



Laboratoire d'Informatique et d'Automatique pour les Systèmes

Table Ronde
30 janvier 2018

Réseaux d'électricité intelligents et connectés

Jean-Paul GAUBERT
Professeur des Universités

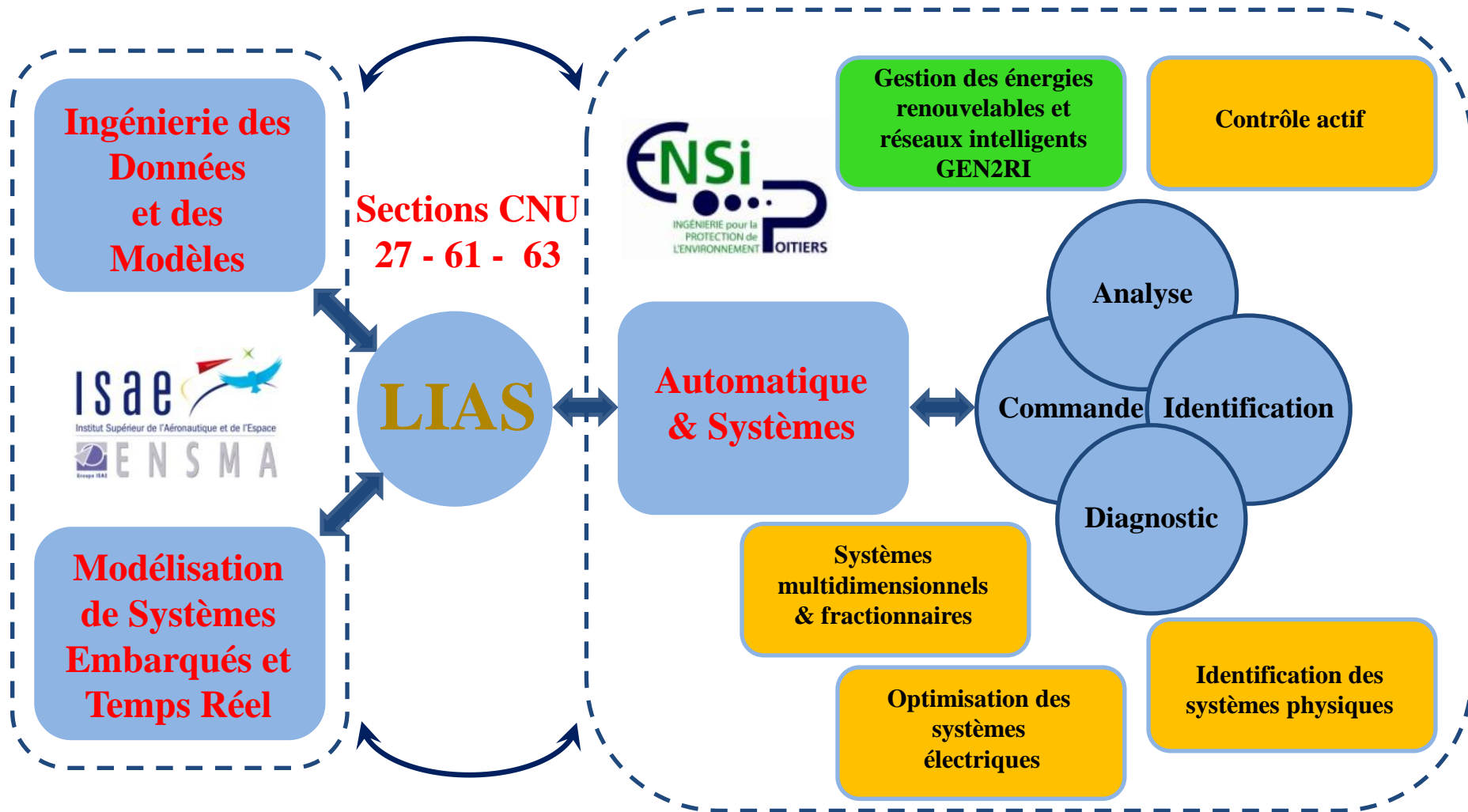


Organisation scientifique du LIAS

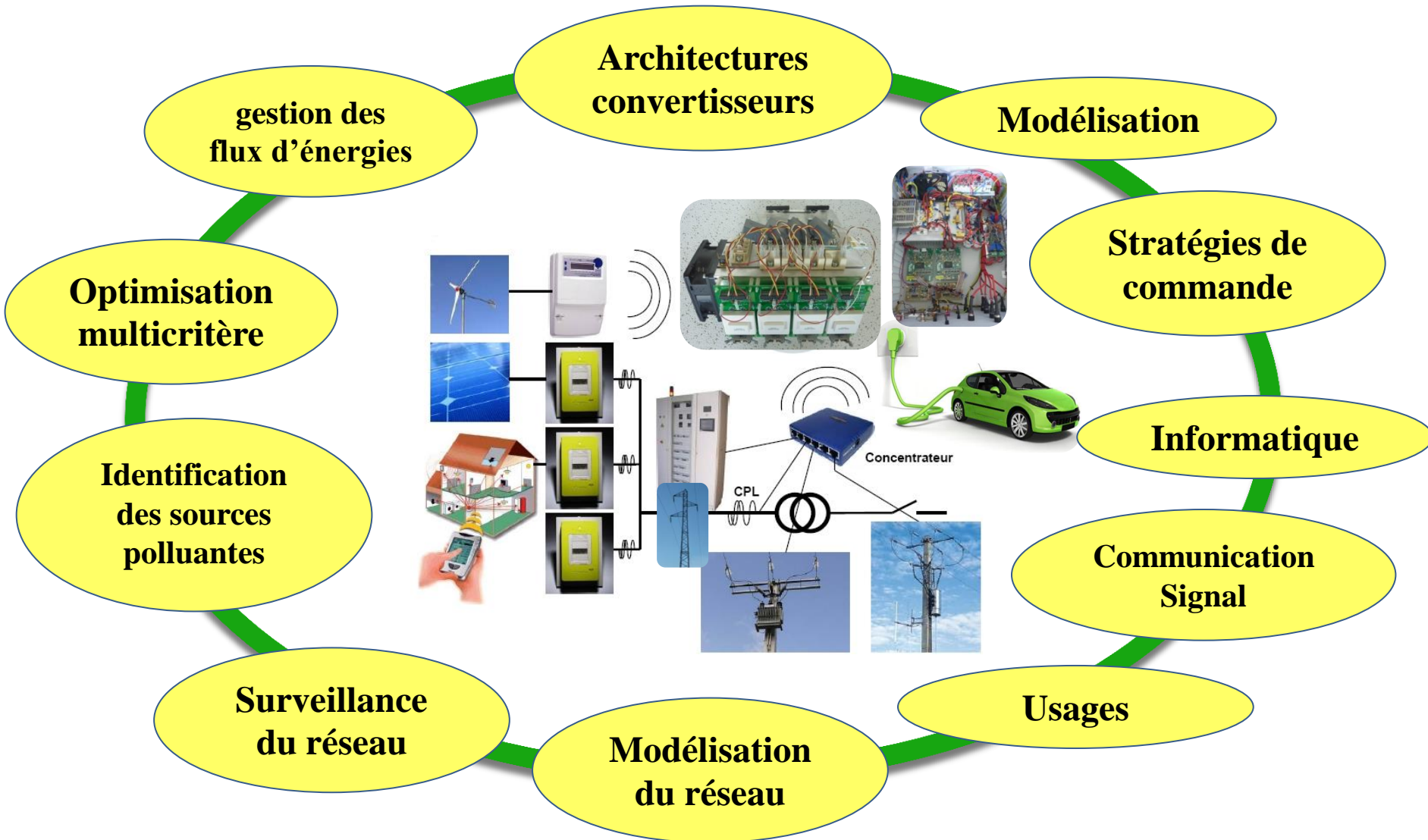
39 Enseignants-Chercheurs

6 IATOSS

≈ 40 Doctorants



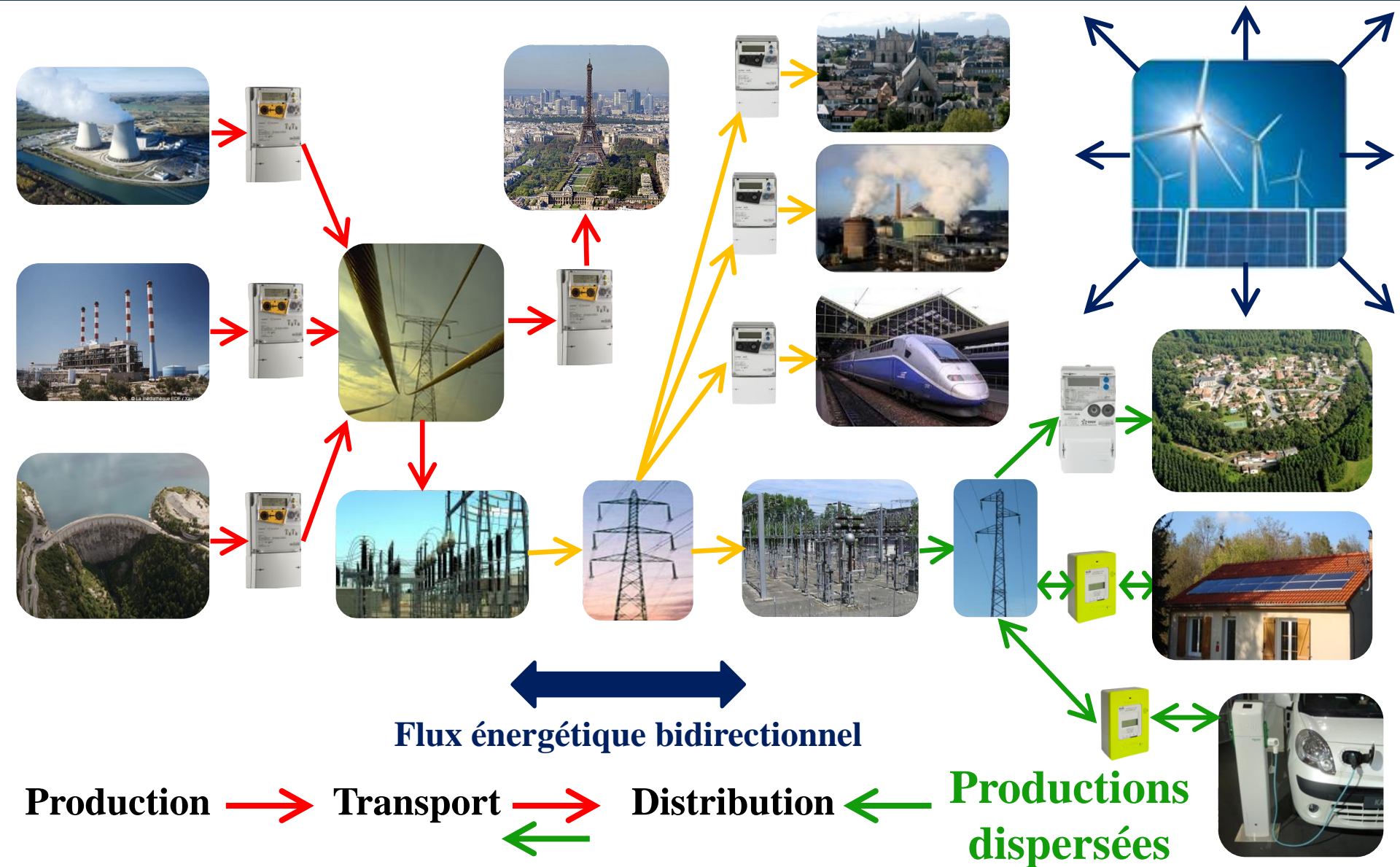
Groupe de travail du LIAS : Gestion des Énergies Renouvelables et Réseaux Intelligents - GEN2RI



Sommaire

- Evolution des réseaux électriques
- Gestion des réseaux électriques intelligents
- Impacts des EnR sur les réseaux électriques
- Réussite des réseaux électriques intelligents
- Collaborations industrielles:
 - LIAS - ITRON et SRD Énergies
- Concept des micro-réseaux AC ou DC
- Dimension sociétale des réseaux intelligents

Évolution des réseaux électriques



Crédits photos EDF RTE France

Gestion des réseaux électriques intelligents



Dans le secteur de l'énergie, il s'opère une triple révolution :
technologique, digitale et donc sociétale



Le système énergétique tend vers un système en **3D** :

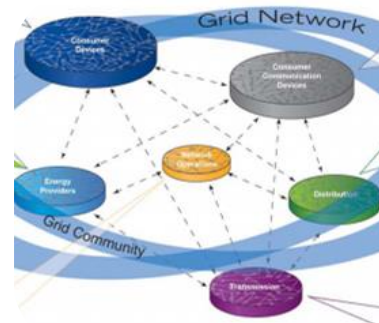
➤ *Décentralisé* avec de nouvelles unités de production dispersées



