
- Réservoir inférieur : 15 000 m³
- Conduite Ø450 – 1500 ml
- Réservoir situé 400 m au dessus de l'usine

Objectif

- Réguler le fonctionnement de l'usine au moyen du pompage dans un bassin en altitude au moment des excédents de production
- Remplacement des groupes thermiques détruit par la Première Guerre Mondiale



HYDRAULIQUE
—
L'INSTALLATION D'ACCUMULATION D'ÉNERGIE HYDRAULIQUE
des Manufactures Hartmann, à Munster
(Haut-Rhin).

Les installations hydro-électriques se développent de plus en plus en France, et le *Génie Civil* a montré à diverses reprises les progrès réalisés dans l'utilisation des forces hydrauliques de

ou moyenne, est l'irrégularité du débit, et par suite de la force disponible aux différentes époques de l'année. La construction d'un barrage créant un grand réservoir où s'emmagasinent les eaux des crues n'est pas possible partout, et elle est toujours onéreuse. Dans beaucoup de cas, le réservoir ne peut être établi assez vaste pour retenir une masse d'eau suffisante à régulariser le débit, et nombre d'usines doivent laisser perdre une partie de l'eau en hiver, et suppléer au manque d'énergie en été au moyen de moteurs thermiques, solution évidemment onéreuse. Une solution particulièrement intéressante du problème de la

