

Chaire Smartgrids

Développement des réseaux électriques de distribution dans le cadre de la transition écologique et numérique

Marie-Cécile Alvarez-Hérault, titulaire



Chaire SmartGrids : contexte

- Chaire Smart Grids Enedis / Grenoble INP-UGA
 - Partenariat en place depuis 2012 entre Enedis et l'Institut d'Ingénierie et de management (Grenoble INP-UGA) via la Fondation Grenoble INP

enedis

Fondation
GRENOBLE
INP

- Deux laboratoires et deux écoles impliqués

G2E Lab
Grenoble Génie Electrique
Grenoble Electrical Engineering
Génie électrique

IG
LABORATOIRE D'INFORMATIQUE DE GRENOBLE
Informatique

GRENOBLE
INP Ense3
UGA

GRENOBLE
INP Ensimag
UGA



Chaire SmartGrids : contexte

- Défis à lever
 - Intégration des énergies renouvelables et des usages électriques, et anticiper l'évolution des réseaux de distribution
 - Traitement avancé des données pour les réseaux
 - Formations aux métiers des SmartGrids



Chaire SmartGrids : contexte

- Défis à lever
 - Intégration des énergies renouvelables et des usages électriques, et anticiper l'évolution des réseaux de distribution
 - Traitement avancé des données pour les réseaux
 - Formations aux métiers des SmartGrids
- Objectifs de la Chaire Smart Grids
 - **Construction** de programmes de recherche prospective
 - **Dissémination** des savoirs sur des sujets émergents et stratégiques
 - Développement de solutions industrielles en s'appuyant sur **l'innovation**



Répondre avec anticipation aux enjeux de la transition écologique et numérique



Chaire SmartGrids: feuille de route 2021-2025

Sujets « réseau électrique »

Fonctionnement et optimisation des réseaux électriques de distribution

- Réseaux de distribution à **faible inertie**
- Fonctionnement et protection des **microgrids** (grid-connected et off-grid)
- Apports des **nouvelles solutions** à base d'EP
- Réseau **hybride AC/DC** et DC

Sujets « TIC », data et IA

Solutions innovantes à base de nouvelles technologies IT, Big Data et IA

- Données et méthodes IA pour l'optimisation et la gestion du réseau
- Architectures et outils informatiques pour les SI complexes
- Perspectives 5G et évolutions des CPL

Sujets transverses

- **Résilience** des réseaux de distribution
- **Exploitation des données accessibles** pour la planification à toute échelle temporelle



Travaux 2025 – volet recherche

-  Sujets « réseau électrique »
-  Sujets transverses
-  Data et IA



Protection



**Réseaux
hybrides AC/DC**



Résilience



**Edge
computing**



**Impacts du
stockage**



Micro-réseaux



**Apport des données de
réseaux sociaux pour la
modélisation/prévision
des charges**



IA pour la distribution

Travaux 2025 – volet recherche

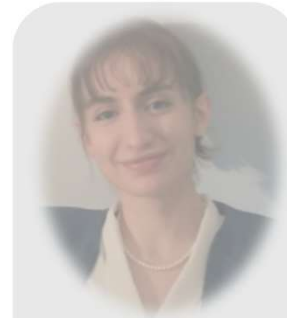
- Sujets « réseau électrique »
- Sujets transverses
- Data et IA



