



Journée du CUEPE / 23 mars 2007

# Développement hydroélectrique en Suisse

Marc Balissat  
Antoine Dubas



# Plan de l'exposé

- Hydroélectricité : caractéristiques & efficacité
- Avantages de l'hydroélectricité
- Inconvénients de l'hydroélectricité
- Bilan et raccourci historique
- Situation de l'hydroélectricité en Suisse
- Que nous réserve l'avenir ?
- Implications pour un bureau d'ingénieurs comme STUCKY SA
- Faut-il développer la mini hydro ?
- Conclusion

# Hydro : caractéristiques & rendement

## Définitions:

Mini hydro < 1MW

Petite hydro < 10 MW

Grande hydro > 10 MW

Basse chute /

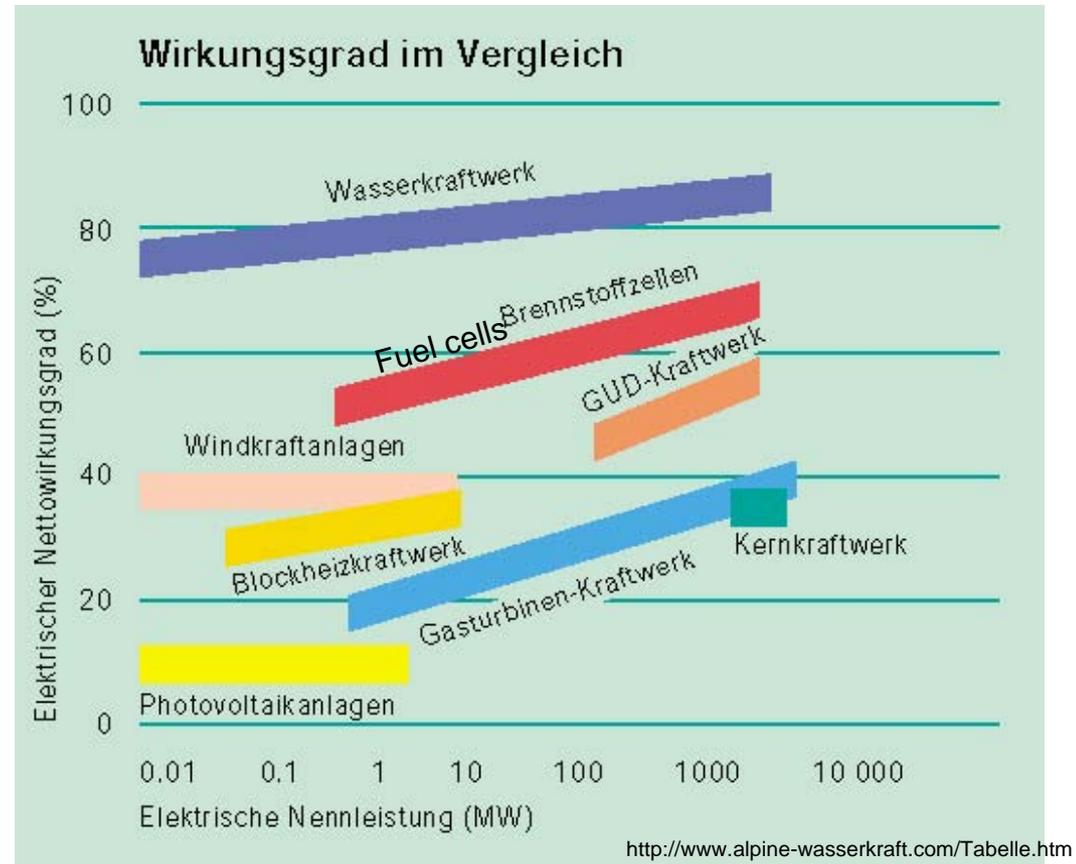
Fil de l'eau

Haute chute /

Avec ou sans accumulation

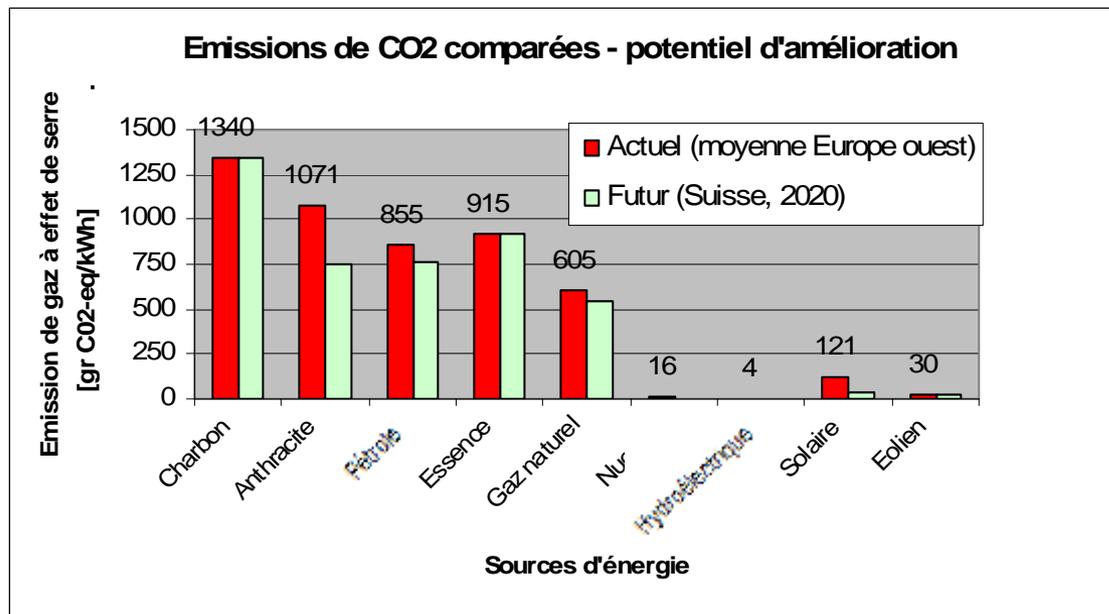
Longue durée de vie

Génie civil : > 100 ans - Electromécanique : 40 – 60 ans



# Avantages de l'hydroélectricité (I)

- Energie renouvelable
- Indépendante du prix des combustibles
- Quasi pas d'émission de gaz à effet de serre



Emissions CO<sub>2</sub>:

Production hydro en Suisse :  
4 gr éq. CO<sub>2</sub> / kWh

Moyenne de la production en Europe :

550 gr éq. CO<sub>2</sub> / kWh

Tiré de *Wasserkraft und Klimawandel in der Schweiz, Vision 2030*

## Avantages de l'hydroélectricité (II)

- Faibles coûts d'exploitation
