

FlexTASE

Axe n°3 : Indicators of flexibility for multi-energy systems

Rappel des objectifs

Axis 3: Indicators of flexibility for multi-energy systems

Responsables : Julien Ramousse & Simon Camal

Context

- Development of **intermittent renewable energies**
- Increasing **risks of tension in the energy supply**



Balance between energy supply and demand
at various scales (district, territory, region, national)



Evaluation of the intrinsic flexibility of the multi-energy systems
and of the impact on the distribution and transmission networks

Objective

Define **flexibility indicators** (technical and economic) intrinsic to multi-source and multi-energy systems (associations of energy production, storage, conversion and dissipation units, as well as demand adaptation levers...)

- Flexibility indicators on **consumption**
- Flexibility indicators on **production**
- Indicators of **adequacy between supply and demand**
- Indicators of **impact on the energy transmission and distribution networks**

direct and indirect flexibilities

both quantitative and qualitative indicators

Methods

Identification of **producible and non-pilotable ENR** (adequacy of resources/needs) + Usefulness of forecasting

Evaluation of the **combination of technological associations**

Issue of the territorial **market mechanism** of flexibility

Risks
data access
(mitigated by axis 5 and axis 6)

WPs associés

Axis 3	WP 4	Adaptability of solar generation and demand							
	WP 5		Flexibility indicators of multi-energy territorial systems by combinatorial approach						
	WP 8	Decision-making of flexibility provision and use under multiple sources of uncertainties							

Partenaires

Démarrage souhaité

WP 4: Adaptability of solar generation and demand

*LOCIE-USMB
+ PACTE-UGA*

ASAP

WP 5: Flexibility indicators of multi-energy systems by combinatorial approach

*LOCIE/LISTIC-USMB
+ LITEN-CEA*


10/2024

WP 8: Decision-making of flexibility provision and use under multiple sources of uncertainties

PERSEE-MinesParis

ASAP

Livrables

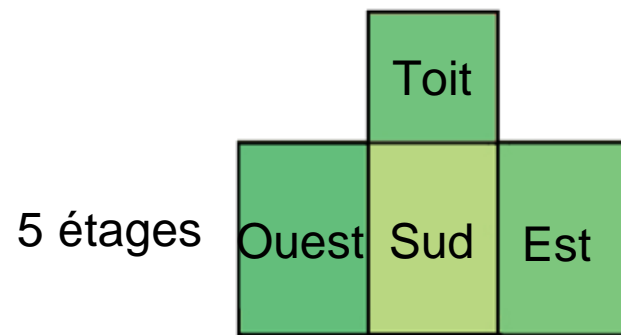
- T0+6** Review on the state of the art on indicators, development of new indicators and dashboards, implementation on case studies, benchmarking to evaluate the indicators, deployment plan for solar energy on different scales  **Décaler à T0+12/18 ?**
- T0+24 and T0+36** Definition of flexibility indicators (technical and economic) intrinsic to multi-energy systems and integrating the different direct and indirect flexibility levers identified (associations of energy production, storage, conversion and dissipation units, as well as demand adaptation levers...)
- T0+36** Decision-aid methodology for flexibility provision and use under multiple uncertainties, presenting algorithms and results, recommendation to public authorities
- T0+60** Tools to support the massive integration of PV for urban planners and network managers
-

WP4: Optimization of the PV integration on the urban surfaces for improved flexibility

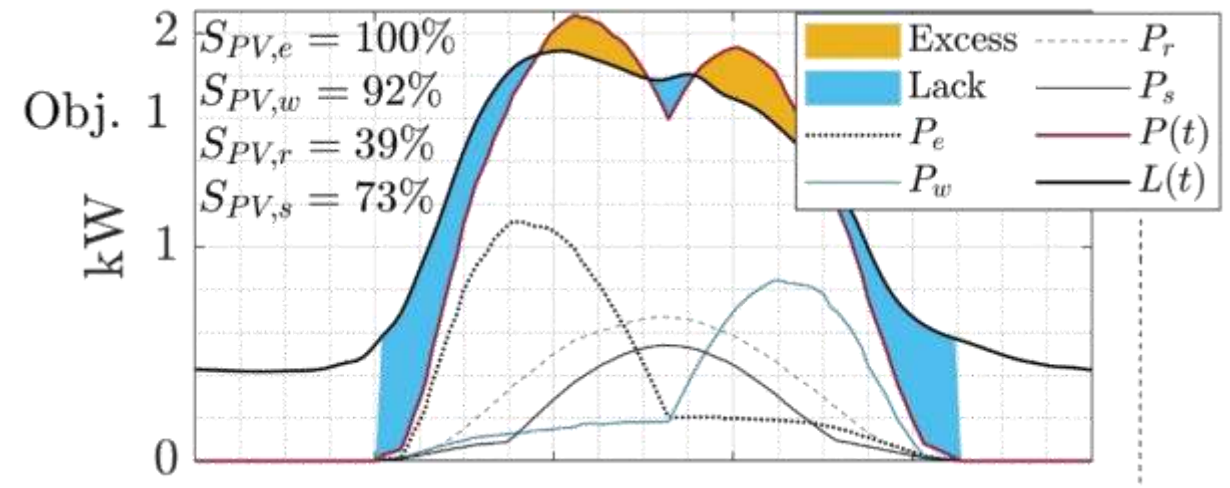
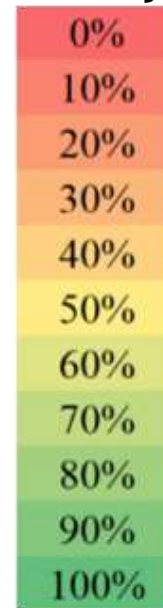
Objectif : Minimiser les échanges d'énergie avec le réseau – Cas d'étude avec un seul bâtiment