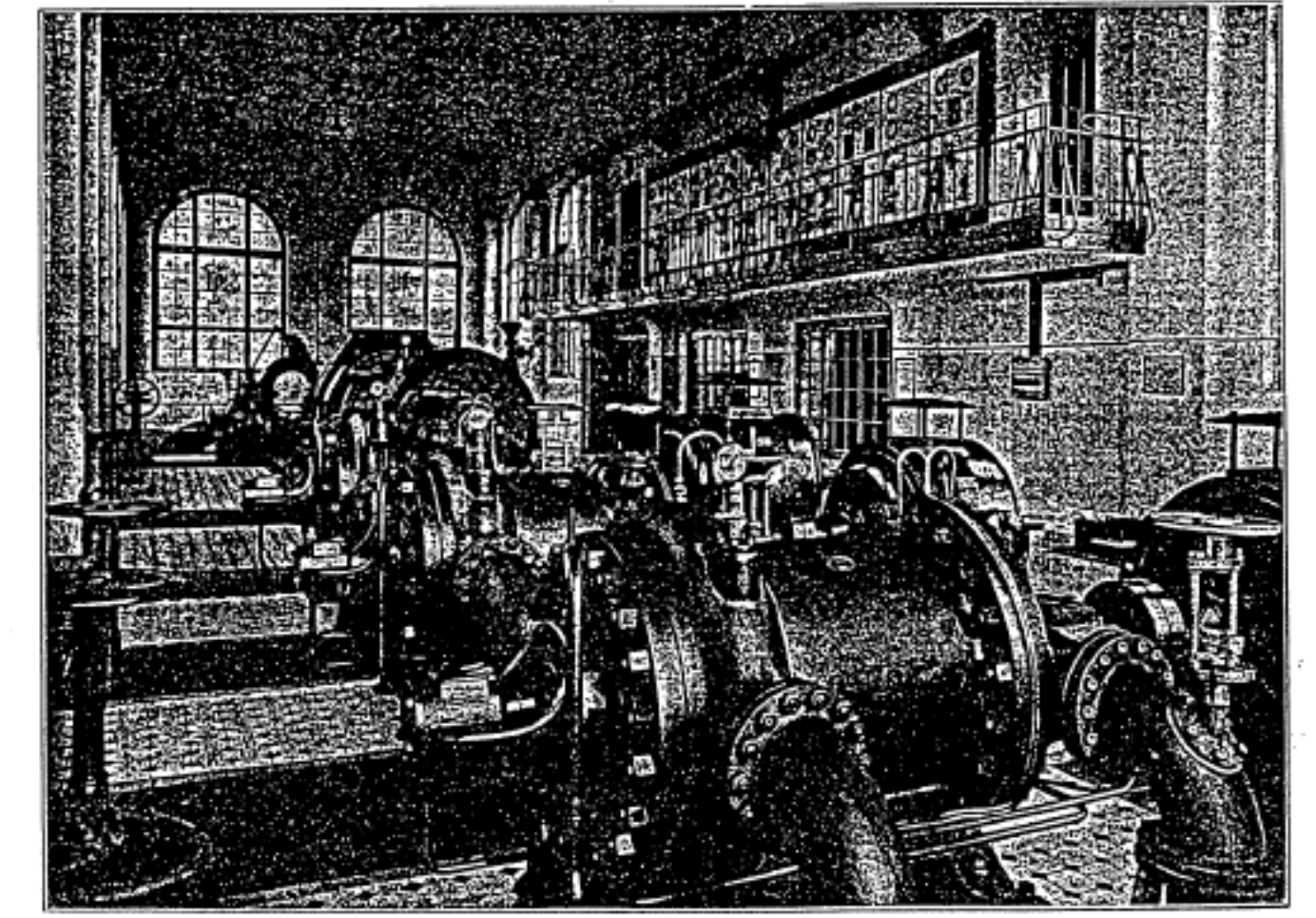


FIG. 1. — L'INSTALLATION D'ACCUMULATION D'ÉNERGIE HYDRAULIQUE DES MANUFACTURES HARTMANN, À MUNSTER: Vue de la salle des machines.

notre pays (*). L'une des difficultés rencontrées pour l'exploitation des chutes d'eau, au moins des chutes de puissance faible

régularisation de l'énergie consiste à employer la force en excédent pendant la période des hautes eaux, à pomper de l'eau jusqu'à un bassin approprié, à grande hauteur et à constituer ainsi une chute artificielle, que l'on utilisera à volonté. Cette

(*) Voir, notamment, le *Génie Civil* des 5, 12 et 19 octobre 1918 (t. LXXIII, n° 14, 15 et 16) et des 29 et 30 juin 1922 (t. LXXXI, n° 25 et 26).

