

6 juin 2007 à Finhaut (Valais Suisse) Colloque AIRAL : Quelles énergies pour les Alpes

Poursuivant leurs approches transfrontalières, les ingénieurs et architectes Français, Italiens et Suisses d'AIRAL et la délégation AFGC Rhône Alpes ont organisé cette année leur colloque annuel en Suisse. Le thème retenu est :

Quelles énergies dans les Alpes ?

Comment concilier énergie, écologie et intégration au paysage ? Comment produire l'électricité indispensable à notre économie en respectant la notion de développement durable et tout en connaissant les limites des énergies éoliennes, solaires et géotechniques ?

Ces problématiques devront respecter la notion de développement durable, tout en connaissant les limites des énergies éoliennes et solaires tant en Suisse, en Italie qu'en France.

Le site du colloque, Emosson en Valais (Suisse), à proximité de la frontière française et de Chamonix (23km), se prêtait tout particulièrement à cette thématique, puisqu'il comporte notamment trois grands barrages alpins, six usines électriques, six puits blindés, plusieurs bassins de compensation et un important réseau de captages franco-suisses.

Rappel du programme

8h45 : Accueil des participants à l'hôtel Beau-Séjour à Finhaut (Valais suisse)
9h30 : Ouverture de la journée à la Salle Polyvalente (en face de l'hôtel Beau-Séjour)



9h45 : **La problématique en France, Italie et Suisse**

Les techniques, l'écologie, les économies, les perspectives futures.

10h15 : **France**

R. Brugère, Recherche et développement au commissariat à l'énergie atomique
J. Fluchère, Responsable Rhône-Méditerranée-Corse pour la protection de l'environnement et la pollution industrielle

La production d'énergie
Les besoins futurs en énergie électrique
Les moyens de production envisageable
La part du nucléaire

11h15 : **Italie**

Dr Ing. L. Frassy/Arch. V. Didato, Esco del sole srl
ARPA

Arch. C. Cavorsin, Eneagaia
Energies en Vallée d'Aoste
Intégration architecturale des nouvelles technologies liées au développement durable

12h15 : **Suisse**

Dr E. Wuilloud, Physicien, Responsable du projet
Présentation du projet «Nant de Drance»
Les contraintes liées à l'écologie et à la protection du paysage

13h15 : **Apéritif et Raclette à l'hôtel Beau-Séjour**

Présentation de la région par un représentant de la commune

14h45 : **Déplacement de Finhaut à Châtelard en voitures privées**

15h10 : **Montée au barrage d'Emosson avec le funiculaire à 2 cabines le plus raide d'Europe puis le train Decauville et enfin le mini-funiculaire qui nous amènera au sommet du barrage.**

16h00 : **Exposé sur le site et visites.**

17h15 : **Apéritif sur le Petit Train au retour. Visite facultative du diaporama-musée à Château d'Eau**

18h00 : **Fin de la manifestation**

Introduction

Michel BUFFO - SIA - USIC/vice-président d'AIRAL

Le site de Finhaut-Emosson a été choisi non seulement pour son cadre grandiose face à la chaîne du Mont-Blanc mais aussi parce que c'est là que doit se réaliser le nouveau projet « Nant de Drance » qui consiste à construire une **centrale de turbinage pompage en caverne**. Ecologie et protection du paysage obligent, la route d'accès sera en tunnel, passant sous le lac d'Emosson. Les câbles à haute tension seront logés dans le tunnel.

Le triptyque écologie, économie et technique est présenté comme le moteur des projets de demain en ce qui concerne la production et la maîtrise de l'énergie.

Consommation globale par énergie en 2006

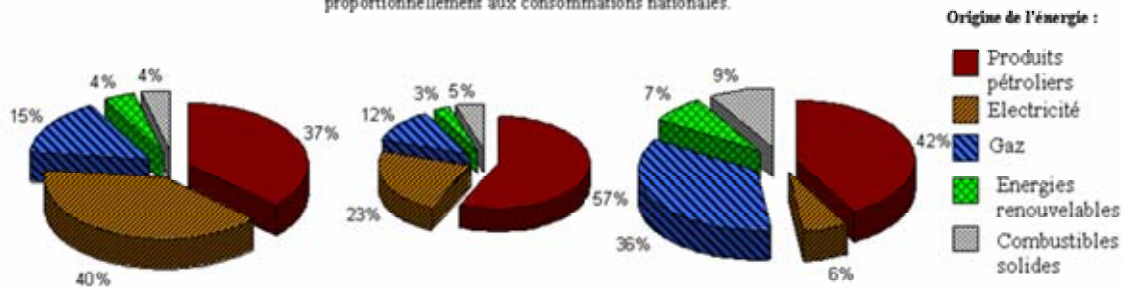
Au quotidien nous utilisons plusieurs sources d'énergie : l'électricité, les produits pétroliers, le gaz, les énergies renouvelables et les combustibles solides comme le charbon ou le bois par exemple. Voici la distribution par pays en 2006 :

France

Suisse

Italie

Pour des raisons de lisibilité, il n'a pas été possible d'adapter les surfaces des graphiques proportionnellement aux consommations nationales.



Ces graphiques montrent la consommation globale d'énergie primaire c'est-à-dire pour les utilisations industrielles, les véhicules et les transports en commun, la production d'électricité, l'éclairage, le chauffage, les besoins ménagers. A noter que pour l'Italie, une part du gaz et des produits pétroliers sert à produire de l'électricité.

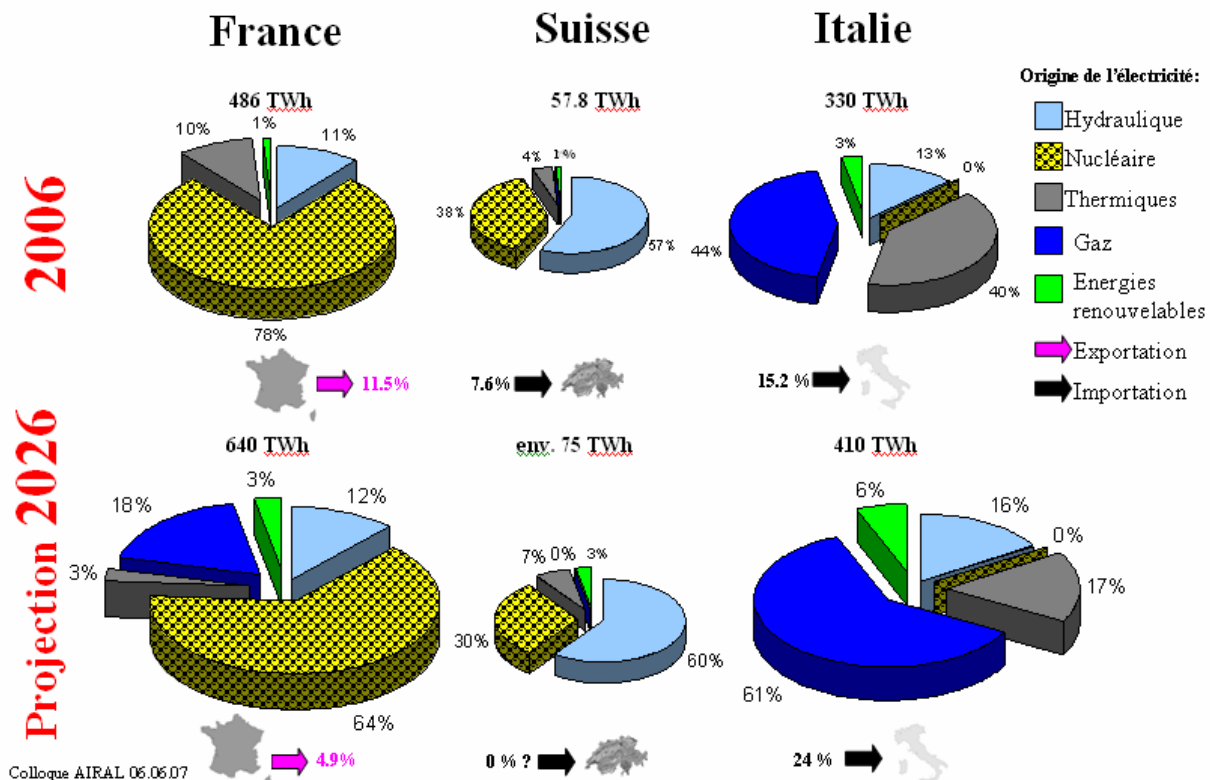
L'énergie électrique

Elle représente environ 20% des besoins en énergie.

