

Le contexte énergétique

Le domaine de la production d'énergie est en plein bouleversement. La croissance de la population mondiale et le développement économique tendent à faire augmenter substantiellement les moyens de production, d'autant plus que les réserves apparaissent importantes (gaz de roche, charbon). D'un autre côté, les contraintes environnementales (pollution des villes et, à plus long terme, réchauffement climatique) poussent à limiter la production de CO₂. Par ailleurs, les évolutions technologiques rendent plus attractives la production d'énergie éolienne et photovoltaïque, ainsi que le stockage d'énergie. Enfin, la perspective de renouvellement du parc nucléaire pose la question du démantèlement et de la construction de centrales de nouvelle génération. Pour faire face aux défis scientifiques liés à ces changements il est important de mobiliser les ressources de la recherche, en particulier en sciences du numérique.

Les sciences du numérique

Ces sciences s'appuient en premier lieu sur les Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC), autour de ses principales disciplines : l'informatique, l'automatique, la robotique, le traitement du signal et des images, les télécommunications et l'électronique. Elles interagissent avec les mathématiques (modélisation, calcul, cryptographie), la physique (simulation, calcul quantique, analyse de données), les sciences humaines (vie privée, modélisation du comportement humain, des réseaux personnels, ...).

Prise de décision dans l'incertitude, statistique, big data

Un aspect important dans les applications énergétiques consiste dans la nécessité de prise de décision dans un contexte incertain. Ceci est particulièrement vrai pour le pilotage des réseaux d'énergie, en particulier pour

l'électricité dont on doit assurer l'équilibre production/consommation. Les énergies nouvelles (éolien et solaire) ont par essence une production incertaine, et leur emploi massif, comme cela est prévu dans le futur, a pour conséquence une incertitude importante de la demande nette (assurée par les moyens classiques de production) et de sa répartition spatiale. Il est donc nécessaire d'équiper le réseau de moyens de capteurs / actionneurs (contrôle de la production réactive) afin de faire face au mieux à l'incertitude de production.

Nous allons détailler ces aspects ainsi que d'autres facettes des contributions des STIC dans ce qui suit.

L'informatique, consommatrice d'énergie

Bien que les nouvelles technologies de communication aient un grand potentiel d'économie d'énergie (gains dus à l'automatisation des procédures, limitation des impressions de papier, vidéo conférence plutôt que déplacement), elles contribuent néanmoins de manière significative à la consommation d'énergie, suivant certaines évaluations¹ à hauteur de 5%, se répartissant en trois tiers liés aux réseaux de communication, équipements personnels et centres de données. Il est donc nécessaire de conduire des recherches pour diminuer les dépenses énergétiques dans ces trois secteurs : composants micro-électroniques moins énergétivores, systèmes de surveillance de trafic permettant d'identifier les ressources moins utilisées, analyse statique/dynamique de programmes, systèmes de récupération d'énergie.

Réseaux d'énergie « intelligents »

Les réseaux d'énergie (gaz, électricité), et plus généralement les réseaux de service (eau, gaz industriels, vapeur ...) jouent un rôle de plus en plus grand. Leur équipement en outils de mesure communicants (usagers, distribution, transport, production) générant un grand nombre de données pose des défis concernant la sûreté de fonctionnement (pannes, réalisation de l'équilibre offre/demande). Il est nécessaire d'étudier de nouveaux types de réseaux : à courant continu pour les fermes éoliennes, de chaleur liés au solaire, de transport d'hydrogène ou de méthane². Des études sont nécessaires pour concevoir et optimiser ces nouveaux réseaux, mobilisant des techniques de recherche opérationnelle et d'automatique, prenant en compte les caractéristiques techniques de chaque vecteur d'énergie. Les réseaux de

1 Réseau européen EINS : <http://www.internet-science.eu>, cité par « Impact des TIC sur la consommation d'énergie à travers le monde ». Rapport de l'Académie des Technologies, mai 2014.

2 L'hydrogène dans la transition énergétique. Note ADEME, mai 2016.

transport d'énergie électrique seront particulièrement sollicités en raison des variations régionales de production.

