



Contribution du tertiaire à la flexibilité énergétique

Confirmation du besoin et bilan des travaux
exploratoires



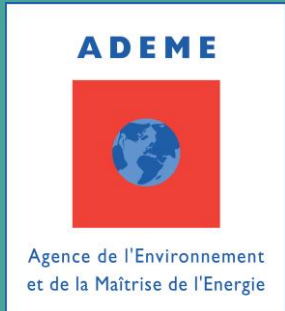
1. Confirmation du gisement

Etude ADEME (2017)



FLEXIBILITÉ – ANALYSE ADEME

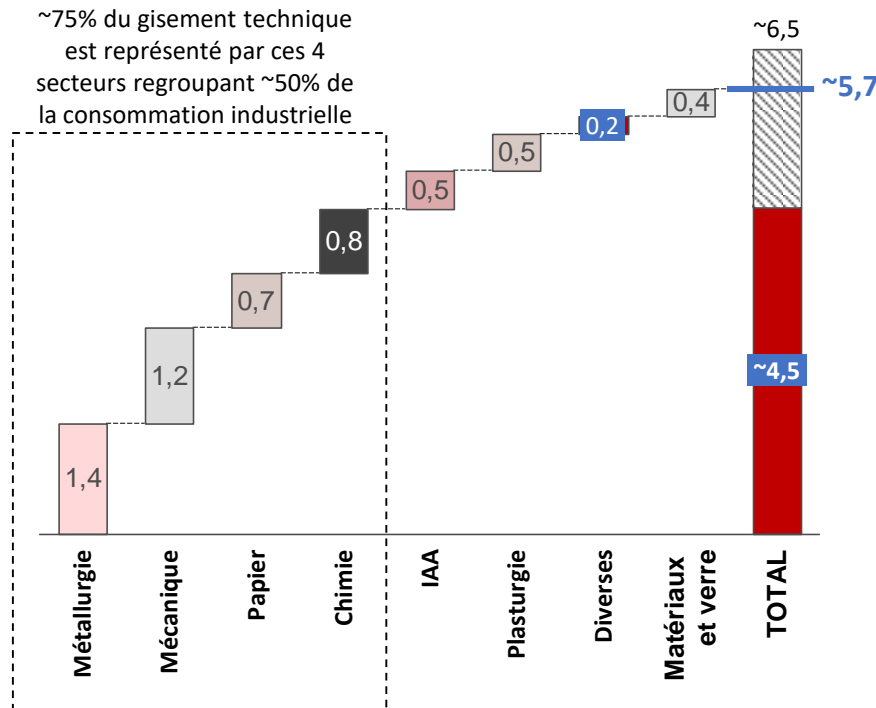
FLEXENR: pilotage
par le service
bâtiment et le service
énergies
renouvelables



Le gisement technique³⁾ actuel d'effacement de process (pour une durée courte, ~30 min) est estimé entre ~4,5 et 6,5 GW dans l'industrie et entre ~2 et 3 GW dans les secteurs tertiaires étudiés

GISEMENT TECHNIQUE INDUSTRIEL²⁾ [GW]

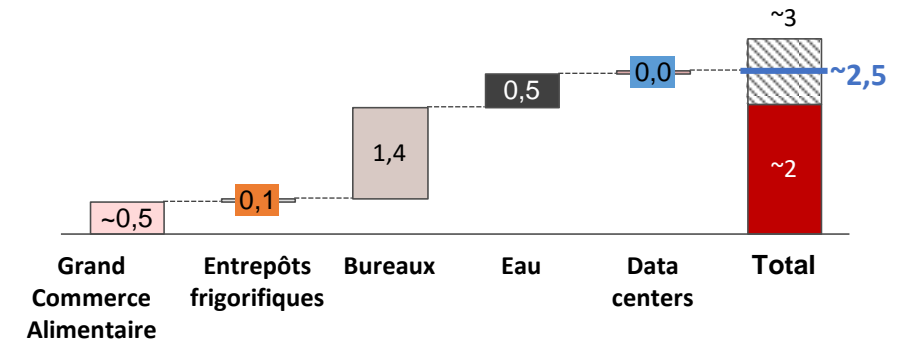
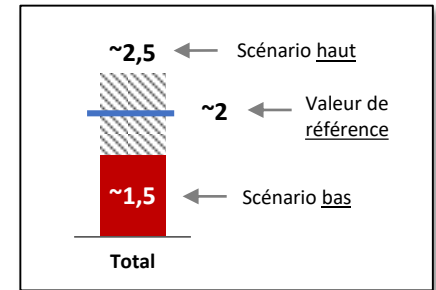
Pour un effacement de 30 min



GISEMENT TECHNIQUE¹⁾ TERTIAIRE [GW]

Pour un effacement de 30 min

Légende

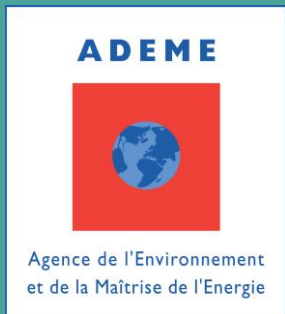


- 1) Scénario haut et bas estimés sur la base d'hypothèses de variation autour de la part de puissance effaçable par usage de +/-10 points (40% et 60% pour un hypothèse de référence à 50% pour le froid dans le grand commerce alimentaire par exemple)
- 2) Scénarios haut et bas estimés sur la base d'estimation, usage par usage, d'une hypothèse haute et basse sur la part de puissance effaçable (cf annexes)
- 3) Gisement accessible hors contraintes économiques

Source: Entretiens cas d'étude, données de consommation CEREN, bases de données E-CUBE, analyses CEREN & E-CUBE Strategy Consultants

