

L'importance de l'extension des aménagements hydroélectriques à accumulation dans les Alpes pour un approvisionnement fiable en électricité en Europe

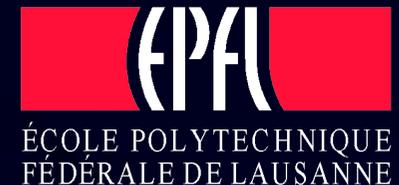
Prof. Dr. Anton Schleiss

Laboratoire de constructions hydrauliques (LCH-EPFL)

Hon. President ICOLD



Conférences CERES
Liège, 5 novembre 2018



Contenue de la présentation

1. L'importance de l'hydraulique dans les Alpes pour l'approvisionnement en Europe
2. Problématique de l'approvisionnement en hiver et défis actuels
3. Objectifs de l'extension future de la force hydraulique
4. Potentiel de la surélévation des barrages
5. Exploitation de synergies dans le cadre de projets à buts multiples
6. Utilisation de nouveaux lacs glacières
7. Conclusions



Barrage de Mutsee 2012



Barrage de Vieux Emosson 2013

1. L'importance de l'hydraulique dans les Alpes pour l'approvisionnement en Europe

Atouts de la force hydraulique

- Energie renouvelable sans émission de CO2
- Excellent rendement et efficacité, réglable
- Grande flexibilité et réglable selon la demande
- Amélioration des nouveaux énergie renouvelable (vent, soleil)
- Energie du pays créant de l'emploi dans les vallées alpines (impôts et redevances)
- Améliorations des infrastructures et l'attrait touristique
- Contribution à la protection contre les crues et les sécheresses



La Suisse comme pays de l'arc alpin au milieu des grands producteurs



Production hydroélectrique dans les pays alpins et en Europe

Pays	Installed Capacity [MW]	Mean yearly generation [GWh/a]	Part of hydropower in electricity generation
Germany 	4'350	19'000	4.2%
Austria 	13'200	37'701	62.3%
France 	23'000	45'845	8.5%
Italy 	17'800	47'756	12.4%
Slovenia 	846	3'550	29.0%
Switzerland 	13'723	37'795	56.5%
Alpine countries	72'919	191'647	12.6%
Europe*	181'266	531'152	≈15 %

* According Hydropower&Dams, World Atlas 2014

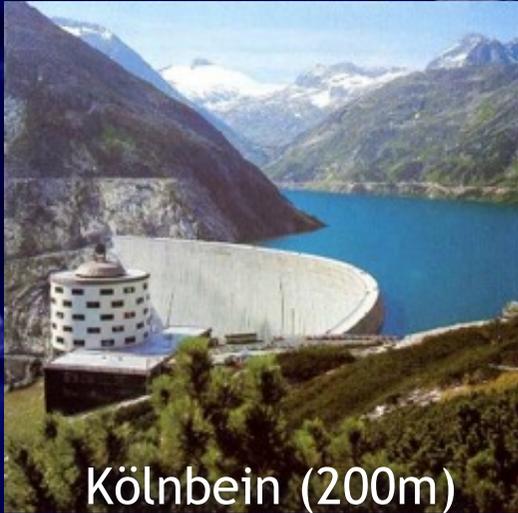
L'importance de l'énergie d'accumulation (stockage saisonnier dans les réservoirs)

	Production GWh/a	% de la production hydraulique
 Allemagne	ca. 1500	7%
 Autriche	13'305	34%
 France	16'500	27%
 Italie	13'470	26%
 Slovénie	ca. 600	13%
 Suisse	19'752	54%

*selon Hydropower & Dams, World Atlas 2017 et autres sources



Barrages ≥ 150 m en Autriche



Kölnbein (200m)



Zillergründl (186m)



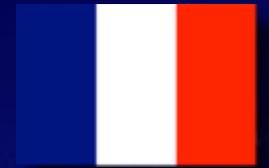
Gepatsch (153m)



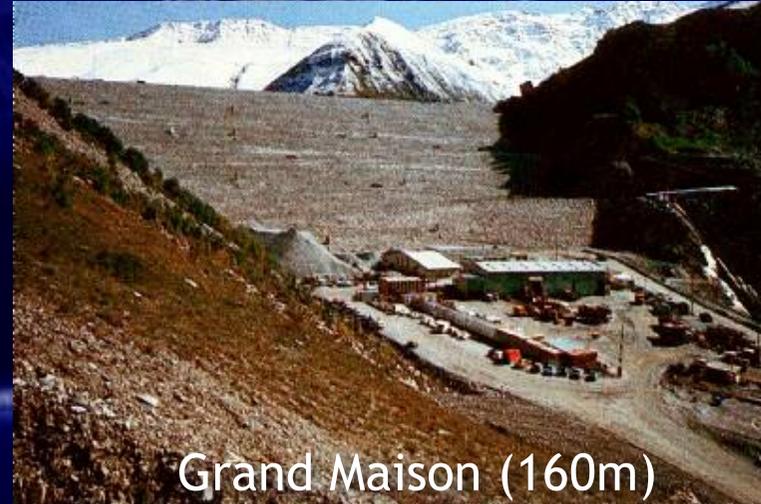
Finstertal (150m)



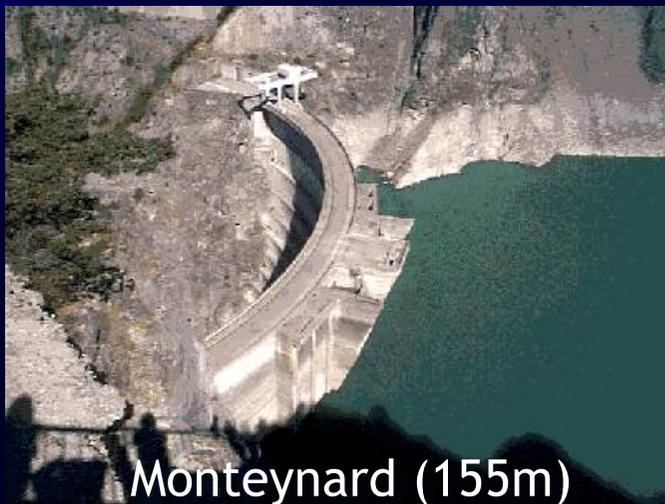
Barrages ≥ 150 m en France



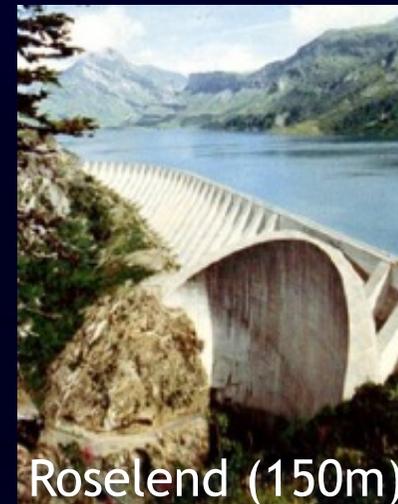
Tignes (180m)



Grand Maison (160m)



Monteynard (155m)



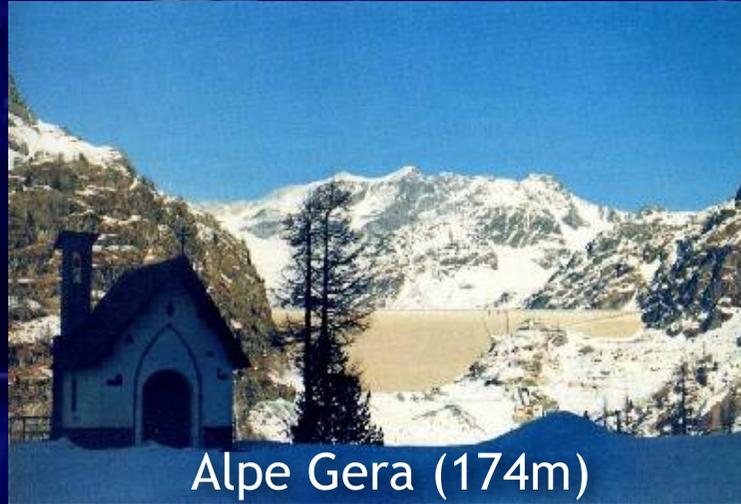
Roselend (150m)



Barrages ≥ 150 m en Italie



Vajont (262m)
hors service



Alpe Gera (174m)



Speccheri (157m)



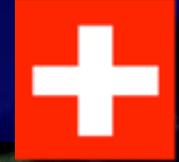
Place Moulin (155m)



Santa Guistina (153m)



Barrages ≥ 150 m en Suisse



Grande Dixence (285m)



Mauvoisin (250m)



Luzzone (225m)



Contra (220m)



Emosson (180m)



Zeuzier (156m)



Göscheneralp (155m)



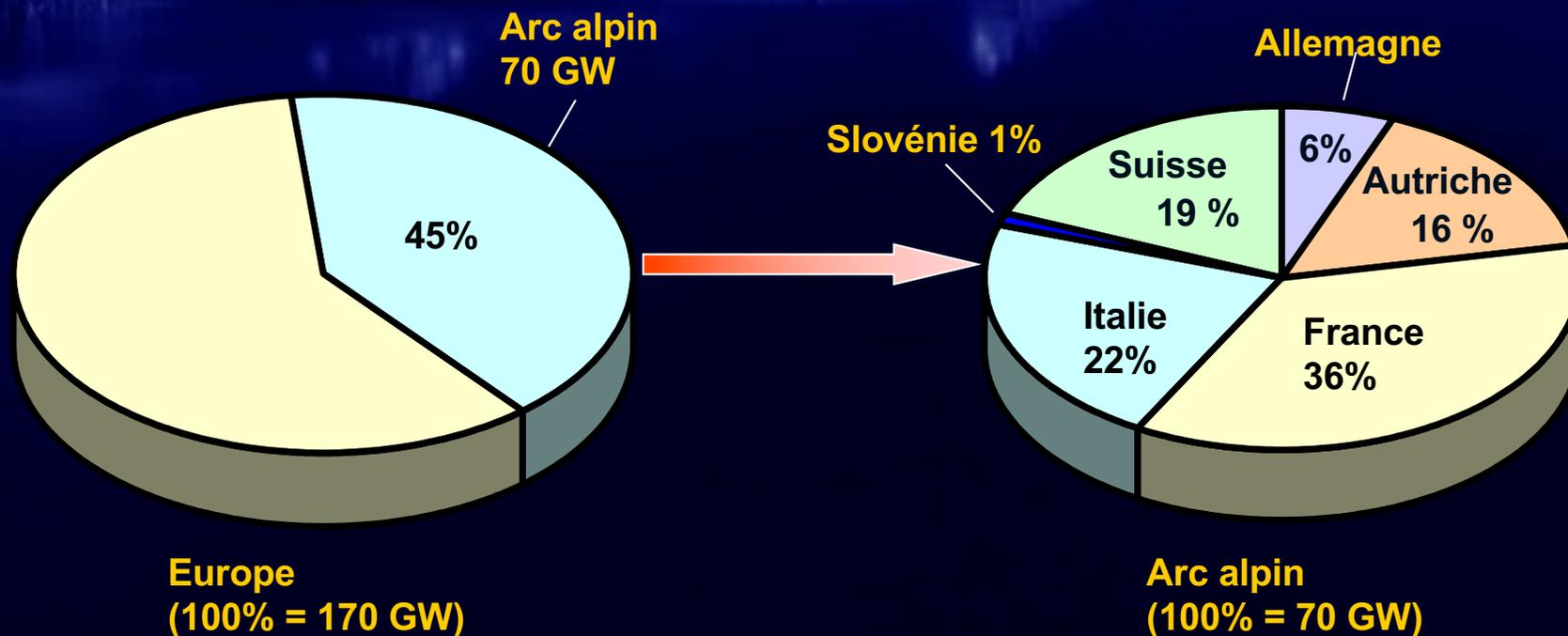
Curnera (155m)



Zervreila (151m)

