



OPTIMISATION DE STRATÉGIES DE PLANIFICATION PLURIANNUELLE POUR MIEUX INTÉGRER LES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE NOUVEAUX USAGES ÉLECTRIQUES DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION

Bruno TEBBAL BARRACOSA

L2S, CentraleSupélec, Université de Paris-Saclay

Novembre 2018 - octobre 2021

Encadrants L2S / CentraleSupélec :

Emmanuel VAZQUEZ (directeur de thèse) et Julien BECT

Encadrants EDF R&D :

Héloïse BARAFFE et Juliette MORIN

EDF R&D - EFESE - Groupe R12

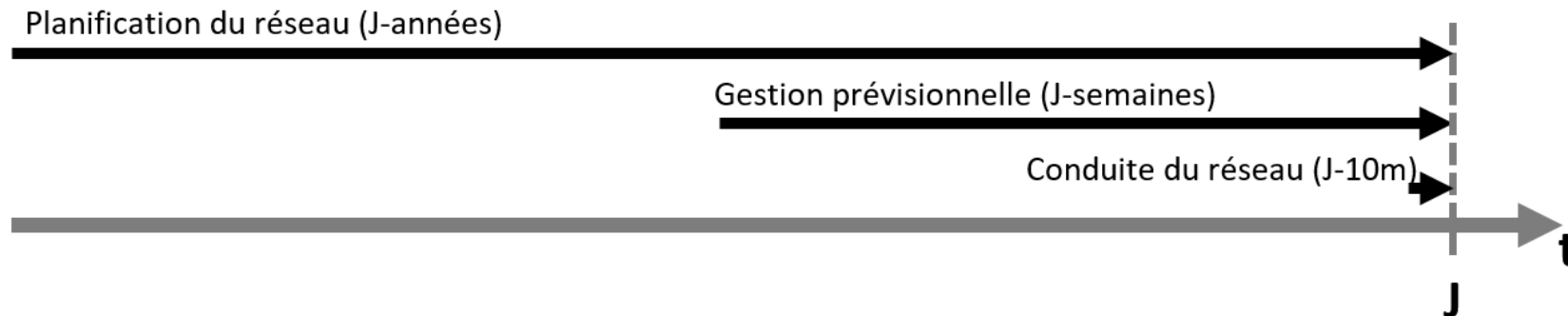
Attaché au projet INPREV et à l'Institut RISEGrid



PLANIFICATION DES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION

Définition :

« Ensemble des **moyens** mis en œuvre pour anticiper les **évolutions du réseau** nécessaires à l'acheminement de l'électricité au **moindre coût** pour la société et dans des **conditions optimales de sécurité, de qualité et d'impact environnemental**. » (Dutrieux, 2015)



Les réseaux de distribution **évoluent** pour s'adapter à des nouvelles **technologies** et **comportements** :

- Production d'énergie qui devient **décentralisée** et d'origine renouvelable ;
- Systèmes de **stockage d'énergie** ;
- Changements sur les **profils d'usage** des consommateurs.



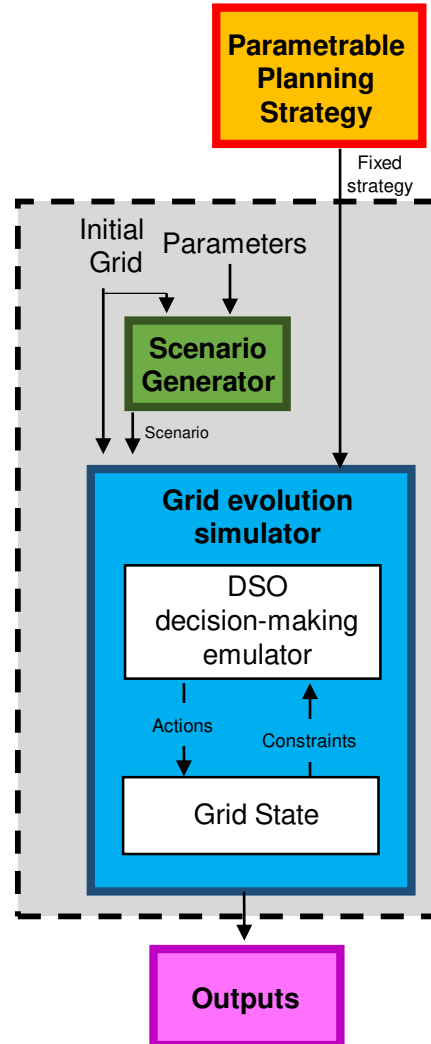
[Incertitudes sur la localisation, le moment d'arrivée et les profils de production et consommation.](#)
[Nouvelles opportunités qui offrent de la flexibilité sur le réseau.](#)