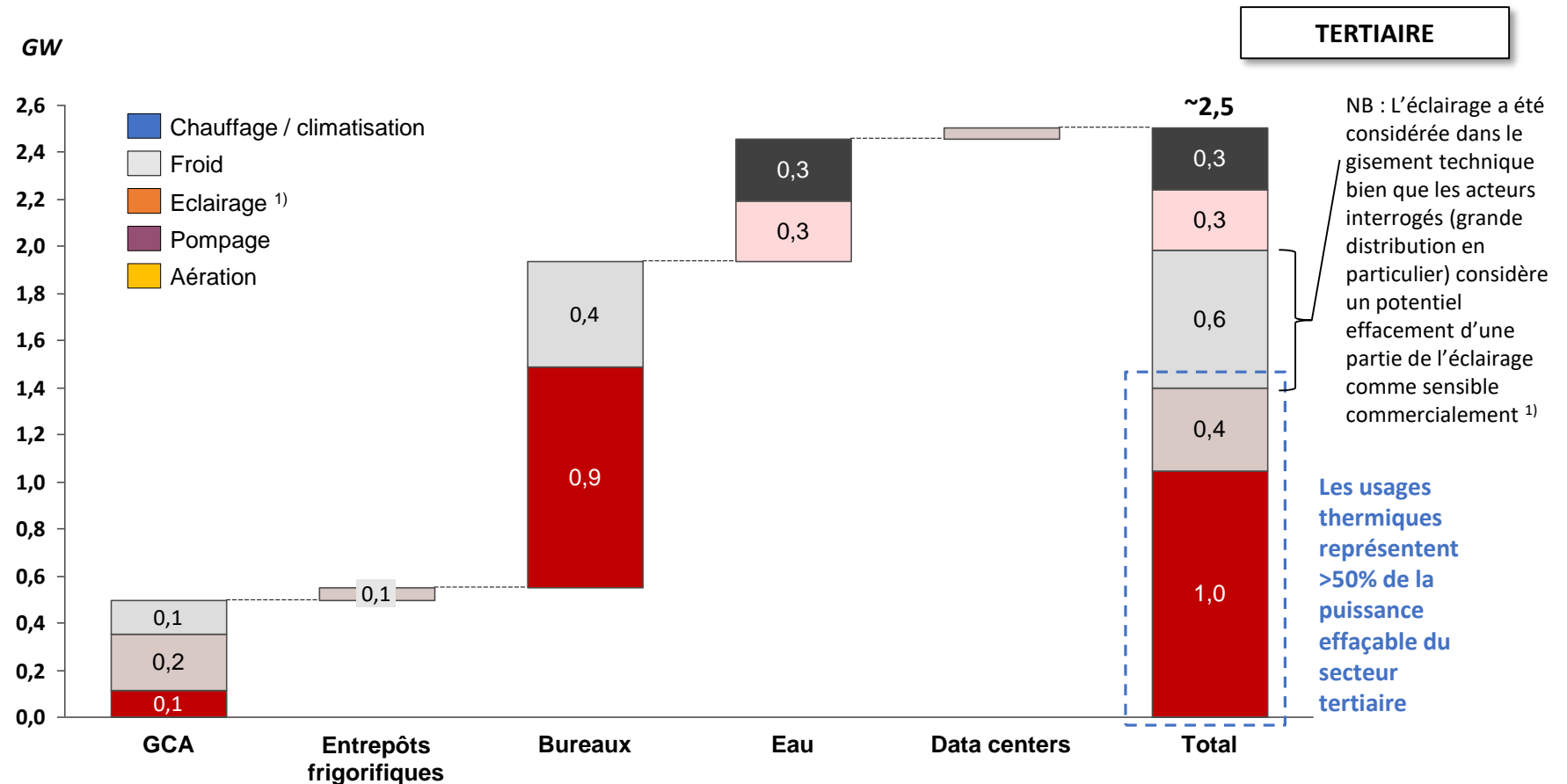
LE PRINCIPAL GISEMENT EST LA THERMIQUE

Etude flexibilité ADEME: consommations existantes sans stockage



Les usages thermiques (froid, chauffage et climatisation) représentent ~50% du gisement technique des secteurs tertiaires étudiés, le reste du gisement étant composé de l'éclairage¹⁾ et du secteur de l'eau (pompage & aération)

GISEMENT TECHNIQUE PAR SECTEUR ET PAR USAGE DANS LE TERTIAIRE – HYPOTHESES DE REFERENCE [GW]

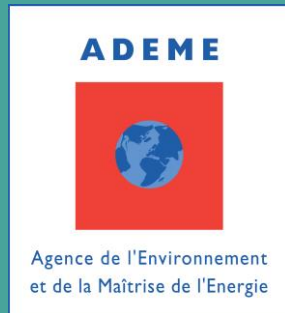


1) Seul 25% des consommations d'éclairage ont été considérées comme effaçables (ordre de grandeur du niveau de puissance d'éclairage effacé dans la grande distribution aux USA)

DURÉE D'ACTIVATION

Les usages effaçables dans le tertiaire sont limités en durée (froid, chauffage) et le gisement technique décroît donc plus fortement pour des exigences d'activation de longues durées (\rightarrow foisonnement); Cet aspect a moins d'impact sur l'industrie