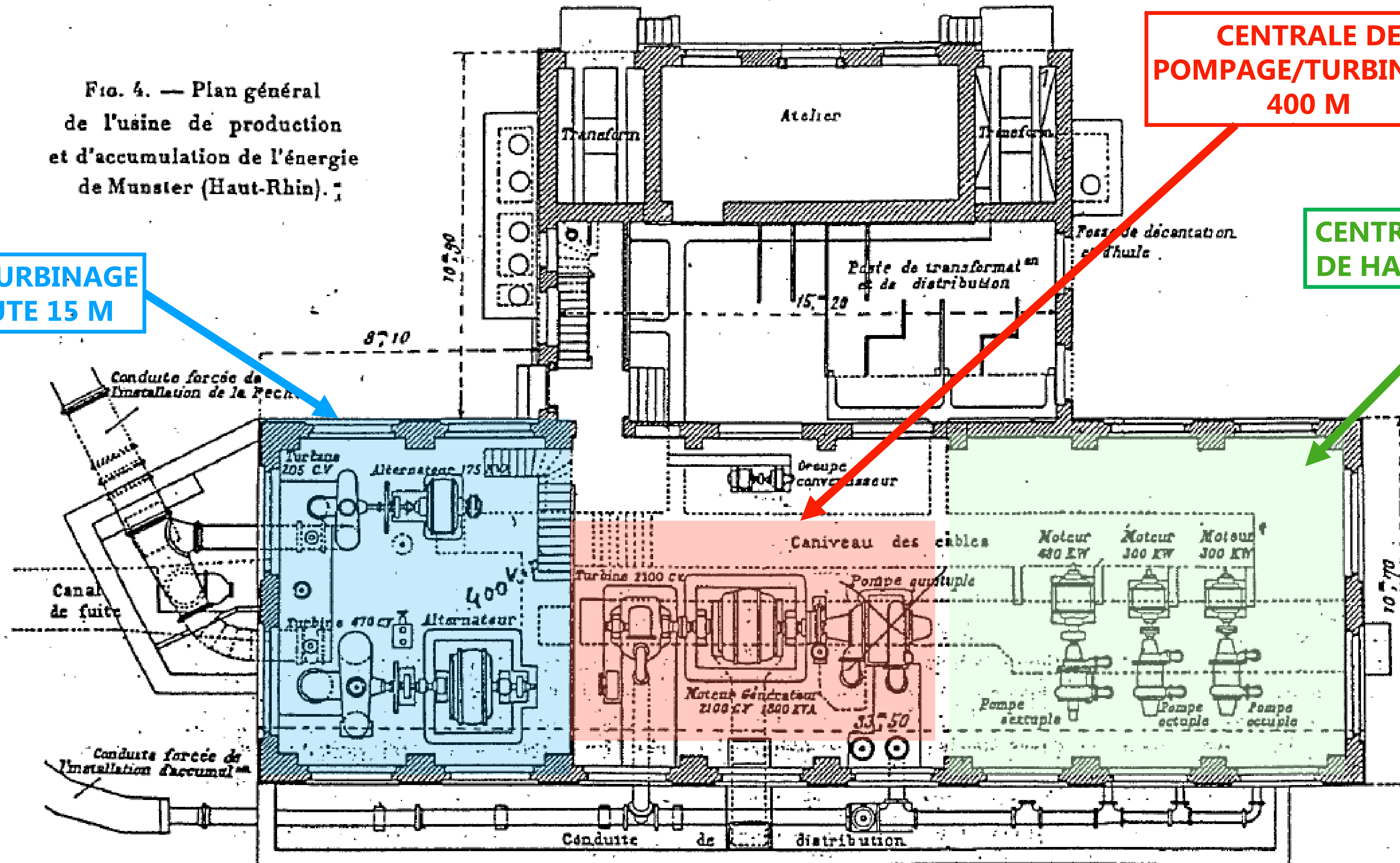
STEP DE MUNSTER

FIG. 4. — Plan général de l'usine de production et d'accumulation de l'énergie de Munster (Haut-Rhin).

