

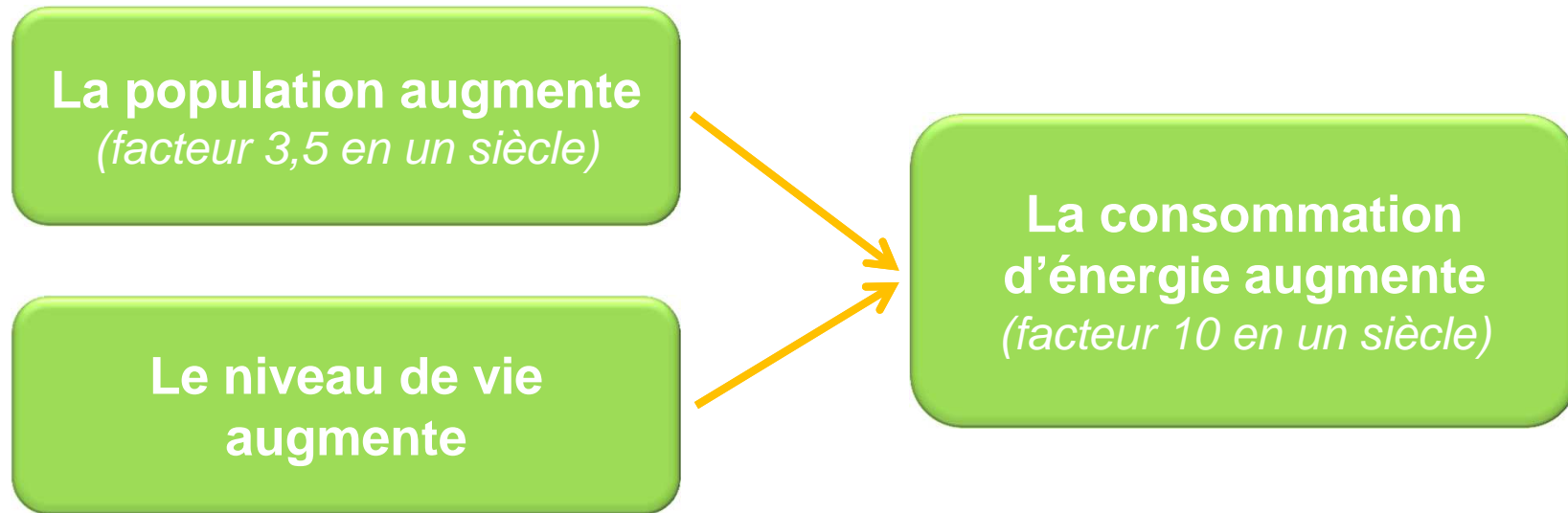
Christian NGÔ

Expert en énergie, Edmonium

***Stocker l'électricité :
pourquoi et comment ?***

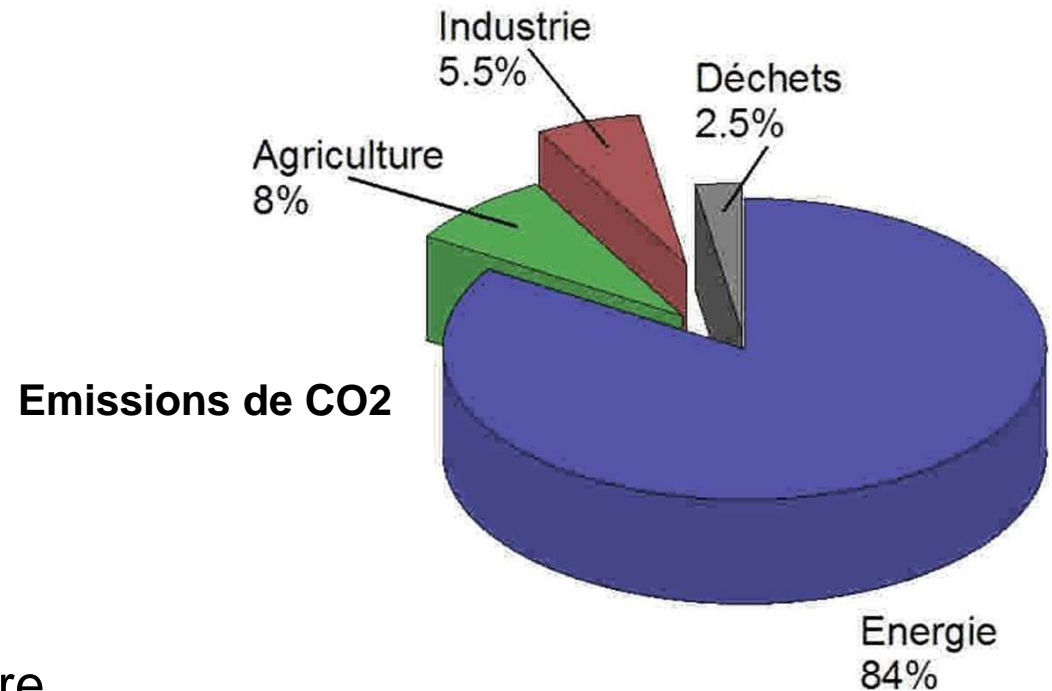


L'énergie : moteur de l'humanité



- Domination des combustibles fossiles (plus de 80%)
- L'énergie n'est pas chère
- L'électricité s'est imposée comme vecteur énergétique

Constats de départ



Les contraintes :

Le changement climatique

- Émissions de gaz à effet de serre