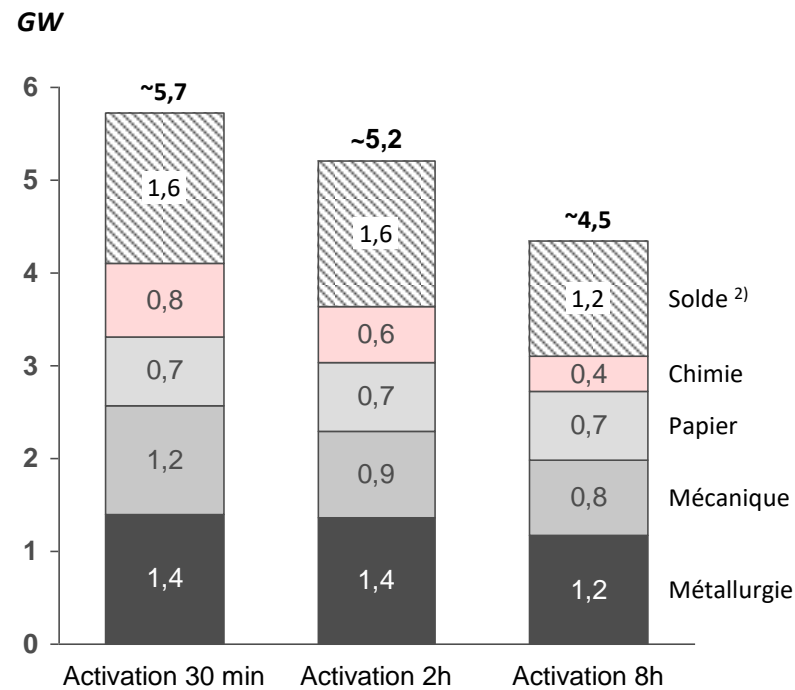
Etude flexibilité ADEME: consommations existantes sans stockage



INDUSTRIE

Gisements techniques estimés selon la durée d'activation exigée [GW]

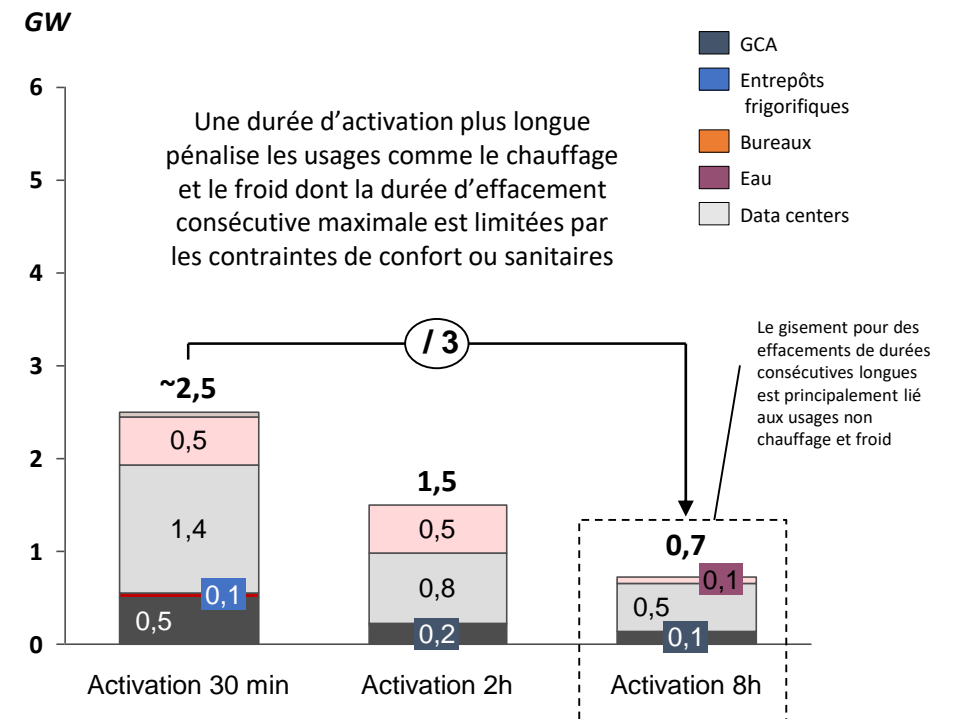
Avec les hypothèses de référence ¹⁾



TERTIAIRE

Gisements techniques estimés selon la durée d'activation exigée [GW]

Avec les hypothèses de référence



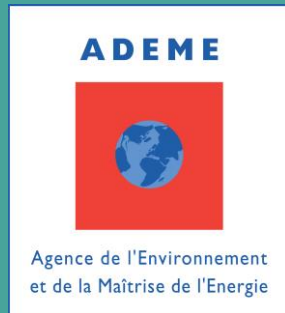
1) Les scénarios haut et bas d'estimation du gisement technique ne sont ici pas représentés