Consommation Elec.:

- 50kWh/m2/an
- Profil bât. tertiaire

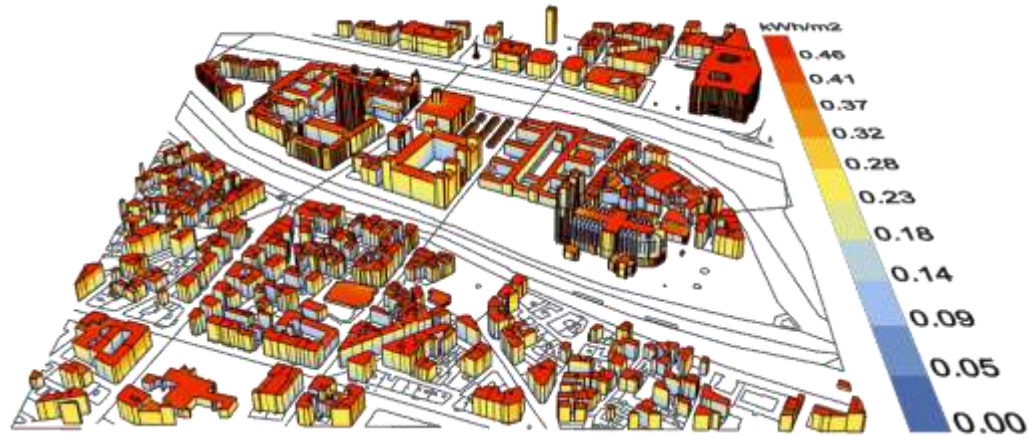


Taux de couverture PV de la façade



WP4: Optimization of the PV integration on the urban surfaces for improved flexibility

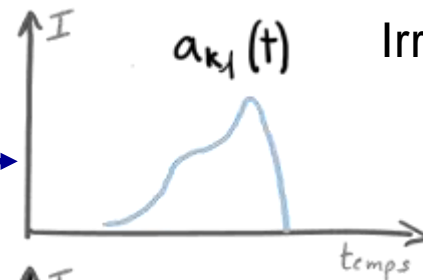
Objectif : utilisation de géométrie hétérogène réelle de quartier/ville pour une meilleure flexibilité



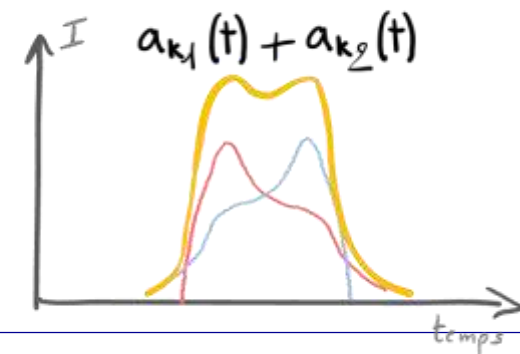
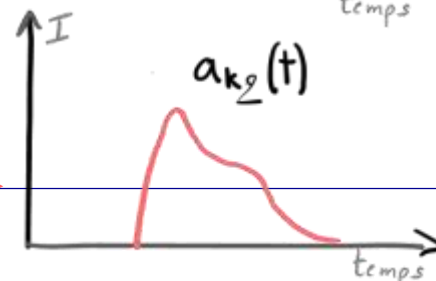
Energie solaire incidente – île de la cité Paris – Source personnelle



Application foisonnement – Source personnelle

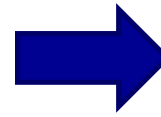


Irradiance Journalière



WP 5 : Flexibility indicators of multi-energy systems by combinatorial approach

Objectif : Evaluation du potentiel intrinsèque de flexibilité d'un système multi-sources



Dénombrement des combinaisons d'unités pour satisfaire une demande

Méthodologie :

- Approche combinatoire
- Approche agrégée (échelle du territoire : du quartier à pays)
- Fonction des seules unités disponibles
- Pas d'arbitrage sur les solutions potentielles

Perspectives :

- Multi-énergies
- Flexibilités effectives & Flexibilité spécifiques
- Flexibilité opérationnelle => vers une approche continue ?