CENTRALE DE TURBINAGE DE BASSE CHUTE 15 M

CENTRALE DE POMPAGE/TURBINAGE 400 M

CENTRALE DE POMPAGE DE HAUTE CHUTE 400 M



STEP DE MUNSTER



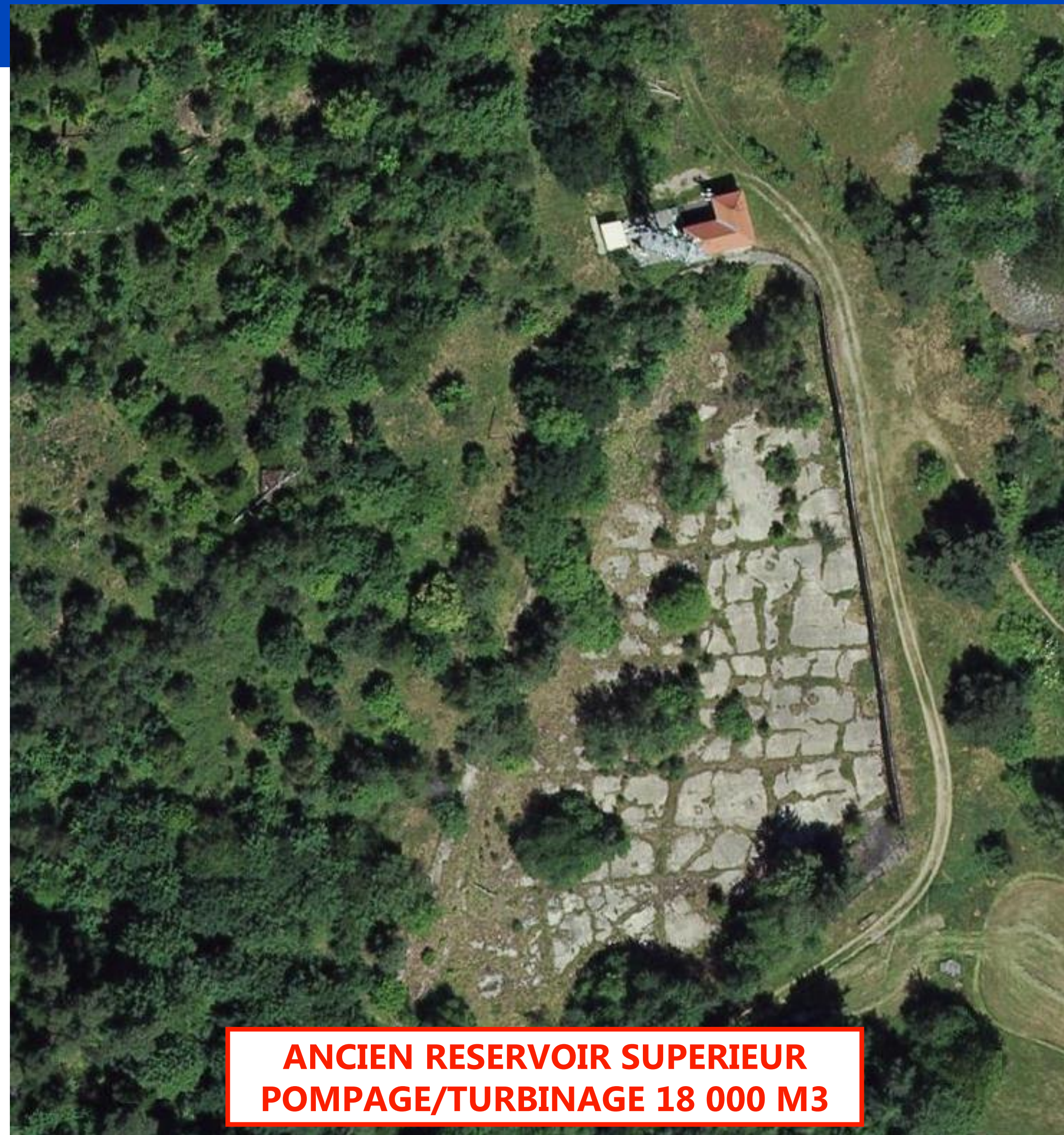
**CENTRALE DE POMPAGE
DE HAUTE CHUTE 400 M**

STEP DE MUNSTER



**CENTRALE DE
POMPAGE/TURBINAGE 400 M**

STEP DE MUNSTER



**ANCIEN RESERVOIR SUPERIEUR
POMPAGE/TURBINAGE 18 000 M3**