L'OUTIL PARADIS

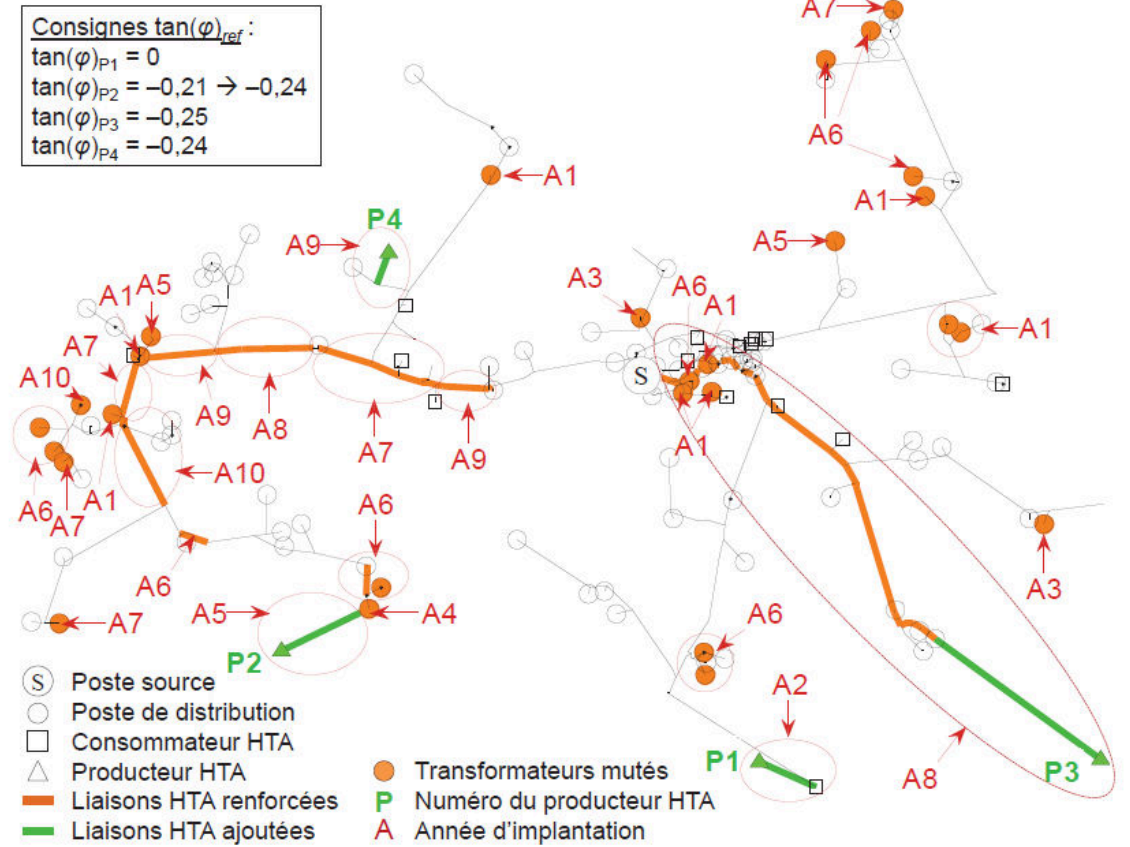
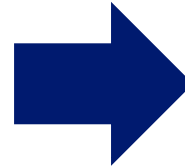
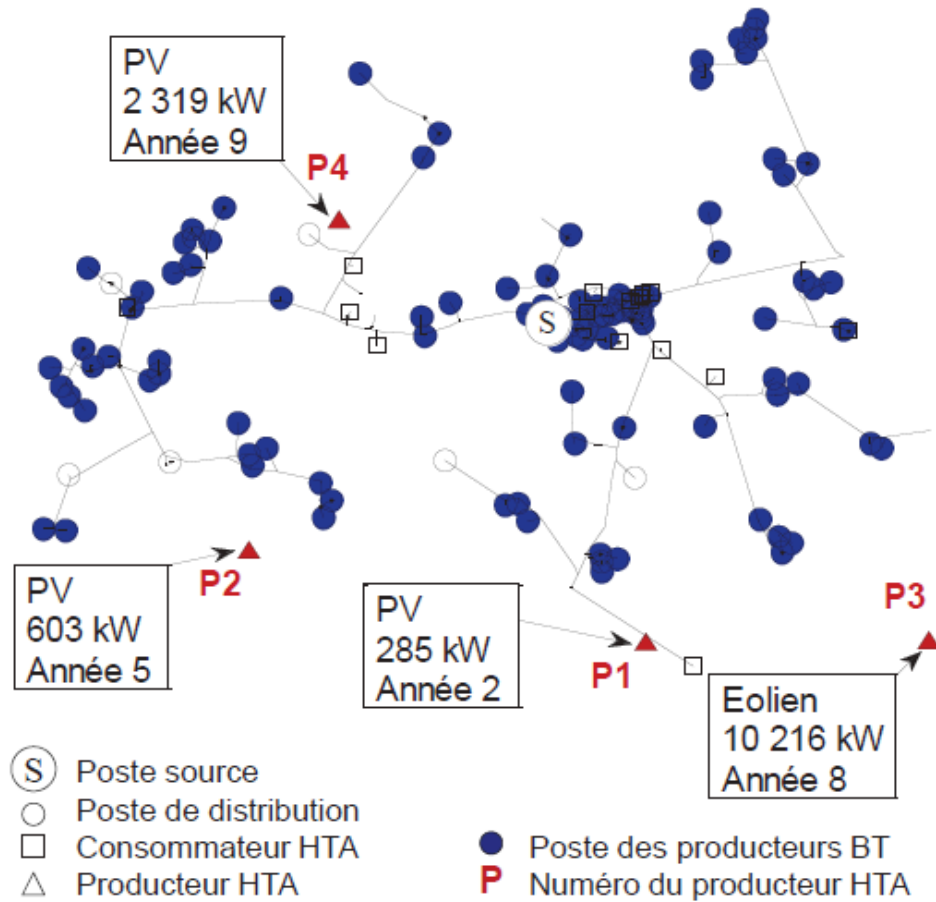
PARADIS - Planification Avancée des Réseaux Actifs de **DIS**tribution
Travaux initiaux développés dans le contexte d'une thèse (Dutrieux, 2015).

