



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Federal Department of the Environment, Transport,  
Energy and Communications DETEC

**Swiss Federal Office of Energy SFOE**  
Energy Research and Cleantech Division

---

## **REEL Demo – Romande Energie ELectric network in local balance Demonstrator**

**Deliverable: Findings and Recommendations: Market perspectives**

**Demo site: All**

---

Developed by  
Arnoud Bifrate  
Romande Energie SA, Morges

[Morges, 13.10.2022]



**DEMO REEL-FURIES 2016-2022**

Enseignements pour le GRD – A. Bifräre, 25 août 2022

 ROMANDE ENERGIE

1

## CONSTATS PRÉLIMINAIRES

- Le **réseau de distribution** est essentiellement composé d'éléments passifs (qui n'agissent pas sur les grandeurs électriques), comme les câbles, transformateurs de quartier, éléments de coupure et de sécurité
- Les éléments actifs (qui agissent sur les grandeurs électriques), comme les moyens de production ou de stockage apparaissent principalement chez les clients et ne sont pas des assets du réseau
- Il y a un facteur 10 entre le nombre d'assets HT et celui au niveau MT et encore un facteur 100 pour celui du niveau BT et encore 100 au niveau de celui de la clientèle
- Aucune des techniques actuelles de supervision et de contrôle centralisé n'est adaptable à une augmentation d'un facteur  $10^5$  des assets sous gestion

2

## CONSTATS PRÉLIMINAIRES

- Seul ce qui est utile au réseau (à tous les utilisateurs) est imputable aux coûts du réseau (socialisé) et le réseau public s'arrête au compteur
- Il n'y a pas de «modèle d'affaire» Smart Grid viable du GRD puisque la majorité des bénéfices sont réalisés hors monopole
- Le renforcement systématique du réseau de distribution BT (transfos et câbles) n'est pas une réponse adaptée à cause des coûts élevés – c'est aussi un problème de ressources pour l'électrification : Le Cu enterré ne servira pas à la construction de l'infrastructure de production
- Le costing du réseau n'aime pas les investissements dans l'intangible (HW & SW) qui ne contribuent pas au maintien durable de la valeur résiduelle ou conduisent à des coûts d'exploitation élevés

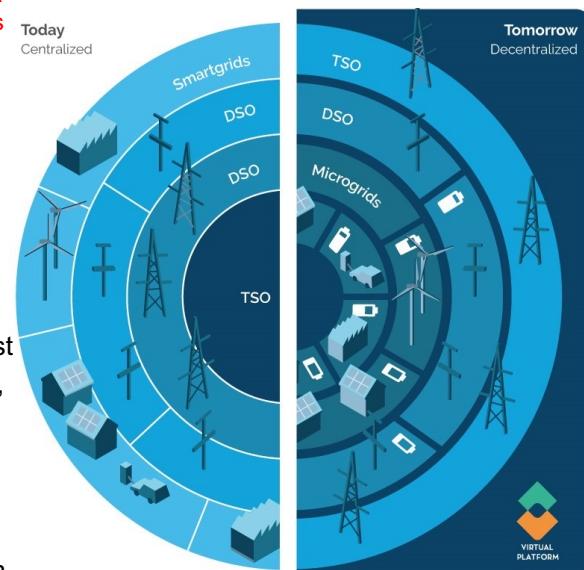
3

3

## CHANGEMENT DE PARADIGME

Le GRD doit développer sa capacité à estimer les états du réseau de distribution afin d'intervenir sur les échanges qu'il ne maîtrise pas

- Dans une logique de décentralisation de la gestion du réseau, les utilisateurs actifs et prosumers passent de la périphérie au centre du système énergétique
- On a un écosystème où on ne centralise plus ce qui est nécessaire à la gestion et au contrôle, où l'intelligence, les données, l'analytique sont distribués, où les conditions locales conditionnent l'émergence ou non des différentes technologies, où les flux financiers des modèles d'affaires sont distribués entre plusieurs acteurs et finalement où les services dématérialisent la notion de systèmes de commande



