

- Smart Grid

Enjeux et Challenges

● Le réseau électrique

Le Smart Grid est un réseau électrique auquel sont ajoutées des fonctionnalités issues des NTIC.

L'ancien réseau

- Production centralisée
- Distribution de la THT à la BT
- Flux unidirectionnel
- Planification de la production
- Ressource énergétique de volume (barrages, centrales nucléaires)

Ses difficultés

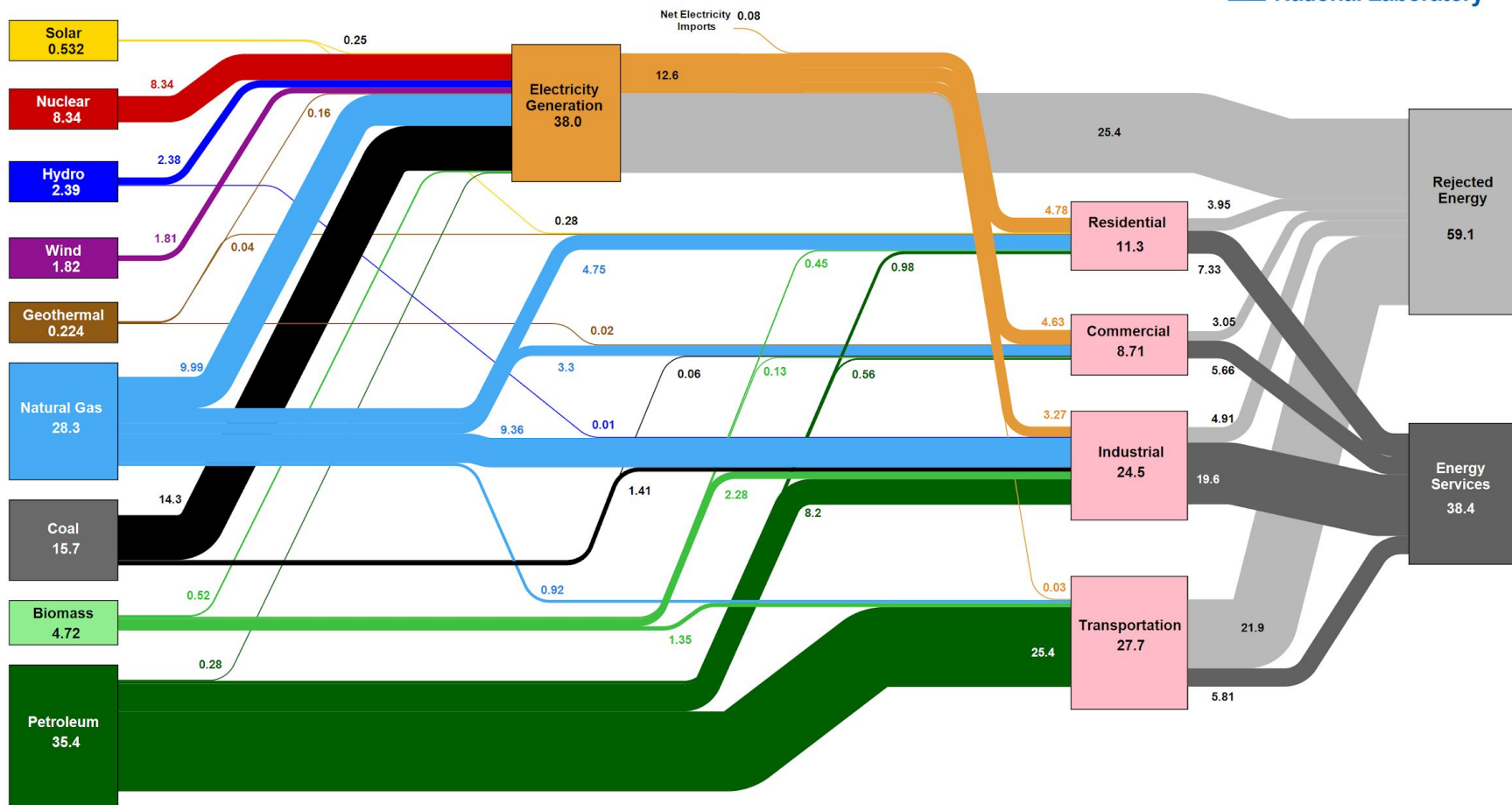
- Intégration des EnR difficiles
- Autoconsommation et îlots de consommation
- Optimisation complexe (nouveaux paramètres itinérants et erratiques)
- Multiplication des ressources énergétiques de moyennes et petites dimensions
- Gestion du V2G
- Pertes énergétiques à tout niveau



● Challenge 1 : efficacité énergétique

- Efficacité d'énergie primaire : perte finale + transport + transformation
 - Amélioration de 10% d'ici 2020
- Efficacité d'énergie finale : énergie livrée au consommateur
 - Amélioration de 15% d'ici 2020

Estimated U.S. Energy Consumption in 2015: 97.5 Quads



Source: LLNL March, 2016. Data is based on DOE/EIA MER (2015). If this information or a reproduction of it is used, credit must be given to the Lawrence Livermore National Laboratory and the Department of Energy, under whose auspices the work was performed. Distributed electricity represents only retail electricity sales and does not include self-generation. EIA reports consumption of renewable resources (i.e., hydro, wind, geothermal and solar) for electricity in BTU-equivalent values by assuming a typical fossil fuel plant heat rate. The efficiency of electricity production is calculated as the total retail electricity delivered divided by the primary energy input into electricity generation. End use efficiency is estimated as 65% for the residential sector, 65% for the commercial sector, 80% for the industrial sector, and 21% for the transportation sector. Totals may not equal sum of components due to independent Rounding. LLNL-MI-410527

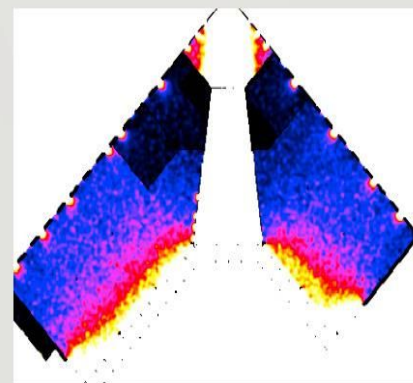
- Imagerie solaire
- Cartes d'éclairage
- Récepteurs d'éclairage
- Récepteurs solaires
- Utilitaires

Carte d'éclairage 2

Carte d'éclairage 2

Sommaire

Carte du facteur jour



Perspective

BESOINS kWh/m² Batiment

8

45

5

Σ 129

1

3



● Challenge 2 : un réseau décentralisé

- Energie-Climat et Accord de Paris
 - ➔ Atteindre 20% d'énergie renouvelable
- Production décentralisée et intermittente
 - ➔ Injection bidirectionnelle
 - ➔ Piloter les parcs d'EnR
 - ➔ Prévoir les productions
 - ➔ Mutualiser les productions décentralisées

Nucléaire (72,3%)

Hydraulique (12,0%)

Gaz (6,6%)

Éolien (3,9%)

Solaire (1,6%)

Bioénergies (1,6%)

Charbon (1,4%)

Fioul (0,6%)

