

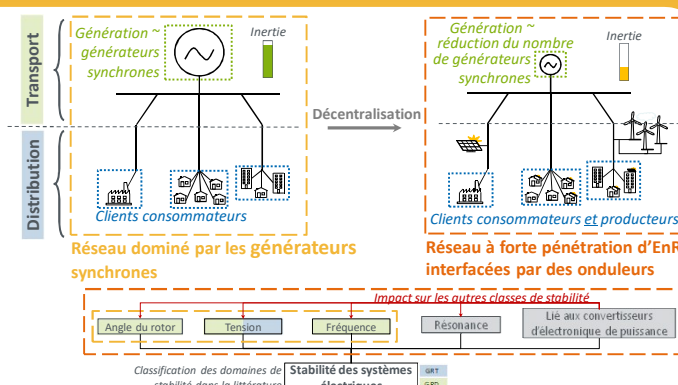
Comportement dynamique des réseaux de distribution incluant des convertisseurs d'électronique de puissance

Julia Chêne¹, Jérôme Buire¹, Nouredine Hadjsaid¹ et Xavier Legrand²
¹ Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, G2Elab, 38000, Grenoble, France
² Enedis, France

I - Problématique

Dans un contexte de forte pénétration d'EnR pouvant mener à de nouvelles questions de stabilités, **une double problématique se présente** :

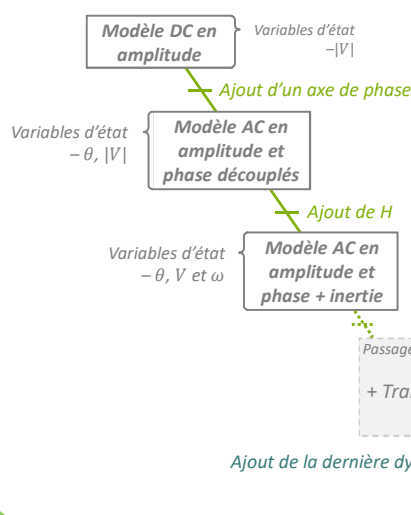
1. Le rôle du GRD dans la gestion de la stabilité s'étend, notamment du fait de la décentralisation de la production
2. Des réseaux dominés par les EnR montrent des nouvelles dynamiques complexes dont **on ne sait pas en expliquer la cause**, ils n'en voient que leurs **effets**



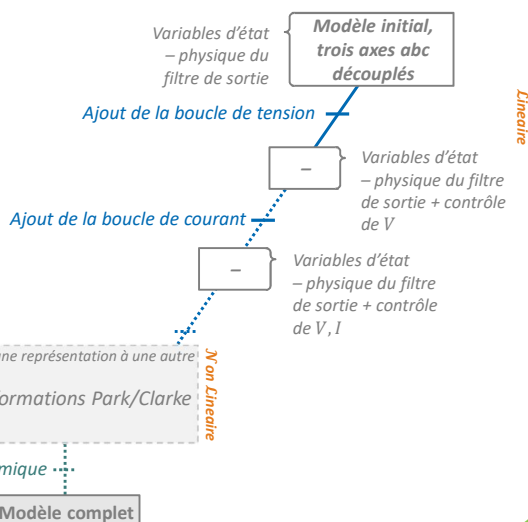
III - Méthodologie

- Au lieu de réduire les modèles sur la base des modes dominants, il s'agit de les compléter par l'**ajout graduel des dynamiques** et des couplages
- Partir d'un modèle au **comportement dynamique élémentaire** et **compléter le modèle équation par équation**

Modèles en coordonnées polaires – $|V|, \theta$



Modèles en coordonnées cartésiennes – abc



III – Limites & Objectifs

Objectif de la méthode :

- Identifier quelle équation fait apparaître une interaction ou un phénomène d'instabilité
- Proposer une **quantification** de la stabilité

Intérêt pour le GRD :

- Adapter la **précision du modèle** à un phénomène d'intérêt
- Identifier les **paramètres déterminants** et en extraire des **critères d'optimisation** de la stabilité.

