

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)

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

Plan de cette partie du cours

- Rôles des centres de centres de conduite
- Architecture informatique temps réel
- Fonctions logicielles
 - Monitoring et acquisition de données : télémesures, SCADA, Estimation d'état, prédiction
 - Réglages centralisés
 - Analyse de la sécurité
 - Optimisation du fonctionnement (critères, outils)
- Coopération entre centres de conduite et échanges d'informations
- Gestion du réseau de transport en environnement libéralisé : acteurs, rôles, problématique et fonctions logicielles

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

Rôle(s) et intérêt(s) des Centres de conduite

- Coordination des décisions assurant un bon fonctionnement du système (économie, sécurité, qualité)
 - Permettre l'exploitation d'informations temps-réel pour optimiser le fonctionnement (réduction d'incertitude)
- ⇒ Intérêt économique certain, mais difficile à quantifier exactement

11/15/00

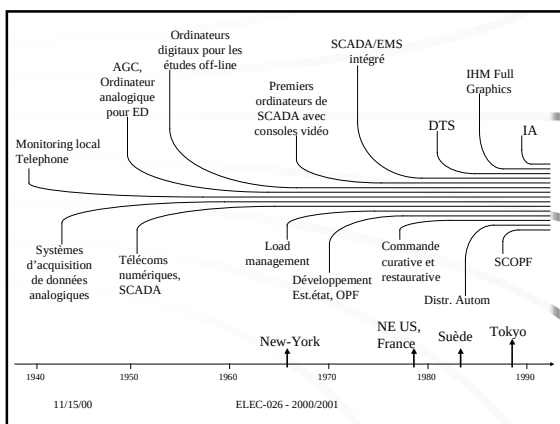
ELEC-026 - 2000/2001

Facteurs en faveur des CdC

- Complexité croissante des problèmes d'exploitation
- Pression économique
- Besoins de fiabilité/sécurité
- Augmentation du nombre de producteurs
- Augmentation des échanges
- Fonctionnement plus près des limites

11/15/00

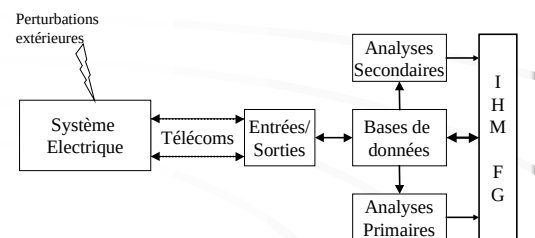
ELEC-026 - 2000/2001



11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

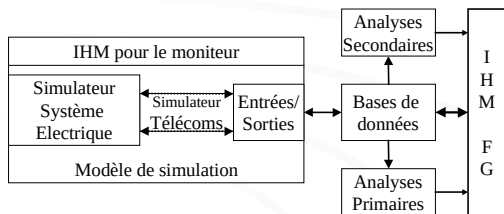
Energy Management System Vision simplifiée



11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

Dispatcher Training Simulator Vision simplifiée - Mode réplique



11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

Structure informatique des CdC

- Classifications des fonctions et tâches
 - primaire, secondaire, tertiaire...
 - temps-réel / en ligne / temps différé
- Organisation informatique
 - point de vue fonctionnel
 - point de vue logiciel
 - point de vue matériel

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

Classifications des fonctions SCADA/EMS

- Par ordre temporel
 - Pre-dispatch, dispatch, post-dispatch
 - Temps-réel, temps-réel étendu
 - Préventif, curatif, restauratif, post-mortem
- Par type de réseau
 - Transport, sous-transport, distribution
- Par mode
 - Conduite, préparation, support ingénieur, entraînement
- Par priorités
 - Primaire, secondaire
- Fonctionnelle
 - Fonctions de sécurité, optimisation économique, entraînement

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

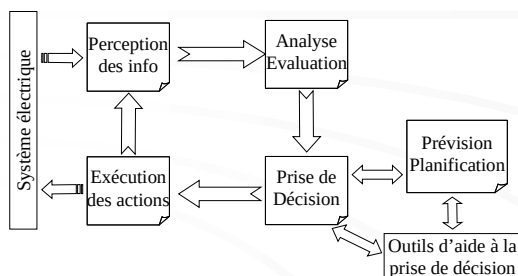
Par ordre temporel

- Pre-dispatch (quelques heures, jours à l'avance)
 - prediction de la charge court-terme,
 - plans de démarrage et de production des générateurs
 - planification des échanges, des entretiens, du support réactif
- Dispatch
 - Acquisition de données et stockage
 - Surveillance (monitoring)
 - Contrôle de la fréquence..., économique dispatch
 - Changements de topologie, plan de tension
- Post-dispatch
 - Ecriture de rapports,
 - Comptages d'énergie
 - Analyses a posteriori