➤ *Décarbonné* avec de nouvelles technologies non émettrices de CO₂

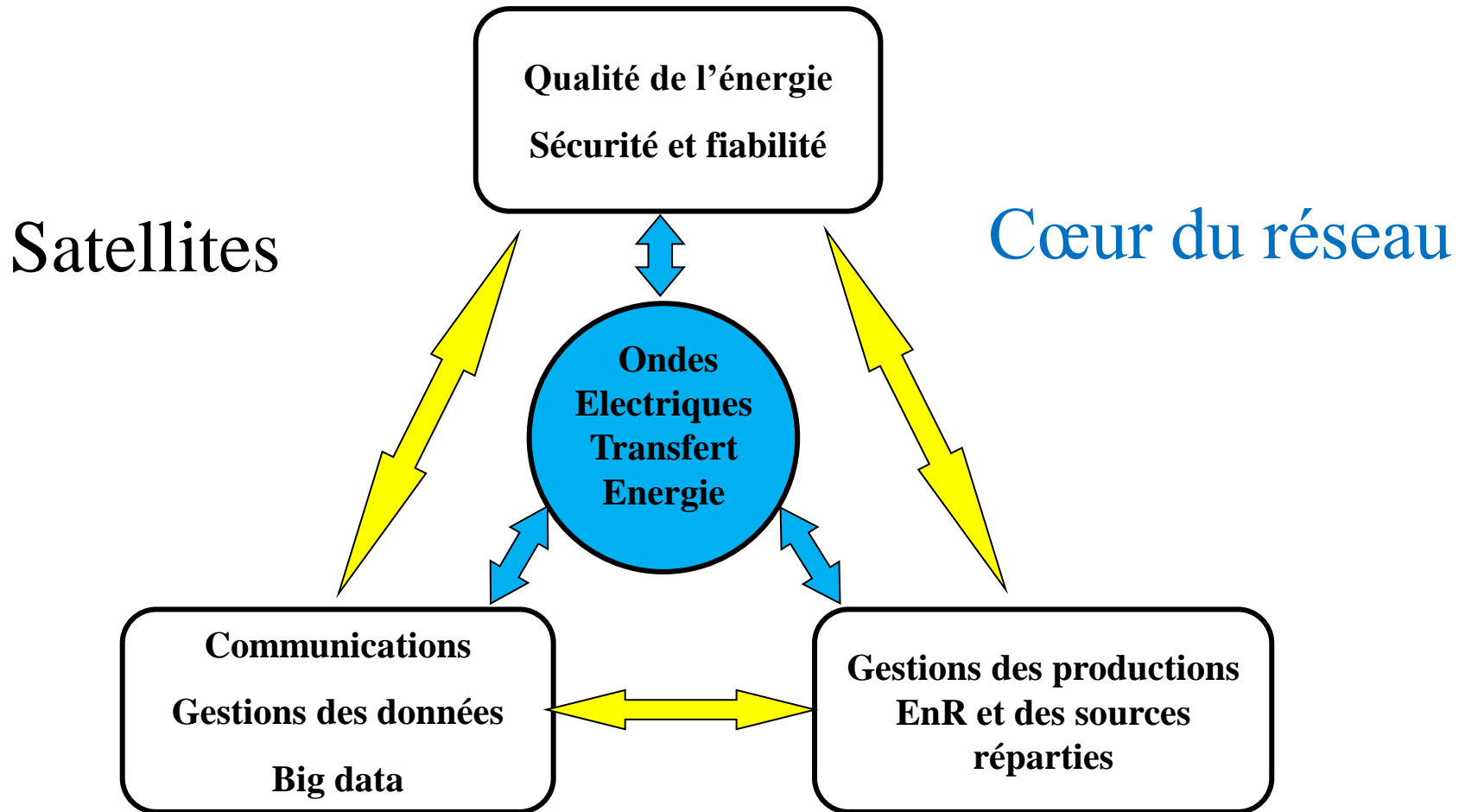


➤ *Digitalisé* à l'aide de systèmes numériques de communication



Gestion des réseaux électriques intelligents

Architecture globale



Ces réseaux électriques intelligents doivent rester flexibles et extensibles

Gestion des réseaux électriques intelligents

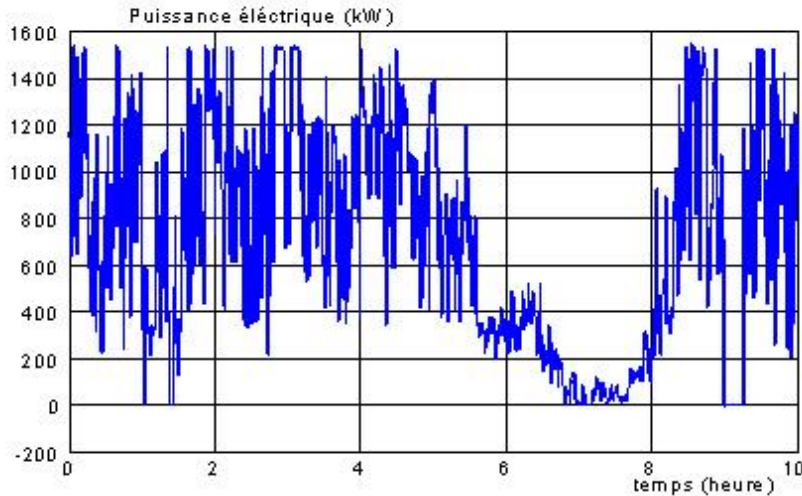
↳ Sources EnR : éolien et solaire photovoltaïque sont totalement intermittents et dispersés → problèmes d'intégration dans les réseaux de distributions

↳ les objectifs des réseaux intelligents:

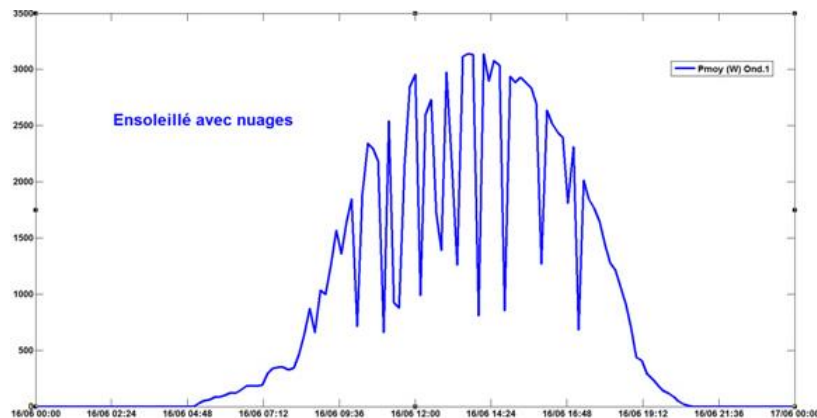
- Garantir les valeurs réglementaires de la fréquence et de la tension
- Rendre les réseaux insensibles à l'intermittence des EnR (PV et Eolien) → pilotage des énergies renouvelables
- Garantir la sécurité et la fiabilité du système

Impacts des EnR sur les réseaux électriques

Puissance électrique générée par une éolienne de 1,5 MW sur 10h



Profil de puissance générée par des panneaux photovoltaïques lors d'une journée ensoleillée avec nuage



Gestion des incertitudes de production des énergies intermittentes

➤ Prédiction des capacités de production :

- à moyen terme : planification mensuelle
- à court terme : planification J-1
- à très court terme : planification infra journalière (H-1 à 15 min)

➤ Gestion par le contrôle des dynamiques des variations

Réussite des réseaux électriques intelligents

- **Points clés pour le succès des réseaux intelligents:**
 - *Pilotage des énergies renouvelables*
 - concept de microréseaux et de multi-microréseaux
 - *Mise en place d'éléments de stockage de l'énergie dans toutes ses dimensions*
 - volants inertiels, batteries statiques ou mobiles, pompage, air comprimé, hydrogène, chaleur, ...
 - *Modulation de la consommation*
 - évolution des grilles tarifaires (découpage plus fin, tarification dynamique)
 - *Aspect sociétal*
 - acceptation par les consommateurs de l'émergence des réseaux électriques intelligents

Comptage et gestion des réseaux électriques



Identification précise de la fréquence fondamentale d'une onde électrique et des composantes harmoniques

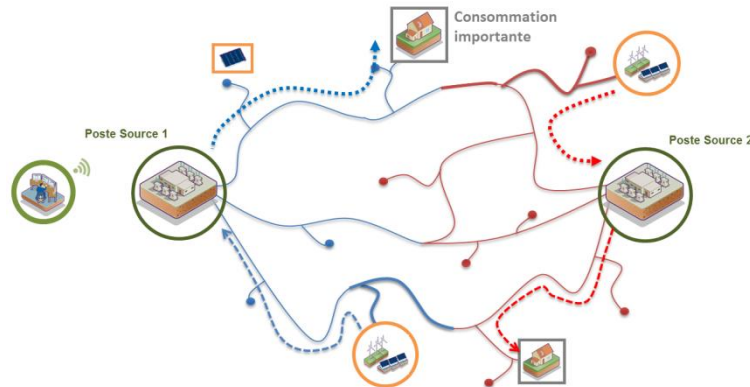
➤ *Niveau de pollution électrique en tout point de comptage du réseau*



Suivi dynamique de la fréquence fondamentale

➤ *surveillance optimisée des réseaux de distribution*

Exploitation d'un réseau électrique



Mise en place d'un outil d'optimisation dynamique du schéma d'exploitation du réseau de distribution électrique



