

## Voyage d'Etude du Mastère OSE Promotion 2001



Effectué en Italie du 18 au 22 Mars 2002



Voyage d'étude organisé avec le concours de l'Observatoire Méditerranéen de l'Energie, l'ENI et l'ENEL. Nous tenons à remercier vivement Monsieur Giuseppe Maria SFLIGIOTTI, Directeur de l'OME ainsi que Monsieur Paolo FORESTIERE d'EnelPower sans qui ce voyage n'aurait pu voir le jour.

## Visite au centre de dispatching de la Snam, à San Donato (Milan, Italie).

Lundi 18 mars 2002

Snam, compagnie du Groupe Eni, est le numéro un du transport du gaz en Italie. Son réseau national de plus de 27 000 km de pipelines fournit du gaz naturel à plus de 700 compagnies locales de distribution et à plus de 4 000 clients industriels. Un tiers du gaz transporté provient de la production nationale, tandis que le reste est importé des Pays-Bas, de la Russie et de l'Algérie.

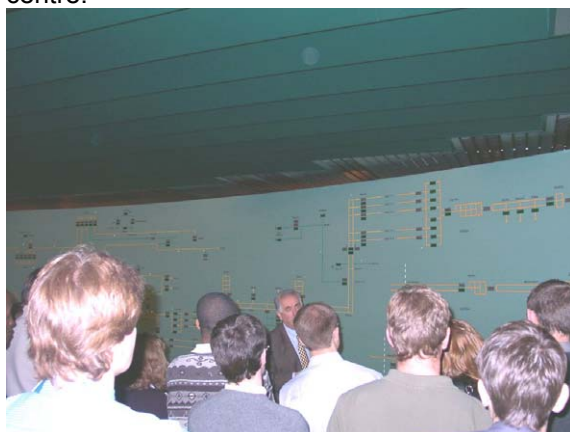


A côté de son activité de base qu'est le transport du gaz naturel, Snam s'est diversifiée dans le transport du pétrole et des produits pétroliers, utilisant sa propre flotte de transport, dans la distribution du gaz naturel dans les villes, la distribution de l'eau, le management de la propreté, la gestion des déchets industriels et la réhabilitation environnementale à travers ses différentes filiales.

Le réseau national se compose de 10 500 km de pipelines longue distance où le gaz est transporté à des pressions comprises entre 24 et 75 bar, et 17 000 km de pipelines de distribution locale fonctionnant à des pressions plus faibles, jusqu'au minimum de 5 bar. Ce réseau se complète par une extension à l'international de 3000 km qui permet de transporter le gaz des points de livraison, aux frontières entre les Pays-Bas et l'Allemagne (gaz néerlandais), entre la Slovaquie et l'Autriche (gaz russe) et entre l'Algérie et la

Tunisie (gaz algérien), aux frontières italiennes. Le transport s'effectue soit par pipelines soit par méthaniers. Snam compte un seul terminal méthanier, à Panigaglia au nord-ouest de l'Italie.

L'élément central de l'ensemble du réseau est le centre de dispatching situé à San Donato, Milan. Celui-ci a pour rôle d'adapter en permanence la disponibilité en gaz du réseau (production nationale, importations, stockage) à la demande. Le stockage a une place importante dans cet équilibre, puisque le gaz stocké en été est utilisé pour répondre aux pics d'hiver de la demande. Dans la salle de contrôle, les opérateurs visualisent les flux du réseau en temps réel à l'aide d'un panneau de contrôle. Les outils performants de prévision et de simulation ainsi que le système très développé de télécommunications assurent une sécurité maximale du réseau et l'efficacité du centre.



Depuis 1962, date de création du centre, le système de contrôle à distance a été sans cesse optimisé. Le challenge à court terme du centre de dispatching est d'implanter des systèmes de régulation automatique capables de traiter un flux de données de plus en plus grand.

## Visite raffinerie de Sannazarro – AgipPetroli

Lundi 18 mars 2002

La sécurité avant tout ...

