

Vers un système énergétique plus durable ?

Expérimenter, c'est apprendre et pouvoir innover

A la fois temps de la réflexion et temps de l'action, l'expérimentation ose le nouveau, permet d'améliorer l'existant et ouvre des pistes.

S'impliquer en tant qu'enseignant et chercheur pour évaluer ces expériences vise à développer l'apprentissage par l'usage, confronter les théories à la réalité et approcher la complexité.

Cela restera l'activité préférée d'une vie professionnelle.

Leçon finale de Bernard Lachal

Jeudi 15 juin 2017 à 17h15

Auditoire R070 à Uni Mail

Uni Mail - 40 bd du Pont-d'Arve - CH - 1211 Genève 4





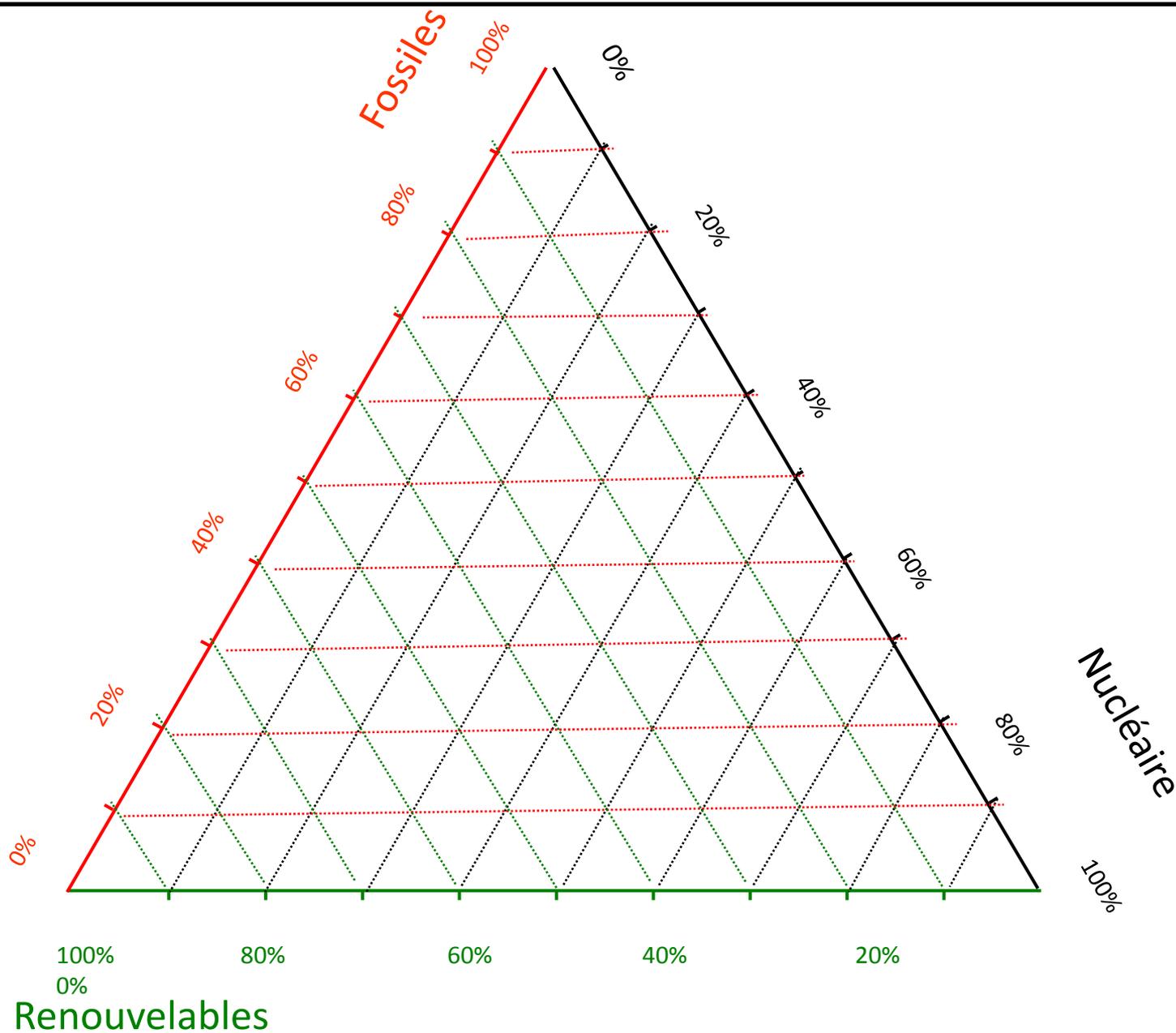
Vidéo



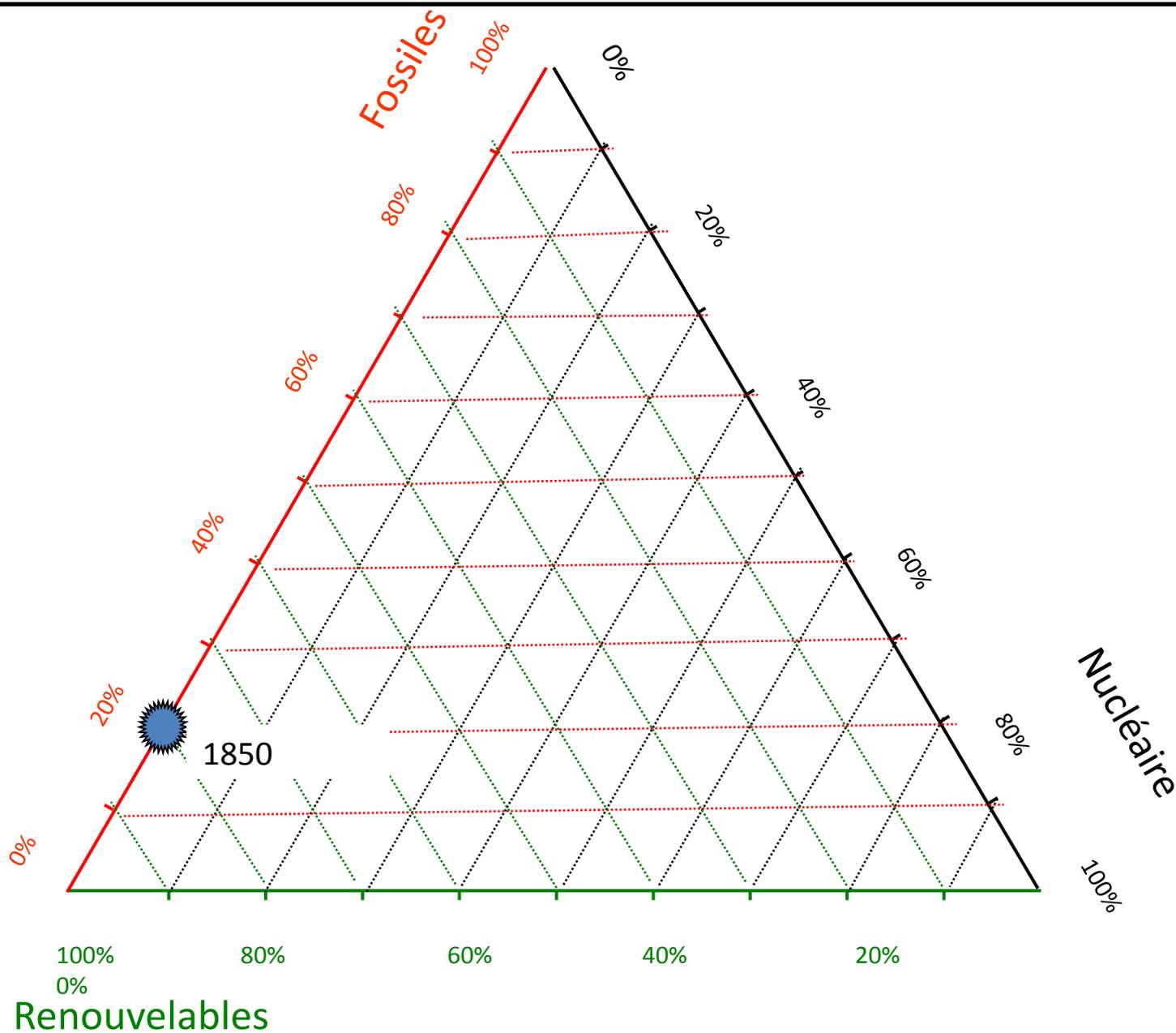
Plan de la présentation

1. Le système énergétique, un système en transition
2. Les retours d'expérience
3. L'apprentissage par usage
4. Conclusions