Limite :

- **Biais** lié au choix des modèles de départ et des équations pour chaque étape

IV - Conclusions

1. **Prévenir les instabilités** : Le niveau de précision du modèle conditionne la manifestation des modes instables et influence la marge de stabilité. Il est donc essentiel de quantifier les modes instables pour fiabiliser les études de stabilité.
2. **Optimisation de la stabilité** : En intégrant les paramètres critiques au contrôle et en adaptant le dimensionnement, il est possible de réduire l'impact des modes instables

Impact de stockeurs participant aux marchés/services système sur les réseaux de distribution

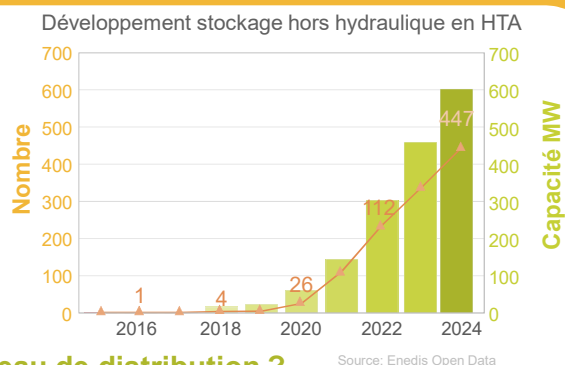
Lucas Lafaye ¹, Marie-Cécile Alvarez-Herault ¹, Rémy Rigo-Mariani ¹, Vincent Debusschere ¹, Philippe Cros ², Léonard Bacaud ², Jérémy Hirsch ², Bastien Gauthier ²

¹ Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, G2Elab, 38000, Grenoble, France

² Enedis, France

I - Contexte

- **Nombre important de stockage** dans le réseau HTA
(puissance moyenne 1,3 MW par élément en 2024)
- Hausse de l'intérêt des stockeurs dans la participation aux **marchés de l'énergie / services système**
(Day-Ahead, Intraday / Réserve primaire, secondaire)
- Utilisation du stockage **sans considération des impacts locaux**

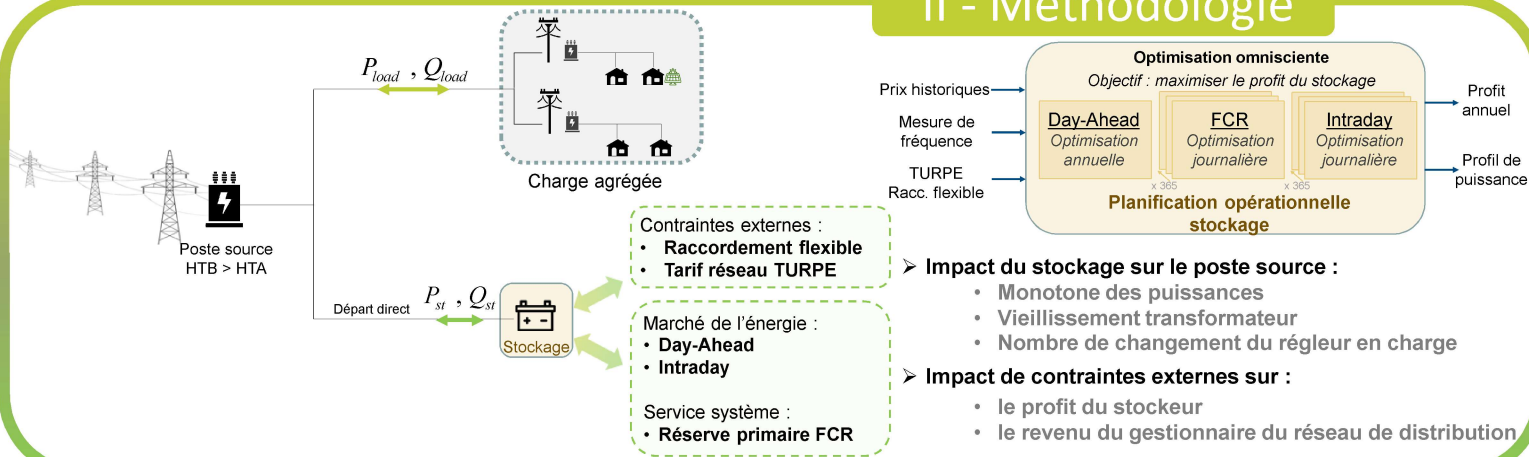


Quel est l'impact de ces stockages dans le réseau de distribution ?