WP 5: Previous work - Methodology

Description en unités équivalentes

PRODUCTION

Pilotable

(Conventionnelle)

Non-pilotable

(Renouvelables)

(DÉ-)STOCKAGE

Réservoirs

(ou similaires)

Implicite

(Inertie réseau, surchauffe canalisations...)

DISSIPATION

Dissipation

« physique »

(p.ex. : aérothermes)

Délestage

(Exports, etc.)

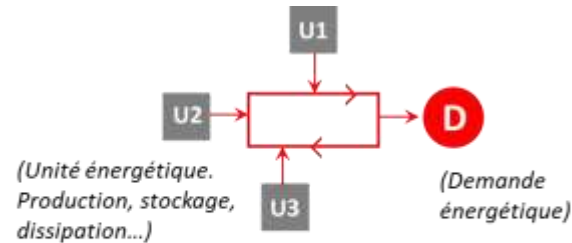
DSM

« Load shifting »

« Peak shaving »

« Direct load control »

Evaluation des potentiels de flexibilités
(approche combinatoire)

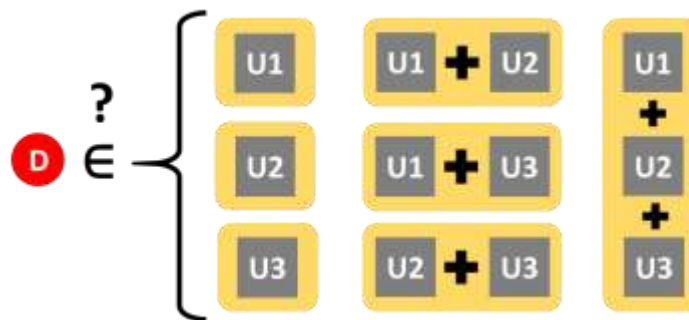


$$F = \ln(\Omega)$$

Ω = Nombre de configuration du réseau
 $\Omega + 1$ pour chaque combinaison valide
(c.-à-d. qui satisfait la demande)

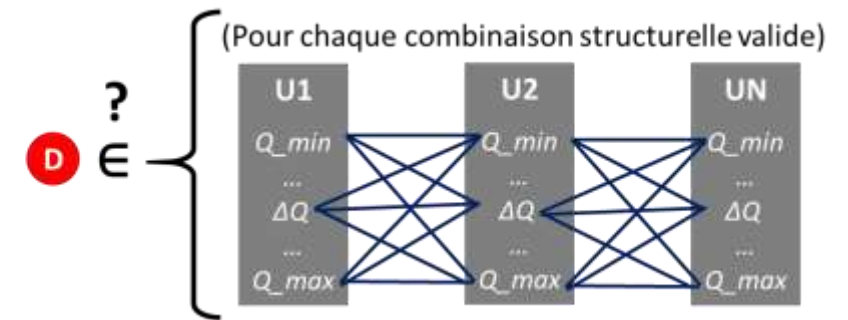
Potentiel de flexibilité structurelle (F^{st}, Ω^{st})

« Quelles combinaisons valides d'unités ? »



Potentiel de flexibilité opérationnelle (F^{op}, Ω^{op})

« Quelles combinaisons valides de pilotage d'unités ? »