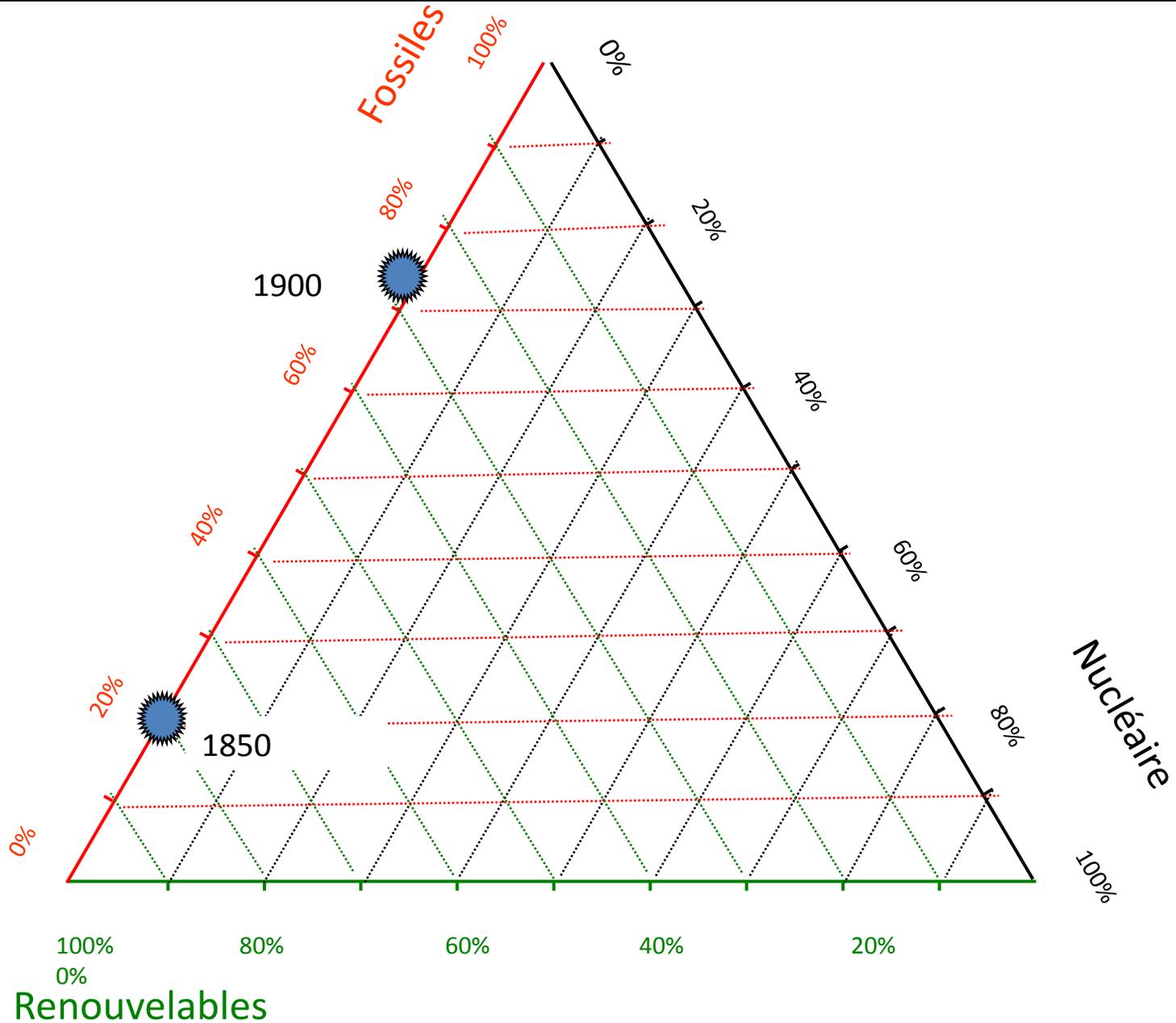
Un système en transition



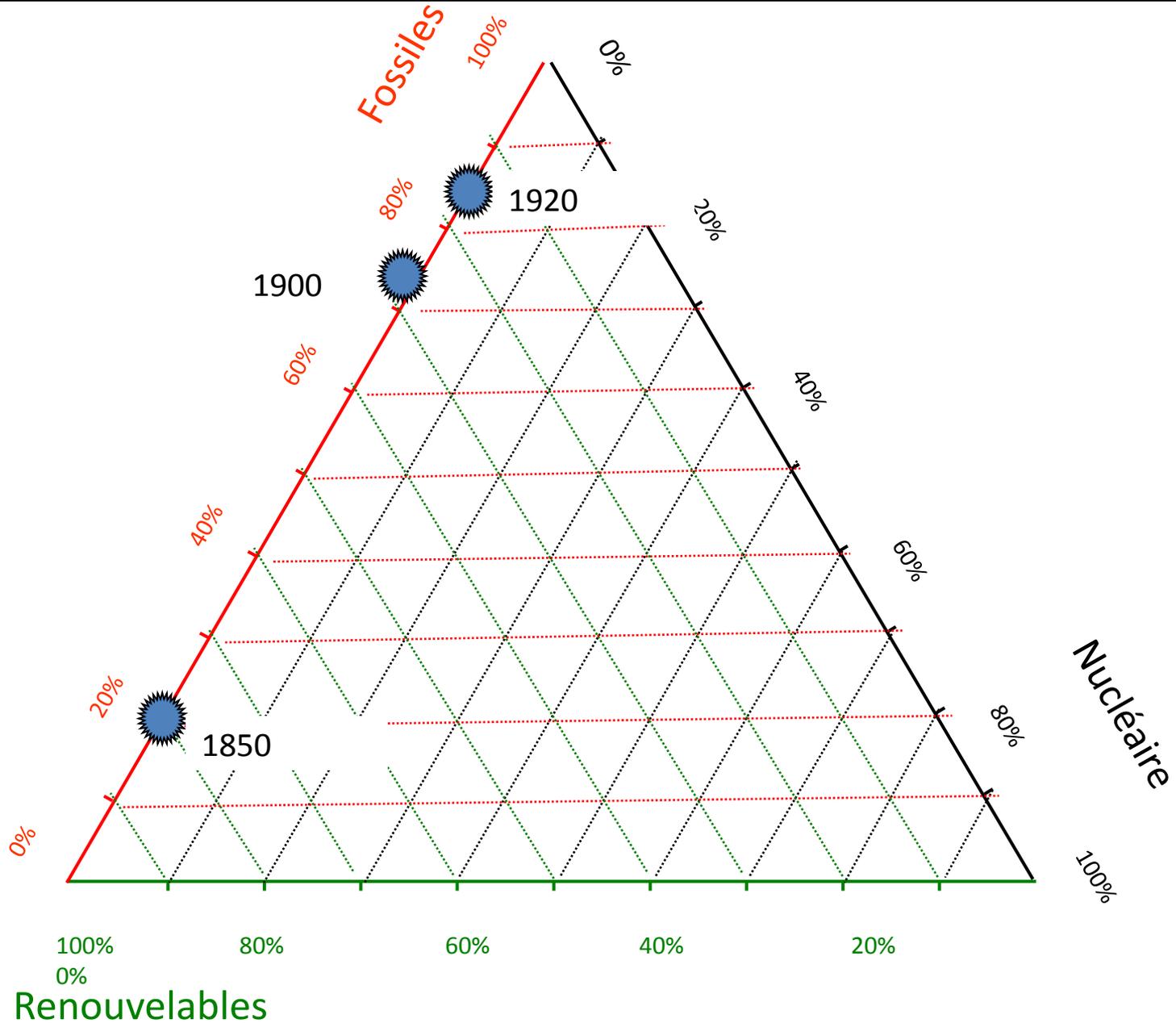
Un système en transition



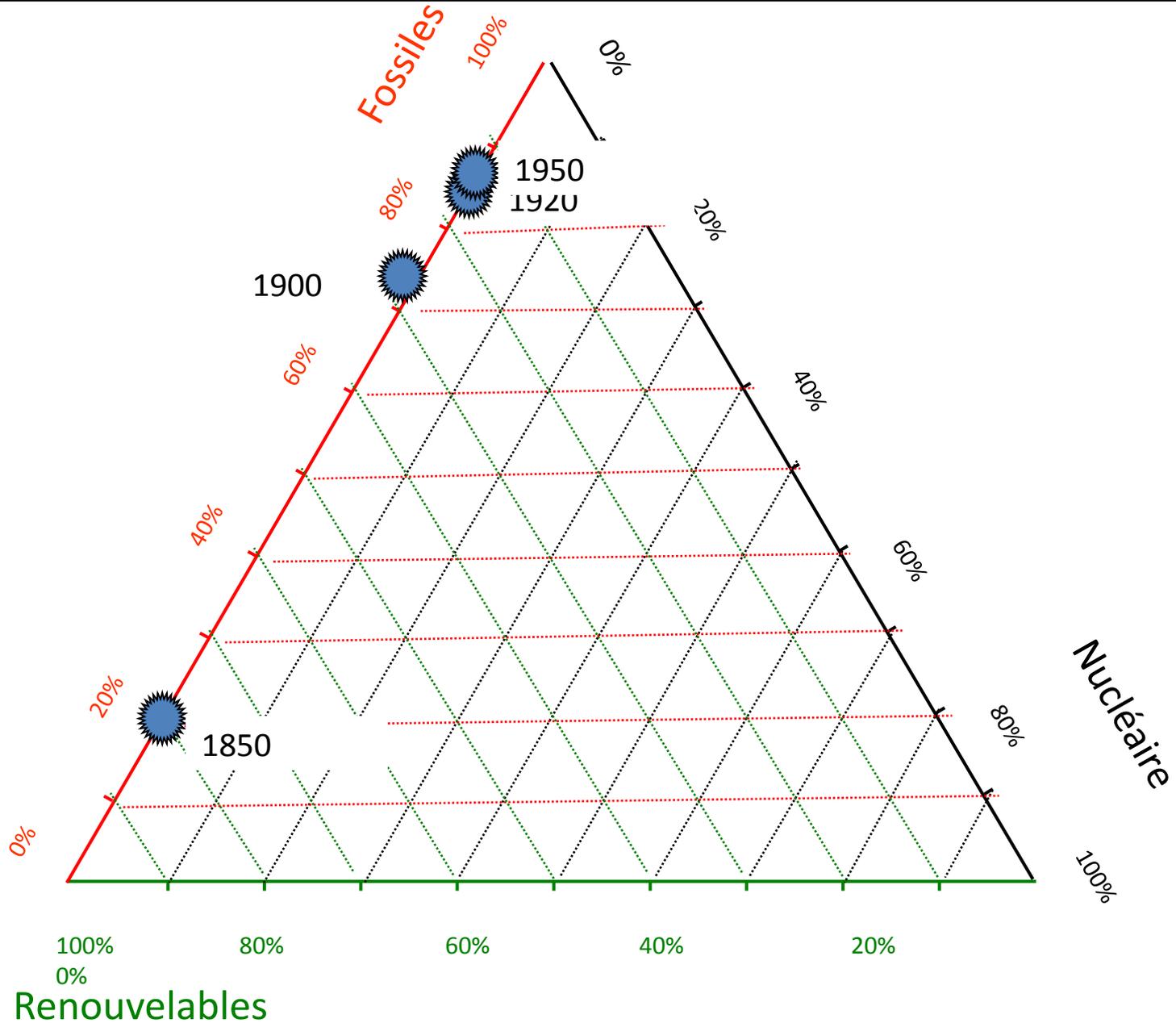
Un système en transition



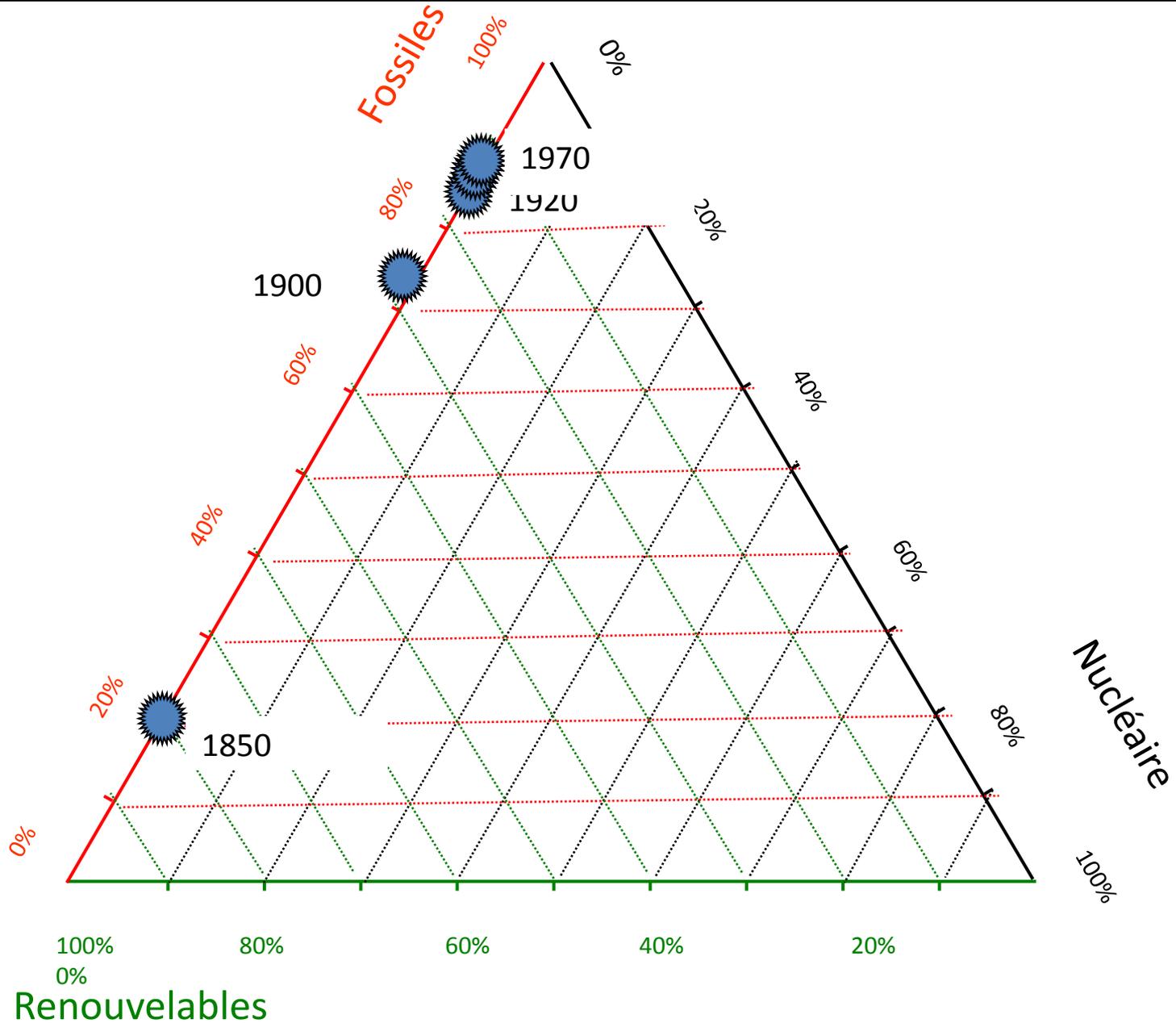
Un système en transition



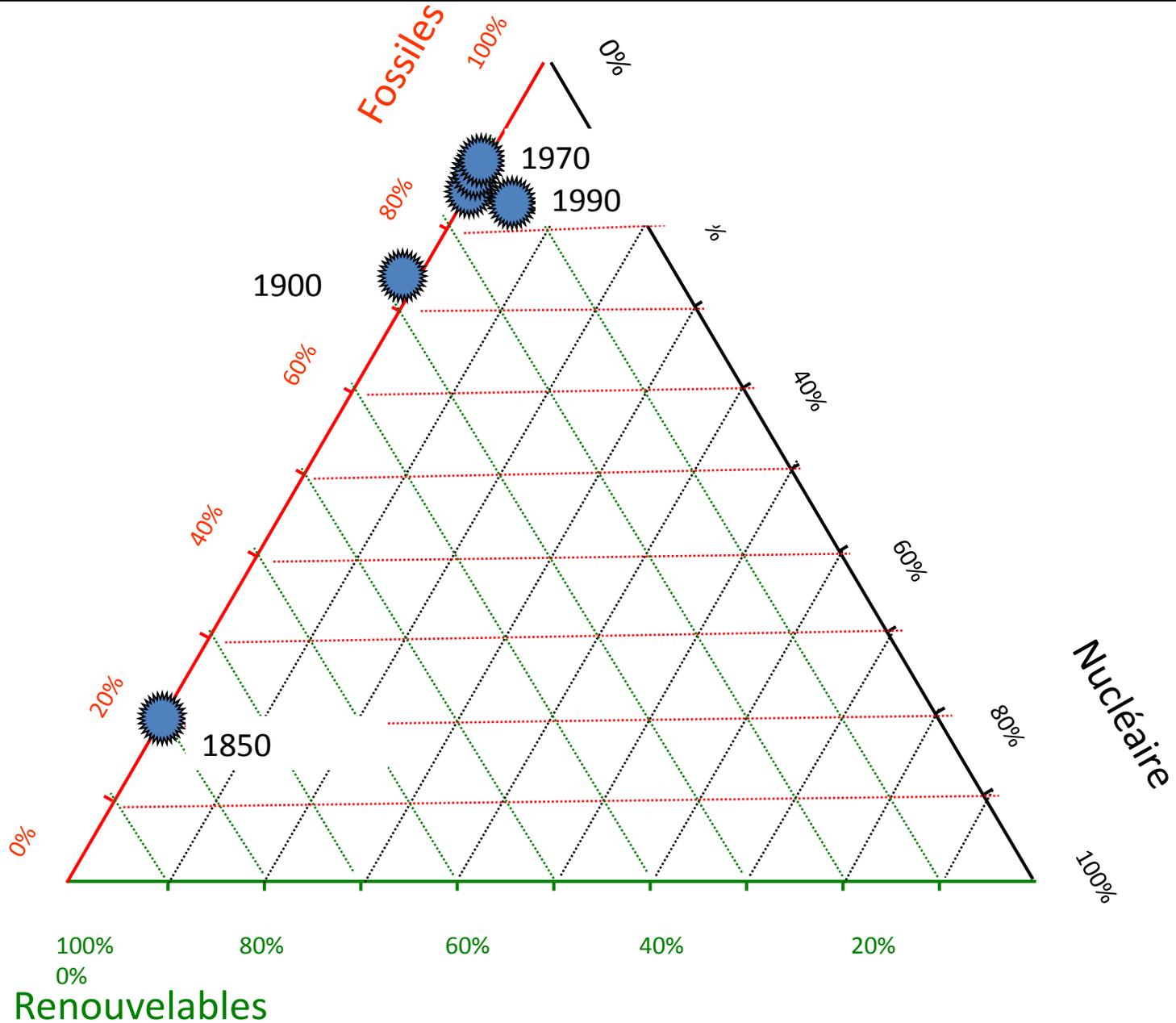
Un système en transition



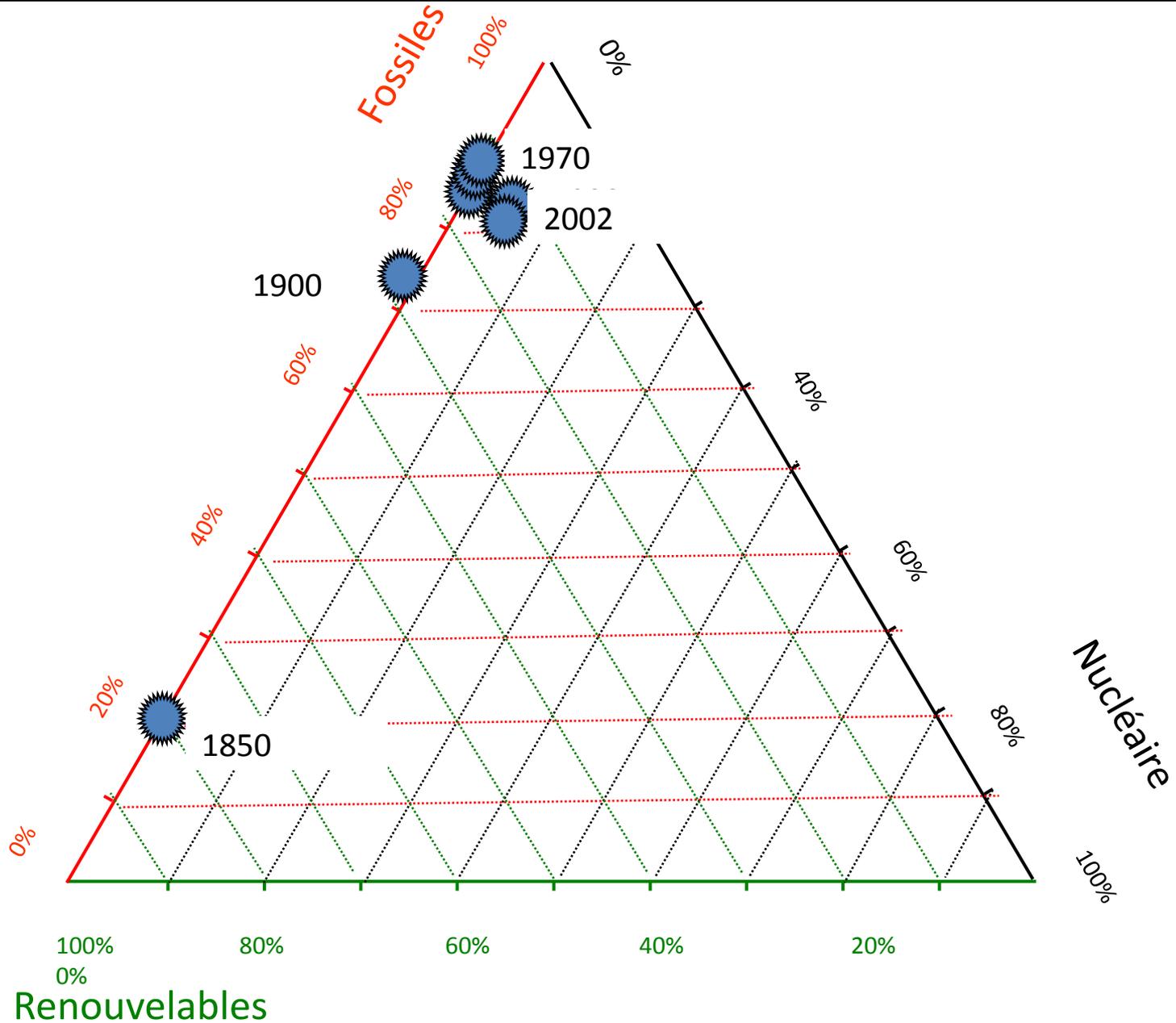
Un système en transition



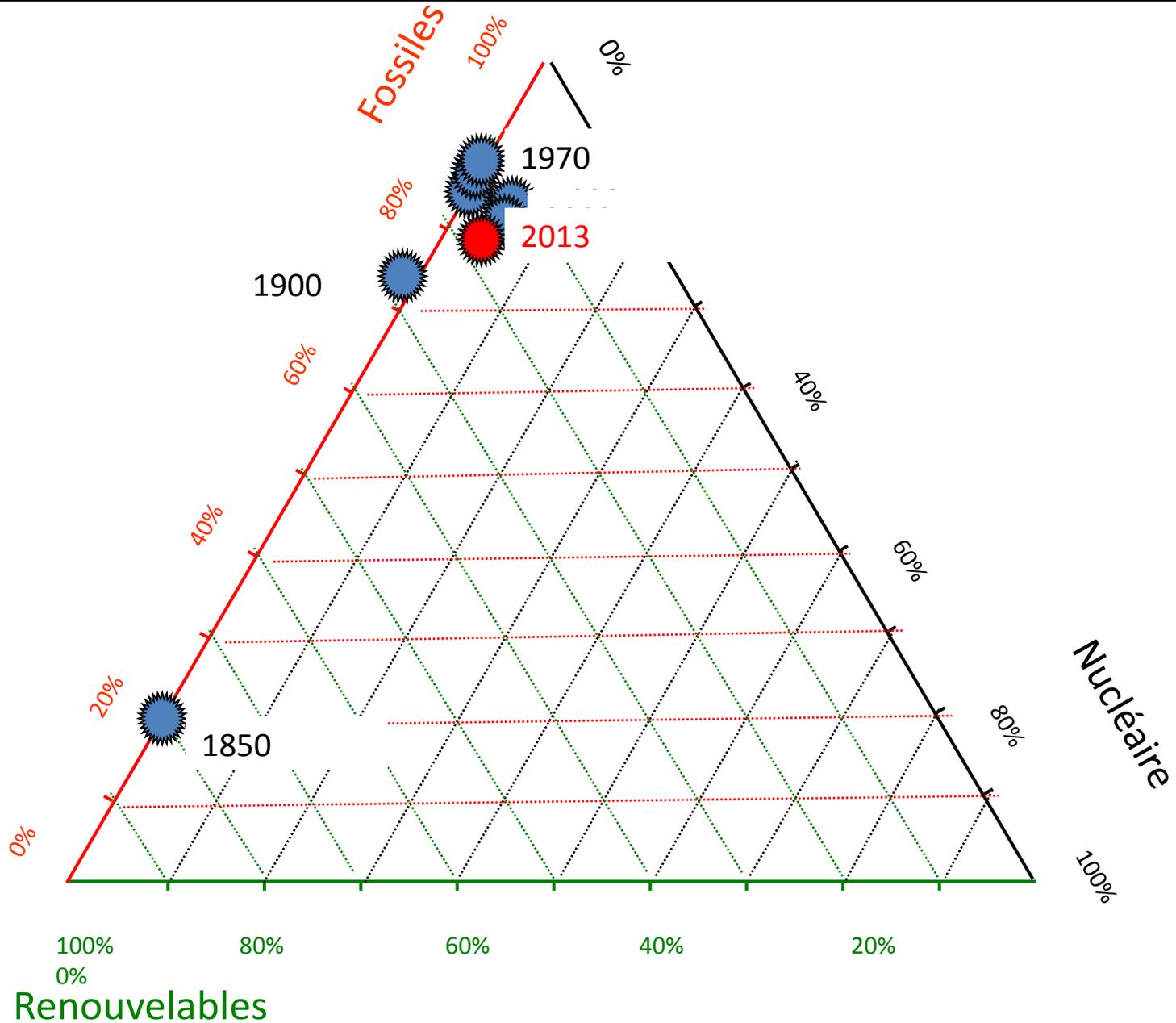
Un système en transition



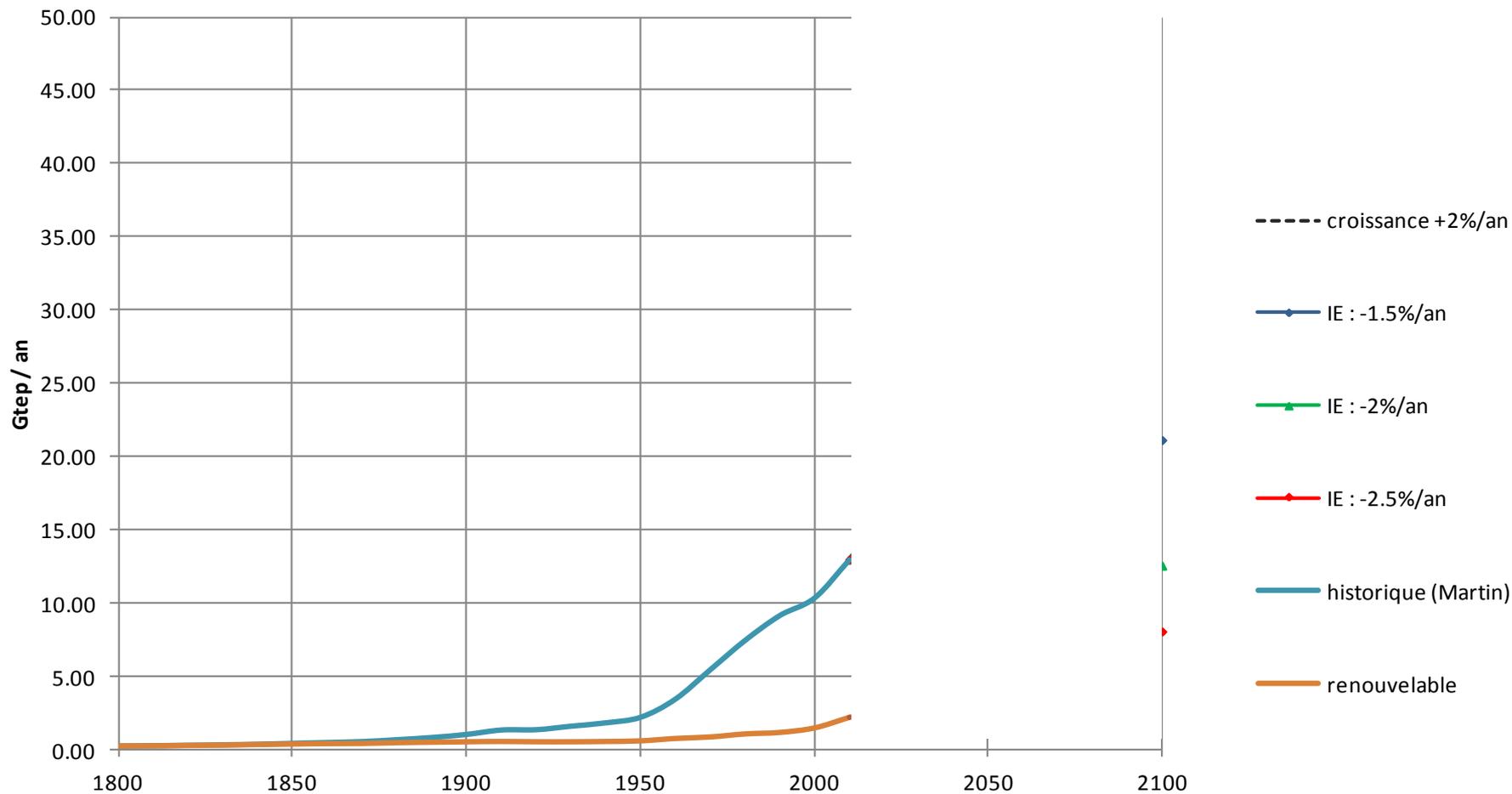
Un système en transition



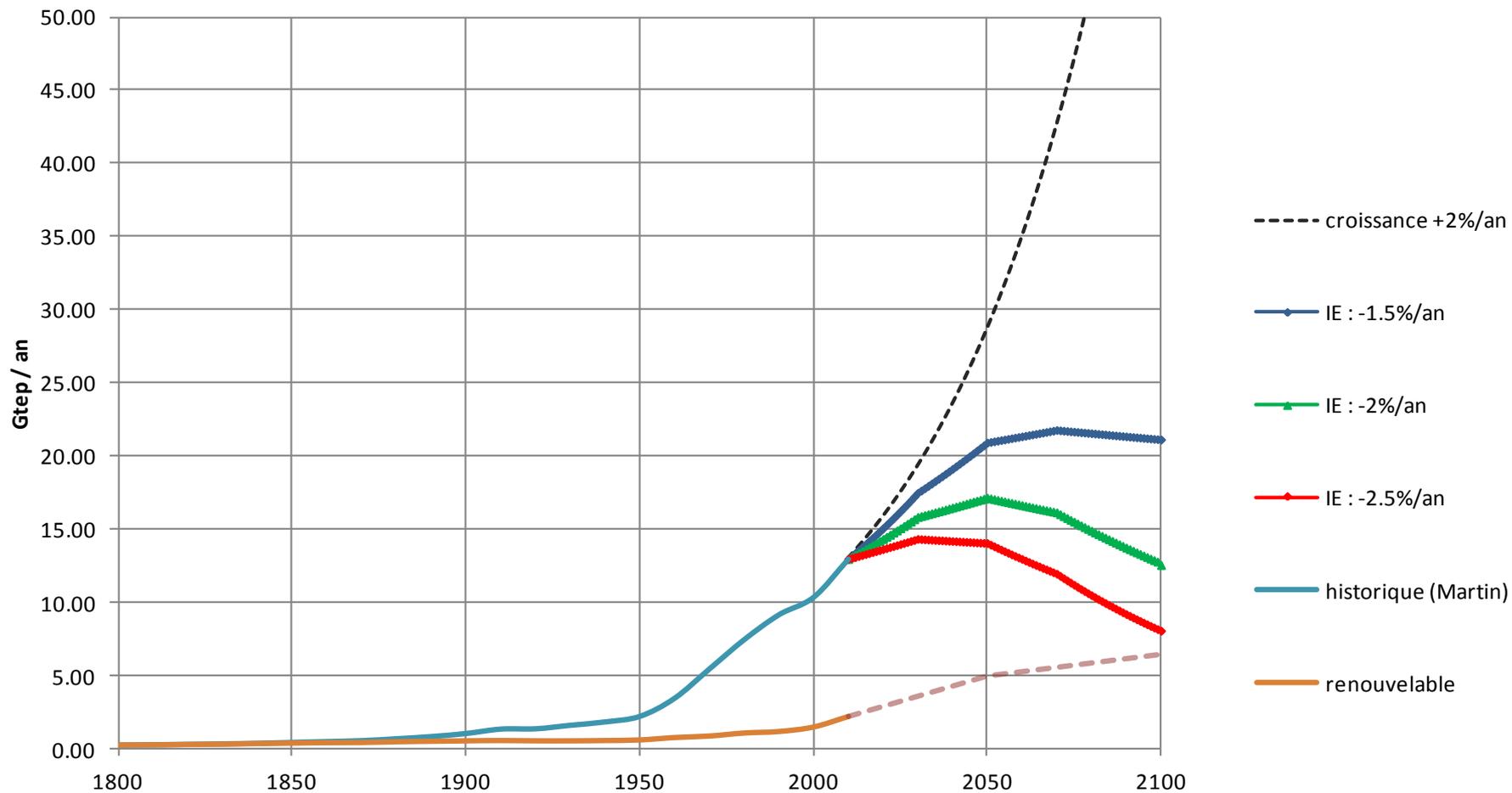
Un système en transition



Un système en transition



Un système en transition



Un système en transition

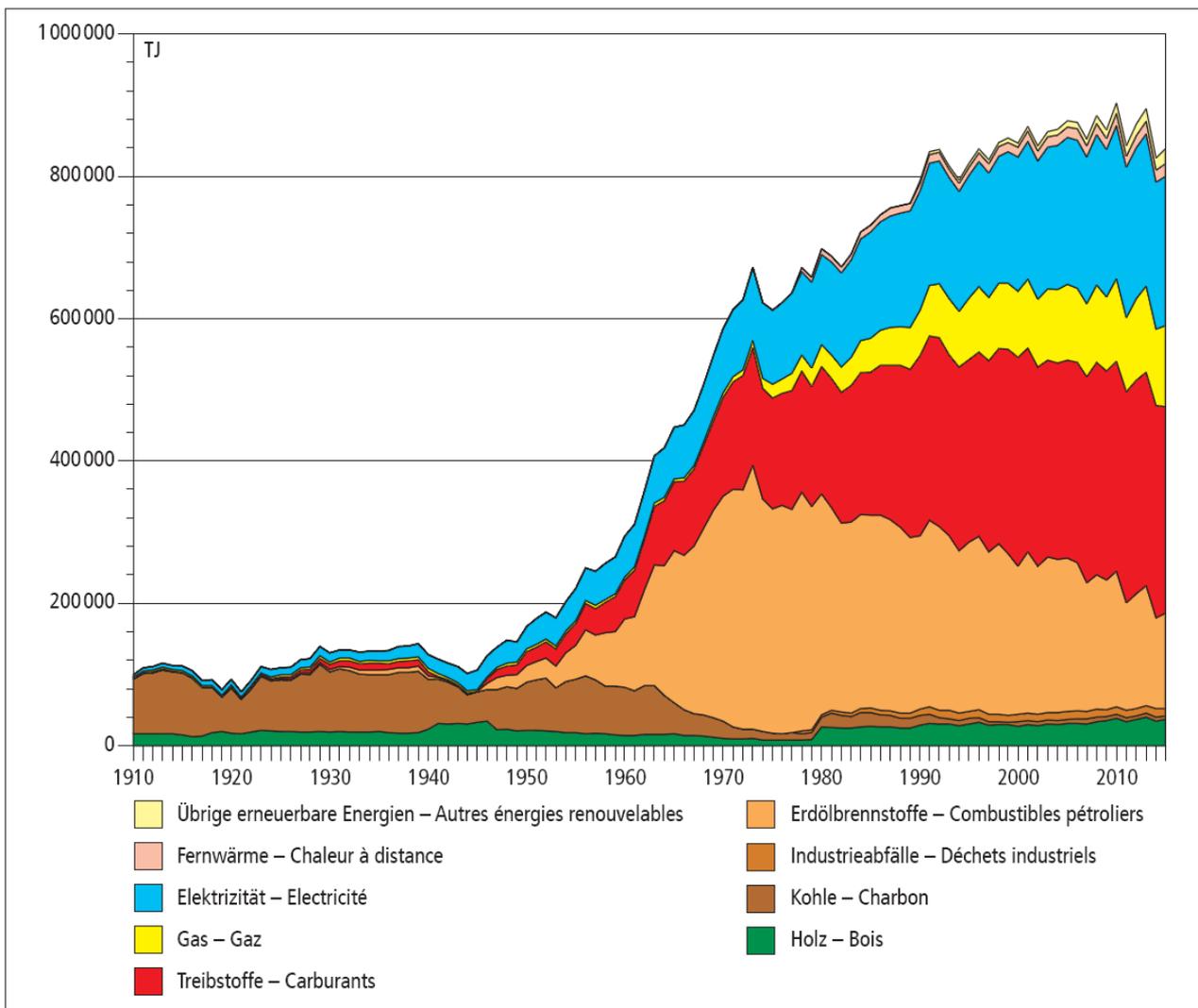
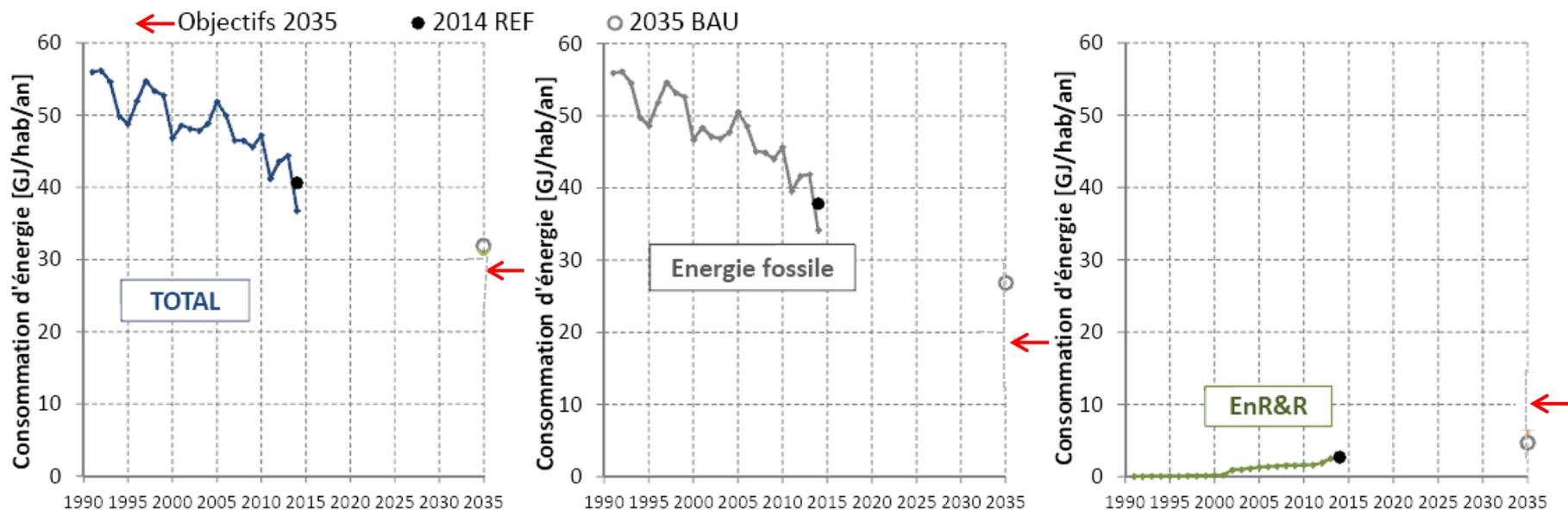