2007

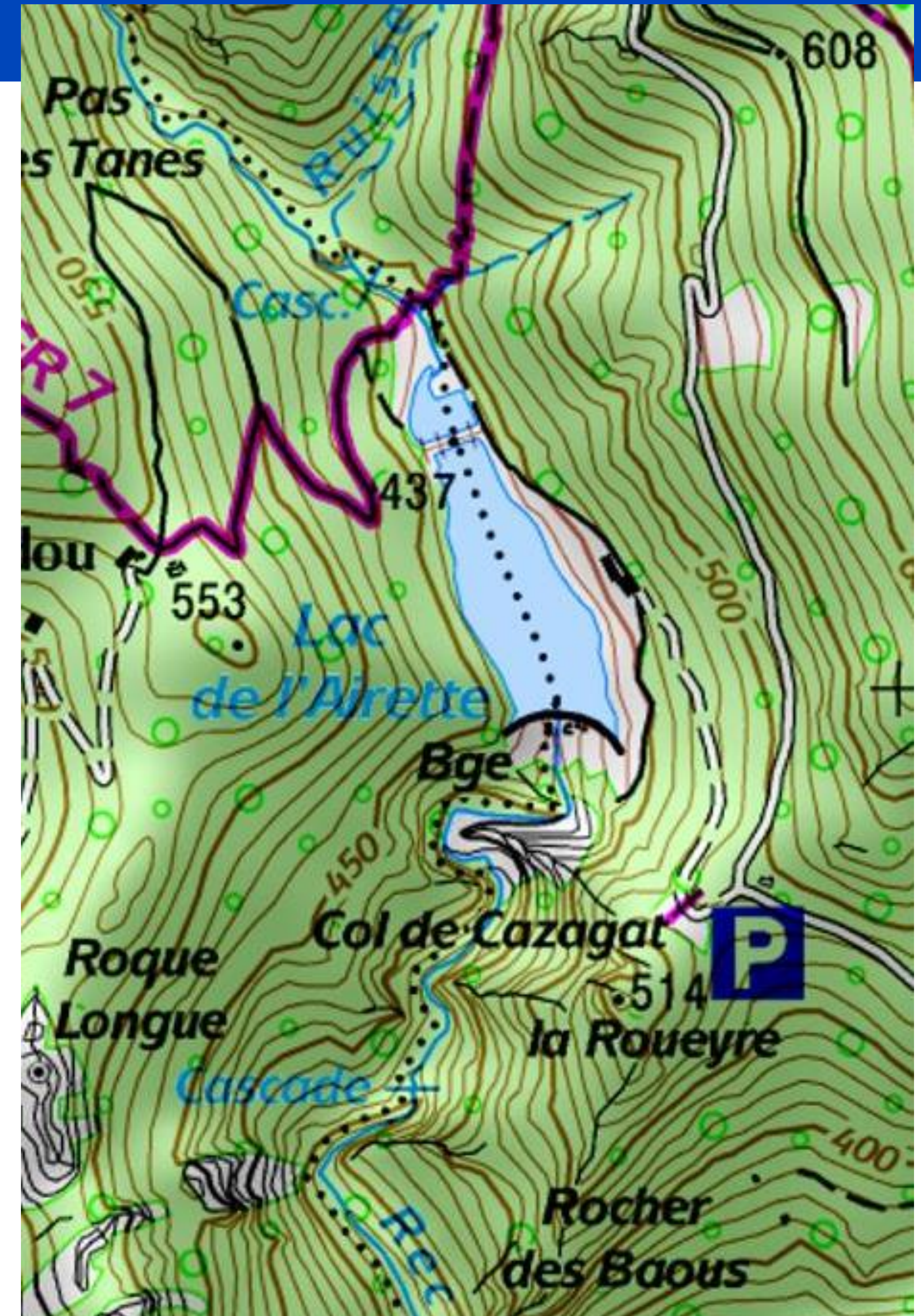
4 - PROJET DE STEP DE L'AIRETTE

BARRAGE DE L'AIRETTE

Analyse d'un projet plus récent

Situation avant projet :

- Abandon du barrage
- Utilisation des sources d'eau potable,
- Cours d'eau avec un module faible impliquant pour seul modèle économique la réalisation d'une STEP