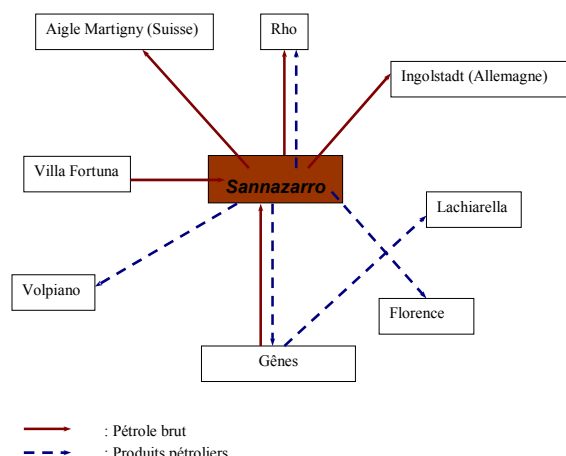
La visite de la raffinerie a débuté par la projection d'un film présentant les lois spécifiques d'un établissement industriel à haut risque (présence d'hydrogène sulfuré, d'acide chlorhydrique, risque d'incendie et d'explosion)

et les procédures à respecter en matière de sécurité en cas d'alarme.

Position stratégique de la raffinerie

La raffinerie est située au centre du triangle économique formé par les bassins industriels de

Gênes, Milan et Florence. Outre ces métropoles, elle couvre à hauteur de 80% les besoins en produits pétroliers de toute la partie Nord de l'Italie.



Le service trading d'AgipPetroli à Rome se charge des approvisionnements de la raffinerie (contrats long terme et spot). Les bruts sont de différentes origines (Oural, Villa Fortuna, Amna, Syrian Light, Azeri, Gullfaks, ...) et donc de qualités différentes (un d° API compris entre 30,4 et 42,9 et une teneur en soufre comprise entre 0,3 et 1,3%).

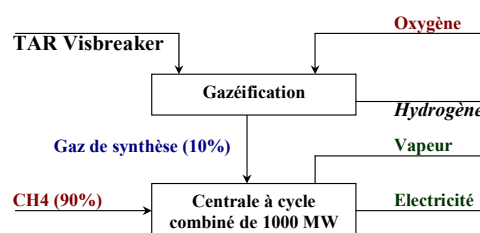
En 2001, 8,4 millions de tonnes de brut ont été traitées au sein des deux unités de raffinage (Topping 1 entrée en service en 1963 et Topping 2 mise en service en 1975). Le développement de la chaîne de process et l'adaptation aux nouvelles spécifications environnementales ont exigé de nouveaux investissements qui ont forcé l'indice « Equivalent Distillation Capacity » (reflétant l'indice de complexité et la capacité traitée de l'installation) à 2241 en 2000 (contre 1443 en 1992).

Quantité en millions de t/an	1992	2001
Essence sans plomb	280	2395
Essence normale	1690	320
Kérosène	397	895
Diesel 0,2%	1480	0
Diesel 0,035%	0	2380
Fioul	1385	645
Bitume	160	305

L'évolution de la proportion des produits pétroliers souligne à nouveau le poids des contraintes environnementales qui se traduisent par l'augmentation de la production de combustibles « verts » (et la baisse corrélée des combustibles conventionnels) et l'abandon progressif du fioul au profit du gaz naturel. La raffinerie se retrouve entre deux mords : la difficulté à investir dans des unités de désulfuration trop coûteuses et donc l'obligation

d'acheter du brut à faible teneur en soufre plus cher d'une part, assurer la maintenance d'installations de production de produits pétroliers conventionnels utilisés en sous-capacité d'autre part ...

Dans ce contexte de plus en plus contraignant, AgipPetroli a décidé d'adopter une stratégie de diversification. En témoigne le projet de construction d'une unité de gazéification pour produire du combustible hydrogène couplée à une nouvelle centrale gaz à cycle combiné d'une puissance de 1000 MW (coût de production estimé 50c€/kWh) pour la vente d'électricité sur le réseau :



Le séjour à la raffinerie s'est terminé par une courte présentation de quelques installations (electrostatic precipitator, turbo expender, semi regenerating reforming, compressor) et de la salle de contrôle du Topping 1. Ce fut l'occasion de découvrir les outils de supervision et d'optimisation économique de la chaîne de raffinage (selon la criticité des données mesurées, l'acquisition a lieu toutes les 1 à 30 secondes et un bilan de l'ensemble de l'installation est effectué toutes les heures pour vérifier la cohérence des grandeurs observées).