  - Grande flexibilité d'exploitation, adaptation instantanée à la demande
  - Possibilité de stockage simple, à haute efficacité
  - Conditions idéales dans l'arc alpin (hautes chutes, réservoirs, situation géographique)
- ⇒ *Corollaire:* Pompage-turbinage, faisant intervenir la composante économique (différence du prix du kWh selon la demande)

# Inconvénients de l'hydroélectricité

- **Frais d'investissements élevés**  
"front loaded"  
(retenue / barrage, adduction, centrale, bassin de compensation)
- **Dépendance géographique**  
liée à la configuration du site - pas de solution standard
- **Impact sur l'environnement local et régional**  
conditions hydrauliques, faune, flore (population)
- **Sédimentation (50 – 500 ans)**  
réduction du volume utile de retenue, entrave aux organes de prise et/ou vidange

## Bilan – raccourci historique

- Bilan globalement largement positif
- Compatible avec le développement durable
- Economique – environnemental – social
- *Evolution* : dictée par le transport à distance de l'énergie et l'efficacité économique



Moulins, force  
basses chutes



Fil de l'eau  
(Chancy Pougny, 1924)

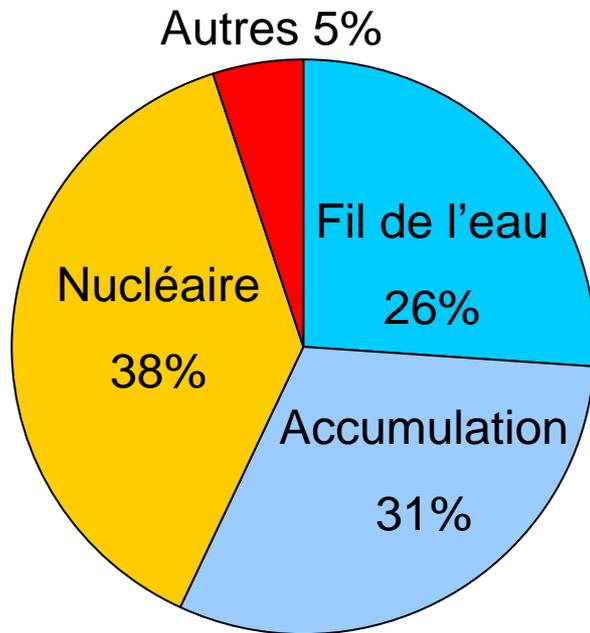


Grands barrages  
(Dixence et Grande Dixence)