WP5: Previous work - Illustration

$P_{P1} = [0, 2, 3]$ MW
 $P_{P2} = [0, 3, 4]$ MW
 $P_{P3} = [0, 14, 15]$ MW

$P_{D1} = [0, -1]$ MW

$P_{S1} = [-1, 0, +1]$ MW

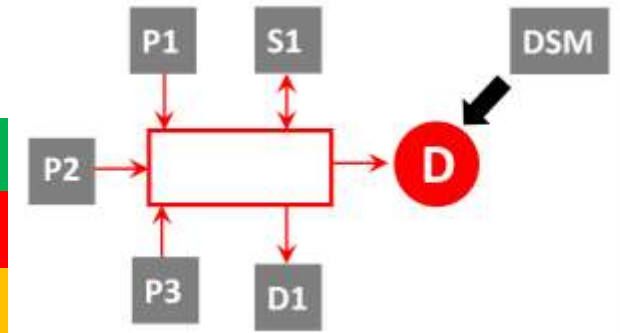
$P_{DSM} = [-1, 0, +1]$ MW

Productions pilotables

Productions pilotables + Dissipations

Productions pilotables + dissipations + (dé-)stockage

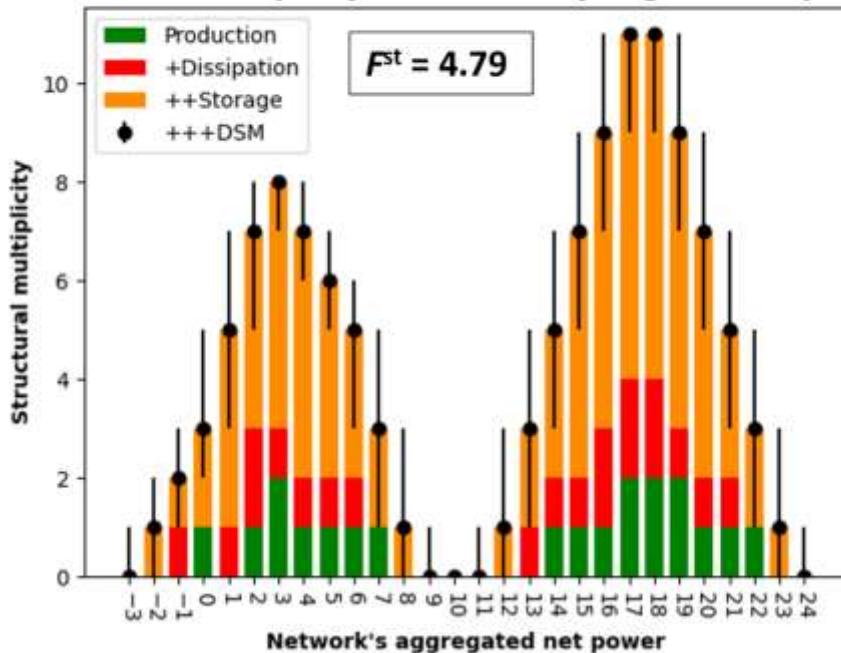
Prod. Pil + Dissip. + stockage + gestion demande (DSM)



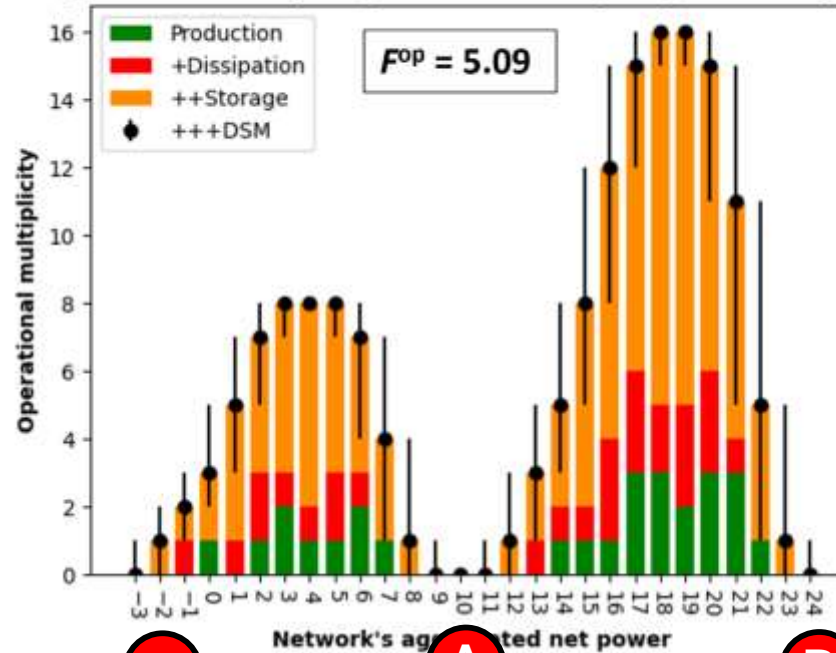
Demand-side management (DSM):

- Décale la demande vers des puissances à flexibilité différente
- Peut augmenter ou réduire la flexibilité
- Permet d'éviter des points d'étranglement

Structural multiplicity distribution (synergies are implicit)



Operational multiplicity distribution (synergies are implicit)