- L'homme émet 2 fois plus de CO₂ que ce que la nature peut absorber
- Échelle de temps courte

Les combustibles fossiles sont en quantité finie

- On va vers une crise énergétique inévitable
- Échelle de temps plus longue

Le défi énergétique

Émettre moins de CO₂

Progressivement se passer des combustibles fossiles

Ne pas confondre énergie et CO₂ !

Suède :

15 MWh/hab/an d'électricité, 5,3 tCO₂/hab/an

Danemark :

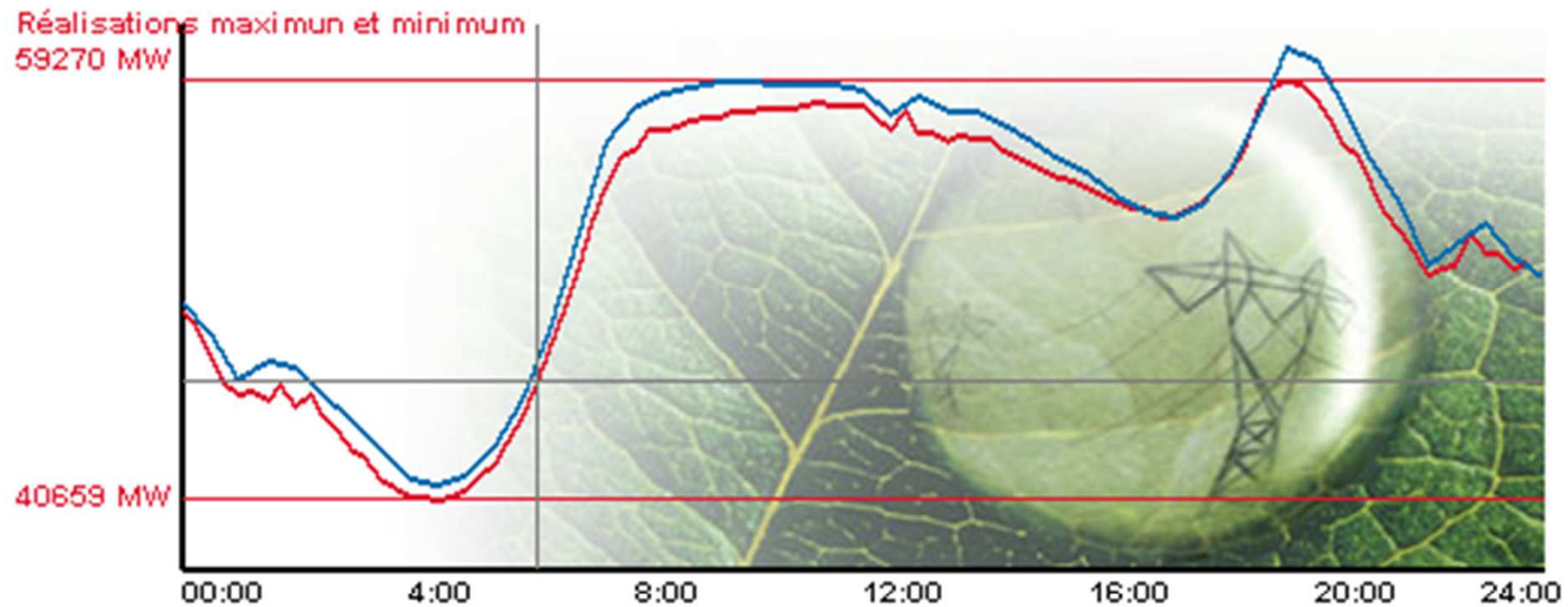
6,9 MWh/hab/an d'électricité, 10,1 tCO₂/hab/an