BARRAGE DE L'AIRETTE



BARRAGE DE L'AIRETTE



BARRAGE DE L'AIRETTE



BARRAGE DE L'AIRETTE PROJET DE MINI STEP

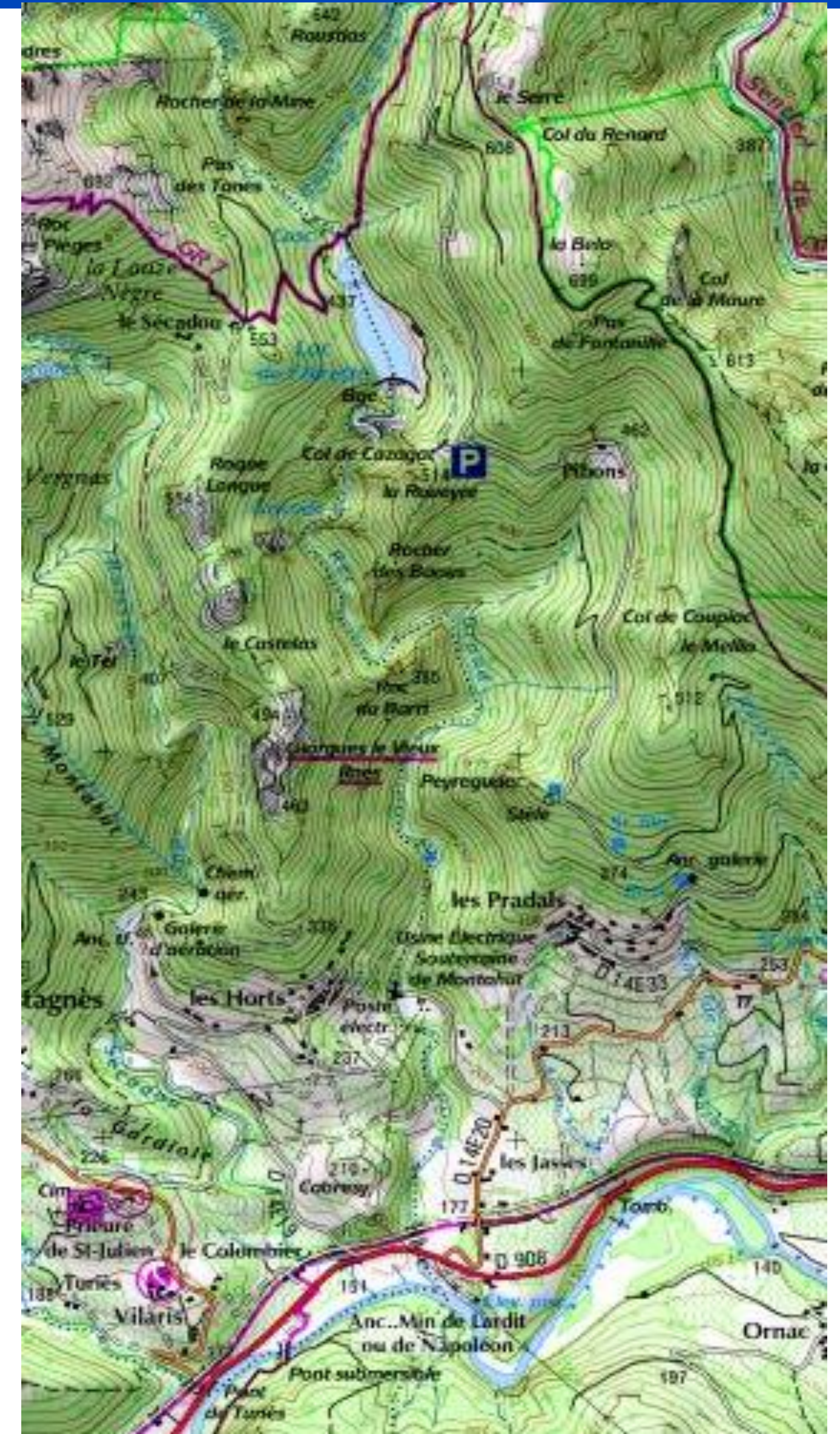
SITUATION DU BARRAGE DE L'AIRETTE

PROJET de construction possible d'une mini STEP

- Puissance équipée 2650 kW
- Barrage existant sans usage
- Retenue limitée
- Faibles enjeux piscicoles
- 270 m de chute

Raisons de l'abandon du projet

- Absence de contrat d'achat ad hoc
- TURP important considérant la centrale comme consommateur
- Absence de turbine pompe adaptée sur le marché
- Absence de rentabilité du modèle économique



BARRAGE DE L'AIRETTE



BARRAGE DE L'AIRETTE



2014
5 - EJEMPLO DEL HIERRO
11,5 MW

CANARIAS





PROJET EL HIERRO

Analyse d'une installation en exploitation

Couplage d'une source intermittente et d'une régulation programmable

- Parc éolien de 11,5 MW
- Groupe pompage-turbinage avec eau de mer dessalée
4 turbines pour 11,3 MW



PROJET EL HIERRO

CONTEXTE INSULAIRE PARTICULIER

- Dépendance au fioul lourd
- Projet pilote couplant un parc éolien et une STEP
- Coût global du projet : 80 M€
- Optimisation des surplus de production éolien
- Régulation de l'injection selon les besoins



ANALYSE DES FREINS AU DEVELOPPEMENT DES MINI STEP





CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

Premier constat

Les principales installations permettant d'équiper un BV dans son ensemble sont déjà réalisées (concessions)

Le développement restant se limite :

- au suréquipement des centrales existantes
- à des équipements ponctuels de cours d'eau ou de réservoir

Cadre réglementaire français

1. Loi du 16 octobre 1919
2. Loi sur les économies d'énergies (1980)
 - Classement de cours d'eau
3. Loi pêche de 1984
 - Normalisation du DMB
 - Dispositif lié à la continuité écologique
4. Directive Cadre sur l'Eau de 2000
 - Traduite dans le CE en 2004
 - SDAGE, SAGE,
 - Classements, continuité écologique
5. Instauration du TURP en 2002
6. LEMA (2005)
 - Classement de cours d'eau
7. Classement des cours d'eau L1 et L2 (2014)
 - Liste 1
 - Liste 2

