

Séminaire « risques climatiques »

12 novembre 2003

Institut du développement durable et des relations internationales

Systeme électrique et aléas climatiques

Jean-Paul Bouttes : délégué à la stratégie industrielle de la Branche énergies, à EDF; professeur chargé de cours en sciences économiques à l'Ecole polytechnique.

Systeme électrique et aléas climatiques

1. Introduction au système électrique

- Les maillons du système
- Les cycles de décisions de l'offre-demande aux différents horizons de temps
- La sensibilité du système aux aléas climatiques : illustrations

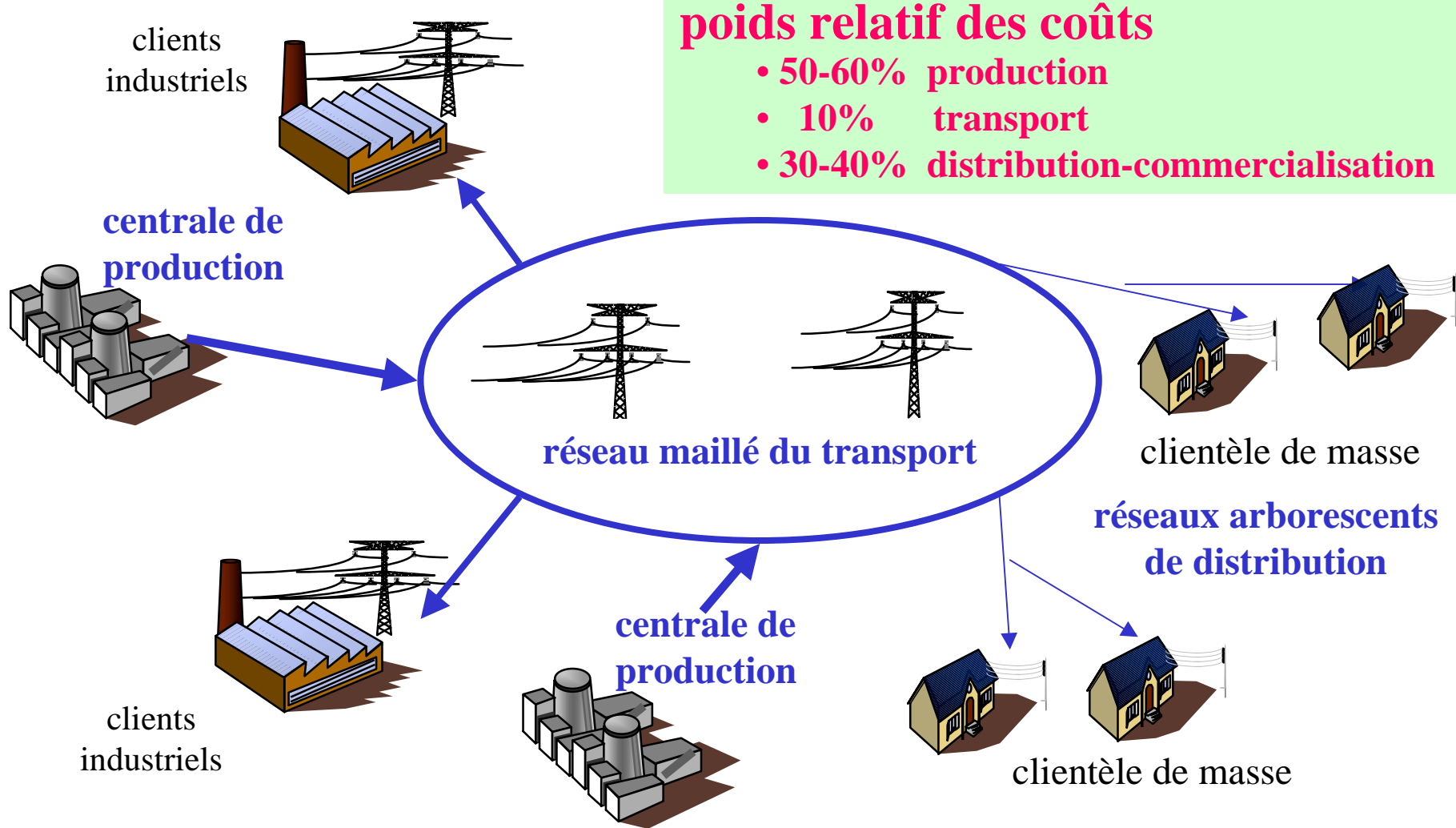
2. L'adaptation de l'offre-demande aux aléas climatiques

