

Réchauffement climatique, fin du pétrole, du constat à l'action

Cycle de 4 conférences proposé par :

Thierry RIESER : ingénieur thermicien chez
Enertech

Avec l'aide de Jérôme LEMOINE : ingénieur
électricien chez Enertech

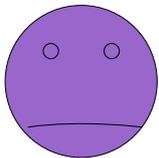
Réchauffement climatique, fin du pétrole, du constat à l'action

Plan des 4 séances :

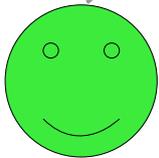
1 : Enjeux énergétiques : réchauffement climatique et fin du pétrole



2 : L'énergie au quotidien : transports et alimentation

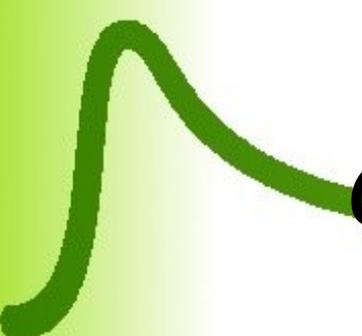


3 : L'énergie au quotidien : consommation de biens, bâtiment. Bilan carbone personnel



4 : Vers une société durable : scénario négawatt, énergies renouvelables, et réflexions sociétales





Réchauffement climatique, fin du pétrole, du constat à l'action

Séance 4/4 : Vers une société durable

Chapitre I : Le scénario négaWatt

Chapitre II : Les énergies renouvelables

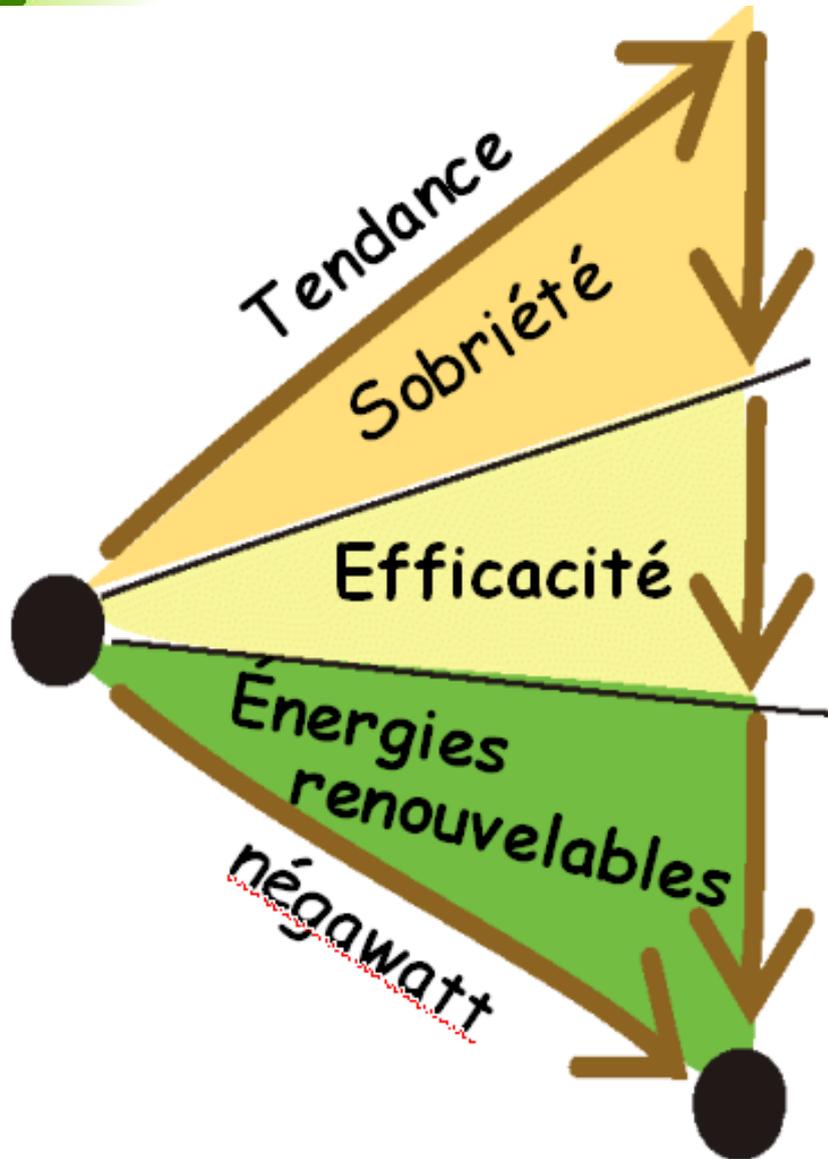
Chapitre III : Société durable

A thick green line starts on the left side of the slide, curves upwards and then downwards, and then continues as a straight horizontal line across the top of the slide.

Vers une société durable

Chapitre I : le scénario négaWatt

L'association négaWatt



Association créée en 2002.

Elle rassemble 350 experts et praticiens, professionnels de la maîtrise de la demande d'énergie ou des énergies renouvelables.

L'Institut négaWatt, créé en 2009, propose des formations sur ces thèmes.

Le scénario négaWatt

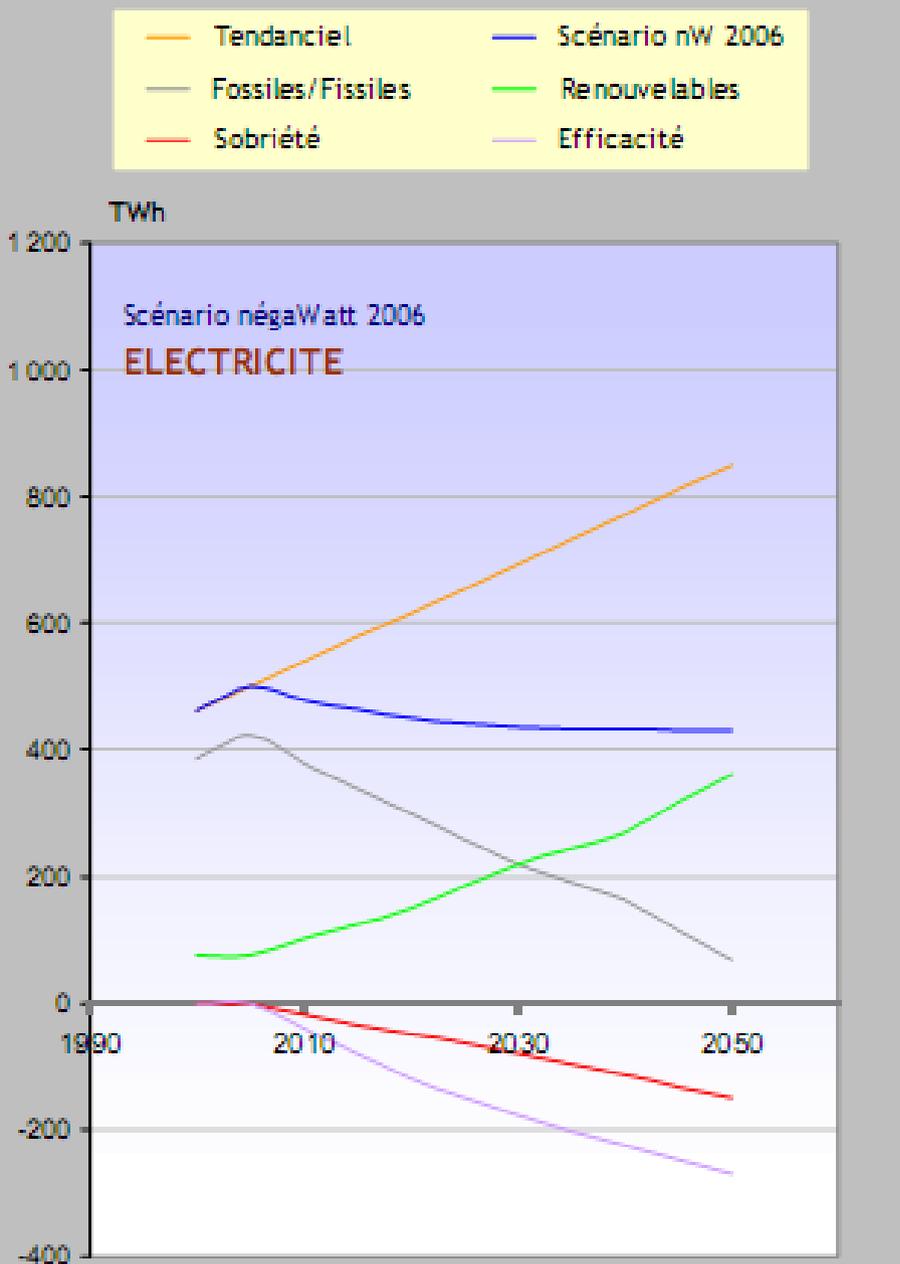
Scénario au niveau Français montrant comment on peut atteindre le facteur 4 en 2050.

Premier scénario publié en 2003. Mis à jour en 2006.

Basé sur :

- Hypothèse de croissance démographique de l'INSEE
- Scénario tendanciel de croissance économique
- Équipements actuellement prouvés ou très probables, sans pari sur une rupture technologique

Scénario nW : électricité



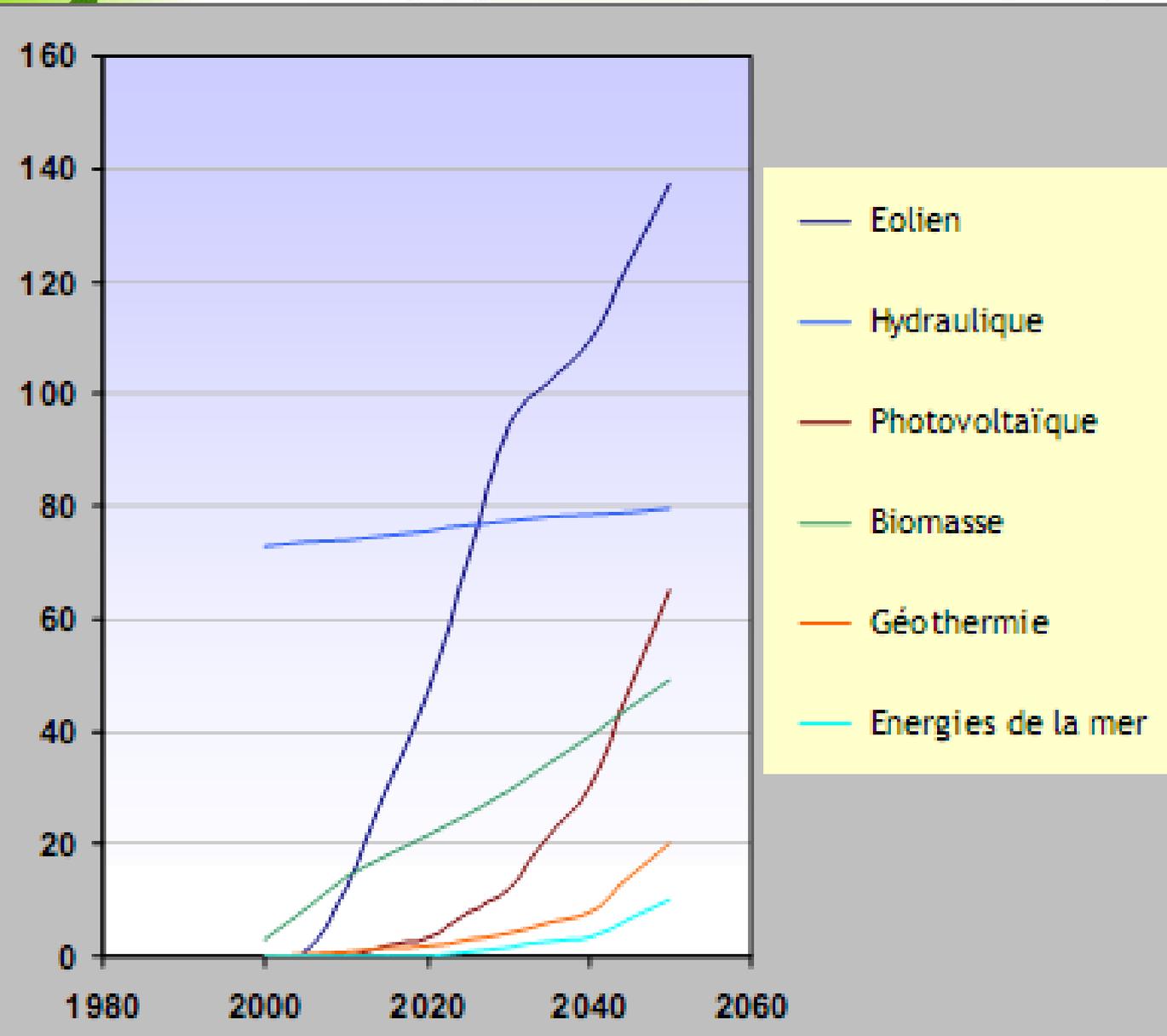
Éviter les gaspillages : conseils de proximité et mesures réglementaires : 0,2 à 0,4% / an