Principaux atouts :

- Générateur de **scénarios** pour considérer des **incertitudes** ;
- **Stratégies** de planification paramétrables (traditionnelles ou innovantes) qui décrivent l'**arbre de décision** du gestionnaire du réseau et les **flexibilités** à sa disposition ;
- **Simulateur** d'évolution du réseau avec un **pas de temps fin (10 min)**.

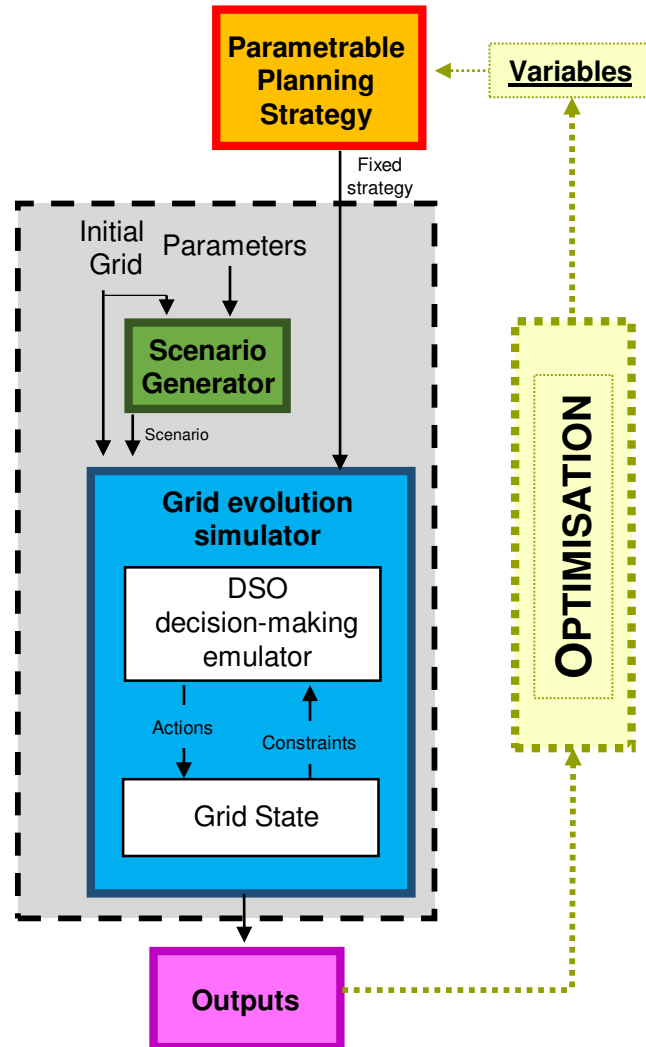


L'OUTIL PARADIS (2)



L'OUTIL PARADIS (3)

PARADIS - Planification Avancée des Réseaux Actifs de **DIS**tribution
Travaux initiaux développés dans le contexte d'une thèse (Dutrieux, 2015).