2) IAA, Verre, Plasturgie & Caoutchouc, Matériaux, Divers

Synthèse des cas d'étude tertiaire

DÉTAIL

Etude flexibilité ADEME



NATIONAL			CAS D'ÉTUDE		
Secteur (conso France)	Principaux usages effaçables	Effacement adapté	Odg. puissance valorisable	Maturité actuelle	Principaux freins et contraintes (techno et orga.)
Grand commerce alimentaire 10 TWh	<ul style="list-style-type: none"> Froid (modulation de consigne) CVC (modification des consignes) Eclairage (extinction partielle de rampes lumineuses) 	<ul style="list-style-type: none"> Court (~30 min à 2h) 	<ul style="list-style-type: none"> 10 à 30% de la puissance moyenne appelée 	<ul style="list-style-type: none"> Test de valorisation des effacements process (pas de valo. actuellement) Valorisation des groupes électrogènes 	<ul style="list-style-type: none"> Gisements unitaires limités Contraintes sécurité et commerciales Hétérogénéité des GTB, GTC et absence de systèmes centralisés Mesure du réalisé Coût d'installation d'équipements, études et mise à niveau de l'existant
Entrepôts frigorifiques 1 TWh	<ul style="list-style-type: none"> Froid (modulation de consigne avec stratégie de stockage – i.e. refroidissement anticipé – ou équipement de stockage froid) 	<ul style="list-style-type: none"> Court (~30 min à 2h) Délai d'activ. long (si stockage) 	<ul style="list-style-type: none"> ~20% 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de valorisation actuellement (tests réalisés) 	<ul style="list-style-type: none"> Gisements unitaires limités Contraintes hygiène, sécurité (risque de pertes importantes de stocks)
Eau 6,6 TWh	<ul style="list-style-type: none"> Pompes (production d'eau potable) Aération (turbines pour l'aération et l'agitation dans le traitement des eaux usées) 	<ul style="list-style-type: none"> Court à très court (1 à 2h si agrégation des sites) 	<ul style="list-style-type: none"> ~50% 	<ul style="list-style-type: none"> Valorisation d'interruption de process 	<ul style="list-style-type: none"> Gisements unitaires limités Exploitation hétérogène des sites Contraintes qualité de l'eau et du service
Bureaux¹⁾ 35 TWh	<ul style="list-style-type: none"> CVC (modification des consignes) Eclairage (extinction partielle de rampes lumineuses) 	<ul style="list-style-type: none"> Court (~30 min) 	<ul style="list-style-type: none"> ~40% (chauffage et climatisation) ~25% (éclairage et ventilation) 	<ul style="list-style-type: none"> Tests réalisés dans le cadre de projets pilotes (ex : Greenlys, Issygrid) 	<ul style="list-style-type: none"> Gisements unitaires limités Multiplicité des acteurs impliqués Hétérogénéité des GTB et absence de systèmes centralisés
Data centers 3 TWh	<ul style="list-style-type: none"> Serveurs et processeurs (arrêt ou mise en veille de serveurs) Climatisation, refroidissement (modification des consignes, ou équipement de stockage froid) 	<ul style="list-style-type: none"> Court (<1h sur le froid) 	<ul style="list-style-type: none"> Effacement froid (<40% de l'usage froid) 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de valorisation à l'heure actuelle (process ou autoconso.) 	<ul style="list-style-type: none"> Niveau de service à garantir par les hébergeurs (accessibilité et sauvegarde des données) Forte sensibilité à la température Optimisation des consignes froid avancée

1) Réalisé sur la base des entretiens avec des agrégateurs

Pas d'effacement
 Faible maturité
 Maturité moyenne
 Forte maturité

Source: Entretiens, données CEREN, analyse E-CUBE Strategy Consultants

1. Transformation de la contrainte réseau en un signal de « FLEX »

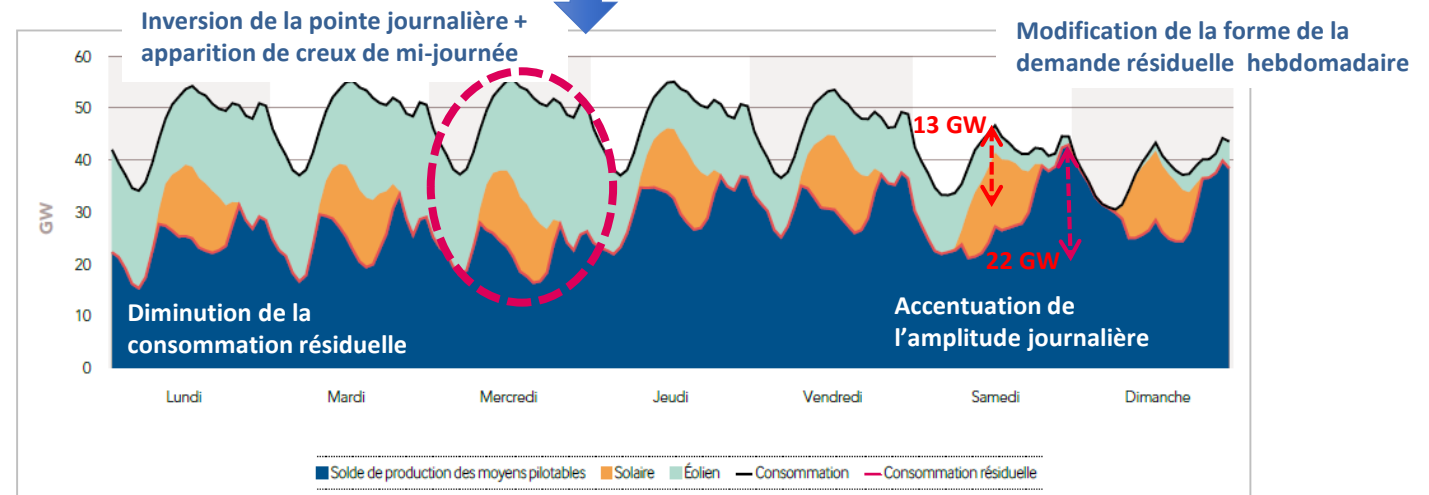
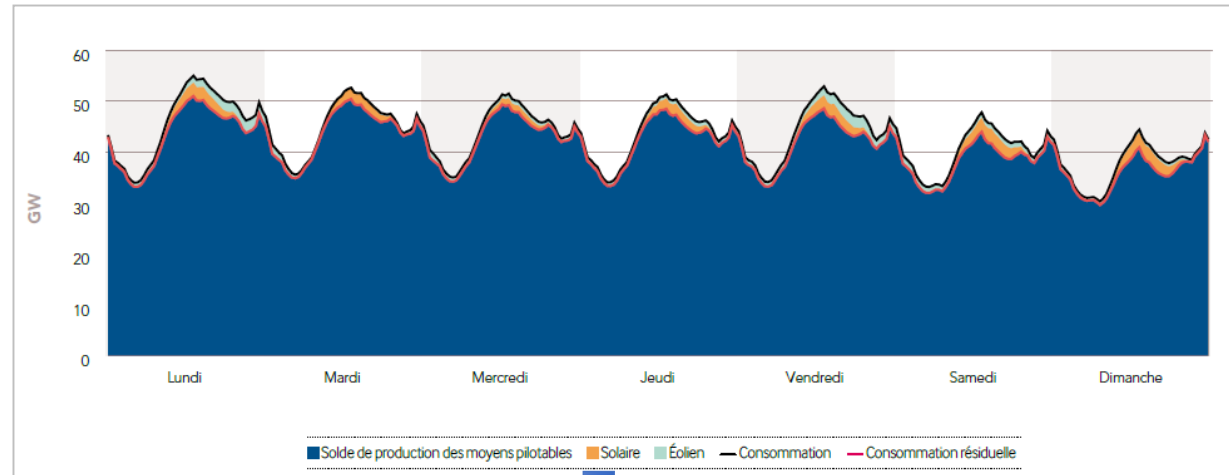
Au-delà du tarif TEMPO...