On sait que l'électricité de puissance ne se stocke pas. Il est de la responsabilité de producteurs d'assurer sa fourniture en fonction de la demande en tout temps donc aussi en heures de pointe. Si à ce moment là l'énergie produite dans le pays ne suffit pas, alors il faut importer de l'électricité, encore faut il qu'il y ait un vendeur ce qui jusqu'à maintenant est le cas, mais en sera-t-il de même demain ?

Figure 2

Consommation électrique



Le graphique montre que la France a largement misé sur le nucléaire pour son avenir, ce qui lui permet d'exporter vers des pays demandeur tels l'Italie et la Suisse. Le système politique français a permis un large développement de la filière nucléaire. A l'horizon 2026 on prévoit en France une légère diminution de sa proportion de nucléaire au profit du gaz.

L'Italie a renoncé à sa filière nucléaire depuis 1986 suite à la catastrophe de Tchernobyl. Une loi en vigueur exclut le recours à cette énergie, toutefois les italiens se posent actuellement des questions pour le futur. Une partie des centrales nucléaires désaffectées ont été reconverties en centrales thermiques. La géothermie, le solaire, le gaz naturel sont des sources disponibles et exploitées. Pour l'Italie la part du gaz va augmenter. Cela suffira-t-il pour ne pas revenir au nucléaire ?

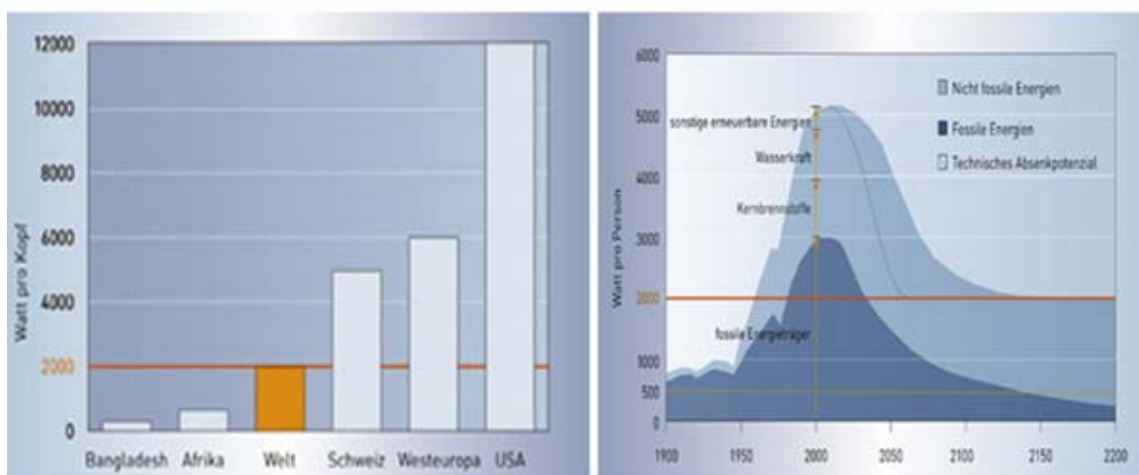
La Suisse dispose d'une proportion importante d'électricité hydraulique du fait de sa topographie, mais la plupart des sites possibles sont déjà exploités. Il est possible d'améliorer la gestion de l'eau en pratiquant le pompage (de nuit) et le turbinage (de jour). Elle possède aussi trois centrales nucléaires relativement anciennes dont le remplacement doit être envisagé à moyen terme, mais un moratoire empêche pour l'instant tout renouvellement de ces installations.

En Suisse les préoccupations écologiques sont très présentes à tous les niveaux. Le lobby antinucléaire est puissant.

Actuellement on parle surtout d'économies et d'énergies alternatives, donc de développement durable, mais les faits sont têtus.

La Suisse est importatrice d'électricité, la population augmente par suite de l'immigration, ce qui a pour corollaire une augmentation de la consommation. Le développement et l'équipement du pays se poursuivent, alors on peut sérieusement douter qu'énergies alternatives et économies offriront à l'avenir la sécurité d'approvisionnement requise. On reparle donc du nucléaire.

Société à 2000 Watts



Certains ne rêvent que d'organiser la pénurie en misant sur la peur et les arguments démagogiques on parle même de société à 2000 watts qui nous conduirait tout droit au rationnement sans compter toutes les conséquences économiques que nul n'est en mesure d'apprécier. Si ces 2000 watts représentent la moyenne mondiale (welt) les Etats-Unis puis l'Europe de l'Ouest et la Suisse dépassent très largement ce seuil. Le graphique de droite montre une hypothèse d'évolution d'ici l'an 2200.

A l'opposé de cette conception du monde, d'autres ne cherchent qu'une fuite en avant en utilisant toutes les possibilités qu'offre la technique pour produire un maximum d'énergie.

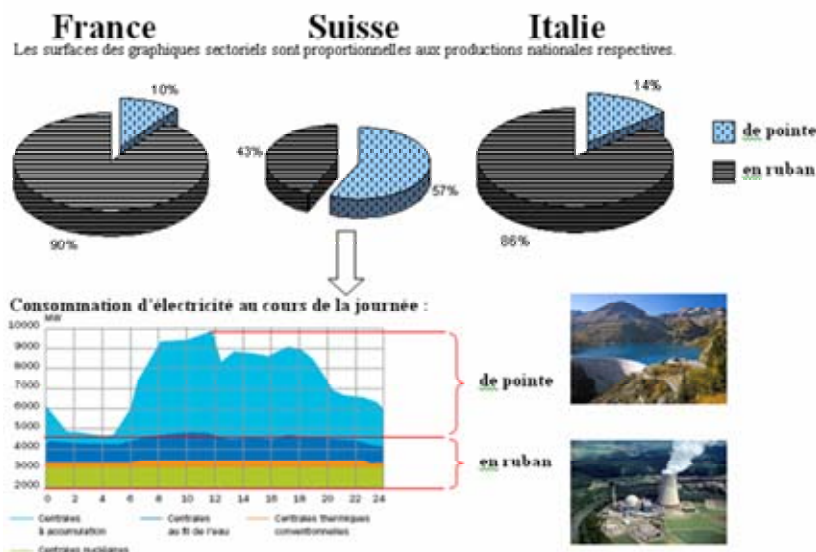
La vérité est difficile à discerner mais intuitivement on peut imaginer qu'elle se trouve entre ces deux extrêmes et c'est là que sérénité et honnêteté dans l'analyse des besoins sont indispensables.

Les centrales thermiques qu'elles soient au charbon, au fuel, nucléaires et, dans une certaine mesure, les centrales hydrauliques au fil de l'eau fournissent de l'électricité en ruban. Les centrales hydrauliques haute chute fournissent la précieuse énergie de pointe, enfin l'électricité produite par les éoliennes ou le photovoltaïque est malgré tout aléatoire, ce qui ne veut pas dire qu'il faut y renoncer mais être conscient de leurs limites.

Ci-dessous, le graphique de la consommation journalière définit la production en ruban et de pointe.

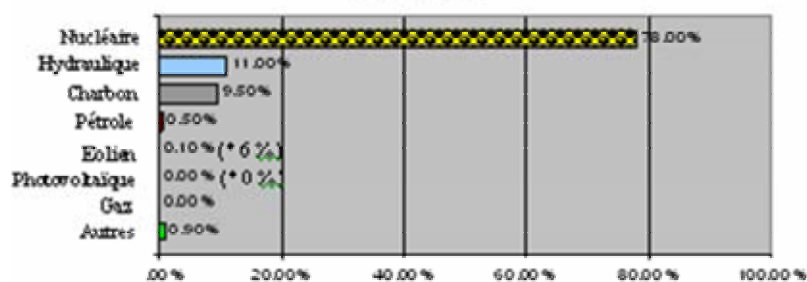
A noter encore que la Suisse produit une grande proportion d'énergie de pointe qui se vend plus chère au kWh ce qui lui permet d'être à certains moments exportatrice, bien que globalement elle soit importatrice. Cette proportion d'énergie de pointe ne changera pas d'ici 2026.