Source: Virtual Global Trading

4

2

**ENSEIGNEMENT #1**

- Pas de potentiel important de flexibilité comportementale, ni aujourd'hui, ni demain
- 24% est aujourd'hui en principe déplaçable mais seulement 5% le serait facilement sans trop de contraintes pour les ménages
- Difficilement accessible du point de vue technique => coûts de collecte élevés – pas efficient
- Ne compensera jamais la non-pilotabilité du PV et de l'éolien => **développement du stockage journalier et saisonnier à l'échelle locale indispensable**

**Device Usage Estimation**

Category	Percentage
Cooking	17.2%
Heating	9.2%
Housekeeping	5.0%
Entertainment	3.5%
Standby	29.8%
Leisure	15.2%
Fridge	10.0%
Lumina	13.2%

Shiftability Category	Percentage
hardly shiftable	18.9%
not shiftable	76.1%
easily shiftable	5%

Faible flexibilité résidentielle

5

5

## LE DÉFI DE LA FLEXIBILITÉ

La flexibilité ce n'est pas consommer à tout prix quand l'énergie est produite, c'est consommer de manière différée à plus faible puissance

**Implicit distributed flexibility**

**Explicit distributed flexibility**

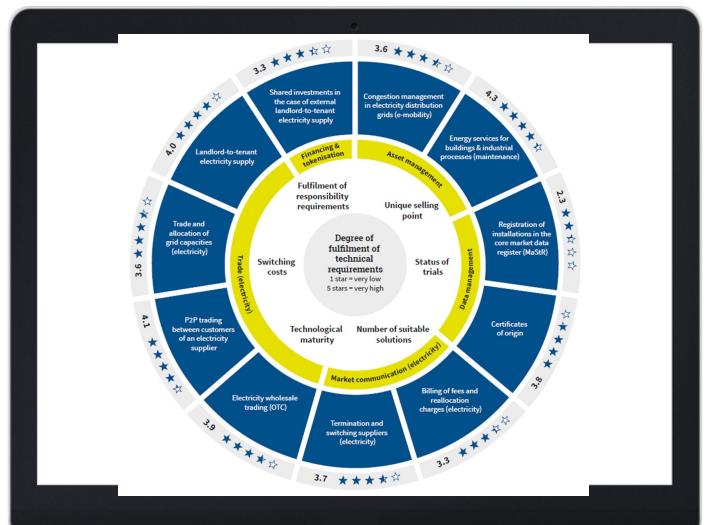
- Faire face à la grande intermittence du photovoltaïque (34 TWh en 2050) et de l'éolien (4 TWh?) nécessite de flexibiliser la demande pour éviter la congestion des réseaux de distribution aux heures de forte irradiance
- La flexibilité résidentielle facilement déplaçable est faible, 5% de la consommation annuelle (1/3 CH)
- Les capacités de stockage saisonnières doivent être développées à l'échelle locale (thermique, géothermique, P2G,...)
- Plus la flexibilité est distribuée, plus elle a de valeur pour tous les acteurs
- Les technologies de l'économie digitale seront probablement la clé pour **gérer la complexité des échanges**

6

Figure 2-1: The USEF flexibility Value Chain for implicit and explicit Distributed Flexibility (DF).

6

## GÉRER LA COMPLEXITÉ DE L'ÉNERGIE



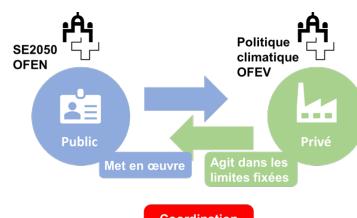
- Issue du monde de l'économie digitale, la Distributed Ledger Technology (Blockchain) a une place dans l'énergie
- Déjà plus de 100 cas d'usages ont pu être recensés. En 2019, une dizaine d'entre eux semblent intéressants pour soutenir la transition énergétique
- L'agence de l'énergie allemand en considère 11 dont la maturité devient intéressante

7

7

- Le plan d'actions que requiert la transition énergétique nécessaire à la décarbonation dépasse les capacités organisationnelles des structures actuelles