Efficacité : remplacement des équipements les plus énergivores (froid, électroménager, éclairage)

Remplacement du chauffage et de l'ECS électrique par d'autres sources plus efficaces

=> stabiliser la consommation en doublant les usages utiles

Scénario nW : électricité



Grand éolien, offshore
Rapport DENA

Pas de grand barrage,
microhydraulique
(amélioration du
rendement)

PV : bâtiment, friches,
bordures de voies

Biomasse :
cogénération

Géothermie en roche
profonde et énergies de
la mer : les recherches
aboutissent

A thick green line starts on the left side of the slide, curves upwards and then downwards, ending as a horizontal line that spans across the top of the slide.

Scénario nW : électricité

On peut alors fermer progressivement les centrales nucléaires et les centrales à fioul et charbon.

Les centrales à gaz sont progressivement remplacées par des centrales à cycle combiné (adaptées à l'intermittence) et à cogénération.

Développement du stockage de courte durée + foisonnement des sources renouvelables.

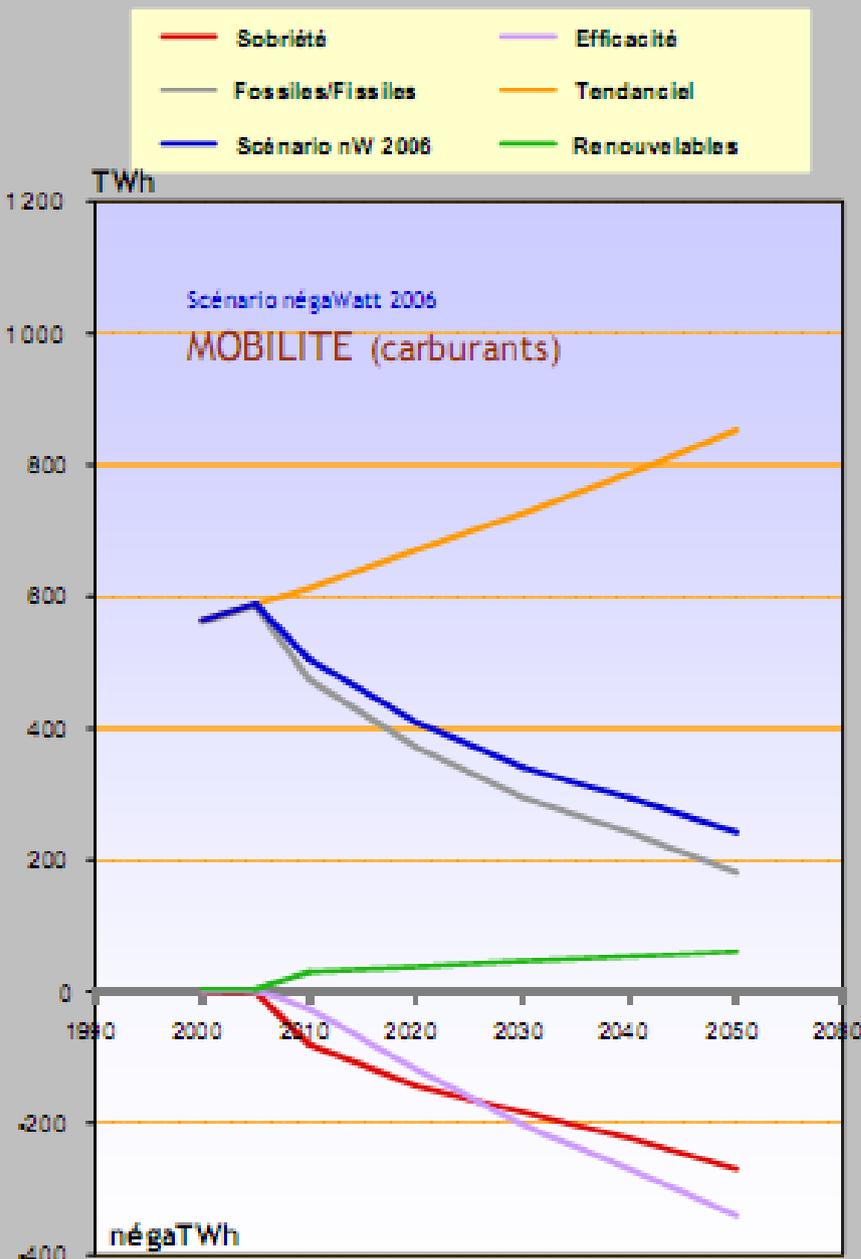
Scénario nW : transport

Urbanisme, co-voiturage, télétravail, transports collectifs, petits trajets en vélo...

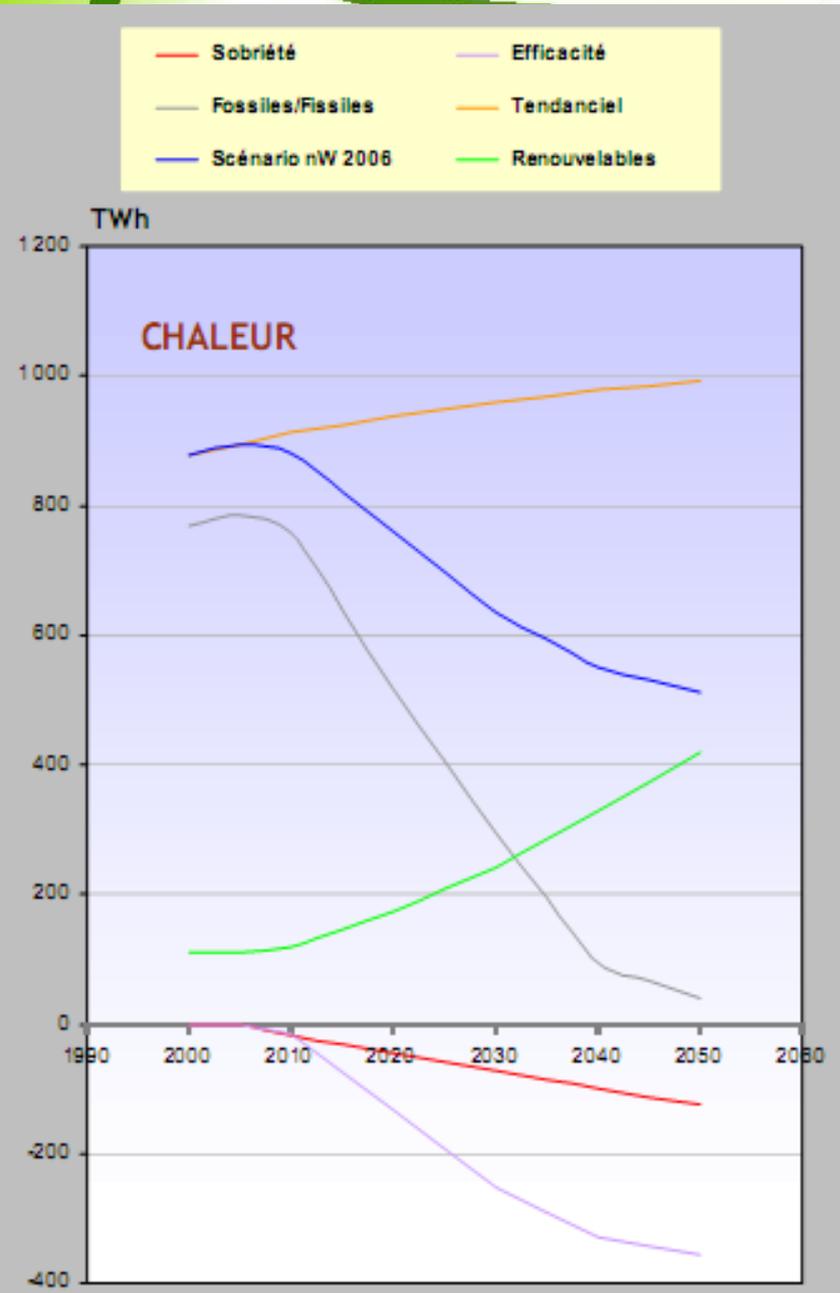
Conso moyenne des voiture tendant vers 3,3 l/100km

Taxation des avions « low cost », transfert vers le train

=> facteur 3,5, avec une mobilité augmentant de 15%



Scénario nW : chauffage



Freiner l'augmentation des surfaces par personne

Programme de rénovation énergétique ambitieux

Solaire thermique, augmentation importante des réseaux de chaleur (cogénération, biomasse), et biomasse décentralisée.

Scénario négaWatt



Un scénario de « non regret »

Économiquement bénéfique, notamment aux PME
Réorientation de la fiscalité à pression fiscale équivalente

Créations d'emplois (rénovation, EnR, biomasse)
non délocalisables,
Réduire les dépenses énergétiques des plus pauvres

Dynamiques à l'échelle locale : urbanisme, énergies
renouvelables, relocalisation de l'économie



Points de vue complémentaires

Rapport de Yves Cochet, 2000

<http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/014000086/0000.pdf>

Introduction

L'utilisation efficace de l'énergie depuis les années 70 a permis d'économiser 5 fois plus d'énergie que la production nucléaire des pays de l'OCDE.

Alors qu'en France on consacre 40 fois moins de moyens à cette question qu'au développement du nucléaire (CEA).