Pompage turbinage  
(Hongrin-Léman)

# Situation en Suisse

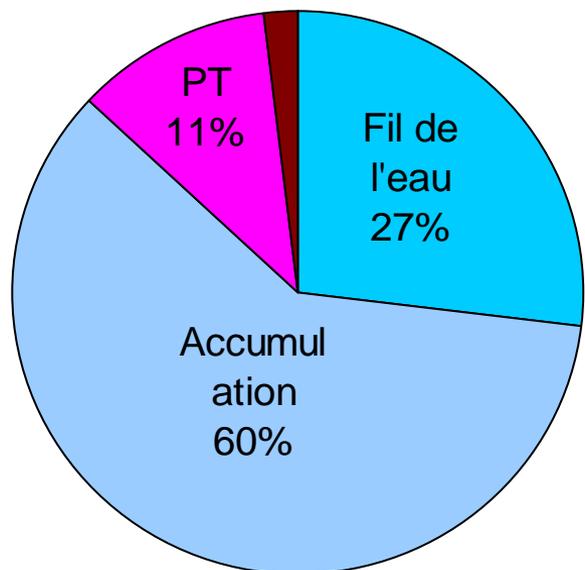


- Hydroélectrique: 57%,  $P_{inst} = 13'275$  MW dont 53% dans des installations  $> 10$  MW
- L'hydroélectrique représente environ 34'900 GWh/an dont 50% produit en Valais et dans les Grisons