Finger et al (2005) The quest for coherence between institutions and technologies in infrastructures (EPFL – Governing Energy Transitions 2019)



- Le rôle central que le réseau du GRD joue dans le processus d'électrification a besoin de visibilité au même titre que les investisseurs publics et privés
- La coordination nécessaire passe par une gouvernance centrée sur les données

Livraible 5d1 Development of Future District Scenarios and Definition of Modeling Cases (JA-RED D1.2.1)

Bilfare et Ljubic (2021) The GRETA concept – Gouvernance Energétique pour une Transition Accélérée (essai sur 6 ans de collaboration académique)



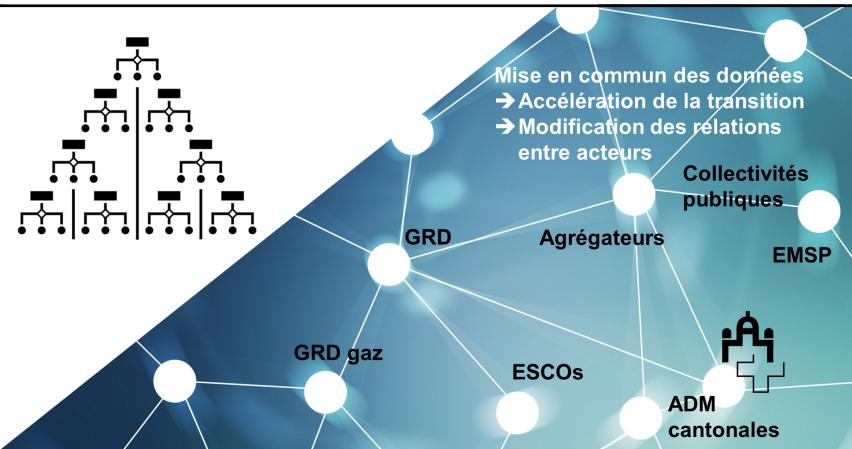
ENSEIGNEMENT #2

Importance de la gouvernance

8

8

## LE DÉFI STRUCTUREL

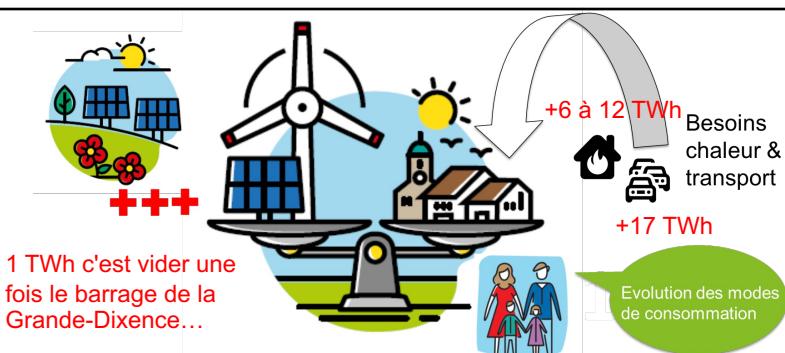


- Pour accélérer la transition énergétique on a besoin de passer d'un "système de systèmes" hiérarchisés et cloisonnés (et non coordonnés) à un système distribué où les différents acteurs du secteur énergétique interagissent avec efficience avec les utilisateurs finaux : individus, entreprises et collectivités publiques.
- Pour gérer la décentralisation inhérente aux NER, il faut une structure décentralisée coordonnée grâce à une mutualisation des données

9

9

## LE DÉFI DU RÉSEAU



- Le défi du réseau dans la transition énergétique est de rendre possible le transfert des besoins énergétiques fossiles pour la chaleur et pour les transports sur le vecteur énergétique électrique tout en s'adaptant à l'intégration massive des NER. **C'est le couplage des secteurs!**
- Pour ce faire le réseau (qui n'est pas intelligent et qui ne le deviendra pas) doit interagir avec ses utilisateurs (consommation, production, stockage, microgrids, etc) et les autres agents énergétiques. C'est dans ces interactions que réside l'intelligence, le **réseau intelligent étant donc une notion d'ensemble qui lie le monopole et le privé**. La science des données devient un enjeu stratégique.