Types d'énergies électriques

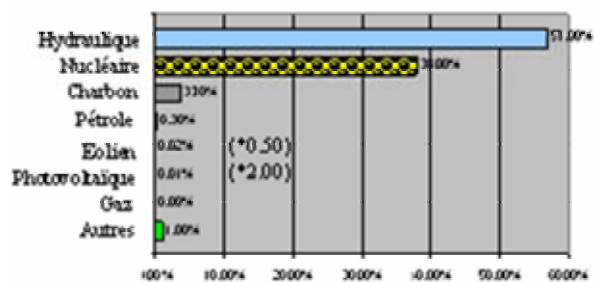


Origine de l'électricité en %

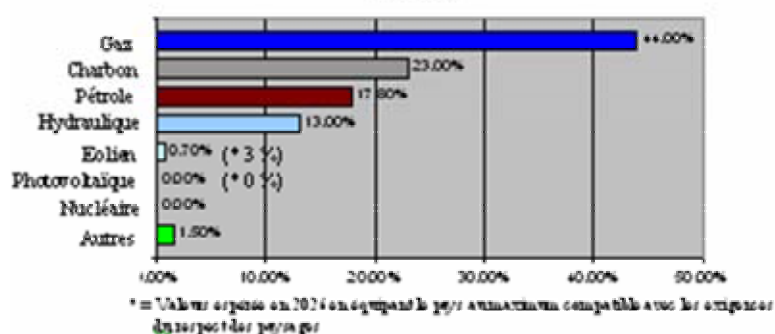
France



Suisse



Italie



Pour les trois pays on voit que les énergies alternatives ne représentent qu'une fraction très faible des besoins totaux et que la situation ne changera pas d'ici 2026, ce qui ne signifie nullement qu'il faut négliger ces productions non polluantes et indigènes, mais rester conscients qu'elles ne vont pas résoudre nos problèmes.

Il est évident qu'il ne faut pas gaspiller l'énergie, mais les économies raisonnablement possibles ne suffiront pas ; la technique peut nous aider dans ce domaine : ne pas rejeter de façon doctrinaire toutes les immenses sources d'énergie que cette même technique nous laisse entrevoir. L'homme a toujours pris des risques (il a été capable d'allumer un feu avant de se demander comment il l'éteindrait) la nature a aussi pris des risques considérables en faisant se succéder sur notre planète des climats tropicaux et des périodes glaciaires. Le principe de précaution, très à la mode, doit à son tour être manié avec prudence, il s'agit d'apprécier les risques et d'être ouvert aux énergies nouvelles de demain.

EXPOSÉS FRANÇAIS, ITALIENS ET SUISSES

Airal qui regroupe des ingénieurs et des architectes de France, d'Italie et de Suisse a demandé aux conférenciers français de traiter du nucléaire, aux italiens des énergies alternatives et aux conférenciers suisses de l'énergie hydraulique. Ce qui ne signifie évidemment pas que ces trois pays n'utilisent que ces sources d'énergie mais simplement avoir les meilleures compétences dans les domaines respectifs.

EXPOSE FRANÇAIS : L'ENERGIE NUCLEAIRE

Robert BRUGERE et Jean FLUCHERE : Spécialistes Français du nucléaire.

Quels sont les besoins futurs en énergie électrique en France?

En extrapolant la courbe de la période 1960-2006 on parvient aux résultats suivants.

EVOLUTION DE LA PRODUCTION NETTE D'ELECTRICITE EN FRANCE ENTRE 2006 ET 2026

	2006		2026	
	TWh	%	TWh	%
Nucléaire	428	78	430	63,9
Renouvelable	66	12	105	15,5
Charbon	55	10	20	3
Gaz	0	0	118	17,6
Total	549	100	673	100

	2006	2026
Production	549 Twh	673 Twh
Consommation	486 Twh	548 Twh
Puissance maxi appelée	85260MW	100000MW

C'est justement cette puissance maximum appelée qui sert de référence pour le dimensionnement des moyens de production électrique.

Politiquement Mr Brugère fait remarquer que les gouvernements prônent la croissance pour lutter contre le chômage et les déficits or tout point de croissance du PIB entraîne près de 2% d'augmentation des consommations de KWh. L'électricité représente alors une partie de l'oxygène de l'économie et il semble qu'il faudra au moins deux décennies pour tenter de découpler les paramètres : croissance, emploi, déficit et KWh. Il est aussi objectif de remarquer que la désindustrialisation amène à consommer moins mais que les pays dans lesquels s'installent les entrepreneurs n'ont pas la capacité de produire « propre »

Jusqu'alors les efforts d'économie d'énergie ont limité les augmentations mais n'ont pas entraîné de diminution des consommations. Les applications de l'électricité progressent dans tous les domaines : l'urbanisation et la lumière, les transports avec le train et le tramway entre autres, les ordinateurs, les batteries en tout genre. Un chargeur de téléphone consomme 100W. En supposant que 1 million de personnes le branche sur secteur alors il faut 1000 MW, en d'autre termes la puissance d'un réacteur nucléaire.

Les résultats montrent donc que nous ne sommes pas encore à l'asymptote horizontale même si l'augmentation de la consommation est plus faible. De plus le problème majeur concerne la puissance de pointe qui aujourd'hui croît avec l'utilisation toujours moins régulière que l'on fait avec l'électricité.

(Chine, Inde, etc.). Les problèmes en matière d'émission de gaz à effet de serres sont reportés ailleurs.

Moyens de productions envisageables

Les sites hydrauliques exploitables sont déjà équipés. Mais le réseau existant peut être modernisé comme le montre le projet ambitieux du Nant de Drance. Construire de nouvelles centrales à charbon ou à gaz semble aller à l'encontre des objectifs fixés par le protocole de Kyoto. L'objectif relativement ambitieux de 21% d'énergie renouvelables d'ici à 2020 tient compte de l'hydraulique à hauteur de 15%. Les six pourcents de croissance de ces énergies propres ne couvrent donc qu'un tiers de l'augmentation de consommation de 20% que l'on prévoit.

Quelle place pour le nucléaire ?

Selon les termes de Robert Brugère lorsqu'on constate que :

- les besoins de productions passeront de 542TWh aux environs de 640TWh en 2026
- l'hydraulique plafonne autour de 80 Twh
- l'on ne pourra guère pousser le thermique classique au-delà de 70 Twh
- l'énergie renouvelable atteindrait dans le cas favorable 32 TWh ; l'arithmétique montre qu'il manquera environ 460Twh pour équilibrer le bilan Production-consommation. Pour faire face au besoin ci-dessus il ne reste donc qu'une solution, voire qu'une évidence selon lui: la poursuite et le renforcement du nucléaire. Neuf mille mégawatts supplémentaires sont attendus dans le monde pour 2020.

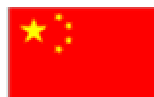
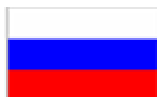
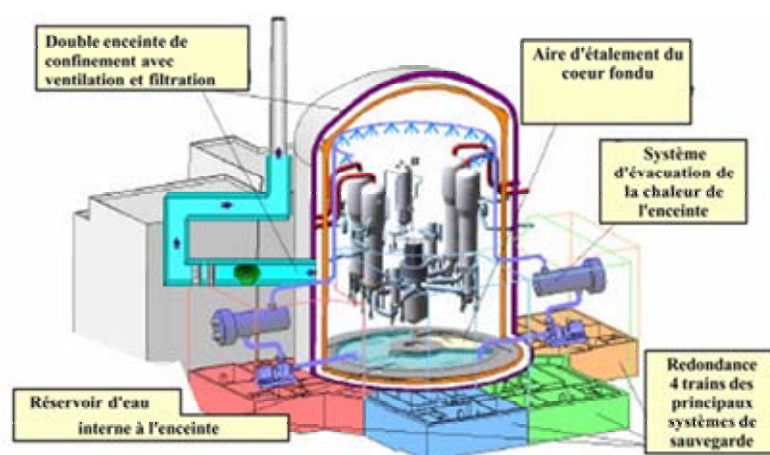
Cela est en train de se réaliser avec un renouvellement du parc de réacteur 1ère ou 2nd génération au profit de l'EPR, centrale d'une puissance de 1500MW sachant que les derniers réacteurs REP 2nd génération (Réacteur à Eau Pressurisée) sont de 900MW. La sécurité est un point d'évolution majeur. De plus EPR apporte une diminution des coûts de production permise grâce à une augmentation de la puissance thermique, une amélioration du rendement des combustibles (meilleur recyclage du plutonium présent avec l'uranium sous forme d'oxyde), une optimisation des coûts d'investissement par une préfabrication en usine plus fiable plus économique et réduisant le temps de montage sur site, un taux de disponibilité de la centrale amélioré avec l'allongement du cycle du combustible et une meilleure accessibilité pour l'entretien qui pourra être effectué pendant l'exploitation.