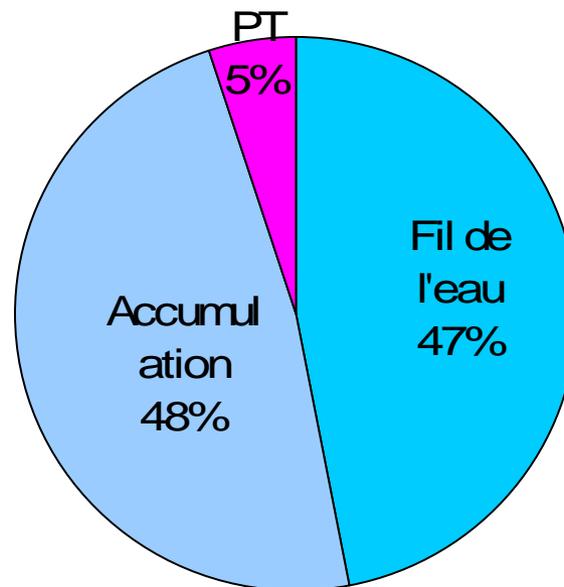
# Puissance installée - Production

## Puissance installée



Total 13'275 MW

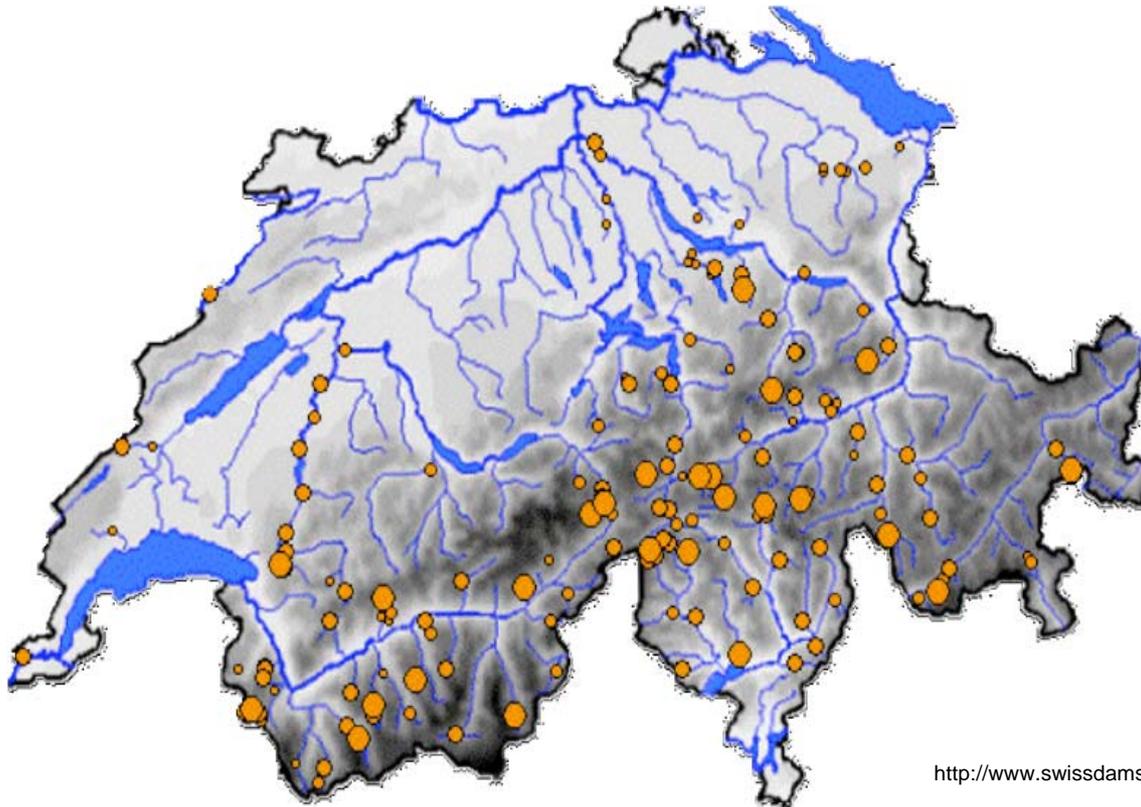
## Production



Total 34'900 GWh



# Aménagements hydroélectriques avec accumulation en Suisse



<http://www.swissdams.ch/Dams/damMap/>

40 milliards de m<sup>3</sup> d'eau quittent la Suisse chaque année, dont 4 milliards de m<sup>3</sup> seulement sont temporairement stockés dans les barrages

# Que nous réserve l'avenir ?

## Différentes études:

- PSI / Hirschberg, 2003
- AES, oct. 2003 (horizon 2030)
- OFEN, 2004 (horizon 2050)
- EPF / société à 2'000 W, 2006
- etc...

## Projets (horizon 2010-2015):

Nant de Drance, Illsee-Oberems,  
Linth-Limmern, Tierfehd, Sambucco,  
Spitallamm + Seeuferegg (KWO  
Plus), etc...

# Croissance de la demande

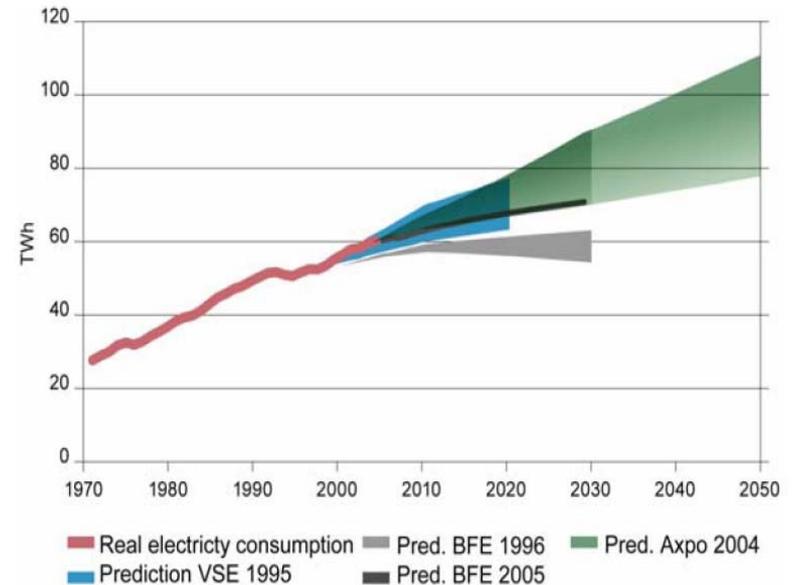
- Malgré les économies
- Effet des pompes à chaleur, etc