Gestion optimale d'un schéma d'exploitation par reconfigurations

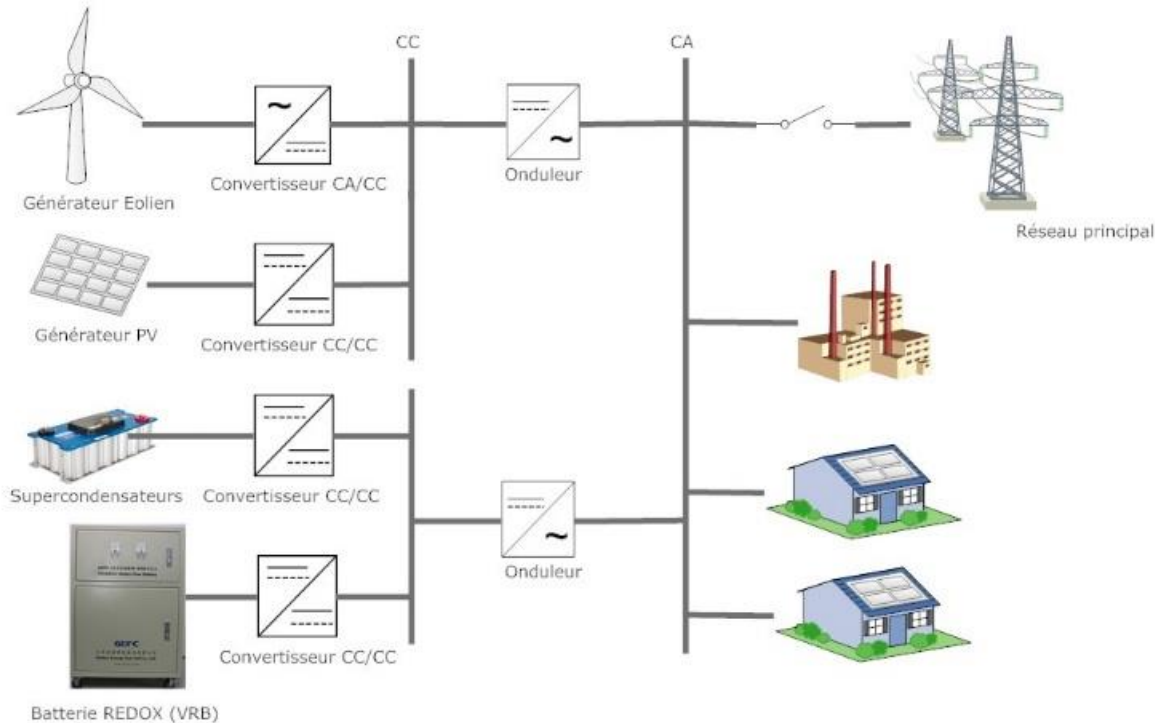


Intégration des énergies renouvelables (éolien, solaire PV) sur un réseau électrique

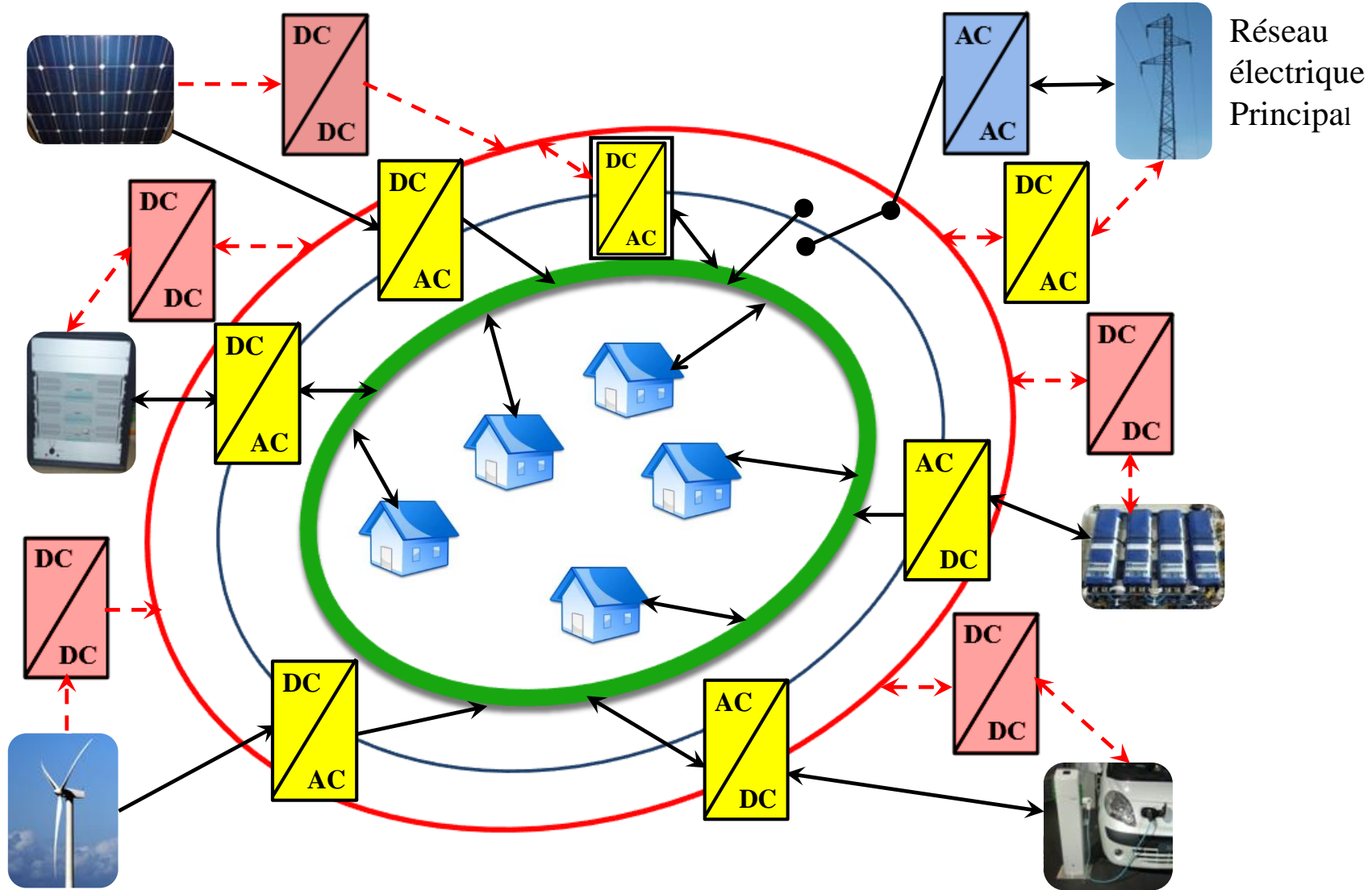
Concept des microréseaux DC ou AC

↳ Microréseau intègre la flexibilité du triptyque :
production-consommation-stockage