Points de vue complémentaires

Rapport de Yves Cochet, 2000
Morceaux choisis des propositions

Transport

4 : taxation du kérosène (échelle de l'UE)

16 : développement du fret

21, 23 : développement des transports collectifs et limitation des voitures / stationnement en centre ville, stationnement à coût faible en périphérie

Bâtiment

39 : adaptation des exigences urbanistiques pour la valorisation des EnR, « droit au soleil »

44 : réglementation thermique : retour à un objectif en valeur absolue et non relative

Points de vue complémentaires

Rapport de Yves Cochet, 2000
Morceaux choisis des propositions

Maîtrise de la demande en électricité

45 : remplacement des appareils de froid par des appareils de classe A. Enjeu : 725 kWh/an/logement en moyenne

46 : remplacement des dix ampoules les plus utilisées par des lampes fluo-compactes. Enjeu : 340 kWh/an/logement

47: asservissement du circulateur de la chaudière au thermostat d'ambiance. Enjeu : 225 kWh/an/logt

48: optimisation des modes veille. Enjeu : entre 200 et 300 kWh/an/logement

57: taxation de l'usage du chauffage électrique

Points de vue complémentaires

Rapport de Yves Cochet, 2000
Morceaux choisis des propositions

Développement des énergies renouvelables

Systemes de prix garantis

Simplifier les procédures

Soutenir le développement d'activité en milieu rural

102 : photovoltaïque : soutien à la R&D : développement des filières «couches minces», filière française d'onduleurs

123 : biogaz : fixation d'un prix d'achat dégressif selon la taille du digesteur avec prime pour la cogénération.

126 : définition de normes techniques et administratives équitables pour l'injection de biogaz dans le réseau

Vers une société durable



Chapitre II : les énergies renouvelables

A – Le soleil

B – Le vent et l'eau

C – La biomasse

Objectifs Photovoltaïques

- 1: Augmenter la part d'énergie renouvelable dans le mix énergétique français = objectif du Grenelle
- 2: développer une filière PV d'installateurs
= créer des emplois pérennes et non délocalisables
- 3: créer une filière pour la production de capteurs et d'onduleurs non concurrencée par les grand producteurs asiatiques
- 4: minimiser le coût pour le contribuable = maîtriser le coût de la CSPE (contribution pour les EnR) en 2020

La techno en 2 mots

Semi conducteur à base de silicium

Polycristallin

Monocristallin

Rendement
11 à 15 %



Amorphe - Rendement 5 à 6 %

Peut servir de membrane d'étanchéité

Énergie grise remboursée en 2 à 3 ans

Ce que VOUS pouvez faire pour équilibrer le mix énergétique

Si vous avez 14 k€ et 20m² de toiture bien orientée :
Installation d'un kit 3 kWc :
18 000€ - 4 000 € (Crédit d'Impôt 22% en 2011)



PV : perspectives



- sites incontournables :
www.photovoltaique.info
www.hespul.org (forum)

- En 2020 tous les bâtiments
seront à Énergie positive

Situation critique actuellement :

- Moratoire sur les projets de plus de 3kWc
- Politique de rachat incertaine : Si réduit à 15c€/kWh
- => arrêt de la plupart des projets PV
- => abandon de la filière
- => faillites des nouvelles entreprises du secteur = suppression d'emplois)

Solaire thermique



2 types principaux :

- capteur plan
- capteur sous vide

Ne pas surdimensionner : 3 ou 4 m² suffisent pour une famille. Au delà, risque de surchauffe en été.

Permet de couvrir **40 à 50 % des besoins d'eau chaude sanitaire**.



On peut contribuer au chauffage avec une surface plus importante : prévoir alors un système de décharge (sol, circulation nocturne), ou des capteurs vidangeable.

Vers une société durable



Chapitre II : les énergies renouvelables

A – Le soleil

B – Le vent et l'eau

C – La biomasse

Le vent – les grandes éoliennes



Puissance de 2 à 3 MW
(170 000 ampoules basse conso)
En France : 4 574 MW en 2009
7,6 TW.h produits sur 479 soit 1,5%
+ 33% par rapport à 2008

Contraintes d'implantation :

- Couloirs migratoires, zones naturelles protégées,
- Couloirs aériens,
- Faisceaux hertziens,
- Habitations, monuments historiques,
- Raccordement au réseau électrique (50 km max.),
- Du vent !

Grandes éoliennes

Critiques courantes :

- Bruit : allez les écouter ! Les éoliennes récentes tournent lentement et font très peu de bruit (couvert par le vent)
- Paysages : Pas plus moche que les pilonnes haute tension... **A prendre en compte dans le choix d'un site.**
NB : construction réversible : facile à démonter. Le prix de l'acier du poteau couvre les frais de démontage !
- Oiseaux : Moins dangereux que les pilonnes haute tension. Une étude faune flore permet d'éviter les collisions
- Divers : Ondes électromagnétiques, fait peur aux vaches, attire les requins... **Rumeurs fausses**
- Énergie grise : Environ 6 mois de production.

Eoliennes Offshore



Les + : Un vent plus régulier
Pas de problème d'intégration
Jusqu'à 5 MW

Les - : Coût des fondations
Coût du raccordement
Corrosion à maîtriser

Des pistes de recherche :

- Fondations flottantes
- Couplage éolienne – hydraulienne
- Stockage sous forme d'hydrogène ?
- ... ?



Le vent – les petites éoliennes



Petit éolien : 1,8 MW pour
203 installations

**Une seule grande éolienne
atteint la même puissance...**

Critère de choix : vent
minimal de démarrage très
faible : $< 3 \text{ m/s}$

Éoliennes à axe vertical :
Intéressant pour intégration
sur les bâtiments



L'eau – barrages



Les centrales hydroélectriques ont produit 62 TW.h en France en 2009 soit 12% du total

Potentiel de développement limité, mais pas nul :

Le petit hydraulique

Petits barrages redevenus rentables grâce au progrès des turbines.

Barrage des trois gorges
Chine



La construction de barrage n'est pas forcément écolo...

Vers une société durable



Chapitre II : les énergies renouvelables

A – Le soleil

B – Le vent et l'eau

C – La biomasse

La Biomasse



Le bois

Pour 1 kW.h utile :

Bûches : 0,08 kW.h d'énergie primaire

Plaquettes : 0,05 kW.h d'EP

Granulés : 0,18 kW.h d'EP

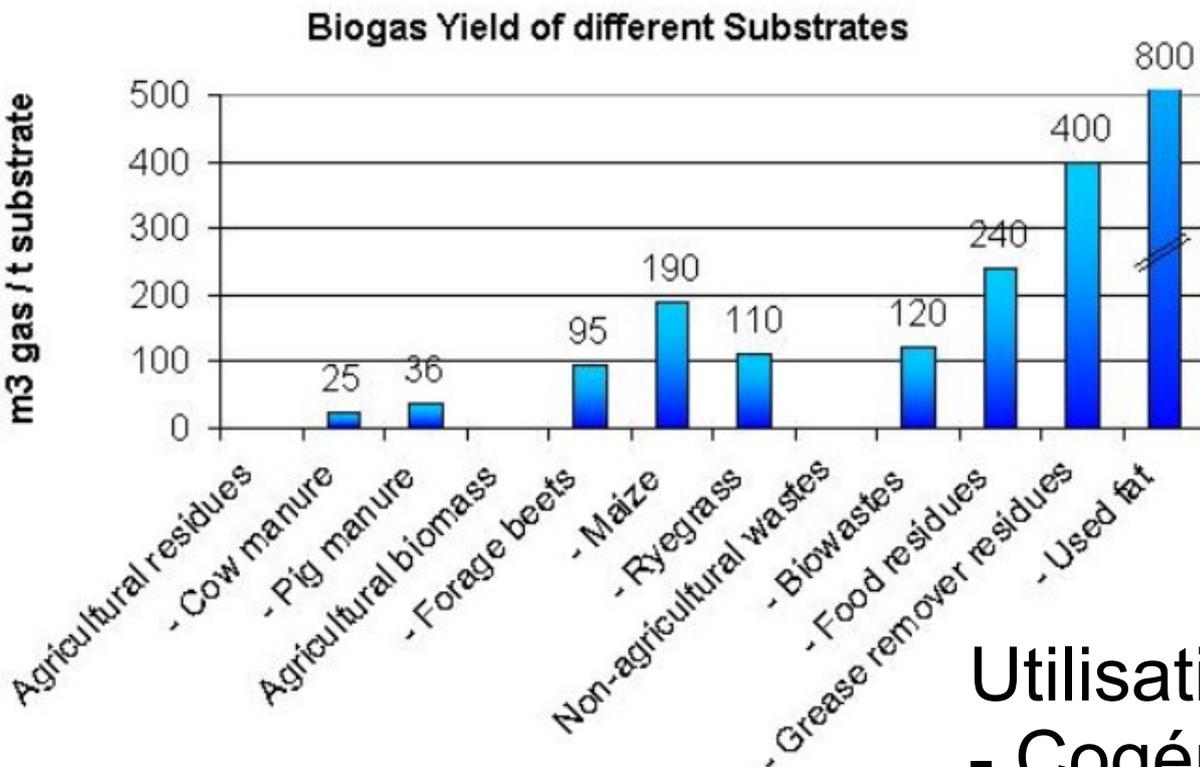
Source : Bilan environnemental du chauffage domestique au bois -
Note de synthèse - Déc 2005 - réalisée par BIOIS pour l'ADEME

Les fumées d'un poêle ou d'une chaufferie performante ne sont plus noires !

Mais restent des produits de combustion nocifs. (SO_2 : plus que le gaz naturel, moins que le fioul,

La Biomasse

Le Biogaz



Fermentation anaérobie (sans oxygène) de matière organique.

