

Systèmes de conduite des grands réseaux électriques

- Fonctions et structures des systèmes d'énergie électrique
- Fonctionnement physique des systèmes d'énergie électrique
- Centres de conduite
- Problèmes ouverts (1 séance de type séminaire)

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

Organisation du cours

- Cours oral Me PM
- Travail pratique (par groupe)
- Lecture d'articles
- Livre « Electric power systems », Weedy&Corry, 98, J. Wiley
- Site WEB : <http://www.montefiore.ulg.ac.be/~lwh/SCGRE>
Transparents et autres informations
En cours de construction

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

A. Fonctions et structures des systèmes d'énergie électrique

- Besoins: économie, sécurité, fiabilité, qualité
- Structures physiques
 - Consommation, Production, Transport et Distribution
 - Systèmes de conduite
 - Exemples de réseaux interconnectés et isolés
- Structures énergétiques
(hydro, thermique, éoliennes, gaz, nucléaire...)
- Structures organisationnelles
 - Structures intégrées (et monopolistiques)
 - Structures désintégrées (et concurrence)

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

1. Besoins des consommateurs (point de vues individuels et collectifs)

- Economie :
 - produit final bon marché par rapport aux produits concurrents
 - aspects sociaux et politique
 - couplage avec autres services
- Qualité
 - tension, fréquence, harmoniques...
- Sécurité
 - pas d'interruptions de longue durée et de grande ampleur
- Fiabilité
 - pas trop de coupures locales en moyenne

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

Vis-à-vis des utilisateurs du réseau

(ceux qui produisent et revendent de l'électricité)

- Pas de discrimination
- Ouverture physique
- Sécurité/Fiabilité/Qualité
- ECONOMIE...

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

NB: Coût de l'électricité

- Coût de production
 - Combustible, amortissement centrales, personnel, taxes
- Transport
 - Matériel, personnel, services auxiliaires, taxes
- Distribution
 - Matériel, personnel, services auxiliaires, taxes
- Contrats et intermédiaires
 - compteurs, facturation, personnel, taxes

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

Concurrence vis-à-vis du secteur

- Autres sources d'énergie
 - Transport, chauffage
 - Il y a des cas où l'électricité ne peut pas être remplacée
- Autres moyens de transport d'énergie
 - Electricité se transporte à la vitesse de la lumière
 - Gaz se transporte plus économiquement mais moins vite
- Stockage d'énergie
 - Combustibles facilement stockables
 - Electricité difficile : nécessite conversion pour être stockée

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

2. Structure physique du système

- Physiquement, consommateurs, producteurs et réseaux forment une seule entité
 - => un seul grand système
- Mais, les facteurs qui influencent ces trois parties sont différents
 - => intéressant de les étudier séparément

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

Consommation

- Types de consommateurs
 - Domestique
 - Commercial
 - Industriel
- Facteurs qui influencent la demande
 - Croissance macro-économique
 - Prix
 - Climat et météo
 - Moments de la journée, semaine, année

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

Production

- Combustible primaire
 - Localisation des centrales
 - Taille et souplesse des centrales
 - Investissement (à amortir)
 - Rendement
- => Coût à un moment donné
=> Prix (différent du coût)

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

Réseaux

- Types de réseaux
 - Transport, distribution, interconnection
- Matériel
 - Lignes, câbles et transformateurs
 - Postes et matériel de compensation
 - Matériel de protection
- Structure physique
 - radiale, maillée, longitudinale,
 - interconnecté, isolé
 - taille très variable

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

Systèmes de conduite

Visent à centraliser les décisions de coordination et à automatiser le fonctionnement du système électrique

- Composés de
 - Dispatchings (matériel et logiciel)
 - Appareillages de mesure et de commande
 - Télécommunications
- Hiérarchie de dispatchings
 - Local, régional, national

NB. Conduite de centrales vs conduite de réseaux

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

3. Structures énergétiques

- Hydro-électricité
- Thermique « classique »
- Nucléaire
- Renouvelable vs non-renouvelable
- Concentration vs dispersion

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

Hydro-électricité

Types de centrales

- Centrales au fil de l'eau
 - contrainte de débit sur les réseaux fluviers
- Centrales à réservoir
 - stockage possible (cycles annuels ou pluriannuels)
 - localisation souvent éloignée des centres de conso
- Centrales de pompage
 - très grande souplesse dans une logique de parc de production
- Marée-motrices

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

Thermique « classique »

- Combustible : charbon, tourbe, gaz, fuel
- Localisation : plus flexible que l'hydro
- Contraintes sur les émissions
- Souplesse de fonctionnement assez faible
 - Constantes de temps thermiques (chaudières)
- Rendement : < 40%

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

Turbines à combustible

- Technologie aéronautique utilisée comme moyen d'entraînement
 - amortissement faible
 - bon rendement
 - très grande souplesse
- Combustible
 - gaz, kérozène
- Rendement : 40%

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

Cycles combinés gaz-vapeur

- Turbines à gaz + chaudière vapeur
 - récupération de la chaleur dans les gaz d'échappement pour chauffer de la vapeur
- Généralement plusieurs axes tournants
- Rendement : 56-58%
- Très souple :
 - 2-3 minutes turbine à gaz
 - 20-30 minutes vapeur

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

Nucléaire

- Fission nucléaire (U-235)
 - Investissement
 - Gestion des déchets
 - Sécurité
 - Impact environnemental réduit
- Fusion nucléaire : $D+T = He + 2n + \text{chaleur}$
 - Réaction nécessite : (Pression x Température) > seuil
 - Différentes filières : faible pression (confinement magnétique), haute pression (confinement inertiel)

10/4/00

ELEC-026 - 2000/2001

Energies « renouvelables »

- Vent, soleil, marées, géothermique, biofuels
- Importance :
 - Localement élevée : p.ex. Danmark, Islande
 - Globalement non-négligeable
- NB : impact sur l'environnement n'est pas nul.

10/4/00 ELEC-026 - 2000/2001

Stockage d'énergie

- Centrales de pompage
rendement du cycle 67%
- Air comprimé
- Champ magnétique ou électrique
- Chaleur
- Energie cinétique
- Batteries
- Cellules à combustible
rendement de la conversion 80%

10/4/00 ELEC-026 - 2000/2001

ETSO UCTE CENTREL NORDEL

10/4/00 ELEC-026 - 2000/2001

Quelques chiffres UCTE (1999)

Country/Region	Hydro (TWh)	Nucl (TWh)	Therm. Conv (TWh)
B	~10	~10	~10
D	~10	~10	~10
F	~10	~10	~10
NL	~10	~10	~10
CH	~10	~10	~10
P	~10	~10	~10
Autres UCTE	~10	~10	~10
UCTE	~10	~10	~10

10/4/00 ELEC-026 - 2000/2001

Semaine prochaine

- Structures organisationnelles (marchés...)
- Le future
- Fonctionnement physique
- Enoncé travail pratique

10/4/00 ELEC-026 - 2000/2001