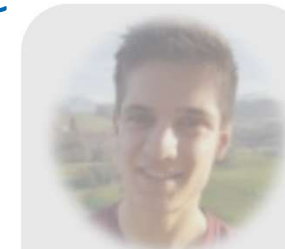
Protection



**Réseaux
hybrides AC/DC**



Résilience



**Edge
computing**



**Impacts du
stockage**



Micro-réseaux

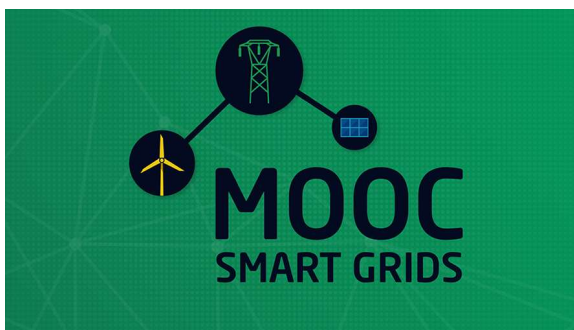


**Apport des données de
réseaux sociaux pour la
modélisation/prévision
des charges**

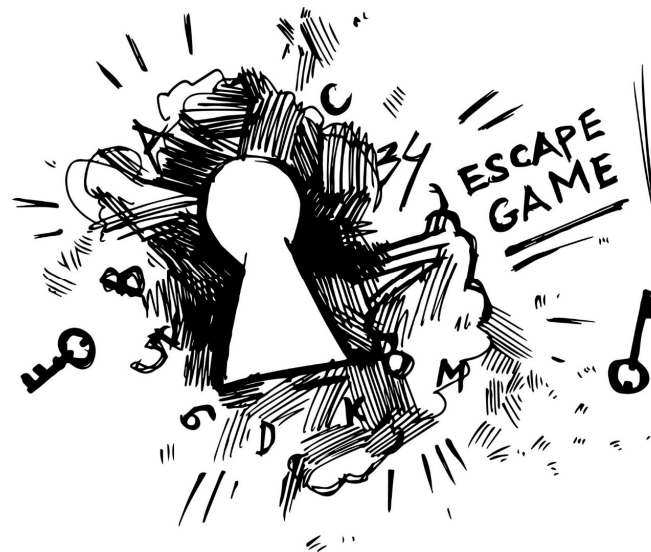


Focus sur trois thèmes

Travaux 2025 – volet formation



Nouvelle édition au
printemps 2026



Saurez-vous anticiper l'arrivée
massive des énergies
renouvelables et des véhicules
électriques à horizon 2050?



Travaux 2025 – volet recherche



Protection

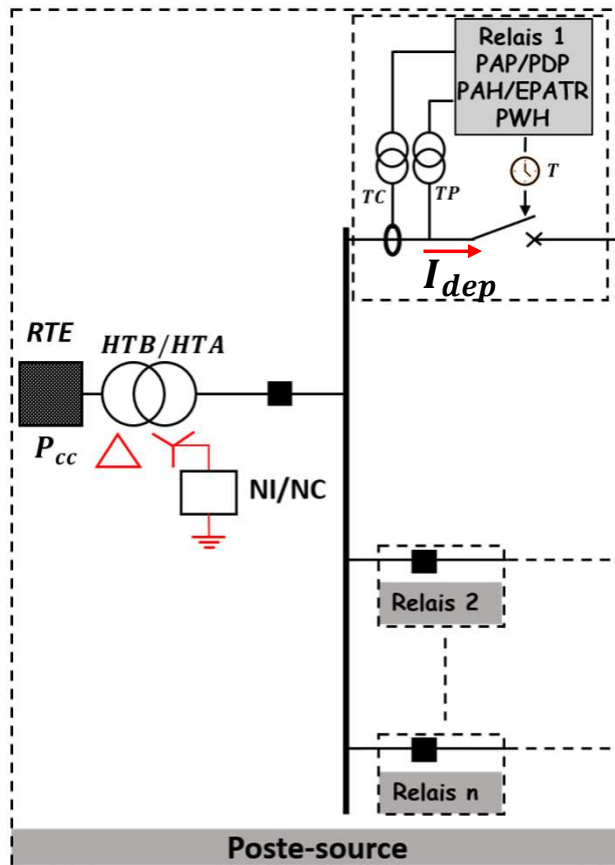


Réseaux
hybrides AC/DC

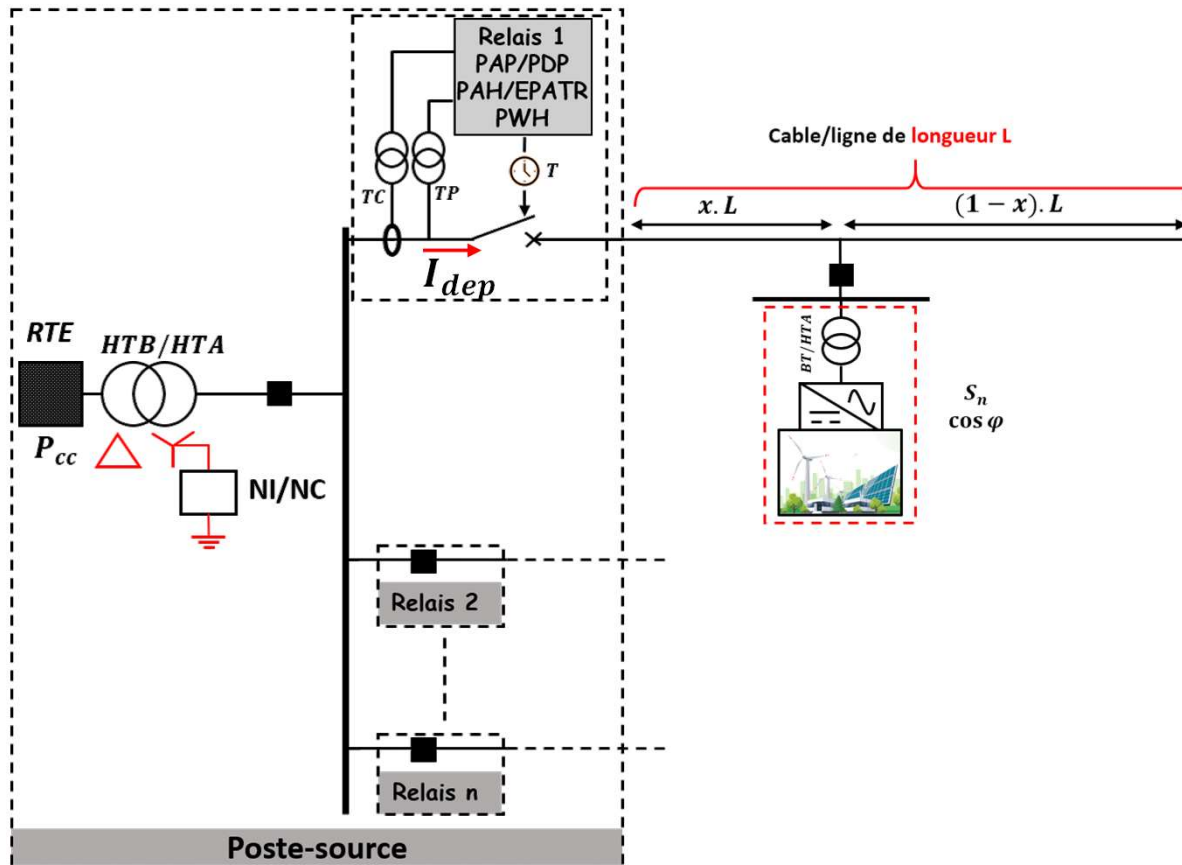
-  Sujets « réseau électrique »
-  Sujets transverses
-  Data et IA