Rôle actuel de la Suisse dans l'arc alpin et en Europe

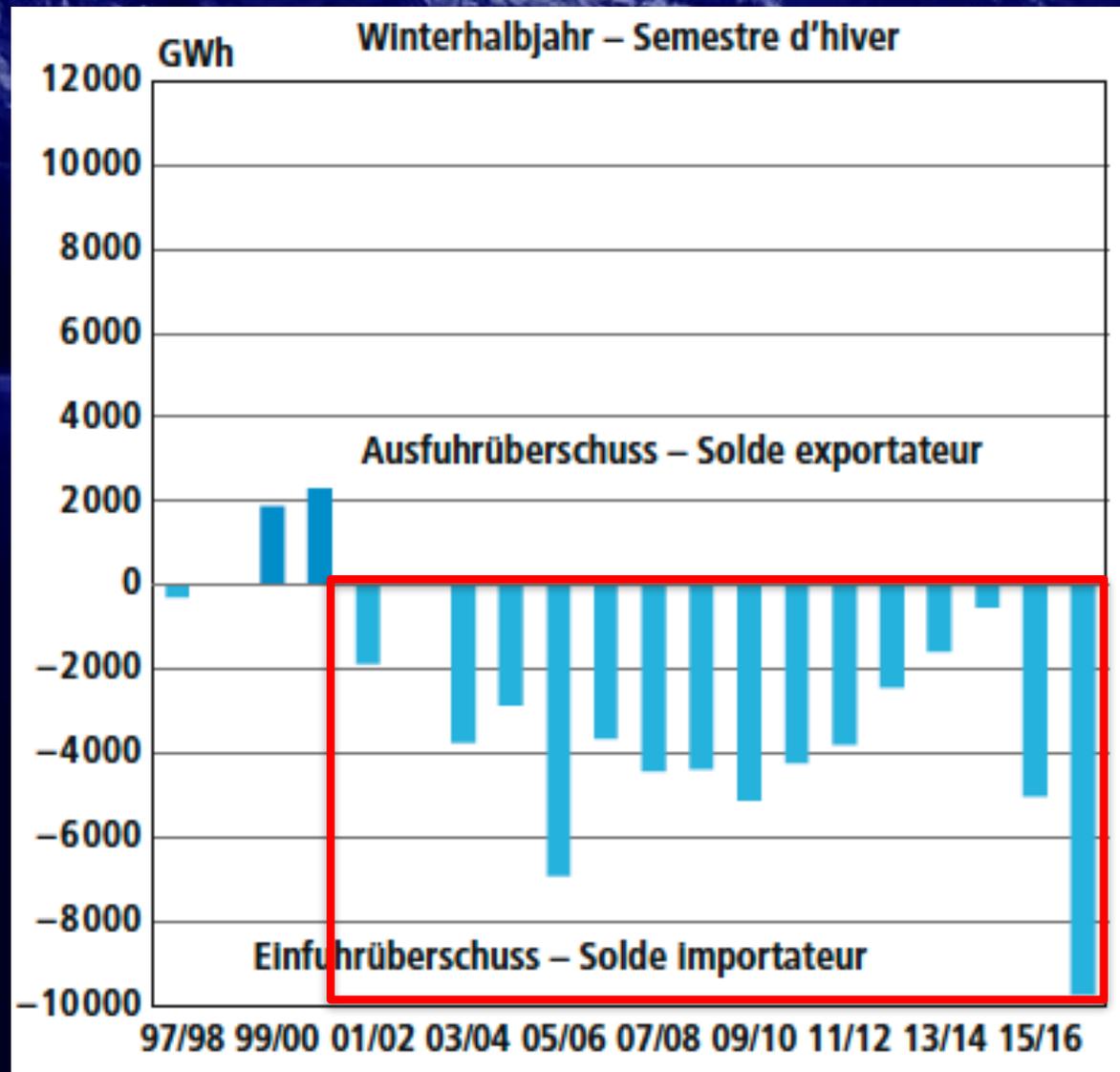
Puissance des centrales hydrauliques



2. Problématique de l'approvisionnement en hiver et défis actuels

Solde exportateur et importateur

Depuis 18 ans la Suisse doit importer massivement l'électricité de l'étranger en hiver (en moyenne environ 4200 GWh/hiver depuis 15 ans; environ 13 % de la consommation en hiver)



Défis actuels de la force hydraulique dans les Alpes et en Suisse

Les prix sont très bas sur le marché d'électricité en Europe à cause:

- D'une surcapacité de production (surtout charbon) avec des coûts d'émissions de CO2 très bas
- Prix très bas du pétrole sur le marché mondiale
- D'une distorsion actuelle du marché, avec des subventions aux autres énergies renouvelable comme le solaire et le vent

L'hydraulique dans l'arc alpin et notamment en Suisse est fortement défavorisée!



Barrage et centrale de Ova Spin
(GR)

3. Objectifs de l'extension future de la force hydraulique

Potentiel de développement de la force hydraulique au titre de la stratégie suisse énergétique 2050 (en GWh)

	<i>Conditions d'utilisation actuelles</i>	<i>Conditions d'utilisation optimisées</i>
<i>Nouvelles grandes centrales</i>	770	1'430
<i>Petite hydraulique</i>	1'290	1'600
<i>Transformation, extension, agrandissement grandes centrales</i>	870	1'530
<i>Effets LEaux</i>	- 1'400	- 1'400
<i>Potentiel total</i>	1'530	3'160

- Potentiel d'augmentation de la production annuelle par des nouvelles centrales est relativement faible
- La problématique du déficit en hiver n'est pas adressée

3. Objectifs de l'extension future de la force hydraulique dans les Alpes et en Suisse

Renforcement de la compétitivité de l'énergie hydraulique par flexibilisation de la production



Rehaussement du barrage de 208 m à 225 m
Luzzone (TI) 1995 - 1999

Flexibilisation de la production des aménagements existants et augmentation de la production en hiver

- Rehaussement des barrages
- Augmentation de la puissance installée aux turbines
- Augmentation de la puissance des pompes
- Bassins de compensation
- Nouveaux centrales et systèmes d'adduction d'eau (parallèles aux existants)

Augmentation de la puissance et énergie supplémentaire en hiver en Suisse

- Centrales existantes

- Jusqu'en 2050

- potentiel d'augmentation massive de 27 à 40% en équipant les ouvrages existants de nouveaux systèmes d'adduction d'eau

Puissance supplémentaire de 1800 MW à 3500 MW

- Rehaussement des barrages existants: **énergie supplémentaire en hiver de 2.5 TWh**

- Dès 2050

- **Nouveaux retenues: nouveaux lacs suite au retrait des glaciers: Corbassière, Trift, Gaulti, Gorner, Rhone, Aletsch**

- Nouveaux aménagements de pompage-turbinage

- Projets réalisés: **Linthal 2015, Nant de Drance** et en planification (Grimsel 3, Lago Bianco, Sambuco, Vercasca II, Nestil, Val Dambra): puissance supplémentaire jusqu'en 2030 d'environ: **4000 à 5000 MW**

Projets de pompage - turbinage en Suisse

Centrale	Canton	Puissance turbines	Puissance pompes	Raccordement reseau	kV
Sambuco	TI	+ 960 MW	+ 720 MW	Airolo	380
KWO+	BE	+ 470 MW	+ 340 MW	Innertkirchen	220
Linth-Limmern	GL	+ 1'000 MW	+ 760 MW	Breite/Tavanasa	380
Nant de Drance	VS	+ 900 MW	+ 885 MW	Vallorcine	380
Verzasca	TI	+ 400 MW	+ 400 MW	Magadino	220
Val d'Ambra	TI	+ 135 MW	+ 70 MW	Biaschina	150
Lago Bianco	GR	+1050 MW	+1050 MW	Golbia	380
Total		4'977 MW	3'925 MW		



BARRAGES

Impasse énergétique oblige, il faut accroître le rendement de l'hydraulique. Pour l'expert Anton Schleiss, une douzaine d'ouvrages pourraient être surélevés en Suisse.

PROPOS RECUEILLIS PAR
PIERRE-ANDRÉ SIEBER

A l'heure où le nucléaire fait peur, la Suisse pourrait-elle grappiller de précieux kilowattheures grâce au rehaussement des barrages existants? Professeur à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), expert internationalement reconnu pour la construction de ces ouvrages et président du Comité suisse des barrages, Anton Schleiss répond que le gain ne permettra pas de remplacer les centrales nucléaires. Il n'est cependant pas négligeable. On en veut pour preuve par exemple la surélévation de 21,5 m du Vieux-Émosson et la construction d'une centrale de pompage-turbinage à Nant-d'Irancy, en Valais, qui permettront de porter la puissance de 600 à 900 mégawatts (MW). C'est important, sachant que la puissance de la centrale de Mühleberg (BE) est de 335 MW.

Quelle puissance pourrait-on gagner avec le rehaussement des couronnes de barrages en Suisse?

Anton Schleiss: Par le rehaussement des barrages existants, il existe un potentiel permettant d'augmenter le volume de stockage actuel de 30% environ. Ce qui pourrait accroître la production d'électricité dans les centrales hydrauliques en hiver de 10 à 15%. Selon des chiffres que j'avais collectés, le potentiel total de l'hydraulique en Suisse se situe à 42 TWh. Il est exploité à hauteur de 84 à 90% si l'on considère ce qui est économiquement réalisable. Mais le plus important est le potentiel accru en hiver où l'on consomme le plus d'énergie. On ne peut pas remplacer les centrales avec les rehaussements de barrage, mais mieux concilier l'énergie sur l'hiver. Et cela a un sens puisque la concentration est plus grande.

On dénombre en Suisse près de 150 barrages dont la hauteur est supérieure à 15 mètres, voire 200 si l'on prend en compte les ouvrages plus petits qui sont sous la surveillance de la Confédération. Sur ce nombre, combien peuvent être rehaussés? Une douzaine en tout, pas plus. Un projet important est du reste presque prêt à partir à Göschenalp (UR), près d'Andrematt. Il prévoit une surélévation de 135 à 163 mètres. Le chantier devrait être entrepris cette année, mais il y a encore des discussions avec les autorités cantonales. En Valais, à part Vieux-Émosson, il y a ceux de Sema (reconstruction) et Les Toudes (renforcement). Dans le canton de Berne, au Grimsel, les barrages de Spitalare et Sessleregg (rénovation et rehaussement) ainsi que, dans le canton de Glaris, celui de Mattsee (rehaussement d'un lac par un nouveau barrage de 35 mètres).



«Le plus important est le potentiel accru en hiver»

ANTON SCHLEISS

Pourquoi les concepteurs des années 50-60 ont-ils limité la hauteur de leurs ouvrages alors qu'ils avaient les moyens d'en faire de bien plus élevés?

Quand ces retenues ont été dimensionnées dans les années 50-60, on avait connu depuis le début du siècle une période sèche avec peu de précipitations. On ne pensait pas qu'il pourrait venir autant d'eau des cours d'eau qui les alimentent, donc les retenues d'aujourd'hui sont un peu trop petites pour faire le transfert de l'eau de l'été vers l'hiver.

Les connaissances des ingénieurs civils étaient moins poussées?

A cette époque, les ingénieurs civils n'avaient pas les méthodes de calcul d'aujourd'hui pour dimensionner leurs ouvrages. Ils les ont donc construits moins étroits mais aussi plus épais qu'ils auraient dû l'être. Ce qui donne aujourd'hui de la marge pour les surélever, notamment les barrages-voûtes, sans qu'on mette en danger la sécurité. Bien sûr, dans des marges qui sont raisonnables. On parle dans ce cas de relativement faibles rehaussements, mais qui obtiennent en amont un volume supplémentaire pour le stockage important. La voûte est bien sûr de stocker davantage d'eau en été pour le transférer en hiver où l'on a besoin de plus d'énergie.

On avait vu un peu petit...

Où. Les constructeurs de l'époque avaient des statistiques à disposition qui se basaient sur une période où il n'y avait pas de grandes crues dans la première moitié du siècle passé. Maintenant, bien sûr, avec le changement climatique et la fonte des glaciers, l'apport en eau est supérieur. C'est pourquoi un barrage comme Mauvoisin a été rehaussé dans les années 90 déjà, comme celui de Luzzone au Tessin.

Faut-il toujours une sur hauteur importante?

Pour le projet de Göschenalp, le rehaussement ne serait que de 8 mètres. Mais cela grâce tout de même un volume d'accumulation supplémentaire important. C'est un barrage dit à remblais. On ne peut donc pas rajouter un remblai supplémentaire sur le couronnement actuel. Il faut tout reprendre depuis la base jusqu'en haut. Tanté qu'un barrage-voûte, s'il a assez de résis-

tance, on peut en principe procéder aux travaux sans tout reprendre de la base.

Comme au Grimsel?

Au Grimsel, le barrage de Spitalare est un barrage-voûte-poids de 114m. C'est un ouvrage très ancien datant de 1932 et le rehaussement de 23m est relativement important par rapport à la hauteur actuelle. Les maîtres d'ouvrage devront tout reprendre depuis de la fondation. Dans les cas-déjà cités de Luzzone et Mauvoisin, la surélévation a été de 17 et 14 mètres.

Lors d'un rehaussement, dépasser 30% de la hauteur est-il difficile?

Où, on arrive à la limite. Les options envisageables sans reprendre tout l'ouvrage ne peuvent dépasser 10 à 20%.

Les barrages-voûtes sont-ils les plus faciles à reprendre?

Où, s'ils ont été construits avec des réserves. Souvent on peut partir du couronnement et c'est aussi plus économique.

Pourquoi a-t-on plus de réserve avec ce type d'ouvrage?

Dans le passé, c'était l'armée qui exigeait une épaisseur minimale au couronnement. On voulait que ces ouvrages de béton résistent aux bombes conventionnelles. Dans le canton de Fribourg, c'est le cas des barrages de Rossens et Schiffenen.

Est-ce que tous les barrages suisses pourraient être rehaussés?

Non. C'est clair. Il y a des endroits où l'apport d'eau ne serait pas suffisant. Il ne sert à rien d'avoir un barrage immensément haut si vous n'avez pas assez d'eau pour remplir le lac. Il faut pouvoir le remplir quand il y a beaucoup d'apport (printemps-été) et le vider en hiver.