La Solution de l'avenir : ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) ou un pas vers la fusion.



ITER est une machine expérimentale dans laquelle des noyaux légers comme ceux d'hydrogène sont amenés à fusionner. Cette réaction dégage une très grande quantité d'énergie. Moins de 2Kg de combustible par jours représentent potentiellement 1000Mw. Il s'agit d'une réaction de fusion entre un noyau de deutérium et un noyau de tritium, tous deux isotopes de l'Hydrogène. Le deutérium est abondant dans l'eau de mer et le tritium peut être produit à partir du lithium 10 fois plus abondant que l'uranium. Les réserves pour ce dernier sont de 1000 ans et de plusieurs millions d'années si l'on compte de l'extraction à partir de l'eau de mer. Autant dire que le seul problème concerne le conditionnement de la matière qui doit être portée à plus de 100 millions de degrés et maintenu en suspension par un champ magnétique puissant.

Le site de Cadarache en France a été retenu. Le traité international a été signé entre les sept partenaires à l'Elysée le 21 novembre 2006. Il faudra 10 ans et près de 5M€ pour la construction et le même coût pour une exploitation de 20 ans.



EXPOSE ITALIEN : LES ENERGIES ALTERNATIVES EN VALLEE D'AOSTE

Lorenzo FRASSY Dr. Ing. (ARPA), Christian CAVORSIN Architecte (Energia), V.DIDATO Architecte (ESCO del Sole)

La ESCO Del Sole (energie service compagny = gestion privée de l'énergie)

Pour l'Italie le but est d'atteindre 20% d'énergies renouvelables dans la production nationale d'électricité avec l'hydraulique, le vent, le solaire, les biomasses et biocarburants et d'autres.

L'hydraulique est une technologie mature qui a fait ses preuves mais dont la gestion peut poser problème à long terme avec les importantes demandes en eau pour l'agriculture.

L'éolien est rentable relativement rapidement avec des applications Off-shore qui se développent. Le sud de l'Italie détient le potentiel de produire 4.5 GW dans les quelques années qui viennent. Même si les subventions ont tendances à diminuer en Italie cela reste toujours intéressant. Cette énergie est clairement en développement.

Le Solaire ne s'est pas encore assez imposé en Italie. Le photovoltaïque (PV) va bénéficier de l'application de nouvelles lois votées en 2007 dites « conto energia ». La technologie PV est encore en train de s'améliorer à la fois concernant les coûts de production et le rendement. Le solaire thermique est mature avec beaucoup d'endroits exploitables. Il est vrai que les applications restent encore le plus souvent locales et individuelles, que la quantité d'énergie produite est faible mais elle reste un acteur d'avenir à fort potentiel de développement.

Les Biomasses et biocarburants n'entraînent pas de bouleversement technologique. Ils sont le pétrole de demain et de ce fait vont connaître une croissance considérable. Il faudra s'attendre à ce qu'il y ait des conséquences géopolitiques. Pour les pays en voie de développement et les pays d'Europe de l'est, cette énergie est une vraie chance au sens où ils pourront produire donc vendre et consommer. Plus généralement la conversion de l'agriculture et de l'espace apparaît inévitable.

La géothermie, les centrales marée-motrices, l'hydrogène sont d'autres moyens de produire de l'énergie. L'hydrogène est mature mais rentable Quand le coût du baril dépassera les 150 \$.

M.Didato a insisté sur le rôle des politiques qui influent beaucoup sur le développement de ces énergies notamment avec les jeux de taxations.

L'intégration architecturale des nouvelles technologies liées au développement durable

Christian CAVORSIN (Energia) Architecte

Le développement durable est l'inspiration de nombreuses recherches scientifiques, voir même artistiques. L'architecture n'y fait pas exception, c'est même une considération importante pour les questions "d'intégrations". D'une part scientifique, il faut

intégrer les trouvailles en matières d'économie d'énergie dès la conception du bâtiment. Le travail de l'architecte et de l'ingénieur est alors étroitement lié. D'autre part, une intégration paysagère très importante pour l'architecture contemporaine. Pour paraphraser le philosophe Merleau-Ponty, on pourrait dire qu'un édifice n'est pas dans l'espace, il « habite » un environnement. Un concept qui ne tire pas ces sources du développement durable mais qui en est dépendant, pour l'éthique et pour les nouveaux éléments à prendre en compte issus des nouvelles technologies, comme les panneaux solaires.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la démarche de notre architecte Christian Cavorsin, auteur de la présentation. Venu du Val d'Aoste, à travers son travail, il doit prendre en compte un cadre impressionnant : une vallée montagnarde au pied du mont Blanc, les coutumes d'une architecture locale bien représentées, et bien évidemment des conditions climatiques difficiles.

La première remarque de la présentation a porté sur l'importance de l'isolation. En s'intéressant à la consommation moyenne d'une maison au nord de l'Italie, on s'aperçoit que 68% des besoins énergétiques se retrouvent dans le chauffage. Ainsi, l'utilisation de l'énergie solaire devient cohérente à partir du moment où le bâtiment est correctement isolé. Heureusement, d'important effort ont été fait aussi de ce côté, dans la recherche de nouvelles techniques, de nouveaux matériaux, ainsi que dans la modélisation des dépenses d'un bâtiment.

Calcul de la consommation d'une maison au nord de l'Italie			
■ chauffage	19.600 kWh/a	68 %	
■ Eau chaude	3.700 kWh/a	12 %	
■ Cuisine	1.700 kWh/a	6 %	
■ Éclairage	1.000 kWh/a	3 %	
■ Électroménagers	3.000 kWh/a	11%	
TOTALE	29.900 kWh/a		
Consommation totale = 157 kWh/m²a			

Ensuite, la question de l'intégration paysagère des panneaux solaires a été soulevée. Ils font aujourd'hui l'objet de nombreuses critiques quant à leur impact sur l'esthétique des constructions. Ce ne sont pas des éléments qu'il faut superposés inconsciemment à une structure pour lui faire perdre toute sa cohérence, mais il faut réfléchir sur leurs implantations. Pour cela plusieurs pistes ont été avancées. La première solution serait de les détacher du bâtiment, en les intégrant soigneusement à son environnement proche.

D'autre part, il est bon de rappeler que l'efficacité d'un panneau solaire est fortement dépendante de son inclinaison. Ainsi, une autre solution est de définir les pentes des toits où ils se trouvent pour que les panneaux

l'épousent parfaitement. En effet, rien n'est plus visible que le décollement des panneaux par rapport à son support. Ensuite, des réflexions sur leurs formes, leur position, leurs proportions, les éléments avec lesquels ils ont associés (fenêtres) doivent être prises en compte pour que leur implantation soit réussie.



Figure 1 - Un exemple de mauvaise intégration avec les conséquences sociétales que ça engendre



Figure 2 - Intégration de panneaux solaires en s'appuyant sur les pentes naturelles du paysage



Figure 3 - Une bonne intégration des panneaux, qui définissent la l'inclinaison de la toiture

Il est aussi bon de rappeler que l'architecture environnementale ne se résume pas à des dispositifs comme les capteurs solaires. Voici quelques éléments qui sont mis en question par une architecture durable. Tout

Les manifestations régionales

d'abord la question de l'implantation au site, qui doit prendre en compte l'ensoleillement et les ombres portées. On peut aussi favoriser la ventilation naturelle : par exemple, des ouvertures en partie haute sur une façade au sud créent une dépression qui attire l'air frais et évacue l'air chaud par effet de cheminée. Enfin la question des matériaux est importante, favoriser ceux qui sont recyclables, sains et locaux est essentiels.