3 familles de bactéries pour produire au final du méthane (+ CO₂ et H₂S)

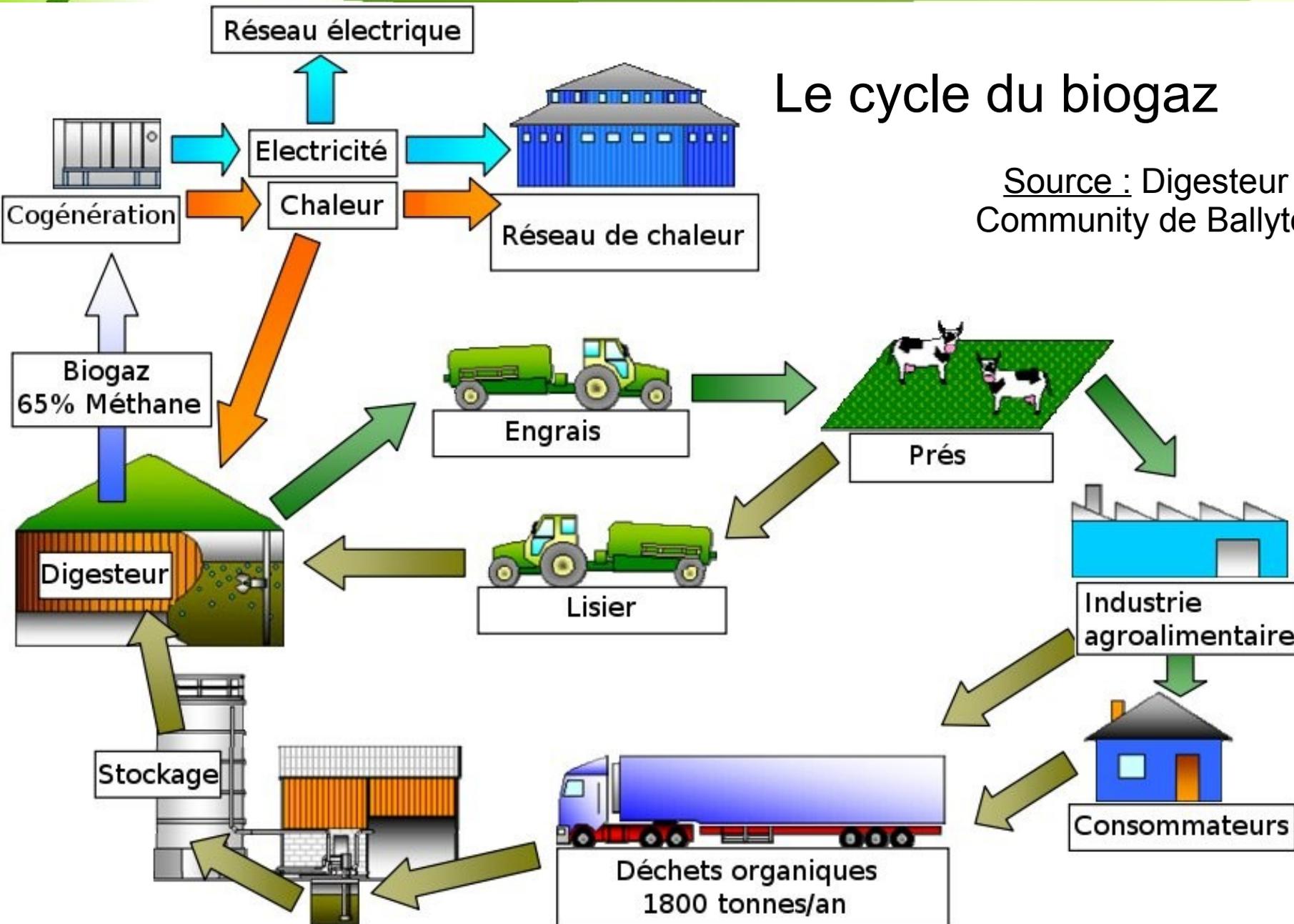
Utilisation :

- Cogénération (chaleur et électricité)
- Purification et utilisation comme gaz (réseau gaz naturel ou bus)

Le biogaz

Le cycle du biogaz

Source : Digesteur du Camphill Community de Ballytobin, Irlande



Le biogaz

Une solution à plusieurs problèmes

- Utilisation du **lisier animal** (polluant des rivières) et production d'un **engrais** comportant moins de nitrates,
- Retraitement de **déchets difficiles à traiter** (bac à graisse des restaurants...), sans rejeter du méthane dans l'atmosphère,
- Production d'un **énergie** renouvelable.

30 digesteurs en France contre 5000 en Allemagne :
attente d'un tarif de rachat de l'électricité...

Source : www.actu-environnement.com, Dec 2010,
d'après ADEME, et Syndicat des Energies renouvelables

En Chine, en Inde, ni au Népal, des millions de digesteurs
sont en fonctionnement

Source : ATEE, <http://www.biogaz.atee.fr>

Ce que VOUS pouvez faire pour équilibrer le mix énergétique

Si vous êtes près à payer 15% de plus pour de l'électricité qui permet de :

- promouvoir les énergies renouvelables,
- défendre la maîtrise de la consommation d'énergie,
- décentraliser la production

www.enercoop.fr



Vers une société durable



Chapitre III : Société durable

A – L'équation de Kaya

B – Si on arrêta de marcher sur la tête

C – Synergies de la démarche

L'équation de Kaya

Une évidence...

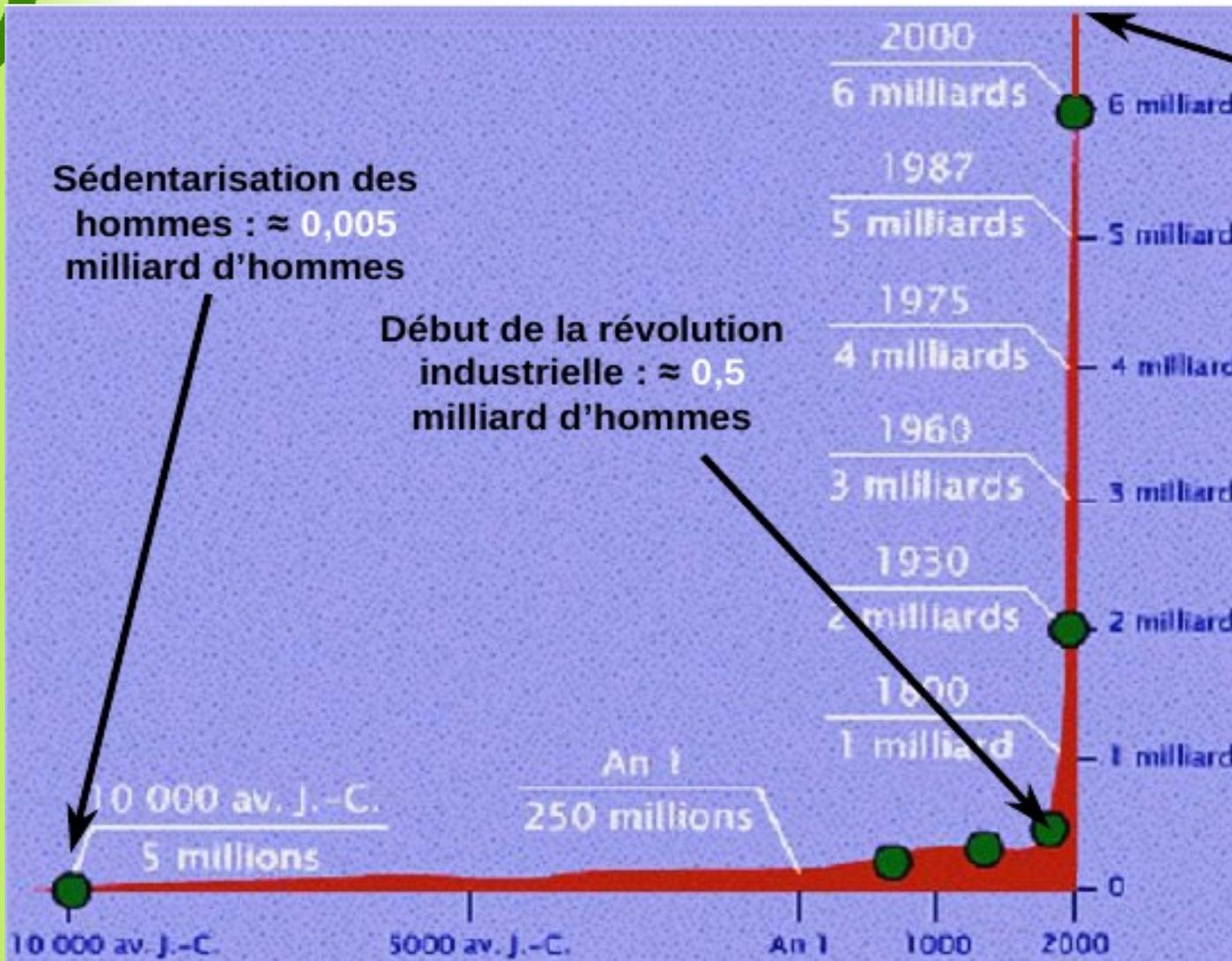
$$\text{GES} = \frac{\text{GES}}{\text{TEP}} \times \frac{\text{TEP}}{\text{PIB}} \times \frac{\text{PIB}}{\text{POP}} \times \text{POP}$$

Autrement dit :

$$\begin{array}{l} \text{Émissions} \\ \text{de GES} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Contenu} \\ \text{GES de} \\ \text{l'énergie} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Intensité} \\ \text{énergétique} \\ \text{du PIB} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{PIB par} \\ \text{personne} \end{array} \times \text{Population}$$

Objectif :
divisier par 4

Problème d'ordre de grandeur 1



Population mondiale de 10 000 av. JC à 2000

En 2050 on sera très probablement 10 milliards, soit x1,5

Source :
JM Jancovici

L'équation de Kaya

Autrement dit :

$$\text{Émissions de GES} = \text{Contenu GES de l'énergie} \times \text{Intensité énergétique du PIB} \times \text{PIB par personne} \times \text{Population}$$

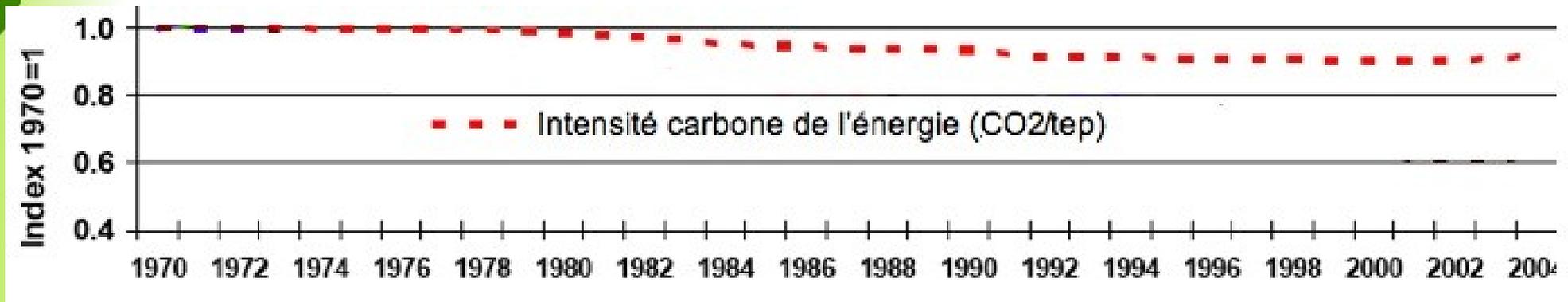
Diviser par 6

A moins d'une guerre, d'un génocide, d'une pandémie... $\times 1,5$

Tentation : Malthusalisme : limiter les naissances :
 \Rightarrow surtout dans les pays riches, là où les gens consomment le plus !