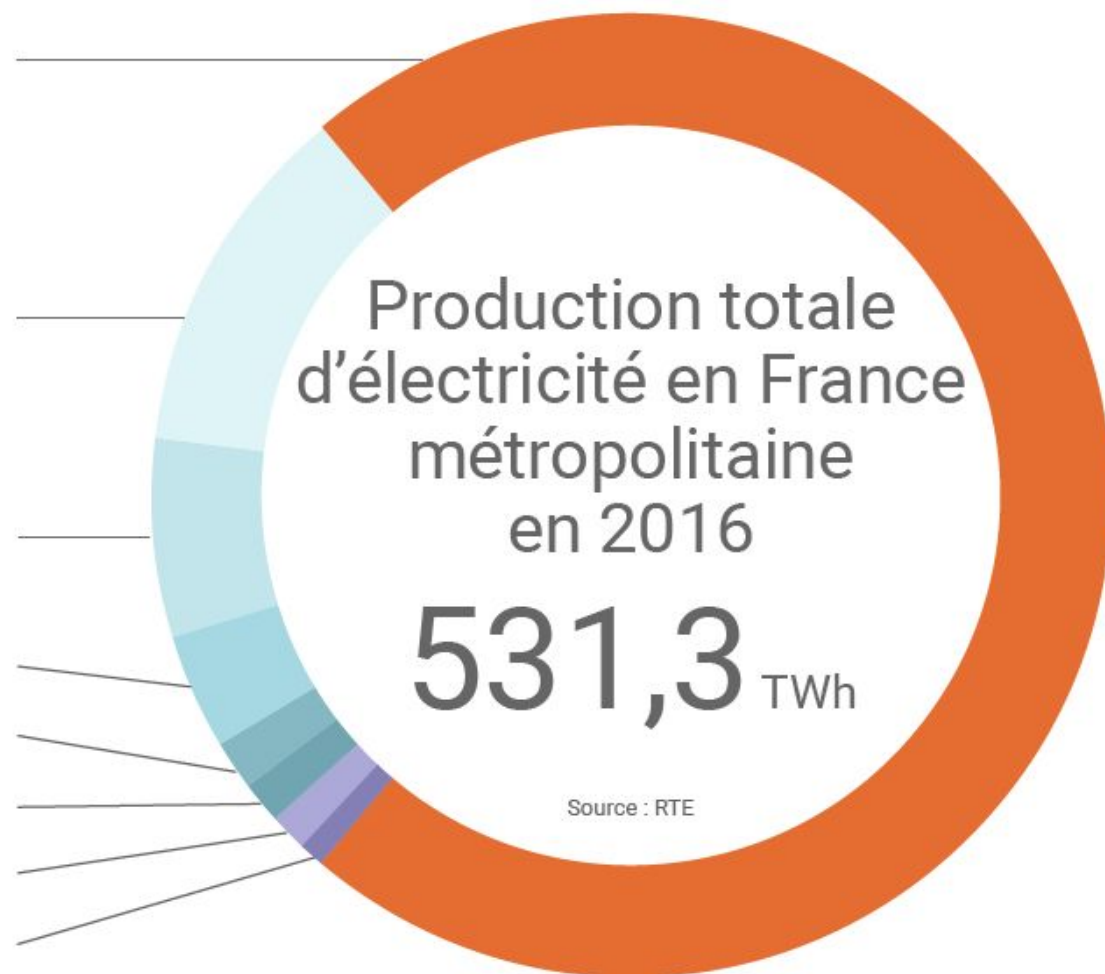
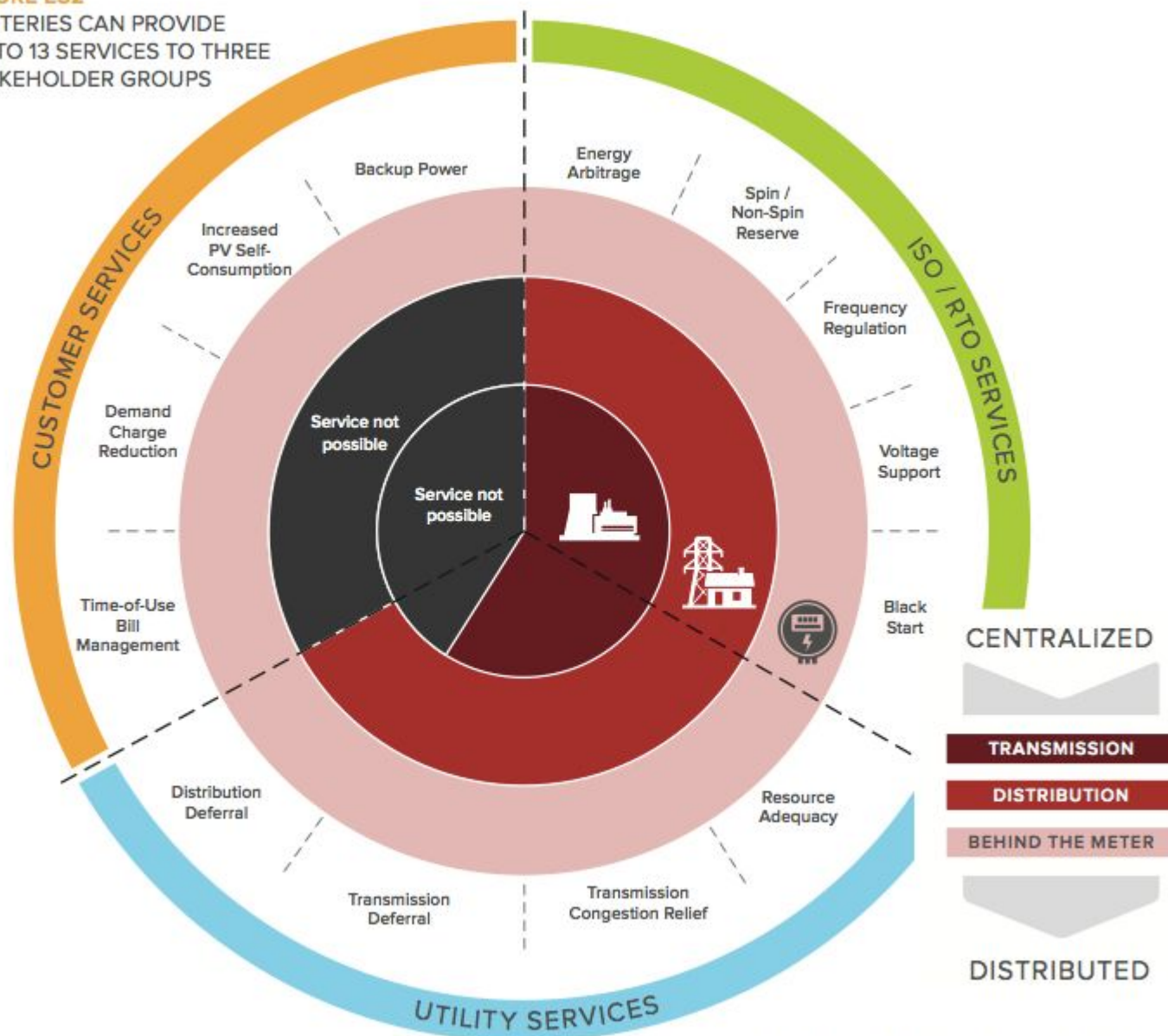


FIGURE ES2

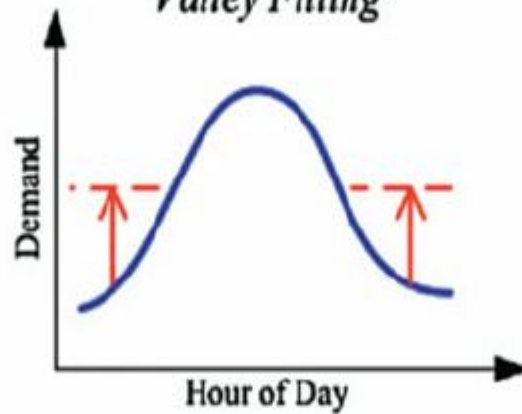
BATTERIES CAN PROVIDE
UP TO 13 SERVICES TO THREE
STAKEHOLDER GROUPS



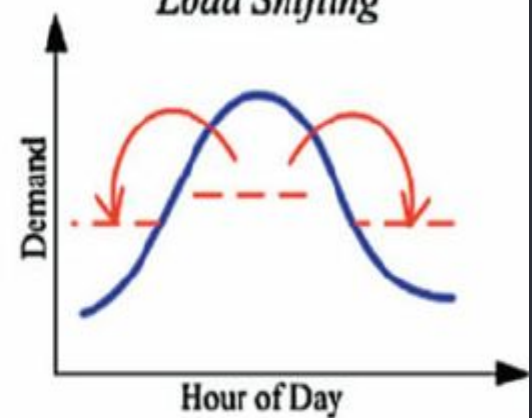
Peak Clipping



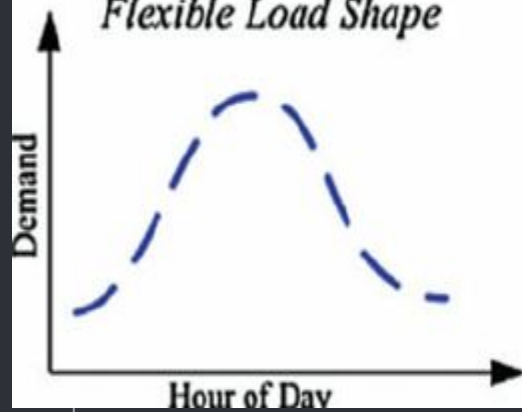
Valley Filling



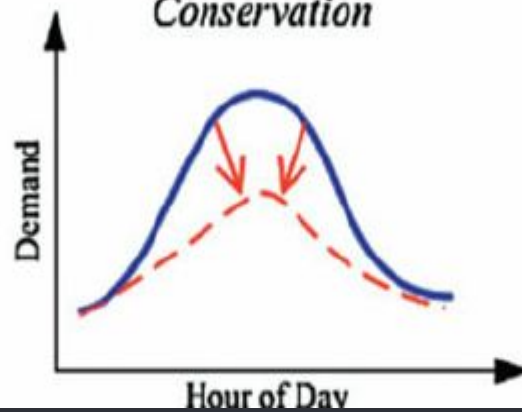
Load Shifting



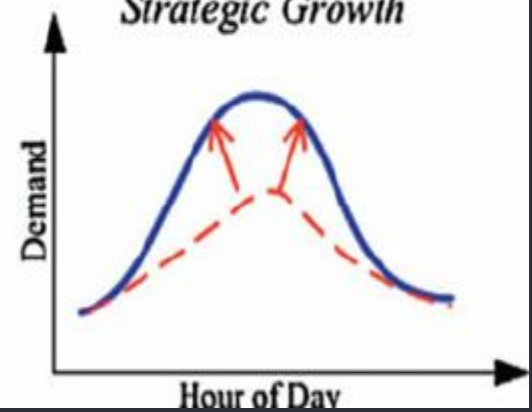
Flexible Load Shape



Conservation



Strategic Growth



● Challenge 3 : un modèle économique

● Autoconsommation

- Autoconsommation collective (loi avril 2017)
- Revente de surplus
- Tarifs d'achat et de rachat