C

A

B

A

B

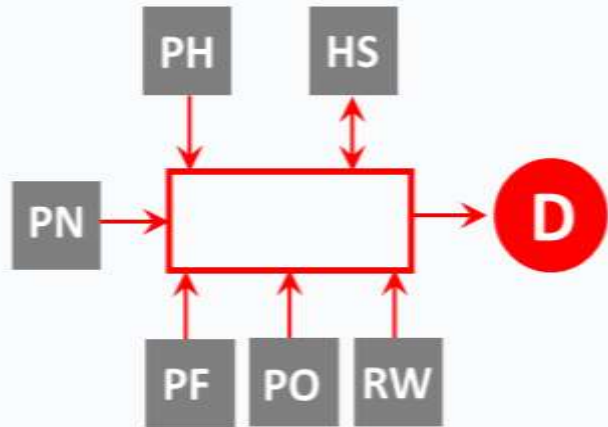
C

“Hard” choke point

“Soft” choke point

Potential choke point

WP5: Previous work – Application to the national electric grid

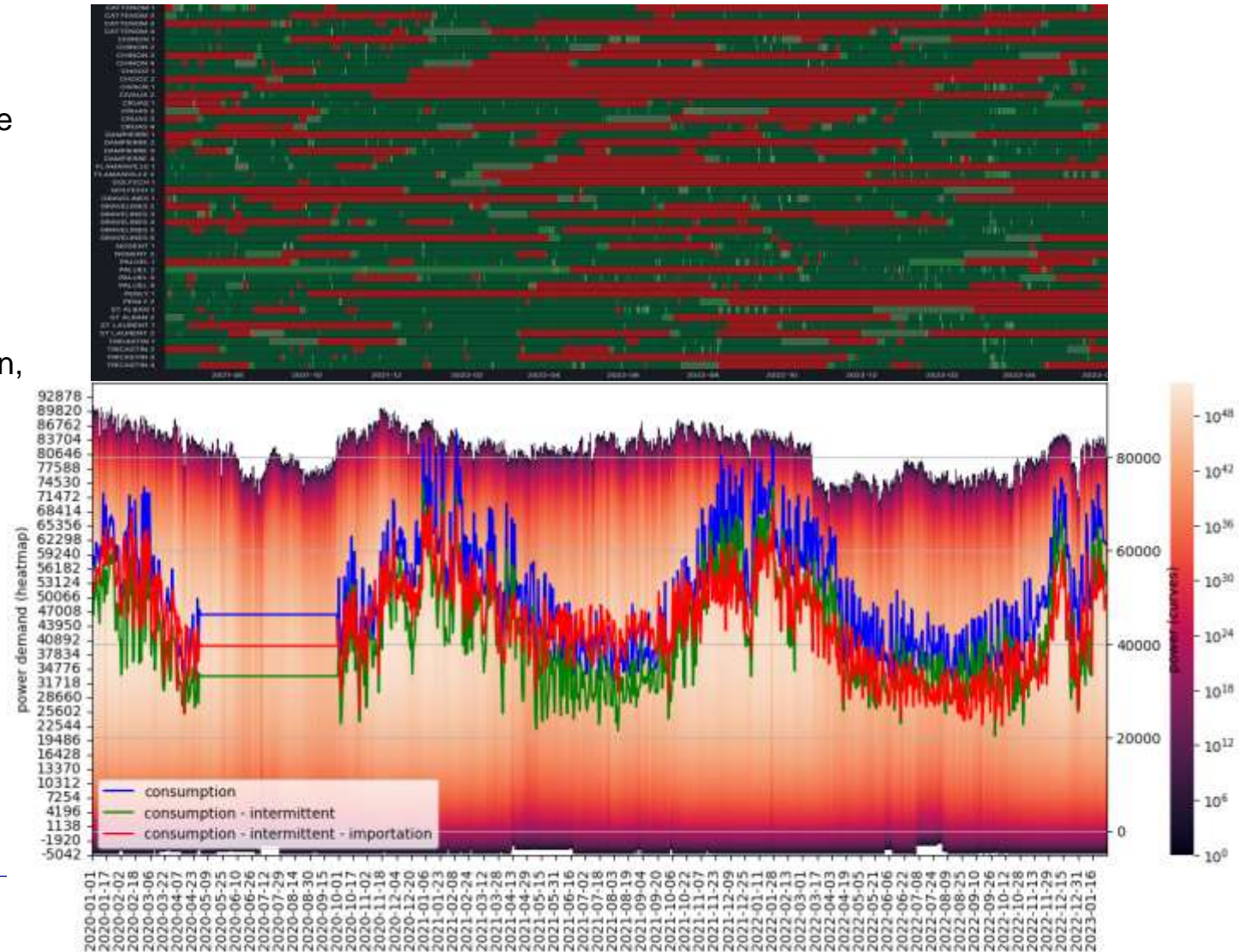


PN : Production nucléaire
 PH : Barrage réservoir
 PH : Barrage réservoir
 PF : Production fossile
 PO : Autres productions
 HS : STEP
 RW : ENR (solaire, éolien, barrage au fil de l'eau)

Données RTE

- Consommation électrique
 API : "Consolidated Consumption"
- Production électrique par filière (incluant les échanges au frontière et le stockage)
 API : "Actual Generation"
- Indisponibilité totale ou partielle des unités de production et de stockage
 API : "Unavailability Additional Information"
- Puissance installée par filière
 API : "Generation Installed Capacities"

Disponibilité des 56 réacteurs nucléaires français



WP 8: Decision-making of flexibility provision and use under multiple sources of uncertainties (1/4)

Contexte

Méthodes d'analyse de flexibilité existent pour systèmes électriques nationaux

A l'échelle du territoire (quartier -> région):

- Quel potentiel de flex opérationnelle vs **incertitudes court-terme** (h+minutes à J+7)?
- Comment **valoriser** une flex locale élec + gaz/h2?

Objectifs

Méthodes **data-driven** pour la flex locale opérationnelle :

- Indicateurs de **fiabilité** de fourniture de flex
- Stratégies de **valorisation** (échelles: micro-grid à région?)
- **Simplifier** la chaîne de modélisation prévisions/optimisations



WP 8: Decision-making of flexibility provision and use under multiple sources of uncertainties (2/4)

