

Simulateur de production et consommation électriques

On souhaite disposer d'une simulation « gros-grain¹ » et « plus que temps-réel² » d'un ensemble de producteurs et de consommateurs d'énergie électrique, afin de pouvoir dimensionner approximativement, visualiser et contrôler l'adéquation de la production électrique à la consommation. À tout instant la production (offre) doit être supérieure à la consommation (demande), et la production excédentaire ne doit pas être trop importante...

L'outil de simulation évoluera dans le temps par l'ajout d'extensions, ou même par des refontes de son architecture ; on tient donc à ce que sa conception soit la plus évolutive possible. On fera dans un premier temps abstraction du réseau de transport géré par RTE et du réseau de distribution d'ENEDIS en considérant que l'énergie injectée dans le réseau au niveau d'un Point d'Injection est utilisable instantanément depuis n'importe quel Point de Livraison du réseau. On ne prendra donc pas en compte les déperditions liées à l'acheminement de l'énergie sur le réseau de distribution.



(Crédit image : France Stratégies infographies, <https://www.strategie.gouv.fr>)

Que ce soit pour des particuliers ou des entreprises, les Points de Livraison se situent au niveau d'un compteur. Bien que les nouveaux compteurs (Linky) téléversent périodiquement des données de consommation, la granularité (de 30 minutes au minimum) n'est pas suffisante pour l'outil que l'on souhaite développer ; on modélisera donc directement la puissance électrique (en Watt) utilisée à un instant t par chaque consommateur, et on intégrera cette puissance pour obtenir des consommations énergétiques (en Wh). De la même façon, que ce soit pour des particuliers ou des entreprises, la production des différentes centrales (nucléaire, photo-voltaïque, éolienne, hydro-électrique, ...) sera modélisée en fonction du temps.

Dans un premier temps, les résultats produits par le simulateur consisteront en un affichage de données (format CSV), récapitulant pour chaque pas de temps de la journée du lendemain, les puissances électriques instantanées produites et consommées, ainsi que les cumuls d'énergie. C'est donc dans un premier temps la puissance instantanée cumulée (qui est injectée dans le réseau via les

1 « gros-grain » signifie ici que la simulation est assez grossière, pas forcément la plus réaliste...

2 « plus que temps-réel » signifie qu'on souhaite être capable de simuler une journée ou une année complète en moins d'une minute, voire en quelques secondes.

Points d'Injection), qu'il faudra comparer avec la puissance cumulée consommée par les Points de Livraison.

Afin d'autoriser une simulation plus réaliste par la suite, on prévoira des modèles de consommation ou de production les plus composables et réutilisables possibles. Par exemple, la consommation d'un foyer de particulier résulte de l'agrégation de plusieurs appareils électriques (cumulus, plaques de cuisson et four, réfrigérateur, appareils de chauffage électrique, etc.) avec des profils d'utilisation et de consommation différents. Certains de ces appareils présentent des profils de consommation plus ou moins périodiques, d'autres sporadiques, avec des phases actives qui peuvent se calquer sur des cycles (de vie des occupants du foyer ou de conditions extérieures comme la température). De même, certaines entités de production peuvent être contrôlées tandis que d'autres dépendent de conditions extérieures (ensoleillement, vent...).

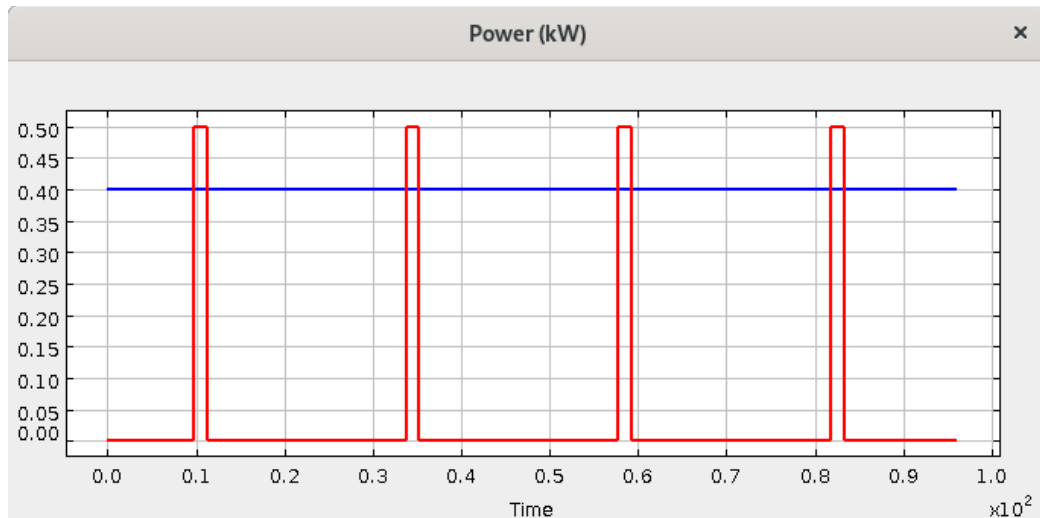


Fig.1 : exemple de courbes de puissance constante (en bleu), et périodique (en rouge).

Première maquette individuelle

Vous devez concevoir l'architecture logicielle d'une première maquette de ce simulateur, avec au moins deux modèles de consommation et deux modèles de production, et implémenter le simulateur afin de tester le bon fonctionnement sur des scénarios simples. Le simulateur devra afficher dans la console les données de puissance instantanée et de cumul d'énergie au format CSV pour les consommateurs et producteurs du scénario. Deux types de rapports de résultats sont attendus : un rapport pour la journée j (comptée à partir du 1^{er} janvier) donnant les valeurs pour chaque minute, et un rapport pour l'année donnant les valeurs journalières pour chacun des 365 jours.

Pour chaque producteur et consommateur implémenté, il faudra fournir un scénario unitaire, affichant les données de production/consommation pour ce seul élément (appareil électrique, foyer de consommation, centrale électrique...). Un scénario d'intégration simulera une petite ville construite aléatoirement avec de nombreux foyers et quelques centrales.

Exemple d'affichage au format CSV pour une consommation cumulée constante de 600 W et une production cumulée constante de 900 W sur une journée (signification des colonnes : temps en minutes, puissance consommée en W pendant toute cette minute, puissance générée en W pendant toute la minute, consommation énergétique en Wh depuis le début de la journée, production énergétique en Wh depuis le début de la journée) :

```
0 ; 600.0 ; 900.0 ; 10.0 ; 15.0
1 ; 600.0 ; 900.0 ; 20.0 ; 30.0
...
1438 ; 600.0 ; 900.0 ; 14390.0 ; 21585.0
1439 ; 600.0 ; 900.0 ; 14400.0 ; 21600.0
```