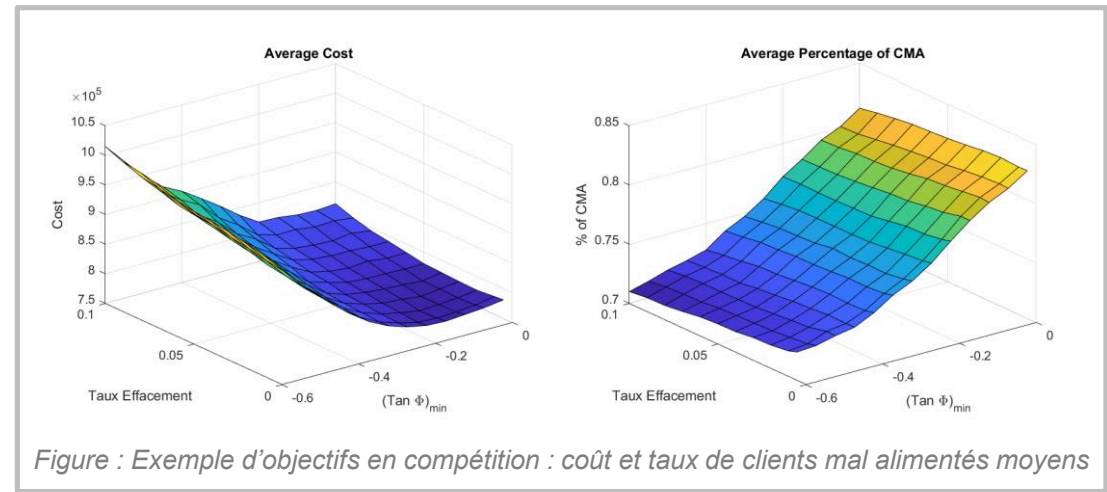
Défi :

Trouver les paramètres des stratégies de planification pour qu'elles soient les « plus efficaces » possibles compte tenu des incertitudes sur les scénarios.

FORMULATION DU PROBLÈME (1)

Efficacité d'une stratégie de planification ?

- Le coût total ? La qualité d'approvisionnement des clients ? Les deux ? ...?



Comment formuler le problème pour considérer **plusieurs objectifs** $f_1(x), \dots, f_n(x)$?

- Optimiser un objectif agrégé en considérant des constantes c_i :

$$f^* = \min_x c_1 \times f_1(x) + \dots + c_n \times f_n(x)$$

- Optimiser un objectif f_1 avec contraintes sur les autres f_i :

$$\begin{aligned} f^* &= \min_x f_1(x) \\ \text{s. t. :} \\ f_i(x) &\leq \delta_i \quad i \in [2, \dots, n] \end{aligned}$$

- Faire une optimisation multi-objectif :

$$f^* = \min_x f_1(x), \dots, f_n(x)$$



FORMULATION DU PROBLÈME (2)