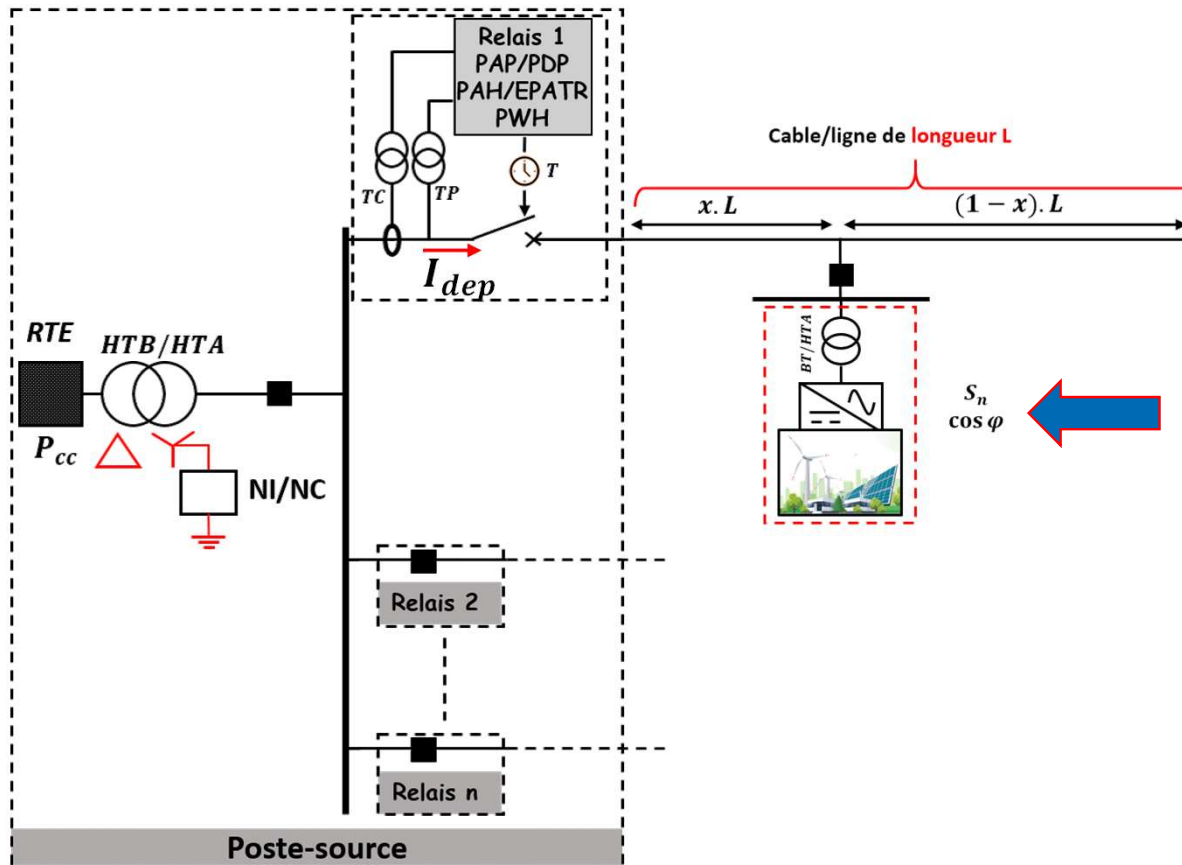
Impacts des énergies renouvelables et de nouvelles topologies de réseau de distribution sur les protections



Impacts des énergies renouvelables et de nouvelles topologies de réseau de distribution sur les protections



Impacts des énergies renouvelables et de nouvelles topologies de réseau de distribution sur les protections



S_n
 $\cos \varphi$

Comportement réel des
convertisseurs statiques
lors d'un défaut?