Evolution réglementaire tendant à une densification des obstacles au développement de l'hydroélectricité de manière générale et aux centrales par écluses en particulier

La production des STEP n'est pas considérée comme une électricité renouvelable

CONTEXTE ECONOMIQUE

Contexte défavorable aux STEP

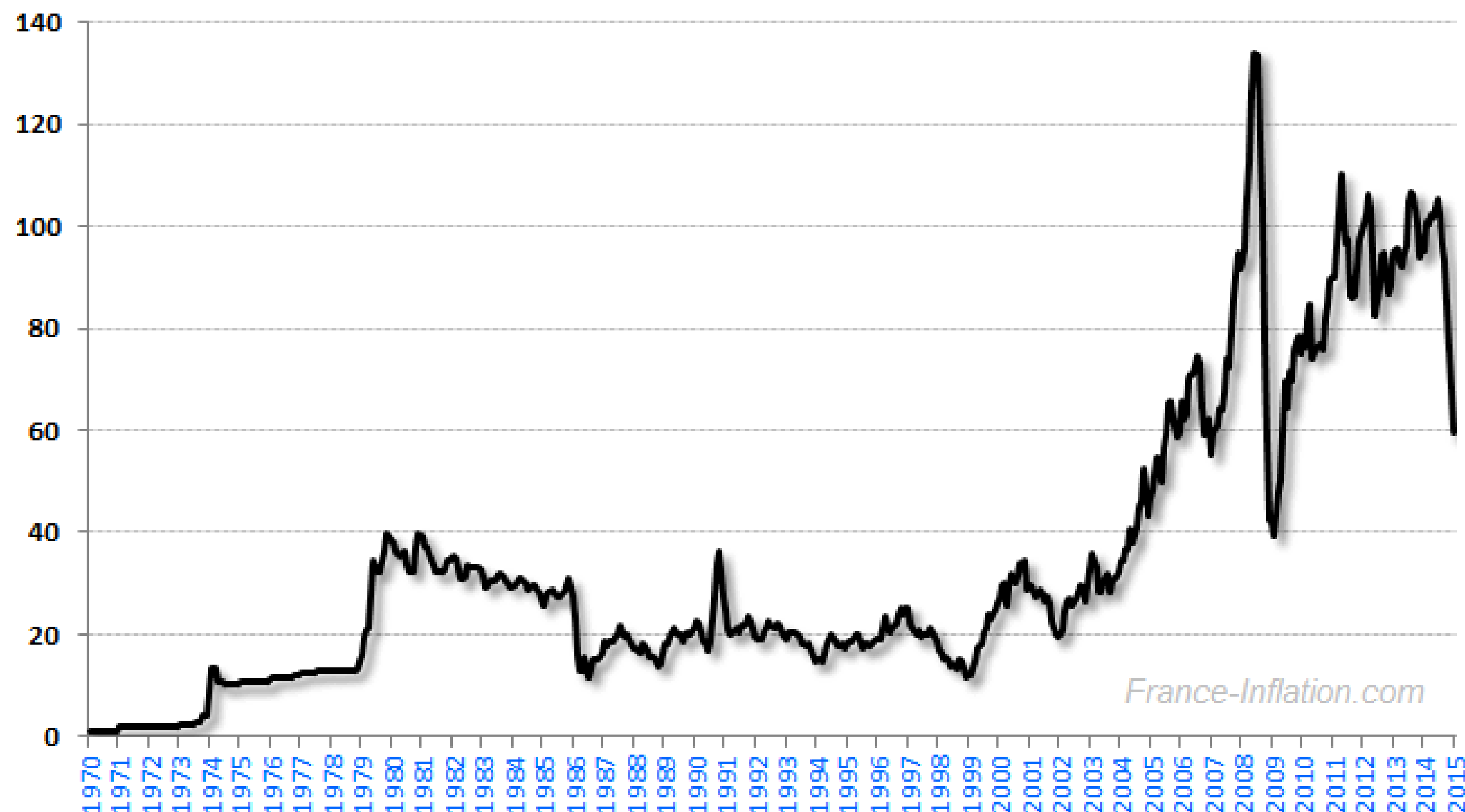
Evolution CAPEX/OPEX à la hausse

- Instauration du TURP (2002)
- Contraintes environnementales

Contexte favorable aux STEP


Evolution du prix des matières premières impactant directement l'intérêt économique des STEP