Pourquoi stocker l'électricité ? 1/2

- Lisser la production**
- Stocker pas cher pour vendre cher ensuite...**
- Indispensable pour les ENR intermittentes
(éolien, photovoltaïque)**
- Systèmes nomades, transports, etc.**



Pourquoi stocker l'électricité ? 2/2



Caractéristiques	
Date des données :	17/10/2002
Consommation minimum :	40659 MW
Consommation maximum :	59270 MW

Valeurs instantanées	
Heure :	6:15
Consommation :	45889 MW
Prévision :	46649 MW

**production =
consommation**

*En 2006 : Puissance moyenne = 65 GW
mais Puissance installée = 116 GW*

Des formes de stockage familières

2 grands systèmes de stockage de l'énergie en France

Les véhicules :

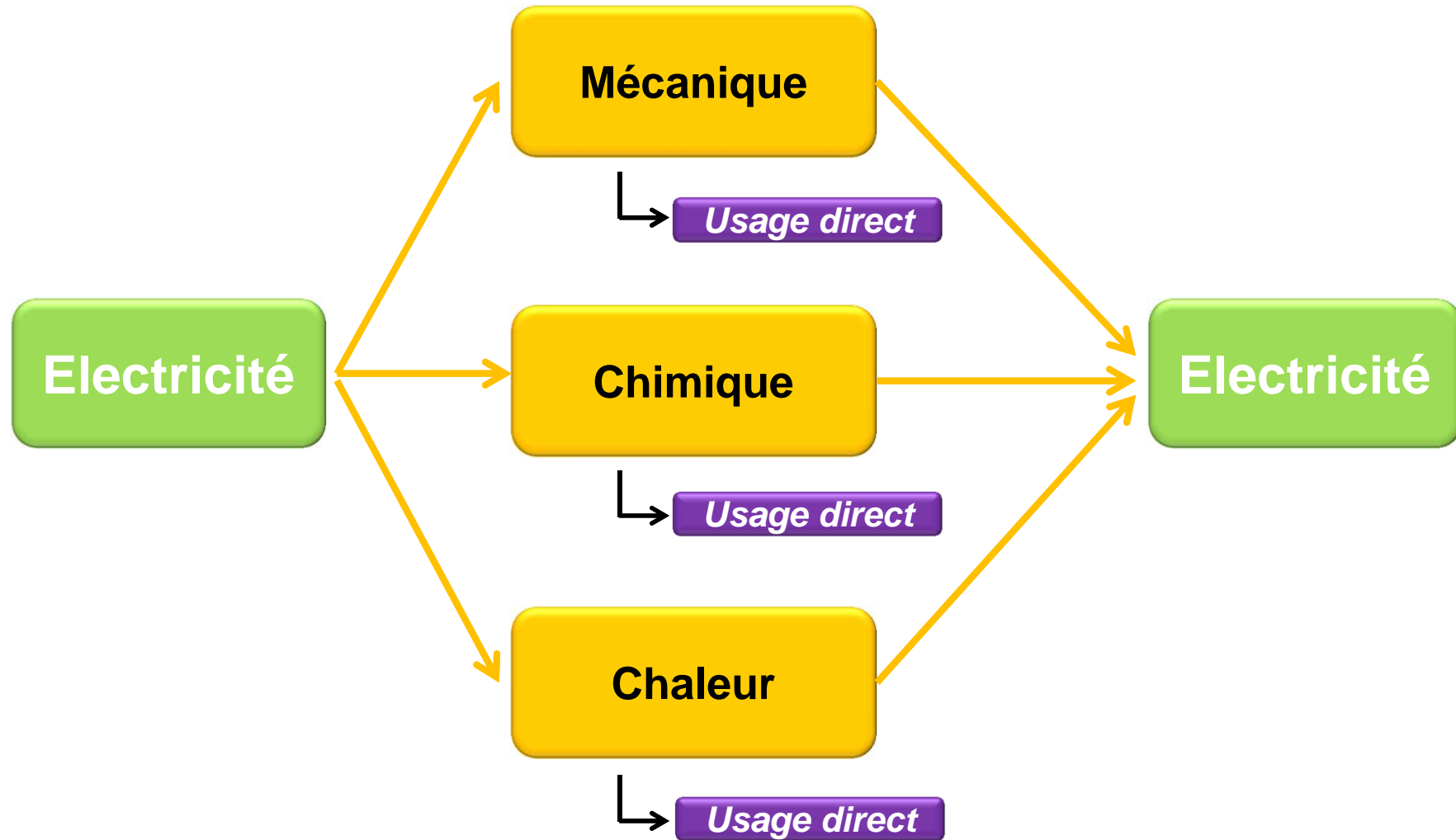
30 millions de voitures avec 25 l de carburant