10

10

## UNE CHAÎNE DE VALEUR COMPLEXE

Le GRD est un client de ce modèle. Pour accéder à la flexibilité là où c'est nécessaire, il n'a pas besoin de système de commande directe mais d'agréateurs

- La flexibilité a une valeur pour tous les acteurs dont les activités sont impactées par l'intermittence des NER et qui supportent des coûts supplémentaires
- Les mêmes ressources flexibles peuvent fournir différents services simultanément ou pas : un arbitrage devrait être opéré
- Selon leurs caractéristiques les différentes formes de stockage sont plus ou moins adaptées à répondre à la demande : comme pour la production un "merit order" serait instauré
- **Une place de marché devrait être disponible**

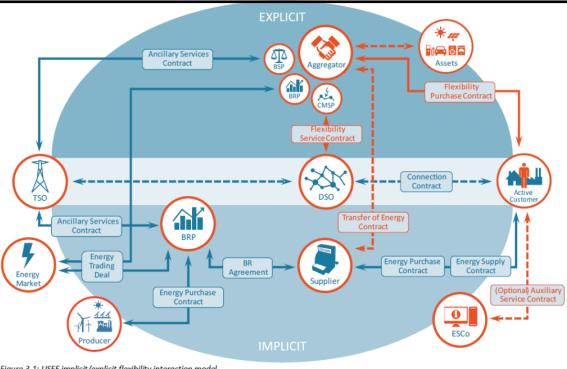


Figure 3-1: USEF implicit/explicit flexibility interaction model

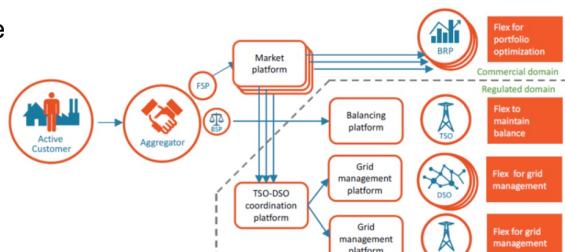


Figure 5-1: Gateway to coordinated ancillary services

11

## UNE FLEXIBILITÉ ORGANISÉE

- Une place où la flexibilité se négocie en portefeuille comme l'énergie
- Où le GRT et les GRDs placent leurs offres d'achat de flexibilité à LT, CT, Day ahead et le lieu de livraison désiré
- Idem pour les fournisseurs d'énergie et responsables de groupe bilan
- Les nouveaux acteurs, agrérateurs et fournisseurs de services énergétiques y récoltent ou y créent la flexibilité et la valorisent au nom de leurs clients
- On y échange de l'énergie, de la flexibilité et des données