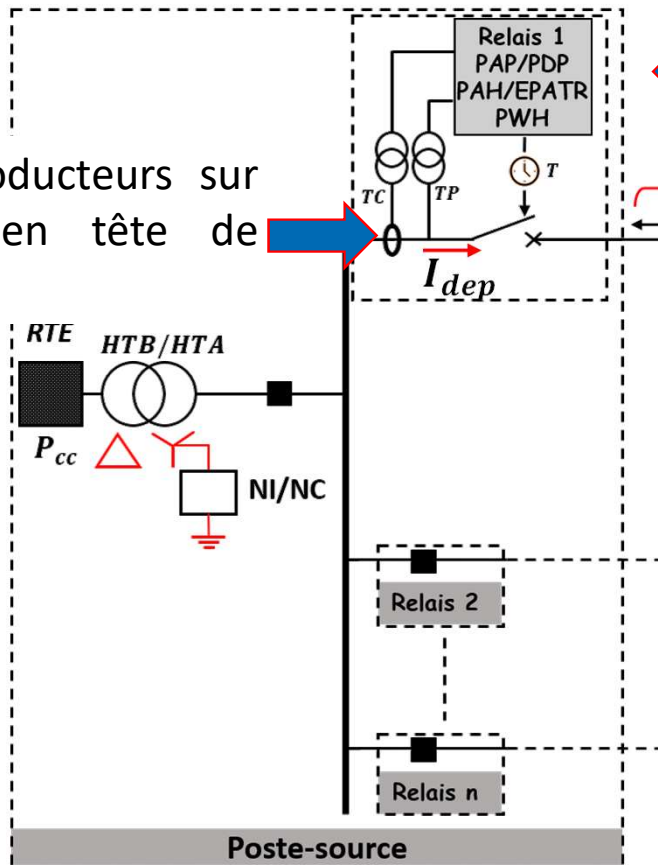
Le schéma illustre la configuration d'un poste-source pour la production d'énergie renouvelable en tête de câble. À l'extrémité gauche, une source d'énergie (RTE) est connectée à un transformateur HTB/HTA. Le poste-source comprend également une protection P_{cc} et un interrupteur NI/NC. Le courant de départ I_{dep} est mesuré par un transformateur de courant TC et un transformateur de potentiel TP, reliés à un Relais 1 capable de mesurer PAP/PDP, PAH/EPATR et PWH. Un chronomètre T est également présent. Le câble/ligne de longueur L est divisé en deux sections : $x.L$ et $(1-x).L$. À l'extrémité droite, un transformateur BT/HTA est connecté à un système de production d'énergie renouvelable (éolien et solaire) qui fournit une puissance $S_n \cos \varphi$. Des relais supplémentaires (Relais 2, Relais n) sont indiqués sur le schéma.

Comportement réel des convertisseurs statiques lors d'un défaut?



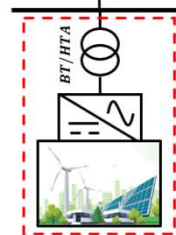
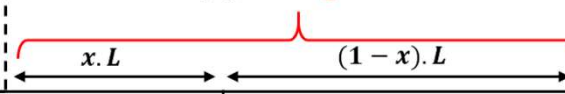
Impacts des énergies renouvelables et de nouvelles topologies de réseau de distribution sur les protections

Impacts des producteurs sur les grandeurs en tête de départ



Conclusion sur le réglage des protections en tête de départ

Cable/ligne de longueur L



$S_n \cos \varphi$

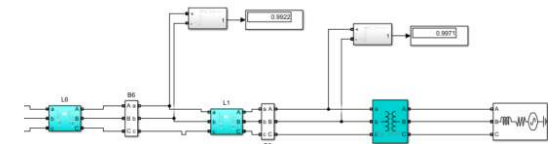
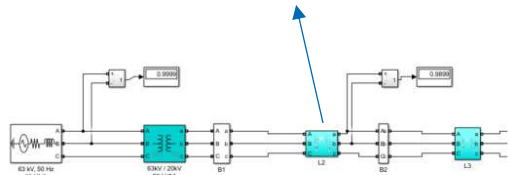
Comportement réel des convertisseurs statiques lors d'un défaut?



Impacts des énergies renouvelables et de nouvelles topologies de réseau de distribution sur les protections

Réseau radial

Ligne (15 Km)



→ Réseau HTA 20 kV ←

→ Réseau HTB 63 kV ←

Impacts des énergies renouvelables et de nouvelles topologies de réseau de distribution sur les protections