● Marché de l'effacement

- Mécanisme d'ajustement
- Appels d'offres
- Règles NEBEF de la CRE

● Autres services

- VEs et bornes de recharge
- Seconde vie des batteries
- Batteries de soutien du réseau
- ...

Marchés de l'énergie

Marchés
de gros

Marché de
capacité

Marché de
l'ajustement

Marché du
NEBEF

Vend la
flexibilité

**Agrégateur
commercial**
⇒ *Valorise la
flexibilité*

Propose la
flexibilité

**Agrégateur
technique**
⇒ *Agrège la
flexibilité*

Envoie les ordres
d'effacement

**Opérateur
technique**
⇒ *Exécute les
effacements*

Opère les ordres
d'effacement



SH

Home

Scenarios

History

Temperature

Security

Settings

UG 2in Plug

✓

Apartments in Dnepropetrovsk

13°C

15 February

ALARM:

Off On

RECENT ACTIVITY:

5 January

Monica Belluchi

activated the Security Alarm

35 min ago

Security Alarm

A security alarm is a system designed to detect intrusion - unauthorized

40 min ago

Climate control

Ventilation includes both the exchange of air to the outside

40 min ago

01/29/2013

Socket

A security alarm is a system designed to detect intrusion

03:40 am

Security Alarm

Ventilation includes both the exchange

0012 kWh

\$ 0.08

per hour

\$ 0.54

Today

\$ 21.35

Per Month

\$ 14.81

Forecast for Month

Monthly Tendency

show detailed info

Britney

13 kWh

Monica

17 kWh

Leonardo

9 kWh

KITCHEN

Temperature

0,12°C

Humidity

0,45%

Consumption

Aniston 2h 34m

Zanussi 0h 04m

Zanussi 0h 04m

BEDROOM

Temperature

0,13°C

Humidity

0,46%