- La gestion probabiliste du système à 3 mois-1 an
- Le dimensionnement du parc à 20-30 ans face aux aléas/incertitudes

3. L'électricité, vecteur de réduction des émissions de CO₂

- Des marges de manœuvre à 20-30-50 ans

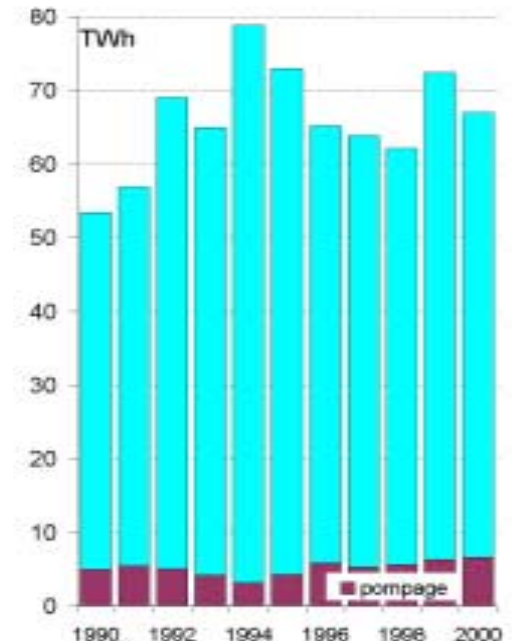
les maillons du secteur électrique



un petit nombre de centrales (une centaine de taille importante en France)
pour alimenter un grand nombre de clients (25 millions de ménages)

Sensibilité du système électrique aux aléas, dont aléas climatiques : illustrations

- **Variabilité de la consommation à la pointe annuelle en hiver liée à la température**
 - Europe : lien significatif entre pointe hivernale et température
 - France : de l'ordre de 1 à 1,5 GW en plus pour 1°C en moins
- **Variabilité de la production hydro-électrique liée à la variabilité des apports en eau**
 - Apports en pluie / apports fonte des neiges
 - Europe : près de 20% en moins en 2002 (année « sèche »)
 - France ----->
- **Variabilité de la production thermique**
liée également aux aléas de pannes des centrales



Les cycles de décision de l'offre-demande

- **Gestion prévisionnelle à équipements fixés**
 - arrêt-rechargement des centrales nucléaires, entretien du thermique fossile
 - réservoirs hydrauliques
 - gestion prévisionnelle des effacements de la demande (EJP, tempo)
- **Dimensionnement du parc à moyen-long terme**
 - Quelle évolution de la demande et quelle MDE ?
 - Combien de centrales en base, en semi-base, en pointe ?
 - Pour quelle qualité de service attendue ?
- **Dimensionnement de l'outil industriel**
 - Quel dimensionnement des pylônes des lignes THT pour quels vents ?
 - Etc...

EDF sur les questions climatiques : une implication de longue date

- travaux sur l'hydrologie du bassin du Rhône
 - questions d'EDF sur le changement climatique et études engagées au début des années 90 (avant Rio)
 - aujourd'hui, travaux en cours du projet « GICC Rhône » (Gestion des Impacts du Changement Climatique sur le bassin du Rhône)
 - Simulation de scénarios de chg. climatique sur des modèles hydrologiques.
 - Collaborations multiples : Armines, BRGM, LMD, EDF, Météo-France
 - apport d'EDF-DRD : Mesures hydrologiques, utilisation du modèle hydrologique CEQUEAU
- Travaux DRD en lien avec le GRT sur la formation des orages
 - Etude européenne SIDDACLICH « Simulation, diagnosis and detection of the anthropogenic climate change » (DG environnement)
- Collaborations avec Météo-France
 - Analyse des chroniques journalières de températures, des effets du climat sur la nébulosité, la formation de givre... (projet « Géode »)
 - Révisions des standards météorologiques après la tempête de 99 (modification des cartes de vents...)

adaptation de l'offre-demande aux aléas : la gestion probabiliste à 3 mois - 1 an

