Institut
Mines-Télécom

Smart grids for a smart living

Claude Chaudet

Les smart grids en quelques mots

- **Modernisation des réseaux électriques**
  - Utilisation des technologies de l'information et de la communication pour surveiller et piloter l'acheminement d'électricité

- **Objectif : évoluer vers un réseau**
  - Plus fiable
    - Contrôle et surveillance accrue via l'utilisation des TIC
  - Plus flexibles et réactifs
    - Adaptation plus dynamique de l'offre à la demande (micro-effacement)
  - Plus diversifié et réparti
    - Intégration de la micro-production locale, des énergies renouvelables
  - Capable d'intégrer les nouveaux usages
    - Véhicule électrique, compteur intelligent et domotique, …

- **Concerne la production, le transport et (surtout) la distribution**

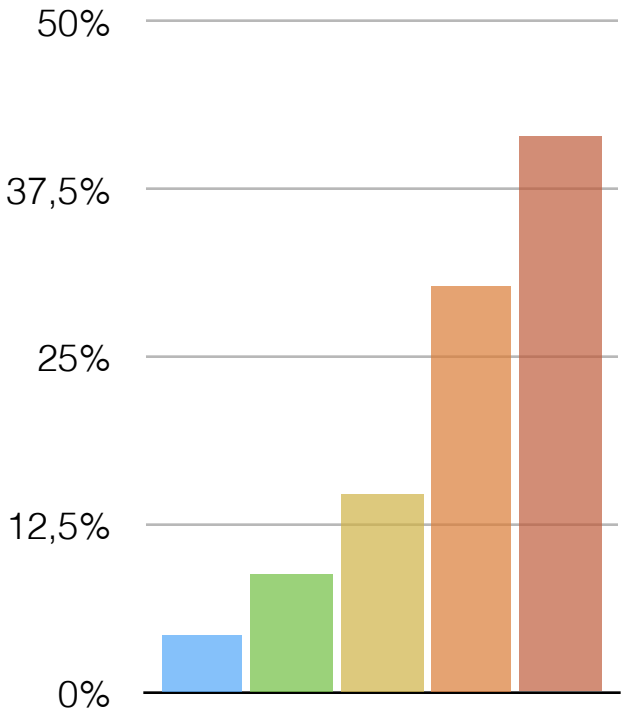
Faciliter l'adoption des énergies renouvelables

L'énergie du vent est inépuisable et renouvelable. Bientôt les vastes territoires de l'URSS seront électrifiés par l'énergie du vent […]. L'énergie du soleil est encore plus puissante. Le futur appartient à l'énergie solaire et à celle des vents.

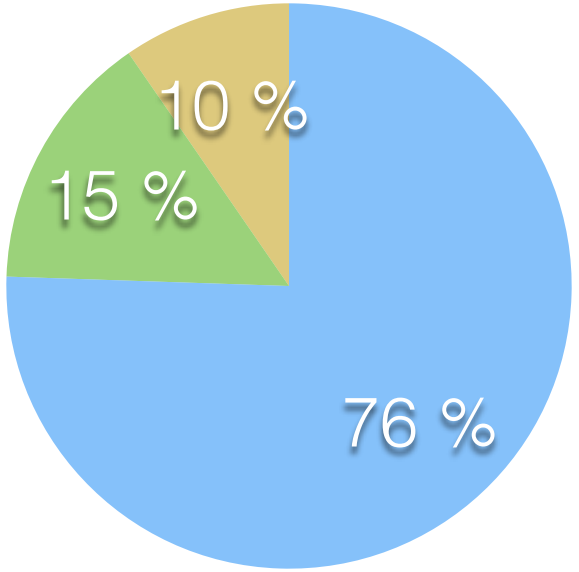
Alexeï Féodossévitch Vangengheim, lettre à sa fille Éléonora, juin 1935
traduit dans "Le météorologue", Olivier Rolin

Sources d'énergie en France en 2012

- Charbon
- Renouvelable (Bois, hydraulique, biocarburants, déchets, ...)
- Gaz
- Pétrole
- Electricité non renouvelable (nucléaire, pompage hydraulique)



Electricité



- Nucléaire
- Renouvelable (dont hydraulique)
- Thermique classique (gaz, charbon, fiouls, ...)