## Visite d'Enelpower Headquarters à Milan

Mardi 19 mars 2002



### Historique

Enelpower est une société contrôlée à 100% par Enel S.p.A (le monopole historique qui avait pour mission de produire, transporter et distribuer l'électricité dans le pays jusqu'à sa privatisation en 1999). Enelpower a été constituée en juin 1999 comme Société par Actions dont le siège se trouve à Milan avec des bureaux opérationnels à Rome et Turin. Elle a hérité de tous les projets, activités, ressources et capacités de l'ex-Direction des Constructions (DCO), la structure qui, pendant des années, a conçu, construit et mis en service:

49.000 MW de centrales thermoélectriques et hydroélectriques ;

25.000 km de lignes à haute tension ;

Plus de 150 sous-stations ;

11.000 MW d'amélioration environnementale



### Activités

Pour se développer, Enelpower a agi pour renforcer sa position sur le marché EPC (ingénierie procurement service) italien mais également en s'étendant au niveau mondial sur les marchés avec lesquels elle entretenait des rapports commerciaux et sur ceux où elle avait les plus grandes possibilités d'investissement dans la production indépendante d'énergie, comme la Méditerranée, le Moyen-Orient, l'Afrique et l'Amérique latine. En tant

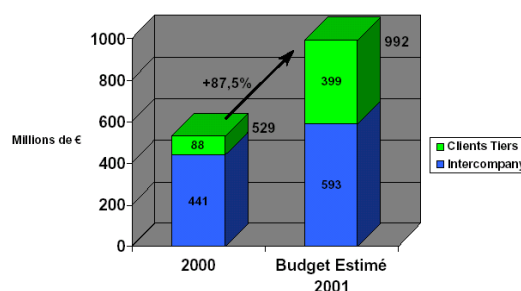
qu'entrepreneur EPC, Enelpower fournit la réalisation complète de projets et toutes les activités liées au cycle complet de la vie d'une installation: développement, achats, construction, mise en route, fonctionnement et maintenance. Pour ce faire Enelpower a créé un réseau commercial composé de Responsables locaux et de filiales.

La 2ème branche d'activité d'Enelpower est le développement de projets. Ayant acquis l'expérience nécessaire dans la conduite de négociations et dans la structuration financière, Enelpower a entrepris avec succès le développement de projets BOO (Build Own & Operate) et BOT (Build Own & Transfer). Pour cela elle se base sur l'évaluation de multiples facteurs pour chaque pays, comme la réglementation, la concurrence et les dimensions du marché local, le contexte juridique, l'accès aux financements, le risque pays (politique et macro-économique). En moins de 15 mois d'activités comme "Développeur/investisseur" elle s'est vue adjudger deux importants contrats au Brésil: un projet BOO pour une centrale au charbon de 1.300 MW et un projet BOT pour 1.100 Km de ligne à haute tension. D'autres projets se trouvent à différents stades de développement, pour un total d'environ 3.000 MW.

### Organisation

Enelpower a parallèlement poursuivi une stratégie de croissance, poussée par ces deux secteurs d'affaires (EPC et développement de projet). Sa présence est internationale : le siège est en Italie mais des sociétés contrôlées ou des filiales sont présentes en Albanie, Algérie, Arabie Saoudite, Bolivie, Brésil, C.E.I., Égypte, Émirats Arabes Unis, Grande Bretagne, Iran, Libye, Oman, Paraguay, Qatar.

### Revenus d'Enelpower en millions d'Euros



On s'aperçoit ainsi que de plus en plus, le budget d'Enelpower sera financé par le développement de ses contrats liés à ses activités extérieures.

## Centrale Enel Produzione de La Casella (Enelpower)

Mardi 19 Mars 2002



La visite s'est déroulée en deux étapes :  
1<sup>ère</sup> étape : présentation de la centrale  
2<sup>ème</sup> étape : visite du site

La centrale de La Casella est une nouvelle génération de centrale à cycles combinés d'ENEL Produzione. Elle est en phase de reconversion.