- **L'approche suivie en gestion prévisionnelle**
 - La décision à t de déstocker l'eau (ou autre) est un arbitrage entre
 - Gain économique aujourd'hui (au vu des aléas en cours)
 - Valeur du stock sur son usage futur (« valeur de l'eau »), en espérance conditionnée par la distribution de proba. des aléas futurs
 - Représentation probabiliste des aléas (avec corrélation dans le temps)
 - Utilisation des chroniques passées d'apports en eau
 - Utilisation des chroniques passées de température
 - Modèles d'indisponibilités fortuites des centrales thermiques
- **Les questions de l'exploitant (à 1 semaine /.../ 3 mois)**
 - Remplissage des lacs de tête
 - Remplissage des éclusées en vallée
 - Demande : est-on engagé sur une chronique d'hiver froid/doux ?

} est-on engagé sur une année sèche/humide ?

 - ↪ Effet des anticipations sur les valeurs de l'eau et l'arbitrage économique
 - ↪ Un processus d'acquisition d'information en continu (« avenir glissant »)
- **Enjeux des travaux sur le changement climatique**
 - ↪ Quelle déformation des lois de probabilité conditionnelles à 1-2-3 mois ?

adaptation de l'offre-demande aux aléas : dimensionner le parc face aux aléas et incertitudes

- **Des équipements de très longue durée de vie**
 - 30 à 60 ans de durée de vie, et 2 à 7 ans de durée de construction pour les moyens de production et les réseaux (côté demande : logement, rail...)
 - **Quels investissements pour quelle qualité de service attendue ?**
 - Le compromis à trouver entre coût d'investissement et risque de délestage
 - Coût marg. d'invest. = Valeur de défaillance x « Proba. » de défaillance
 - Rôle et responsabilité des Pouvoirs publics
 - Evolution du critère de qualité de service (« paysage de défaillance »)
 - années 60 : lié au risque d'année « sèche » (hydraulique prédominante) :
 - années 90 : lié au risque d'année « sèche » et « froide » (hydr.+demande)
 - exemple USA : un ou deux jours tous les 10 ans
 - ↳ Poids décisif des évènements « exceptionnels » (1 année sur 20, 50, 100....)
 - **Enjeux des travaux sur le changement climatique**
 - Sur la représentation du « paysage de défaillance » acceptable
 - ↳ déformation tendancielle (moyenne/variance pour la part probabilisable)
 - ↳ prise en compte des évènements exceptionnels en présence de « faisceaux de présomption » non probabilisés (principe de précaution)
 - Sur le renouvellement des barrages (multi-usages) : quels apports futurs ?
- ↳ **Structurant pour le dimensionnement du parc et les décisions d'investissement associées**

3. L'électricité, vecteur de réduction des émissions de CO₂

- **Des marges de manœuvre importantes à 20-30-50 ans**
 - Pour le parc de production européen (et autres PIs), des possibilités restreintes à 5-10 ans, significatives à 20-30 ans
 - ↳ renouvellement « naturel » des équipements
 - Horizons de temps similaires pour la MDE (rénovation des logements...)
 - Des filières de production « carbone free » existent :
 - ENR : aujourd'hui encore peu économique, mais des potentiels appelés à croître en fonction du progrès technique et « courbes d'apprentissage » ?
 - Nucléaire : aujourd'hui économique, mais suscite d'autres débats (déchets,..)
 - Une question ouverte par les américains, les chinois, les finlandais...
 - La perspective d'innovations technologiques à l'horizon 2040-50 (génération IV) ?
 - Quelques marges aussi sur les filières fossiles émettrices de CO₂
 - Substitutions entre centrales thermiques fossiles (charbon-gaz)
 - ↳ moins de CO₂, mais limites (sécurité d'appro. et du CO₂ résiduel)
 - A long terme (2040 ?..), la séquestration-stockage du carbone ? A quel coût?
 - ↳ plus facile sur les centrales que sur le transport (en attendant l'hydrogène)
- ↳ **Des possibilités de cibles ambitieuses à horizon 2050 (CO₂ / 4)**
 - A quelle vitesse ? → enjeux des travaux sur l'évolution du climat
 - Des marges de manœuvre dès aujourd'hui dans l'électricité; et le transport ?...