Rendre compte de la consommation résiduelle

TRANSFORMA –
TION EN SIGNAL
POUR LE
BÂTIMENT

Travail RTE



CONDITIONS CLIMATIQUES ET DE RÉSEAU

Partir de la
« grammaire »
tarifaire connue

Choix d'une année climatique connue, décrite et « typique », et si possible « représentative » des climats futurs:

A dire d'experts, sur avis de METEO France, l'année 2015,
Utilisation d'un fichier standard (Paris) complètement décrit (DJU, éclairage, etc.)

RTE fournit sur le climat 2015 une chronique horaire / journalière de l'année 2015 simulée avec une pénétration ENR 2025: 37 GW Eolien et 24 GW PV incluant:

Définition de 4 types de jour, des prix les plus élevés aux moins élevés :

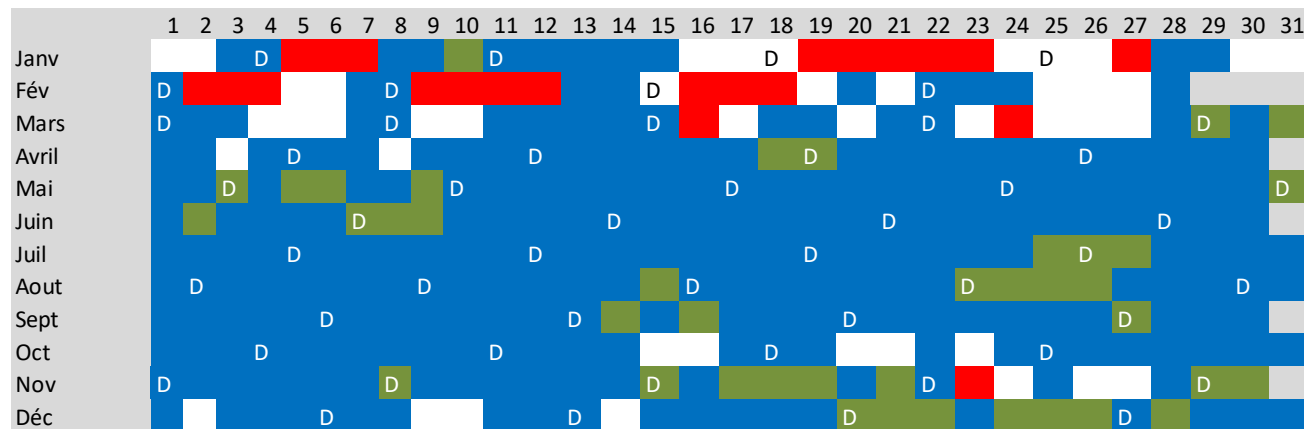
22 jours « Rouges » : tension importante sur le réseau,
43 jours « Blanc » : tension moindre,
260 jours « Bleus »: journée normale,
40 jours « Verts »: abondance d'ENR, stimulation de consommation souhaitable.

Chaque jour, 3 types d'heures des prix les plus élevés aux moins élevés :

Heures de pointe ou (p)
Heures pleines ou hp,
Heures creuses ou hc.

VISUELLEMENT: DES SIGNAUX PRÉ TARIFAIRES

Année



Chronique horaire

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
01/01/15	2X	2X	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2C	2C	2C	2C	2C	2C	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	
02/01/15	3P	3C	3C	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P	
03/01/15	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3C	3C	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	
04/01/15	3P	3C	3C	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P	
05/01/15	1C	1C	1C	1C	1C	1C	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1X	1X	1P	1P	1P	1P	1P	
06/01/15	1C	1C	1C	1C	1C	1C	1P	1P	1X	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1X	1P	1P	1P	1P	1P	1P	
07/01/15	1P	1P	1C	1C	1C	1P	1P	1X	1X	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1C	1C	1C	1C	
08/01/15	3P	3P	3P	3P	3C	3C	3P	3P	3P	3P	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3P	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P	
09/01/15	3X	3P	3P	3C	3C	3C	3P	3P	3X	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3C	3C	3C	3C	
10/01/15	4P	4P	4P	4C	4C	4C	4C	4P	4P	4P	4P	4P	4P	4P	4C	4C	4P	4P	4P	4P	4P	4P	4P	4X	4X
11/01/15	3P	3P	3P	3P	3P	3C	3C	3P	3P	3P	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3P	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P	
12/01/15	3P	3P	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3X	3P	3P	3P	3C	3C	3P	3P	3P	3X	3P	3P	3P	3P	3P	3P	
13/01/15	3C	3C	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P	
14/01/15	3C	3C	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P	3P	
15/01/15	3P	3C	3C	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P	
16/01/15	2C	2C	2C	2C	2C	2C	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2X	2X	2P	2P	2P	2P	2P	
17/01/15	2P	2P	2P	2C	2C	2C	2P	2P	2P	2X	2P	2P	2P	2C	2C	2C	2P	2P	2X	2P	2P	2P	2P	2P	
18/01/15	2P	2P	2P	2C	2C	2C	2C	2C	2C	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2X	2X	2P	2P	2P	2P	2P	