Consumption

No device

BATHROOM

Temperature

No device

Humidity

No device

Consumption

No device



Martha

Neighbor

Martha's surplus production is converted to energy credits



Smart meter
Surplus production

Surplus physically flows from Martha to neighbor



Traditional meter
Surplus consumption

Consumers can choose where to buy renewables from

Energy credits are traded Microgrid based on smart contracts

Local Transactive Microgrid

P2P market
Ethereum blockchain

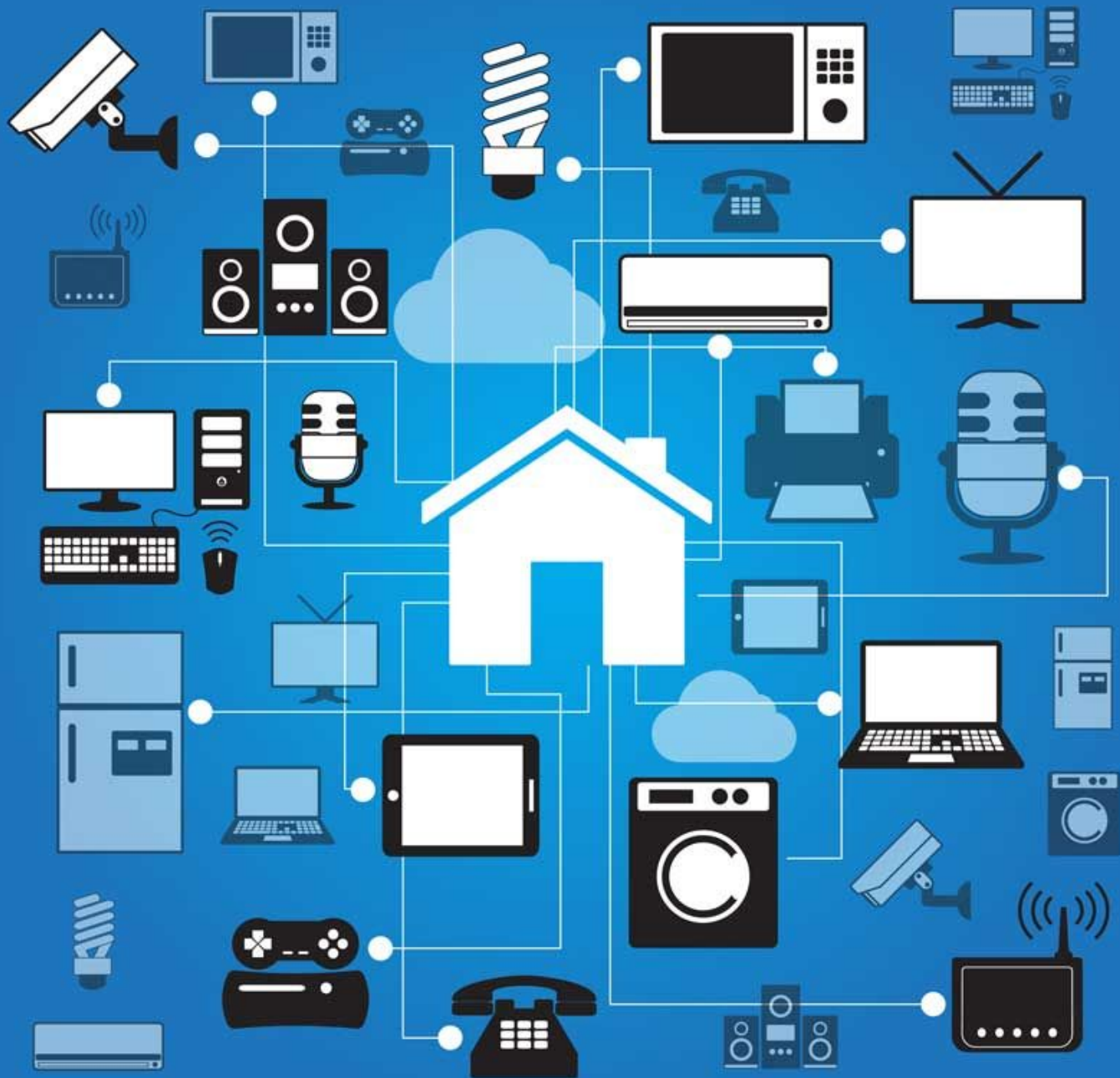
Renewable provider

Production

Source: Transactive Grid

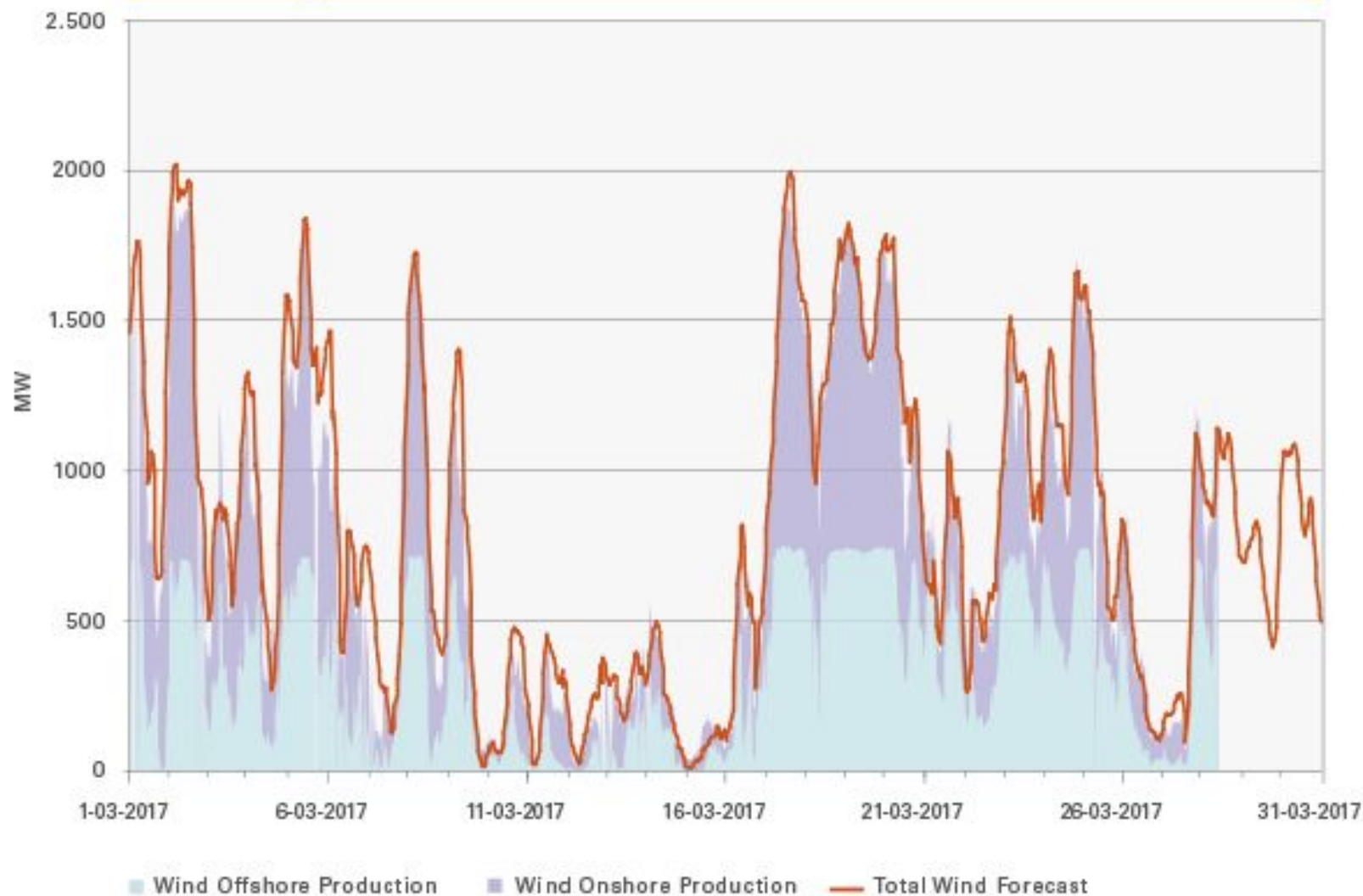
● Challenge 4 : des capteurs au big data

- Développement des compteurs intelligents
 - Comprendre la consommation
 - Adapter la production
 - Adapter les contrats
- Développement du réseau intelligent
 - Mieux localiser les problèmes réseau
 - Éviter la congestion (batteries d'appoints)
 - Limiter les pertes de transport
- Développement de la domotique
 - Accroître les stratégies de DSM
 - Efficacité et contrôle des appareils
 - Compromis entre effort et confort
- Gestion des données
 - Traitement
 - Apprentissage





Données de production éolienne



● Challenge 5 : la transition numérique

❖ Dimensionner

1. Les parcs d'EnR
2. Les systèmes de stockage
3. De nouvelles centrales/lignes

❖ Intégrer

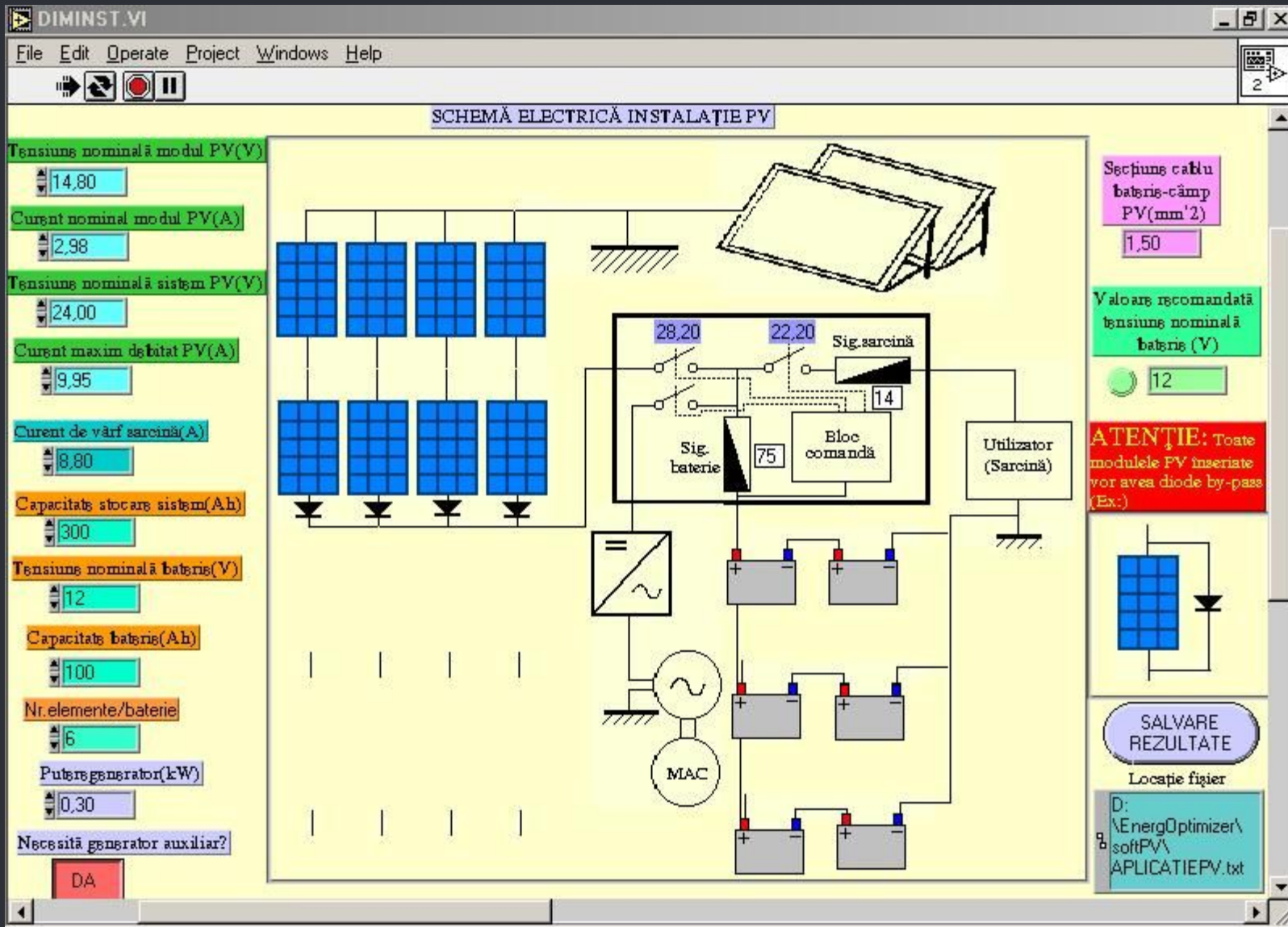
1. Agrégateur et flux énergétique
2. Blockchain et microtransaction
3. IoT; réseaux de communication; Big Data