Source: Hive Power

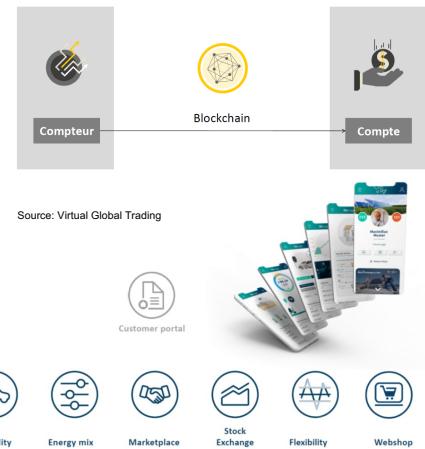
12

12

## PLATEFORME DIGITALE

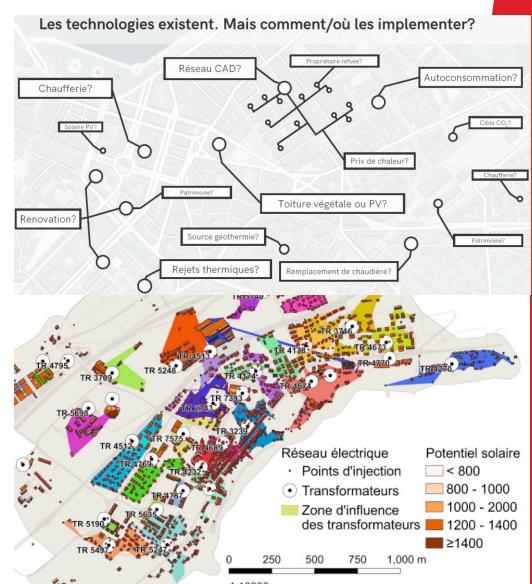


- Qui lie les acteurs du domaine du marché libre à ceux du domaine du marché régulé
- Qui est facilement accessible aux consommateurs actifs et les mette en relation avec les services
- Qui fait du quartier le centre du système énergétique, où les échanges peer to peer sont le driver des changements de comportement de consommation et où la gestion globale n'est plus du fait de quelques opérateurs mais d'une multitude de participants.
- Qui règle les relations commerciales et la facturation



13

- La dimension élémentaire de base du système énergétique d'une politique de décarbonation cohérente est à l'échelle du quartier
- La somme des systèmes énergétiques des quartiers représente la planification énergétique du territoire communal
- Échelle naturelle du réseau de distribution local, pivot du couplage des secteurs et de la convergence des réseaux



## ENSEIGNEMENT #3

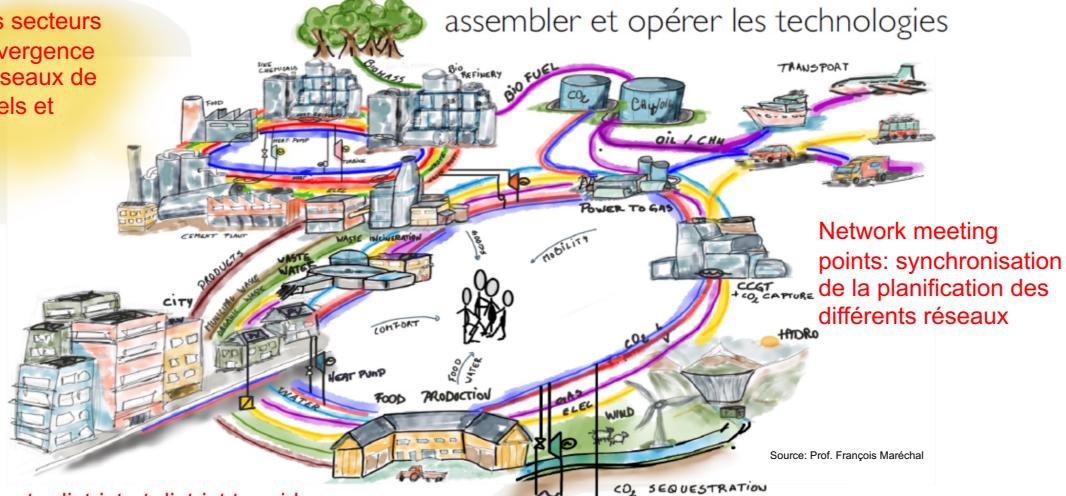
Importance du quartier

14

14

## CONVERGENCE DES RÉSEAUX

Le couplage des secteurs conduit à la convergence des différents réseaux de distribution actuels et futurs



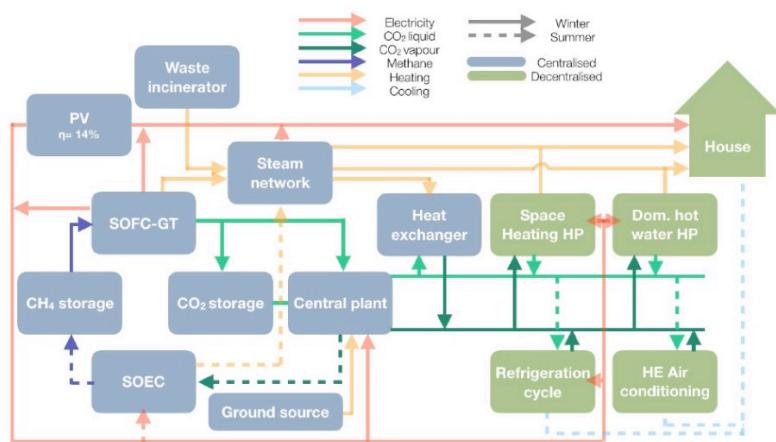
Approche building to district et district to grid