Objectif :
divisier par 4

Ordre de grandeur 2



Source : GIEC

Tendance : -10% en 35 ans

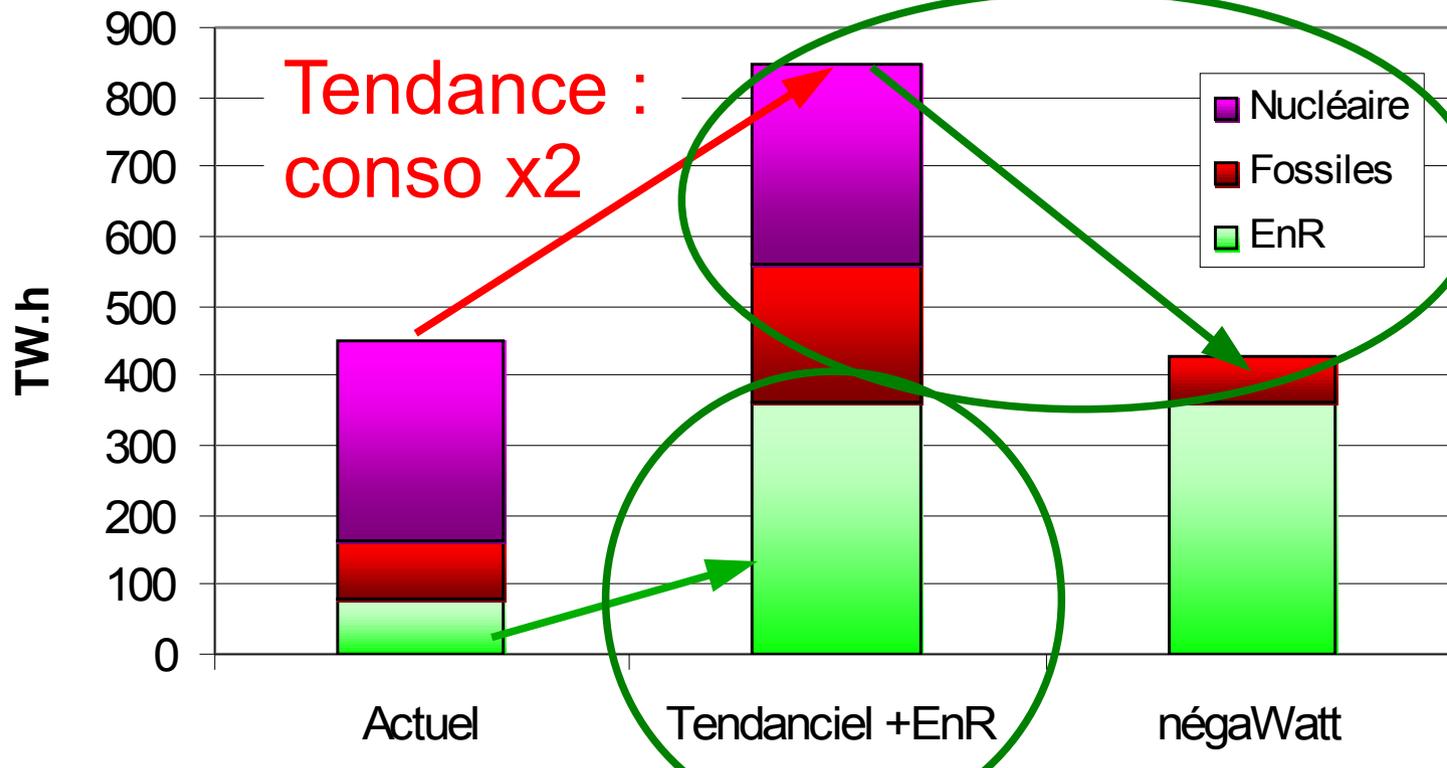
C'est bien trop lent !

Si on ne réduit pas la consommation d'énergie, il sera impossible de faire bien plus vite :

- développement du nucléaire lent et onéreux (sans parler des questions de sécurité et des déchets)
- développement des énergies renouvelables limité

Contenu GES de l'élec - France

Part des EnR selon la consommation



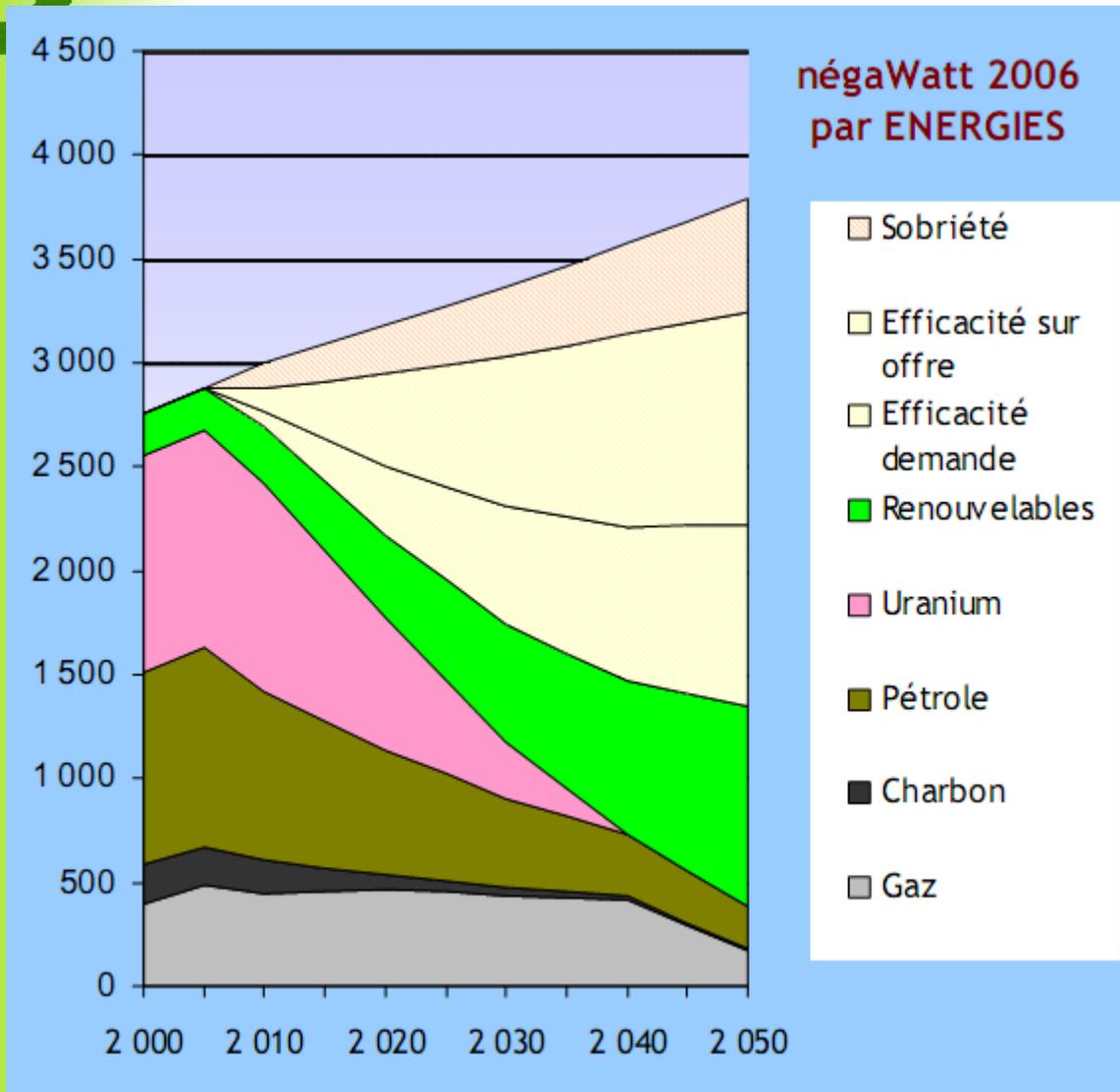
Scénario nW : la sobriété et l'efficacité nous font **réduire de moitié la conso d'élec** en doublant les usages

Source : d'après scénario négaWatt 2006

Scénario nW : EnR (éolien, PV et biomasse surtout) **x 4,75**

Alors les EnR représentent **80%** de la production restante

Scénario négaWatt



La même logique sur l'ensemble des conso énergétiques (rénovation des bâtiments, réduction des km parcourus et covoiturage,...) **permet de faire émerger les EnR**

Source : Scénario négaWatt 2006

L'équation de Kaya

Autrement dit :

$$\text{Émissions de GES} = \text{Contenu GES de l'énergie} \times \text{Intensité énergétique du PIB} \times \text{PIB par personne} \times \text{Population}$$

Conso tendancielle
-10%

Conso réduite (nW)
divisé par 3

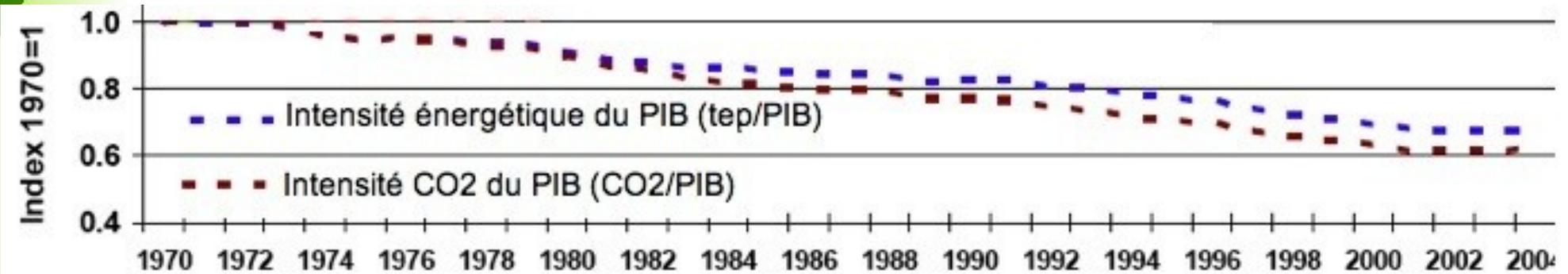
Diviser par 5,4

Diviser par 2
(cohérent avec hypothèse du scénario négaWatt)

x 1,5

Objectif :
divisier par 4

Ordre de grandeur 3



Source : GIEC

Tendance : -30% en 34 ans

Si on prolonge (optimiste, on a commencé par le plus facile) on peut faire -40% en 2050.

L'équation de Kaya

Autrement dit :

$$\text{Émissions de GES} = \text{Contenu GES de l'énergie} \times \text{Intensité énergétique du PIB} \times \text{PIB par personne} \times \text{Population}$$

Conso réduite (nW) divisé par 3

-40%

x 1,5

Il faudrait diviser par 1,2.

Or + 2% par an c'est x 2,7 sur 50 ans

Objectif :
divisier par 4

Conclusion 1

Soit on persiste à vouloir faire + 2% par an de croissance, et il faudra **investir massivement** dans l'efficacité énergétique **et la rendre obligatoire**

=> programme de rénovation à 50 kW.h/m².an **obligatoire** (à chaque vente, copropriétés...),

=> quota de CO₂ réellement **contraignants** pour les industries,

=> **rationnement** sur les carburants (la même quantité pour tout le monde) ou hausse des prix naturelle voire accentuée (**seuls les riches pourront conduire**).

Conclusion 2

Soit on envisage de privilégier la sobriété et la simplicité.

C'est la piste de la décroissance.

=> Commencer par consommer moins de choses inutiles, moins se déplacer, moins se chauffer...

=> moins de besoin financier : partage du temps de travail,

=> ce temps libéré permet : de faire son jardin, de faire le marché, de réparer au lieu de jeter, de prendre son vélo, de développer la convivialité,...

Vers une société durable



Chapitre III : Société durable

A – L'équation de Kaya

B – Si on arrêta de marcher sur la tête

C – Synergies de la démarche

Pertinence du PIB

PIB : "résultat final de l'activité de production des unités productrices résidentes"

Poireau pour la soupe que je mange :

compté ;

Poireau pour la soupe que je vends :

non compté (on comptera la soupe).

