**Plan**

1. Les coalitions dans le Smart Grid
2. **Concepts de base du Smart Grid**

* Définitions DER, prosumers, charges contrôlables etc.…

1. **Pourquoi former des coalitions ?**

* Stabilisation des DER basés sur des énergies intermittentes
* Décentralisation de la production
* Rapprochement consommation/production (*moins de pertes dues au transport et élévations de puissance*)
* Participation des prosumers rendue possible
* Régulation du prix de l’électricité par le marché

1. **Quelles sont les contraintes ?**

* Stabilité électrique (*différents niveaux : du contrôle des fréquences/tensions à l’équilibre global demande/production…)*
* Stabilité économique (*rétribution des acteurs des coalitions, mécanisme équitable/juste, prix du marché, mécanisme résistant aux stratégies…)*
* Géographiques/Infrastructure éclectique (*capacité des lignes, transfos)*
* *Réseau de données (topologie, latence, taux de pertes, protocoles, sécurité…*)
* Taille des coalitions (*pilotage, granularité*)

1. **Quels sont les concepts existants ?**

* Microgrids, Islanding (*définition, exemple*)
* Virtual power plants (*CVPP, TVPP, définition, exemple*)

1. Nos objectifs et nos hypothèses
2. **Les objectifs**

* Elaborer un mécanisme de formation de VPP « 100% renouvelable»
* Etudier la stabilité électrique haut niveau des VPP résultants (équilibre production/demande, contraintes sur les MG)
* Etudier la stabilité économique des VPP résultants par le formalisme de la théorie des jeux
* Etudier le contrôle des VPP (Maintenir les VPP aux exigences du contrat sur la durée de celui-ci par des algorithmes inspirés des consensus)
* Etudier les relations entre topologies/caractéristiques des réseaux (électrique/data) et la stabilité des VPP formés

1. **Justification des objectifs**

* Les VPP ainsi formés ne nécessitent pas la présence de centrales non renouvelable
* Plus grande flexibilité

1. **Les hypothèses**

* Dans un premier temps on ne considère pas de réseau et on s’abstrait de toutes les contraintes qu’ils engendrent (capacité des lignes électriques, délais, etc…)
* On ne considère pas la stabilité électrique (hormis les équilibres macros production/demande)
* L’agent de base du modèle est appelé microgrid puisqu’il possède une cohérence géographique, mais il peut être paramétré pour représenter d’un simple DER/charge à une ville entière.
* Un MG peut être paramétré comme un quartier résidentiel ou un « quartier business »
* Les VPP sont formés pour le jour J+1 (les MG se basent sur des prédictions)
* Un MG ne peut prédire que pour le lendemain, et sa prédiction suit une loi normale centrée sur la valeur réelle à J+1 (l’écart type étant un paramètre du MG)
* La formation de VPP se fait sur des estimations de valeurs moyennes (nécessité d’une marge de sécurité, les écarts vis-à-vis de la moyenne seront gérés par les algorithmes de consensus)
* Les seules données d’entrée (hors paramètres) sont les traces météorologiques servant à l’élaboration des vecteurs climats.
* L’étendue de la carte dépend des traces injectées
* On introduit de la diversité entre les MG par leurs structures (nombre d’éoliennes…) et par les vecteurs climats (cf. III)
* On considère les vecteurs climats uniformes sur une zone de la carte (cf. III)

1. **Justification des hypothèses**

* L’introduction des réseaux se fera dans un second temps
* La stabilité électrique locale est laissée aux couches inférieures de contrôle
* Le mécanisme de prédiction des MG est volontairement conçu simple afin de ne pas alourdir le modèle. De nombreuses techniques permettent de prédire à plus ou moins long terme la production/consommation et des publications se penchent sur le cas particulier des énergies intermittentes (en particulier le vent).
* Le choix des données d’entrées provient originellement du manque de données disponibles sur les productions/consommations des éléments du SG.
* Néanmoins, le modèle génère des profils relativement réalistes en se basant uniquement sur ces traces.
* L’uniformité des vecteurs climats sur une zone permet de ne pas alourdir le modèle mais peut être facilement amélioré sans recours à de nouvelles traces (modèles AR, ARIMA, SARIMA, etc. …)

1. Fonctions d’utilités et théorie des jeux
2. **Formalisation de la création de coalitions**

* Coalitional games formalisme
* Fonctions d’utilité
* Utilité transférable

1. **Divers types de jeux**

* Additifs, convexes, etc…

1. **Stabilité et équité**

* Concepts menant à la stabilité (Core, etc…)
* Concepts menant à l’équité (Shapley Values, etc…)
* Théorèmes intéressants

1. Le Modèle
2. **Principe général**

* La modélisation d’une situation réelle doit être relativement simple
* La production d’un MG à un instant t est une fonction du nombre de DER qu’il possède et de la météo (vitesse du vent et ensoleillement) à cet instant t
* La consommation à un instant t d’un MG est une fonction du nombre de foyers et d’entreprises qu’il possède, de l’heure de la journée, et de la température
* Certains paramètres (nb de MG, dates de simulation, nd de zones) doivent être fixés par l’utilisateur
* La structure permettant la diversité géographique et climatique est appelée « carte », elle contient l’ensemble des traces
* Les MG sont positionnés sur la carte (directement ou aléatoirement)
* La structure de chaque MG (nb éoliennes, nb PV, nb foyers etc…) est spécifiée (directement ou aléatoirement)
* Chaque MG possède des séries temporelles dans lesquelles il enregistre ses observations (puissance produite, consommation, prévisions, etc…)

1. **Intégration des données d’entrées**

* Les données d’entrées doivent être sous forme de séries temporelles <timestamp valeur>
* Interpolation parfois nécessaire pour obtenir un index horaire
* 3 traces (vitesse du vent, ensoleillement, température) par vecteur climat
* Les données sont intégrées à la classe « carte »
* Diversité géographique : carte divisée en N² zones, et 1 vecteur climat par zone de la carte
* Tout MG appartenant à une zone est soumis au vecteur climat de la zone

1. **Exemples**

* Quelques exemples…

1. **Les différentes classes**

* Les classes éoliennes et PV (modélisation de la production)
* Les classes foyers et entreprises (modélisation de la consommation)
* La classe Microgrid

1. **Exemples de fonctionnement**

* Quelques exemples…

1. La formation de coalitions dans le modèle
2. **Notre objectif de formation**

* Prévision de la production moyenne supérieure à un seuil
* Chaque coalition suggère une production moyenne contrat pour J+1 telle que la probabilité que la production moyenne à J+1 soit supérieure à la valeur du contrat soit supérieur à un seuil
* On cherche à former des coalitions dont la production est le plus équitablement répartie entre ses MG (explication de la raison, exemple simple)
* On fixe une taille idéale pour les coalitions à former, plus une coalition s’éloigne de la taille idéale, plus son utilité est dégradée
* On minimise la corrélation moyenne entre les MG de la coalition (explication de la raison, exemple simple)
* Quelques exemples très simples

1. **La fonction d’utilité choisie**

* Formalisation
* Exemples simples

1. **Tests et comparaison sur des exemples simples**

* Introduction d’une fonction d’utilité de comparaisons
* Exemples simples montrant l’intérêt de notre fonction d’utilité