Moyens de stockage

Les énergies nouvelles introduisant une incertitude importante sur les moyens de production (qui seront excédentaires à certains moments si le solaire et l'éolien représentent une partie importante du parc), il est d'autant plus nécessaire de disposer de moyens de stockage (sites souterrains gaziers, pompage hydraulique, production de gaz énergétiques comme le méthane, batteries pour les secteurs isolés) et de moyens de production souples de réserve (hydroélectricité, centrales à gaz). Si les aspects physiques sont à étudier (modélisation) il est également utile de faire des progrès sur les outils de gestion prenant au mieux en compte les informations disponibles (prévisions météo/demande/consommation, couverture de risque avec les marchés financiers). Il convient aussi d'étudier la portée économique des règles de tarification sur les réseaux (exemple la tarification « timbre poste » de RTE, l'allocation de stockage de réseau de gaz).

Transport et bâtiment

En 2012 le transport et le résidentiel représentaient respectivement 32 % et 30 % de la consommation d'énergie³. Ces deux secteurs méritent donc une attention particulière.

Concernant le transport routier, l'information partagée (remontant des automobilistes, conduisant à l'optimisation du routage) combinée avec des outils de contrôle du trafic (adaptation de la vitesse maximum, dans le but de fluidification ou de réduction de la pollution) se combinera avec les essais de véhicules autonomes (ou semi autonomes : détection de situation de danger, intervention d'urgence, appels de secours), utilisant les techniques de réseau de communication, modélisation de trafic, intelligence artificielle. Les batteries de véhicules électriques pourraient jouer un rôle dans le stockage d'énergie.

Notons les nombreux acteurs français de premier plan dans ce secteur (Renault, PSA, Valeo, ...) et l'importance industrielle de la filière.

Dans le secteur aérien les STIC jouent déjà un rôle de premier plan (planification des rotations avions/équipement, gestion des ressources aéroportuaires (pistes, points d'arrêt), conception des appareils. Il reste des marges de progrès importantes. Dans ce secteur très compétitif il convient de ne pas relâcher l'effort. De même la gestion des ports et porte conteneurs (chargement minimisant les opérations) est un utilisateur important des STIC.

3 Source Union française de l'électricité : ufe-electricite.fr.

Le secteur de la construction connaît une révolution avec l'arrivée de bâtiments à énergie positive. Là encore des capteurs connectés à un réseau de communication permettront d'optimiser la consommation, en jouant sur des tarifs variables.

Internet des objets, nano-réseaux et usines du futur

Les objets communicants vont envahir tous les domaines (transport, surveillance de réseaux, santé, surveillance), générant des flux de données transportées par des réseaux adaptés. Ces techniques seront tout spécialement utiles dans « l'usine du futur », largement robotisée, optimisant les ressources et en particulier l'énergie, et sachant adapter « juste à temps » la production à la demande. La recherche en électronique jouera un rôle particulièrement important dans ce secteur.

Lien avec les sciences humaines et sociales (SHS)

Les SHS sont, comme les autres secteurs, utilisatrices des technologies STIC, en particulier pour constituer de grandes bases de données (archéologie, philologie par exemple), impliquant souvent le traitement ou la synthèse d'images (qui intervient aussi dans les applications précédemment citées) par exemple pour reconstituer visuellement un monument détruit. Mentionnons aussi les besoins en géographie.

D'autre part les SHS sont un interlocuteur naturel des spécialistes de STIC en raison des problèmes sociétaux que posent les technologies de réseau. Jamais les questions de protection de la vie privée n'ont été aussi critiques. Le recueil d'informations personnelles de la part de grands acteurs de l'internet est une source d'inquiétude. Aussi il est nécessaire de conduire des études avec des spécialistes de SHS sur ces sujets. D'autres questions surgiront. Ainsi, quand les véhicules garderont en mémoire le détail du parcours, que signifieront les contrôles de vitesse ? Quant au logement, de quelles informations disposeront un locataire/propriétaire concernant les visites à leur domicile (muni de divers capteurs). D'autres interrogations portent sur des aspects « politiques » : fiabilité des vote électronique, mécanismes de consultation publique, règles de votes (par exemple le jugement majoritaire).