= 7,5 TWh \approx production annuelle d'un réacteur nucléaire

Les Cumulus :

11 millions en France \approx 20 TWh / an

Stocker pour différer l'usage de l'électricité



Le talon d'Achille de la filière énergétique

On sait stocker l'électricité mais...

...c'est cher, parfois peu fiable, souvent encombrant, etc.

L'électronique de puissance ouvre beaucoup de possibilités.

Matériau	1 kWh
Essence	0,07 kg (70g)
Batterie Pb	30 kg
Batterie Li-Ion	5-8 kg
Eau	3600 kg d'eau à une hauteur de 100m

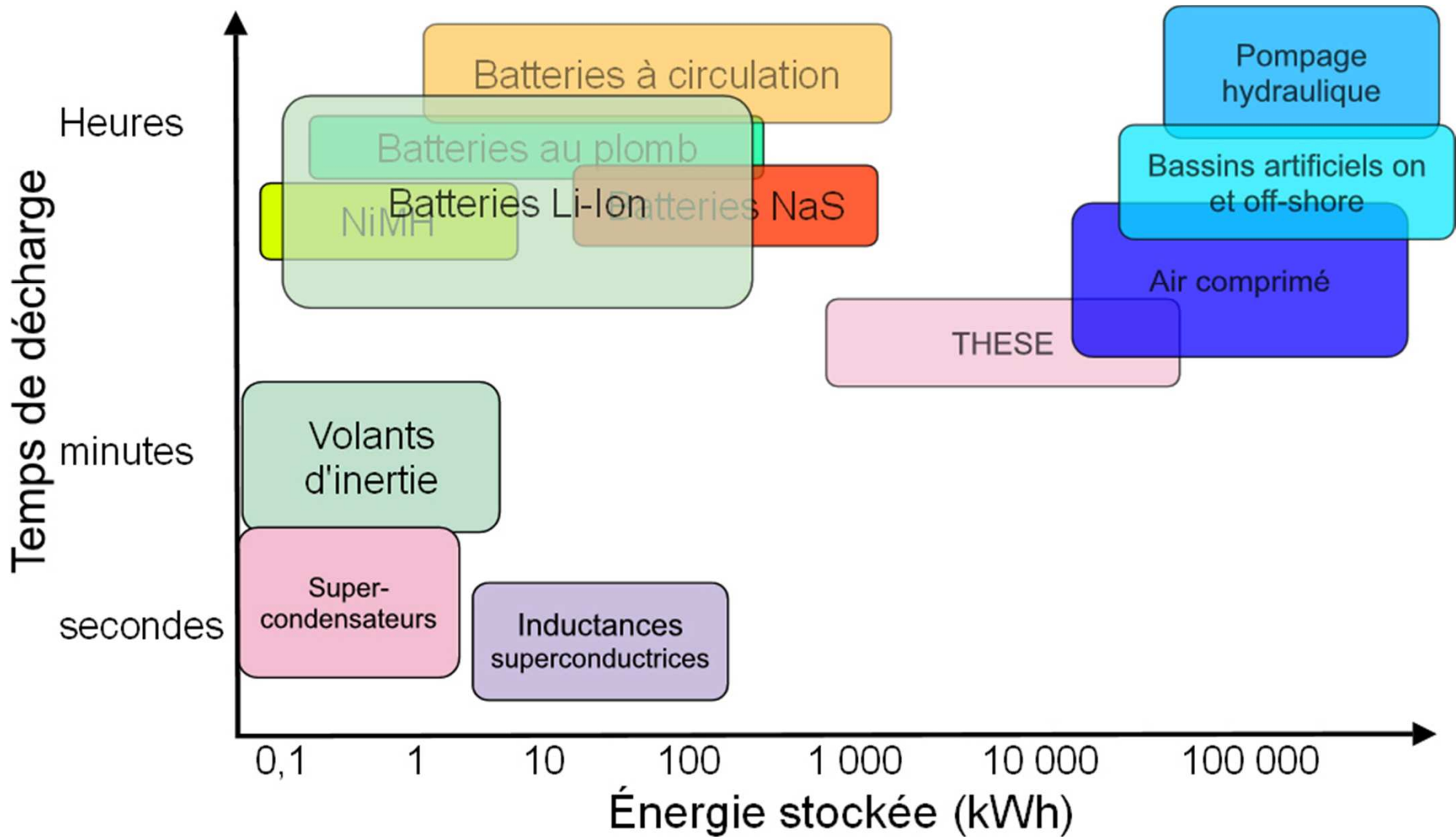
Le lithium

Une matière
bientôt stratégique
(0,17g/m³ en mer)

Le néodyme