(1) Source : chiffres clés de l'énergie 2013

La micro-production et les smart grids

- **Micro production**
  - Ajout en nombre de dispositifs de production très variables
  - Variations corrélées de l'énergie éolienne / solaire

- **Les smart grids permettent une surveillance très fine de la production, du transport et de la distribution**
  - Analyse d'une masse de données (*big data*)
  - Combinaison de données hétérogènes (météo + capteurs + prévisions consommation + …)
  - Problématiques de type réseaux de capteurs

- **Contrôle dynamique et fin du réseau**
  - Délestage sur des unités de stockage

NICE GRID
UN QUARTIER SOLAIRE INTELLIGENT

- **Démonstrateur *Smart Grid* à Carros (Alpes Maritimes)**
  - Fort potentiel pour le photovoltaïque => Micro-grille

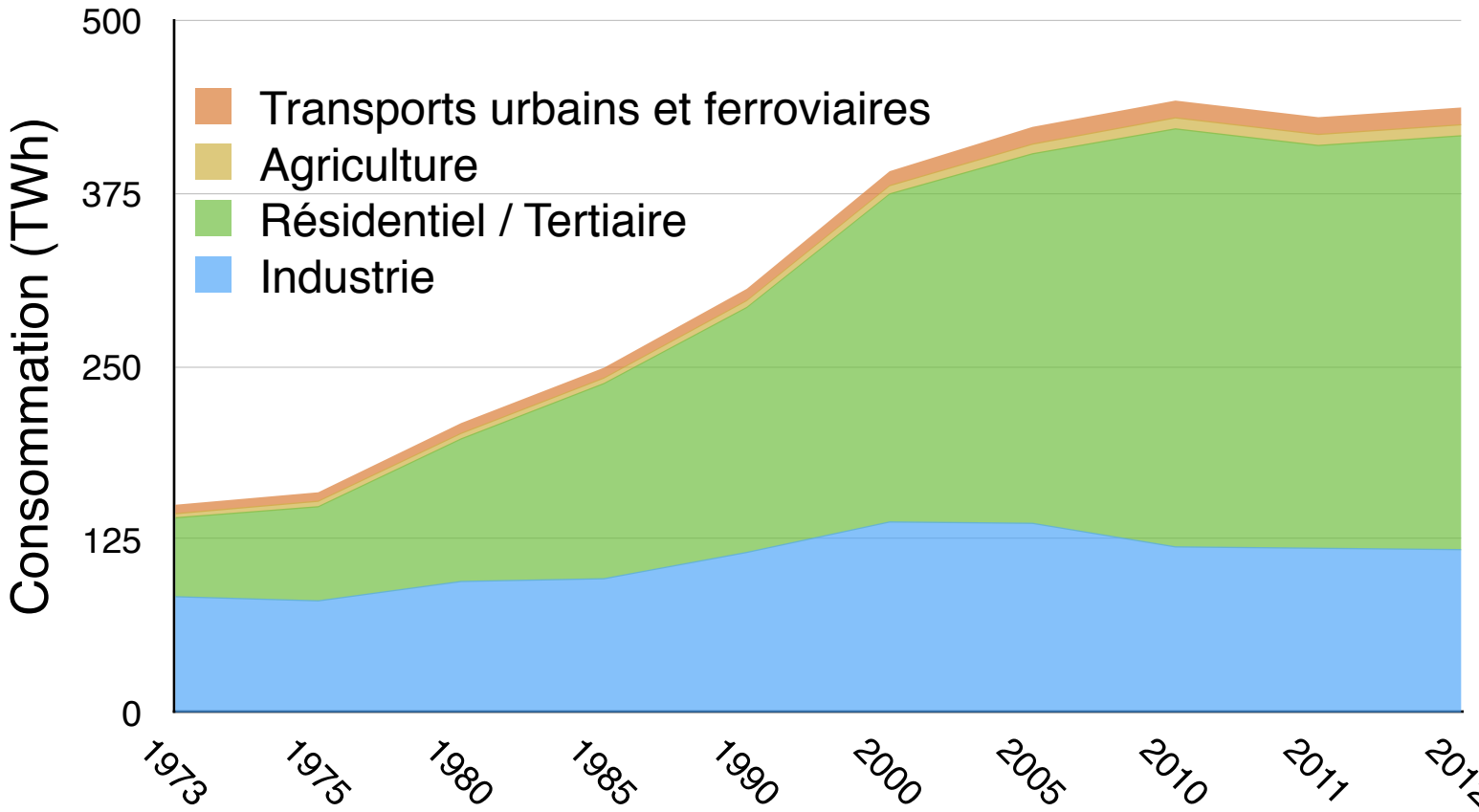
- **Equipements**
  - Capteurs
  - Stockage : Batteries, onduleurs
  - Pilotage : compteurs intelligents, gestionnaires d'effacement
  - Outils de suivi