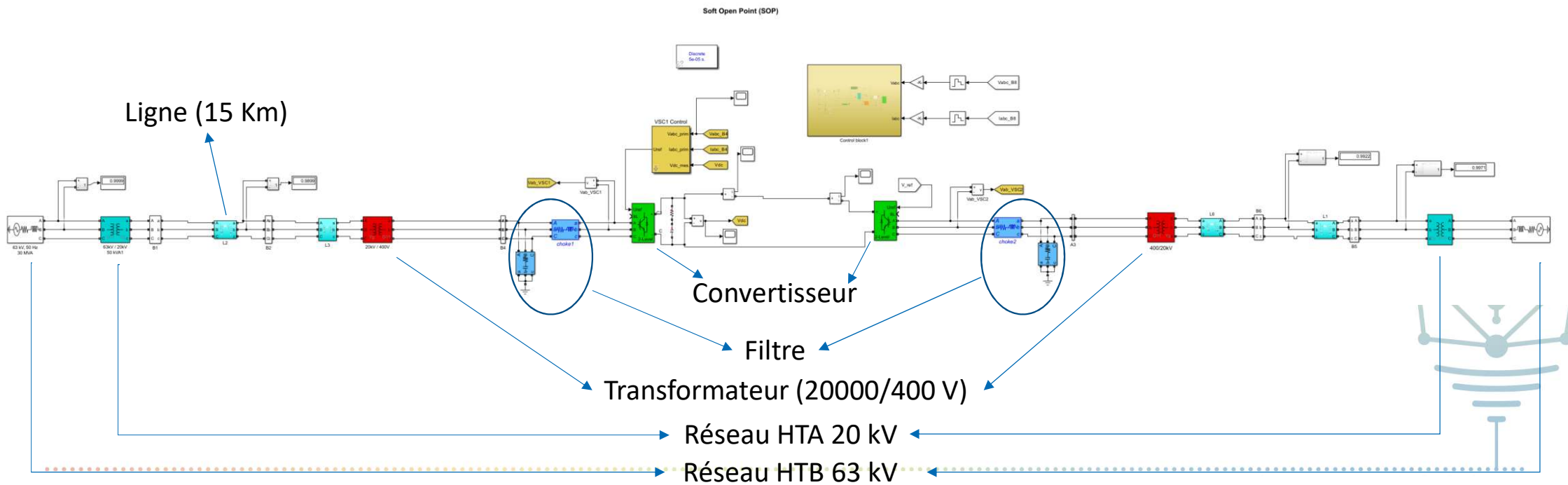
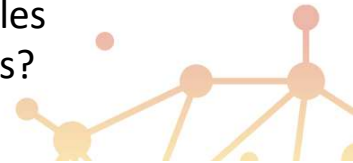
Réseau radial



Réseau maillé en DC avec
des convertisseurs



Impact sur les
protections?



Travaux 2025 – volet recherche

- Sujets « réseau électrique »
- Sujets transverses
- Data et IA



Protection



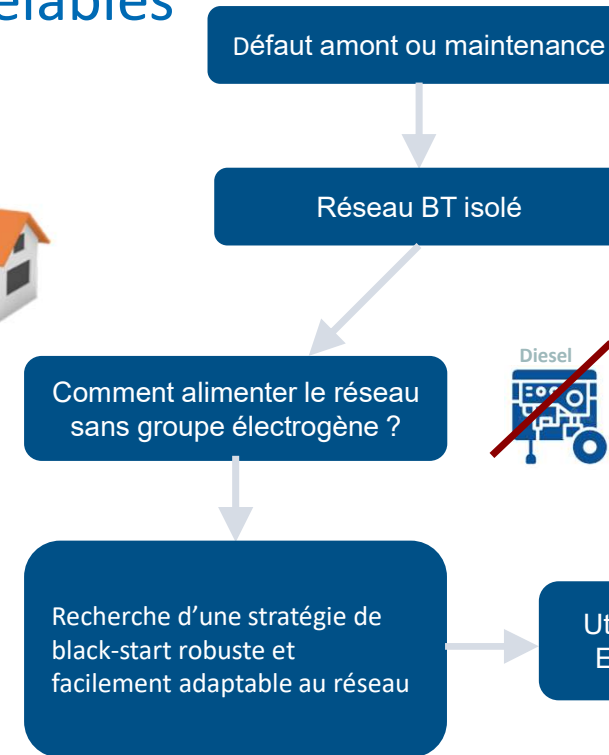
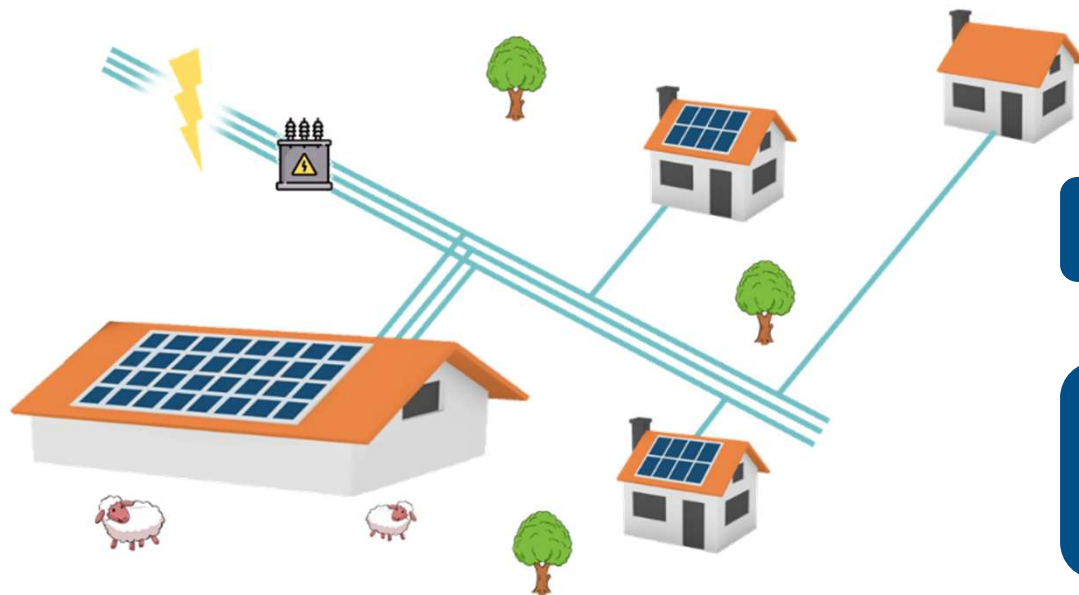
Réseaux
hybrides AC/DC