Fig. 1 Endenergieverbrauch 1910–2015 nach Energieträgern
Consommation finale 1910–2015 selon les agents énergétiques

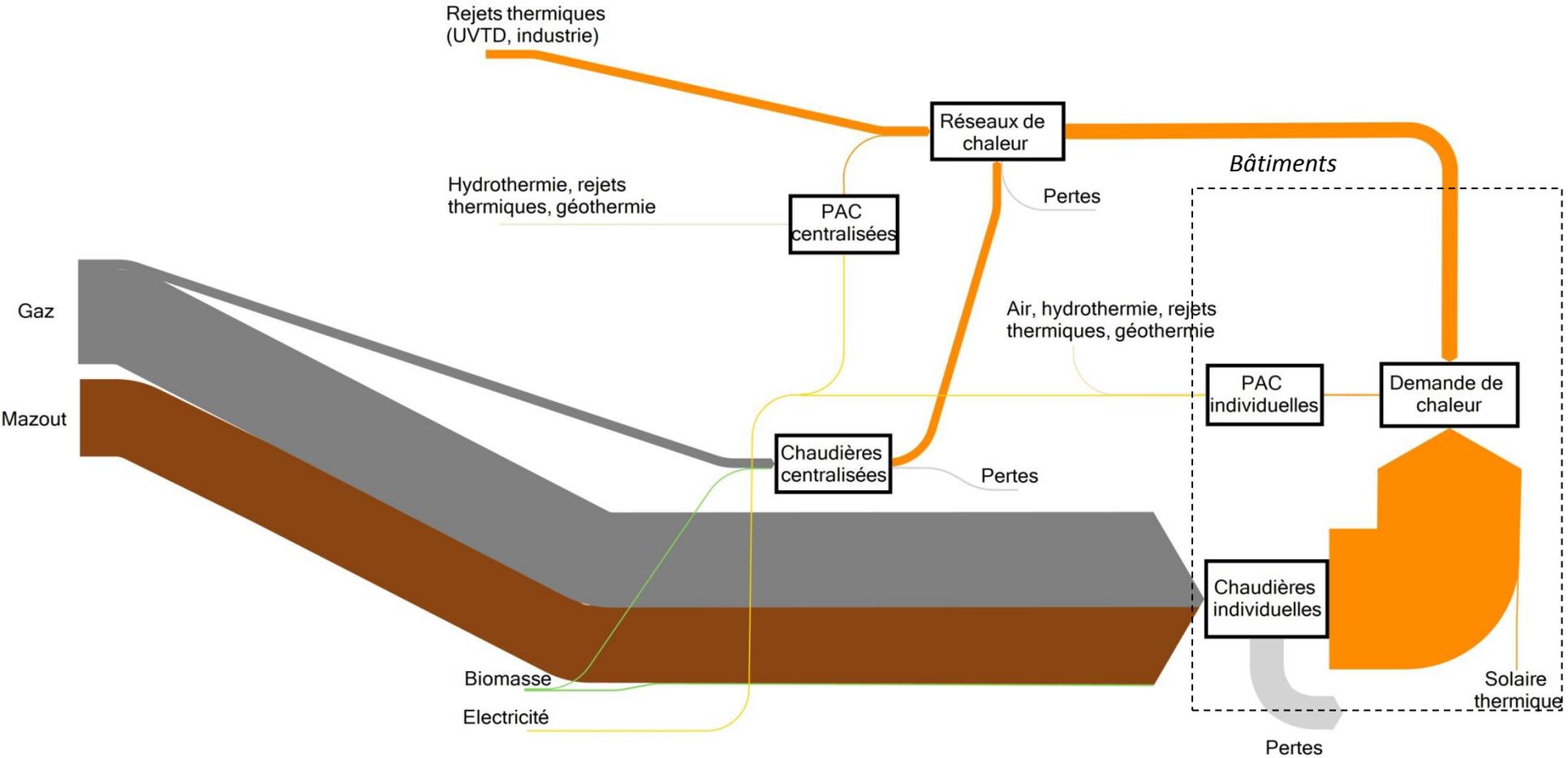
Un système en transition

Consommation d'énergie de chauffage par habitant, Canton de Genève



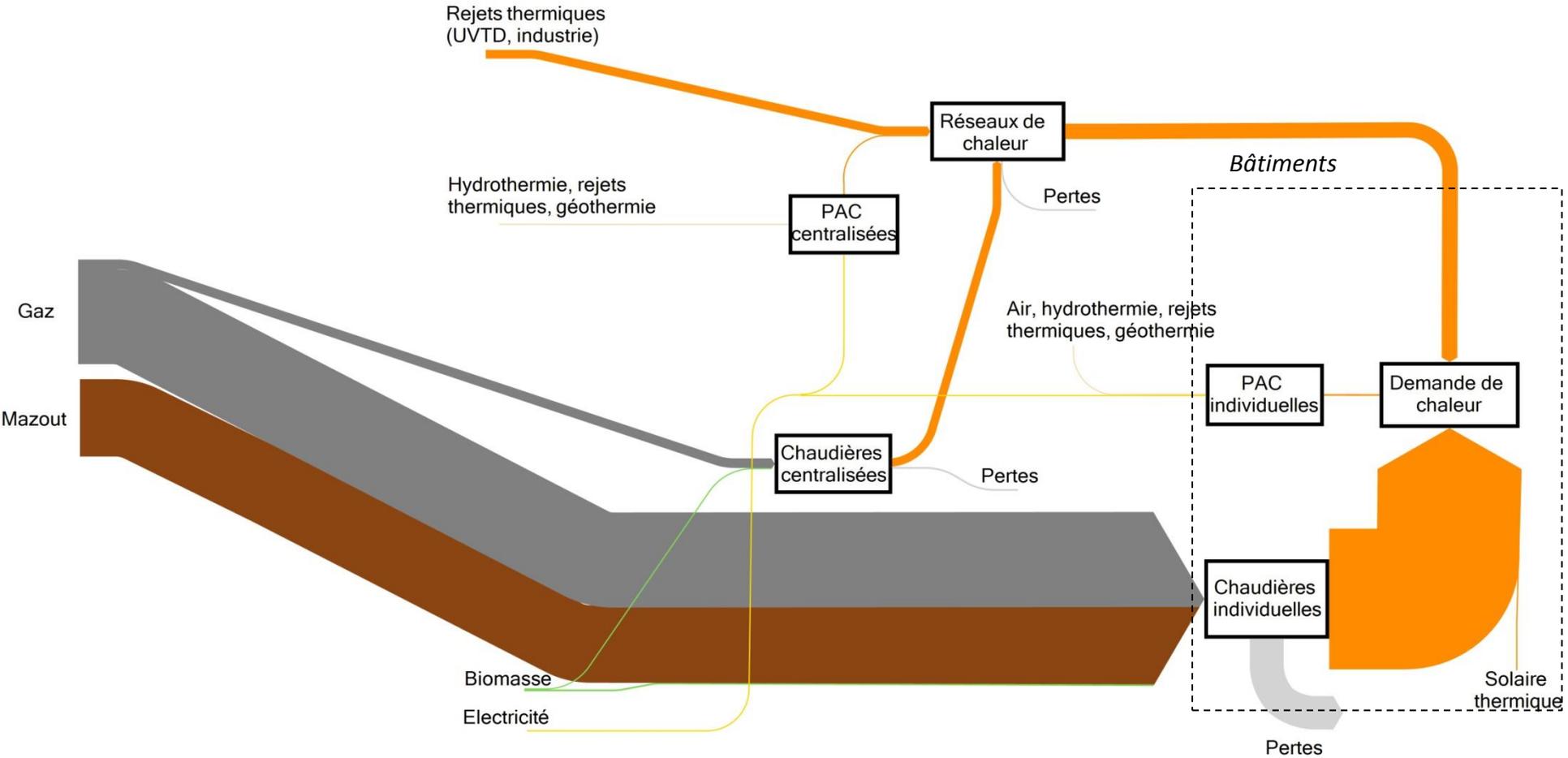
Un système en transition

Canton de Genève, chaleur 2014.



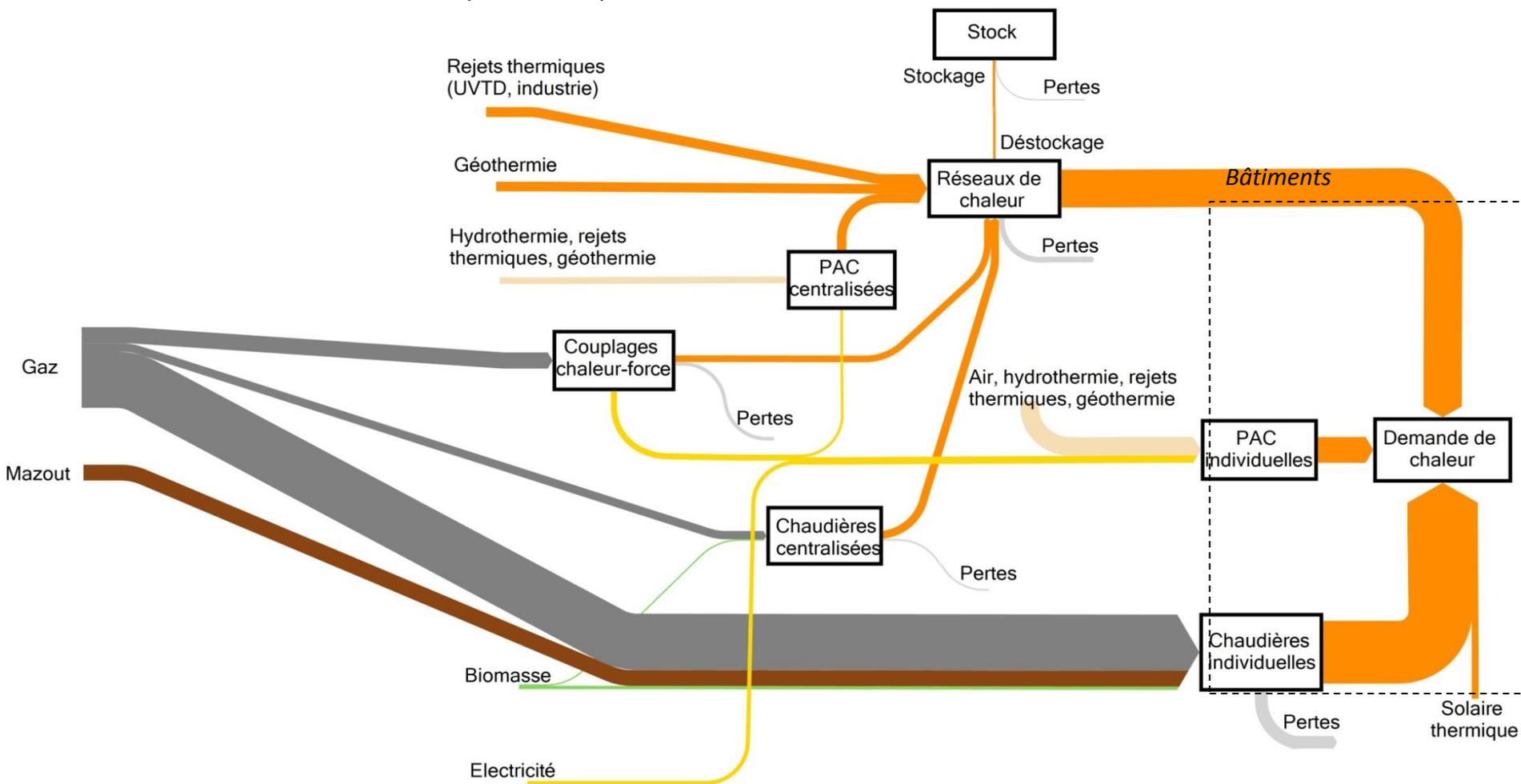
Un système en transition

Canton de Genève, chaleur 2014.

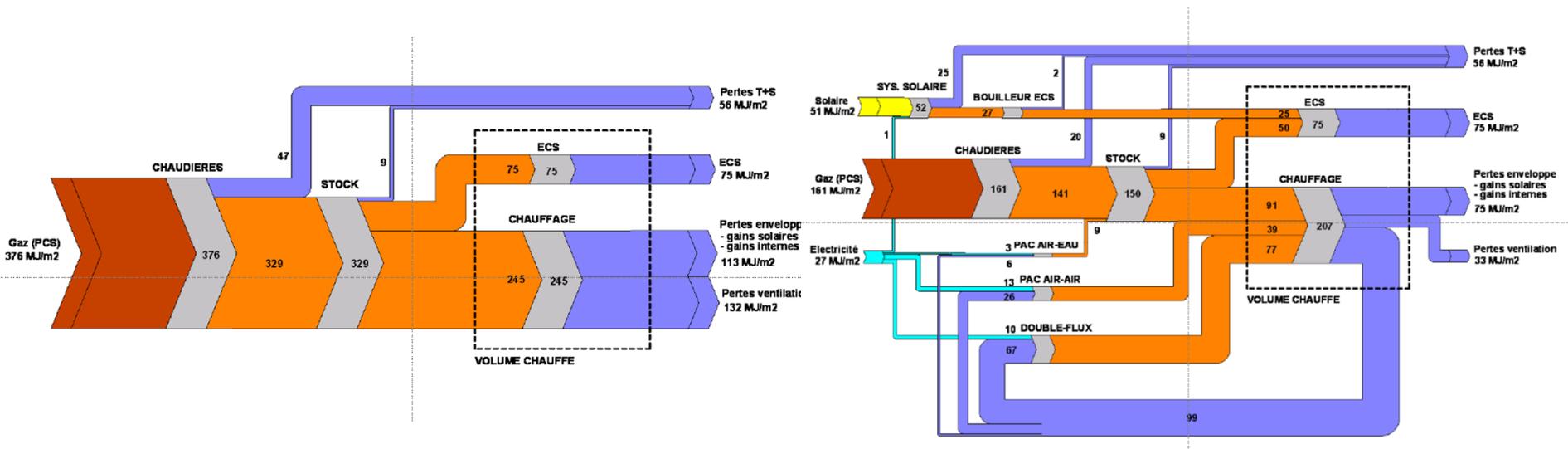


Un système en transition

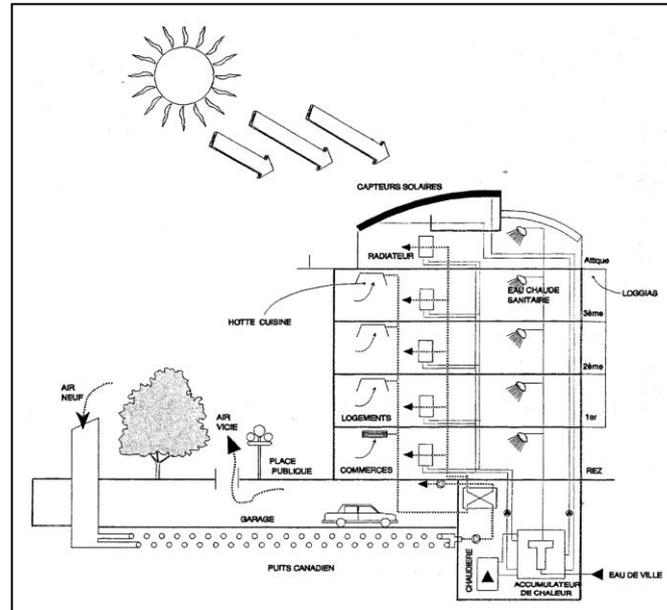
Canton de Genève, chaleur, une vision 2035.



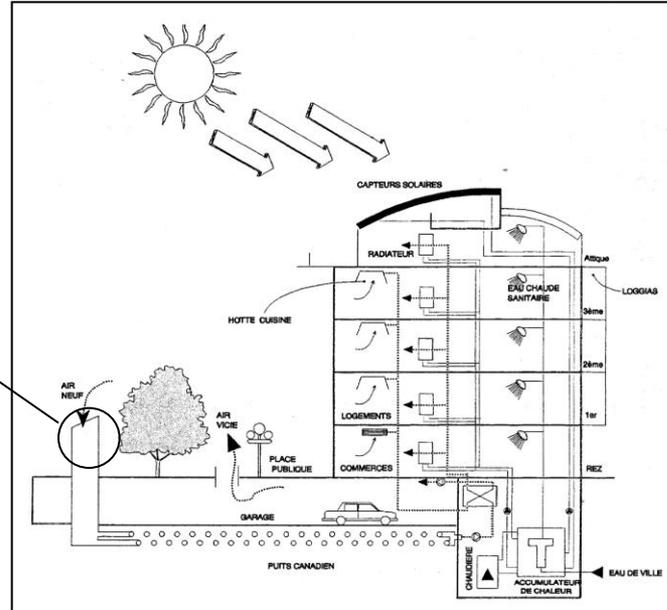
Un système en transition



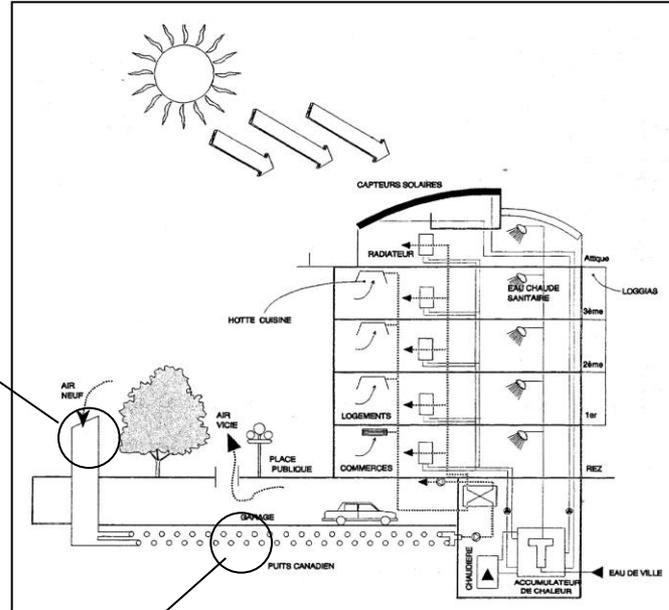
Un système en transition



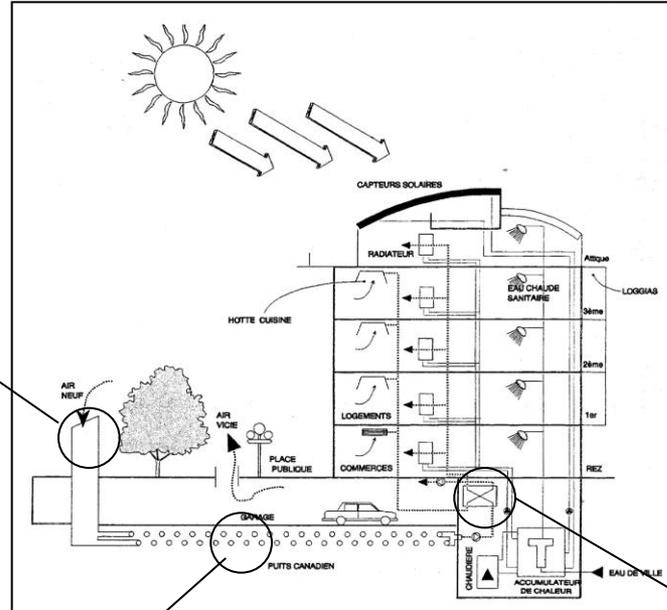
Un système en transition



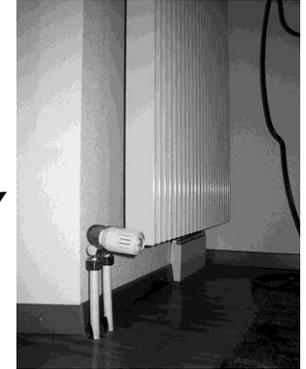
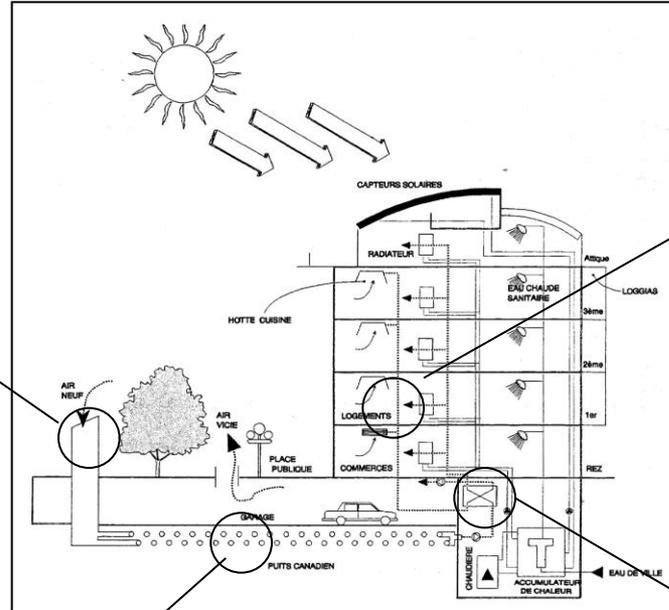
Un système en transition



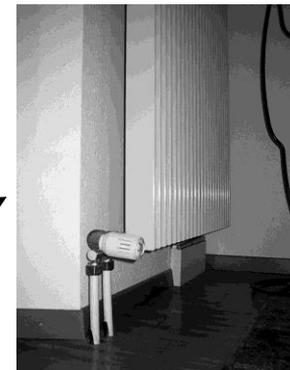
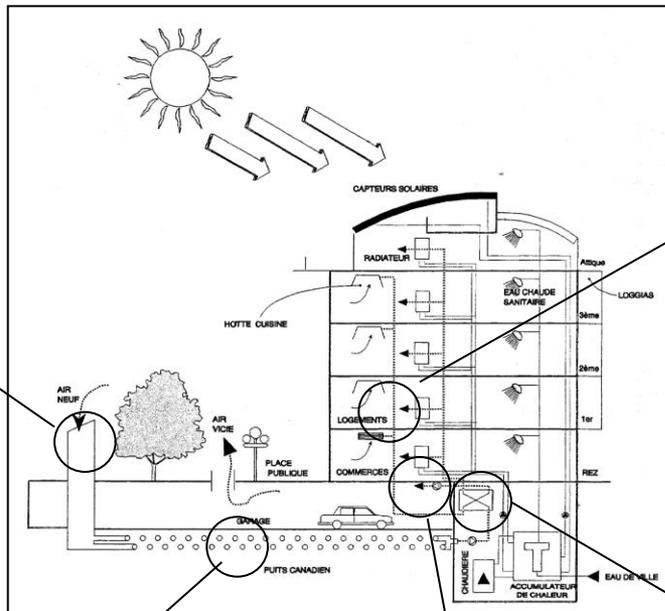
Un système en transition