Méthodologie

1. Indicateurs de flexibilité opérationnelle

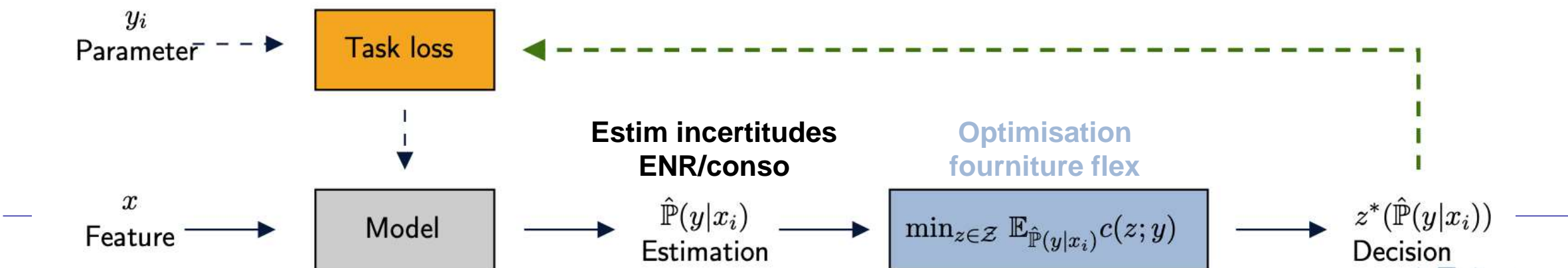
Horizons de qq mins à qq jours: potentiel de stockage, effacement, pilotage et risque associé

2. Méthode analytique de valorisation de la flexibilité

Forecast-then-Optimize, plusieurs modèles: marché de flexibilité local, micro-grids elec-gaz-h2

3. Prévision 'end-to-end' des décisions de flexibilité

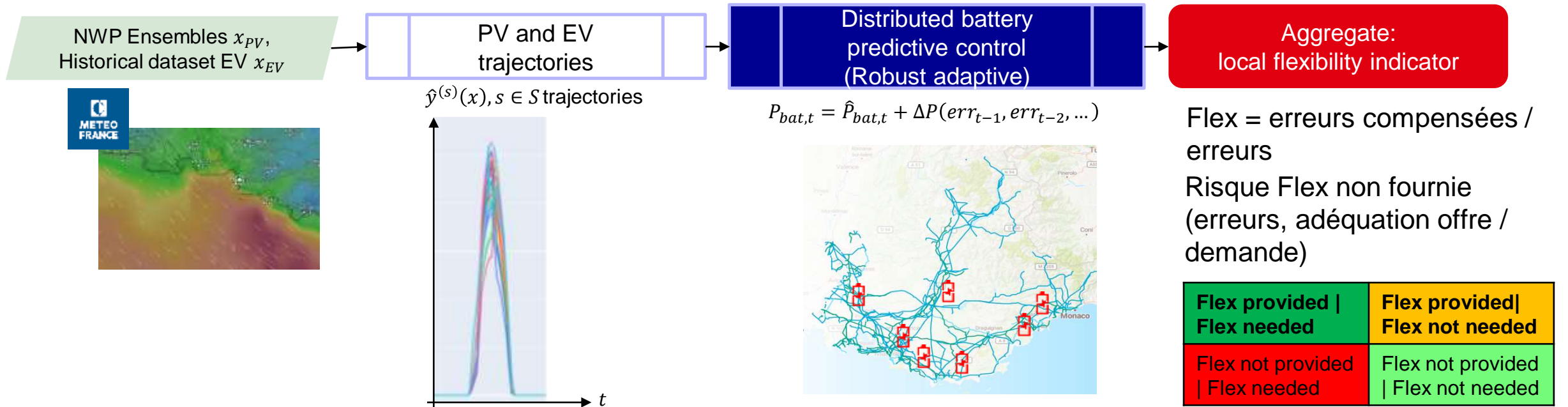
Un seul modèle intégré:



WP 8: Decision-making of flexibility provision and use under multiple sources of uncertainties (3/4)

En cours: Estimation du potentiel de flexibilité par batteries à l'échelle régionale

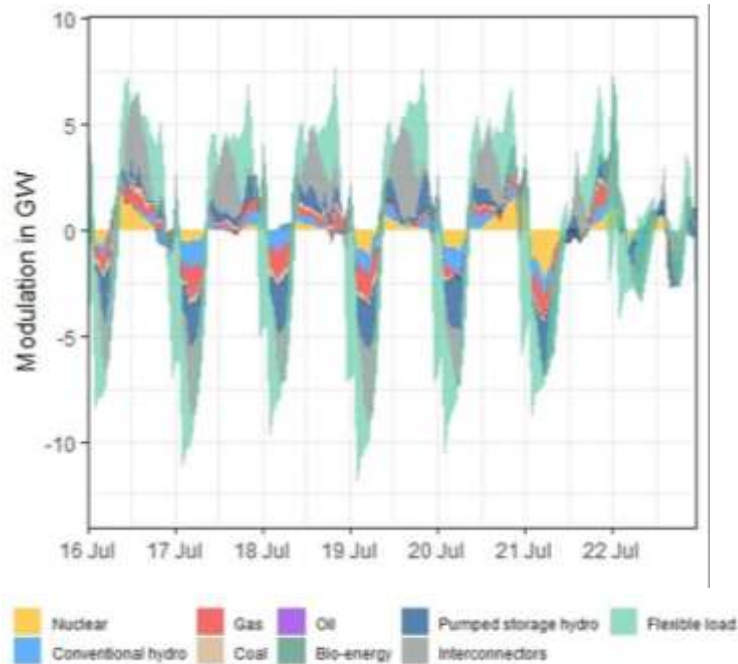
Stratégie de charge de J+1 à H+15min pour compenser erreurs de prévision PV, EV