4. Potentiel de la surélévation des barrages existants

ENTRE 350 ET 400 BARRAGES BÂTIS PAR AN DANS LE MONDE

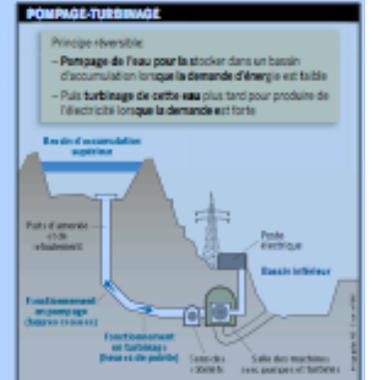
Lucerne accueillera le 29 mai prochain la conférence annuelle de la Commission internationale des grands barrages. Une sacrée reconnaissance pour le savoir-faire helvétique. Avec les préoccupations accrues concernant l'approvisionnement en énergie, l'augmentation de rendement des ouvrages existants sera au menu des débats. «La Suisse est sans conteste le pays où l'on dénombre le plus de barrages par rapport à la superficie», confirme Anton Schleiss. «Nous possédons aussi le plus

haut du monde avec la Grande-Dixence et ses 285 mètres.» Mais cette suprématie ne va pas durer. Expert pour des ouvrages internationaux, comme en Iran pour le Karun IV (230 mètres), le professeur indique que la Grande-Dixence, plus haut barrage du monde, va être dépassé par trois barrages-voûtes chinois. «Et ce n'est pas celui des Trois-Gorges, comme on pourrait le penser, qui a moins de 200 m de hauteur», précise Anton Schleiss. Avec le concours d'ingénieurs suisses, un autre ouvrage en

Iran, à Bakhtlari, est en cours de construction (325 mètres). Fait intéressant: si la Suisse tire 90% du potentiel offert par l'énergie hydraulique, ce pourcentage n'atteint guère qu'un tiers au niveau mondial. Anton Schleiss: «Et en Afrique, on n'utilise que 7% du potentiel! Ailleurs, le Népal pourrait devenir la Suisse de l'hydraulique asiatique.» Avec 350 à 400 barrages d'une hauteur supérieure à 50 mètres en construction chaque année dans le monde, les choses pourraient vite évoluer... PAS



Une fois surélevé et doté de sa centrale de pompage-turbinage, le Vieux-Émosson pourra accroître sa puissance de 300 MW, soit un peu moins que la puissance électrique de Mühleberg. <EYSTEINEA



4. Potentiel de la surélévation des barrages

Exemples de projets en Suisse

➤ *Déjà réalisé:*

- *Muslen 1982*
- *Mauvoisin 1989 - 1991:*
+ 30 Mio. m³ énergie d'hiver + 100 GWh
- *Luzzone 1995 - 1999*
+ 20 Mio. m³ énergie d'hiver + 60 GWh
-



4. Potentiel de la surélévation des barrages

Exemples de projets en Suisse

➤ *Récemment mis en service:*

- *Muttsee*
+ 15 Mio. m³
- *Vieux Emosson*
+ 13 Mio. m³



4. Potentiel de la surélévation des barrages

Exemples de projets en Suisse



Rehaussement du barrage Vieux Emosson (VS) - Démolition de la partie supérieure 10/20 m

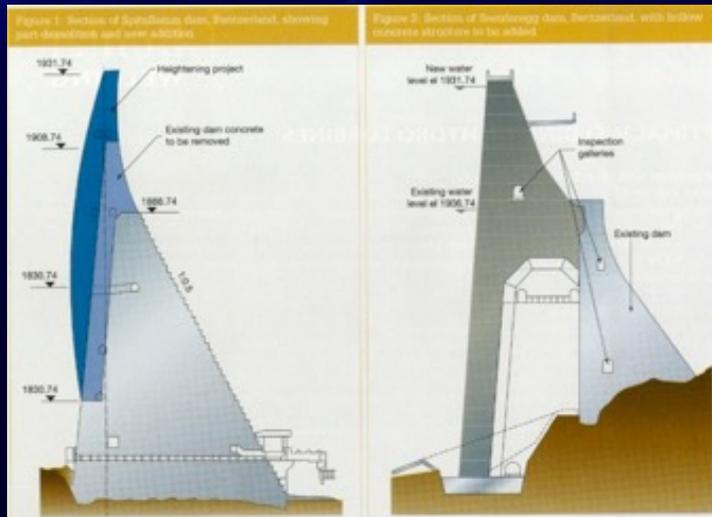


4. Potentiel de la surélévation des barrages

Exemples de projets en Suisse

➤ *Planifié:*

- *Grimsel*
- *+ 85 Mio. m³ ; énergie d'hiver + 200 GWh*
- *Göscheneralp*
+ 12 Mio. m³
-

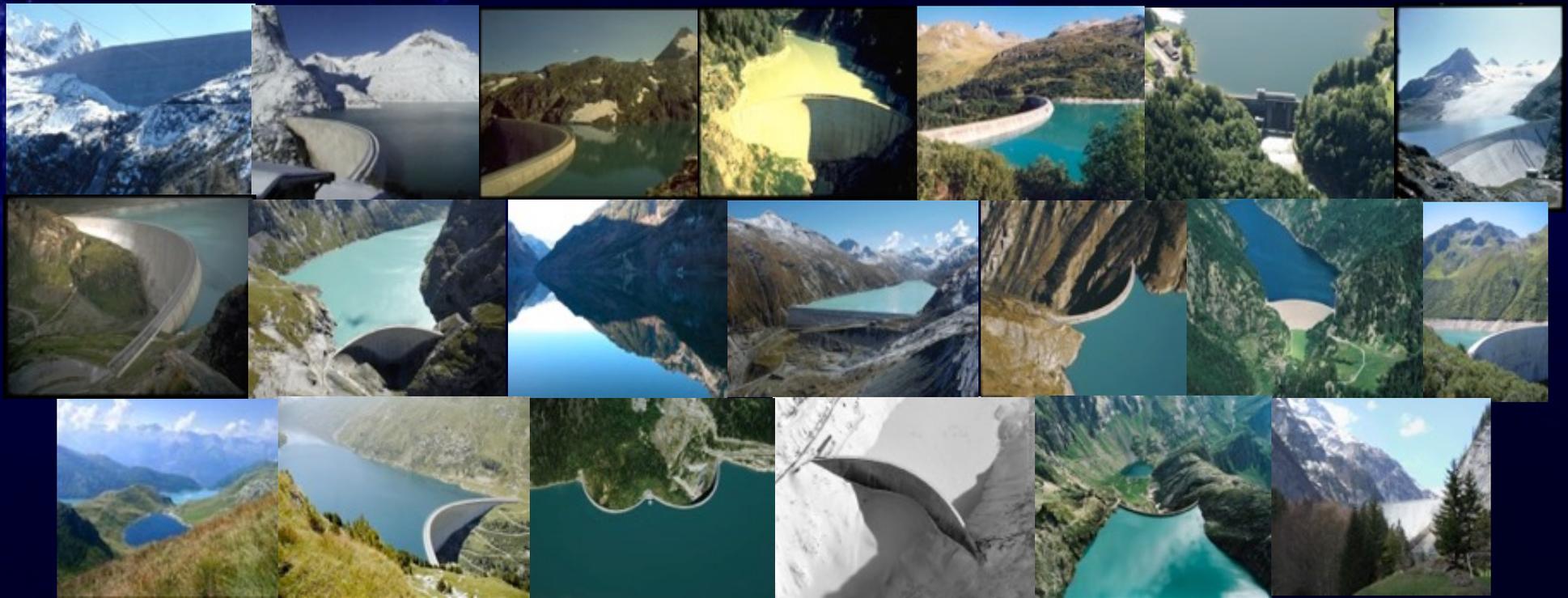


4. Potentiel de la surélévation des barrages

Exemples de projets en Suisse

➤ Réalisable:

- Albigna, Cavagnoli, **Gebidem**, **Gries**, Sihlsee, Klöntal, Sambuco, Ritom, **Emosson**, Santa Maria, **Moiry**, Limmern, Curnera, Nalps, Valle di Lei, Hongrin, Zervreila, Cavagnogli, Gigerwald, **Mattmark**, ...



4. Potentiel de la surélévation des barrages

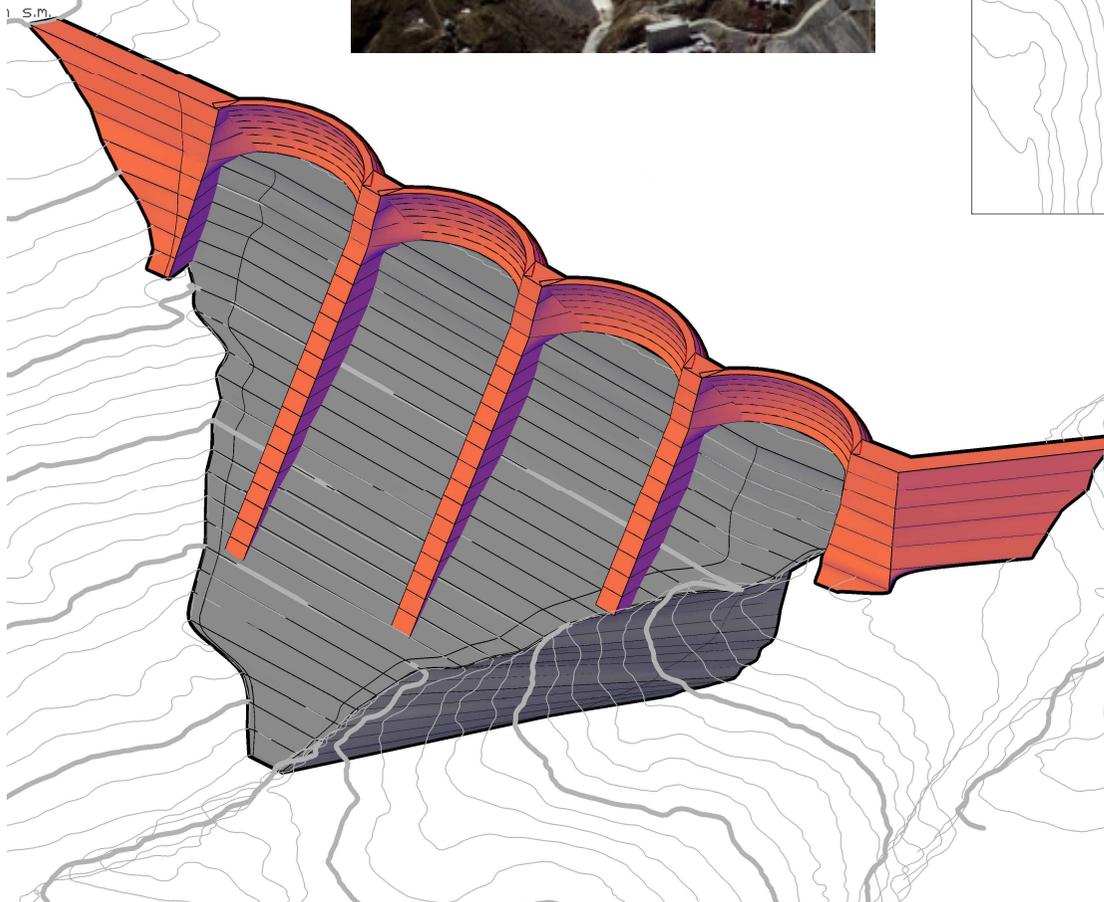
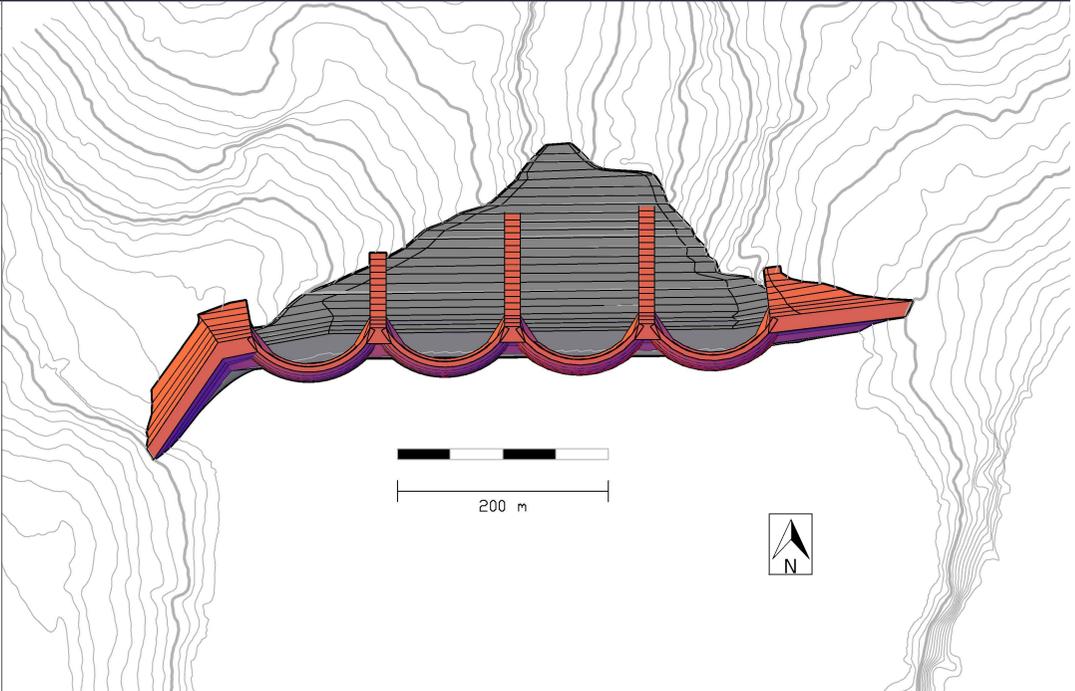
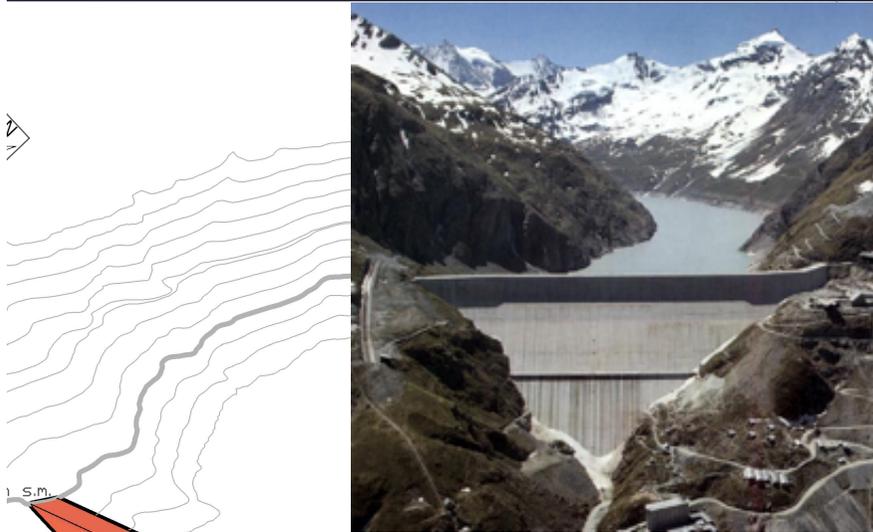
Grande Dixence en Suisse



?