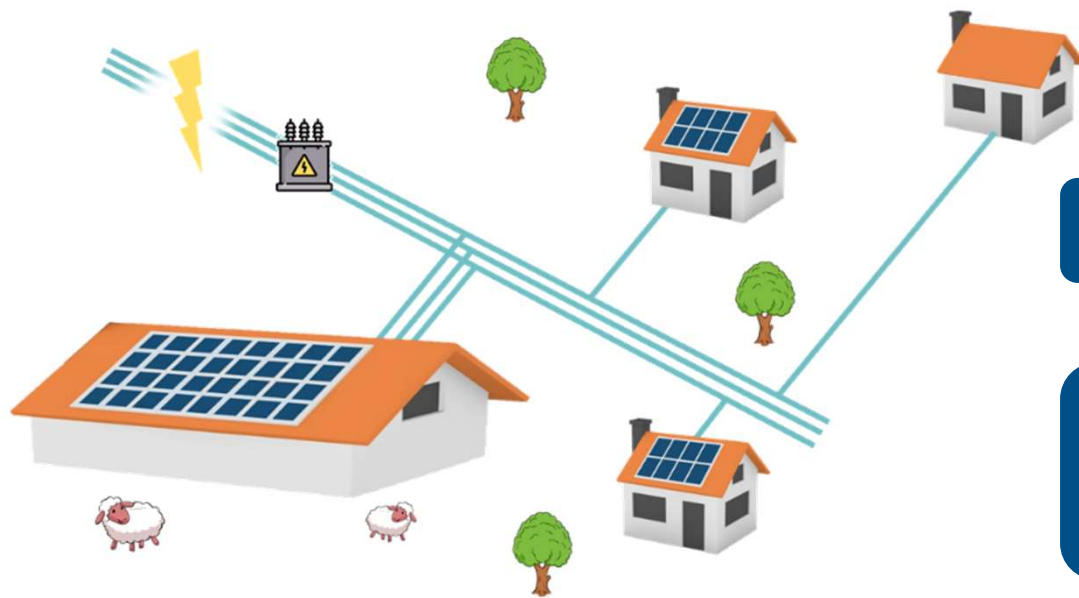
Micro-réseaux



Résilience des réseaux de distribution en présence d'énergies renouvelables thèse-stage-post-doc



Résilience des réseaux de distribution en présence d'énergies renouvelables thèse-stage-post-doc



Défaut amont ou maintenance

Réseau BT isolé

Comment alimenter le réseau
sans groupe électrogène ?



Recherche d'une stratégie de
black-start robuste et
facilement adaptable au réseau

Utilisation des
EnR locales



POURQUOI?