Impact technique

Impact économique

II - Méthodologie



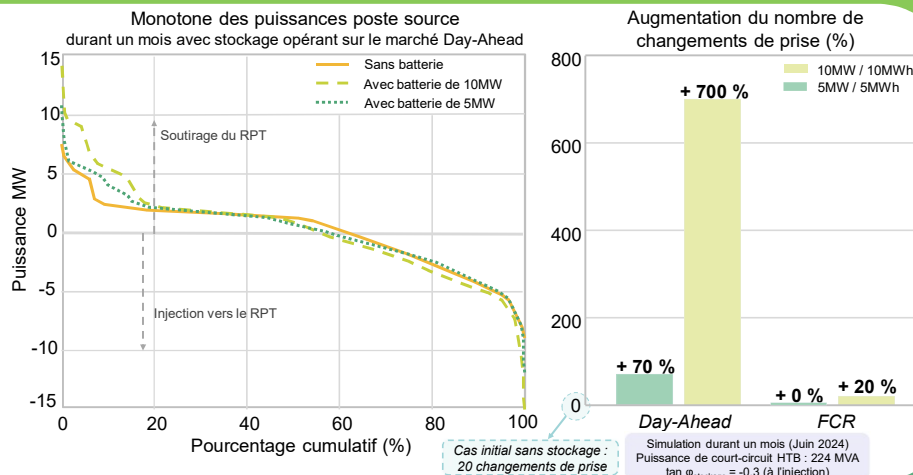
III - Résultats

- L'échange de puissance du stockage conduit à une **augmentation du nombre de changements de prise du régulateur en charge du transformateur HTB/HTA**.

✓ Cela reste dans les spécifications constructeur.

- **Augmentation des pointes de puissance** en injection et soutirage.

- **Travaux en cours** : Le tarif réseau « stockage » récompense l'installation de stockage dans des zones en contrainte, mais contribue-t-il vraiment à réduire ces contraintes réseau ?



« Analyse de nouvelles architectures informatiques de conduite des réseaux de distribution mettant en œuvre des fonctions intelligentes centralisées et réparties »

Paul Enjolras¹, Nouredine Hadjsaid¹, Yvon Besanger¹, Jonathan Coignard¹, Van Hoa Nguyen², Marc Chapert³, Alexandra Krings³

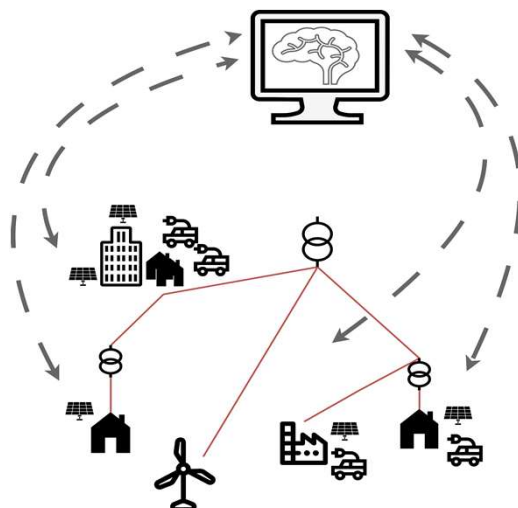
¹ Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, G2Elab, 38000, Grenoble, France

² EDF R&D Lab Paris Saclay, F-91120 Palaiseau, France

³ ENEDIS 92079 La Défense, France

I - Contexte

L'intégration rapide et à moindre coût des nouveaux utilisateurs sur le réseau de distribution (Producteurs renouvelables, électrification des usages...) passe notamment par l'utilisation de fonctions avancées de conduite des réseaux. Elles sont essentiellement centralisées au niveau des outils des agences de conduite réseau (ACR), et cela peut poser des problèmes de résilience.