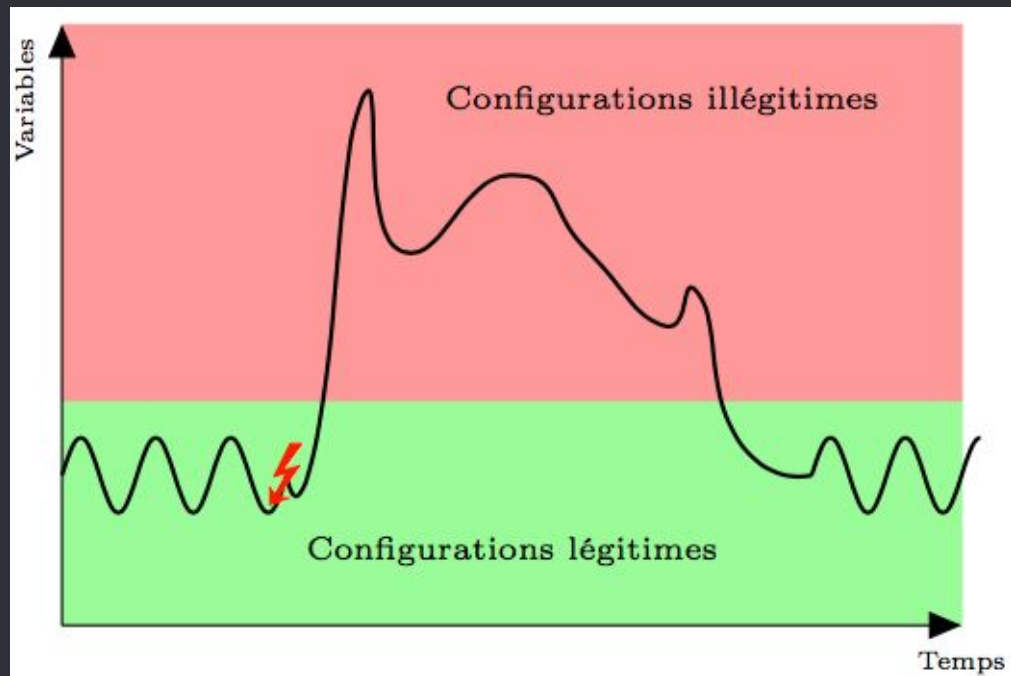
❖ Simuler

1. Les performances énergétiques
2. L'usage des batteries
3. Le comportement des agents

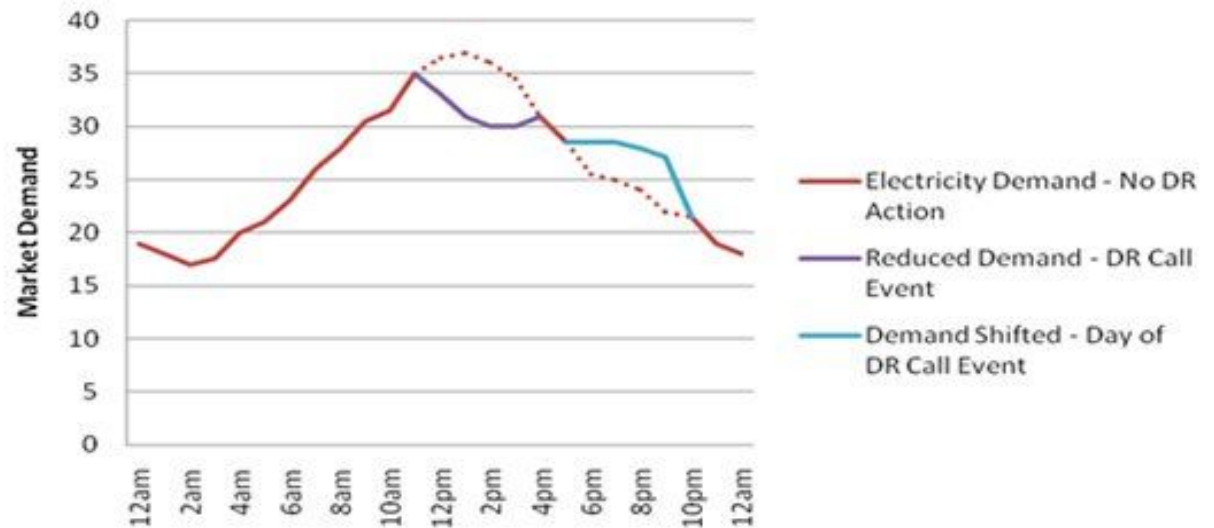
❖ Optimiser

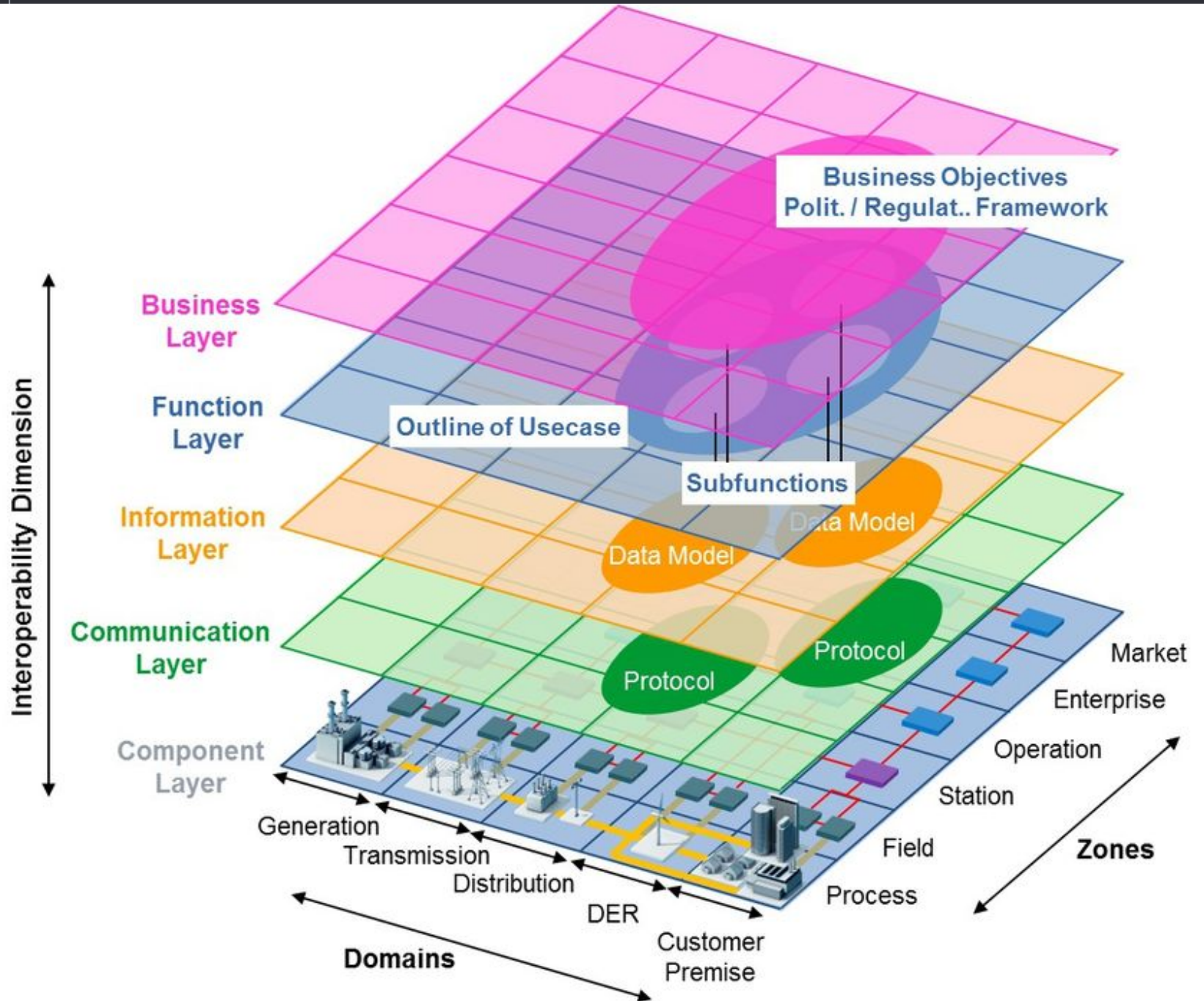
1. Équilibrer l'offre et la demande
2. Gestion des coûts et des contrats
3. Du consommateur au producteur