Un système en transition



Un système en transition



Un système en transition

Réseau d'eau lacustre GLN, SIG, mis en service en 2007

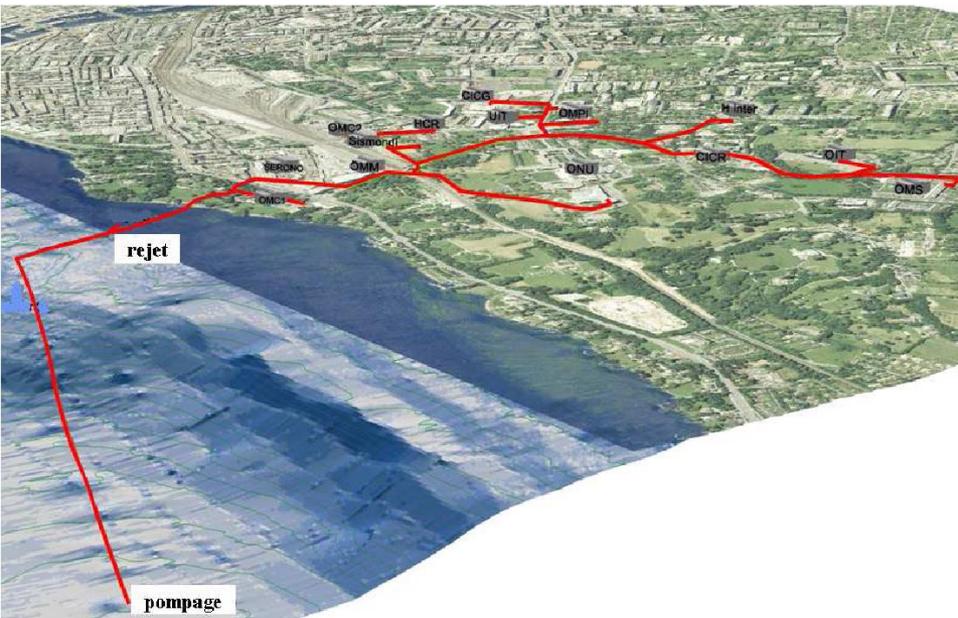
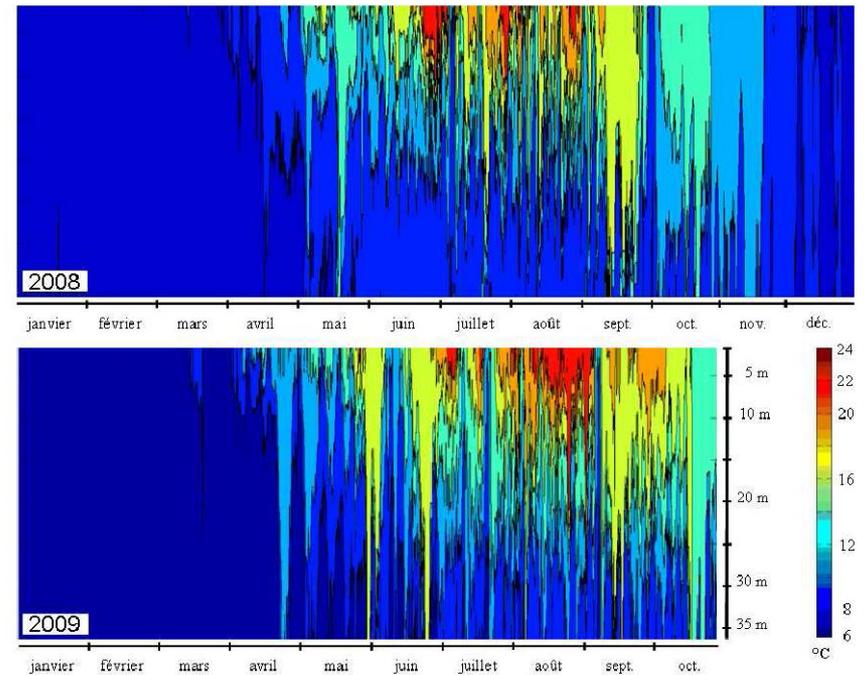


fig. 6-2 Vue globale du système hydrothermique GLN – Merck-Serono

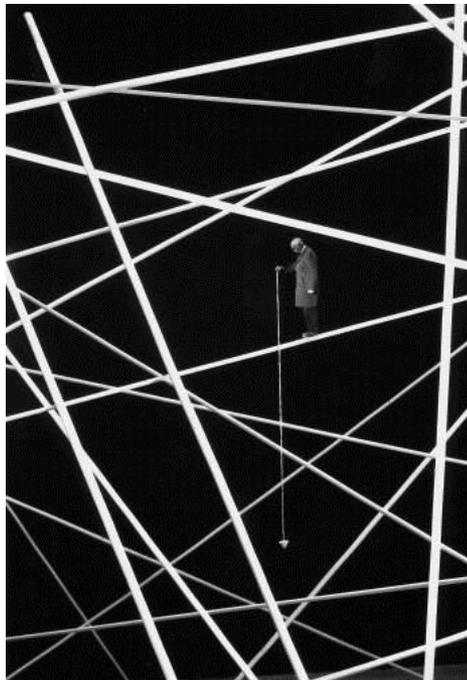




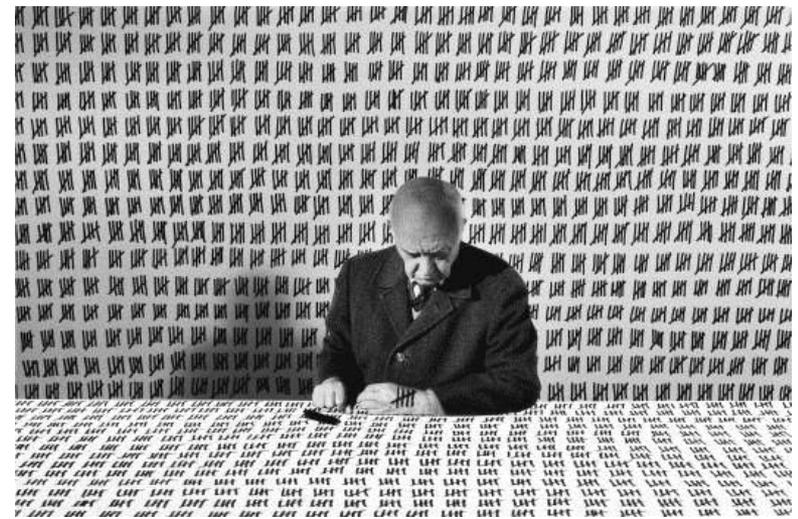
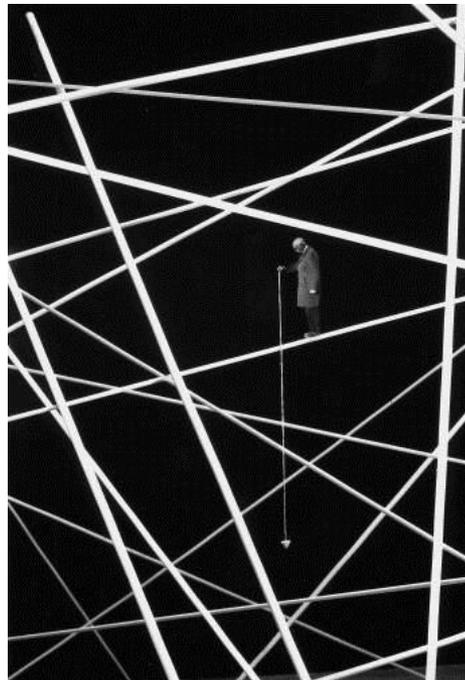
Photos : Gilbert Garcin







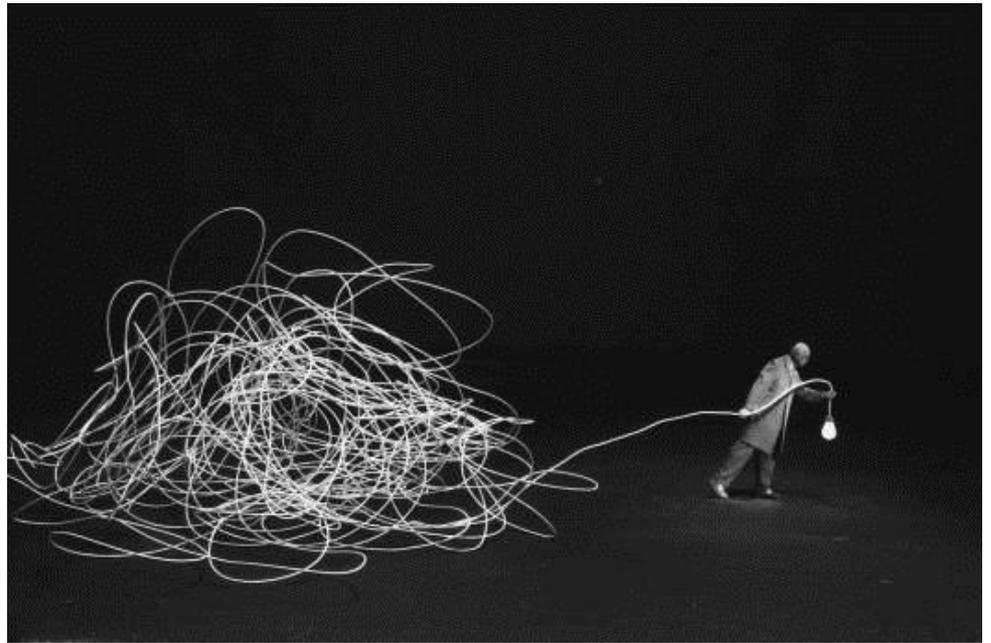
Photos : Gilbert Garcin



Photos : Gilbert Garcin



Photos : Gilbert Garcin



Photos : Gilbert Garcin



Photos : Gilbert Garcin

Retours d'expérience

L'implication des chercheurs par le retour d'expérience

L'implication : vient de plicare, plier, anciennement tresser -> com-liqué, complexe
: im-plier, ex-plier, ap-plier,
: implicite, explicite.

Retours d'expérience

L'Uni n'a pas le rôle de constructeur d'infrastructures.

Il ne s'agit donc pas de réaliser des objets avant-gardistes pour montrer la voie mais de contribuer à un projet novateur par une création de connaissances et un apprentissage.

L'implication des chercheurs par le retour d'expérience : évaluation in situ des SE innovants en situation « commune »

Ils sont quelquefois remarquables, mais ils peuvent toujours être reproduits (exemplaires) :

Retours d'expérience

L'Uni n'a pas le rôle de constructeur d'infrastructures.

Il ne s'agit donc pas de réaliser des objets avant-gardistes pour montrer la voie mais de contribuer à un projet novateur par une création de connaissances et un apprentissage.

L'implication des chercheurs par le retour d'expérience : évaluation in situ des SE innovants en situation « commune »

Ils sont quelquefois remarquables, mais ils peuvent toujours être reproduits (exemplaires) :

- 1^{er} stockage saisonnier de chaleur de Genève, Marcinhes à Meyrin, 1988
- 1^{er} PV couplé au réseau à Genève, Coop CERA, Stade des trois Chênes à Chêne Bourg, 1989
- 1^{ère} cité solaire de suisse, Mairie de PLO, 1997
- 1^{er} immeuble Minergie à Genève, Pommiers à Genève, CIA, 2003,
- 1^{er} réseau 100% d'eau du Lac non corrigée non dédié au monde (GLN de SIG), 2006,
- 1^{er} rénovation Minergie du canton, Gros Chêne à Onex, 2008,
- 1^{er} programme d'économie d'électricité de Suisse pris en charge par un distributeur, éco21 de SIG, 2010
- La plus importante rénovation Minergie P en Suisse, 2015, La Cigale à Genève

- 1^{er} quartier Minergie A de Suisse , Les Vergers à Meyrin, 2017,
-

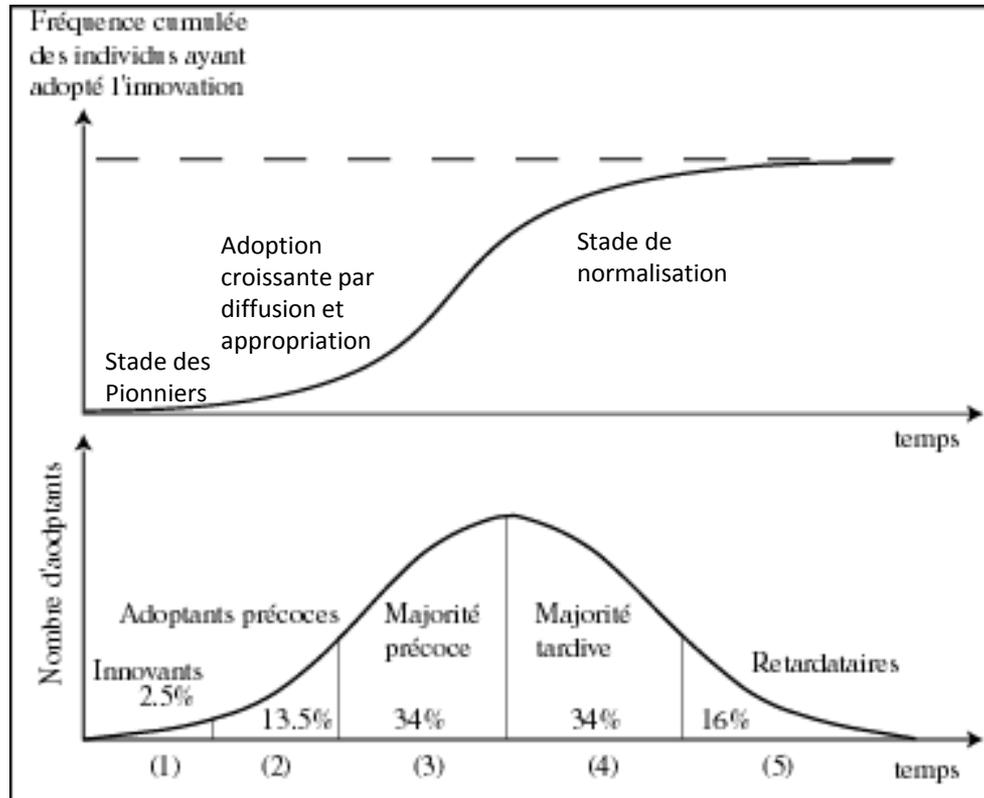
Innovation

Ce n'est pas parce qu'une technologie est efficace qu'elle se développe, c'est parce qu'elle se développe qu'elle deviendra efficace.

« l'innovation est toujours une histoire, celle d'un processus. Elle permet de transformer une découverte, qu'elle concerne une technique, un produit ou une conception des rapports sociaux en de nouvelles pratiques. Mais ce processus n'est pas mécanique, toute découverte ne se transforme pas en innovation. Une découverte peut fort bien demeurer à l'état d'invention ».

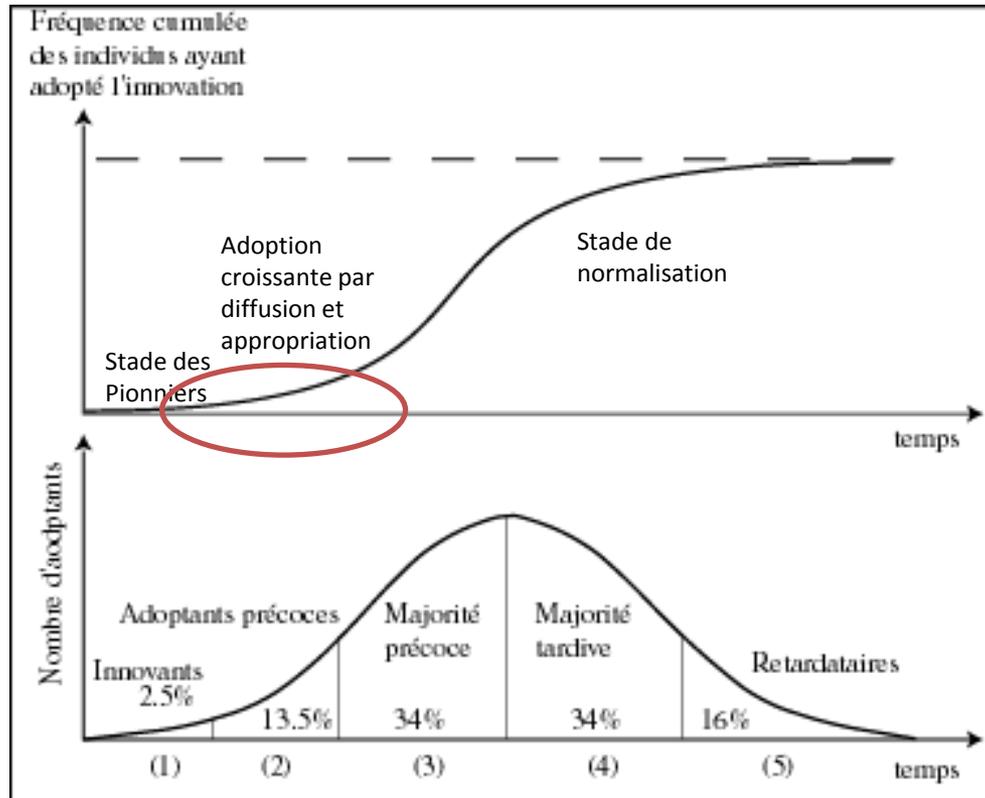
Alter, « L'innovation ordinaire », puf, 2000

Innovation



D'après Rogers, 1995

Innovation



D'après Rogers, 1995

Retours d'expérience

Trois fondements pour se retrouver dans cette complexité :

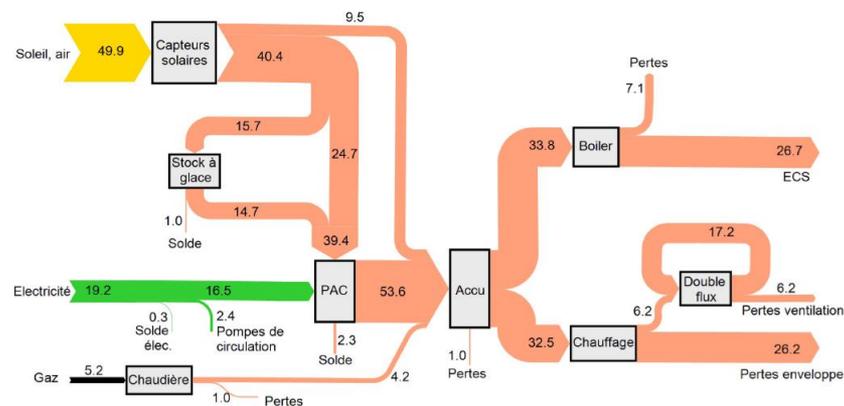
- Plan de la situation, pour ne pas trop se perdre
- Des mots qui ont du sens, pour échanger
- Intégrer les aspects humains, qui font partie du système énergétique.

Retours d'expérience

- Plan de situation : le diagramme de Sankey
 - Il faut le concevoir, le mesurer, l'élaborer, l'analyser, tirer les leçons (connaissances) et les faire savoirs : très structurant!
 - Passer du macro au micro et vice-versa.

Retours d'expérience

- Plan de situation : le diagramme de Sankey
 - Il faut le concevoir, le mesurer, l'élaborer, l'analyser, tirer les leçons (connaissances) et les faire savoirs : très structurant!
 - Passer du macro au micro et vice-versa.



Production et demande de chaleur du bâtiment Vermont, juin 2015 – mai 2016 (en kWh/m²)

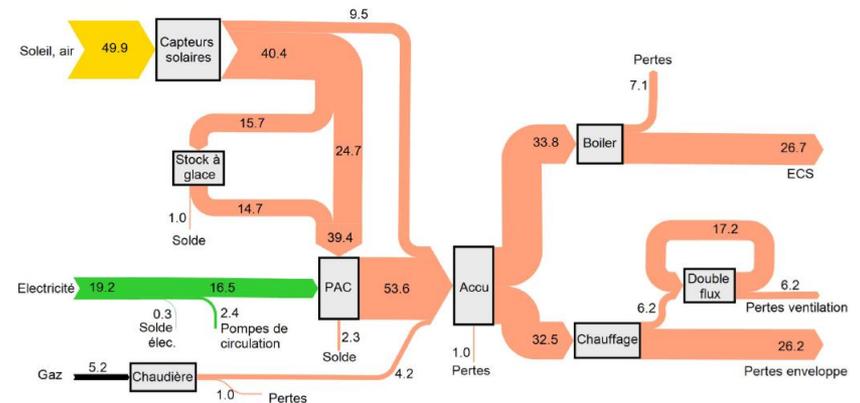
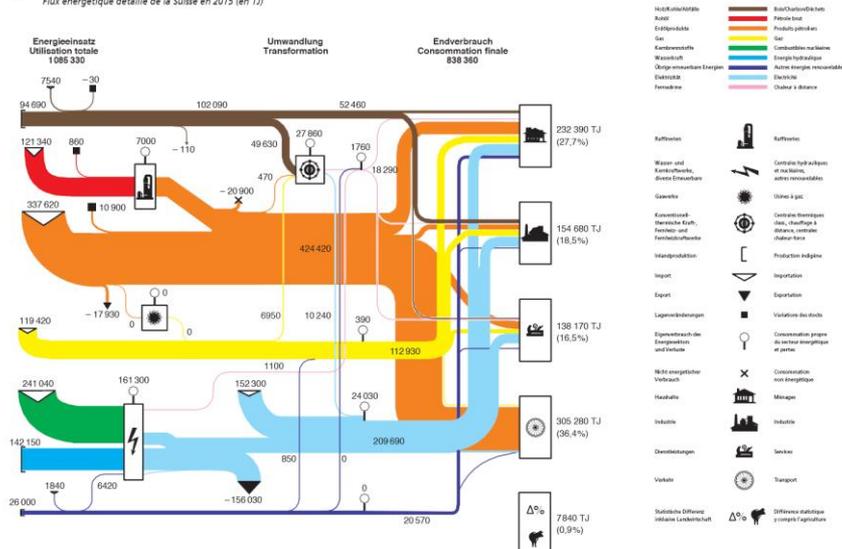
Retours d'expérience

- Plan de situation : le diagramme de Sankey
 - Il faut le concevoir, le mesurer, l'élaborer, l'analyser, tirer les leçons (connaissances) et les faire savoirs : très structurant!
 - Passer du macro au micro et vice-versa.

Exemple à encourager ou à rendre obligatoire?