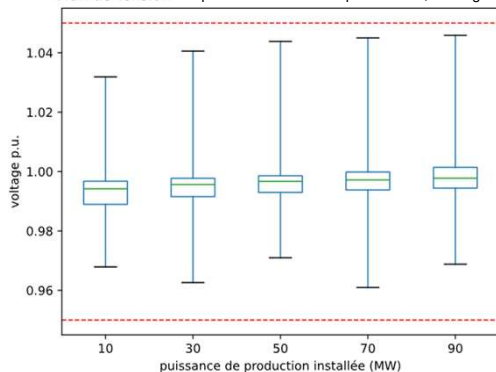
II - Objectifs

Concevoir et évaluer une architecture de pilotage du réseau électrique de distribution mêlant plusieurs modes de pilotage (centralisé, décentralisé, local...) en mettant l'accent sur la résilience, la simplicité et une empreinte numérique minimale et en acceptant a priori un compromis sur l'efficacité et l'optimalité finale du système.

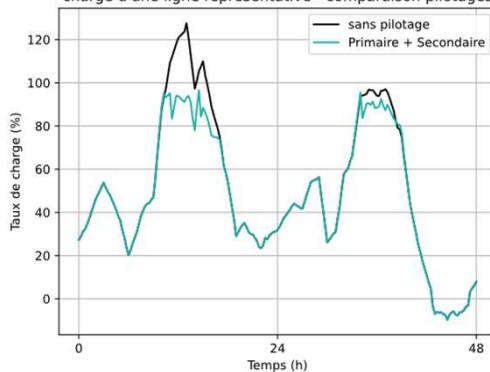
III – Résultats préliminaires sur un réseau simplifié

Définition d'une architecture hybride de pilotage avec un contrôle primaire (uniquement local, sans communication) et un contrôle secondaire (plusieurs niveaux centralisés, pilotage heuristique, communications entre équipements du réseau).

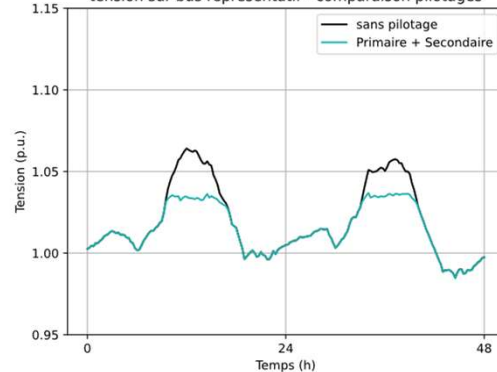
Plan de tension - Répartition aléatoire des producteurs, 20 tirages



charge d'une ligne représentative - comparaison pilotages



tension sur bus représentatif - comparaison pilotages



Estimation du réalisé aux postes HTA/BT par approche générative sur des données centralisées et distribuées

Romain Rombourg¹

¹ Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, G2Elab, 38000, Grenoble, France

I - Contexte

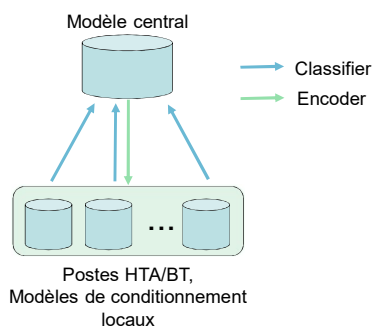
Dans le cadre du dimensionnement des réseaux de distribution, les données locales des postes HTA/BT sont une ressource précieuse. Cependant ces dernières sont sujettes à la réglementation RGPD et ne peuvent pas quitter les concentrateurs. De plus, les données à cette échelle de localité sont souvent incomplètes avec seulement une vue partielle des consommations.

Ce travail a pour but d'exploiter ces données pour estimer la consommation intrajournalière totale de chaque poste HTA/BT à l'aide de données locales sur les postes HTA/BT et centrales provenant des différents panels réalisés par Enedis.