Réduire la dépendance aux
énergies fossiles



Réduire le bilan carbone de la
réalimentation



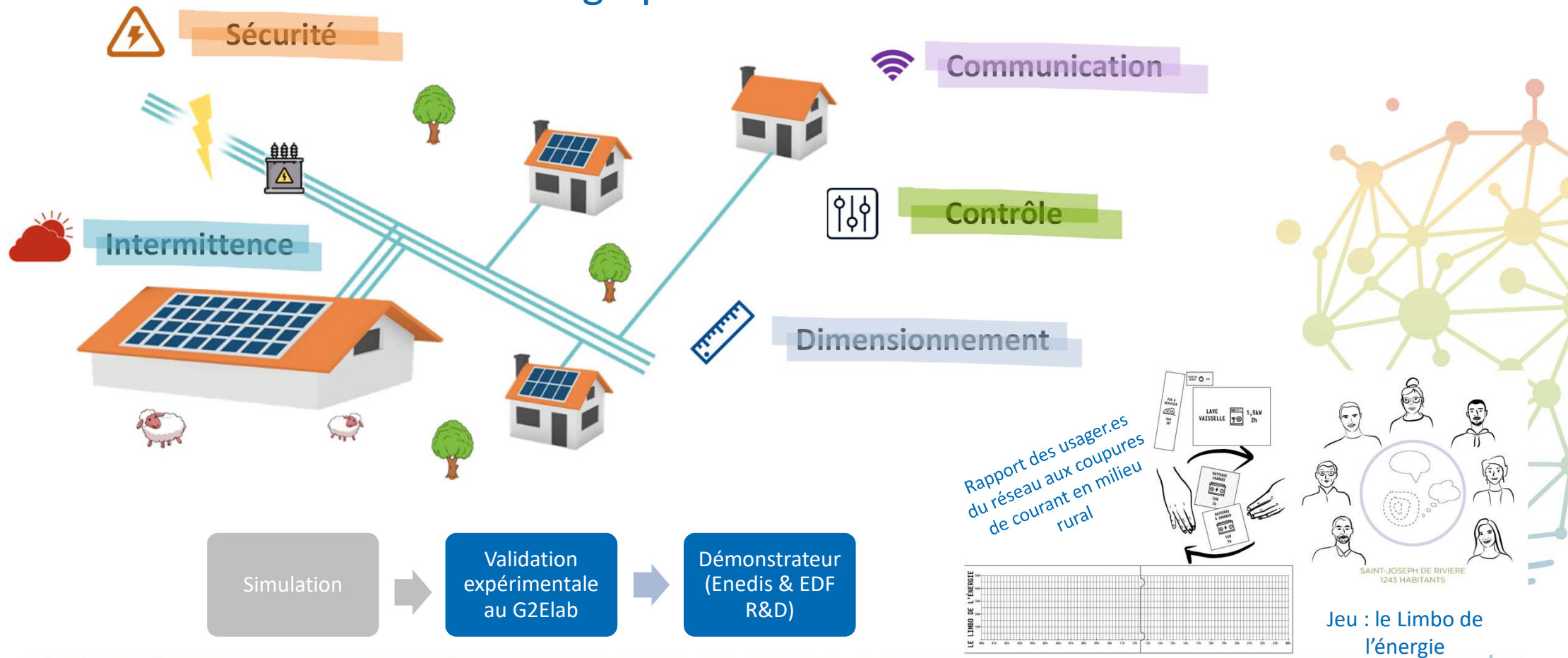
Augmenter la resilience locale



Réduire le temps de coupure



Résilience des réseaux de distribution en présence d'énergies renouvelables thèse-stage-post-doc



Travaux 2025 – volet recherche

- Sujets « réseau électrique »
- Sujets transverses
- Data et IA



Protection



**Réseaux
hybrides AC/DC**



Micro-réseaux



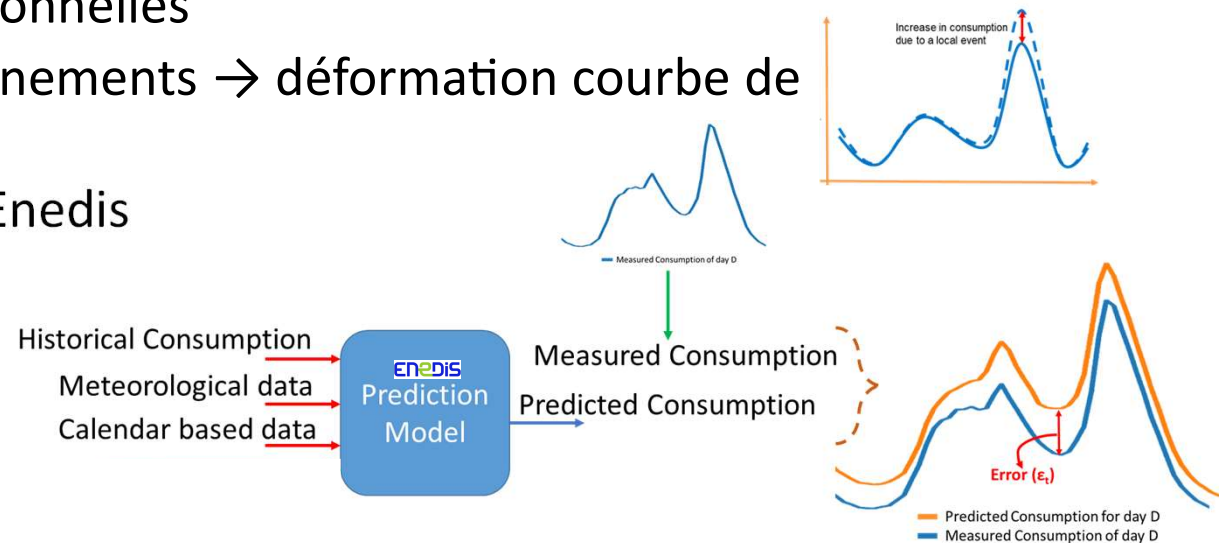
**Apport des données de
réseaux sociaux pour la
modélisation/prévision
des charges**



Prévision de la consommation à la maille locale sur la base de données hétérogènes