Sur le territoire d'un pays

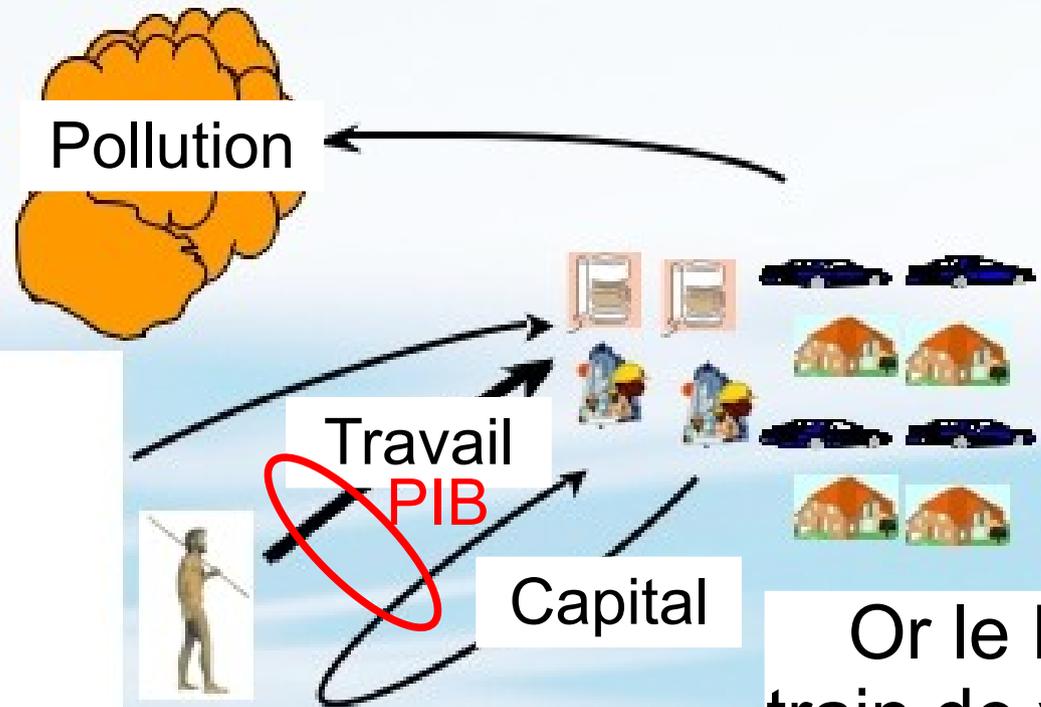
Activité avec prix de vente.

N'inclut pas :

- Service non marchand (éducation nationale, santé remboursée, justice),
- Service sans échange monétaire (troc, aide gratuite),
- Production sans échange : potager, bricolage pour soi, temps consacré à ses enfants,
- Les ressources naturelles : le poisson de mer est gratuit tant qu'il n'est pas pêché.

Pertinence du PIB

On ne compte que l'activité humaine : donc le PIB est en fait **la fiche de paye de l'humanité**



Si je vend ma maison pour payer mon train de vie, mon **patrimoine** diminue

Or le PIB n'est que le train de vie de l'économie, **on ne compte pas ce qui est consommé** en ressources naturelles

Source : JM Jancovici
www.manicore.fr



Pertinence du PIB

L'indicateur PIB augmente d'autant plus vite que l'on prélève des ressources naturelles.

Or l'humanité ne s'est *réellement* enrichie **que si la valeur de ce qui est créé est supérieure à la valeur de ce qui a été prélevé à l'environnement** (en incluant une provision pour les dégâts qui seront générés par la pollution et les GES).

Depuis que nous piochons dans les stocks renouvelables et non renouvelables de façon excessive, **plus nous croyons nous enrichir, plus nous nous appauvrissons.**

Source : JM Jancovici www.manicore.fr

A thick green line starts on the left side of the slide, curves upwards and then downwards, ending as a horizontal line that spans across the top of the slide.

Pertinence du PIB

Un indicateur plus pertinent devrait :

- Inclure ce qui est prélevé sur l'environnement
- Être centré sur le bien être des gens : aujourd'hui la croissance du PIB n'empêche pas la croissance du taux de suicide... => indicateur type ISDH (espérance de vie, éducation, conditions de vie décentes, et inégalités homme-femme)

Démocratie en danger ?

- Montée du populisme, discours sécuritaires,
- Fossé entre le peuple et les élites (par exemple le référendum sur la constitution européenne),

Les électeurs sont infantilisés, peu de débat de fond.
Les hommes politiques n'ont aucune culture scientifique (notamment sur les sujets touchant à l'énergie).



Il faut recréer du lien politique local.

Aller jusqu'au bout de la décentralisation (avec les moyens adéquats...)

La bonne échelle pour une dynamique locale : l'intercommunalité, le « pays »

L'agriculture sous perfusion

Grande distribution : alimentation à bas prix
Pour que les agriculteurs puissent survivre : subventions
=> budget pour les biens de consommation inutiles...

Pourtant l'agriculture intensive était censée produire à bas prix... Ces subventions permettent de concurrencer déloyalement les agricultures des pays en développement.

=> des prix, pas des primes !

Il s'agit de **redonner du sens** aux métiers de l'agriculture.

Solution : les circuits courts (marché, AMAP) permettent de rémunérer directement le travail des agriculteurs.

L'agriculture sous perfusion

PAC : politique agricole commune de l'Europe



En France 10% des exploitations
perçoivent
la moitié des subventions

<http://www.observatoiredessubventions.com/>,
article publié en 2009

L'agriculture biologique ne reçoit que depuis 2010 une
subvention spécifique de la PAC

Loi de finances 2011 : divise par deux le crédit d'impôt
destiné aux agriculteurs qui se convertissent au bio.
17 M€ budgétés pour le crédit d'impôt pour la bio = 11 fois
moins que les exonérations fiscales pour les
agrocarburants, subventionnés à hauteur de 196 M€.

<http://www.noelmamere.fr/>

Le sens du travail

Le découpage des tâches a créé des métiers sans intérêt :
Caissière, ouvrier façon « les temps modernes » ...

Robotisation de l'industrie : l'homme ne se sert pas de son
outil, il est à son service.

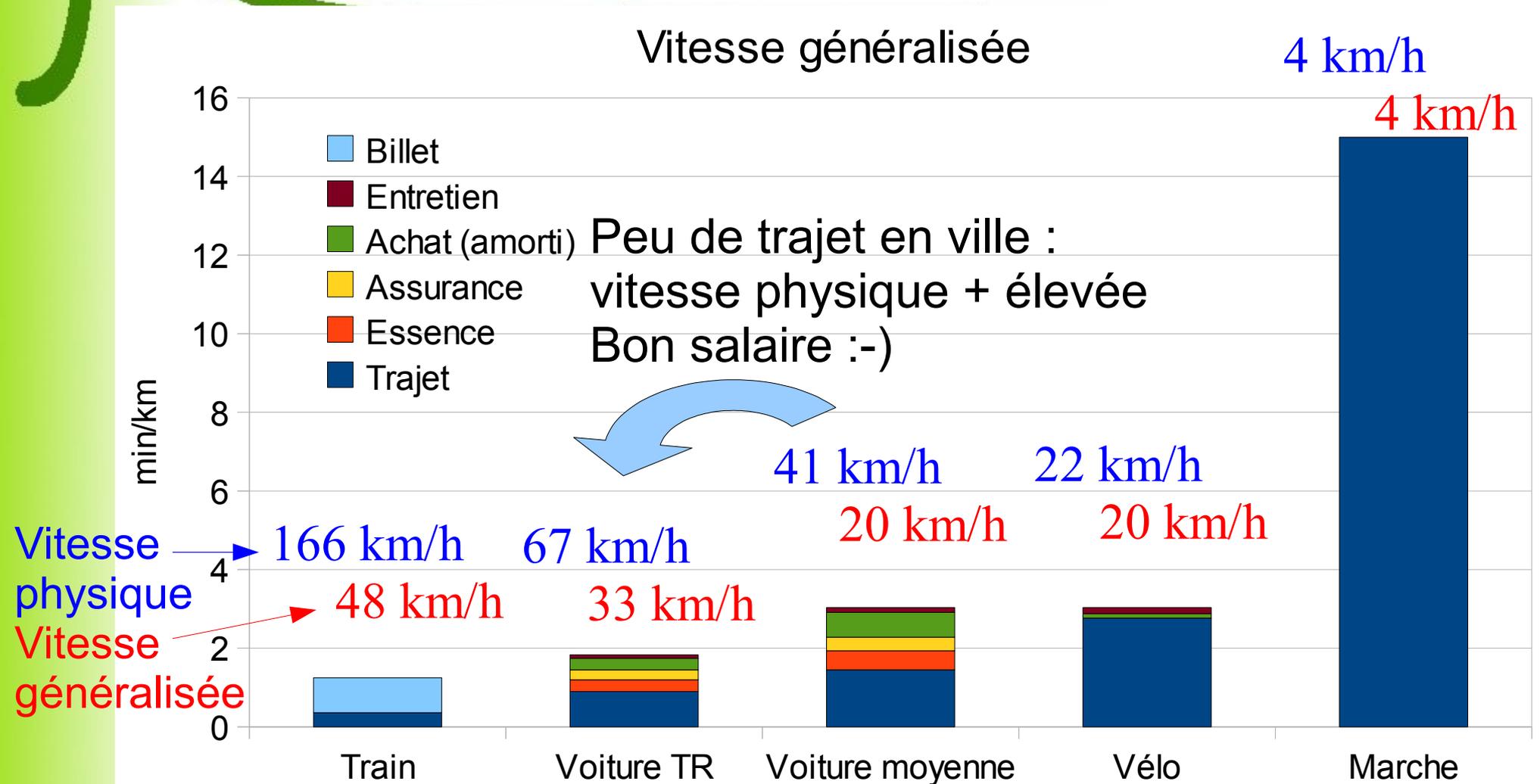
Ivan Illitch : notion d'outil convivial

- => Outil qui facilite le travail sans aliéner le travailleur
- => Typiquement outillage électroportatif
- => Redonner du sens, c'est aussi valoriser l'artisanat

Société de l'après pétrole : nous aurons probablement
plusieurs métiers : un peu de jardinage, un peu de
bricolage, un peu de couture...

=> savoir faire local à partager => l'esprit des SEL

Toujours plus vite ?