Electric Grid Demand Curve







● Challenge 6 : une modélisation systémique

❖ Système complexe

1. Analyse Bottom-Up et Top-Down
2. Définir les agents
3. Définir les interactions

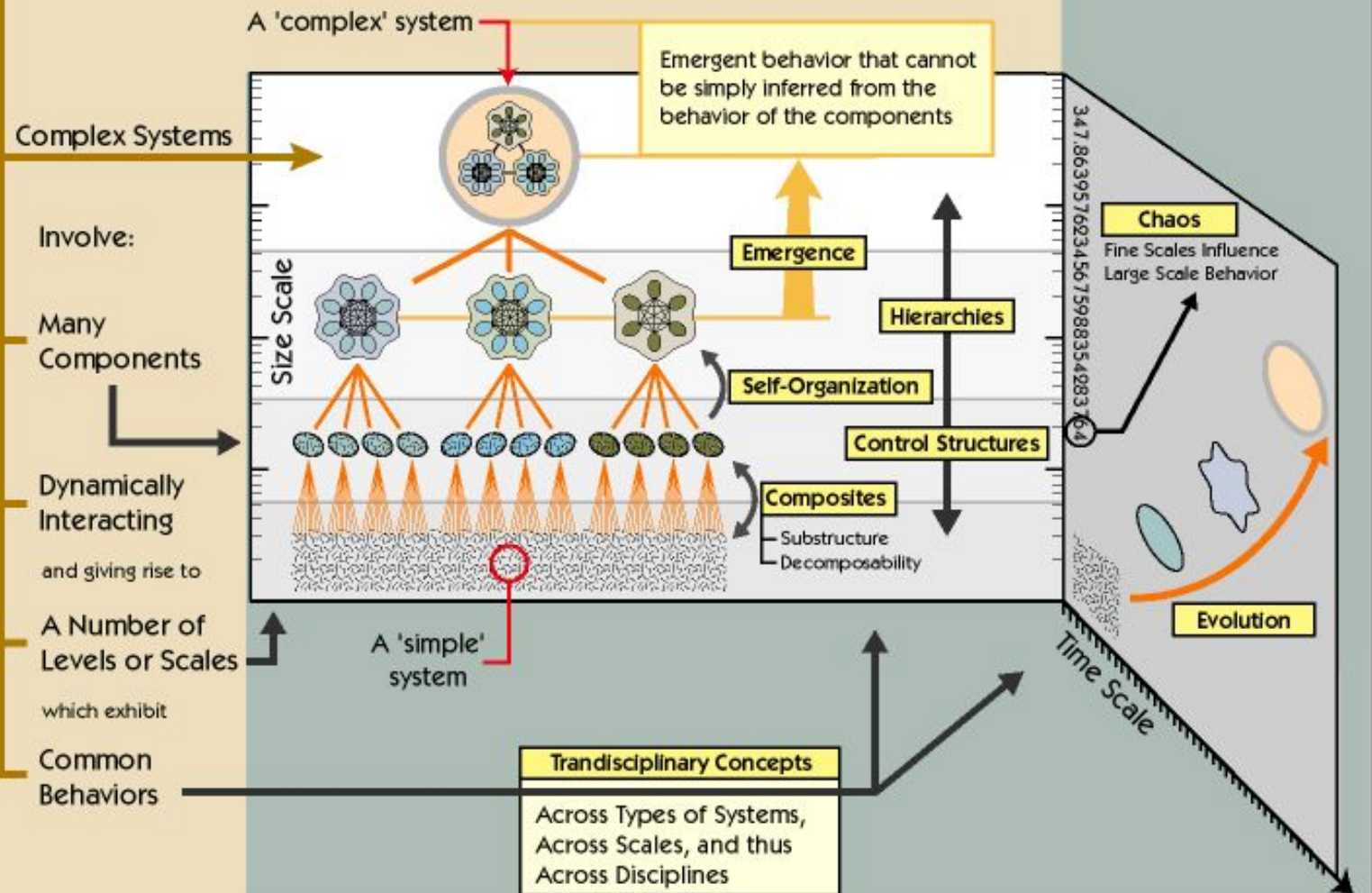
❖ Structure et échelle

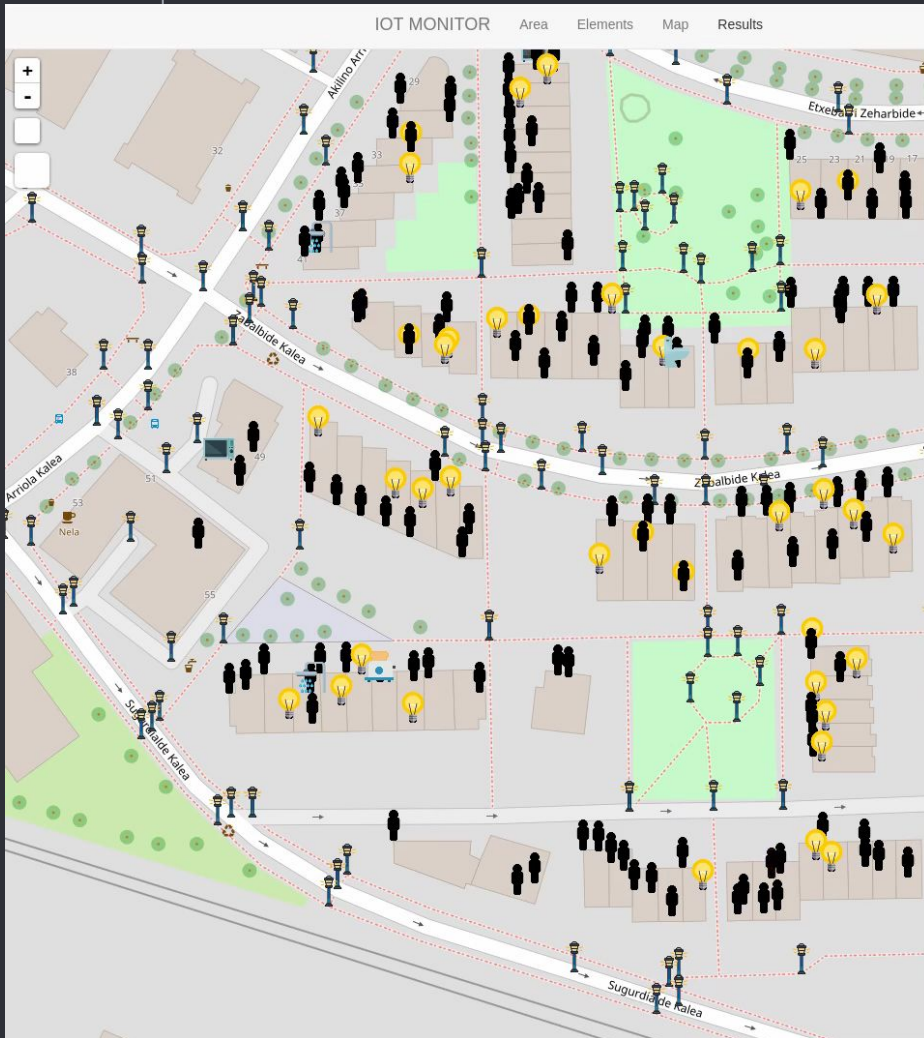
1. Comportement en fonction de l'échelle
2. Agrégation d'agents et "organes"
3. Hiérarchie et rétroaction

❖ Temps et évolution

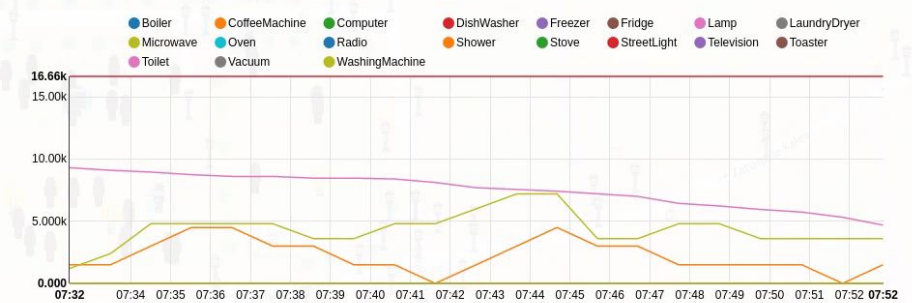
1. Éviter des comportements
2. Adaptabilité
3. Apprentissage

Characteristics of Complex Systems

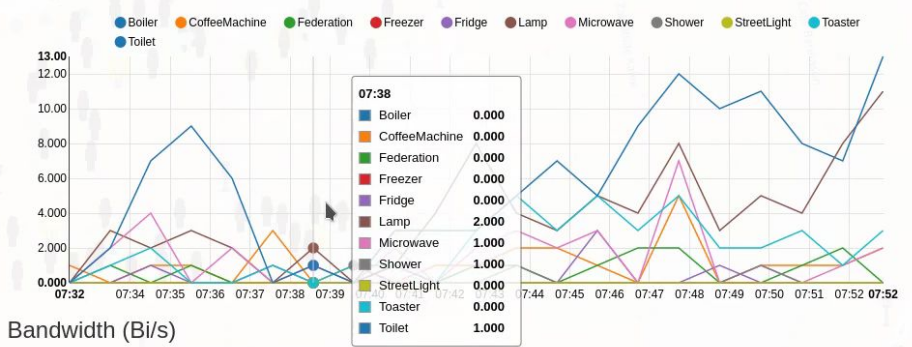




Demanded power (watts)