285 m \Rightarrow 315 m
400 mio. m³ \Rightarrow 540 mio. m³ (+35%)



Projet de construction	
Surélévation du barrage de la Grande-Dixence	Mark Angela
Description:	
Vue en plan (en haut à gauche) et vue en biais	
Rouge : ce qui est ajouté	
Gris : ancien barrage	
Echelle principale: 1:3000	
Date: 08.06.2017 Plan 1	 ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

4. Potentiel de la surélévation des barrages en Suisse

- *Avec des rehaussements faibles (<10%), un volume supplémentaire de 700 mio m³ pourrait être créé via une vingtaine de projets envisageables.*
- *La production en hiver pourrait être augmentée de plus de 2 TWh, ce qui correspond à plus de 10% de la production actuelle.*
- *L'augmentation des volumes des retenues est d'une importance considérable pour assurer à l'avenir un approvisionnement sûr et indépendant et le maintien d'une position-clé de la Suisse sur le marché européen de l'électricité.*

5. Exploitation de synergies dans le cadre de projets à buts multiples



Etude scientifique
de cas sur le Rhône
(projet CTI
«Synergie »)

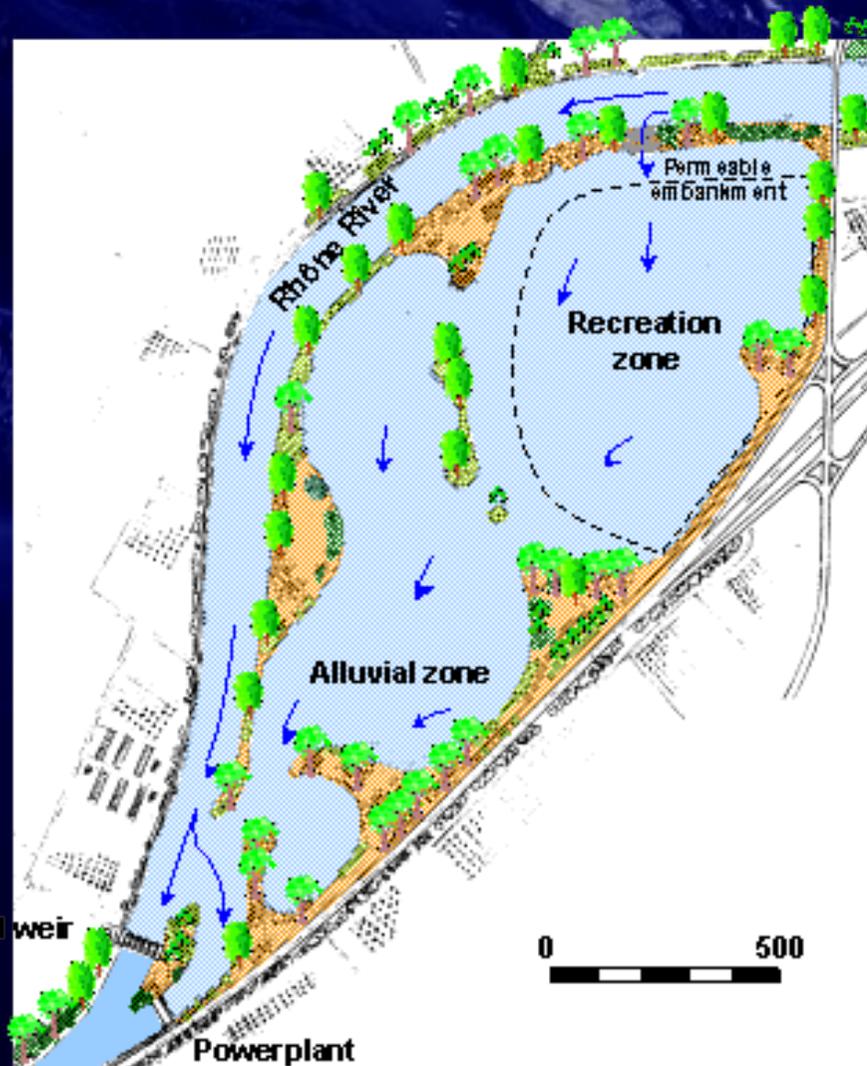
Projet de recherche
de Ph. Heller
et M. Pellaud
de 2003 à 2007

5. Exploitation de synergies dans le cadre de projets à buts multiples

❖ Synergies entre plusieurs buts :

- ❖ Protection contre les crues: Réduction des pointes de crues par laminage et gestion contrôlée des zones d'épanchements
- ❖ Régulation écologique des débits: Elimination du marnage néfaste comme base pour une revitalisation efficace du cours d'eau à l'aval
- ❖ Création de nouveaux biotopes: Zones d'eau peu profondes, réserves d'oiseaux, plaines alluviales régulièrement inondées
- ❖ Zones de loisirs: Sports nautiques, chemins de randonnées et équestre, pêche, ponts supplémentaires
- ❖ Aménagement hydroélectrique: production de l'énergie de base avec régulation écologique du débit, énergie renouvelable

5. Exploitation de synergies dans le cadre de projets à buts multiples



Projet à buts multiples envisageable sur le Rhône

Surface du lac artificiel 1 km²

Volume 7,6 mio m³

Réduction de la crue 200 m³/s

Elimination du marnage grâce à 0,7 m de variation dans le bassin de retenue

Production annuelle:

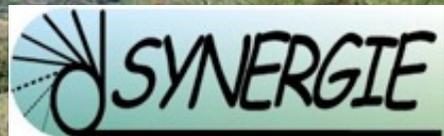
43 GWh

Création de biotopes et d'une réserve naturelle

Création d'une zone de loisir

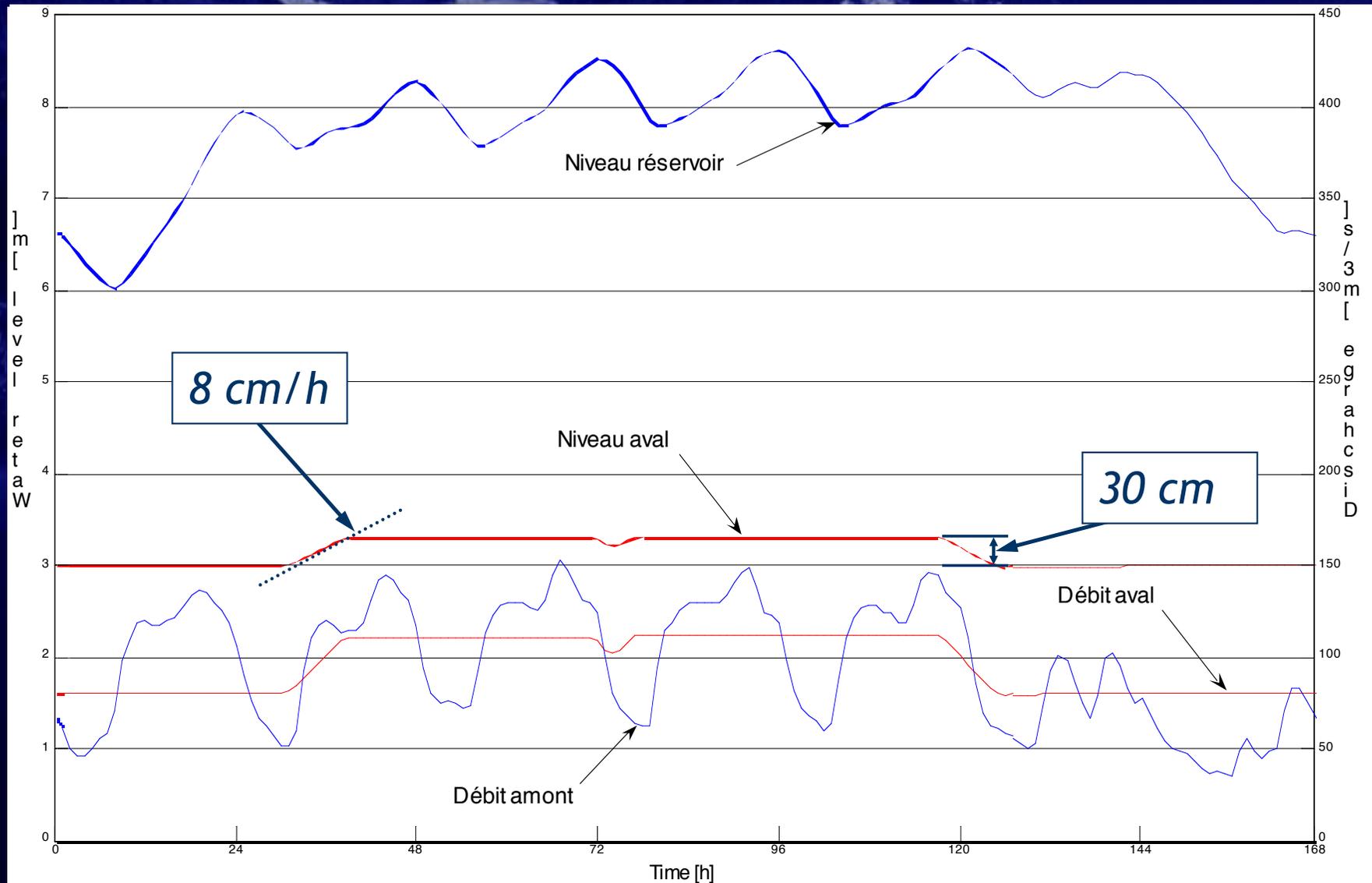
Maîtrise de l'alluvionnement

Coûts d'investissement: 200 mio CHF



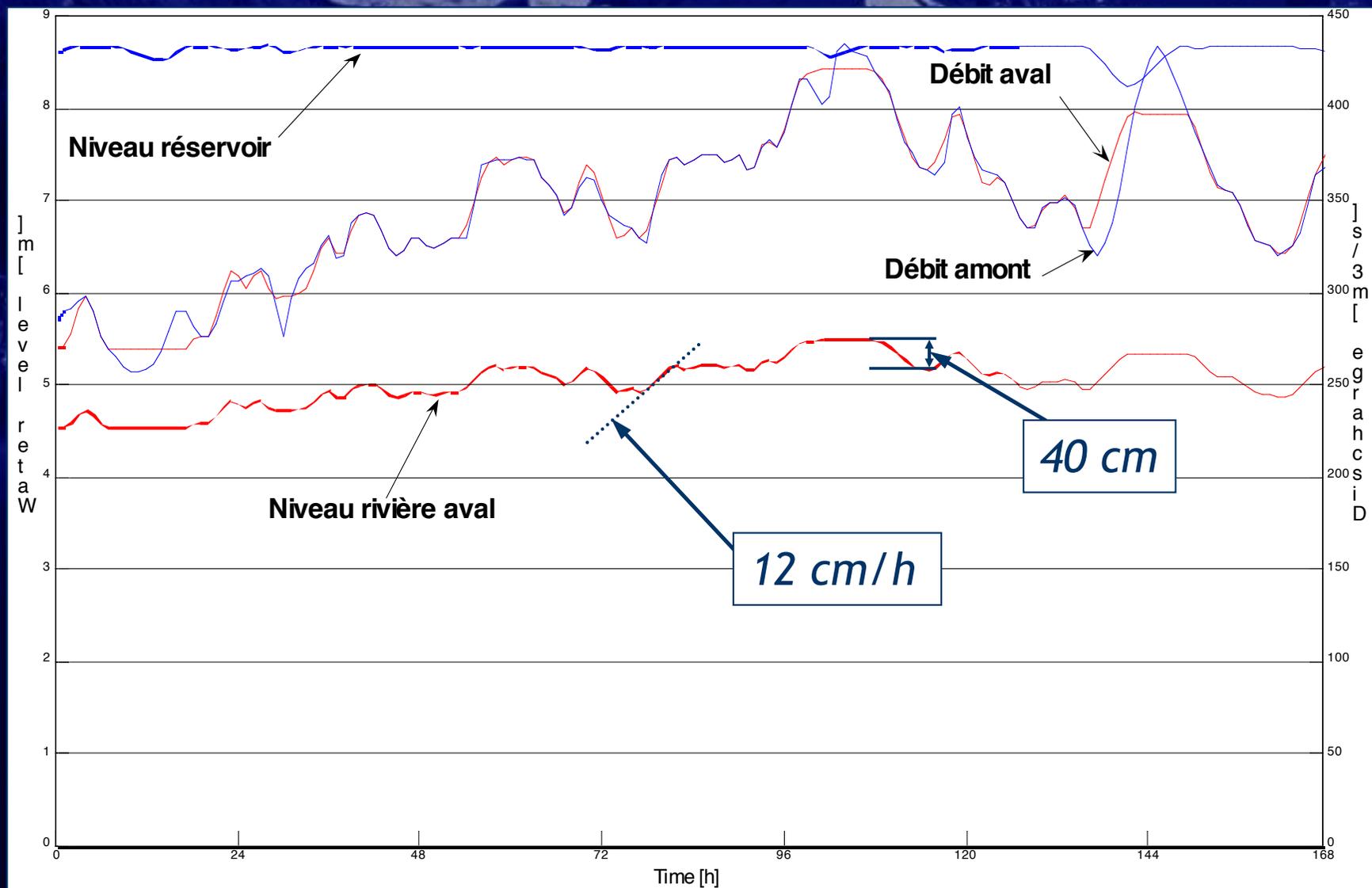
Réduction du marnage: semaine en hiver

Marnage : max 30 cm, max 8 cm/h

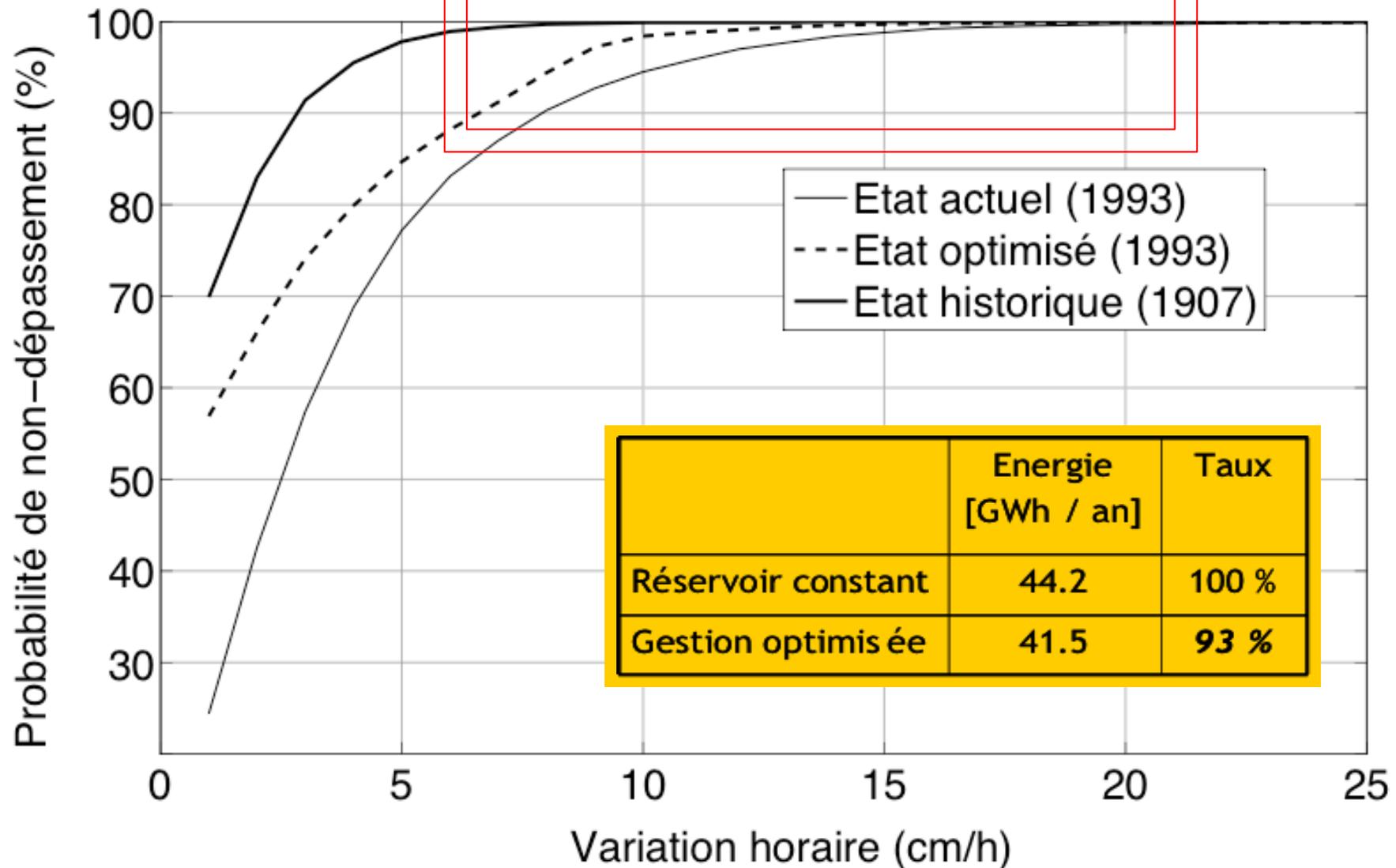


Réduction du marnage: semaine en été

Marnage : max 40 cm, max 12 cm/h



Réduction du marnage par une gestion optimisée du réservoir à buts multiples



Projet à buts multiples sur le Rhône

Analyse scénarios - SPU Poissons (ha)

POISSON: Valeur Habitat (modèle statistique)

- 4 guildes (berges - mouilles - radiers/lit - cours plein)
- Qualifictation du habitat avec SPU (ha)
- prise en compte limitée effet marnage (hydrologie)
- application Cemagref

	<i>Actuel</i>	<i>Elargie</i>	<i>Synergie</i>	<i>Elargie + Synergie</i>
<i>Radier/lit</i>	9.02	15.69 (+6.67)	9.63 (+0.61)	16.5 (+7.48)
<i>Berges</i>	35.93	46.69 (+10.76)	34.01 (-1.92)	46.51 (+10.58)
<i>Mouilles</i>	30.09	40.09 (+10)	24.26 (-5.83)	41.40 (+11.31)
<i>Cours plein</i>	90.98	127.34 (+36.36)	100.75 (+9.77)	136.68 (+45.7)

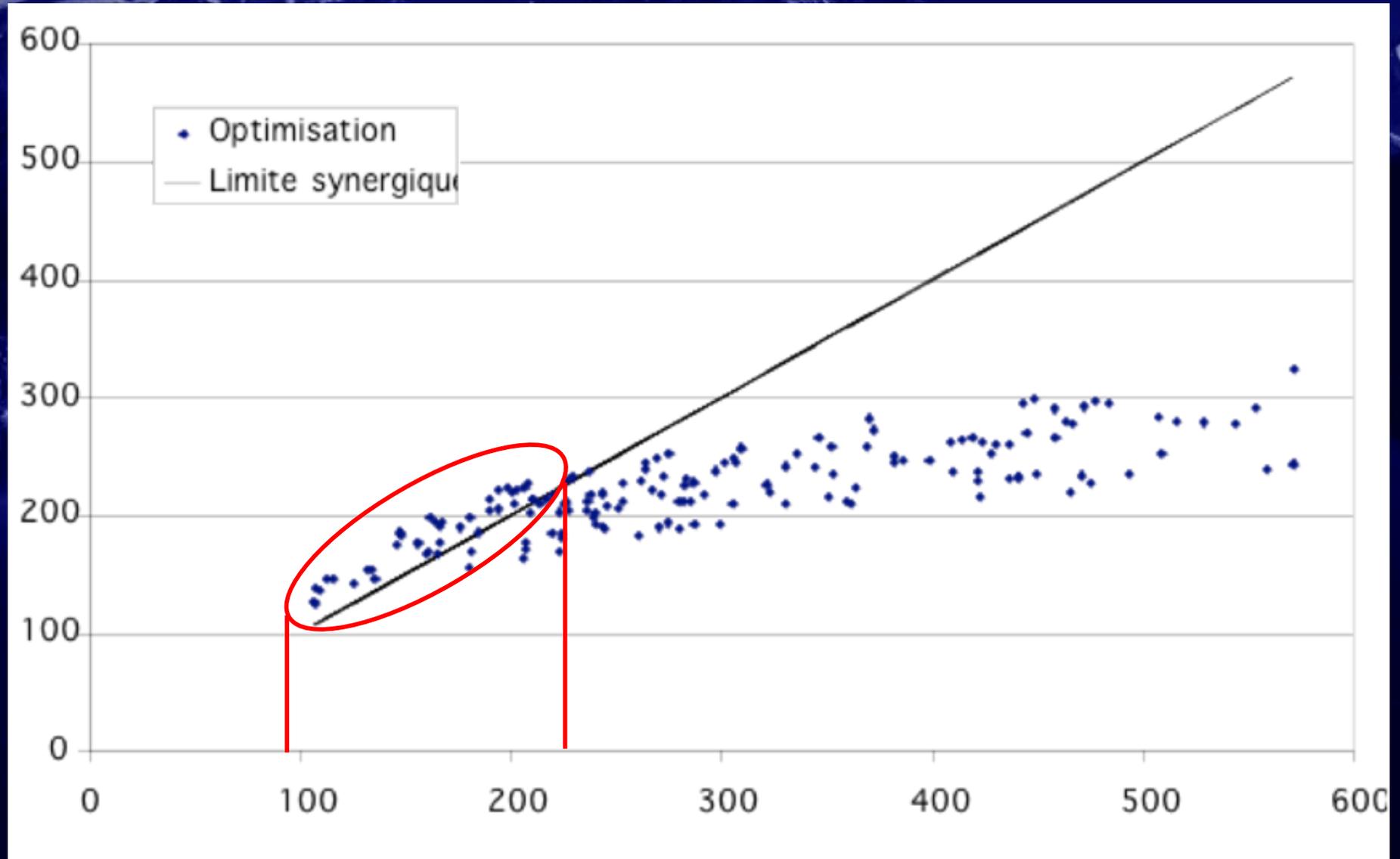


Probablement une sous-estimation des configurations élargies!



Optimisation multi-objectifs

Mio CHF d'investissement potentiel



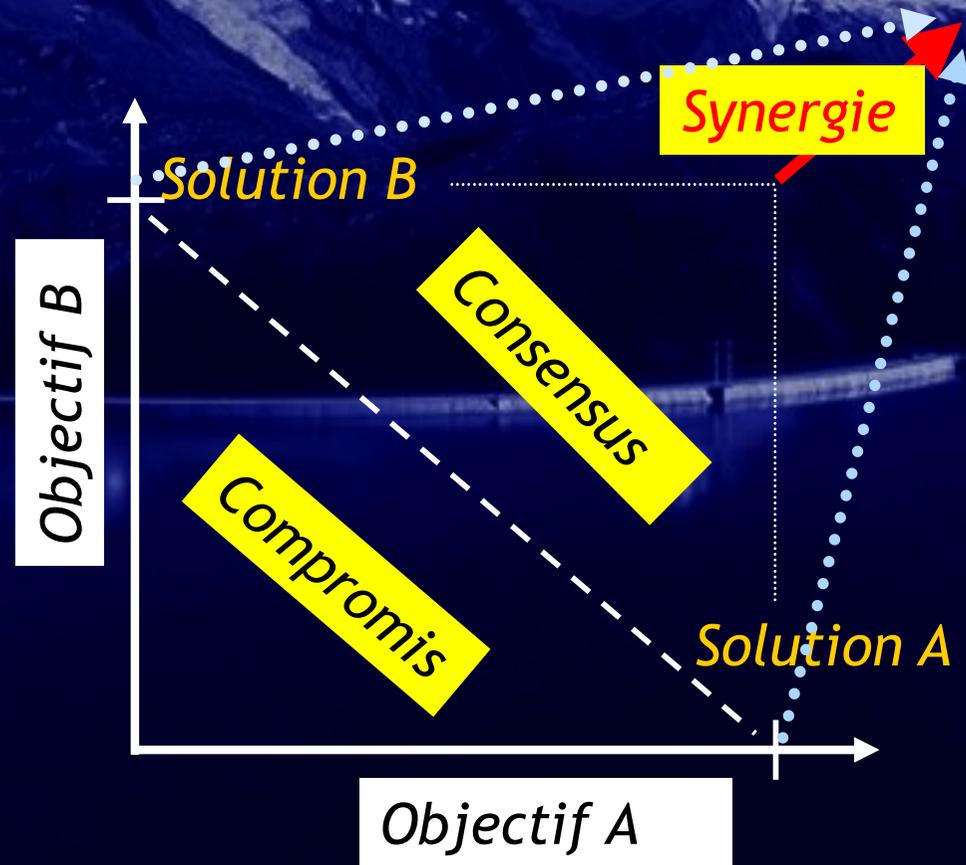
Mio CHF d'investissement

Optimisation multi-objectifs - filtres

*Définir pour chaque objectifs > quantité minimale requise
> investissement maximal consenti*

OBJECTIFS	Limite min (unité physique)	Limite max (e6 CHF)
Energie	30 GWh/an	75
Crue	4 Mio m³	20
Loisirs	20 k visites/an	3
Marnage aval	15 % marnage	60
Battement réservoir	10 % battements	20