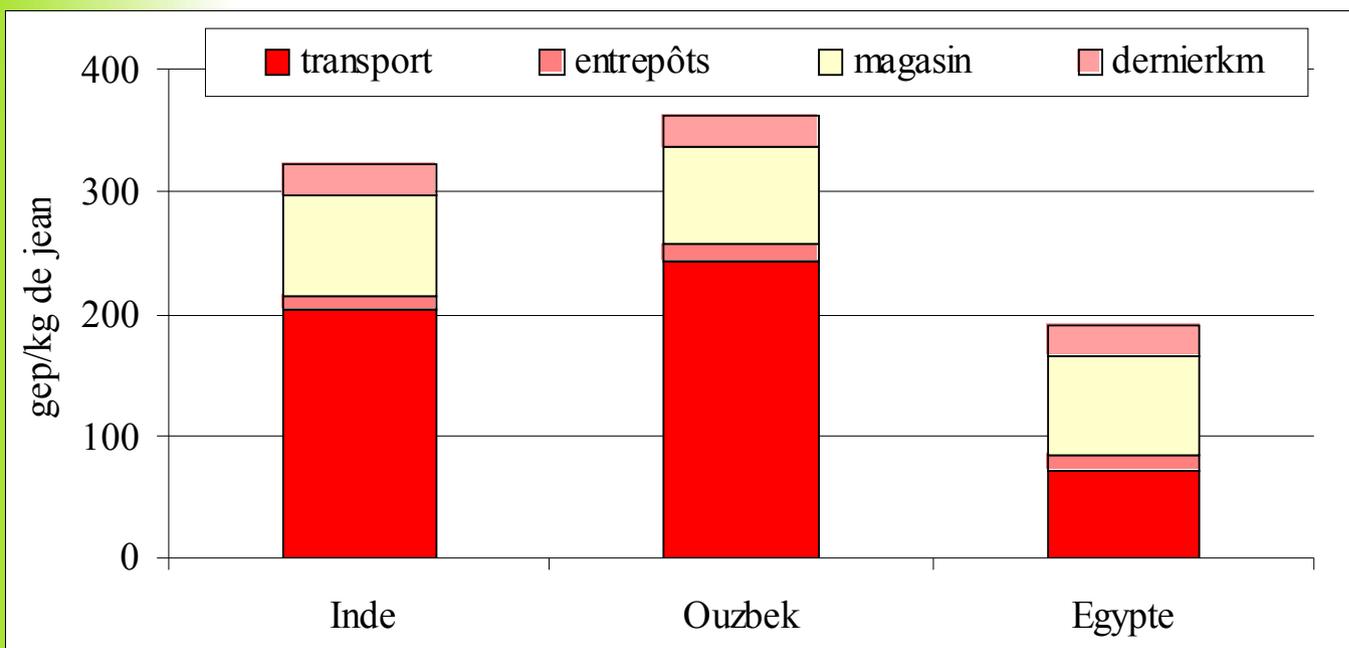
Concept inventé par Ivan Illitch.

Limite : 1h de travail n'est pas forcément substituable à une heure de trajet...

Le tour du monde du Jean's

27 000 km parcourus avant d'être porté...

Coton récolté là, tissé ailleurs, cousu là bas, boutons posés encore ailleurs, pour être vendu ici...



La logique purement économique produit des absurdités

Source : rapport de l'INRETS, Chaînes logistiques et Consommation d'énergie : cas du Yaourt et du Jean, Juin 2005

La relocalisation de l'économie tient du bon sens...

Urbanisme

Plus l'habitat est dense moins on se déplace ?

Attention c'est une vision très partielle !

- développer les banlieues résidentielles, c'est créer du trajet domicile - travail

- **sans pétrole une grande ville ne mange pas**

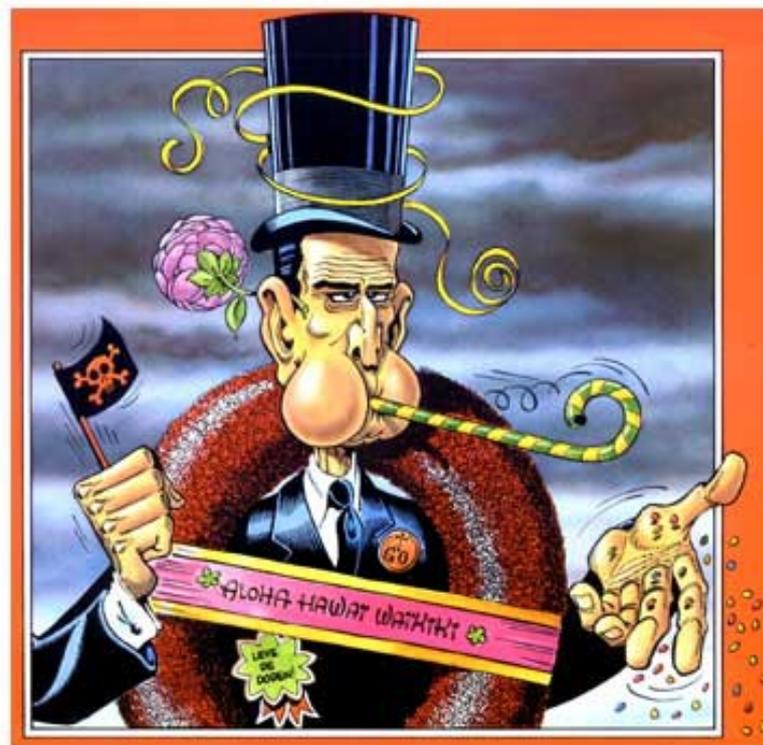
- le WE un citadin n'a qu'une envie, c'est de prendre sa voiture pour sortir de sa ville...

Point d'équilibre entre bassin d'emploi et surface agricole pour nourrir la population :
Ville de taille moyenne, échelle du « pays »



Source : Newman and Kenworthy, " Cities and automobile dependance ", Gower, 1989

Létargie générale



Dessin : Gotlib

La fête est finie (fin du pétrole pas cher), mais on n'a même pas eu l'impression que c'était une fête...

La crise écologique fournit l'occasion de repartir sur de bonnes bases.

En repartant de la base : l'alimentation, nos actions de tous les jours, la vie politique locale...

Vers une société durable



Chapitre III : Vers une société durable

A – L'équation de Kaya

B – Si on arrêta de marcher sur la tête

C – Synergies de la démarche

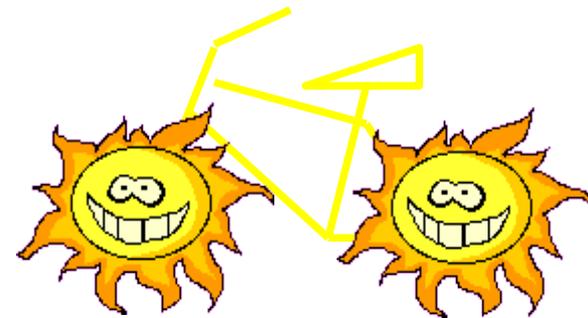
Cercle vicieux... à l'envers



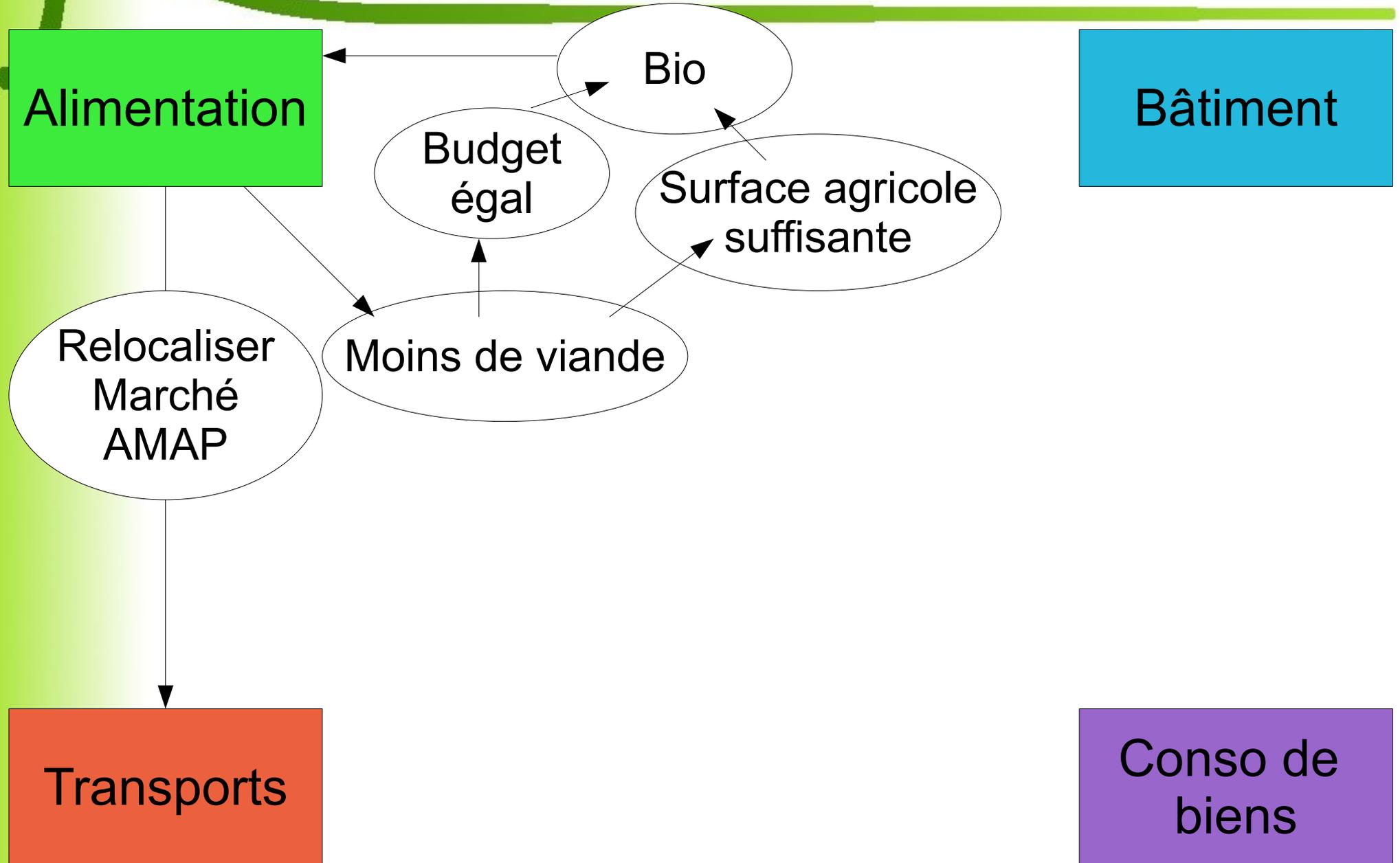
Plus il y a de voiture,
moins j'ai envie de prendre mon vélo,
donc plus il y a de voitures...