WP 8: Decision-making of flexibility provision and use under multiple sources of uncertainties (4/4)

Previous work

Indicateurs de flexibilité J+1 du système électrique FR



Thomas Heggarty. Techno-economic optimisation of the mix of power system flexibility solutions. Electric power. Université Paris sciences et lettres, 2021. English. <https://www.theses.fr/2021UPSLM030>

Optimisation robuste de la participation d'agrégateurs résidentiels à des marchés locaux de flexibilité

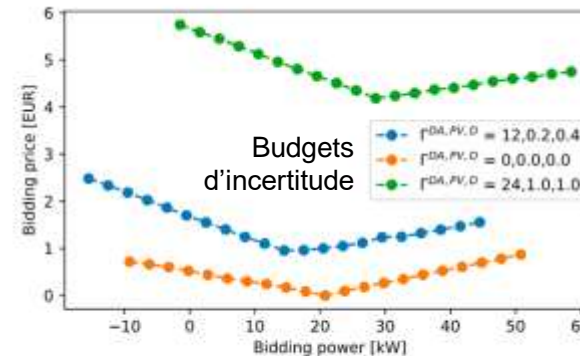


Fig. 4. Local flexibility bidding curves for $t = 21h$

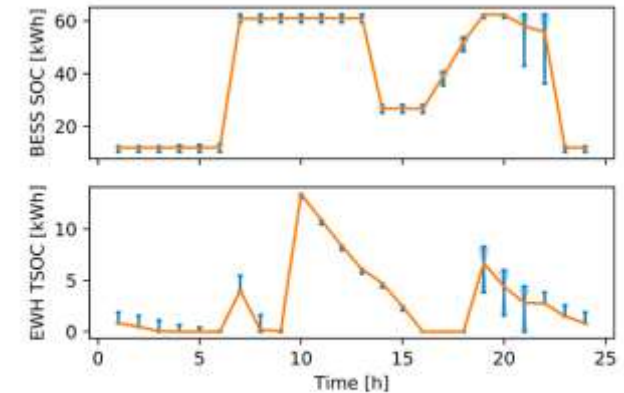


Fig. 5. Average (orange) state of charge and boxplots (blue) of batteries and EWHs for the bidding quantities in $t=21h$

C. A. Correa-florez, A. Michiorri, G. Kariniotakis, "Optimal Participation of Residential Aggregators in Energy and Local Flexibility Markets," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. PP, no. c, p. 1, 2019, <https://hal.science/hal-02314162>

Interactions entre WPs dans axe 3

- **Etat de l'art** commun (sources de flexibilités + complémentarité, besoins de flexibilités, indicateurs de flexibilité)