Optimisation multi-objectifs - gain synergétique

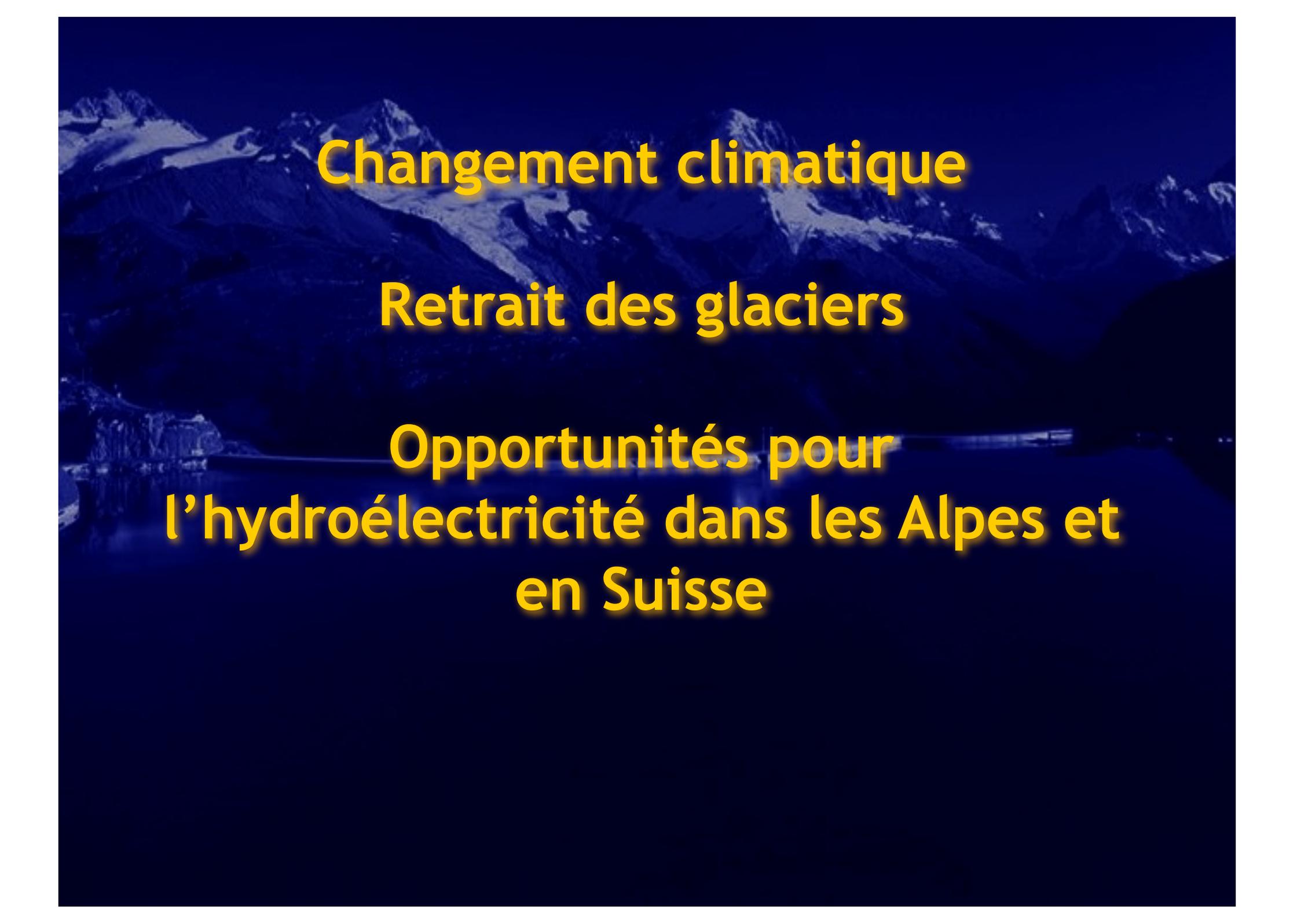


Solution optimale retenue de l'aménagement pour le site de Riddes

	Solution retenue
Surface du réservoir [m ²]	620'000
Production énergie [GWh/an]	46.6
Stabilisation du marnage annuel total [%]	60 %
Loisirs aquatiques [visites/an]	61'000
Volume crue [Mio m ³]	7.4
Coût [Mio CHF]	180
Part pour énergie [Mio CHF]	87
Prix de revient [ct/kWh]	11.5 – 12.4*
Part pour marnage [Mio CHF]	69
Part pour loisirs et paysage [Mio CHF]	20
Part pour les crues [Mio CHF]	21
Gain synergique [%]	10 %

* rendement global 85% resp. 80%



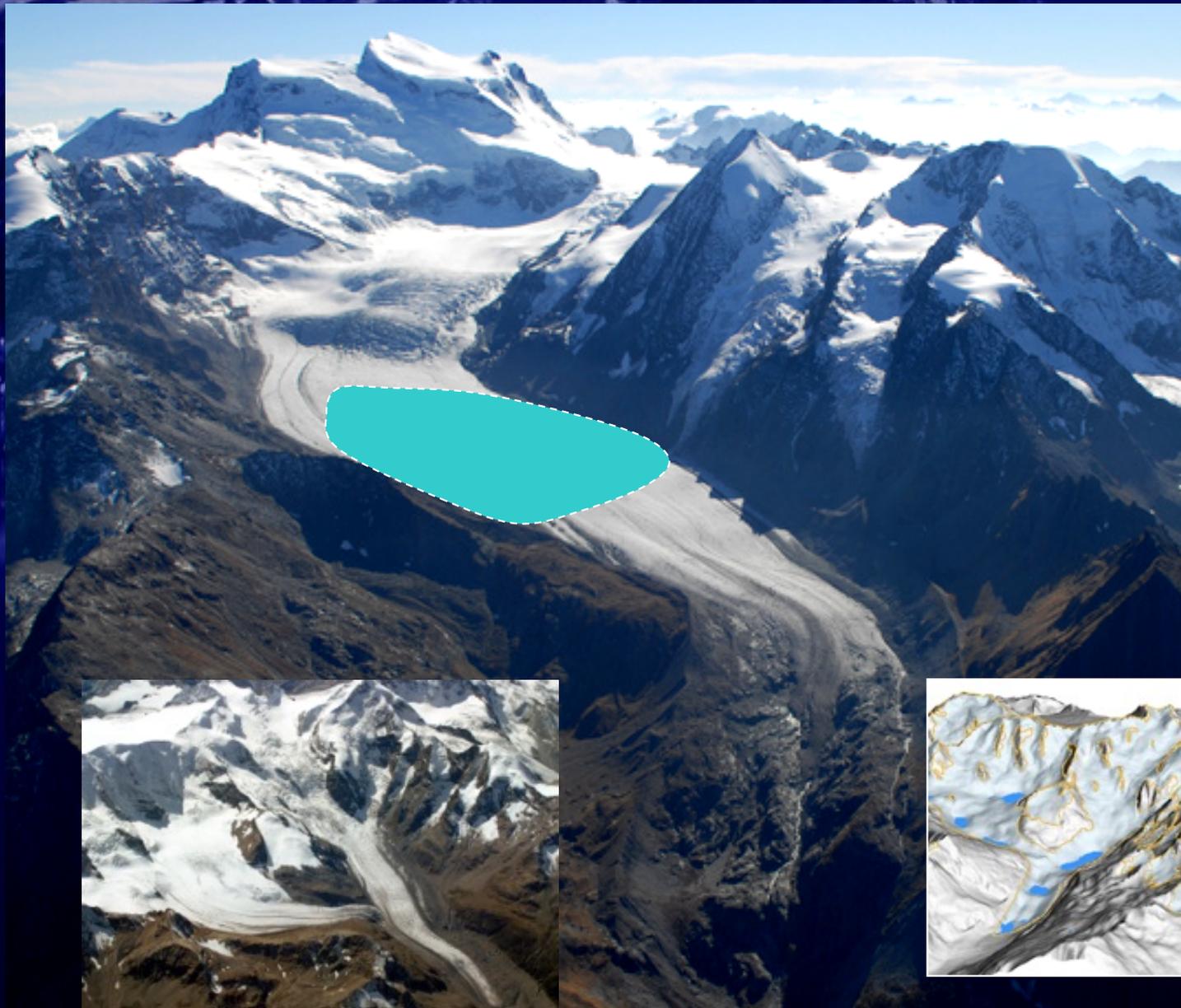


Changement climatique

Retrait des glaciers

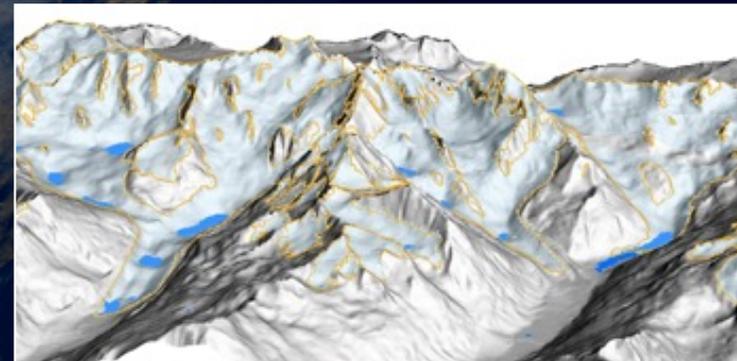
**Opportunités pour
l'hydroélectricité dans les Alpes et
en Suisse**

6. Exploitation des nouveaux lacs glaciaires



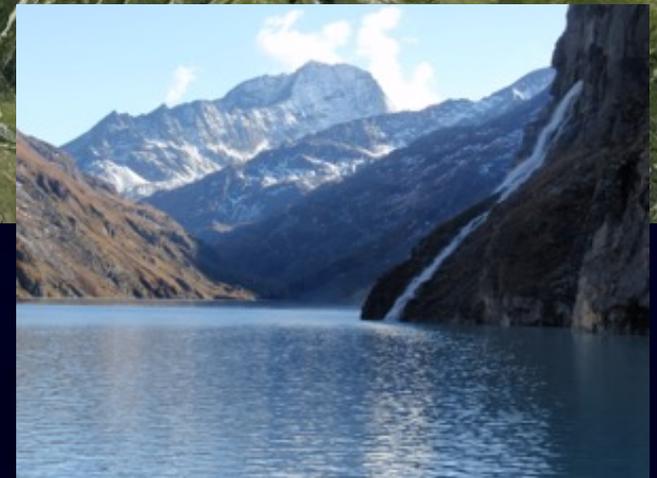
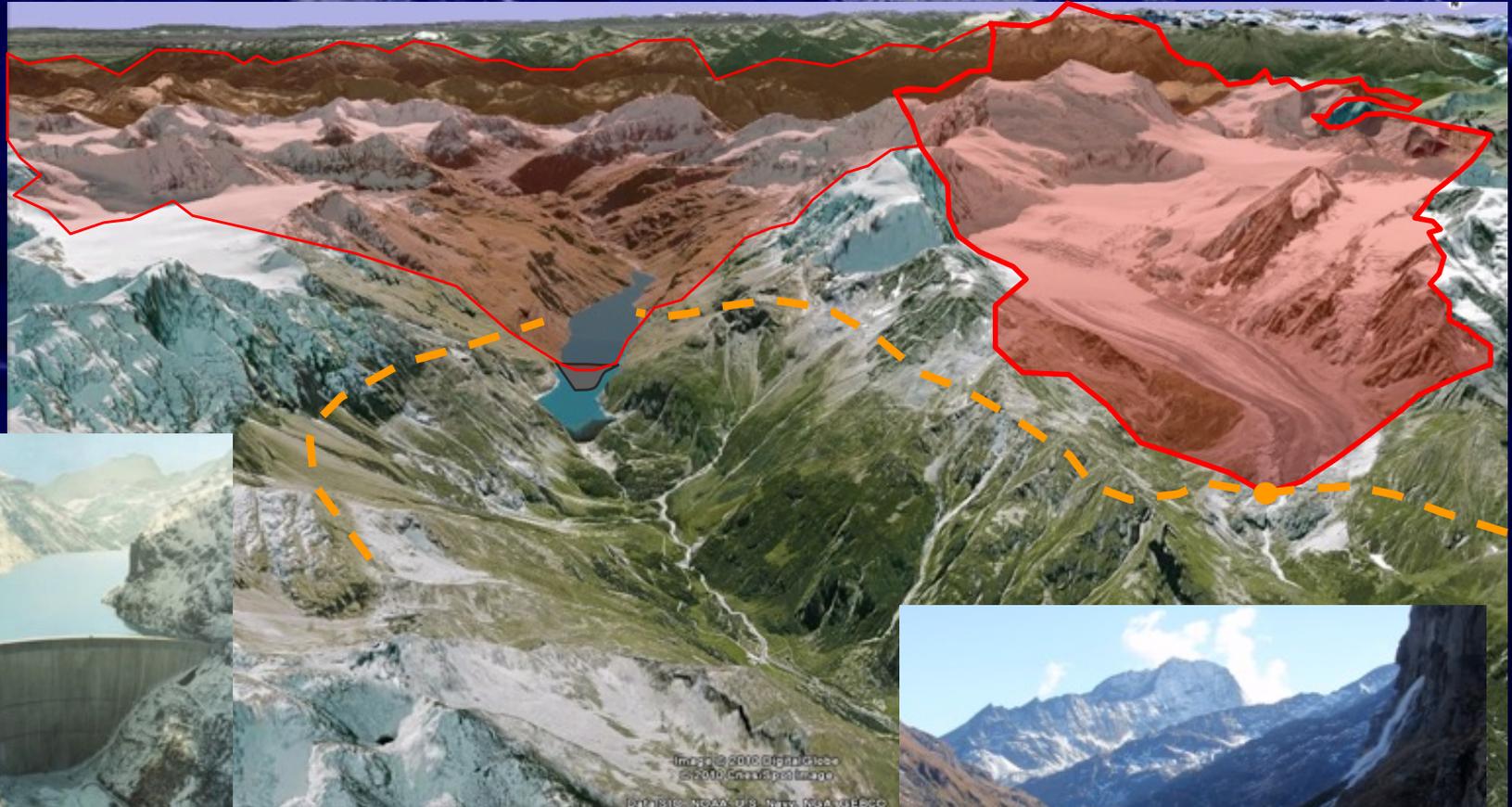
Projet de recherche NELAK (NFP61):

Nouveaux lacs glaciaires suite au retrait des glaciers (NELAK)



Linsbauer

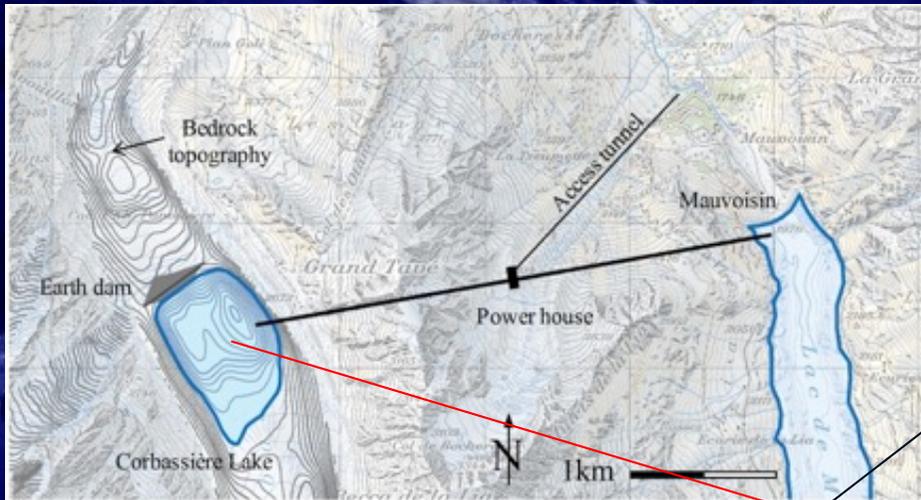
Etude de cas: glacier de Corbassière et aménagement du barrage de Mauvoisin