15

15

## VERS DES ÎLOTS AUTONOMES

- À l'échelle d'un quartier, d'une agglomération ou d'une ville?
- Les réseaux de distributions externes deviennent alors des réseaux de transport locaux permettant les échanges entre îlots et assurent la résilience
- Microréseaux et energy hubs présentent l'avantage de développer localement les capacités de stockage
- Le système énergétique reste décentralisé été comme hiver

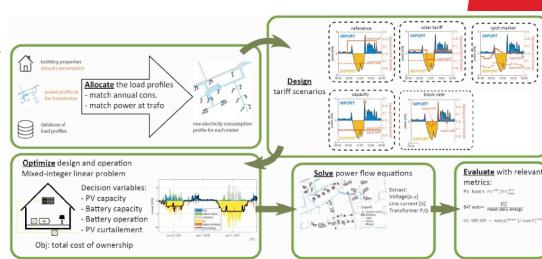
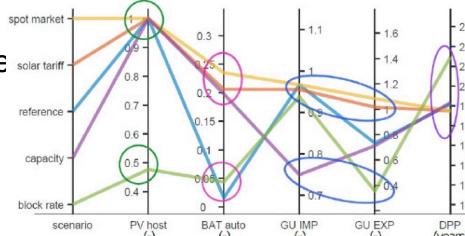


16

16

## ENSEIGNEMENT #4

- Un calibrage correct des tarifs d'utilisation du réseau permet de maintenir un revenu adéquat du réseau tout en soutenant le développement des NER, les moyens de stockage et en contenant les congestions
- Une tarification dynamique, notamment pour la reprise du PV favorise de plus grandes installations fournissant plus aux périodes de faible irradiance
- Plus efficace que n'importe quelle technologie



Importance des tarifs

17

17

## UNE CUISINE Saine POUR LE RÉSEAUX

- Deux modèles de tarifs semblent appropriés à maintenir les congestions dans les limites des infrastructures existantes
  - Ou la puissance est fortement taxée
  - Ou les prix de l'énergie à l'IMP et à l'EXP sont influencés par la puissance

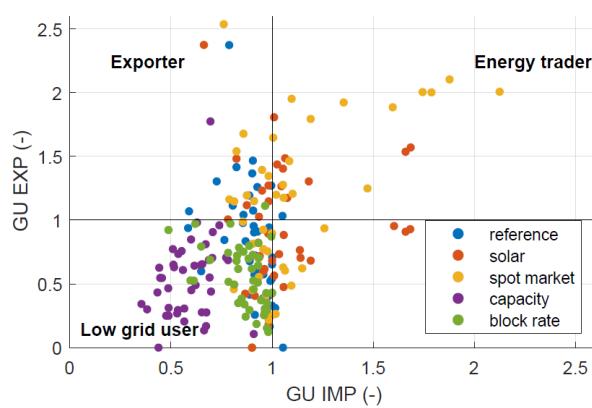


Figure 4.32 – Export grid usage ratio vs. import

18

18

## MAIS ATTENTION AUX INGRÉDIENTS

C'est l'objectif du mandat déjà en cours avec le PV-LAB de l'EPFL

- Rester équitable pour tous
- Garantir un temps de retour sur les investissements dans le PV et le stockage suffisamment attractif
- Inciter à la réalisation du plein potentiel NER
- S'approprier la compréhension de la problématique qui serait nécessaire à l'utilisation d'outils du marché