Fig. 5 Detailliertes Energieflussdiagramm der Schweiz 2015 (in TJ)
Flux énergétique détaillé de la Suisse en 2015 (en TJ)

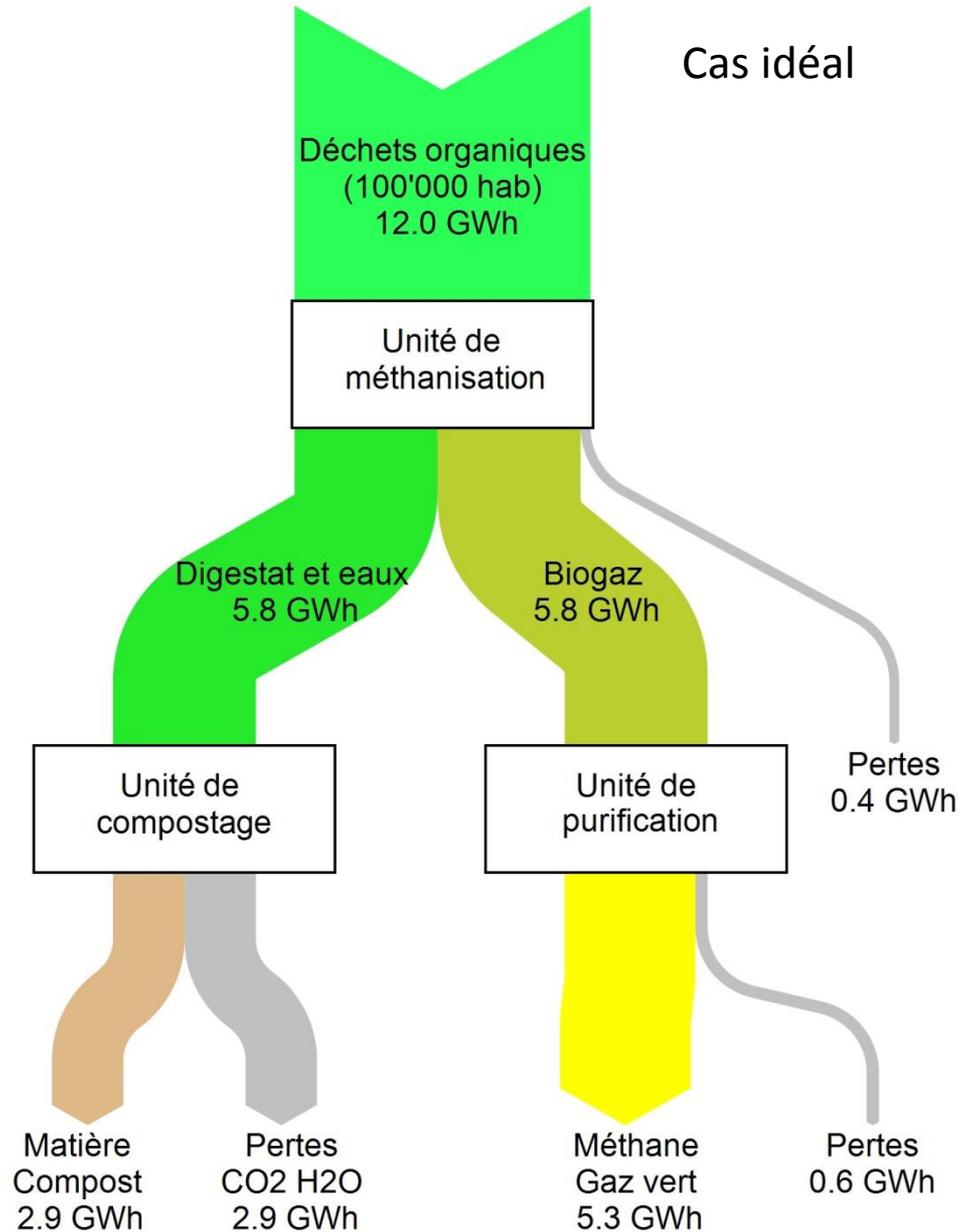


Production et demande de chaleur du bâtiment Vermont, juin 2015 – mai 2016 (en kWh/m²)

Retours d'expérience

Le sens des mots

Ressource : Le déchet vert récupéré,

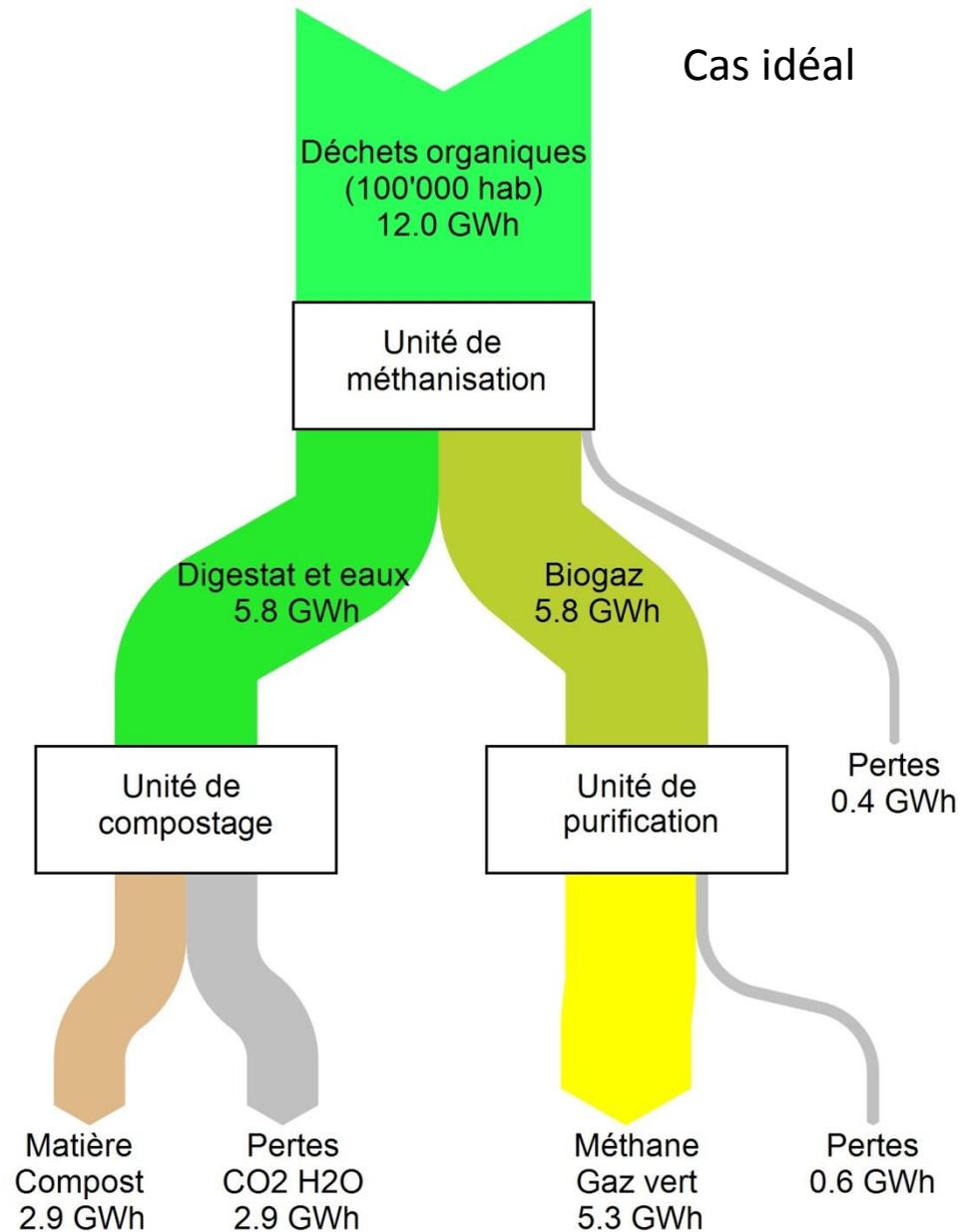


Retours d'expérience

Le sens des mots

Ressource : Le déchet vert récupéré,

Le processus de bio méthanisation
L'unité industrielle correspondante..



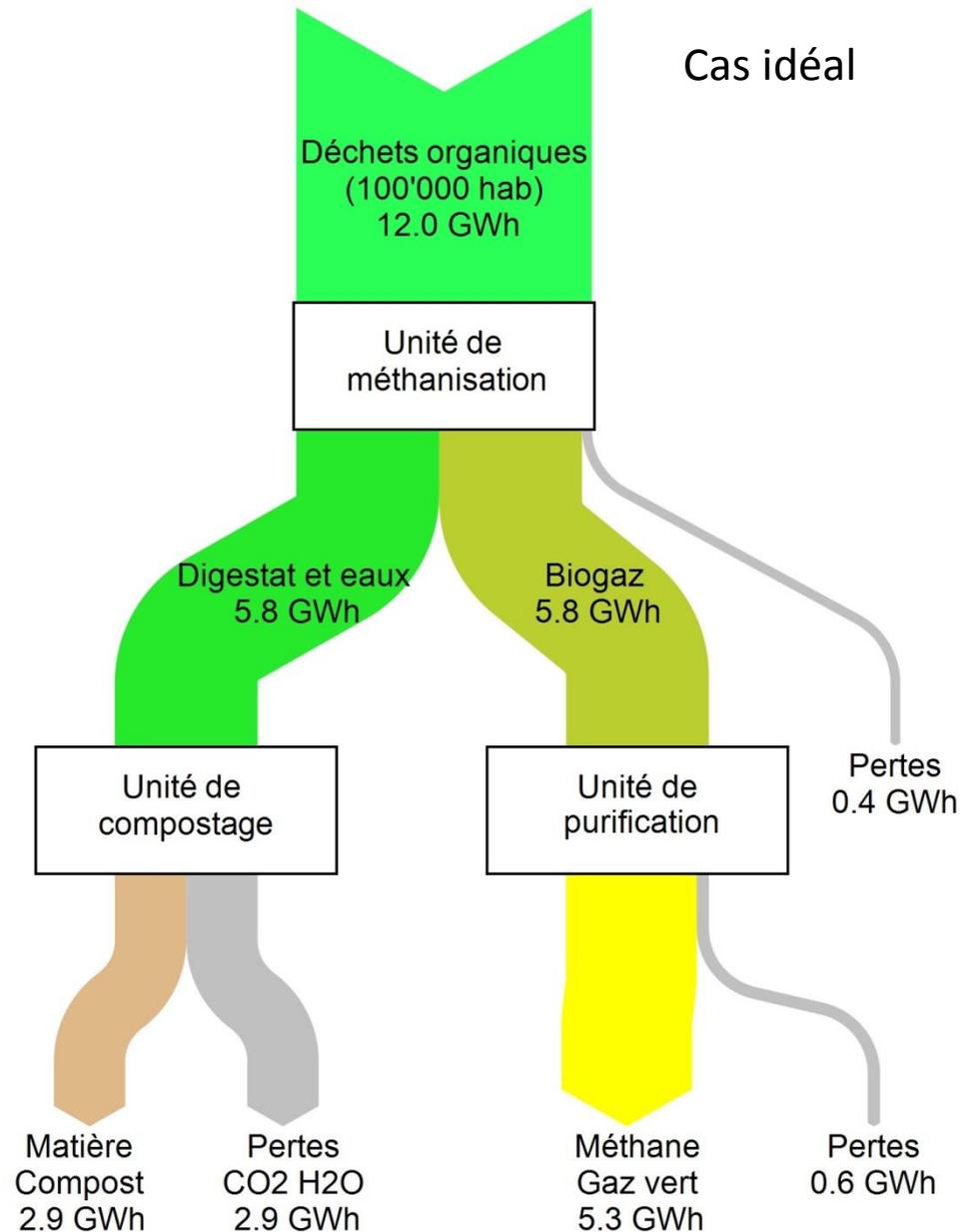
Retours d'expérience

Le sens des mots

Ressource : Le déchet vert récupéré,

Le processus de bio méthanisation
L'unité industrielle correspondante..

Produits intermédiaires : Le biogaz,
Le digestat (50% énergie)



Retours d'expérience

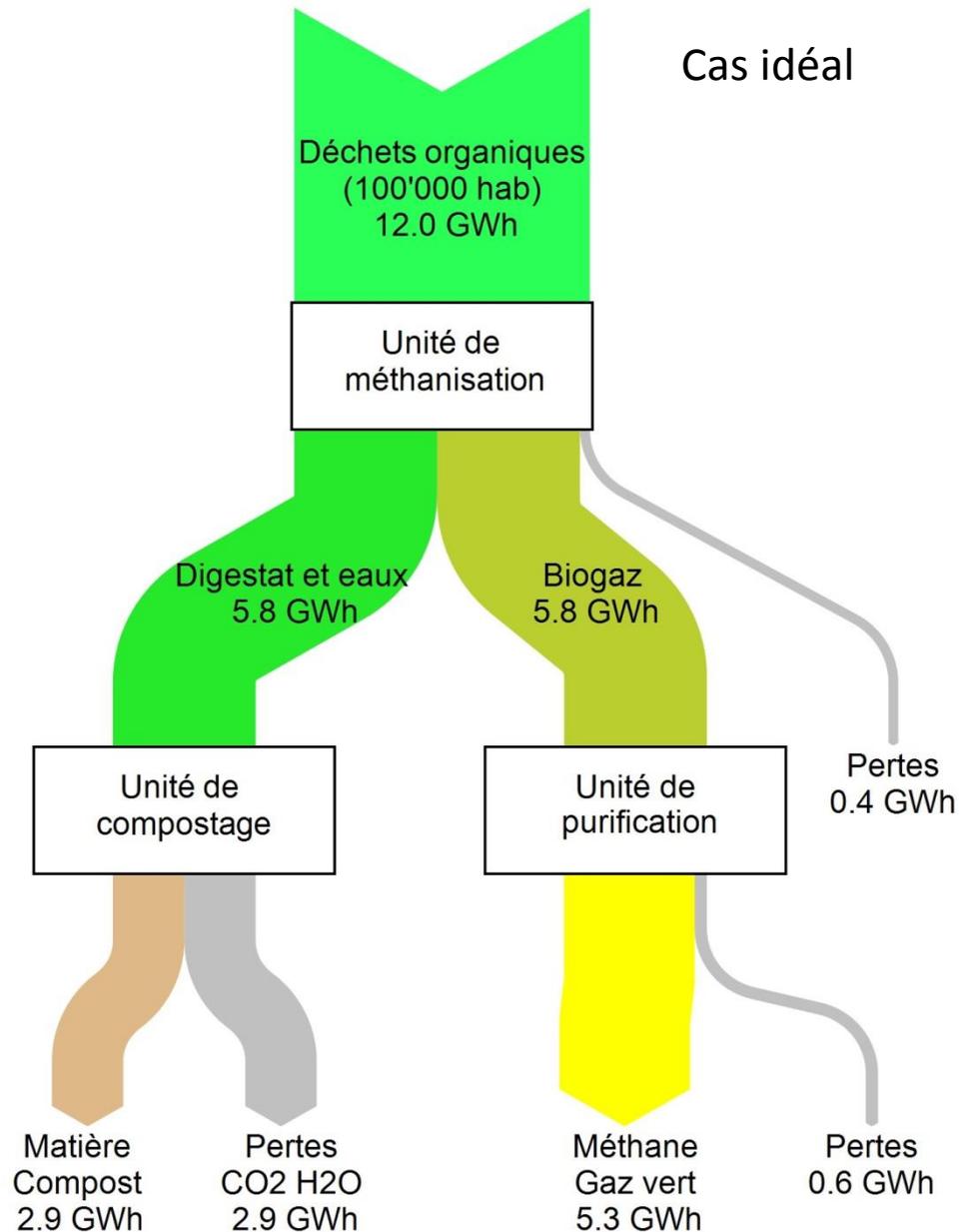
Le sens des mots

Ressource : Le déchet vert récupéré,

Le processus de bio méthanisation
L'unité industrielle correspondante..

Produits intermédiaires : Le biogaz,
Le digestat (50% énergie)

Le processus de purification
Les unités industrielles correspondantes



Retours d'expérience

Le sens des mots

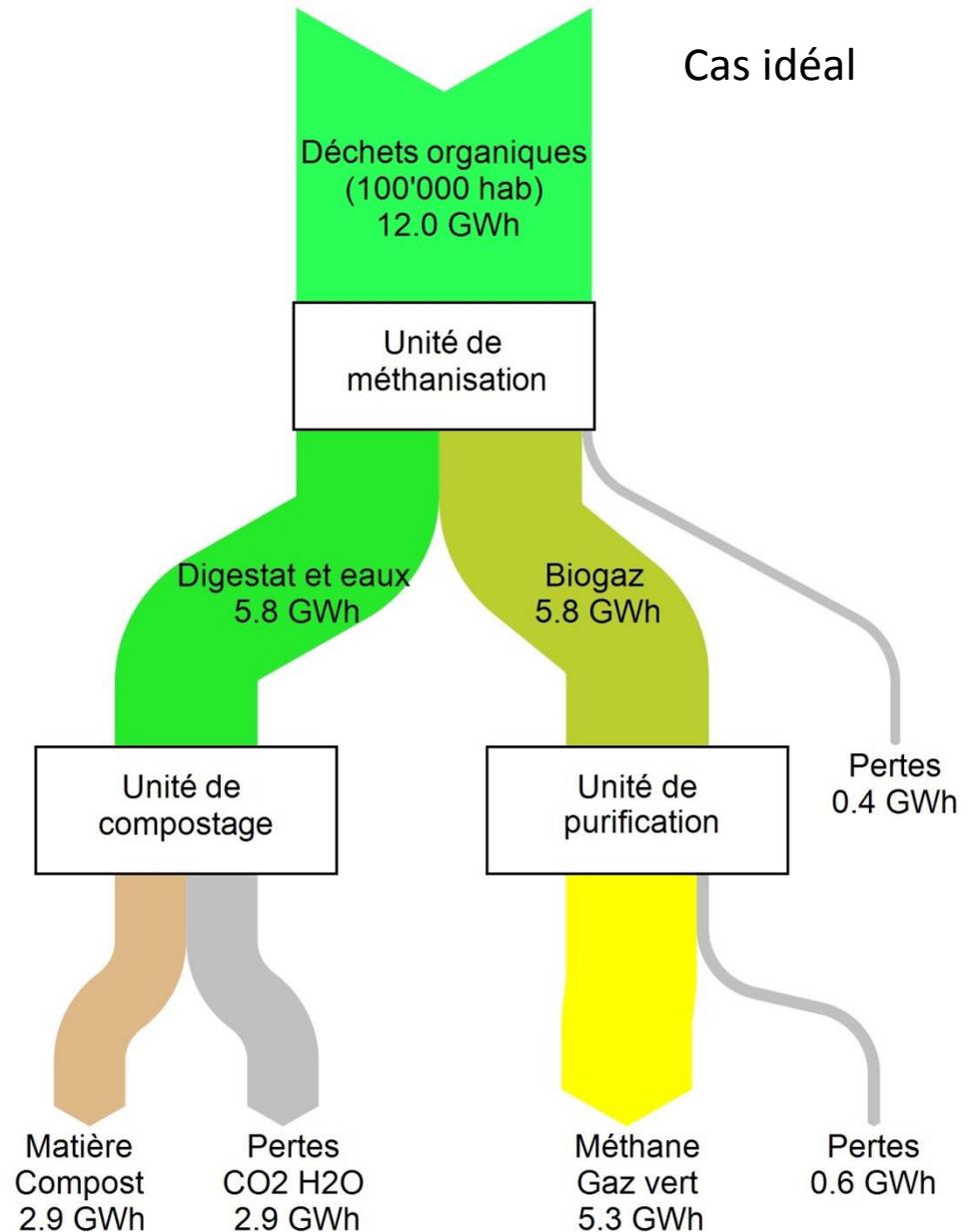
Ressource : Le déchet vert récupéré,

Le processus de bio méthanisation
L'unité industrielle correspondante..

Produits intermédiaires : Le biogaz,
Le digestat (50% énergie)