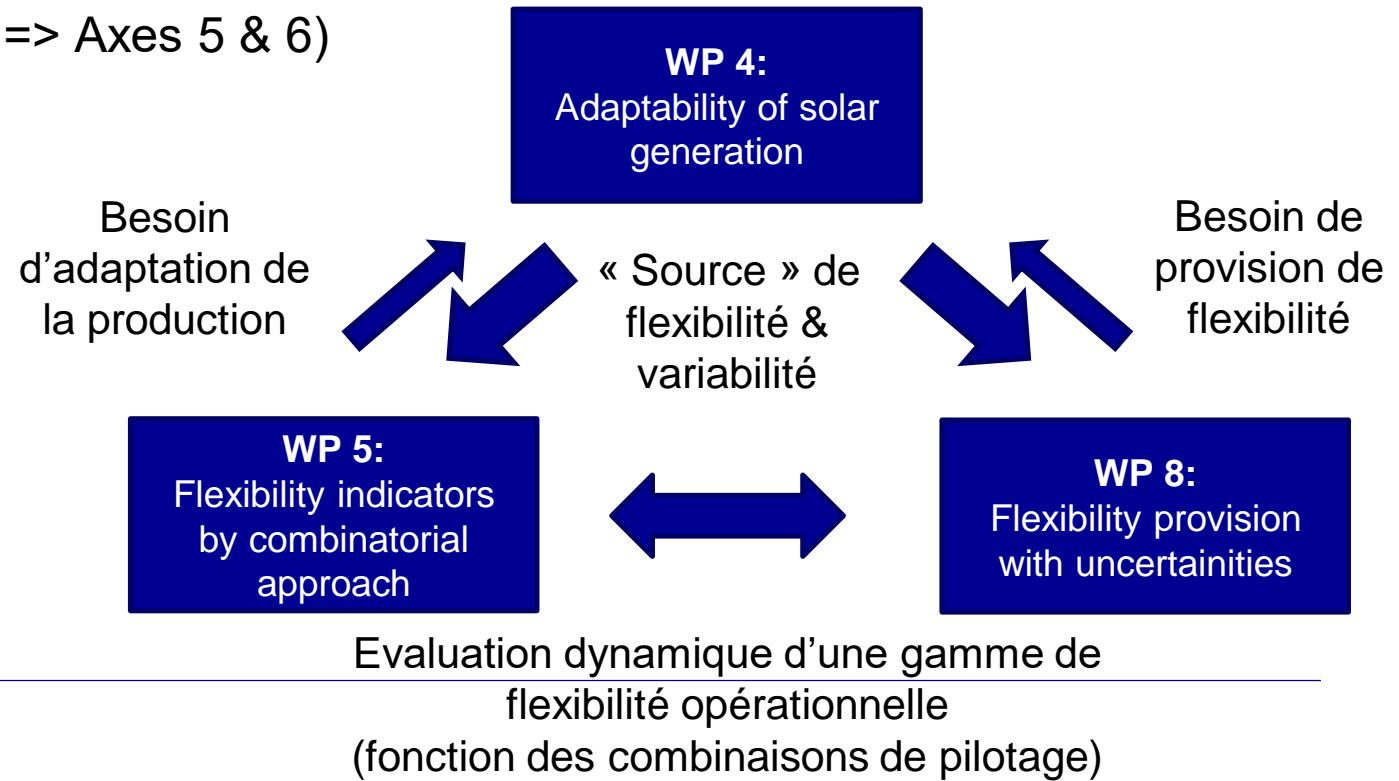
- **Même cas d'étude**

Territoire en transition avec données opérationnelles disponibles ENR+conso
 Presqu'île de Grenoble, autres... ? => Axes 5 & 6)

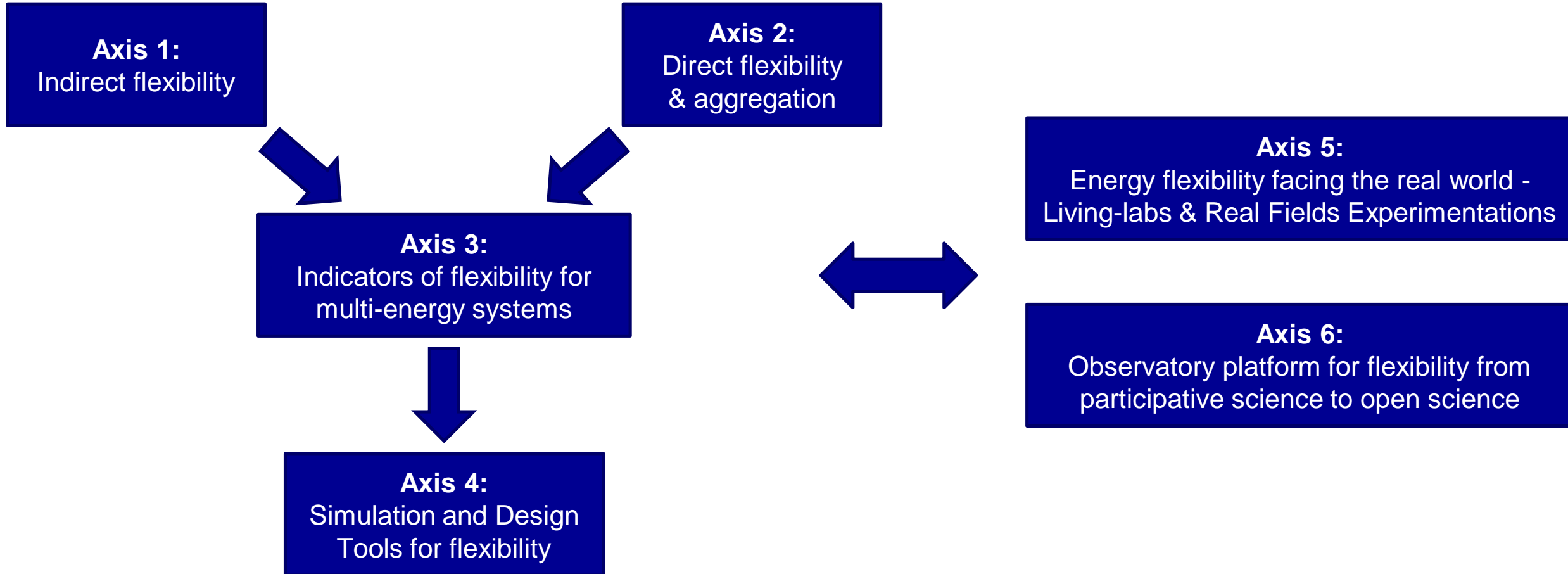
- **Complémentarité des échelles d'étude**

- WP4 : Bâtiment/Territoire
- WP5 : Quartier/Pays
- WP8 : Quartier/Région

- **Interactions Entrée/Sortie modèles**



Interactions avec les autres axes



FlexTASE

Axe n°3 : Indicators of flexibility for multi-energy systems

Questions ?