- **Objectifs**
  - Test d'usages (production, consommation, stockage)
  - Test de modèles économiques (effacement, stockage, …)
    - Niveau résidentiel, PME, industrie / quartier

Contact :
Georges Kariniotakis
georges.kariniotakis@mines-paristech.fr

Consommation électrique en France par secteur

- **Fort impact du secteur résidentiel et tertiaire**



Comment agir sur le secteur résidentiel ?

- **Gestion locale active de la demande / l'effacement**
  - Avant : effacement contractuel avec des industries
- **Avec des smart grids**
  - Contrôle plus fin, à l'initiative de l'opérateur
  - Propositions à des sites différents (éclairage public)
- **Niveau de contrôle très fin, au niveau de l'objet**
  - Problématiques de type Internet des Objets
  - Du *big data* au *big control*

Quelques initiatives

- **Centre de recherche joint Itron / Texas Instruments / Télécom Bretagne**
  - Thématique principale : réseaux et protocoles de communication pour les smart grids

Contacts :
Laurent Toutain
laurent.Toutain@telecom-bretagne.eu
Alexander Pelov
alexander.pelov@telecom-bretagne.eu

- **GENIAL - Gestion de l'ÉNERGIE renouvelable dans le cadre de la grille intelligente**
  - Etudier plusieurs aspects des smart grids, dont :
    - Utilisation des réseaux sans-fil comme support de communication
    - Tarification basée sur des modèles de type théorie des jeux
  - Outils de prédiction de la consommation et de la production d'énergies renouvelables
    - Techniques d'apprentissage
    - Identification répartie des conditions de fonctionnement
    - Contrôle distribué

Contacts :
Hossam Afifi
hossam.afifi@it-sudparis.eu
Vincent Gauthier
vincent.gauthier@telecom-sudparis.eu

Smart Home / Internet des Objets : adapter la consommation des ménages

Photo : toaster.io : le toaster connecté, 1er avril 2013, Bizzby

Quelle participation de l'usager ?

- **L'usager (entreprise) va, au travers du compteur intelligent, recevoir des demandes d'effacement des acteurs électriques**
  - Comment le faire participer et non subir ?

- **Par la conscience environnementale**
  - Contribuer aux questions environnementales
  - Participer à la politique environnementale du quartier / de la ville

- **Aspect ludique**
  - Il faut créer de nouveaux usages
    - exemple de la robotique domestique

Motivation par la tarification

- **Motivation par la tarification directe**
  - Dépense moyenne d'électricité
    - 4700 kWh/an/foyer (~700 € avec abonnement)
  - Augmentation régulière du prix de l'énergie
  - 4 million de foyers en précarité énergétique(1)
    - Toutes énergies confondues
    - Pas les foyers les plus susceptibles d'investir dans l'Internet des Objets

(1) Source : Observatoire national de la précarité énergétique

Photos : pexels.com

Smart Cities : améliorer la qualité de vie dans l'espace urbain

Photo : Saf' via photopin

Lé véhicule électrique

- **La solution miracle ?**
  - Réduction des émissions de gaz à effet de serre (CO_2, NO_2, …)
  - Améliorer la qualité de l'air (CO, benzopyrènes, …)
  - Réduire les nuisances sonores urbaines
  - Réduire la facture liée aux déplacements (fiscalité avantageuse)
    - Environ 1€ pour 50 km