Le processus de purification
Les unités industrielles correspondantes

Valorisation :
Énergie : Le méthane labellisé gaz vert
Matière : Le compost



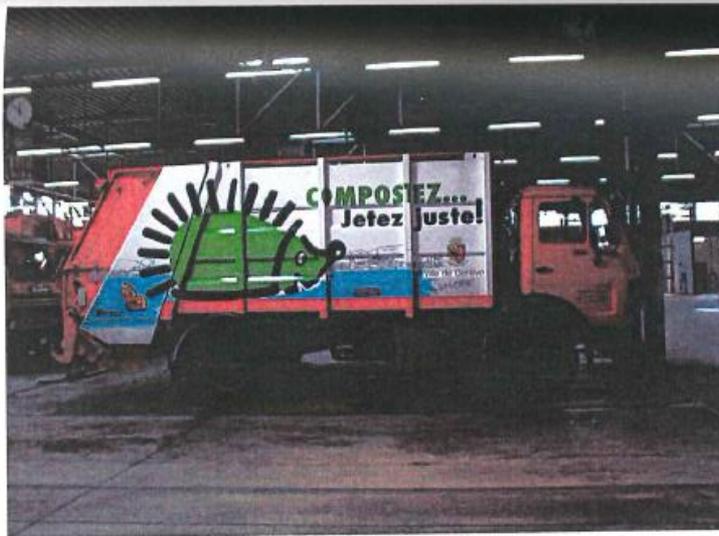


Photo V1 : camion benne de la Voirie



Photo V2 : collecte des déchets verts



Photo V3 : déchets de jardin



Photo V4 :
vidange du camion dans la fosse de biométhanisation



Photo N9 : biofiltres du compostage



Photo N10 : fosse de réception de la biométhanisation



Photo N11 : digesteur de la biométhanisation



Photo N12 : biofiltre de la biométhanisation

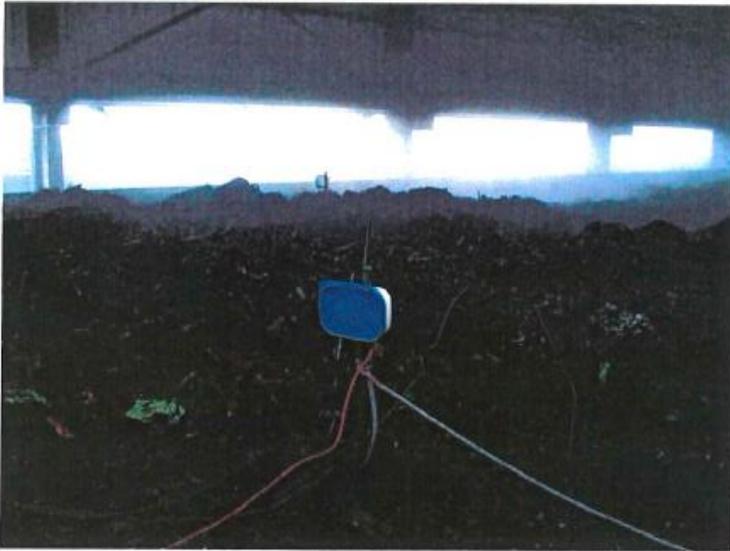


Photo M5 : sonde de mesure sur le tas

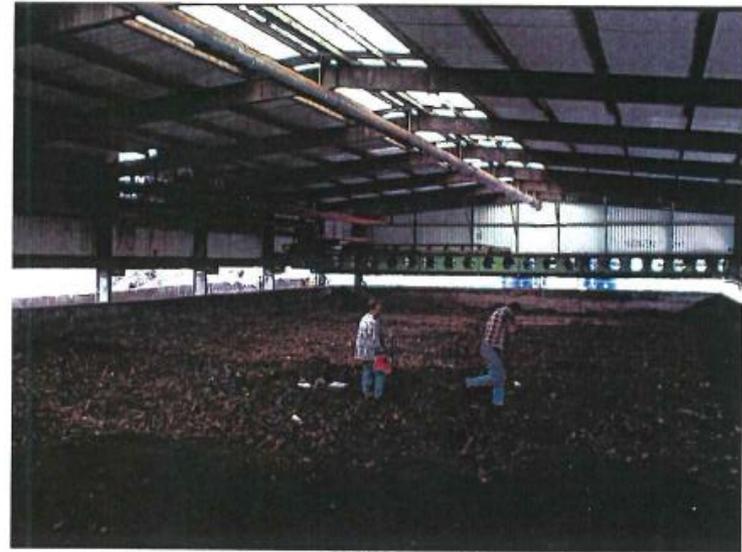


Photo M6 : vue d'ensemble de la halle

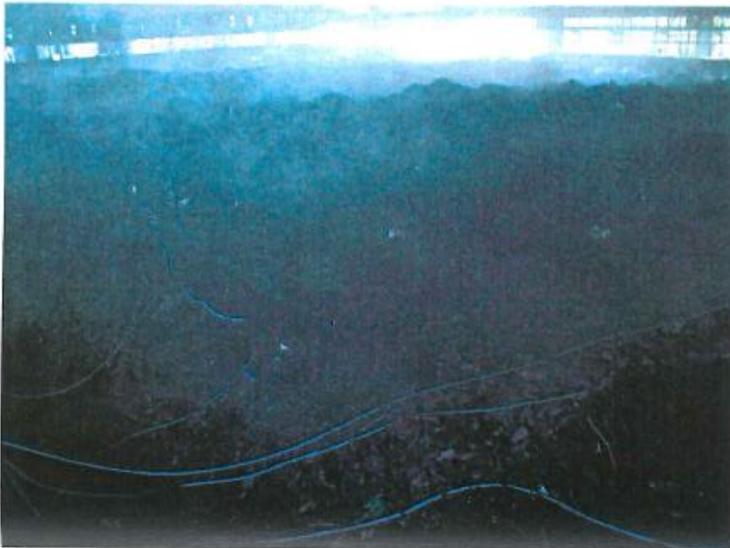


Photo M7 : fils des sondes sur le tas



Photo M8 : Datalogger CR7

Retours d'expérience

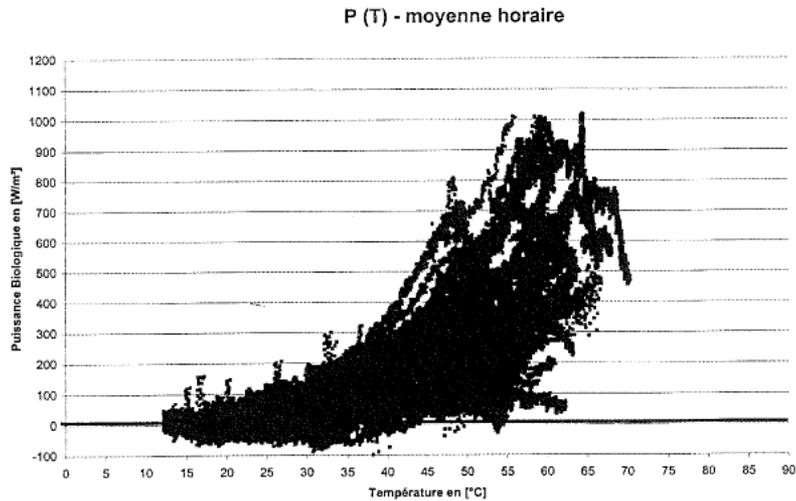


Figure 22 : Puissance biologique en fonction de la Température

Processus et technologie liée

- Etat des lieux et amélioration des pratiques
- Pont avec la recherche in vitro

Retours d'expérience

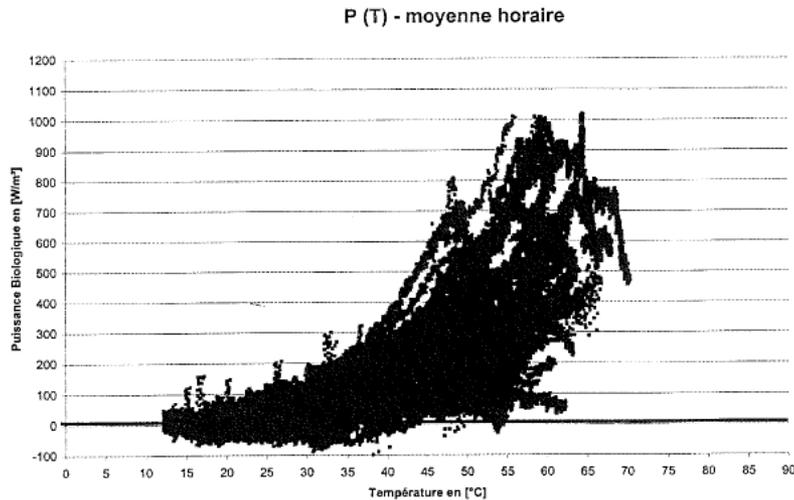


Figure 22 : Puissance biologique en fonction de la Température

Processus et technologie liée

- Etat des lieux et amélioration des pratiques
- Pont avec la recherche in vitro

Analyse systémique de la filière de valorisation des déchets verts

- Rendements globaux réels
- Rôle fondamental de la valorisation matière
- Orientation des politiques publiques

Site de Châtillon: Bilan énergie moyen 2004-2008

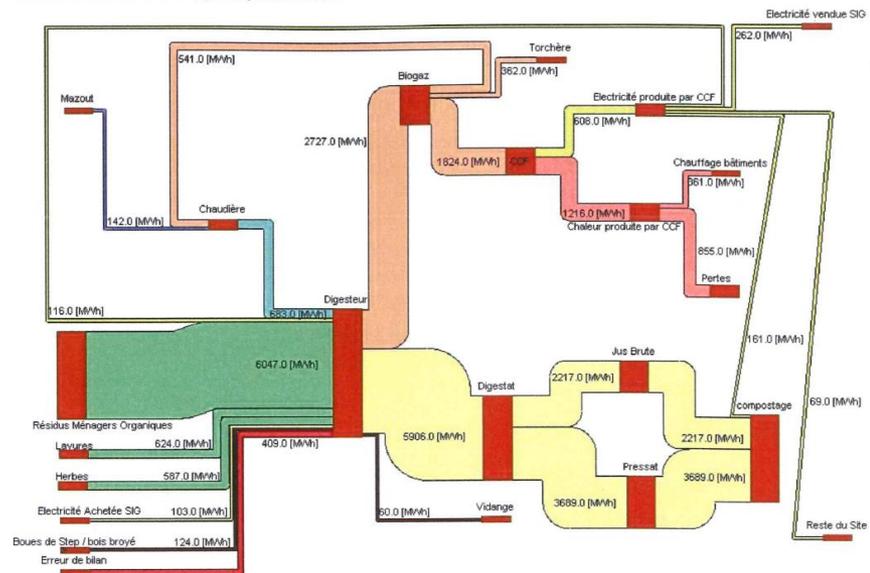


Figure 20 : Bilan énergie, mégawattheures annuel moyen pour la période 2004 à 2008 du Site de Châtillon

Retours d'expérience

Aspects humains : fonctionnement et usage

Un premier constat: **La différence observée entre théorie et réalité est toujours mise sur un mauvais usage des habitants.** L'idéal serait des bâtiments sans occupants, car ils se comportent mal (ou pas comme attendu par les concepteurs!)

Retours d'expérience

Aspects humains : fonctionnement et usage

Un premier constat: **La différence observée entre théorie et réalité est toujours mise sur un mauvais usage des habitants.** L'idéal serait des bâtiments sans occupants, car ils se comportent mal (ou pas comme attendu par les concepteurs!)

Les aspects humains sont FONDAMENTAUX;

- Ce ne sont pas des perturbations extérieures au système énergétique,
- Ils ne devraient pas être étudiés séparément de lui,
- L'objectif ne doit pas être de les remettre dans le droit chemin (celui de l'architecte, de l'ingénieur, du politique) mais de mieux comprendre. Passage du retour d'expérience à la manipulation, qui est l'appellation commune de l'expérience «in vitro».

Retours d'expérience

Aspects humains : fonctionnement et usage

Un premier constat: **La différence observée entre théorie et réalité est toujours mise sur un mauvais usage des habitants.** L'idéal serait des bâtiments sans occupants, car ils se comportent mal (ou pas comme attendu par les concepteurs!)

Les aspects humains sont FONDAMENTAUX;

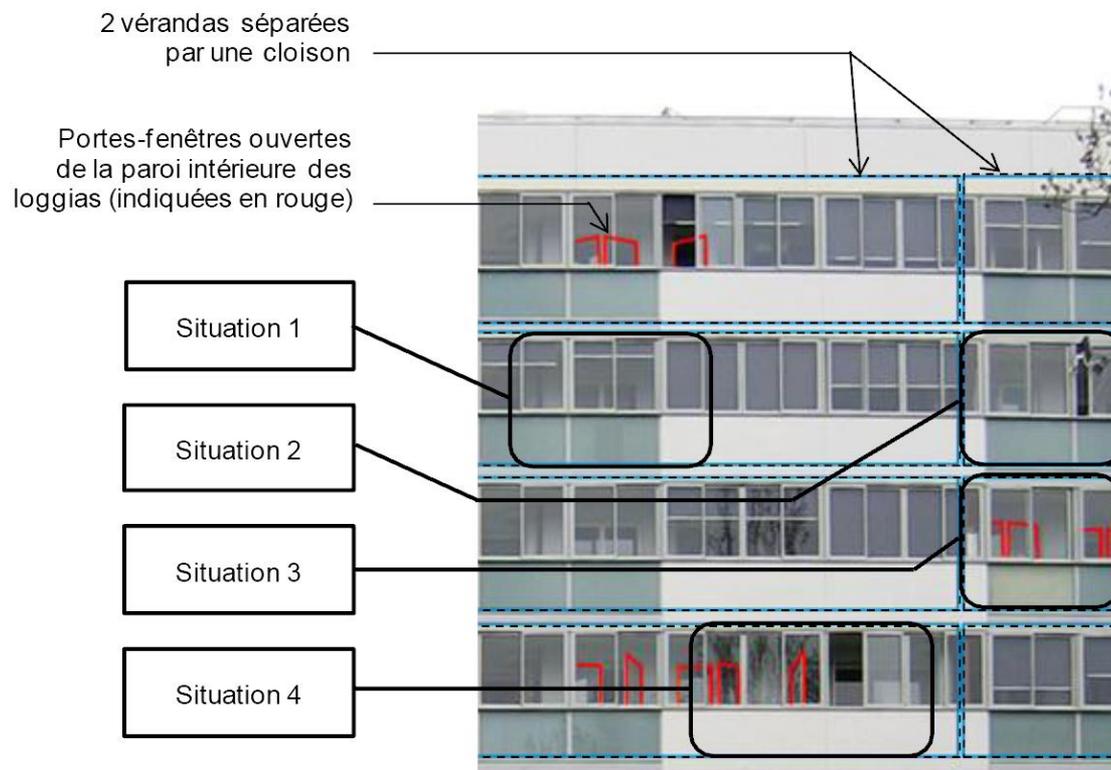
- Ce ne sont pas des perturbations extérieures au système énergétique,
- Ils ne devraient pas être étudiés séparément de lui,
- L'objectif ne doit pas être de les remettre dans le droit chemin (celui de l'architecte, de l'ingénieur, du politique) mais de mieux comprendre. Passage du retour d'expérience à la manipulation, qui est l'appellation commune de l'expérience «in vitro».

Dans les retours d'expérience, mise en place systématique d'un groupe de suivi regroupant les acteurs principaux du projet.

Retours d'expérience

Aspects humains : fonctionnement et usage

Figure 4.42. Photo illustrant différentes gestions des loggias sud-ouest le 23/02/2010 à 10h



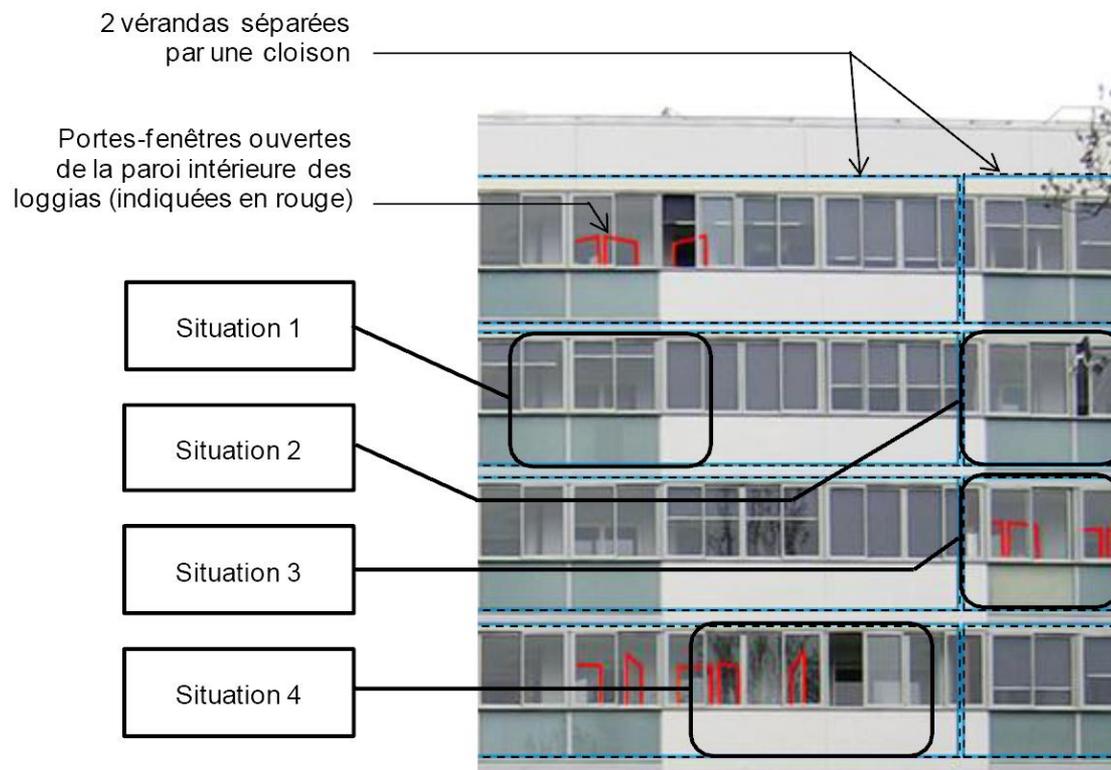
Retours d'expérience

Aspects humains : fonctionnement et usage

Objectifs : mieux comprendre l'usage des ouvertures pour :

- Informer / communiquer les bonnes pratiques aux habitants
- Orienter les solutions retenues par les architectes pour tenir compte de l'usage réel des fenêtres

Figure 4.42. Photo illustrant différentes gestions des loggias sud-ouest le 23/02/2010 à 10h



Retours d'expérience

Les REX créent les deux types de connaissances :

- les connaissances implicites : expérience propre au niveau du étudiant/chercheur, du groupe de recherche et du milieu lié au système énergétique évalué,
- les connaissance explicites : rapport, publication, codes de calcul, participation à la définition de normes,...

Retours d'expérience

Les REX créent les deux types de connaissances :

- les connaissances implicites : expérience propre au niveau du étudiant/chercheur, du groupe de recherche et du milieu lié au système énergétique évalué,
- les connaissance explicites : rapport, publication, codes de calcul, participation à la définition de normes,...

Faible impact



Fort impact

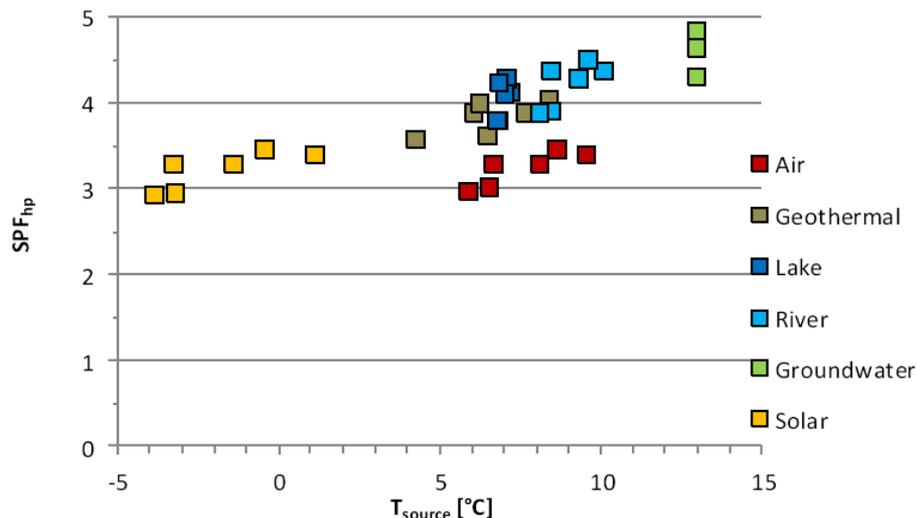


Figure 4:10 SPF_{hp} , sensitivity to resource temperature (HP heat weighted average temperature of the resource).

Impacts sur le système énergétique électrique de l'usage de pompes à chaleur selon la qualité de la source froide pour des systèmes bien adaptés. Obtenus par simulation avec un modèle numérique validé par un retour d'expérience.

L'apprentissage par usage

L'approche REX est un accélérateur de transformations silencieuses / lentes (F. Jullien).

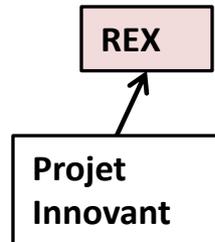
L'apprentissage par usage

L'approche REX est un accélérateur de transformations silencieuses / lentes (F. Jullien).

**Projet
Innovant**

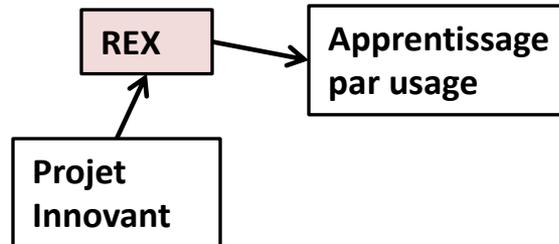
L'apprentissage par usage

L'approche REX est un accélérateur de transformations silencieuses / lentes (F. Jullien).



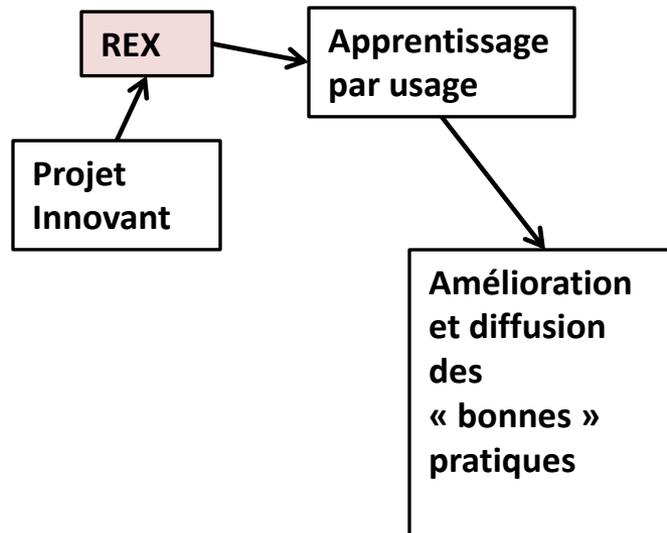
L'apprentissage par usage

L'approche REX est un accélérateur de transformations silencieuses / lentes (F. Jullien).



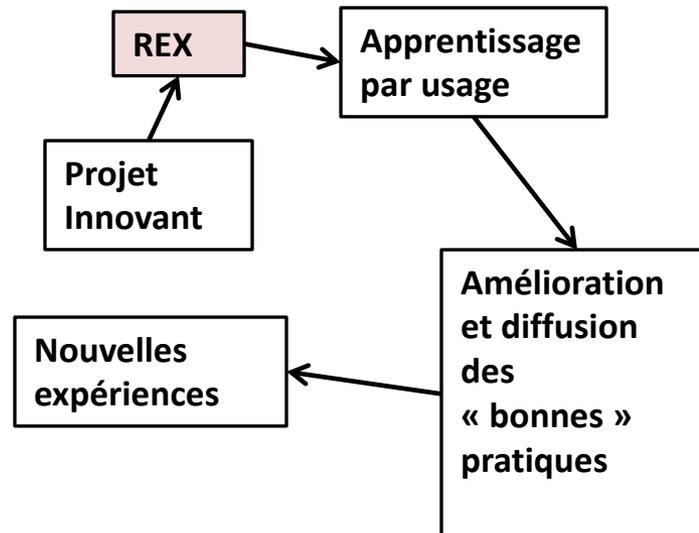
L'apprentissage par usage

L'approche REX est un accélérateur de transformations silencieuses / lentes (F. Jullien).



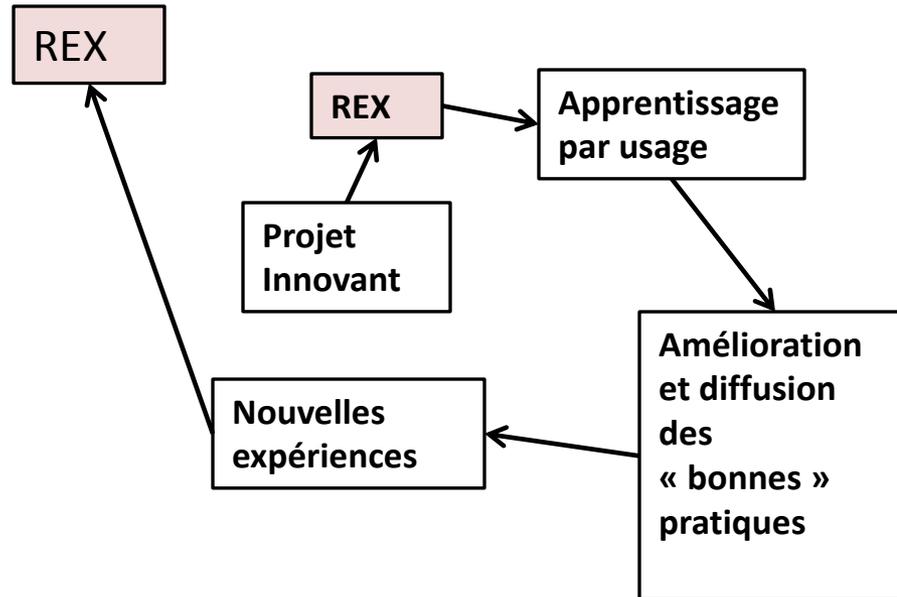
L'apprentissage par usage

L'approche REX est un accélérateur de transformations silencieuses / lentes (F. Jullien).



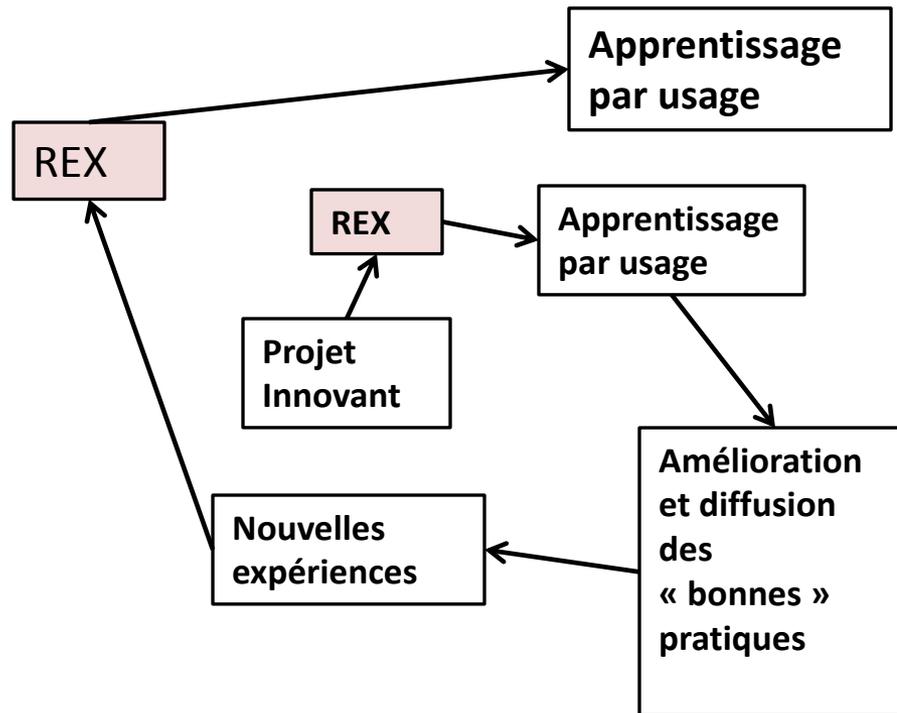
L'apprentissage par usage

L'approche REX est un accélérateur de transformations silencieuses / lentes (F. Jullien).