↳ Grâce aux systèmes d'information, il est en mesure d'optimiser les flux d'énergie en temps réel et effectuer un arbitrage entre autoconsommation, stockage et revente de l'électricité



Concept des microréseaux DC ou AC



Légende : — réseau AC, - - - réseau DC, — connexion AC, - - - Connexion DC, — réseau de communication.

Dimension sociétale des réseaux intelligents

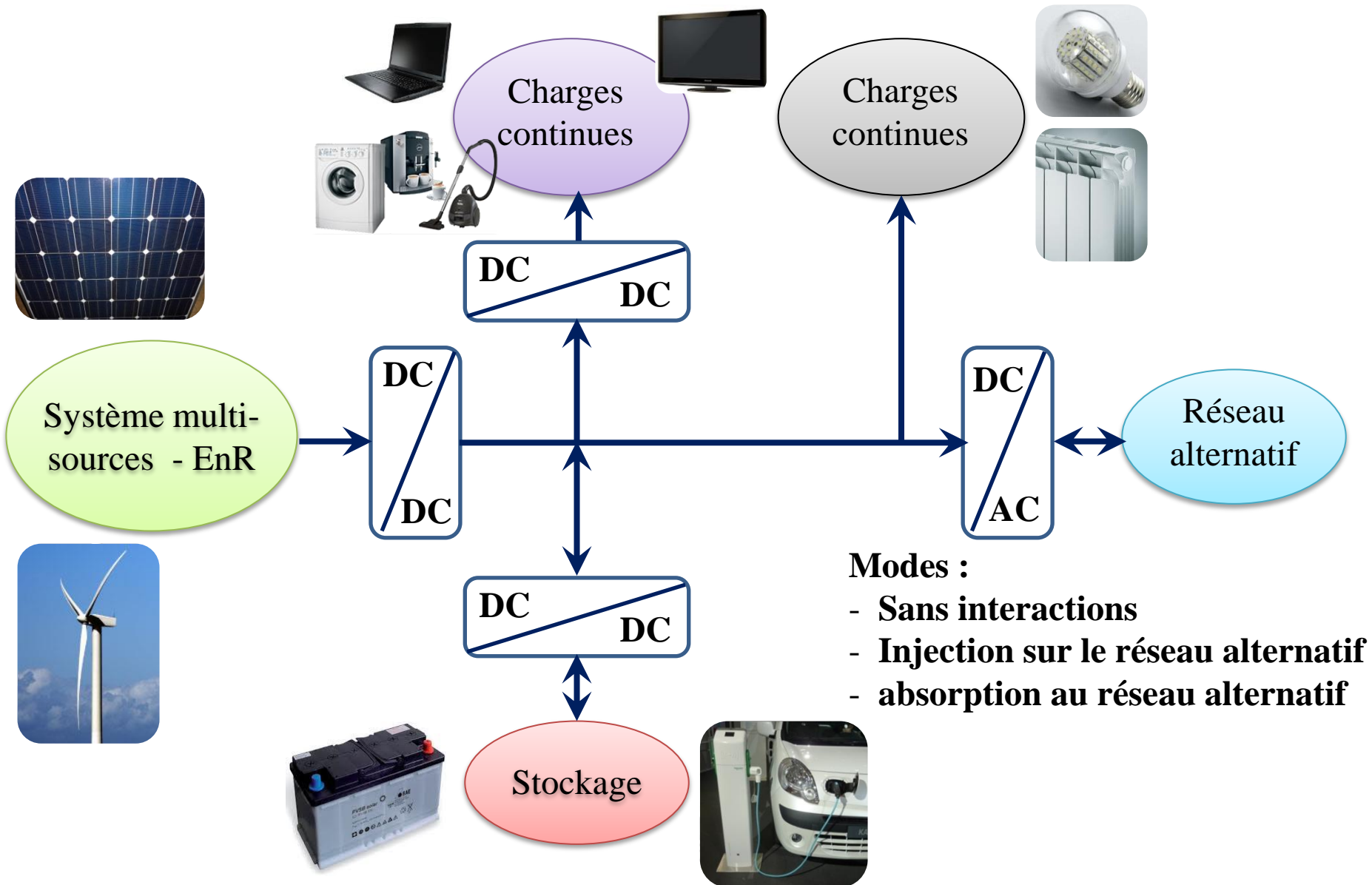
Acceptation par les consommateurs de l'émergence des réseaux intelligents