Mais si j'ai le courage de **donner l'exemple**
(sans pour autant faire la morale aux autres)

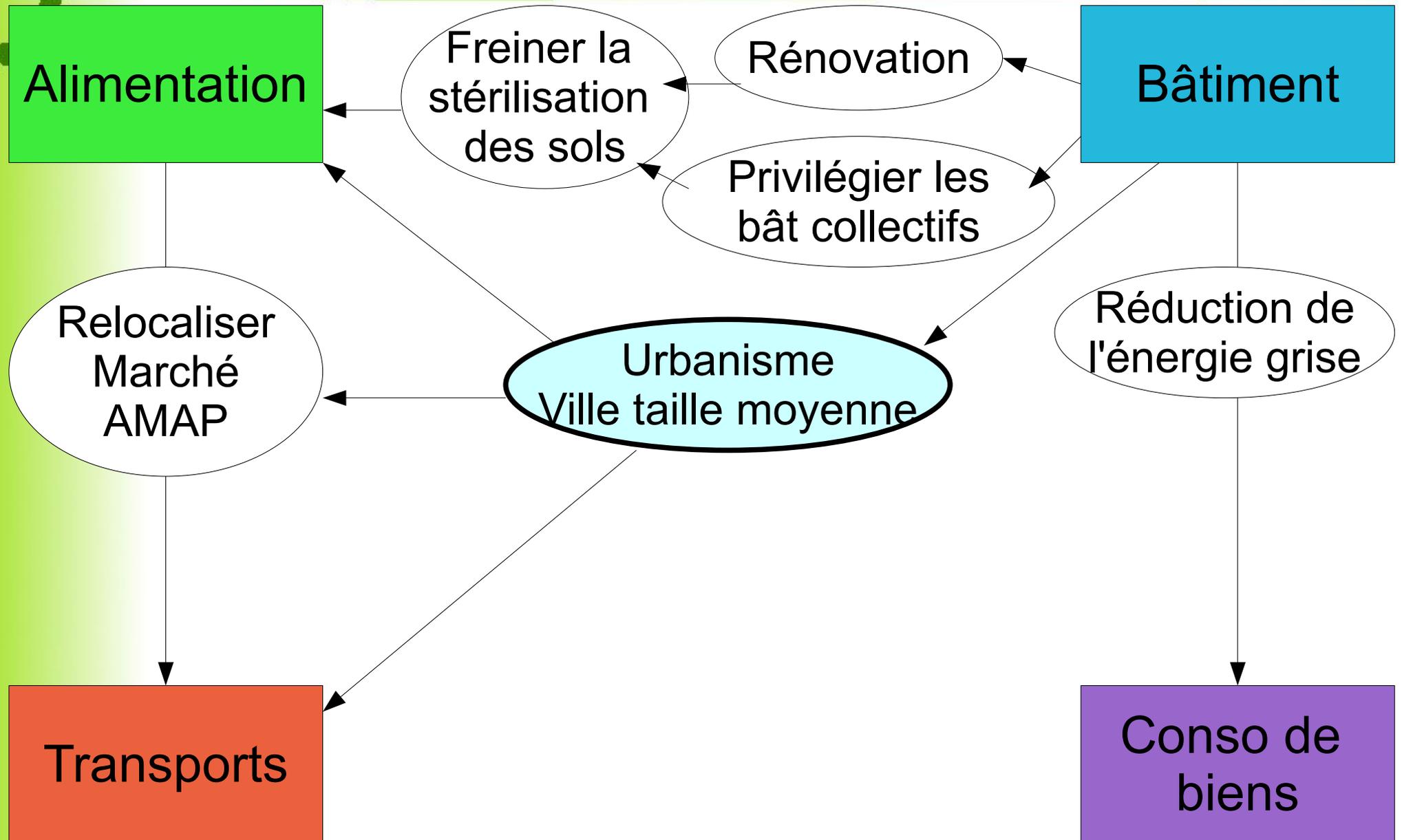
Plus je prends mon vélo,
moins il y a de voiture,
et plus c'est facile de prendre son vélo !



Synergies



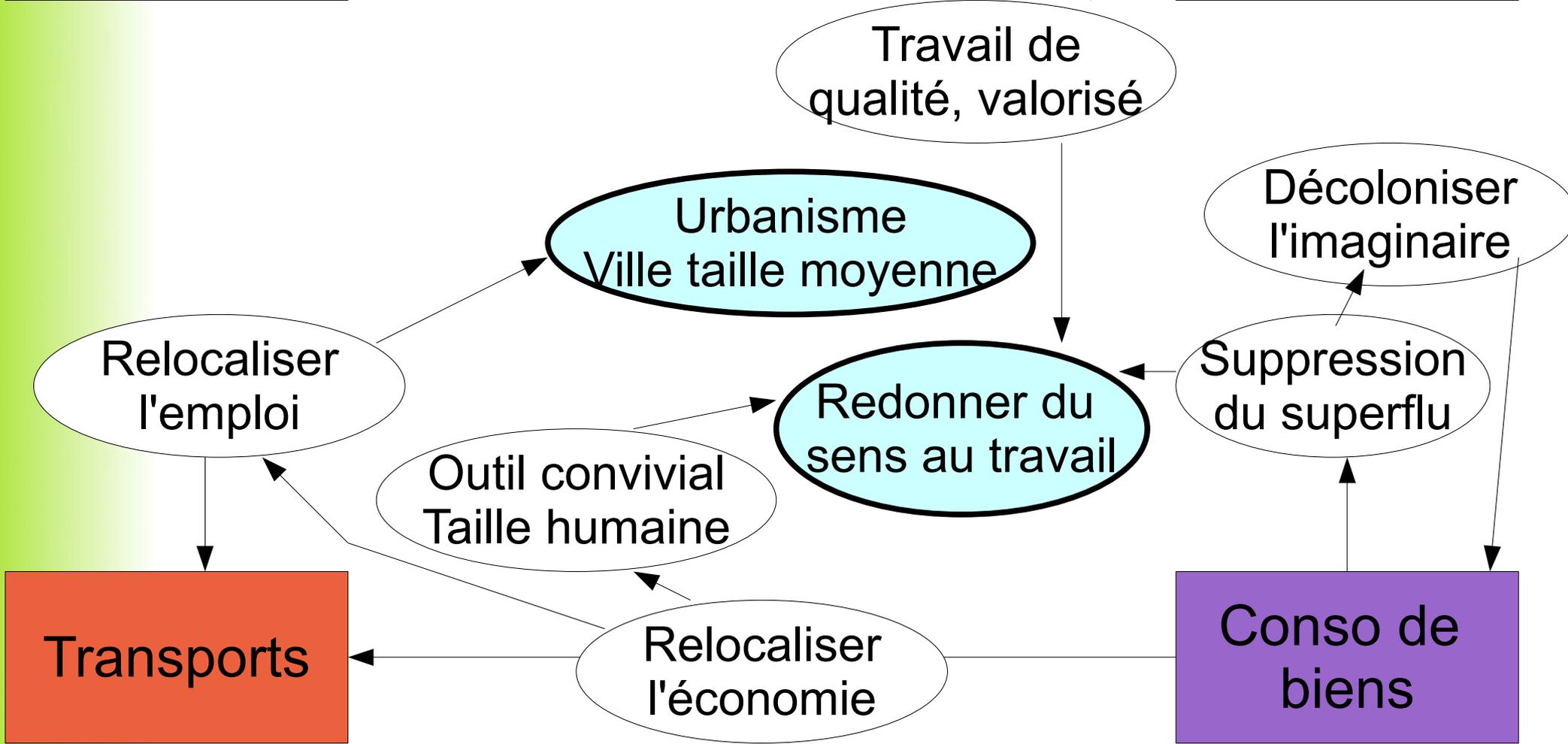
Synergies



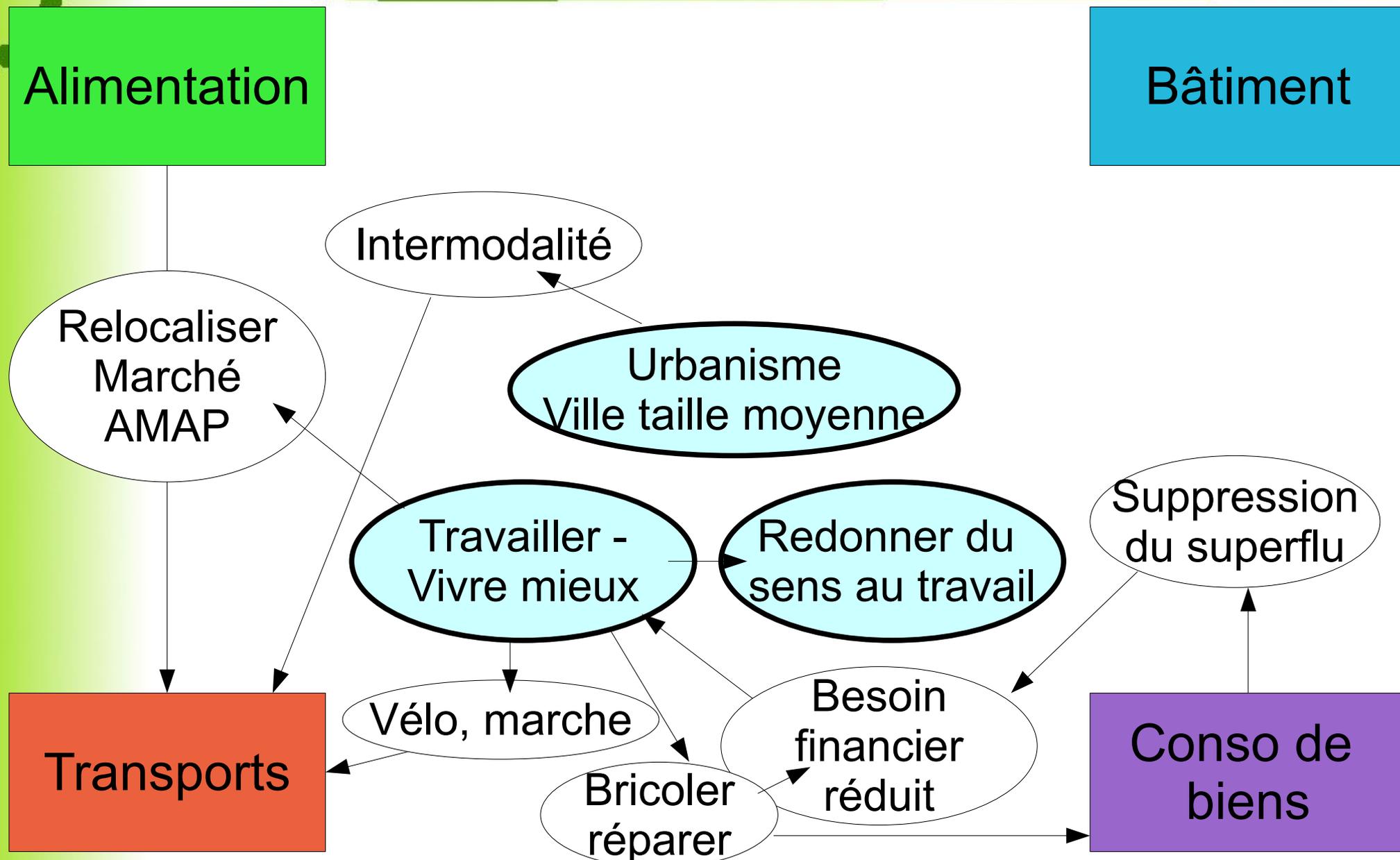
Synergies

Alimentation

Bâtiment



Synergies



Conclusion

A thick green line starts on the left side of the slide, curves upwards and then downwards, ending in a horizontal line that spans across the top of the slide.

La société actuelle n'est pas soutenable.

Il faudra bien qu'un autre monde soit possible...

On pourra soit le subir, soit l'avoir préparé.

Le changement est déjà en cours, localement, en partant de choses pratiques.

A l'échelle de territoires, c'est un ensemble cohérent qui peut se mettre en place.

Bienvenue dans l'âge de faire

A thick green line starts on the left side of the slide, curves upwards and then downwards, ending in a horizontal line that spans across the top of the slide.

Bibliographie – partie 1

Association négaWatt : <http://www.negawatt.org/>
Scénario à télécharger, manifeste des négaWatt...

Formations de l'institut négaWatt

Sur l'éolien : rapport DENA