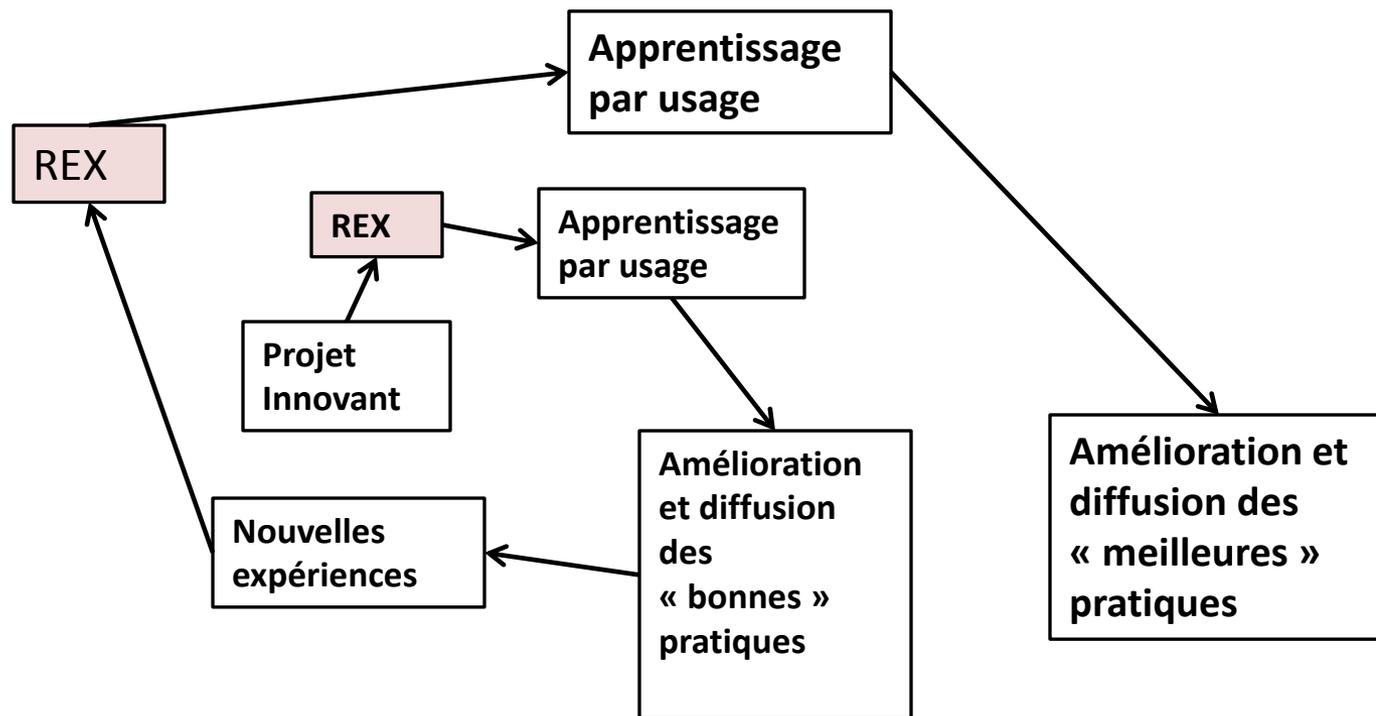
L'apprentissage par usage

L'approche REX est un accélérateur de transformations silencieuses / lentes (F. Jullien).



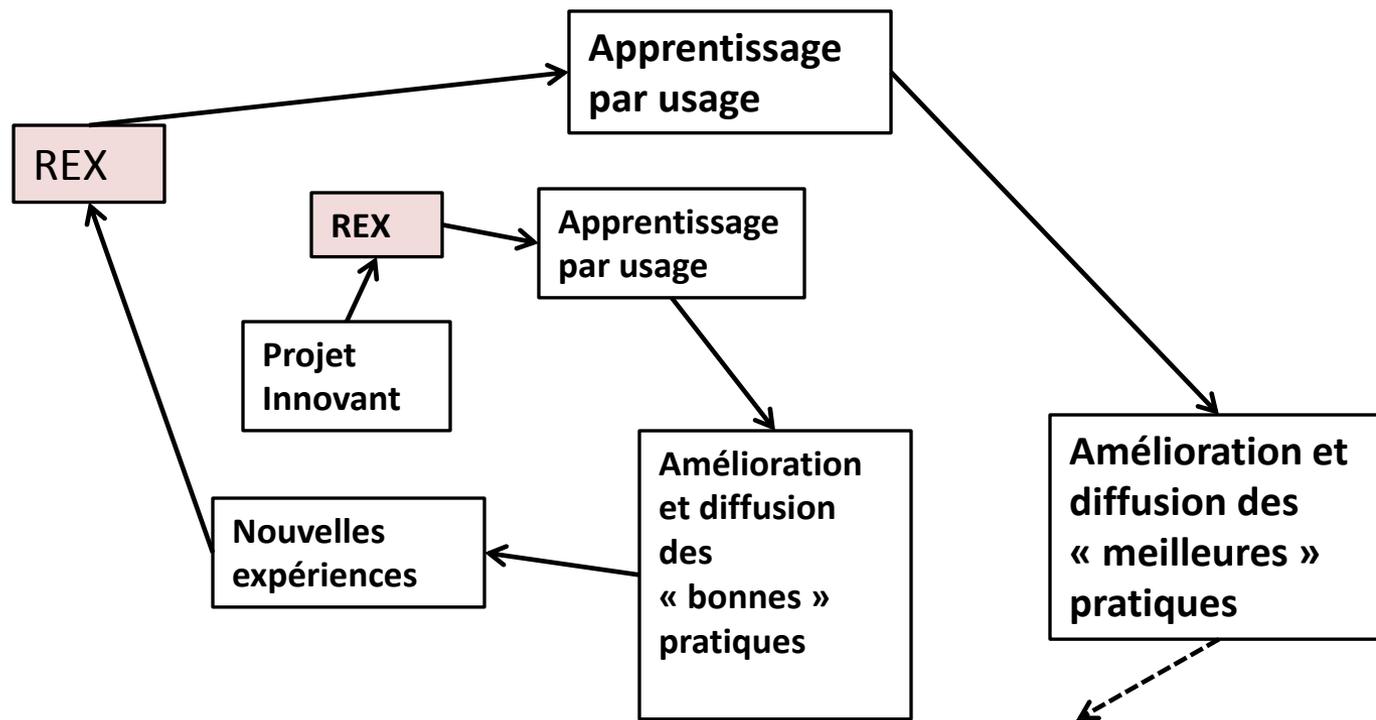
L'apprentissage par usage

L'approche REX est un accélérateur de transformations silencieuses / lentes (F. Jullien).



L'apprentissage par usage

L'approche REX est un accélérateur de transformations silencieuses / lentes (F. Jullien).

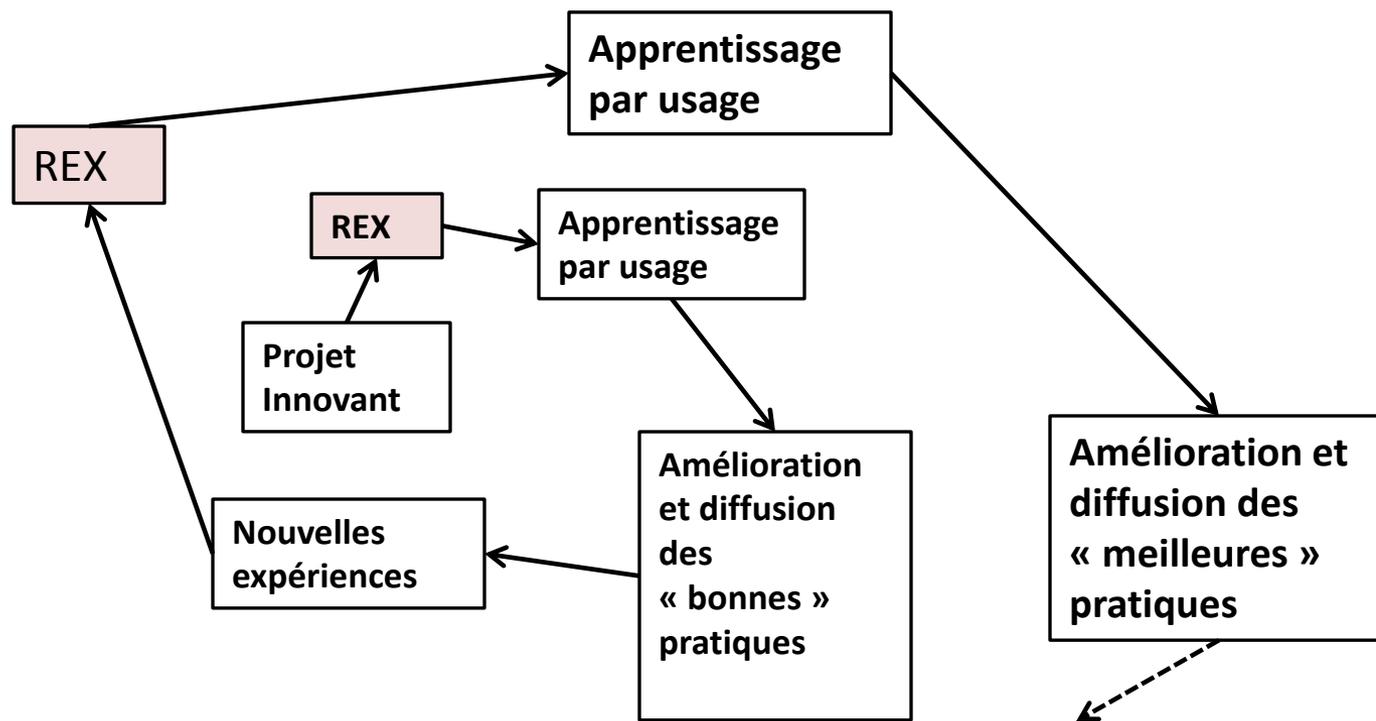


L'apprentissage par usage

L'approche REX est un accélérateur de transformations silencieuses / lentes (F. Jullien).

Cercle vertueux= diffusion et adoption plus rapides, qui permet :

- De fournir de l'information « crédible » sur les innovations, parce qu'universitaire avec des jugements non normatifs,
- De renforcer la confiance de la société % changements nécessaires à la transition énergétique,
- De modifier la perception de risques- jugés comme moins grands, plus d'adoptants et financement plus avantageux (placement de retraité).



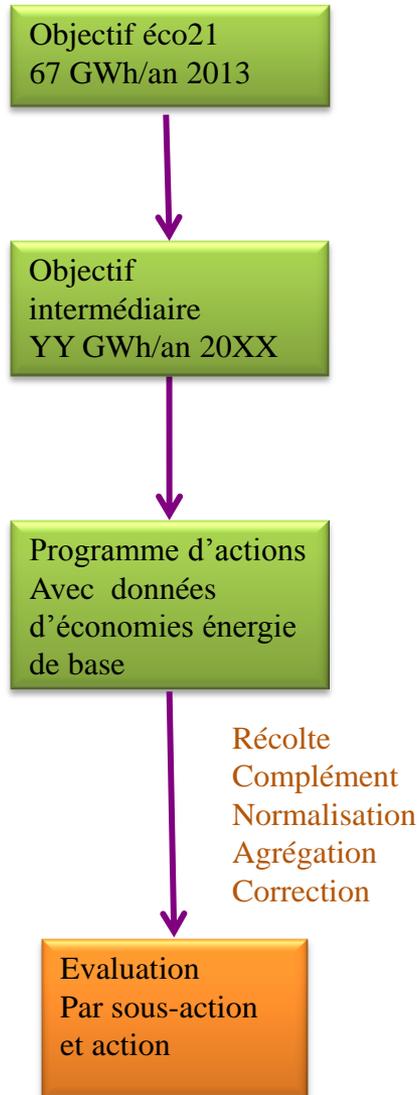
L'apprentissage par usage

L'approche REX est une «boucle de rétroaction» pour le système énergétique en usage



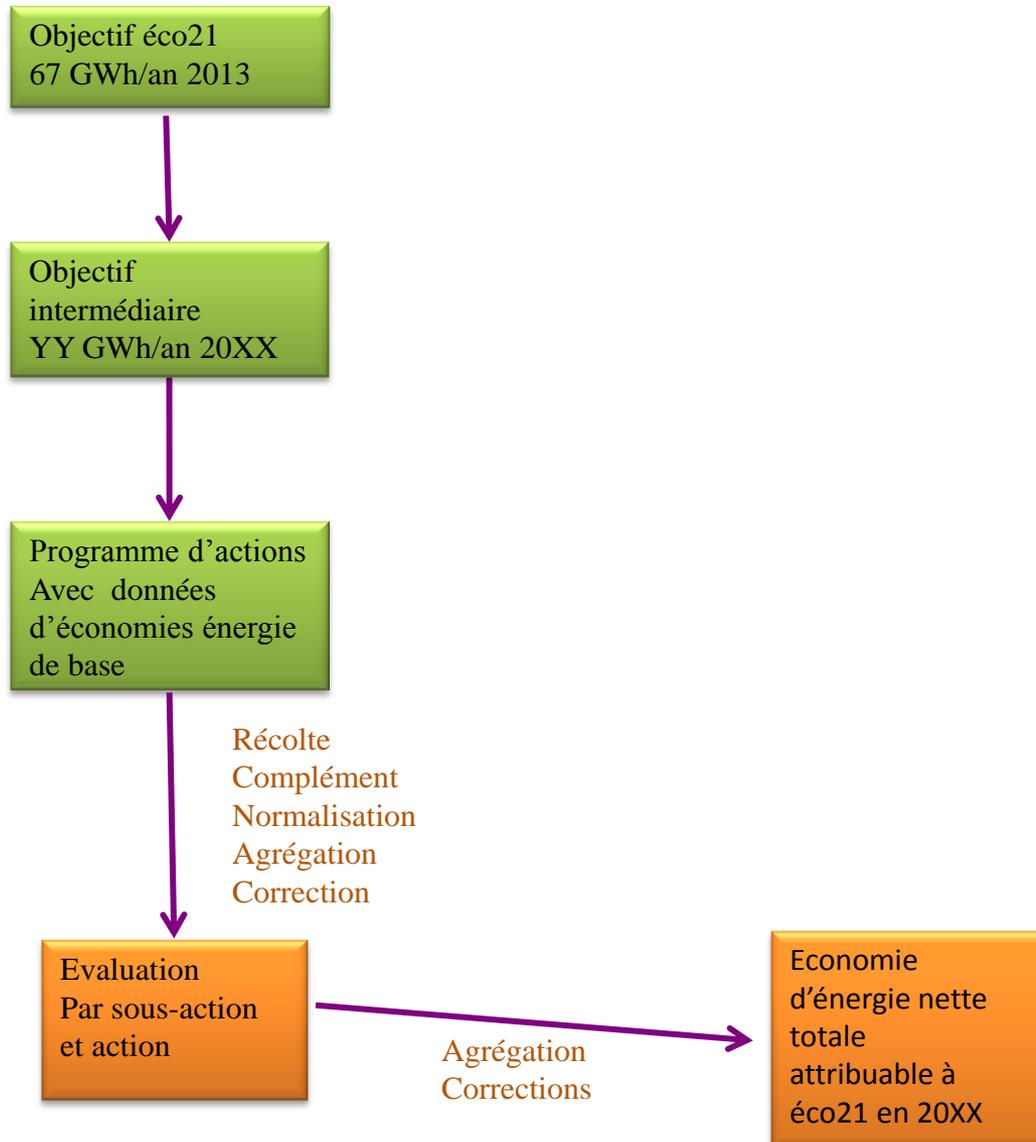
L'apprentissage par usage

L'approche REX est une «boucle de rétroaction» pour le système énergétique en usage



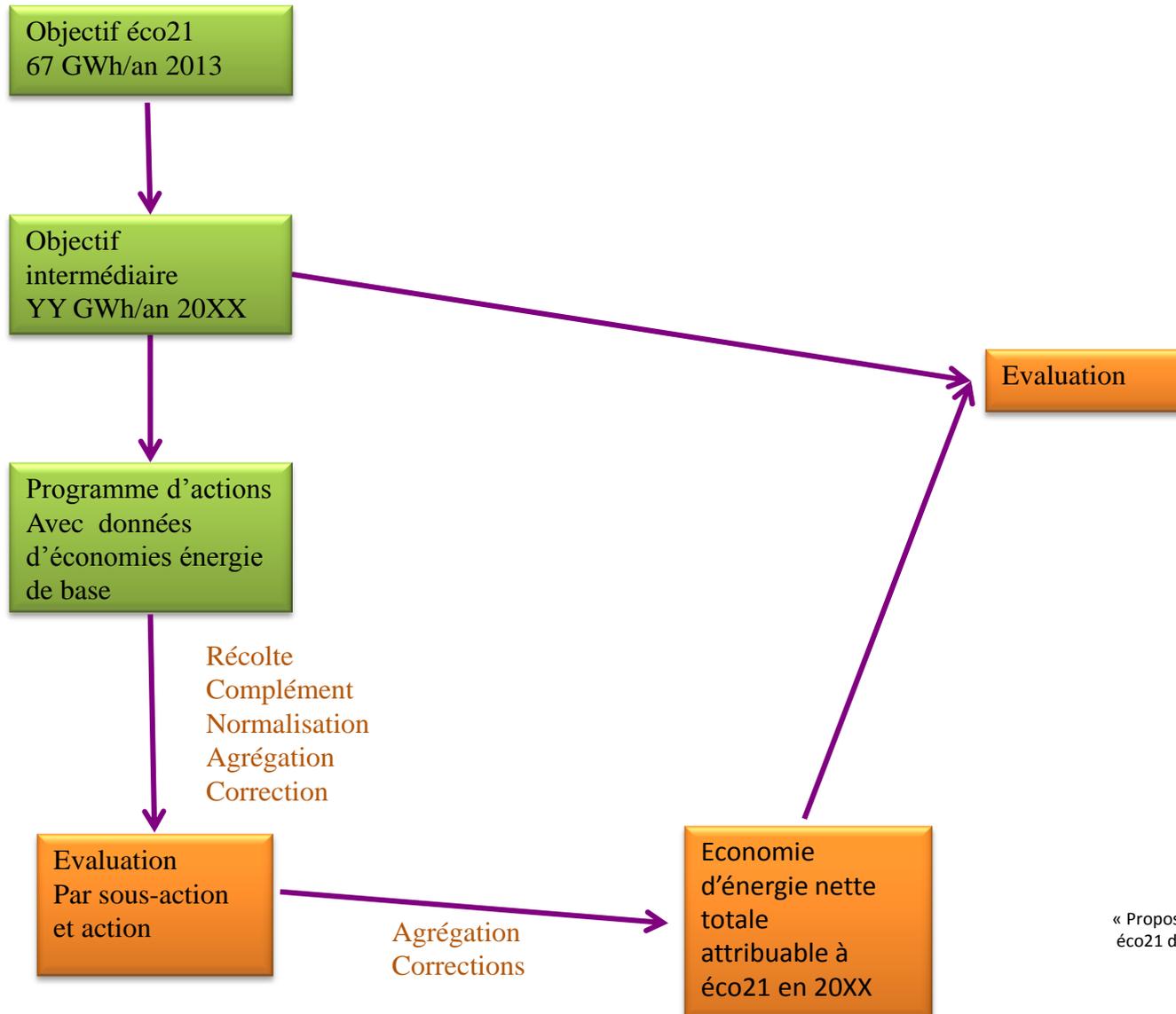
L'apprentissage par usage

L'approche REX est une «boucle de rétroaction» pour le système énergétique en usage



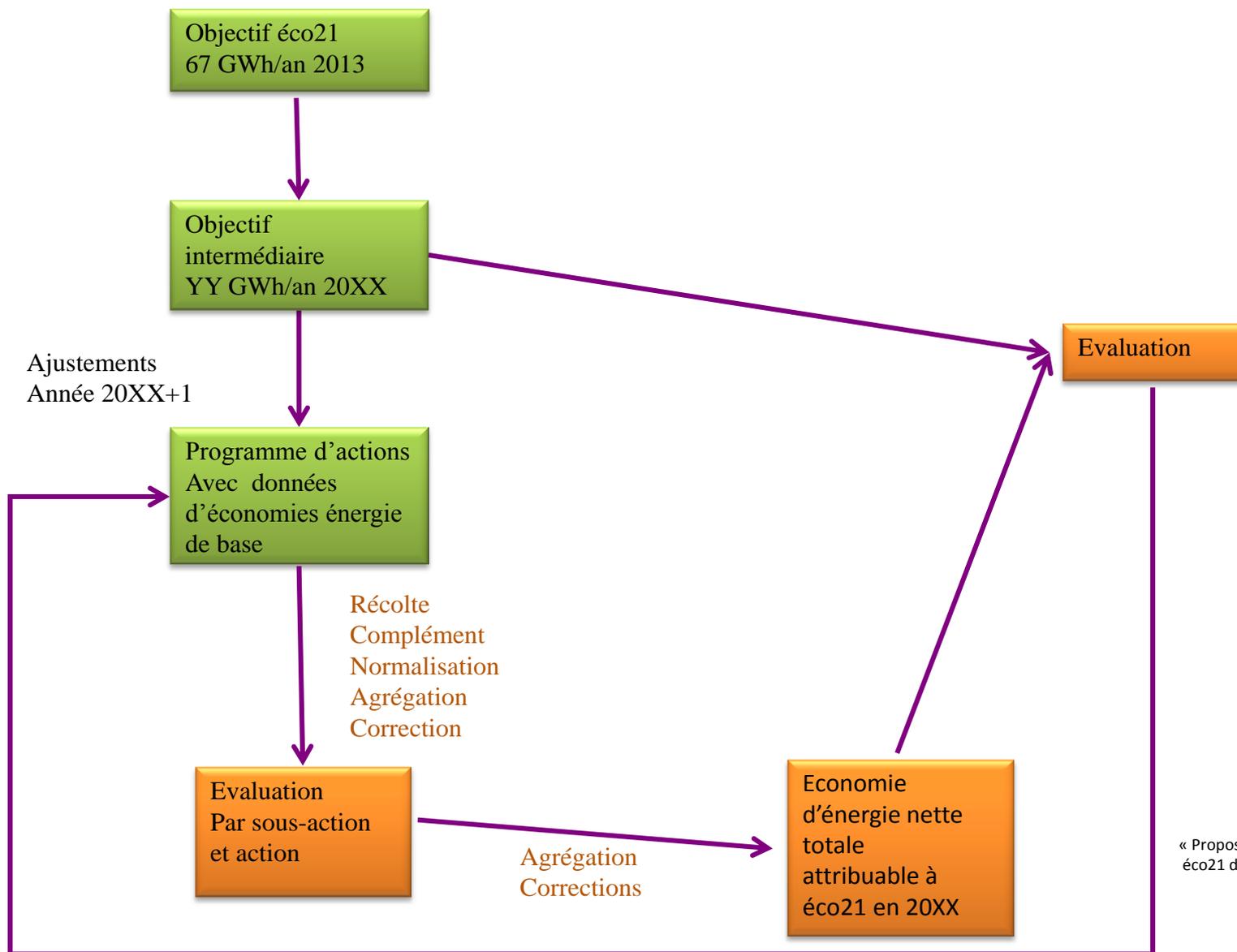
L'apprentissage par usage

L'approche REX est une «boucle de rétroaction» pour le système énergétique en usage



L'apprentissage par usage

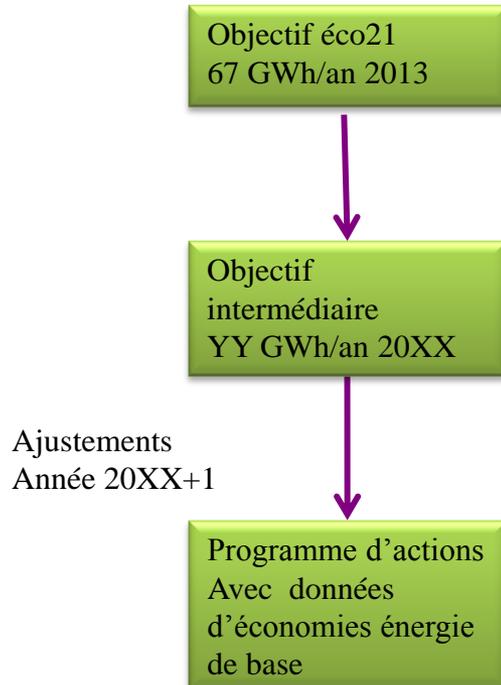
L'approche REX est une «boucle de rétroaction» pour le système énergétique en usage