Figure 4 Construction utilisant le bois ainsi qu'un puit de lumière

Enfin, la conférence s'est terminée par la présentation de quelques réalisations tout à fait remarquables. Aujourd'hui, la consommation moyenne d'un bâtiment au nord de l'Italie est de 157 kWh/m²/an. De nombreuses politiques ont pour objectifs de diminuer ce chiffre dans des proportions moindres. Une nouvelle notion est alors apparue, celle de bâtiment passif qui font objet d'exemple aujourd'hui, mais qui sont si peu réalisés.



Figure 5 - Casa Blasbichler- Verdines 6 kWh/mq



Figure 6 - Casa Mazzarol - Sciaves 4 kWh/mqa

EXPOSE SUISSE : L'ENERGIE HYDRAULIQUE

Dr. Eric WUILLOUD, Physicien, Responsable du projet Nant de Drance

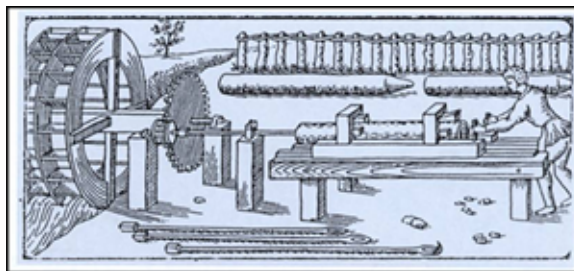
L'énergie hydraulique

Elle est issue de l'exploitation des réserves d'eau. Barrage lacustre, barrage au fil de l'eau sur fleuve ou rivière, centrale marée motrice. Aujourd'hui cette énergie sert à la production d'électricité mais à l'origine on l'utilisait pour moulinier le grain dans les moulins ou pour actionner des machines mécaniques d'époque.

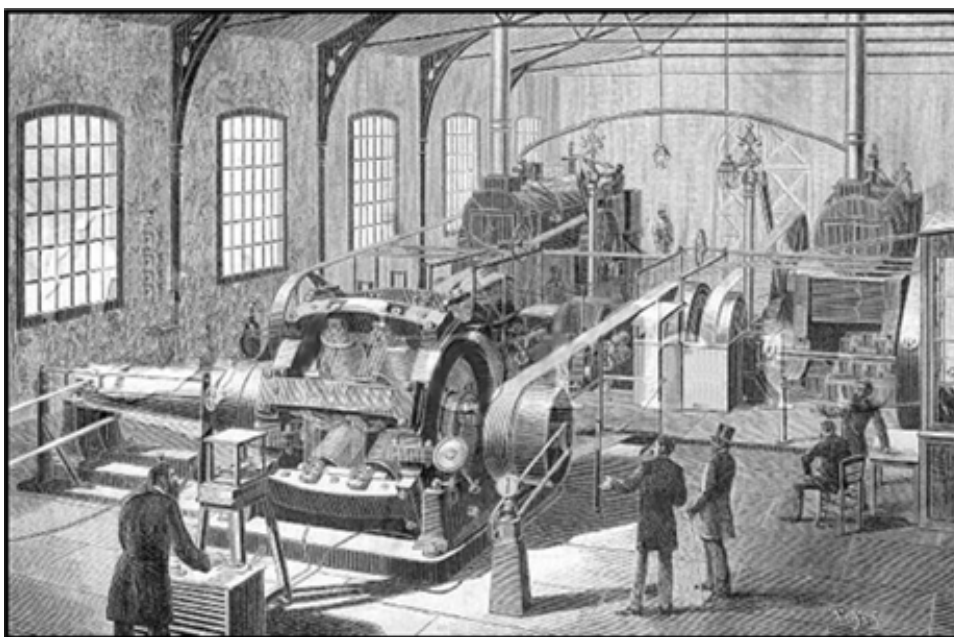
Selon l'échelle humaine, le cycle de l'eau est continu. L'énergie hydraulique est par conséquent une énergie renouvelable.

Historique

Les manifestations naturelles de l'électricité statique ont longtemps impressionné, voire terrifié, les hommes au moins jusqu'à la fin du 18ème siècle. La foudre et les propriétés attractives ou répulsives de certaines substances étaient le plus souvent attribuées à un pouvoir surnaturel, voire divin. L'enthousiasme suscité par les phénomènes électrostatiques chez les savants du XVIIIe siècle ne surprend pas vraiment. Il est vrai que les effets liés à l'électricité statique sont de nature à étonner: les objets bougent tous seuls, des étincelles jaillissent de l'eau et les coups de foudre semblent venir de nulle part.



Le principe de la production de l'électricité à partir de la force motrice de l'eau actionnant une turbine fut présenté à l'Exposition Universelle de Paris en 1878. La même année, les premières lampes à arc alimentées par la force hydraulique éclairent une galerie d'art près de Cragside en Angleterre. En 1879, et pour la première fois en Suisse, des lampes identiques éclairent la salle à manger d'un hôtel de St. Moritz. L'énergie électrique était alors produite par un générateur lié à une petite turbine installée sur le ruisseau voisin. La première centrale électrique construite en Valais a été mise en service en 1893 à Zermatt. Cette usine, dont la chute avait une hauteur de 60 mètres, visait à l'éclairage de la commune de Zermatt.



Technique de Production

L'énergie hydraulique apparaît essentiellement sous deux formes : l'énergie cinétique pour laquelle on utilise la vitesse du cours d'eau ; l'énergie potentielle c'est-à-dire la hauteur de chute.

L'énergie potentielle de l'eau, respectivement l'énergie cinétique est transformée en énergie de rotation pour l'entraînement des alternateurs à l'aide de turbines hydrauliques. Les trois types de turbines les plus utilisées sont :

La Pelton : Cette turbine est installée sur les grandes chutes (jusqu'à 1900 mètres). Elle est entraînée par un jet qui se partage sur l'arête médiane de l'aube à deux godets. Le jet transmet pratiquement toute son énergie à la roue. Pour une chute de 1000 mètres, l'eau jaillit des injecteurs à une vitesse de 500 kilomètres à l'heure, soit 140 mètres par seconde. La Pelton exploite les hautes chutes (forte pression) et avec un faible débit. Son diamètre varie de 60 à 460 centimètres. Pour augmenter la puissance, on peut utiliser plusieurs jets.



La Francis : C'est la turbine la plus répandue. Elle permet de valoriser des chutes de hauteur variable. Conçue à l'origine pour des chutes relativement basses, elle s'est depuis lors imposée pour des hauteurs de plus de 400 mètres, voire de 700 mètres en cas de fonctionnement par pompage. L'eau atteint la roue par le distributeur en spirale. Les aubes mobiles du distributeur circulaire permettent de moduler la puissance. La Francis se caractérise par une hauteur de chute et par un débit moyen. Son diamètre varie de 60 à 800 centimètres. Le rendement de ces turbines est voisin de 90%.

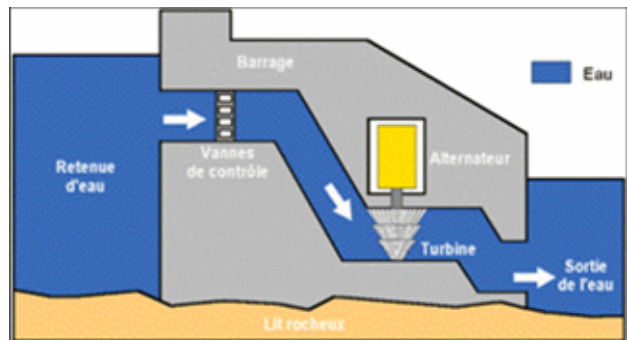


Les manifestations régionales

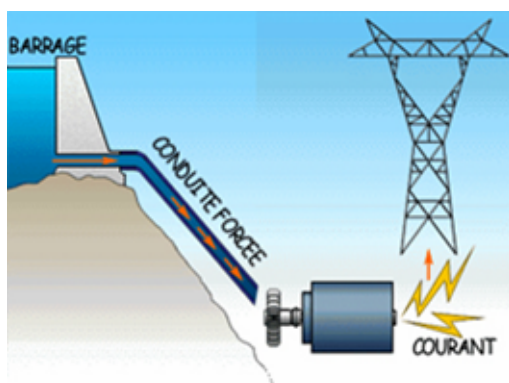
La Kaplan : Cette turbine est équipée d'aubes mobiles légèrement hélicoïdales, à l'image d'une hélice de bateau. Comme pour la Francis, ce sont les aubes du distributeur qui amènent l'eau sur la roue. On module la puissance en modifiant le débit par déplacement des aubes du distributeur et de la roue. La Kaplan est destinée aux centrales au fil de l'eau à grands débits, ou avec des chutes de moins de 30 mètres. Les groupes bulbe et la variante Straflo en sont les développements les plus récents. Elle se prête à l'exploitation de basses chutes (faible pression) et de grands débits. Son diamètre varie de 1 à 11 mètres.