A l'origine, La Casella est une centrale au fioul composée de 4 turbines à vapeur de 320MW. Son rendement est à peu près 40%, et elle a déjà obtenu le label européen EMAS (Eco-Management and Audit Scheme).

ENEL Produzione la transforme actuellement en une centrale à cycle combinée (turbine au gaz +

turbine à vapeur). Les quatre turbines à vapeur vont être remplacées par des groupes de 380MW avec des turbines au gaz de 260MW. Le gaz naturel sera utilisé comme combustible. La turbine au gaz produira directement de l'énergie électrique par l'intermédiaire d'un alternateur et les gaz d'échappement seront utilisés pour générer la vapeur.

Un premier groupe est déjà en place et fonctionne, un autre est installé et subi des essais.

Un tel changement permettra une réduction significative des émissions de gaz dans l'atmosphère :

Zéro SO<sub>2</sub>

50 mg/Nm<sup>3</sup> de NO<sub>x</sub>

réduction drastique du CO<sub>2</sub>



D'un point de vue rendement, celui augmentera jusqu'à environ 55%.

Une autre spécificité de La Casella est son architecture. En effet, le but est d'intégrer cette centrale dans le paysage sans complètement le déformer. Cela est rendu possible en utilisant de nouveaux matériaux tel que le polycarbonate et en utilisant des couleurs discrètes telle que le blanc.

## Visite du centre de contrôle du gaz des plates-formes de Andromedone (Ravenna) – ENI AgipPetroli

Mercredi 20 mars 2002



La journée s'est déroulée en trois parties :

présentation de ENI et de AgipPetroli, visite du centre de contrôle des opérations d'exploration-production de Ravenna, visite de la station de production de gaz naturel de Andromedone.

### Présentation des activités du groupe ENI et de AgipPetroli

ENI compte 70 000 employés, dont 40 000 en Italie, répartis mondialement dans différentes filiales : Snam, AgipPetroli, Enichem (vendue en 2000), Saipem, SnamProgetti et EniPower. Ses activités principales sont celles des secteurs pétrolier et gazier, ainsi que la production d'énergie électrique, et tous les services de conseil et d'ingénierie associés.

AgipPetroli a été créée en 1926, compte 7 500 employés, produit 1 187 000 boe (baril équivalent pétrole) par jour, et vend 59 920 millions de m<sup>3</sup> de gaz naturel en Italie et 3 480 à l'étranger. Agip est notamment présent en Afrique, en Mer du Nord, et projette de s'implanter au Moyen Orient (Kazakhstan).

### Présentation de AgipPetroli – Italian Geographic Unit

Cette unité est divisée en 5 districts : Trecate (stockage de gaz, forage), North Adriatic (production off-shore) dont Ravenna est le centre de contrôle des opérations, South Adriatic (gaz et pétrole, on et off-shore), Val d'Agri et Sicili (gaz et pétrole, off-shore, centrale de production on-shore).

Il existe deux pôles dans le district de Ravenna : le pôle nord (13 sites de production et 1 station de compression de gaz naturel off-shore, 15 sites de production de pétrole off-shore, 3 centrales de production d'électricité), et le pôle sud (12 sites de production et 1 station de compression de gaz naturel off-shore, 3 sites de production de pétrole off-shore).

### Visite du centre de contrôle du district North Adriatic de Ravenna

Ce centre permet de contrôler 24h/24 et 365j/an les plates-formes et les stations de production présentées ci-dessus. Les données concernant tous ces sites sont envoyées par satellites et centralisées pratiquement en temps réel (5 secondes de décalages) dans la salle de contrôle.

Tous les flux sont donc gérés à distance et nécessitent l'intervention d'opérateurs tant sur terre que sur mer.



### Visite de la station de production de gaz naturel de Andromedone

Cette station de production de gaz naturel traite le gaz issu des deux pipes provenant des deux pôles du district de Ravenna.