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

Activités d'un opérateur



11/15/00

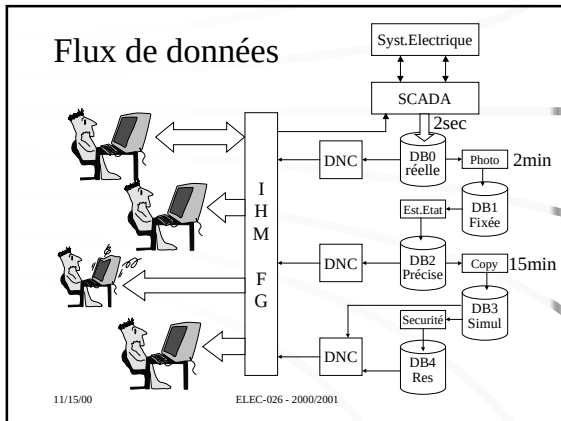
ELEC-026 - 2000/2001

Par priorités

- Activités primaires ou SCADA (cycles de qq. Secondes)
 - SCADA : acquisition de données et télécommande
 - Visualisation des données
 - Génération des alarmes
 - Fonctions temps-réel critiques : AGC
- Activités secondaires ou EMS (cycles de qq. Minutes)
 - Fonctions nécessitant une modélisation mathématique sophistiquée et des données cohérentes
 - Analyse de la sécurité, optimisation du fonctionnement

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001



Organisation informatique

- Point de vue fonctionnel
- Point de vue logiciel
- Point de vue matériel

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

Point de vue fonctionnel

- Monitoring (surveillance)
 - Acquisition de données
 - Traitements de base : conversions, combinaisons
 - Calcul d'indicateurs de sécurité
 - Génération d'alarmes
 - Visualisation des données (graphiques, tabulaire)
- Commande et prise de décision
 - réglages automatiques (fréquence, tension)
 - amélioration de la sécurité, gestion des congestions, commande curative
 - optimisation économique
- Administration
 - logs, BD historiques, comptages d'énergie, mise à jour BDs...
- Formation

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

Organisation logicielle et matérielle

Les besoins à couvrir

- Nature temps réel
 - Fiabilité et disponibilité
 - Temps de réponse garantis
- Bases de données
 - Intégrité et sécurité des données
 - Volumes et temps d'accès garantis
- Caractère évolutif du système
 - Design ouvert et évolutif, vis-à-vis des données et des fonctions logicielles

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

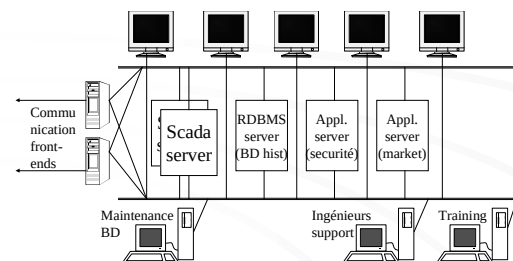
Matériel informatique

- RTU, canaux de communication, front-ends
- Serveur SCADA
- Serveurs d'applications
- Serveurs d'IHM
- Serveurs de mises à jour
- Serveurs de BD historique
- Réseau de communication

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

Système informatique du dispatching

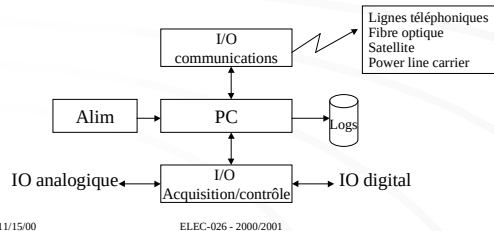


11/15/00

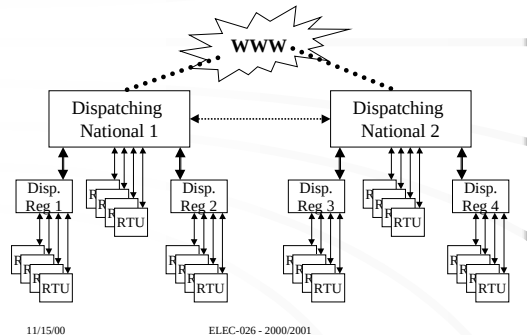
ELEC-026 - 2000/2001

RTU...