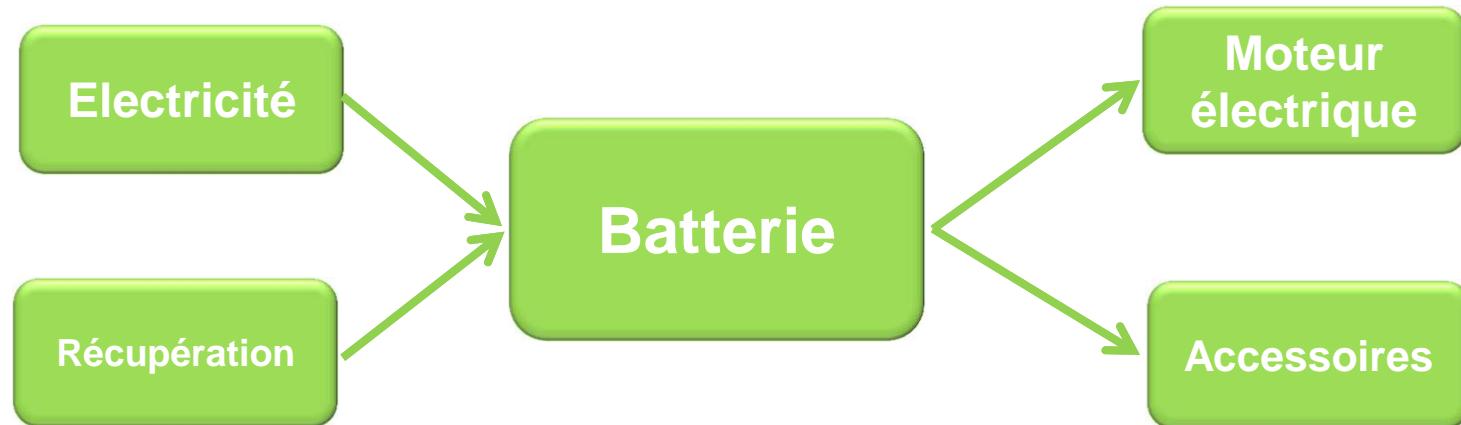
Pour les moteurs
électriques

Les systèmes de stockage



1/ Stockage pour le réseau 2/ Mobilité 3/ Systèmes électroniques nomades

Les véhicules individuels



Quelques ordres de grandeur

□ Il faut : 15 kWh/100 km (≈ 150 Wh/km)

□ **Moteur thermique** (rendement $\approx 20\%$)

⇒ 7,5 l/100 km

□ **Moteur électrique** (rendement $\approx 100\% + 20\%$ récupération)

⇒ 12 kWh/100 km

⇒ Batterie d'environ 25 kWh pour 200 km

⇒ Batterie de l'ordre de 200 kg Li-Ion

□ **Attention les accessoires diminuent fortement**

l'autonomie (chauffage, climatisation, éclairage, autoradio, etc.)