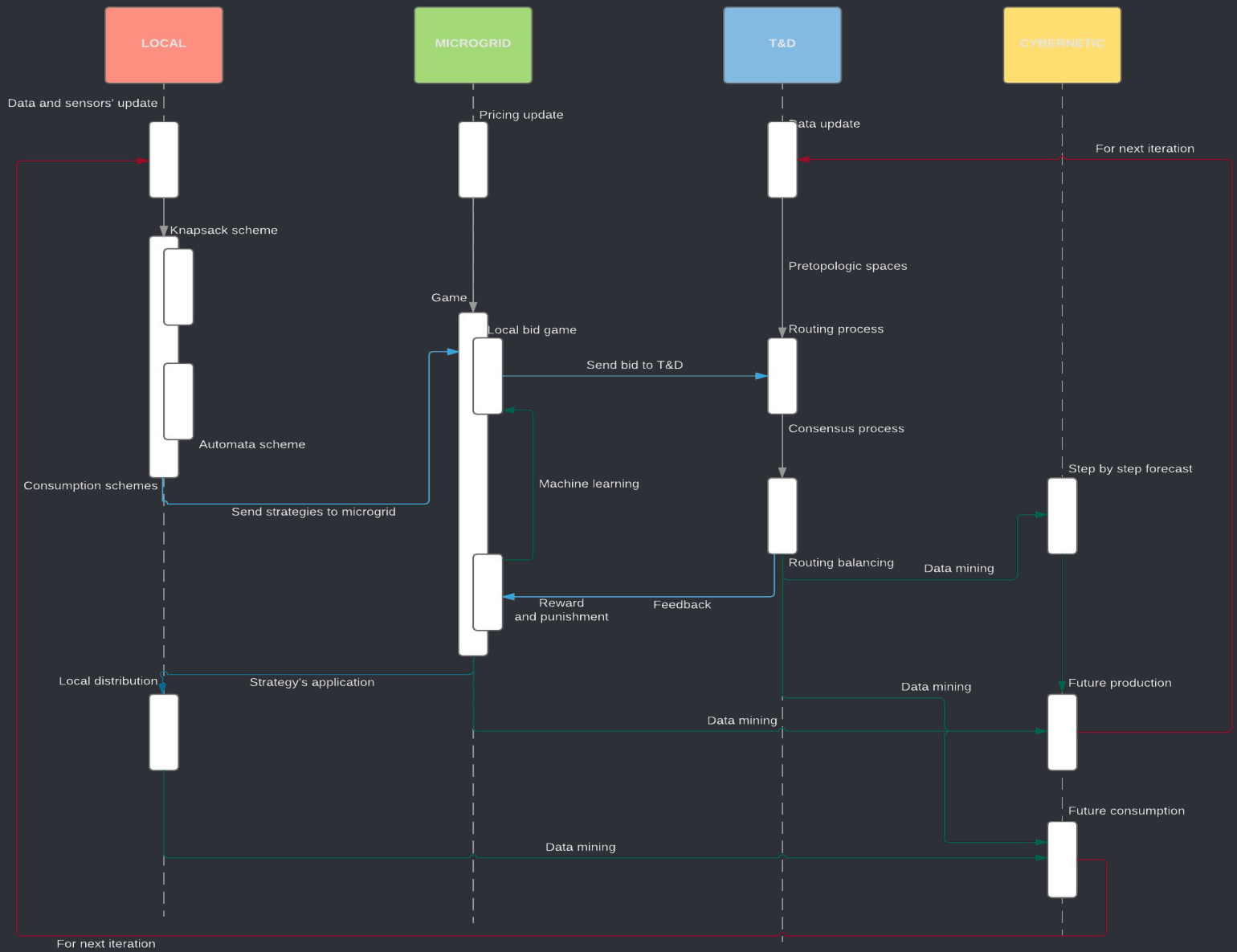


Device publications (amount)

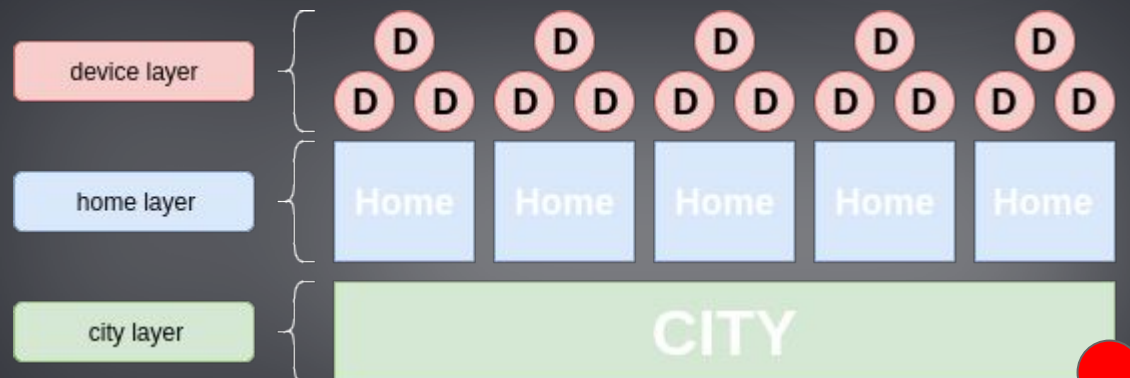
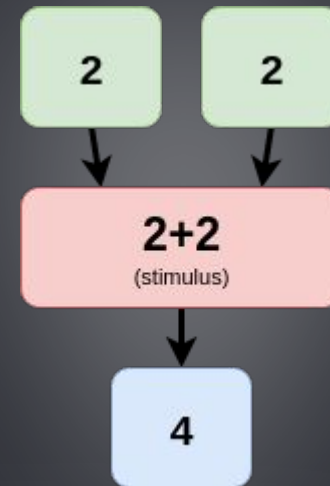
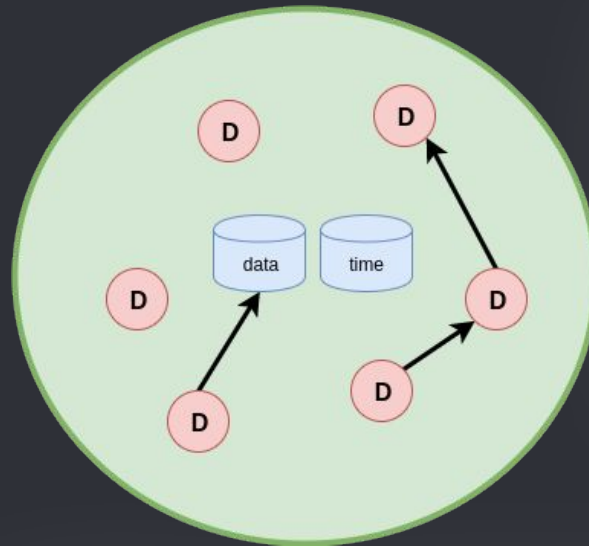


Bandwidth (Bi/s)





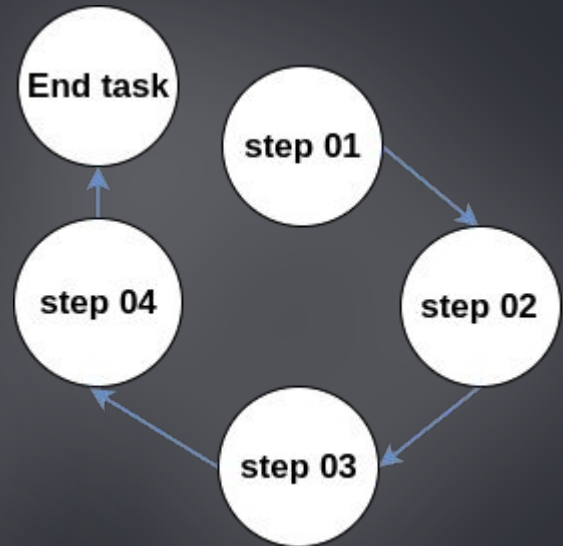
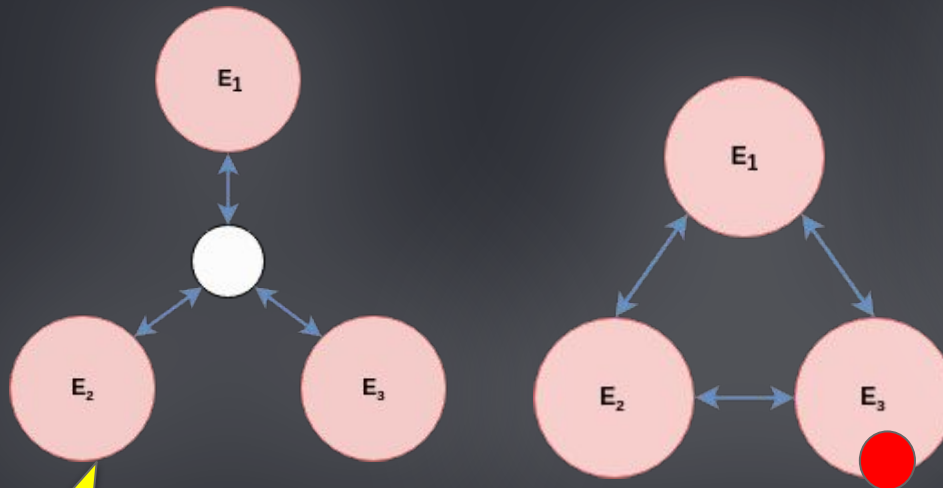
● Système multi-agents