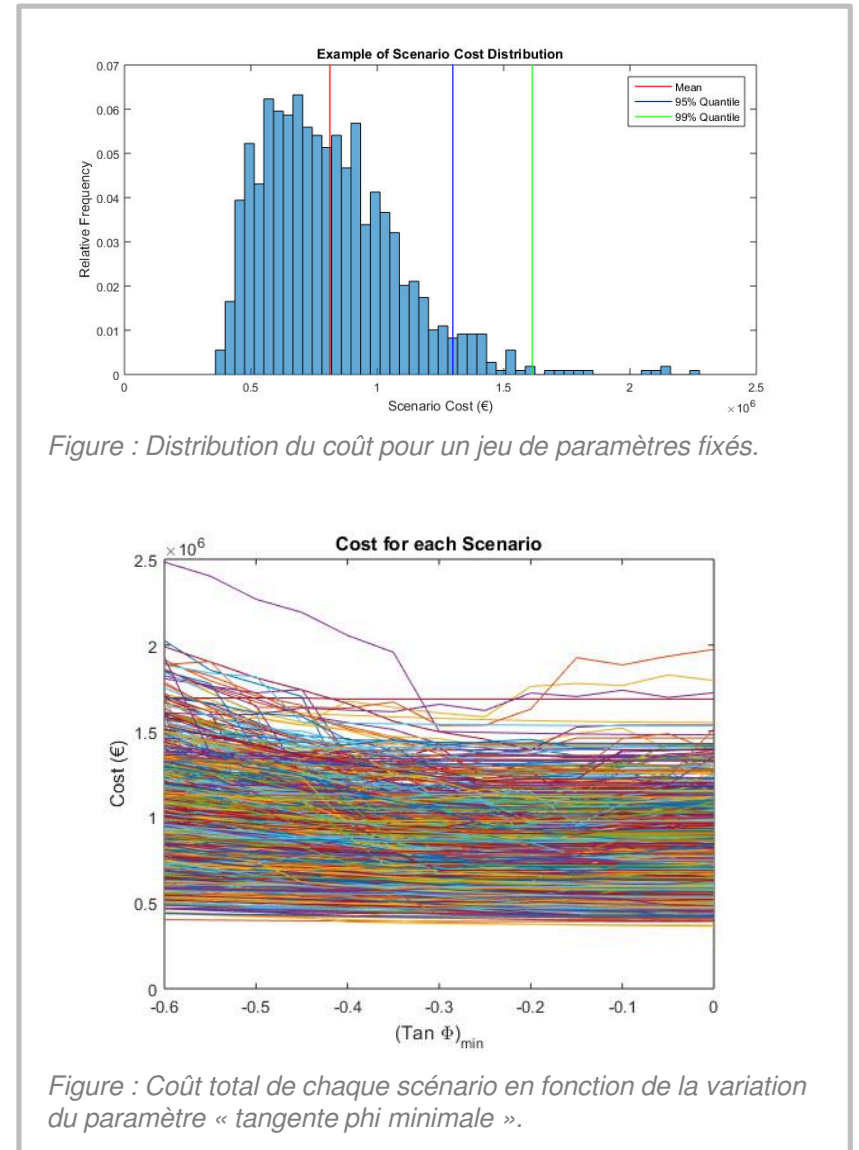
A cause des incertitudes, chaque objectif doit comporter des indicateurs statistiques.

Le choix de l'indicateur le plus pertinent n'est pas évident :

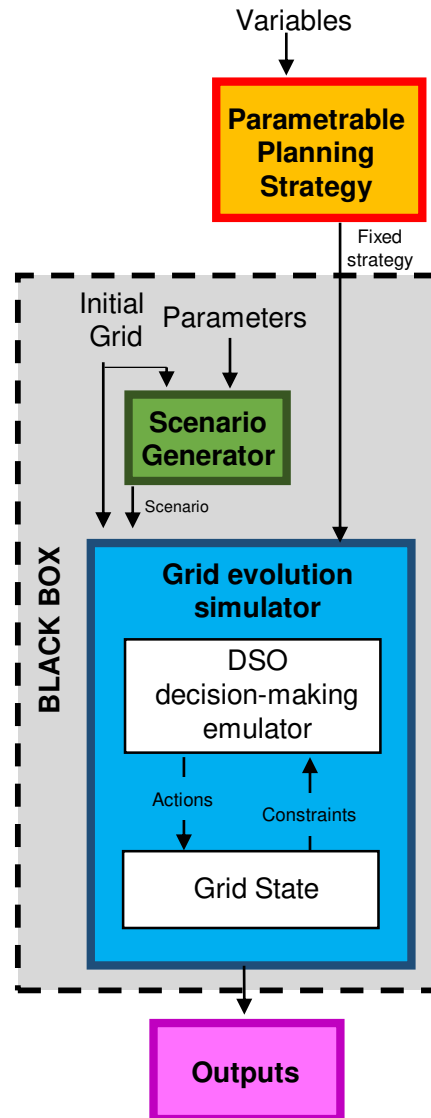
- L'espérance ;
- Un quantile ;
- Un superquantile ;
- Plusieurs indicateurs en même temps.

A appliquer au coût et/ou d'autres mesures d'efficacité.

Le choix dépend aussi du **comportement du décideur** face au risque !



CHOIX DE LA TECHNIQUE D'OPTIMISATION (1)



Particularités du problème :

- Il n'y a **pas d'expression analytique** pour décrire les objectifs à optimiser, mais on dispose d'un **simulateur stochastique** ;
- **Plusieurs évaluations** du simulateur sont nécessaires pour estimer des indicateurs statistiques ;
- Chaque simulation prend **plusieurs minutes** pour obtenir les résultats (pour un scénario et un jeu de paramètres).

Conséquences sur l'optimisation :

➔ **Fonction objectif inconnue ;**

➔ **Evaluations bruitées** (estimateurs d'indicateurs statistiques) ;

➔ **Fonction coûteuse** (temps de calcul).