Etude de cas: glacier de Corbassière et aménagement du barrage de Mauvoisin

- Scénario climatique de l'ETH Zurich
- Aménagement d'une nouvelle station de pompage-turbinage de 500 MW à Corbassière
- Ajouté et comparé à:
 - l'aménagement actuel seul
 - l'aménagement actuel et le projet «Mauvoisin II» (augmentation de la puissance: nouvelle centrale de turbinage 550 MW)
- Etude menée sur 3 périodes:
 - 2005-2010: période de référence
 - 2075-2080: mise en service du nouvel aménagement
 - 2094-2099: fin du siècle

Etude de cas: Nouvelle station de pompage-turbinage de 500 MW entre Mauvoisin et Corbassière



Caractéristiques

Chute: 395-672 m

Débit T: 100 m³/s

Débit P: 75 m³/s

Rendement global: 75%

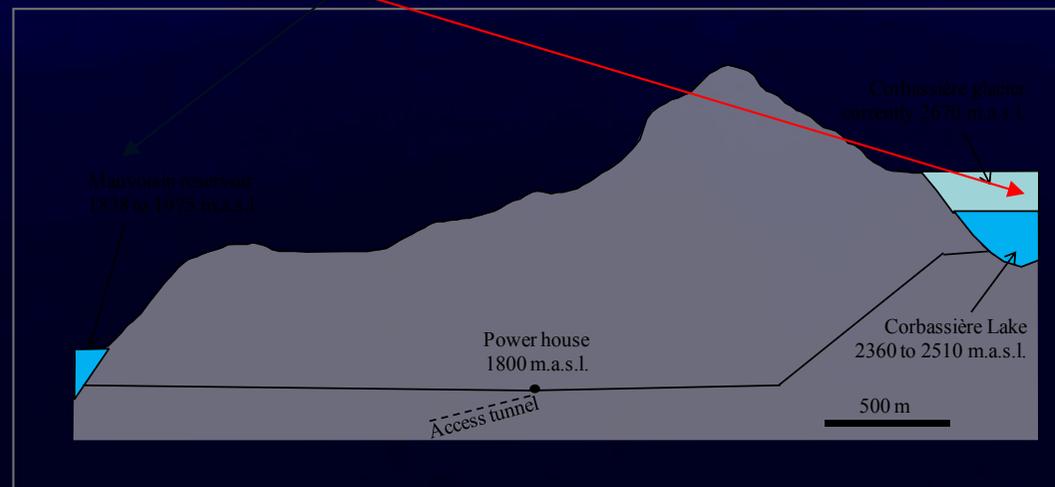
Coûts de construction:
(600 mio CHF)

Barrage [Digue de protection]

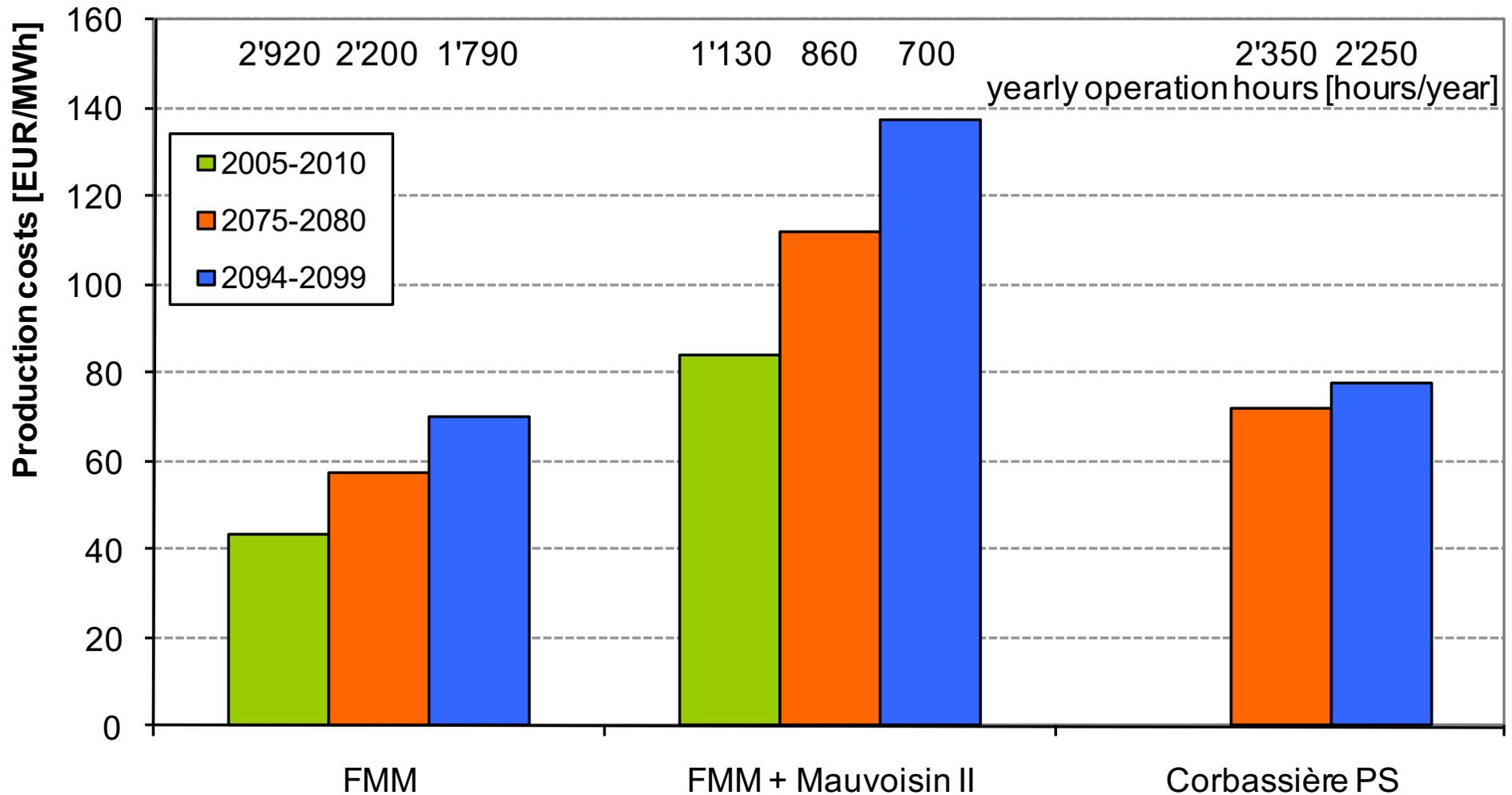
Hauteur: 40 m
Longueur: 500 m

Volume des retenues [en mio m³]

Mauvoisin: 204
Corbassière: 52



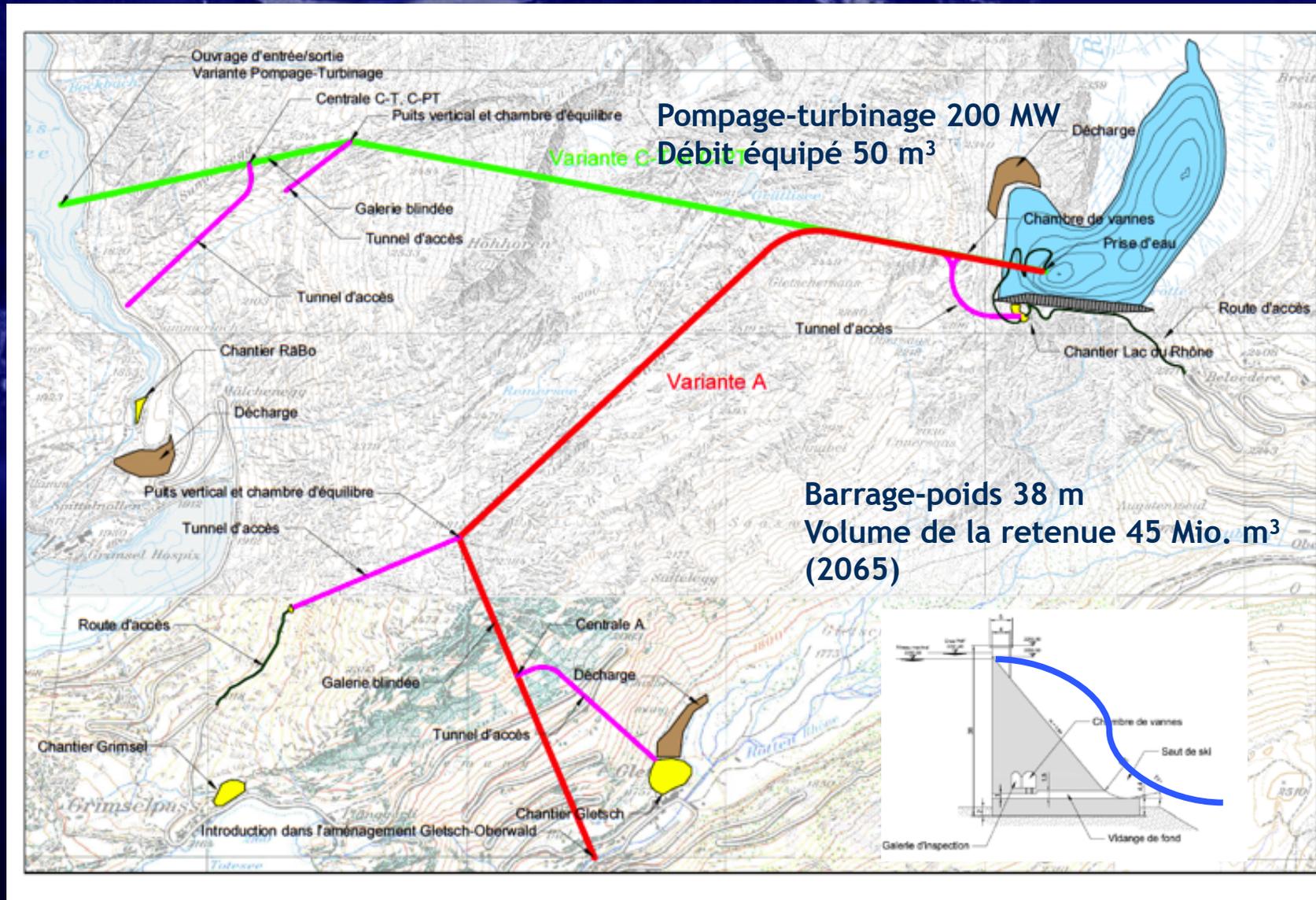
Etude de cas: Nouvelle station de pompage-turbinage de 500 MW entre Mauvoisin et Corbassière



Etude de cas: glacier du Rhône



Etude de cas: glacier du Rhône



Etude de cas: glacier de Gorner



Vue de la
cabane de
Monte Rosa en
direction de la
retenue future
(dès 2050)

Etude de cas: glacier de Gorner



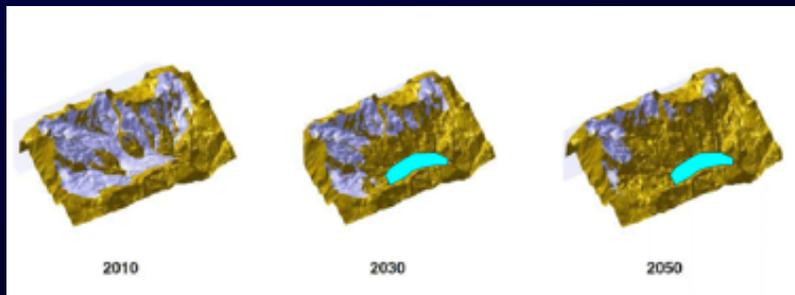
Etude de cas: glacier de Gorner



Etude de cas: glacier de Gorner

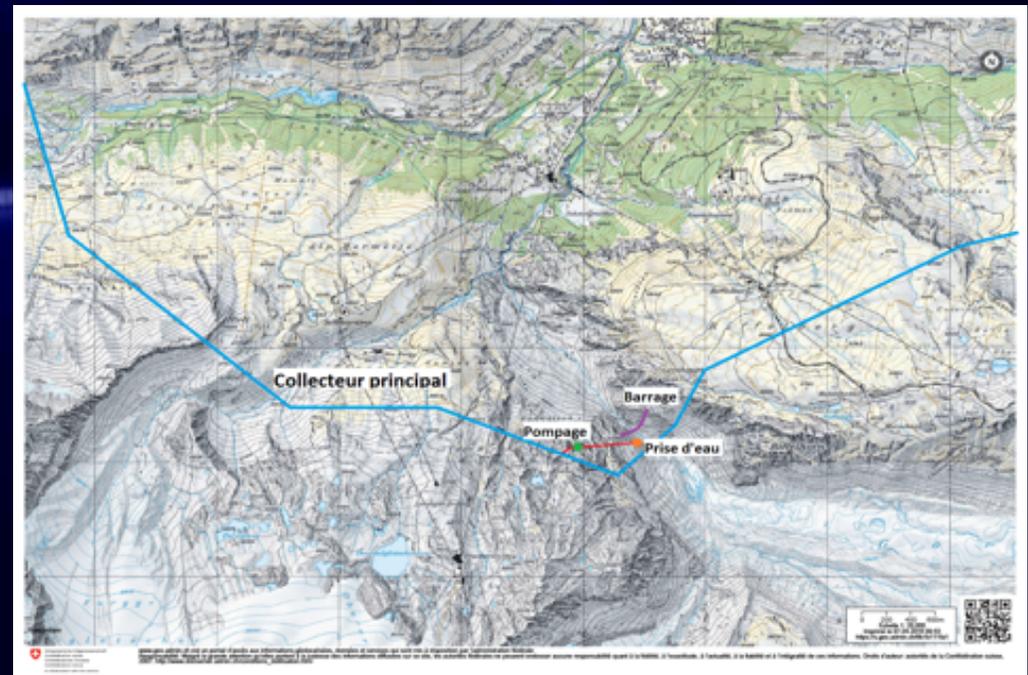


Barrage-poids environ de 70 m hauteur
Volume de la retenue 150 Mio. m³



Pellicciotti, F., et al. (2013)