Depuis la fin du XIXe, la production d'énergie électrique s'est accrue régulièrement et les premiers aménagements étaient des productions au fil de l'eau. Leur exploitation dépend des variations de débit des cours d'eau. Les installations tournent par conséquent vingt-quatre heures sur vingt-quatre, car en cas d'arrêt des turbines, l'eau s'écoulerait par-dessus la retenue sans produire d'énergie. Pour répondre à la demande croissante des industries, très gourmandes en énergie, mais aussi des localités qui se sont peu à peu électrifiées, de nouveaux sites de production ont été construits.



Barrage au fil de l'eau



Barrage avec conduite Forcée

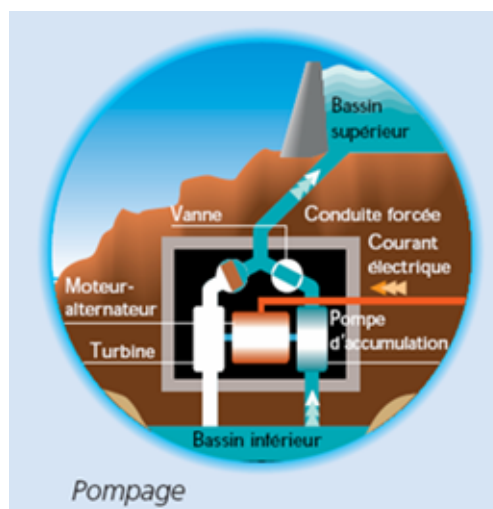
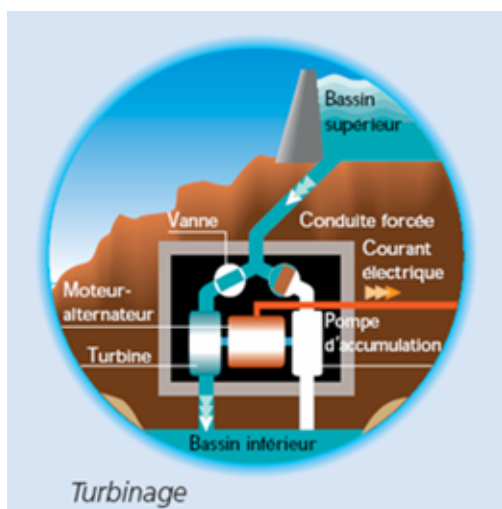
La petite Hydraulique

La petite hydraulique concerne les centrales qui produisent moins de 2MW. Avec l'accroissement de la précarité en énergie et l'augmentation du prix qui en résulte, la petite hydraulique prend de plus en plus d'importance. La somme de tous ces petits aménagements représente une quantité d'énergie non négligeable au niveau de la Suisse. Exemple: Turbinage de l'eau potable, Turbinage des eaux usées, Turbinage de petites rivières.

Le pompage Turbinage

L'énergie électrique répond justement à la loi de l'offre et de la demande. Autrement dit, le courant est plus cher pendant les heures de pointe de la journée que pendant la nuit ou en fin de semaine. Lorsque la demande faiblit, la production en ruban, qui est constante, devient parfois excédentaire. L'idéal consisterait alors à la stocker en vue des périodes de forte consommation. A cause de sa nature, le seul moyen de conserver de grandes quantités d'électricité consiste à pomper l'eau en plaine, dans des bassins de rétention près de la centrale, ou dans la rivière, et de la «remonter» derrière le barrage. Certaines installations sont équipées de pompes qui sont alimentées avec de l'électricité excédentaire produite pendant les heures creuses.

Ce sont les centrales dites de pompage-turbinage. Ce type de récupération présente des pertes, dans la mesure où les trois quarts seulement de l'énergie injectée dans les pompes sont restitués ultérieurement sous forme d'hydroélectricité. Mais cet inconvénient est très largement compensé par la possibilité d'accroître les réserves d'eau pour les périodes de forte consommation.



Potentialités hydroélectriques

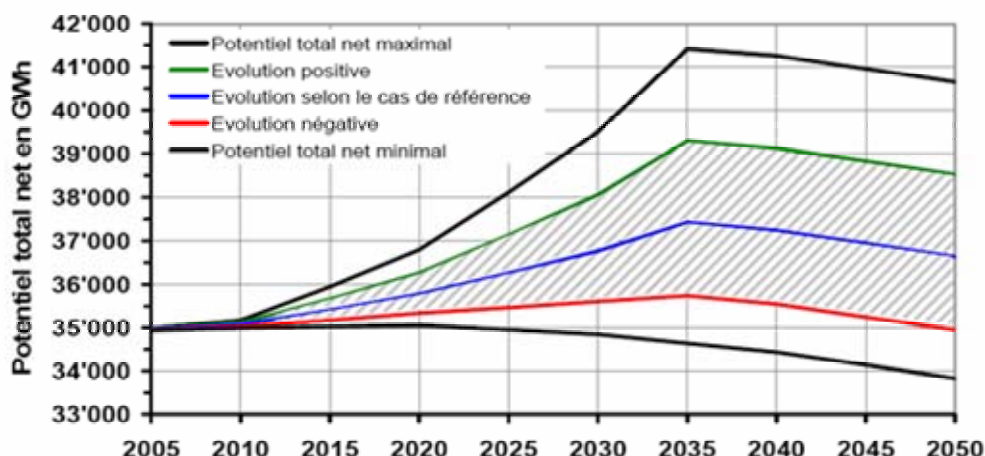


Centrales de production > 10MW

Barrages	Volume [millions de m3]
Grande Dixence	400
Grand Emosson	210
Mauvoisin	180
Mattmark	90
Moiry	70
Zeuzier	50
Salanfe	40
Toules	20
Cleuson	20

Les 9 plus grands barrages du Valais (CH)

Grâce aux glaciers il existe de grandes réserves en suisse.



Potentiel Hydroélectrique en Suisse

Ce graphique montre en fonction de divers scénarios le potentiel de développement de l'hydroélectricité en Suisse. Celui-ci indique qu'une augmentation de 10% de l'énergie d'origine hydraulique est un scénario très optimiste. En conclusion, le potentiel de développement de ce type d'énergie est limité.

Perspectives pour l'énergie hydraulique

L'énergie hydraulique est en forte compétition avec d'autres sources.