« Proposition pour l'évaluation du programme éco21 de SIG », B. Lachal, T. Seal, 2009

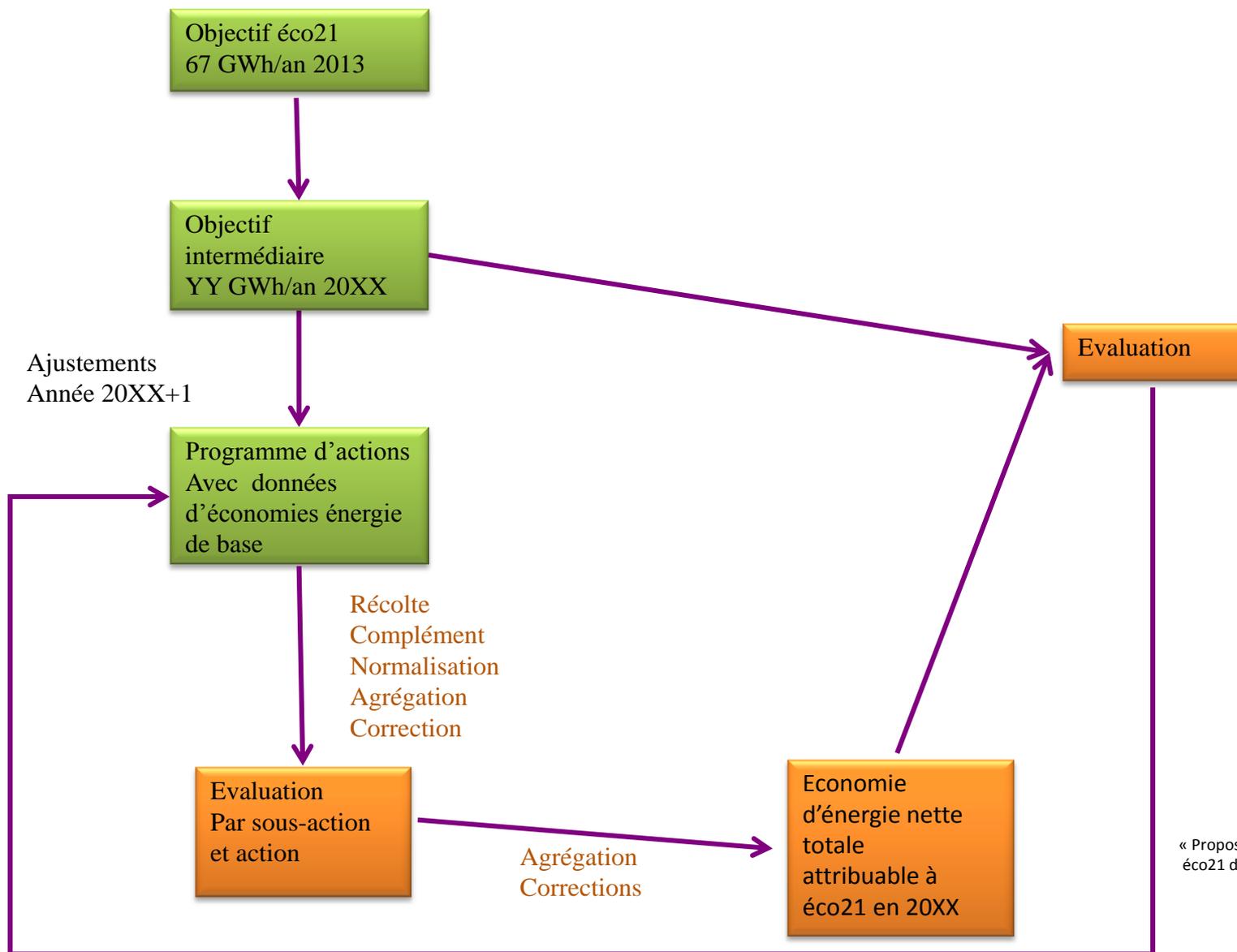
L'apprentissage par usage

L'approche REX est une «boucle de rétroaction» pour le système énergétique en usage



L'apprentissage par usage

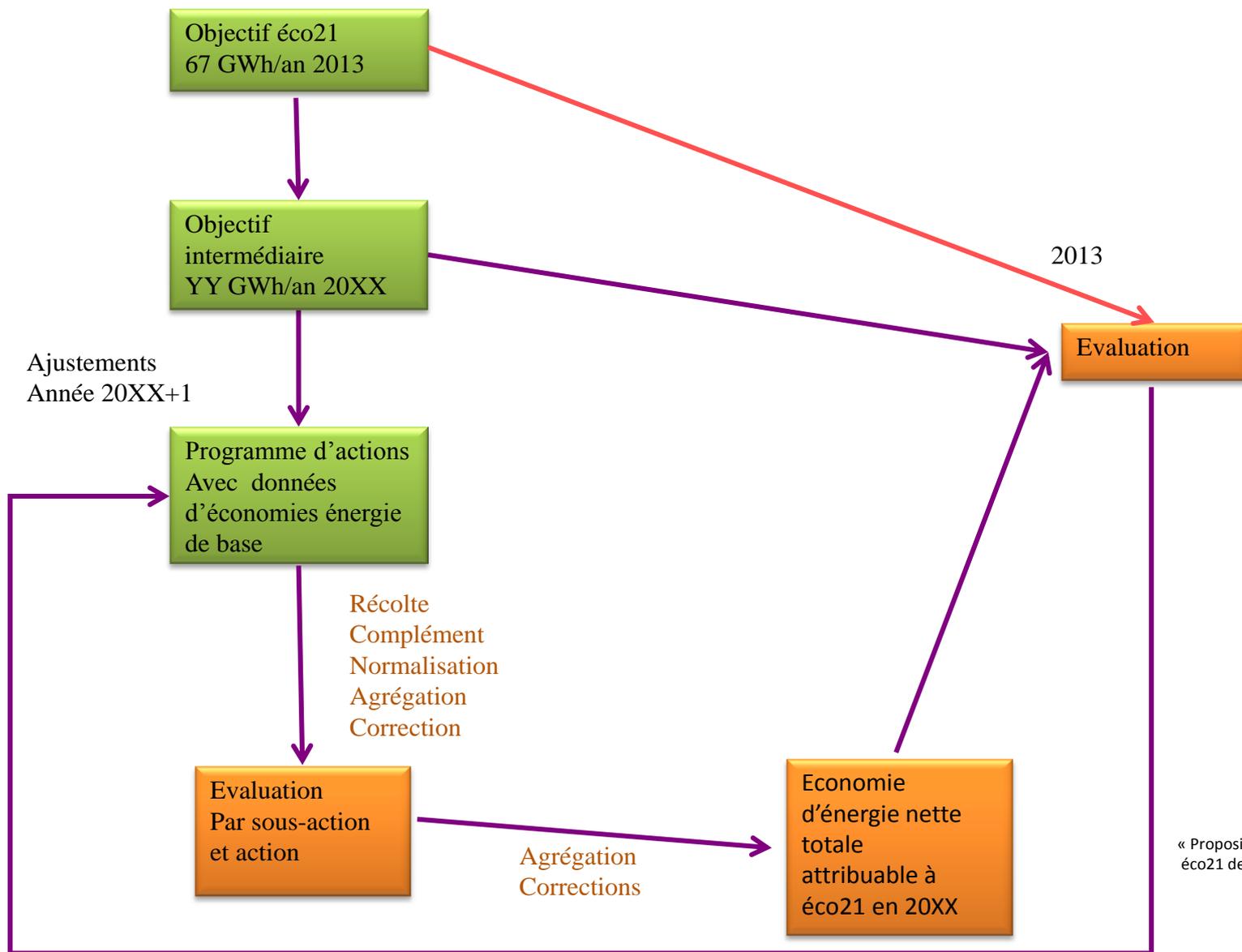
L'approche REX est une «boucle de rétroaction» pour le système énergétique en usage



« Proposition pour l'évaluation du programme éco21 de SIG », B. Lachal, T. Seal, 2009

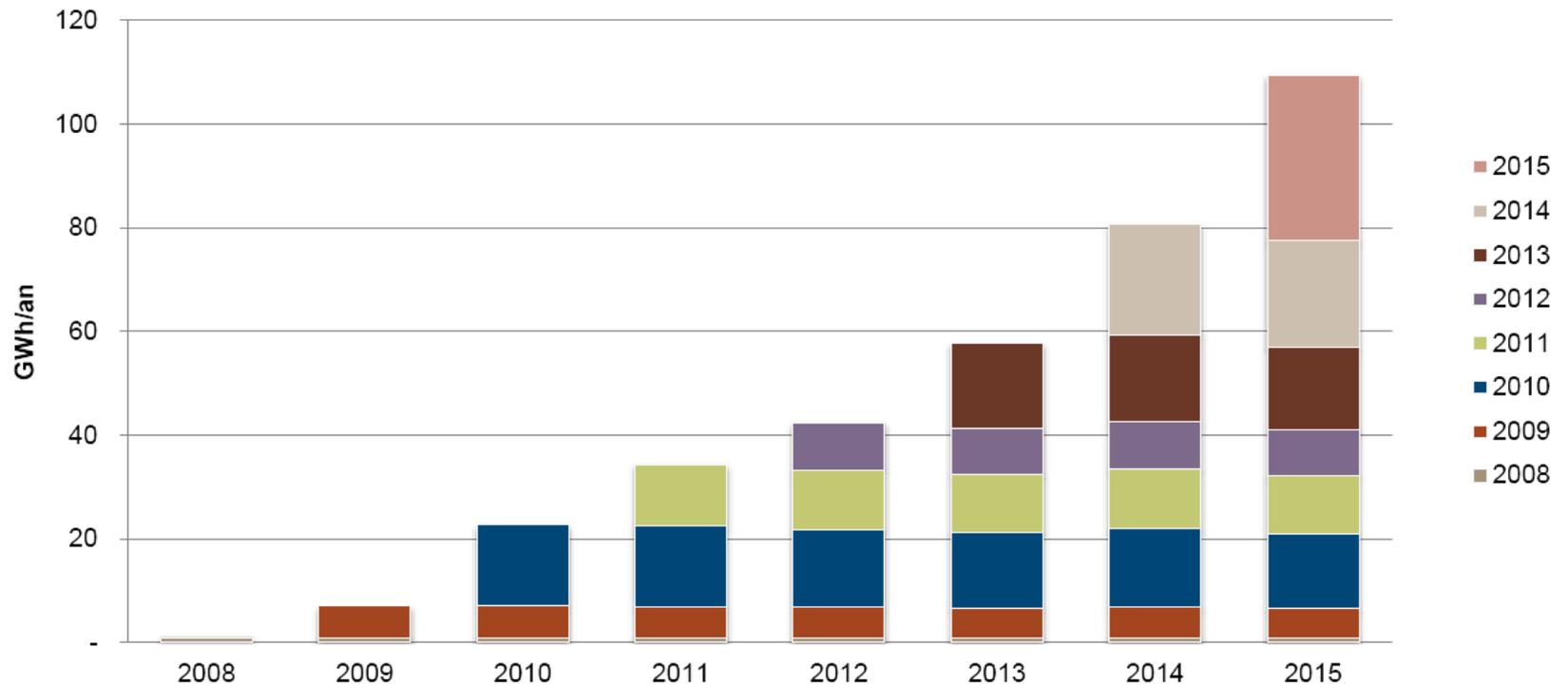
L'apprentissage par usage

L'approche REX est une «boucle de rétroaction» pour le système énergétique en usage



L'apprentissage par usage

Economies d'électricité réalisées par éco21 selon l'évaluation de UniGe.



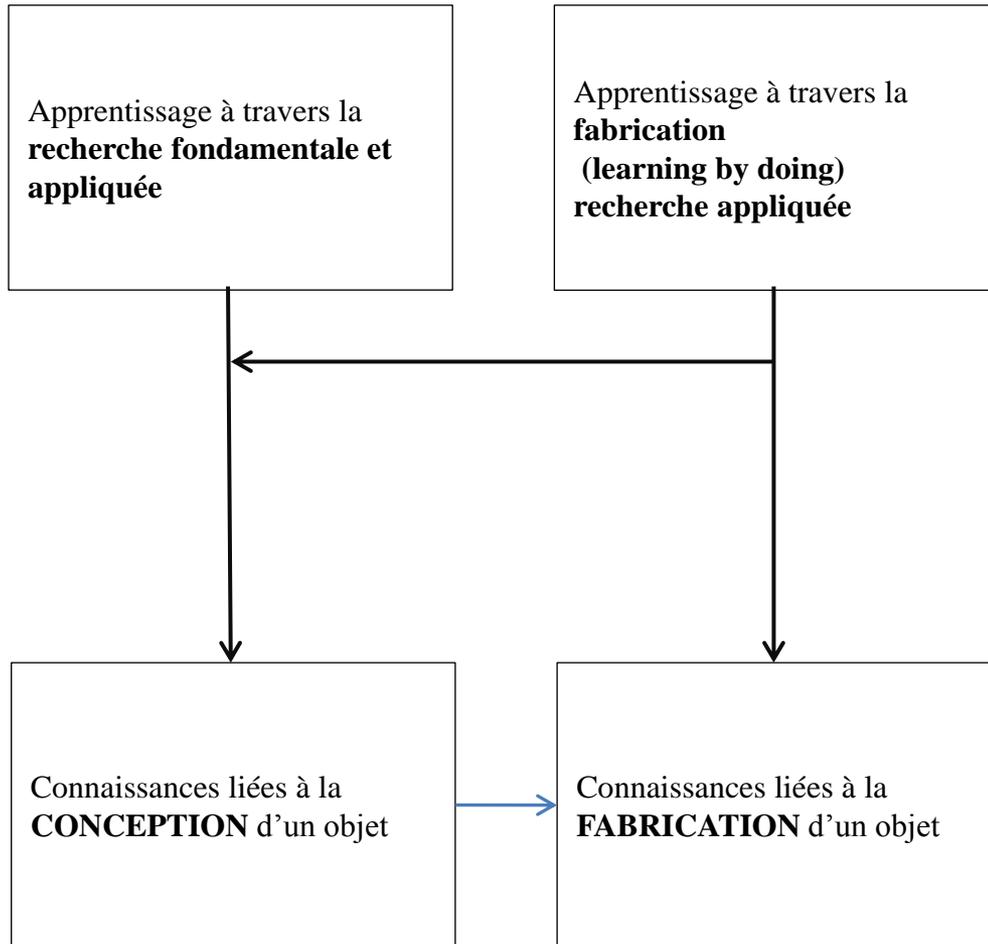
L'apprentissage par usage

Apprentissage à travers la
**recherche fondamentale et
appliquée**

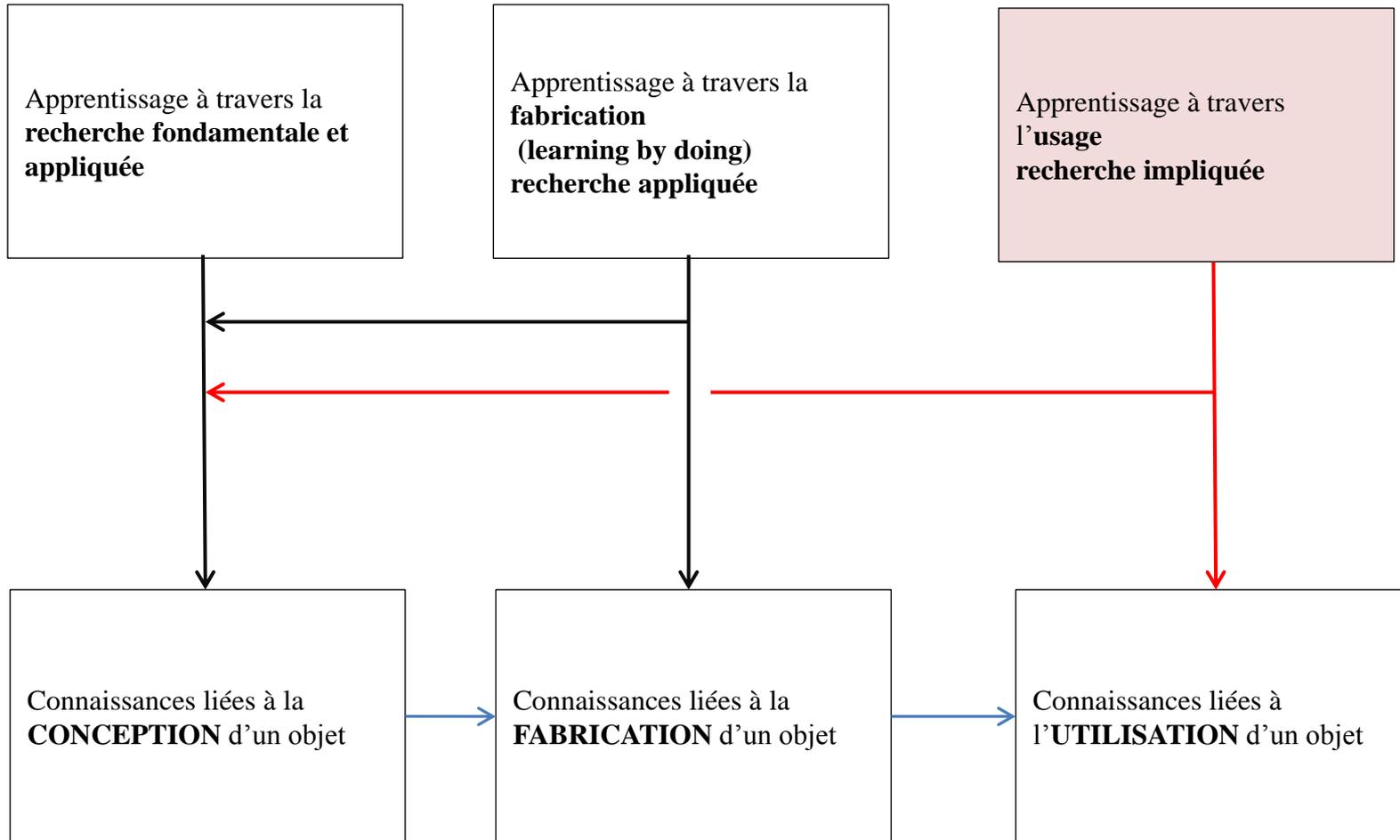


Connaissances liées à la
CONCEPTION d'un objet

L'apprentissage par usage



L'apprentissage par usage



L'apprentissage par usage

retour à l'éolien : Dannemand Andersen

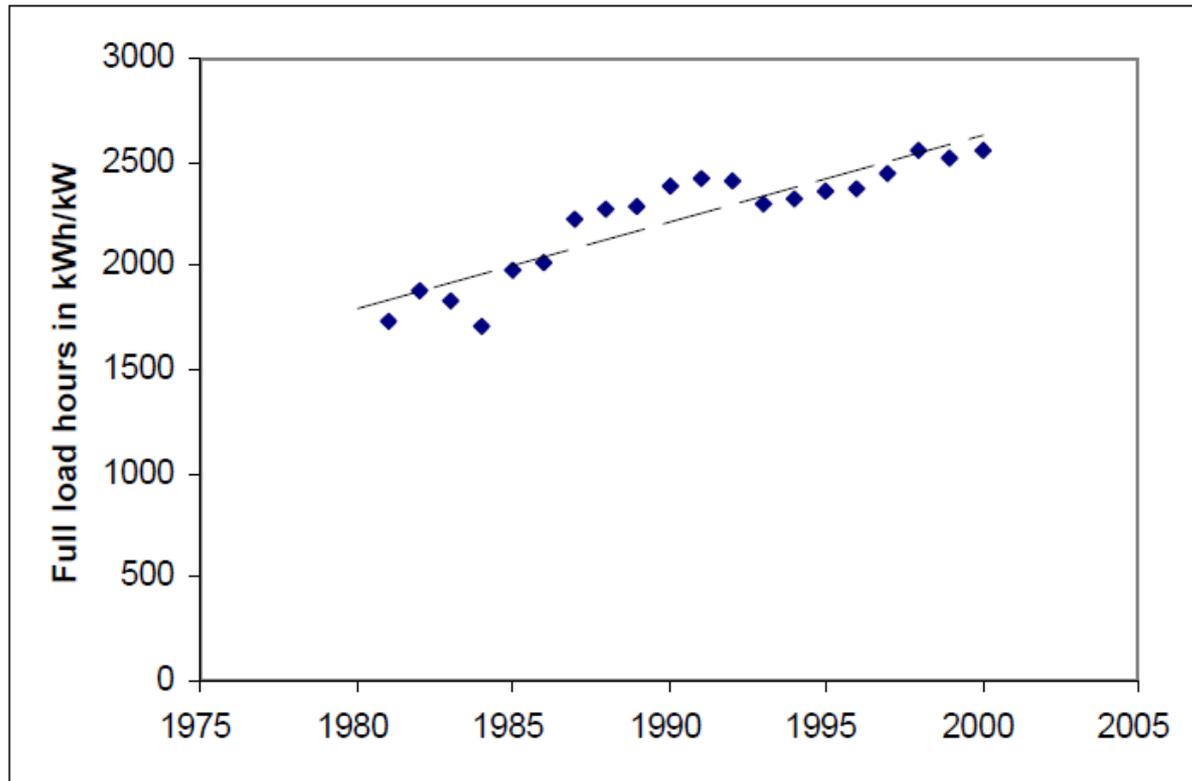


Figure 3. Development in the ability of Danish wind turbines to produce electrical energy (measured in annual production in kWh) per unit of installed generator capacity (measured in kW) –often referred to as “full load hours”.

Conclusions (recherche impliquée version hard)

Pertinence des 5 points formels de Nowotny et al sur l'approche par problème (mode 2):

1. Les connaissances sont créées dans le contexte des technologies en usage, où l'aspect humain est totalement intégré
2. Elles sont en partie importante implicites chez le chercheur, son équipe et toutes les personnes impliquées (« l'expérience »)
3. Le monde académique reconnaît qu'il y a d'autres modes de fabrication du savoir qui émergent. **La société a des attentes % à l'Université sur son implication dans ce processus, principalement l'évaluation ou la validation de ces savoirs. L'université jouit d'une grande crédibilité**
4. Passage de la culture de l'« autonomie » à celle de la « responsabilité »; donner du sens : contribuer à réussir la transition énergétique
5. Problème de l'évaluation des chercheurs pratiquant cette recherche :
 - Qui : définitions des « pairs »
 - Quoi : questions de recherche plus larges, implication dans un processus complexe
 - Sur quels critères : comment juger l'implication et la production de connaissances dont une partie importante sont implicites? Comment juger l'expérience?

Conclusions (version soft de la recherche impliquée)

1. « *Tu me dis, j'oublie; tu m'enseignes, je me souviens; tu m'impliques, j'apprends* », B. Franklin

Conclusions (version soft de la recherche impliquée)

1. « *Tu me dis, j'oublie; tu m'enseignes, je me souviens; tu m'impliques, j'apprends* », B. Franklin
2. « *La connaissance s'acquiert par l'expérience, tout le reste n'est qu'information* », A. Einstein

Conclusions (version soft de la recherche impliquée)

1. « *Tu me dis, j'oublie; tu m'enseignes, je me souviens; tu m'impliques, j'apprends* », B. Franklin
2. « *La connaissance s'acquiert par l'expérience, tout le reste n'est qu'information* », A. Einstein
3. « *Le monde a des problèmes, l'université des départements* ». Anonyme souvent cité. A Genève, elle a aussi des centres interfacultaires depuis 40 ans (1976 : CUEH, 1978 : Cuepe, 2007 : ISE)!! .

Remerciements

MERCI A TOUS