- **Mais…**
  - Investissement initial pour l'usager et pour la collectivité
  - Infrastructure de recharge encore trop sporadique
    - Loi de transition énergétique : 7 millions de points de charge d'ici 2030

Mais aussi des problèmes techniques

- **Différentes stations de charge :**
  - Lentes (résidentielles) : 1 kW à 3 kW
  - Semi-rapides (travail) : 3 kW à 7 kW
  - Rapides (centres commerciaux) : 12 kW
  - Ultra-rapide (stations service) : 45 kW à 90 kW en courant continu

- **L'infrastructure de charge aura une influence sur la grille**
  - Production supplémentaire
  - Capacité du réseau de distribution
  - Variabilité de la charge

Quelques projets

Contact :
Maurice Gagnaire
maurice.Gagnaire@telecom-paristech.fr

TELEWATT®

- **Infrastructure de recharge des véhicules électriques à partir du réseau d'éclairage public**
  - Aide au déploiement rapide d'une infrastructure dense de recharge
  - Expérimentation à Aix-en-Provence

Velcri (Véhicule Electrique à Charge Rapide Intégrée)

- **Vers une infrastructure de recharge ultra-rapide**
  - Optimiser la répartition des charges entre VE
  - Sécurité des communication entre le véhicule et la borne
  - Utilisation de la batterie comme stockage d'énergie
  - Application de suivi de la recharge

Contact :
Hossam Afifi
hossam.afifi@it-sudparis.eu
Houda Labiod
houda.Labiod@telecom-paristech.fr

Quelques projets (suite)

Contact :
Claude Chaudet
claude.Chaudet@telecom-paristech.fr
Jean Leneutre
jean.Leneutre@telecom-paristech.fr

- **Laboratoire commun Télécom ParisTech / EDF Labs**
  - Internet des Objets et CyberSécurité pour les systèmes électriques
  - Observation, commande et contrôle des objets électriques
  - Confidentialité, fiabilité

- **Volet véhicule électrique**
  - Intégration dans la ville intelligente et dans la grille intelligente
  - Optimisation des trajets et planification incrémentale du déploiement de l'infrastructure
  - Charge adaptative en fonction des contraintes de l'opérateur et de l'usager

En résumé…

- **Les smart grids pourront jouer un rôle de levier pour**
  - Faciliter l'adoption des energies renouvelables
  - Développer la micro production
  - Transformer l'usager passif en acteur énergétique
  - Permettre le déploiement du véhicule électrique

- **L'usager connecté pourra alors contrôler et suivre sa consommation en tout lieu et en tout temps…**

… et il ne sera pas le seul !

Intimité numérique (Privacy)

Nécessité d'un intermédiaire d'anonymisation

- **Préserver l'anonymat des usagers n'est pas chose facile**
  - Anonymisation de l'identité seule insuffisante
  - L'analyse statistique (big data) permet de reconstituer beaucoup d'identités

- **Des solutions existent**
  - Differential privacy
  - Nécessite un intermédiaire de confiance

- **Qui pourrait jouer ce rôle ?**
  - Acteurs privés : naturellement inadapté (business model suspect, "affaire" Linky)
  - État : procès d'intention (fichage de la population, …)
  - Collectivités locales : proximité + possibilité de rendre le système participatif (conseil de surveillance)

Conclusion

- **Fort potentiel environnemental**
  - Maîtrise de la consommation à toutes les échelles
  - Diversification de la production et micro-production
  - Passage au véhicule électrique

- **Plusieurs villes expérimentent**
  - Carros, Aix-en-Provence, Issy-les-Moulineaux, etc.