Futur : batterie Li-Air ?
(≈ 500 Wh/kg)

La convergence habitat-transport

Maison à énergie positive



**Trop d'électricité :
On charge la batterie**

**On ne roule pas aujourd'hui :
On récupère l'électricité**



Voiture hybride rechargeable



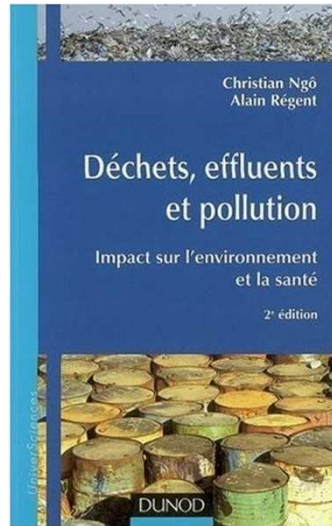
Le stockage de demain

Objectifs de la recherche :

- Augmenter la densité d'énergie stockée
- Diminuer le volume et le poids
- Fiabilité et sûreté
- Recharger rapidement et décharger à la demande
- Baisser les coûts
- Utiliser des matières premières accessibles et peu polluantes, recycler

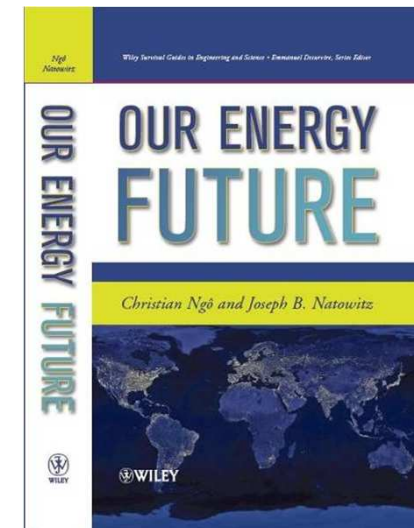
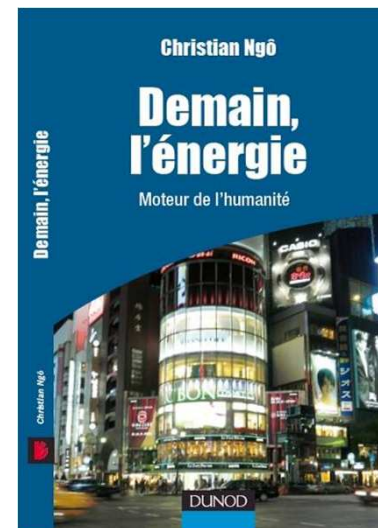
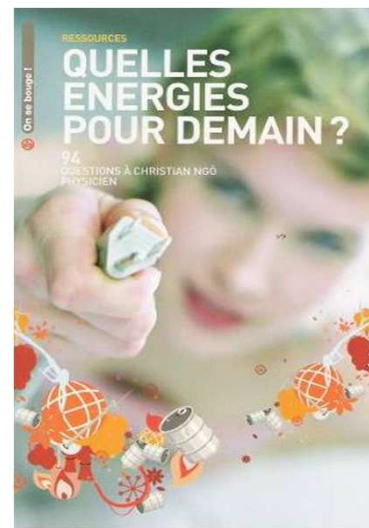
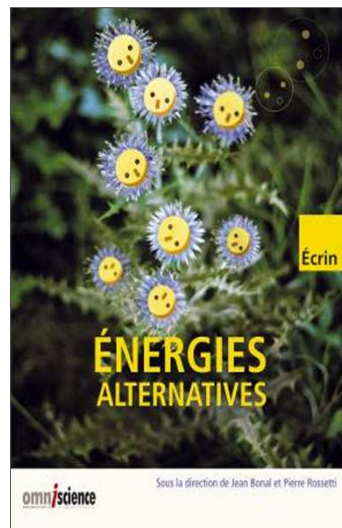
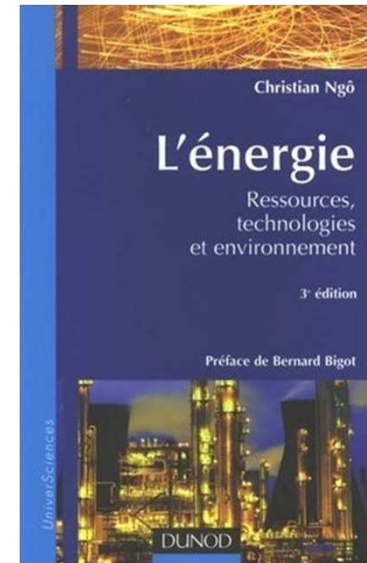


Bibliographie



edmonium@gmail.com

www.edmonium.fr



INNOV'ECO Edition Stockage de l'énergie – *Smart Grid & Energy Storage*
Cité de l'architecture - 29 septembre 2011