Chapter 4. Using electricity tariffs to trigger flexibility

Table 4.12 – Impact of tariffs. summary

	Flat volumetric	Variable volumetric	Capacity-based	Block rate
Design impact:	Constant import and export tariff PV capacity depends on LCOE and self-consumption. Battery capacity is a compromise between cost and self-consumption gain. Heat is mostly provided by a heat pump (sized according to the demand).	Import and export tariff change along with time Minor influence on the PV capacity. The battery is used for transient energy. It charges when electricity is cheap, and discharge to avoid expensive energy import. The heat pump and electric heater might be oversized to use as effective flexibility sources. Strongly increased by the battery usage, causing significant peak power as tariff changes.	Charge according to the maximum exchanged power. Can include a volumetric part. PV capacity can be reduced if the PV penetration is so high that curtailment becomes too significant. Battery capacity forced to cut import peaks. Heat pump capacity is reduced. Electric heater size increased to cover the extreme heat demand situation. Effective reduction of the grid usage intensity.	Import rate increases with power. Export rate decreases with power. PV capacity can be reduced for large systems as the feed-in rate is lower for high export power. The battery, heat pump and electric heater capacity are also reduced.
Grid impact:	Mostly influenced by the installed PV capacity			Overall reduction of the line loading and voltage deviation. Transformer maximum loading is also reduced at a similar level to the capacity tariff, but the load duration curve is flatter.

19

## LEVÉE DES FREINS?

- Autoriser sous condition les clients captifs à couvrir une part de leur consommation auprès des producteurs situés le même réseau local
- Rendre les tarifs d'utilisation du réseau incitatifs (saisonniers, dynamiques, avec forte composante de puissance) à adopter un mode de consommation que seul le développement des moyens de stockage journalier du côté des producteurs et saisonnier du côté des consommateurs permettent d'atteindre
- Favoriser les regroupements locaux de producteurs et consommateurs en communauté de consommation, qui payent le réseau public comme tous les clients finaux, mais reçoivent en retour une rétribution du GRD pour un comportement prévisible et utile au réseau

20

## LEVÉE DES FREINS?

- Ne subsidier au sein d'une même zone (selon l'optimisation énergétique territoriale) que les technologies qui contribuent ensemble à un système énergétique efficient
- Les art. 17b LApEI et 8c OApEI (ainsi que le probable art. 17 b bis) devraient être repensés pour ne pas créer d'entrave à la pleine valorisation de la flexibilité réalisable par de nouveaux acteurs

21

21

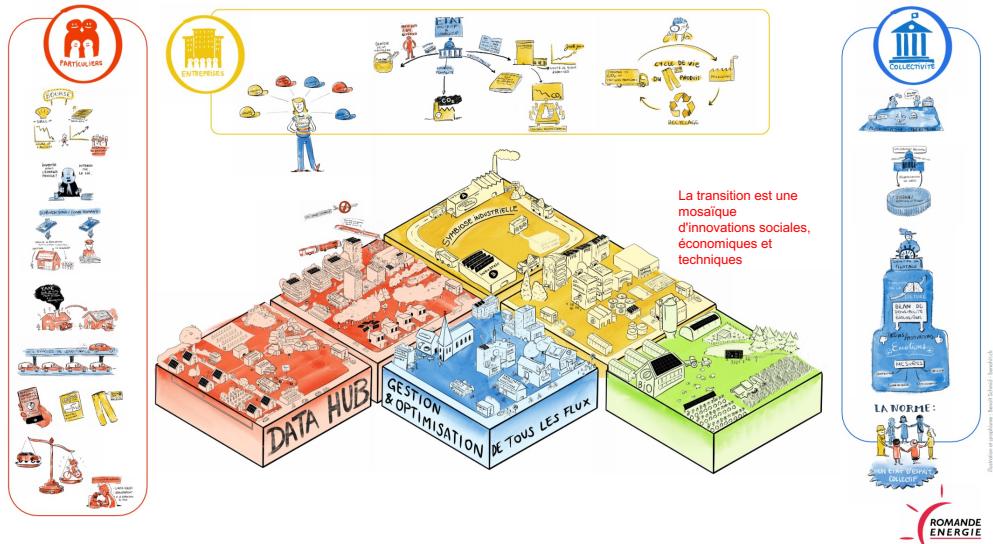
## LEVÉE DES FREINS?