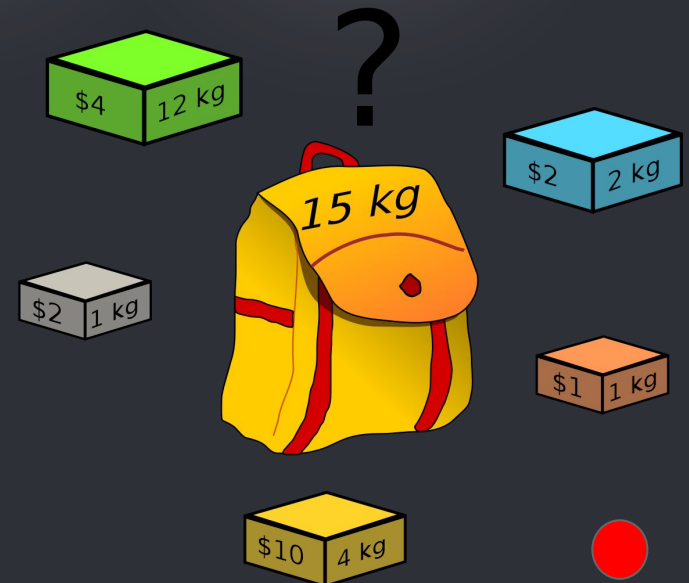
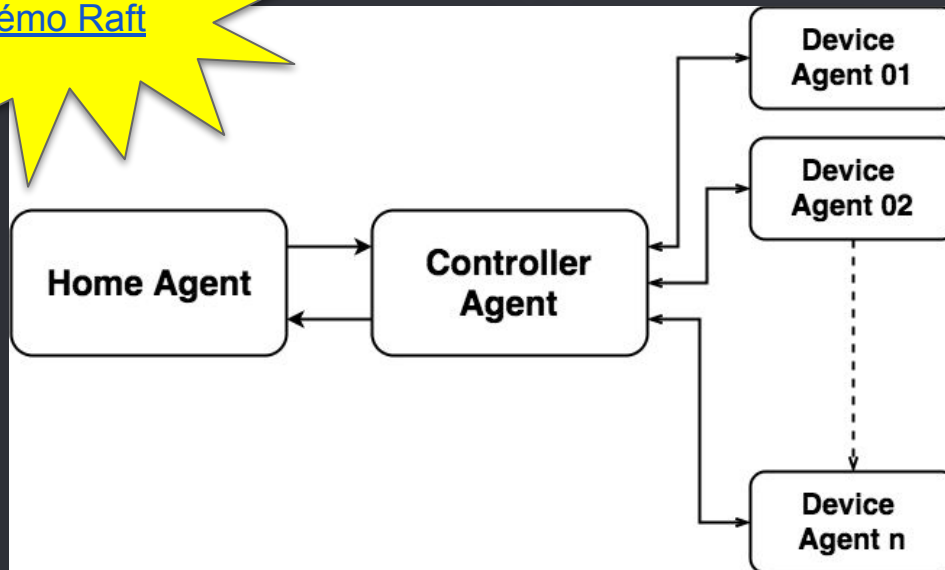
- Technologies



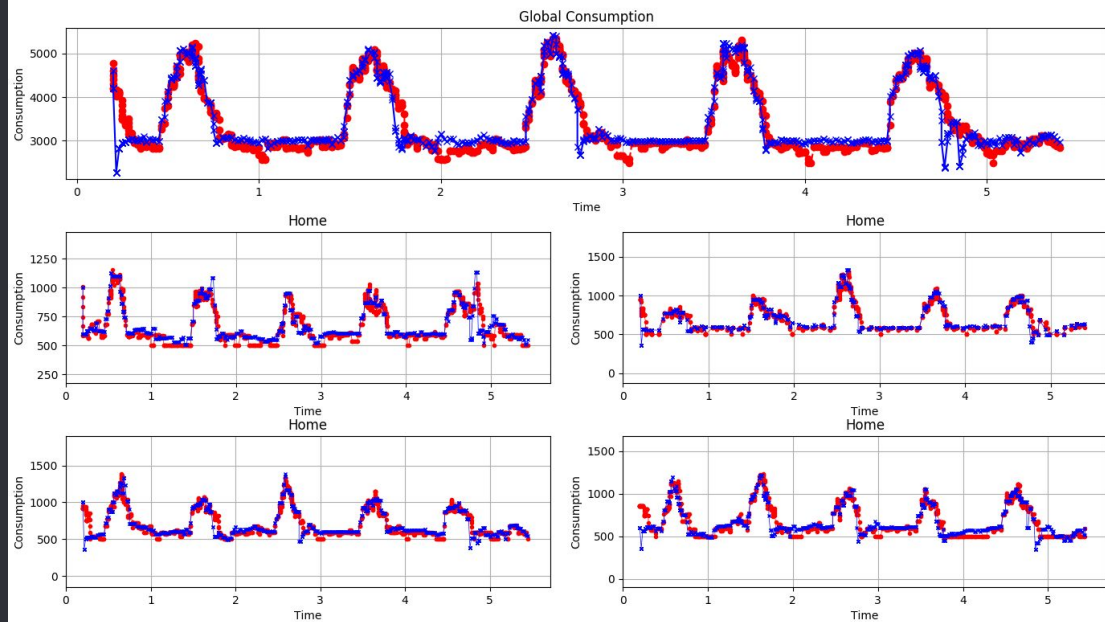
Modèles



[Démon Raft](#)



Résultats



state:
overuse ●
freq:3/3
cons:20
perc:0%

state:
overuse ●
freq:3/3
cons:20
perc:0%

state:
overuse ●
freq:3/3
cons:20
perc:0%

state:
overuse ●
freq:3/3
cons:20
perc:0%

state:
overuse ●
freq:4/4
cons:30
perc:0%

state:
overuse ●
freq:4/4
cons:30
perc:0%

state:
overuse ●
freq:4/4
cons:30
perc:0%

state:
overuse ●
freq:4/4
cons:30
perc:0%

state:
overuse ●
freq:2/2
cons:10
perc:0%

state:
overuse ●
freq:2/2
cons:10
perc:0%

state:
overuse ●
freq:2/2
cons:10
perc:0%

state:
overuse ●
freq:2/2
cons:10
perc:0%

state:
off ●
freq:0/5
cons:40
perc:0%

state:
off ●
freq:0/5
cons:40
perc:0%

state:
off ●
freq:4/5
cons:40
perc:0%

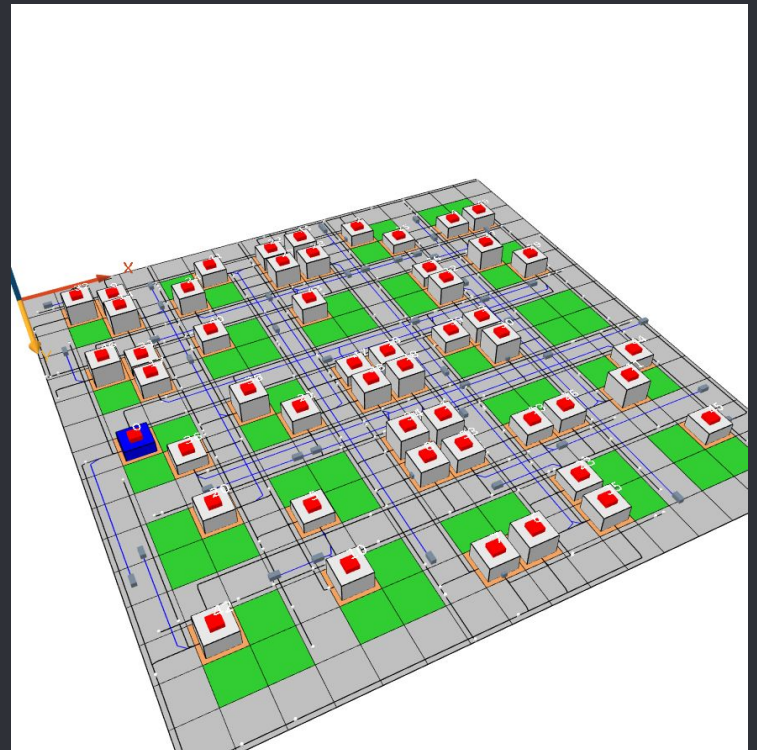
state:
off ●
freq:4/5
cons:40
perc:0%

state:
on ●
freq:2/6
cons:25
perc:0%

state:
on ●
freq:2/6
cons:25
perc:0%

state:
on ●
freq:2/6
cons:25
perc:0%

state:
on ●
freq:2/6
cons:25
perc:0%



● Todo