Ses points forts:

- Energie propre et renouvelable
- Energie indigène
- Flexible par rapport à la demande

Ses points faibles:

- Possibilités de développement limitées
- Procédures compliquées

Problèmes pour le XXI^e siècle

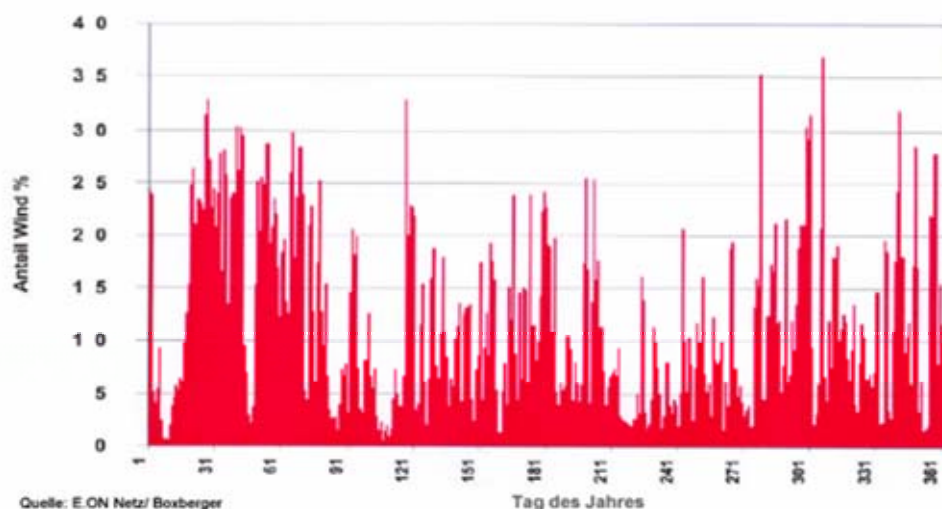
- Développement durable
- Retours des concessions. En effet les cours d'eau utilisés pour capter l'eau
- Débits résiduels
- Prix pour la concession
- Eau potable
- Ensablement des barrages

Le projet de pompage-turbinage Nant de Drance et la visite du barrage du Grand Emosson

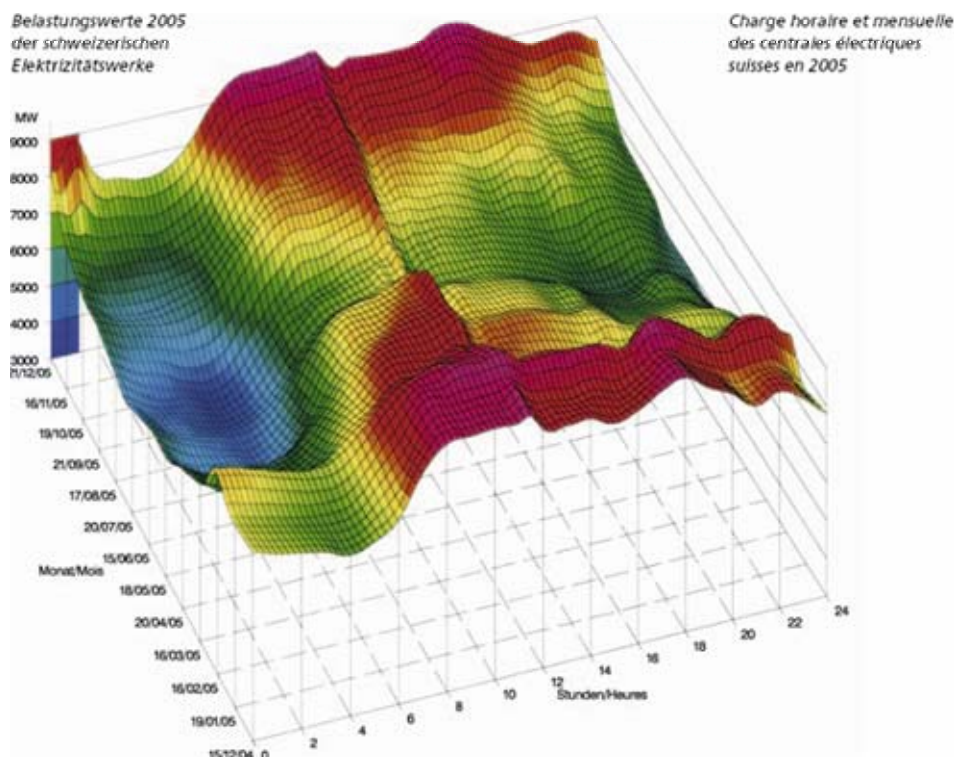
Le projet est financé à hauteur de 60 % par ATEL (l'équivalent suisse d'EDF) et de 40 % par les CFF (les Chemins de Fer Fédéraux, l'équivalent de RFF).

Le contexte

Le cours de l'électricité suit globalement celui du pétrole. Les stations de pompage permettent le développement de nouvelles énergies renouvelables. La promotion faite pour les nouvelles énergies renouvelables telles que les éoliennes rend la structure de la production plus fluctuante. Ce type d'aménagements rendent les prédictions plus aléatoires et nécessitent une compensation par de l'énergie de réglage. Une station de pompage-turbinage contribue à assurer en permanence un réseau stable, par la mise à disposition d'énergie de pointe, d'énergie de réserve et d'énergie de réglage. Ainsi, un tel aménagement contribue d'une manière importante à assurer la sécurité d'approvisionnement en Suisse. C'est le moyen le plus réactif pour permettre une stabilisation de production électrique afin d'éviter des coupures générales qui peuvent avoir des conséquences globales majeurs.



Voici par exemple un diagramme montrant la production électrique éolienne corrélée à la force du vent au cours d'une année.



Consommation 2005 en fonction de l'heure dans la journée et du mois de l'année

L'extension permanente du réseau ferroviaire suisse doit permettre d'étoffer considérablement l'offre des CFF en matière de trafic grandes lignes, de trafic régional et de trafic marchandises. Mais pour faire circuler davantage de trains, il faut disposer de plus d'énergie et surtout de plus de puissance. C'est pourquoi les exigences en matière d'approvisionnement électrique du réseau croissent parallèlement à ces projets d'extension.

Sur la base des prévisions de croissance du trafic, le besoin de puissance électrique va augmenter beaucoup plus fortement que la consommation d'électricité. Cette apparente contradiction s'explique par le cadencement de plus en plus accentué de l'horaire, qui fait circuler de nombreux trains en même temps, par l'augmentation des vitesses de circulation et de la proportion de tunnels, par l'utilisation plus fréquente d'installations de climatisation et par l'augmentation du poids des convois de marchandises tractés par plusieurs locomotives. La mise à disposition d'une puissance suffisante est par conséquent fondamentale pour un approvisionnement en courant électrique fiable. Si la demande de puissance excède les

possibilités du réseau, ce dernier s'effondre et on ne peut plus éviter une panne d'électricité avec toutes ses conséquences que l'on connaît.

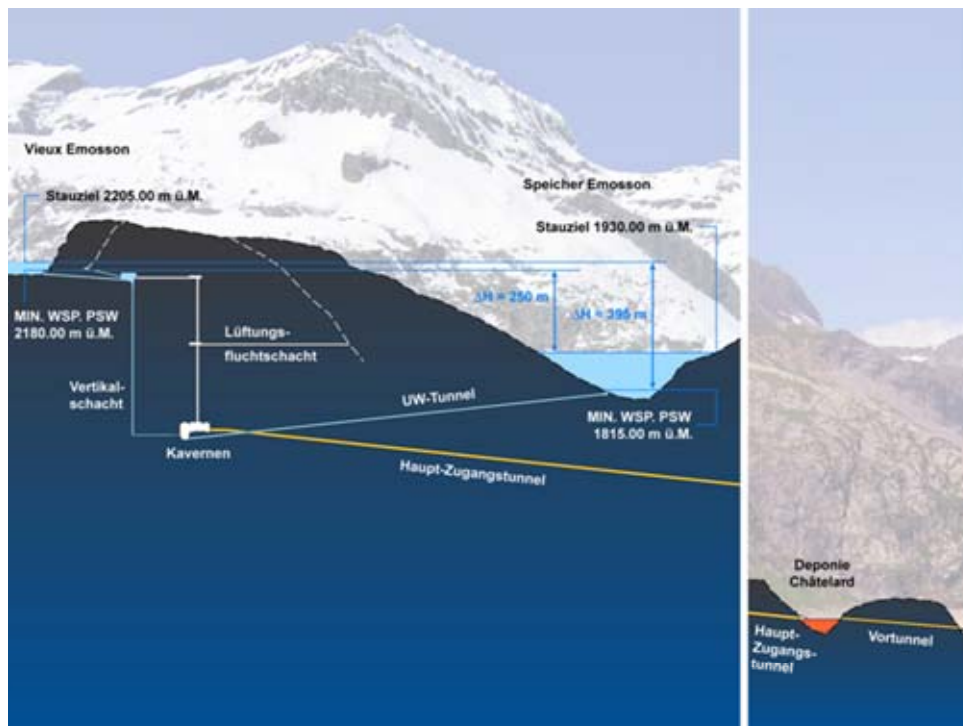
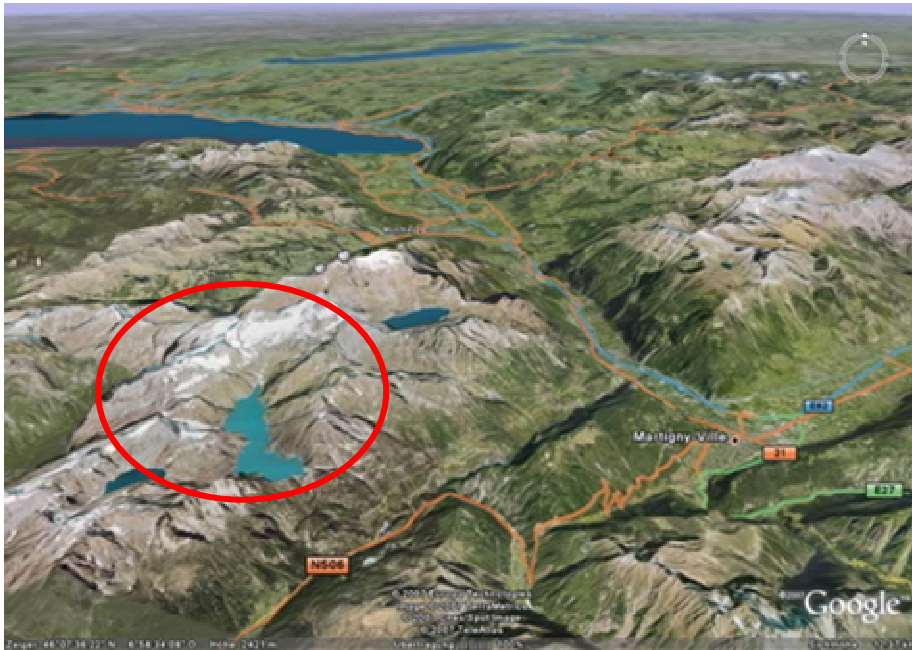
Le projet