- Une extension du périmètre de service public délégué au GRD (imputable aux coûts du réseau) devrait autoriser le plein financement de programmes de sensibilisation des consommateurs et de mesures facilitatrices pour les propriétaires. De même que la préparation et la diffusion en open data de données utiles aux utilisateurs finaux, individus, entreprises et collectivités publiques ainsi qu'à tous les fournisseurs de produits et services

22

22

## LA TRANSITION EST UNE MOSAÏQUE



23

23

MERCI DE VOTRE  
ATTENTION



Arnoud Bifrare  
Chargé SMART & Projets Stratégiques  
arnoud.bifrare@romande-energie.ch  
+41 21 802 94 58

24

12

## MARCHÉ LIBRE OU SERVICE PUBLIC POUR LA TRANSITION?

### BONUS

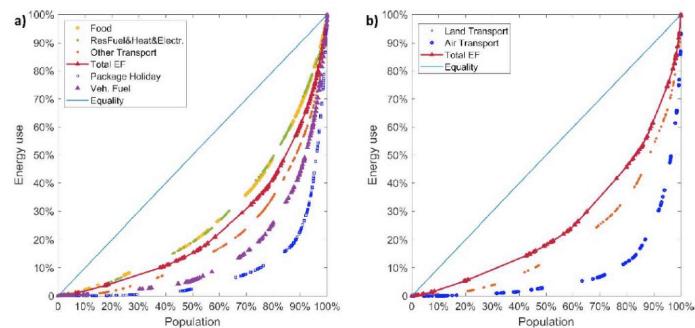
25



## L'INIQUITÉ GUÈTE AU COIN DE LA RUE

- Lorsque l'usage de l'énergie est très inéquitable dans une catégorie de consommation, comme les transports, les taxes et réglementations sont efficaces – la demande s'adapte au changement
- Dans le cas contraire, comme pour l'énergie résidentielle (chaleur et électricité)\*, c'est les investissements publics qui doivent adapter les infrastructures nécessaires au changement
- Les subsides conduisent fréquemment à un développement inéquitable des infrastructures en se concentrant sur les zones à forts revenus

\* Mais aussi énergie pour se déplacer pour travailler ou pour manger.  
Énergie résidentielle ou domestique

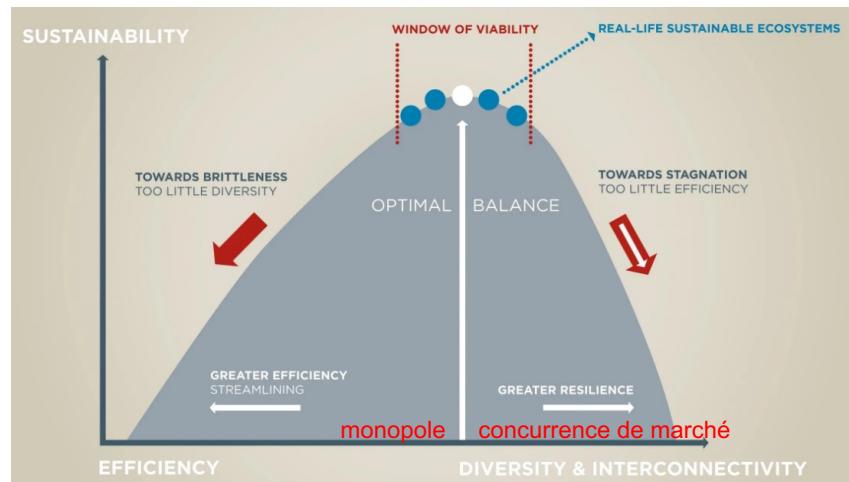


*Figure 5: International Lorenz Curves. Panel (a) shows the international inequality of energy footprints across all income classes within the 86 countries taken together, for different consumption categories. The overall energy footprint inequality is the red continuous line. Embodied energy in food and direct residential energy consumption, in the form of electricity and heat, exhibit the least inequality but with Gini coefficients of 0.45 still can be described as highly unequal. The highest inequality occurs in transport-related energy consumption: Vehicle Fuel as well as Package Holidays, the latter relying often on flights. Panel (b) accentuates the difference in energy inequality for Land Transport and Air Transport in the developing world (56 countries), with Air transport being clearly more unequal.*

26

26

## OÙ EST LE JUSTE MILIEU?



27