- **Toutefois, beaucoup reste à faire**
  - Nouveaux usages à créer (au delà de l'optimisation énergétique)
  - Intimité numérique
  - Sécurité informatique (tout système TIC introduit des vulnérabilités)
  - Consommation électrique du système (dispositifs, data centers, …)
  - Emissions de gaz liée à la production de semi-conducteurs (SF6 / PFC)

Backup

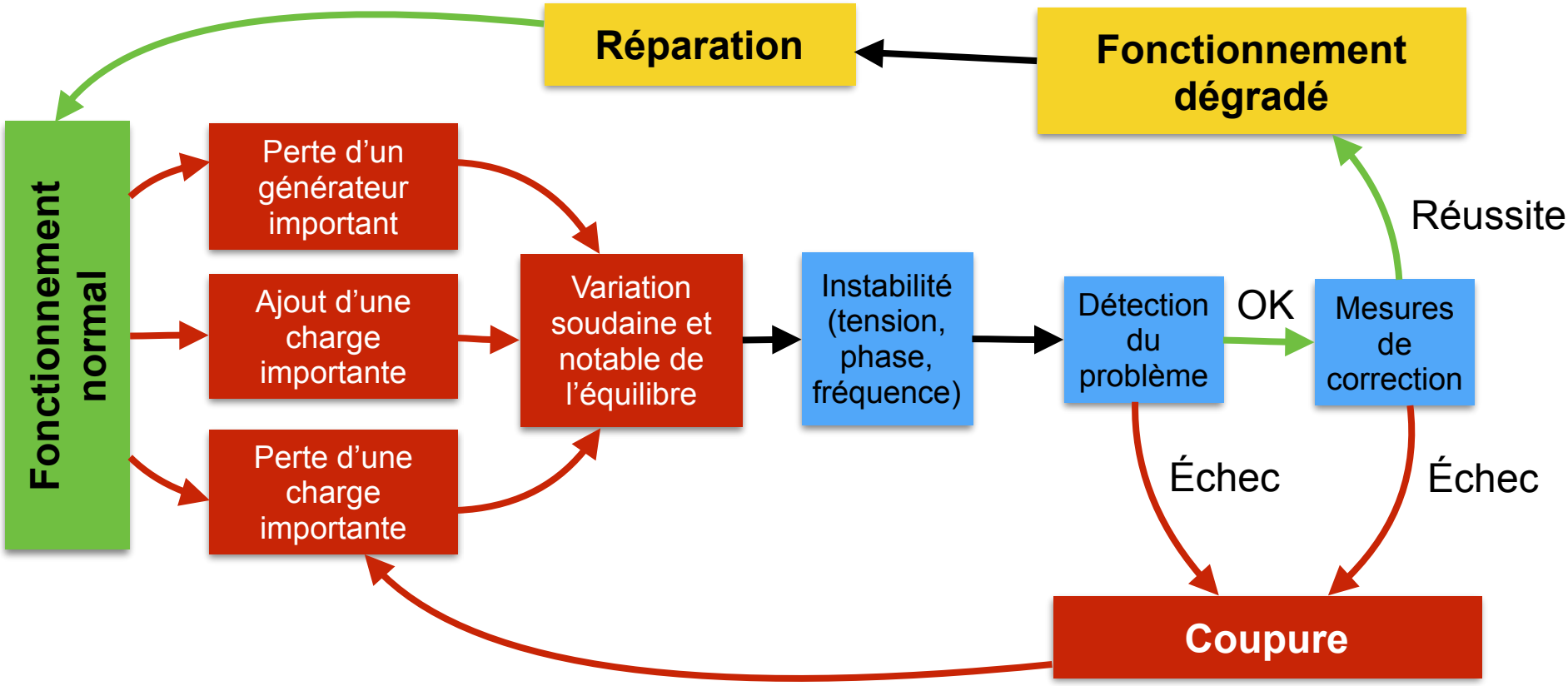
Objectifs 2020

- **Vers un développement des énergies renouvelables**
  - Objectif fixé par la CE : 23% de la consommation
    - Base : 10% en 2005

- **Objectifs électriques**
  - Passer de 15,5% (en 2010) à 27%
  - Hydraulique, éolien, photovoltaïque, énergies maritimes (éolien, thermique, marée motrice, …)

- **Mais…**
  - Beaucoup de ces énergies ont une production intermittente
  - Le stockage n'est pas très efficace

Chiffres : plan d'action national en faveur des énergies renouvelables, août 2010

Stabilité des réseaux électriques

- **Le réseau électrique a besoin d'équilibre entre production et consommation**