Projet de master P. George-Molland

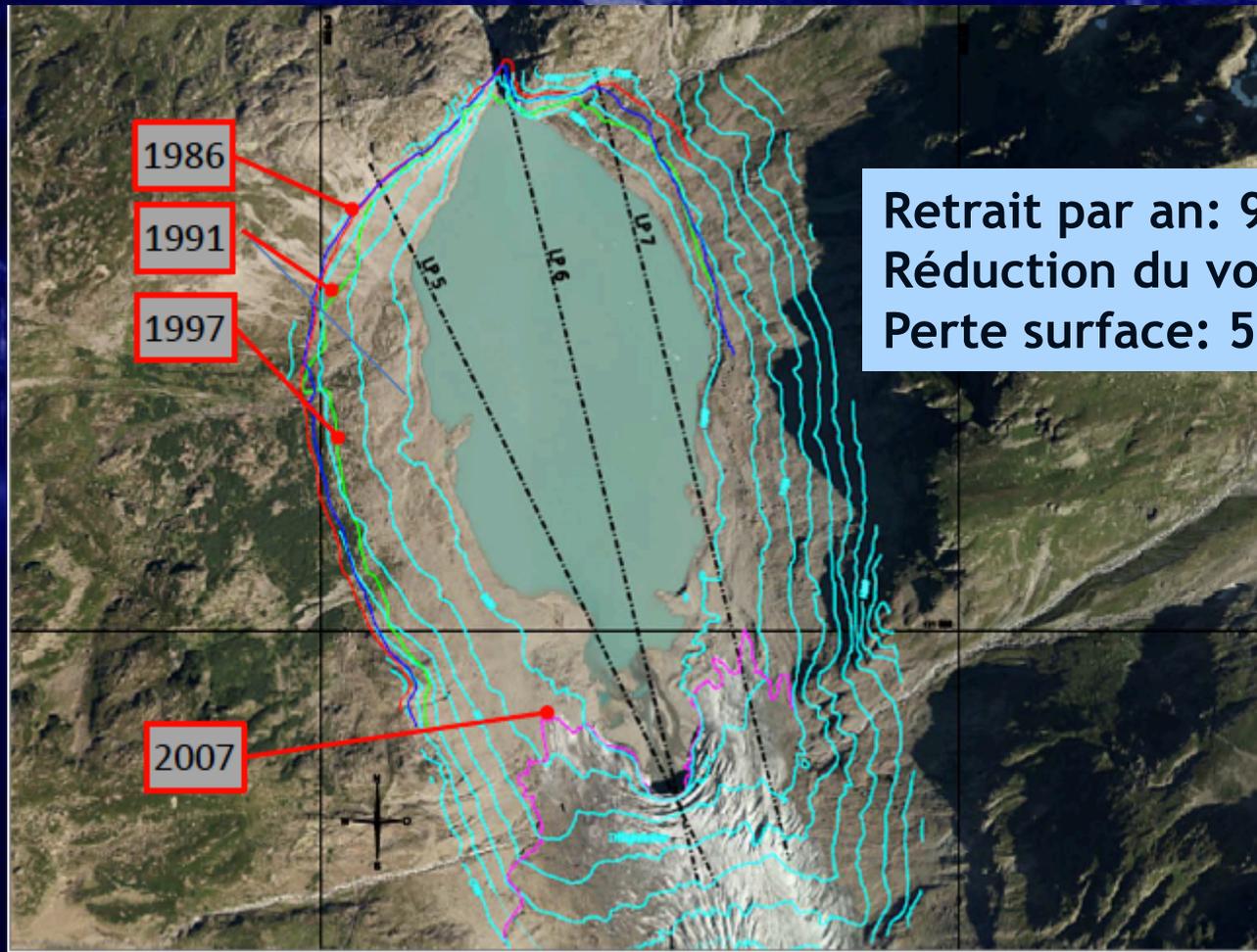


Station de pompage de 77 MW vers le grand collecteur direction Grande Dixence, production 150 GWh/an (7% de GD)

Glacier de Trift dans les Alpes Bernoises



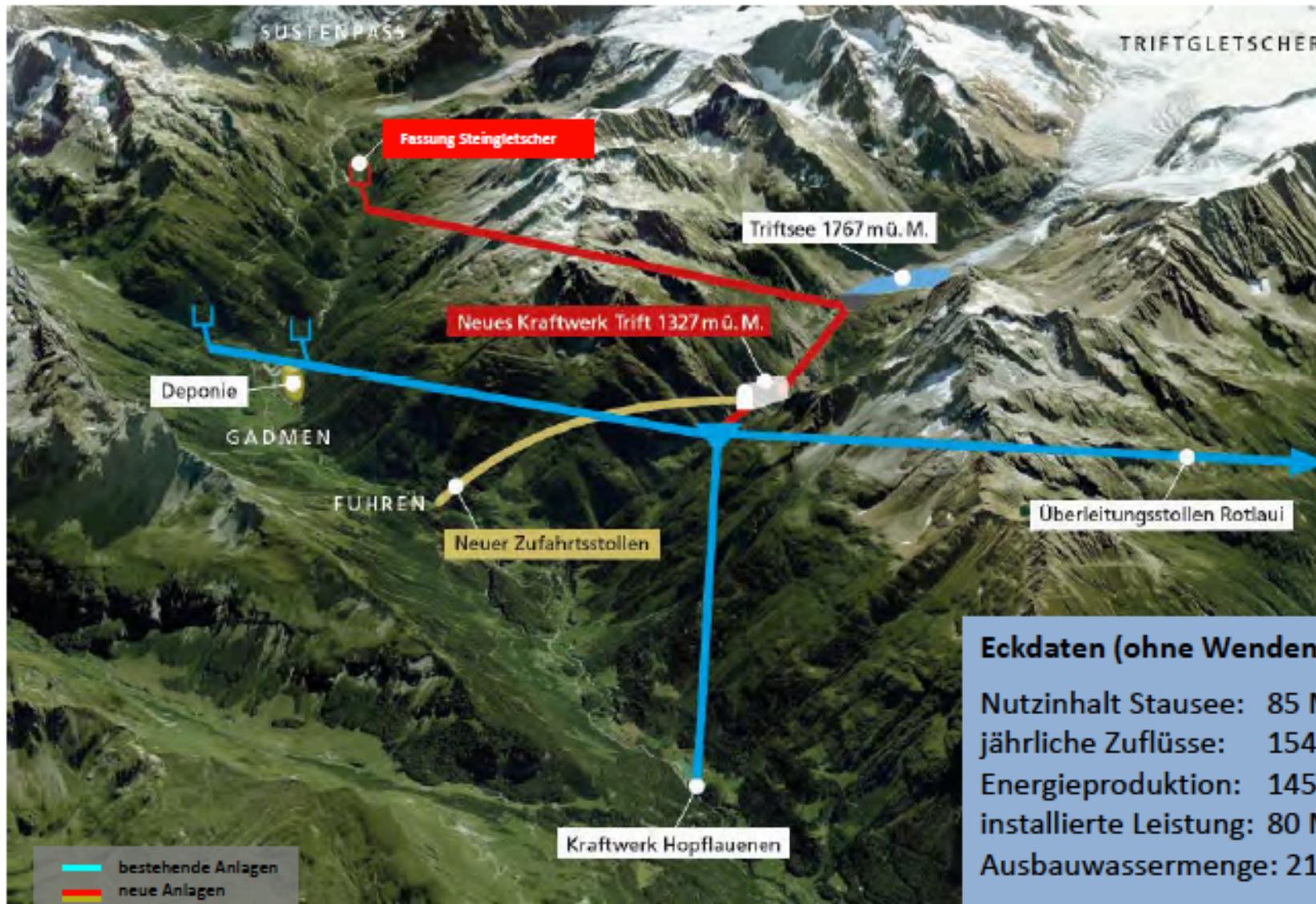
Retrait du glacier de Trift



Retrait par an: 90 m
Réduction du volume: ca. 45 mio m³
Perte surface: 580'000 m²



Le projet du nouveau barrage de Trift



Eckdaten (ohne Wenden)

Nutzinhalt Stausee: 85 Mio. m³/ 215 GWh
jährliche Zuflüsse: 154 Mio. m³/a
Energieproduktion: 145 GWh/a
installierte Leistung: 80 MW
Ausbauwassermenge: 21 m³/s

Le projet du nouveau barrage de Trift



6. Exploitation des nouveaux lacs glaciaires

Projet de mise à l'enquête en 2017:

- barrage de Trift avec 180 m de hauteur
- + 215 GWh énergie réglable en hiver
 - Début construction 2024
 - Mise en service 2036

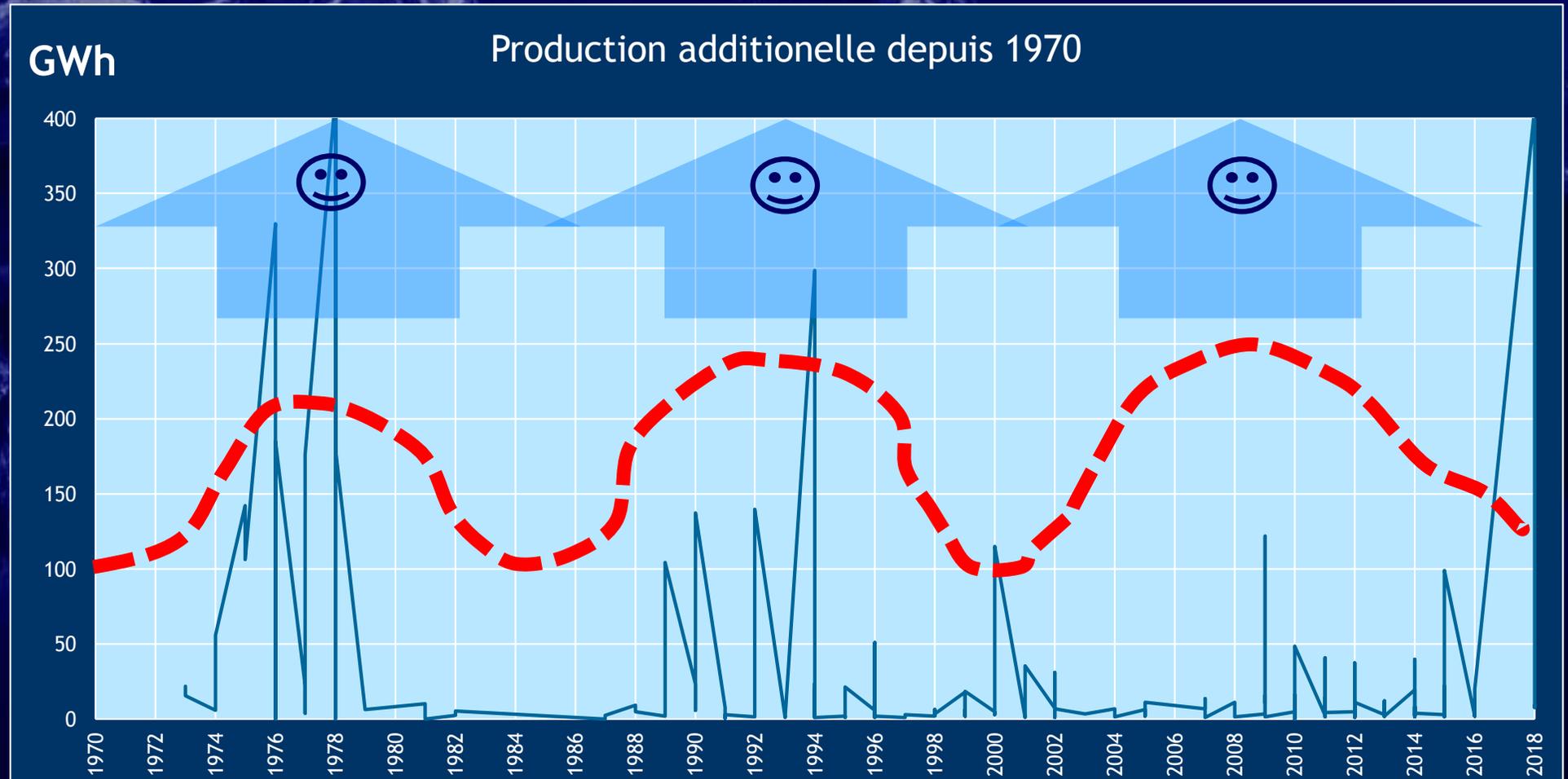


Retenue vide



Retenue pleine

Hausses et baisses de l'hydraulique en Suisse



Construction
centrales
nucléaires

Etude d'impact
sur
l'environnement

Ouverture et
libéralisation du
marché

Distorsion du
marché
par subventions

Conclusions

- La croissance des nouvelles énergie renouvelables augmentera le **besoin en énergie réglable** de la force hydraulique avec grande disponibilité ce qui renforcera l'attractivité des **aménagements de pompage-turbinage et le rehaussement des barrages** ainsi l'augmentation de la puissance installée une fois les distorsions des marchés ainsi les surcapacités disparaîtront.
- La **flexibilisation de la production** est impérative pour **renforcer la compétitivité** de l'énergie hydraulique des Alpes sur le marché européen ainsi que **la satisfaction de la demande d'électricité hivernale lors des heures de pointe**.
- **Nouveaux aménagements hydroélectriques** doivent être conçus comme de **projets à buts multiples**
- Le **retrait des glaciers** fera émerger de nouveaux sites pour la construction de retenues, ce qui devrait permettre de compenser les **pertes d'énergie** résultant par ailleurs des **effets du changement climatique**, et augmenter la flexibilité des aménagements à accumulation.

« La force hydraulique sortira renforcée de la crise actuelle et aura un excellent avenir »

Merci pour votre attention