Le gaz est traité (le mélange contenant le glycol nécessaire au transport des matières fossiles est déshydraté pour être réutilisé) avant d'être



injecté sur le réseau de transport et de distribution géré par la Snam.  
La sécurité sur ce type d'installation est une priorité : alarme pour signaler les incendies, les émissions d'H<sub>2</sub>S, présence d'une torche air en cas d'incident majeur sur la station.



## Station de pompage de Presenzano – Enel Produzione

jeudi 21 mars 2002

Arrivée à 9h30 à la station

Film documentaire et maquette de présentation du site



Description de la station de pompage

Un lac supérieur et un lac inférieur séparés d'environ 500 m de dénivelé  
2 galeries parallèles creusées puis 4 conduites forcées de 2 km de long  
Réservoirs artificiels créés avec un revêtement goudron



Pompe et turbine sont identiques et donc réversibles



Turbinage le jour pendant 6 heures (3 heures de pointe le matin, 3 heures le soir)  
Pompage la nuit pendant 8 heures afin de profiter du surplus de production électrique  
Rendement de l'installation : 74%  
Puissance maxi de pompage et de turbinage 1000 MW (puissance unitaire de 250 MW)  
Coût de production 4 c€/kWh  
Fonctionnement de la centrale est commandée depuis Naples.

Visite de la salle des turbines



Afin de turbiner, l'amorçage s'effectue avec de l'air pour permettre d'atteindre rapidement une vitesse de rotation importante. Le couplage avec le réseau ne s'effectue que lorsque le courant produit a une certaine qualité.

Pour le pompage, une turbine fonctionne afin de permettre aux trois pompes de démarrer. Le passage en pompe de la quatrième turbine est assurée par un jeu interne de thyristors.

### Visite du centre de recherche d'ENEL Produzione à Pise.

Vendredi 22 Mars 2002

ENEL produzione est la plus importante compagnie de production d'électricité en Italie avec un total de 125TWh, représentant 51% de la capacité totale de production italienne. Leurs investissements futurs visent une amélioration de leur compétitivité via une augmentation de leur rendement et une diminution de leurs différentes émissions (Objectifs: moins 19% entre 1990 et 2006 pour des émissions de CO<sub>2</sub>) Des solutions pour les nouveaux cycles combinés ont été évoquées via les concepts de « Green field » (Nouvelle construction) et « Brown field » (Conversion d'unités déjà existantes)

Les centrales à charbon nous ont également été présentées au travers de différents projets :

- CFB : 1 unité de 340Mwe
- USC : 4 unités de 660Mwe

Augmentation de puissance des unités existantes

L'utilisation de chaudières à lit fluidisé a permis d'illustrer les contraintes ainsi que le respect des émissions par ENEL Produzione :

- SO<sub>x</sub> < 400 mg/Nm<sup>3</sup>
- NO<sub>x</sub> < 200 mg/Nm<sup>3</sup>
- CO < 150 mg/Nm<sup>3</sup>
- Poussières < 30 mg/Nm<sup>3</sup>

Enfin, l'utilisation de combustibles moins chers mais nécessitant un plus grand nombre de traitements nous a été présentée via le procédé d'orimulsion qui justifie la mise en place de 4 installations de DeSO<sub>x</sub> et 4 de DeNO<sub>x</sub>.

Une brève présentation de la formation supérieure Euroflam nous a été faite par Mr Pasini. (voir brochure)

La dernière présentation réalisée par Mr Franco Donatini portait sur l'évolution des cycles thermoélectriques.

Les objectifs ENEL portent sur :

- l'amélioration du rendement de conversion
- diversification des combustibles tout en préservant l'utilisation du gaz naturel
- l'utilisation des énergies renouvelables

Le développement des cycles combinés au gaz vise un objectif de rendement de 60% simplement au travers d'un meilleur design de la technologie utilisée. Cette amélioration de performance viserait essentiellement :

- la turbine à gaz
- la chaudière de récupération
- le cycle de vapeur.

**Nous tenons à remercier toutes les personnes de l'ENI et de l'ENEL pour l'accueil chaleureux qu'ils nous ont réservé ainsi que pour la qualité des visites et des conférences qu'ils nous ont préparé.**