- RTU = remote terminal unit = ordinateur installé dans les postes et les centrales et qui se charge de l'acquisition de données et de la communication avec le dispatching



Système de communication - Vue globale



Fiabilité/Sécurité des communications

- Possibilité de redondance des RTUs
- Possibilité de redondance des canaux de communication
- Nécessité de garantir des délais de transmission (50ms - 500ms)
- Capacité de fonctionner en régime perturbé (volumes de données plus importants)
- Assurer l'intégrité des informations (lignes privées, cryptographie...)

11/15/00 ELEC-026 - 2000/2001

Evolutivité/flexibilité du système de communication

- Ajout de nouveaux noeuds (nouveaux postes, centres de conduite...)
- Changement des canaux de communication, des protocoles
- Superposition de canaux dédiés (mesures de phaseurs, action des protections à distance, réglages spéciaux...)

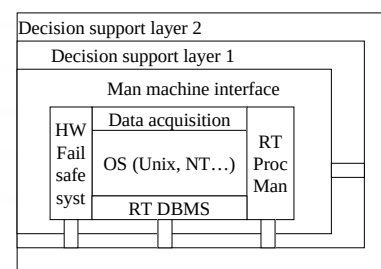
11/15/00 ELEC-026 - 2000/2001

Communication avec RTUs

- Modes de communication
 - Scanning périodique (2 à 10s en fonction des priorités)
 - Par interruptions externes : seulement les grandeurs qui changent sont mises à jour
 - ↔ Performances différentes en fonction du mode de fonctionnement (perturbé, calme) du réseau
- Ordres de grandeurs du volume de données TR
 - 50-200 RTUs, 1000-5000 analogs, 10000-50000 status

11/15/00 ELEC-026 - 2000/2001

Structure logicielle en couches



Acquisition de données

- Traiter les interruptions en provenance des front-ends de communication avec RTU
- Vérification des erreurs et tests de plausibilité
- Conversion d'unités
- Vérification des limites
- Génération d'alarmes

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

Supervisory control

- Gestion des requêtes en provenance de l'IHM (via DB temps réel)
- Gestion des requêtes en provenance d'applications (AGC)
- Vérification des conditions d'application
- Envoi des ordres vers les RTU
- Attente d'un accusé de réception
- Logging de la commande

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

DBs temps-réel

- Utilisées comme moyen de partage des données entre les différentes parties du système
- Organisation logique des données
- Assurer
 - intégrité, résilience, fiabilité
 - partage, sécurité, mise à jour, administration
 - indépendance des applications vis-à-vis de l'organisation physique des données
 - performances
- Ordres de grandeurs : quelques millions de données utilisées en TR

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

Exemple : Habitat/EMP

- Habitat = première couche
- EMP = seconde couche
- Principales BDs
 - SCADA : postes, RTUs, mesures
 - (logs, alarmes...)
 - GENERATION : Générateurs, AGC, coûts, contraintes
 - (schedules, transactions, prediction conso...)
 - NETWORK : lignes, transfos, topologie détaillée
 - (schedules, logs, résultats...)
 - (DTS)

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

Interface homme machine

- Capital pour l'opérateur
 - ergonomie, performances, fonctionnalités
- Du point de vue logiciel
 - graphiques entièrement customisables
 - éléments graphiques liés à des données stockées dans les différentes BD
 - configuration dynamique des displays sur plusieurs écrans

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

RT Process management

Cette partie sert à gérer les différents processus informatiques temps réel

- Activer les tâches périodiquement
- Enchaîner les tâches
- Redémarrer les tâches si erreur d'exécution
- Arrêter les tâches « mortes »
- Gérer les priorités en cas de congestions informatiques (p.ex. Data burst en cas d'incident)

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

HW failsafe

- En cas de panne hardware il faut automatiquement passer le contrôle à la machine en standby
- Il faut redistribuer les process sur les différents serveurs
- et assurer la cohérence des données

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

Decision support layers

- Les premières couches sont prioritaires et tournent à des fréquences plus grandes que les suivantes
- Les couches supérieures peuvent fournir des données aux couches inférieures
Par exemple
 - Est. Etat fournit modèle de pertes à ED
 - ED fournit info sur les set-points à l'AGC

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001

Quelques ordres de grandeurs

<i>Fonction</i>	<i>Rythme</i>	<i>Temps de réponse</i>
AGC	2-3s	0.5s
ED	5m in	10s
Est. Etat	10m in	30s
LoadFlow	Sur requête	10s
OPF	30m in	60s
Sécurité	15m in	20s
Prédiction de la charge	4-8h	20s
Unit commitment	1-4h	120s

11/15/00

ELEC-026 - 2000/2001