Chroniques journalières:
4 jours x 3 heures
= 12 types d'heures

3. la flexibilité des bâtiments

Simulations du pilotage de l'appel de puissance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01/01/15	2X	2X	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2C	2C	2C	2C	2C	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P
02/01/15	3P	3C	3C	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3X	3X	3P	3P	3P	3P
03/01/15	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3C	3C	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P
04/01/15	3P	3C	3C	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P
05/01/15	1C	1C	1C	1C	1C	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1X	1X	1P	1P	1P	1P	1P	1P
06/01/15	1C	1C	1C	1C	1C	1P	1X	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1X	1P	1P	1P	1P	1C	1C	1C
07/01/15	1P	1P	1C	1C	1C	1P	1X	1X	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1C	1C	1C	1C
08/01/15	3P	3P	3P	3P	3C	3C	3P	3P	3P	3P	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P	3P
09/01/15	3X	3P	3P	3C	3C	3P	3X	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3C	3C	3C	3C
10/01/15	4P	4P	4P	4C	4C	4C	4P	4P	4P	4P	4P	4P	4P	4C	4C	4P	4P	4P	4P	4P	4X	4X	4P	4P
11/01/15	3P	3P	3P	3P	3P	3C	3C	3P	3P	3P	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P	3P
12/01/15	3P	3P	3C	3C	3C	3C	3P	3X	3P	3P	3P	3C	3C	3C	3P	3P	3X	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P
13/01/15	3C	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P	3P
14/01/15	3C	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P
15/01/15	3P	3C	3C	3C	3C	3C	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3X	3X	3P	3P	3P	3P	3P	3P
16/01/15	2C	2C	2C	2C	2C	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2X	2X	2P	2P	2P	2P	2P	2P
17/01/15	2P	2P	2P	2C	2C	2C	2P	2P	2X	2P	2P	2P	2C	2C	2C	2P	2X	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P
18/01/15	2P	2P	2P	2C	2C	2C	2C	2C	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2X	2X	2P	2P	2P	2P	2P	2P

**DÉMARCHE:
DÉTERMINER UN
POTENTIEL
PHYSIQUE**

Evaluer la capacité PHYSIQUE (d'abord) des bâtiments performants actuels à répondre à un cahier des charges de flexibilité:

Bâtiment « natif »,

Bâtiment avec flexibilité renforcée (stockages).

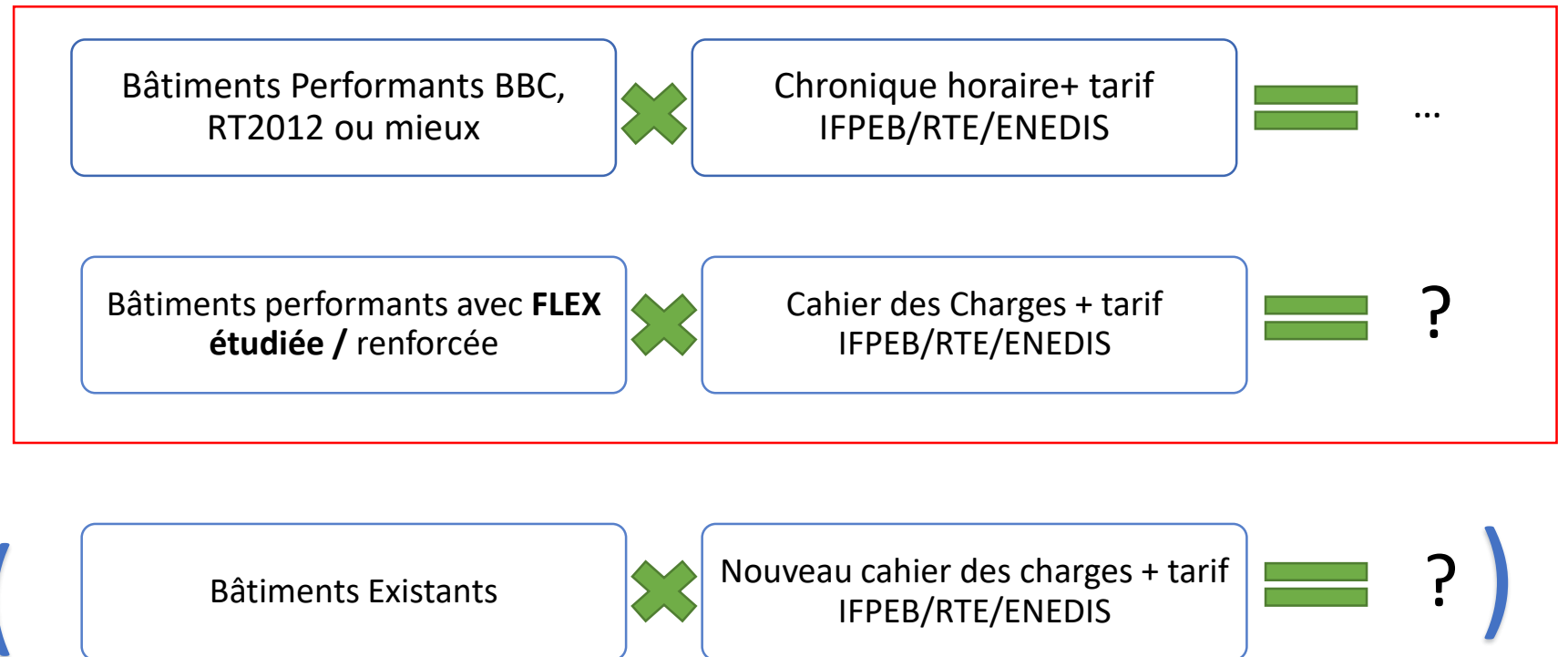
+ Garde-fou sur le « tunnel de confort » (20, 27°C)