II - Méthodologie

Hypothèses :

- Données des concentrateurs confinées aux concentrateurs
- Puissance de calcul limitée au concentrateur (pas d'entraînement lourd)
- Données de panels disponibles
- Informations sur les clients raccordés au poste source disponible
- On veut être capable de gérer l'incertitude sur les prédictions

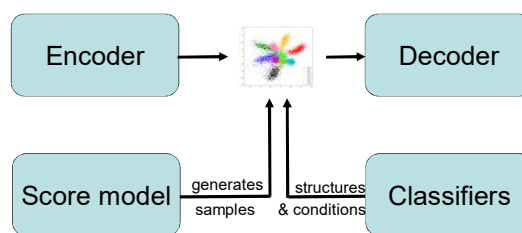


Avantages :

- Contrôle sur la charge de calcul au niveau des concentrateurs
- Flexibilité sur les conditionnements
 - Ajout de nouvelles variables simples
 - Le classifieur central peut prendre le relai si manque de données locales
- Gestion de l'incertitude

Principe :

- Estimation de la consommation globale par génération des consommations individuelles conditionnées sur les infos clients et les données locales
- Générateur auto-encodeur variationnel (architecture Transformer)
- Données générées dans l'espace latent du VAE par Score Based Generative Modelling et conditionnées par les classifieurs centraux et locaux



Désavantages :

- Dépendant du modèle central
- Ne peut pas exploiter *directement* les données locales

III - Conclusion

L'approche présentée ici propose de résoudre un problème d'estimation avec des données distribuées par une approche générative. Par essence, ce type d'approche permet d'approcher beaucoup plus facilement la notion d'incertitude sur l'estimation. Cette approche est assez plastique pour être facilement déclinée pour d'autres problèmes d'estimation ou de prédiction.

Modélisation de séries temporelles de consommation à l'échelle locale en utilisant des données hétérogènes

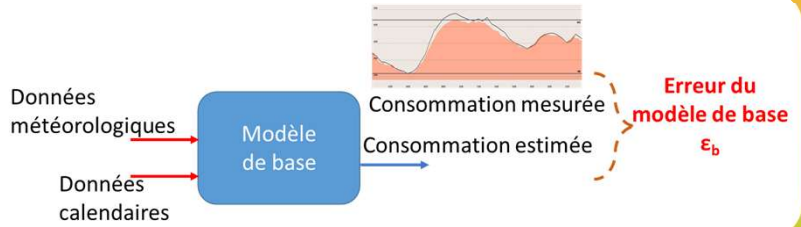
Muhammad Salman Shahid¹, Anne De Moliner², Benoît Delinchant¹, Pierre Cauchois², Luc Rodriguez², Thomas Levy²