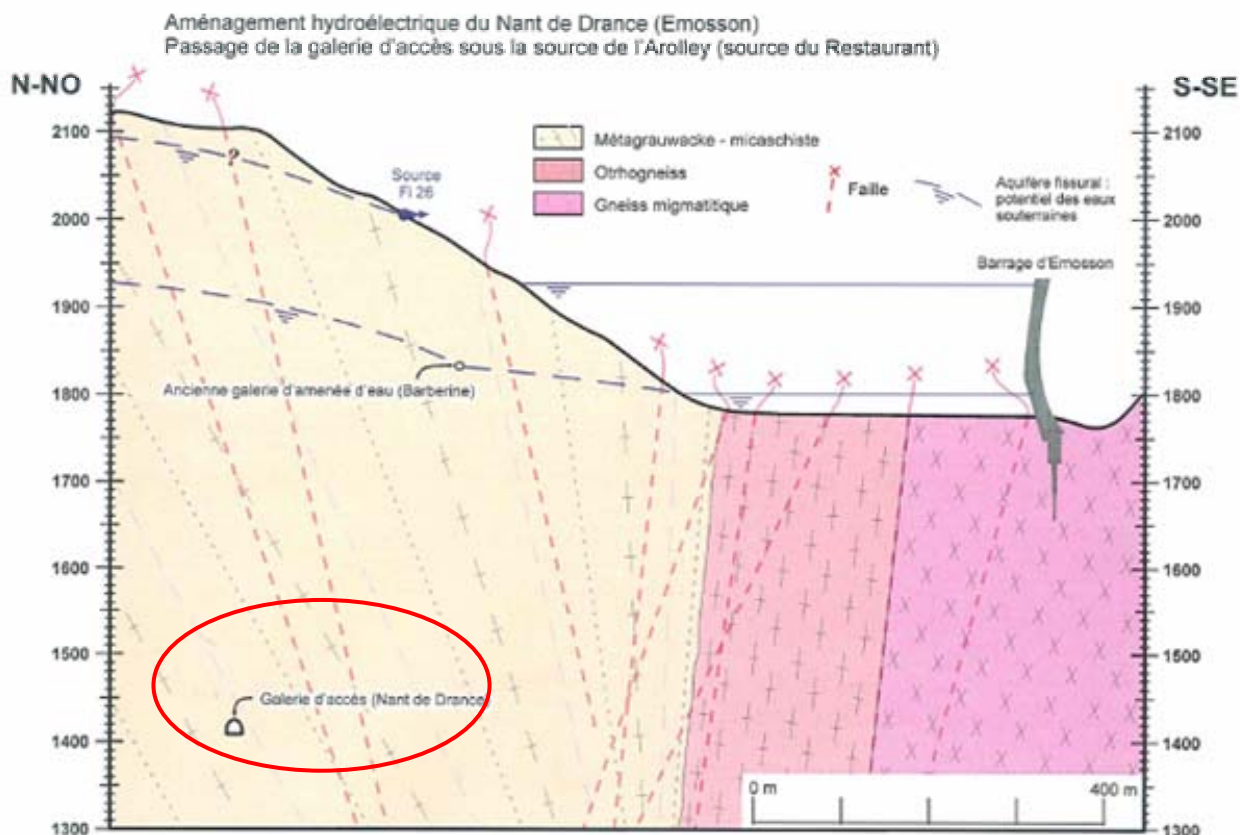
Le Barrage du Vieux Emosson construit dans les années 50 a été renforcé par le Barrage d'Emosson en 1970 qui a décuplé sa capacité de production. Ce barrage est le fruit de l'association d'EDF, d'Atel, des CFF. Mais aujourd'hui ces deux acteurs se sont logiquement mis d'accord sur le projet du Nant de Drance. Il consiste en la construction d'une centrale hydroélectrique souterraine située entre les deux réserves d'eau. Le barrage existant va produire 600MW en heure de pointe ce qui équivaut à la puissance

totale demandée par le réseau ferré suisse. En heure creuse l'eau sera pompée du barrage inférieur au barrage supérieur.

Il est important de souligner que ce projet a été accepté par les associations écologiques du fait qu'il s'intègre sans affecter l'environnement. Le matériel sera acheminé par une galerie souterraine existante depuis un terrain de stockage situé à côté de la centrale principale en vallée. La grotte qui accueillera les quatre turbines de 150MW fera 130m de longueur et 40 m de haut.

Le lancement est prévu pour janvier 2008 et les travaux dureront 7 ans. Il coûtera 700 M€ aux deux partenaires.





Il n'y a pas de difficulté majeure pour percer la roche.

L'essentiel des informations à propos du projet Nant de Drance est disponible sur le site www.nant-de-drance.ch

Compte rendu rédigé par: Julien NINET, élève-ingénieur à l'ENTPE (Lyon) et complété par les membres du bureau d'AIKAL

Pour conclure ce colloque :

On pourrait admettre le principe suivant :

Exploiter les sources d'énergies renouvelables les moins polluantes, produire autant de nucléaire que strictement nécessaire pour qu'ensemble elles puissent satisfaire les besoins raisonnables en intégrant toutes les économies d'énergies acceptables.

Cela revient à dire : quelle société voulons-nous ? Une société de pénurie, un développement raisonnable ou une société d'abondance ?

Ces questions essentielles qui doivent d'ailleurs être considérées dans un cadre d'interdépendance Européenne sans faire l'impasse sur les besoins parfois contradictoires des différentes populations de notre planète.

Michel BUFFO vice-président d'AIKAL

QUELQUES PHOTOS

L'excursion sur le site du futur aménagement de Nant-de-Drance

1er tronçon conduisant au barrage d'Emosson. Le funiculaire à deux cabines du Châtellard (VS) est le plus raide au monde (87%).



La station de départ du funiculaire



Le petit train panoramique à voie de 60cm d'écartement constitue un second tronçon qui permet de rejoindre le Minifunic montant au lac.

Pour plus d'informations concernant ces moyens de transport : www.chateland.net



Sur le couronnement du barrage



La station de départ du Minifunic



Le barrage et le lac d'Emosson sous lequel sera construit l'accès à la centrale souterraine du futur aménagement de Nant-de-Drance.

Le barrage et le lac supérieur de Vieux-Emosson se situent dans la vallée en haut à gauche de la photo.

Le pompage-turbinage sera réalisé entre ces deux lacs.



Le Barrage d'Emosson avec l'arrivée du Minifunic



La maquette du site du barrage et l'ensemble de ses abords