• Contexte

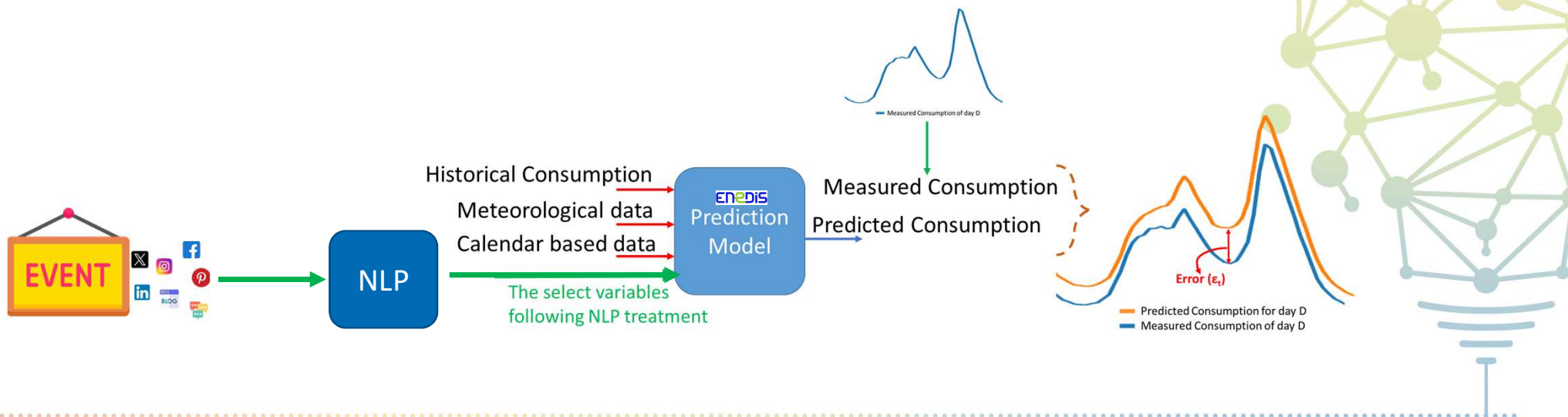
- A l'échelle locale, consommation électrique directement impactée par les activités humaines difficilement prévisibles par des approches conventionnelles
- Certains grands événements → déformation courbe de consommation
- Modèles actuels d'Enedis



Prévision de la consommation à la maille locale sur la base de données hétérogènes

• Méthodologie

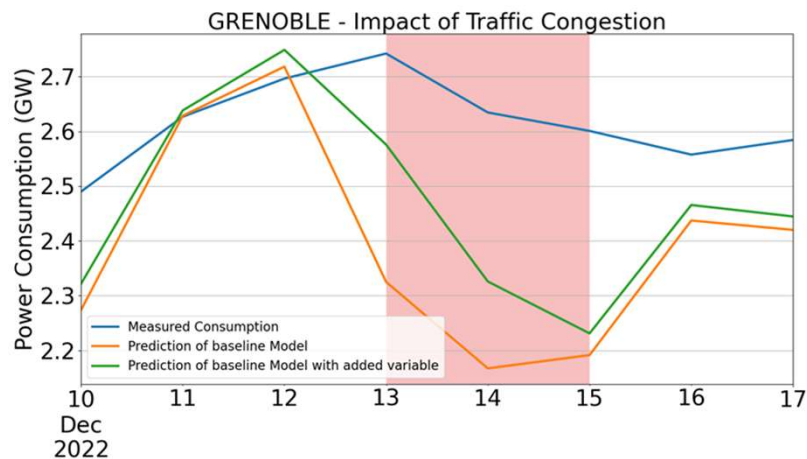
- Mise en place de la chaîne d'extraction automatique de données de réseaux sociaux
- Construction de variables explicatives à partir de ces données (méthodes de NLP)
- Sélection et intégration de variables pour l'amélioration des modèles



Prévision de la consommation à la maille locale sur la base de données hétérogènes

• Méthodologie

- Mise en place de la chaîne d'extraction automatique de données de réseaux sociaux
- Construction de variables explicatives à partir de ces données (méthodes de NLP)
- Sélection et intégration de variables pour l'amélioration des modèles



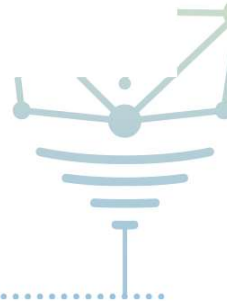
Amélioration de l'erreur de prédiction grâce à l'ajout de la variable « congestion routière » dans le modèle de référence

•3 France 3 Régions

Grenoble se réveille sous 10 centimètres de neige, les conditions de circulation sont difficiles

La neige a fait son apparition dans les rues de Grenoble cette nuit, pouvant atteindre près de 10 centimètres au sol à certains endroits. "En...

13 déc. 2022



Chaire SmartGrids : résultats (nov. 2025)

5 éditions
du MOOC

6 journées
scientifiques

20 thèses
réalisées ou
en cours

3
présentations
invitées

Chiffres clés

15 études
techniques

62
publications
scientifiques

5 prix*

* 3 prix de thèse de l'association Think SmartGrids, un best paper CIRED, prix Paul Caseau

Merci pour votre attention!