- Perception du consommateur face à l'écosystème énergétique qui connaît des mutations fondamentales
- Quel types d'information à diffuser ou à collecter pour agir sur les pratiques des consommateurs?
- Les freins possibles à la participation active du consommateur vis-à-vis du changement du système électrique
- Définir concrètement le concept de consommateur – acteur
- Gestion et maîtrise de la demande et de l'offre
- Mise en place d'un modèle d'affaire viable



*Merci
de votre attention*

Concept des microréseaux DC



Impacts des EnR sur les réseaux électriques

- Conséquence de l'intégration de systèmes de production d'EnR sur la gestion de la fréquence :
 - Réduction de l'inertie électromécanique causée par l'interfaçage à l'aide de convertisseurs statiques
 - Systèmes « suiveurs » de la fréquence réseau mais qui n'apportent pas de puissance de court circuit

Solutions :

- Inertie virtuelle par contrôle dynamique de la fréquence: adaptation de la fréquence avec un temps de réponse
- Nouvelles stratégies de gestion des réseaux électriques

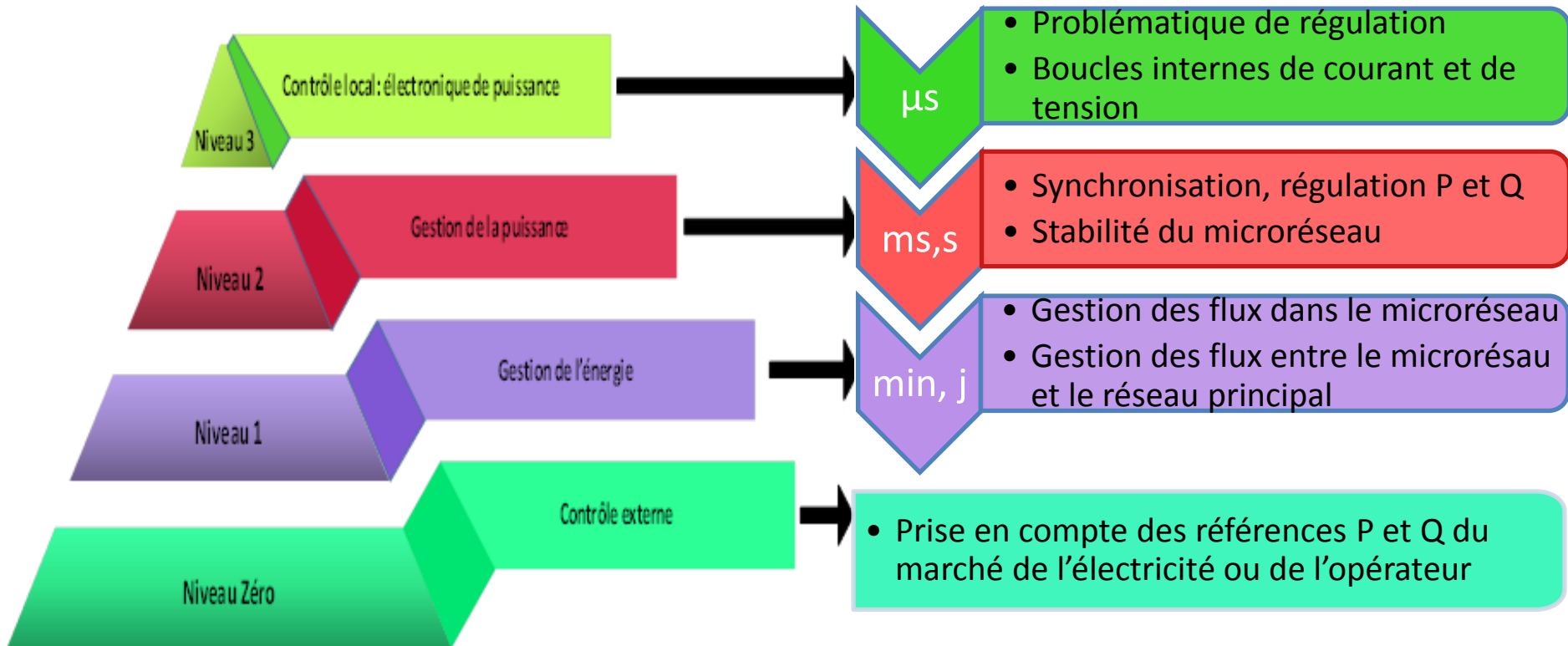
Impacts des EnR sur les réseaux électriques

Gestion du plan de tension

- maintenir une tension constante en tout point du réseau
 - équilibre Production/Consommation de puissance réactive
- Agir sur les régulations de la tension des groupes de production centralisée
- Agir sur les régulations de la tension des postes de transformations stratégiques sur le réseau
- Exploiter des batteries de condensateurs pour produire au plus près de la consommation.

Concept des microréseaux DC ou AC

Niveaux des contrôles hiérarchiques des micro-réseaux



Concept des multi-microréseaux DC ou AC