- Concurrence avec les sources à flamme / TAC



Evolution du prix du baril (Brent – moyennes mensuelles - € courants) de 1973 à 2015

LES FREINS IDENTIFIES

- Tarif d'Utilisation du Réseau Public de transport (TURP)
 - STEP = consommateurs d'énergie redevables du TURP,
 - A noter que le TURP est neutre pour les installations appartenant à EDF
 - Voir rapport Dambrine (2006)
 - Investissement
 - Pas de turbine pompe de faible puissance disponible sur le marché
 - Différence de coûts entre heures pleines et heures creuses
 - Coût des énergies fossiles (en hausse mais limitant encore l'intérêt des mini STEP)
 - Absence de contrat d'achat (exclusion des dispositifs d'OA ou de CR)
 - Absence de visibilité économique de long terme notamment par l'absence de contrat
- 

ANALYSE DES FREINS AU DEVELOPPEMENT

Arrêté du 1^{er} mars 2007 – contrat H07

Arrêtent :

Art. 1^{er}. – Le présent arrêté fixe les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie hydraulique des lacs, cours d'eau et mers, telles que visées au 1^o de l'article 2 du décret du 6 décembre 2000 susvisé. Ces installations sont de deux types :

1. Les installations utilisant l'énergie hydraulique des lacs et cours d'eau ;
2. Les installations utilisant l'énergie houlomotrice, marémotrice ou hydrocinétique.

L'électricité produite à partir de systèmes de stockage nécessitant de l'énergie pour leur remplissage ne bénéficie pas de l'obligation d'achat.

Arrêté du 13 décembre 2016 – contrat H16 (OA / CR)

Art. 1^{er}. – Le présent arrêté fixe :

1^o Les conditions pour bénéficier de l'obligation d'achat, prévue par l'article L. 314-1 du code de l'énergie, de l'électricité produite par les nouvelles installations de production hydroélectrique mentionnées au 1^o de l'article D. 314-15 du code de l'énergie, ainsi que les conditions de cet achat ;

[...]

Les conditions ci-dessus ne sont pas applicables aux installations utilisant l'énergie hydrocinétique des cours d'eau.

L'électricité produite à partir de systèmes de stockage par pompage nécessitant de l'énergie pour leur remplissage ne bénéficie ni de l'obligation d'achat, ni du complément de rémunération.

CONCLUSIONS

DES ATOUTS

- L'intérêt reconnu (flexibilité, décentralisation, stockage, régulation du réseau...),
- Dispositif de stockage fiable et éprouvé (à la différence des batteries, de l'hydrogène, de la chaleur,...)
- Seul système EnR qui peut assurer les pointes,
- Substitution aux énergies fossiles qui assurent la gestion de pointe du réseau,

MAIS SANS POLITIQUE DE TRANSITION

- Aucune évolution réglementaire ne tend au développement des STEP et des mini STEP
- Aucun contexte économique



LA LUEUR D'ESPOIR

UN CONTEXTE EN ÉVOLUTION AU NIVEAU MONDIAL

- Prix du pétrole régulé par les grandes puissances mondiales (USA, OPEP,...) mais présentant une tendance haussière
- Pétrole : une poussée inflationniste structurelle avec une consommation qui augmente et des réserves de plus en plus couteuses à l'exploitation

ET AU NIVEAU NATIONAL :

- L'augmentation des EnR non programmables sur le réseau
- L'émancipation des énergie fossiles et de leur fournisseurs historiques
- Le quota mis à disposition par EDF au prix ARENH de l'ordre de 42 € MW/h est actuellement entièrement souscrit par les opérateurs privés, Les surplus s'achètent sur le marché SPOT
- On observe un frémissement des prix depuis 2 mois

MERCI DE VOTRE ATTENTION

DÉCEMBRE 2018



CAYROL
INTERNATIONAL
L'énergie par nature