¹ G2Elab, CNRS, Grenoble INP, Univ. Grenoble Alpes, 38000 Grenoble, France

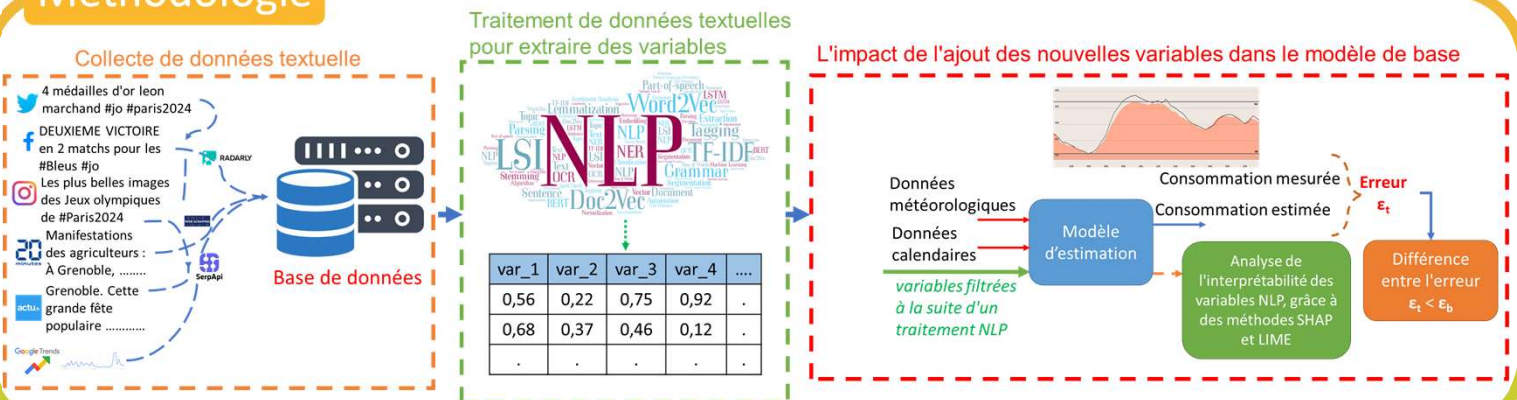
² Enedis, France

Contexte

- À différentes échelles, les modèles d'estimation de la consommation d'énergie mis en place par ENEDIS s'appuient sur des données météorologiques et calendaires.
- L'objectif de ce travail de recherche est à identifier l'impact d'un événement ou l'impact d'une tendance sociétale au niveau local sur l'estimation de la consommation en utilisant les informations antérieures, provenant de sites médias ou/et réseaux sociaux.

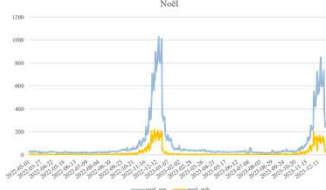


Méthodologie



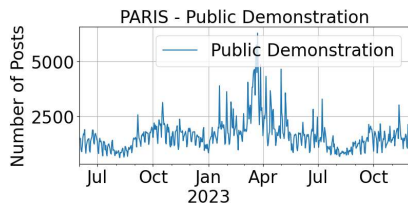
Premiers résultats

- Construction de variables via NER (Named Entity Recognition) pour l'extraction de dates (e.g. Noël)



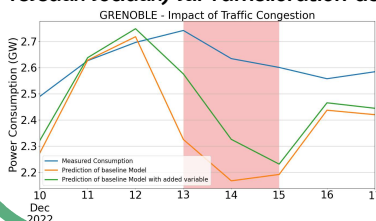
Construction à partir des réseaux sociaux de la Variable « Noël », plus importante fin décembre pour la ville de Lyon

- Construction de variables via zero-shot classification afin d'étiqueter des textes provenant des réseaux sociaux



Pic des manifestations entre Janvier 2023 et Juin 2023 contre la réformes des retraites Dans la ville de Paris

- Analyse de l'impact des événements (identifié par le discours sur réseaux sociaux) sur l'amélioration de l'erreur maximale



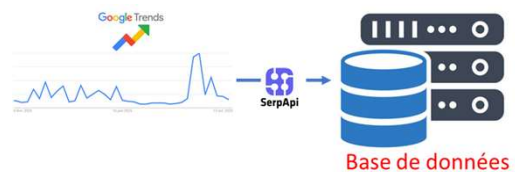
Pic de discours sur l'impact de congestion routière autour de Grenoble causé par la chute de neige. Il permet d'améliorer l'erreur max de l'estimation de la consommation d'énergie pour le 14 Décembre 2022.

Travaux prévus

- Analyse de l'impact des actualités provenant des sites médias locaux concernant des événements locaux sur le modèle de base, en complément des données de réseaux sociaux.



- Automation de la recherche des tendances en temps réel sur Google trends, y compris collecte de l'historique des tendances



- Analyse de l'interprétabilité (locale et globale) des variables extraits pour les événements grâce à des méthodes SHAP et LIME

SHAP & LIME
Interpretability

Publication Scientifique

- Huang, V., Shahid, M. S., de Moliner, A., Delinchant, B., Cauchois, P., & Merigeault, J. (2025, June). Modelling local electricity consumption by incorporating data of social media using natural language processing. In 28th Conference and Exhibition on Electricity Distribution (CIRED). In IET Conference Proceedings CP922 (Vol. 2025, No. 14, pp. 263-267). <https://doi.org/10.1049/icp.2025.1472>
- Shahid, M. S., Cauchois, P., De Moliner, A., & Delinchant, B. (2025, June). Improvement of electricity consumption model using variables constructed by zero-shot labelling on social media data. In Proceedings of the 16th ACM International Conference on Future and Sustainable Energy Systems (pp. 687-698). <https://doi.org/10.1145/3679240.3734636>



UGA
Université
Grenoble Alpes