Scénarios OFEN : Potentiel de développement de l'énergie hydraulique



**Potentiel technique de développement**  
**Max: 3'065 MW 7'570 GWh**

**Sans augmentation du débit équipé**  
**Min: 330 MW 750 GWh**

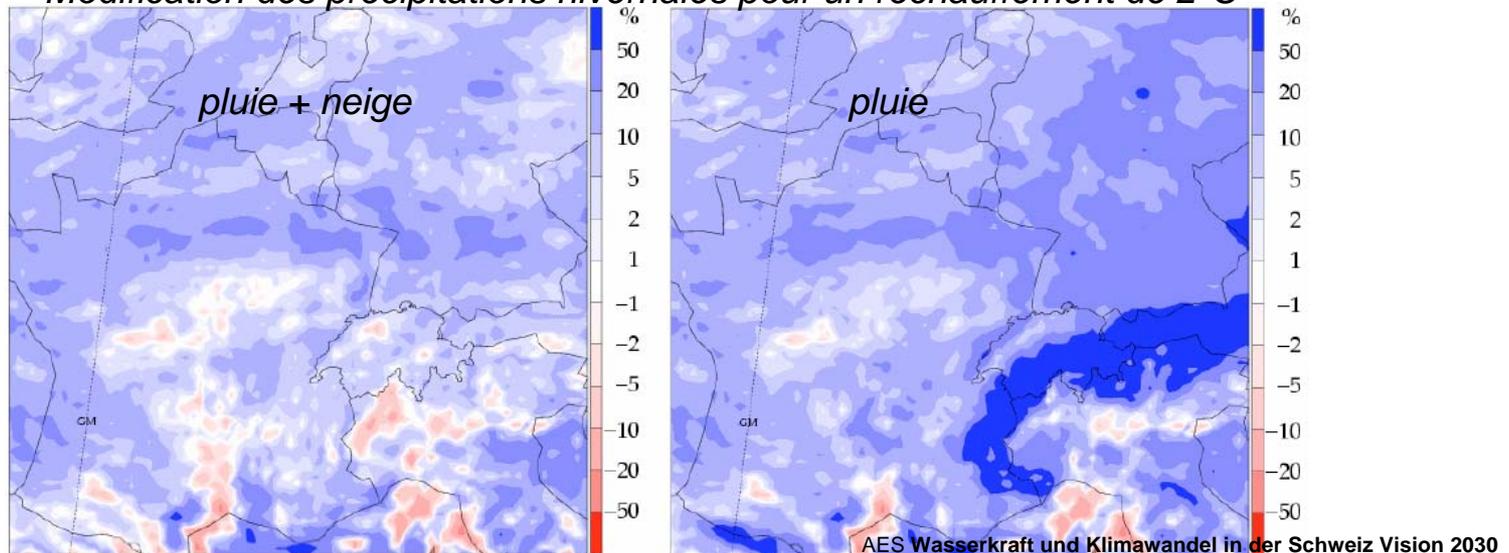


Comparison of real electricity consumption with past and today's predictions  
<http://sns-online.ch/de/yg/iync/iync2006/129.pdf>

# Changements climatiques

- Crues plus fréquentes
- Répartition différente de la consommation été / hiver  
⇒ davantage de climatisation, moins de chauffage
- Retrait des glaciers  
⇒ nécessité de compenser le manque de stockage sous forme de neige / glace

*Modification des précipitations hivernales pour un réchauffement de 2°C*





## Conditions économiques

- L'énergie de pointe se vend beaucoup plus cher (rapport 10:1 et davantage avec énergie de base!)
- Le pétrole est à  $> 50$  USD / baril
- Le développement éolien accroît les besoins de stockage et régularisation (Allemagne : 18'000 GW éolien). Idem pour le solaire (photovoltaïque)
- La Suisse est idéalement placée au centre des échanges européens pour développer le stockage et vendre de l'énergie de pointe

## Implications pour un bureau d'ingénieurs comme STUCKY SA

- Conseiller les maîtres d'ouvrage à l'amont
- Tenir compte des conditions environnementales / trouver des solutions **win-win**
- Être **patient** : renouvellement/demande de concessions et permis de construire, objections environnementales retardent les projets
- Maintenir en Suisse une capacité technique pour développer de nouveaux projets
- S'engager dans le développement de projets **mini-hydro**, en Suisse et à l'étranger



# Aménagements mini-hydro



*Le Chalet (CH)*



*Pasto Bueno (PE)*



## Faut il développer la mini hydro ?(1)

- En 1900, ~ 7'000 petites usines hydroélectriques en Suisse (basse chute, quelques kW)
- En **2005**, ~ 1'000 petites installations totalisant 700 MW (6% de 13'275 MW)
- Production : **3'400 GWh/an** (10% de la production hydroélectrique totale)
- Augmentation possible théorique à **5'600 GWh/an** (+65%), mais correspond à plus de 1'000 nouvelles installations mini hydro!!





## Faut il développer la mini hydro ? (2)

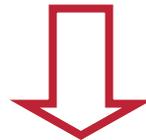
- **Développer la mini hydro** est possible, mais difficile, pour des raisons environnementales essentiellement

⇒ le nombre d'installations nouvelles restera **limité**

⇒ ne peut contribuer que très **partiellement** à couvrir une demande accrue ou substituer une autre forme de production

## Conclusion

Passage d'une **autarcie de capacité**  
("l'indépendance énergétique") à une  
**économie de stockage – régularisation**  
permettant la **valorisation des énergies renouvelables**  
(solaire, éolien)



Augmentation de puissance  
des grandes installations existantes

Promouvoir l'adaptation d'aménagements  
à accumulation pour permettre le pompage-turbinage