Tentative d'appréciation / d'estimation du gain économique, une certitude:

-Gain CAPEX : très intéressant immédiatement (nombreux témoignages de surdimensionnement),

-Gain OPEX: déjà positifs mais pas encore significatifs

Deux simulations exploratoires



Description du bâtiment, de son usage, de ses systèmes, et choix des systèmes à gérer en FLEX:

Tous systèmes à envisager a priori,

Pour chauffage / climatisation: définition d'un tunnel de confort à contrôler via une Simulation Energétique Dynamique (SED),

Programme de travail:

1. Calage d'un scénario de base,
2. Simulation de scénarii pour une la flexibilité « native », utilisant les ressources en place du bâtiment (pilotage CVC, éclairage, ordinateurs, etc.) pour mettre en œuvre:
 1. Une **flexibilité intraday (FLEX type « HP/HC »)**: permettre la pénétration du PV par le lissage des épisodes journaliers;
 2. Une **flexibilité hebdomadaire (Flex HEBDO)**: permettre la pénétration de l'éolien par le lissage des épisodes hebdomadaires (2, 3 jours),
3. En rajoutant une flexibilité « renforcée » par des moyens de stockage.

Nota: les capacités ENR électriques de type PV (aucun bâtiment en autoconsommation) ne sont pas intégrées (dans les entrées RTE).

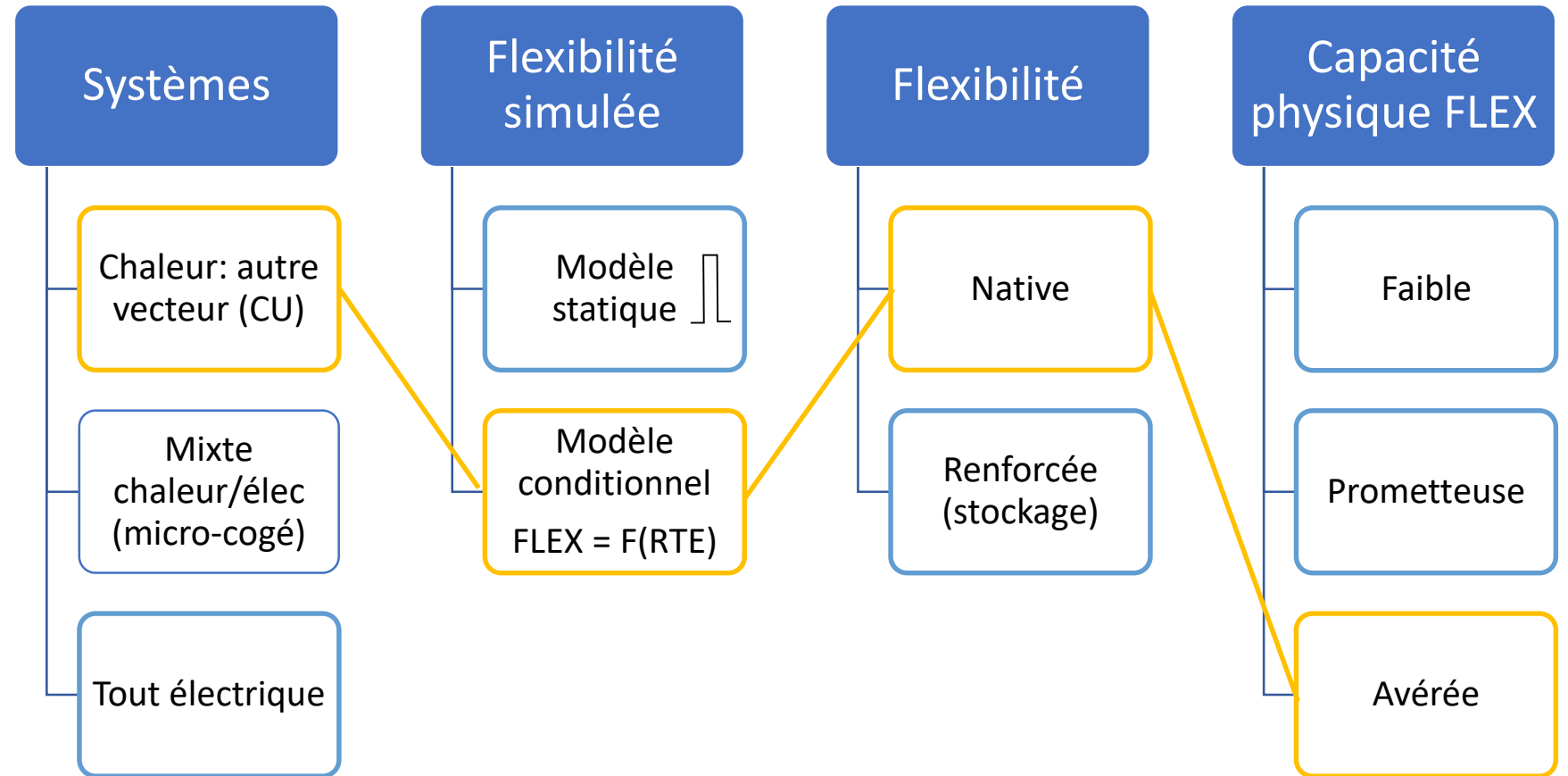
4. Résultats de la première phase

Des premiers chiffres prometteurs...



Interprétation simple des études de cas

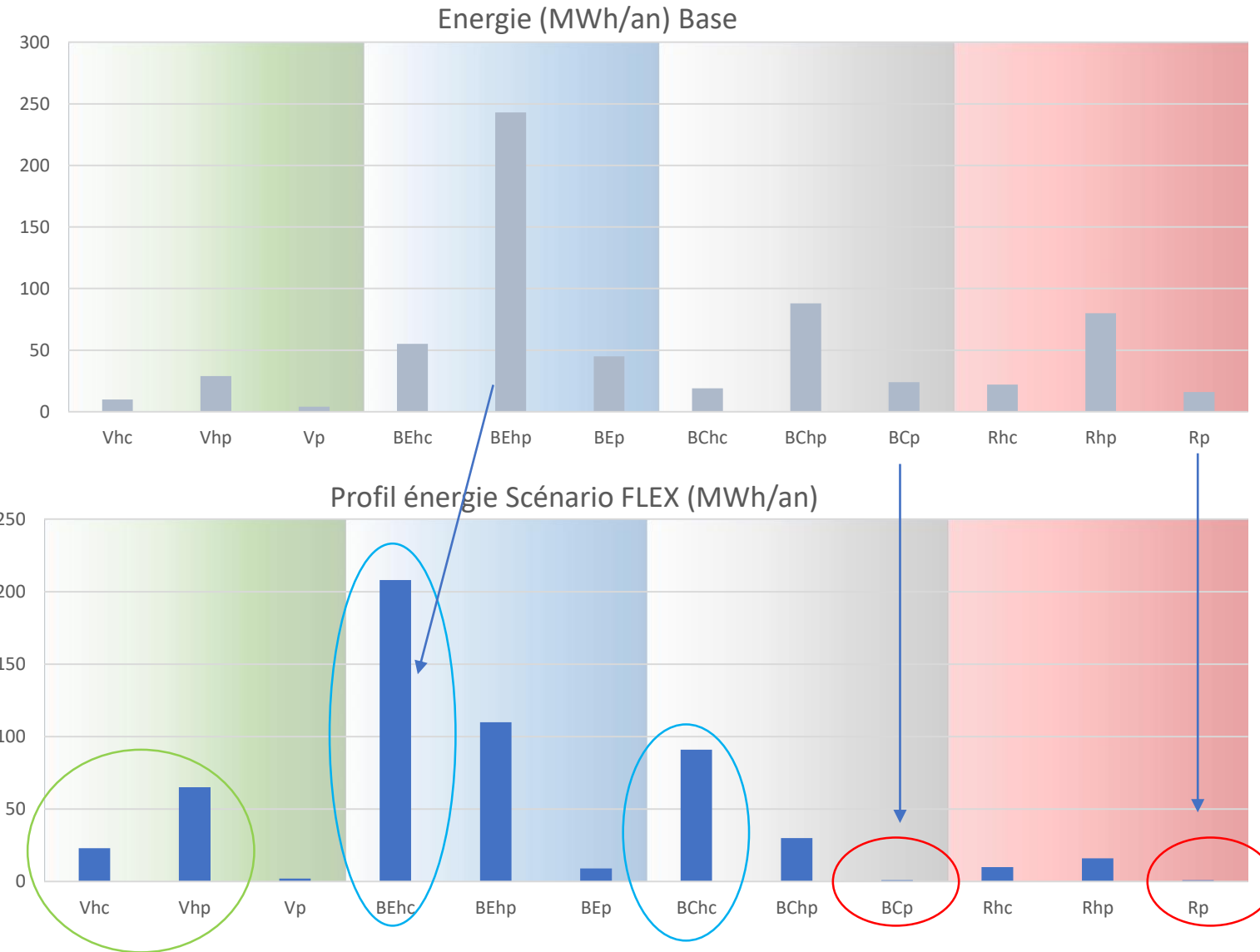
INTERPRÉ - TATION DES RÉSULTATS



Répartition de la consommation sur les 4 jours x les 3 heures

LES DÉPLACEMENTS D'ÉNERGIE

Apprendre à lire un nouveau diagramme.



RÉSULTAT SUR 7 PROJETS

Simulations sous VE, TRNSYS, DYMOLA:

	Projet	Entreprises	Potentiel de FLEX	Bilan Puissance	Potentiel FLEX
1	10000m ²	DALKIA France	Natif et stockage inertiel	Amélioré	Bas
2	CECODIA	EDF R&D	Natif et stockage électrochimique	Amélioré	Bon
3	RIVERSIDE	Foncière des Régions	Natif et stockage thermique	Améliorable	Bon
4	ELYPS	BNP Paribas Real Estate	Natif	Non calculé	Bon
5	WOOPA	ENGIE	Natif et micro-cogé	Id.	Bas
6	CAMPUS	EIFFAGE Construction	Natif	Id.	Moyen
7	TRIGONE	SETEC Bâtiment	Natif et stockage thermique.	Id.	Bon

Potentiel avéré:

- A travailler « en soi », par le design
- Calculs économiques convergents (positifs), sur dimensionnement, puissance souscrite et prix de l'énergie.

La flex comme brique essentielle de:

- La gestion tarifaire de demain
- Pilotage en fonction de signaux (€, ENR, CO2, etc.)
- Autoconsommation
- Pilotage dans un écoquartier – microgrids

« Consommer moins »



« Consommer mieux »