

Territoires à Energie Positive

Nécessité, utopie ou réalité

Michel MAYA

maya@cluny.ensam.fr

Présentation multimédia sonore

www.tramayes.com/TePos

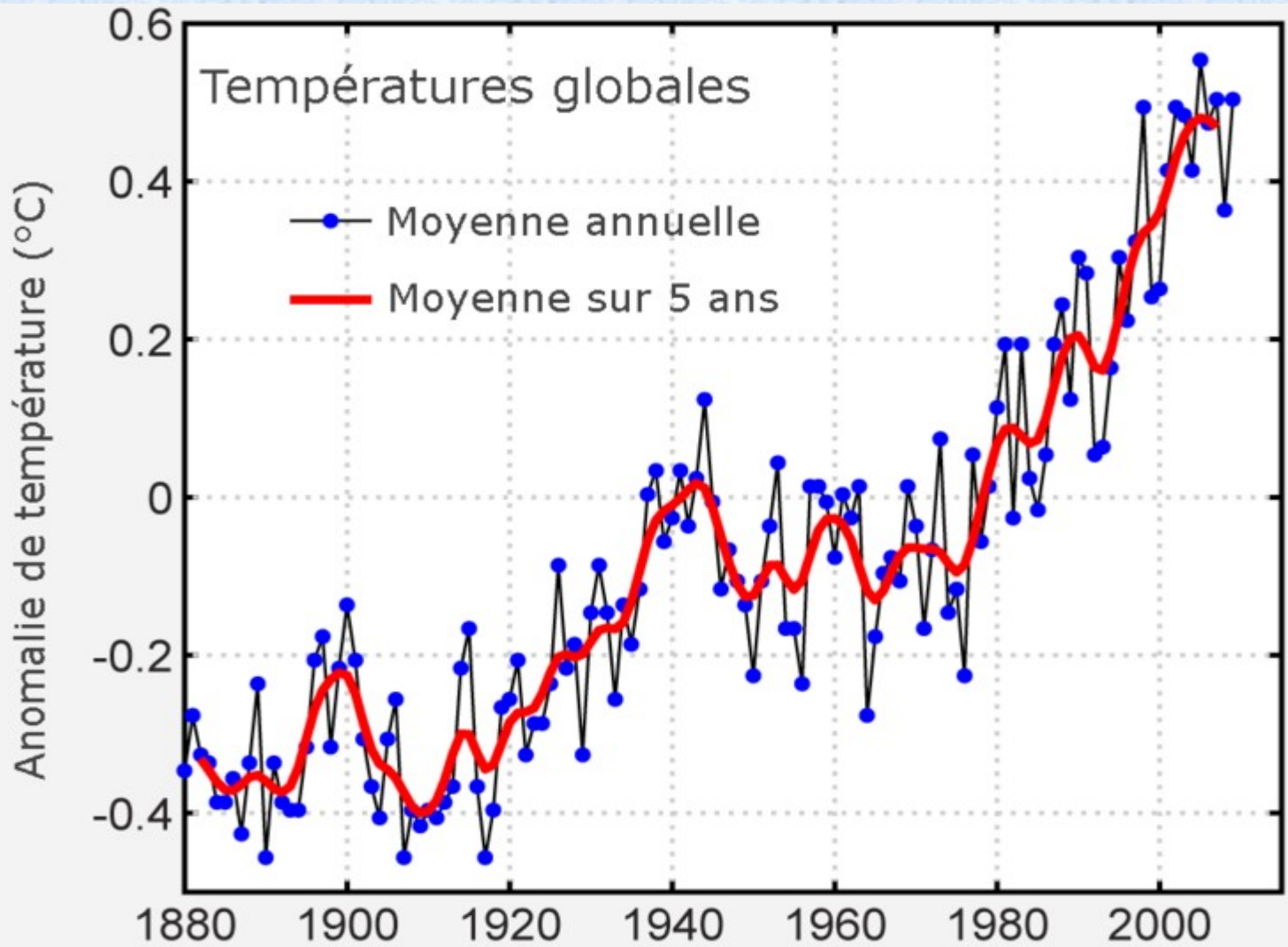
Veillez régler les hauts parleurs

Territoires à Energie Positive

Constat

L'énergie
A Tramayes
Des exemples

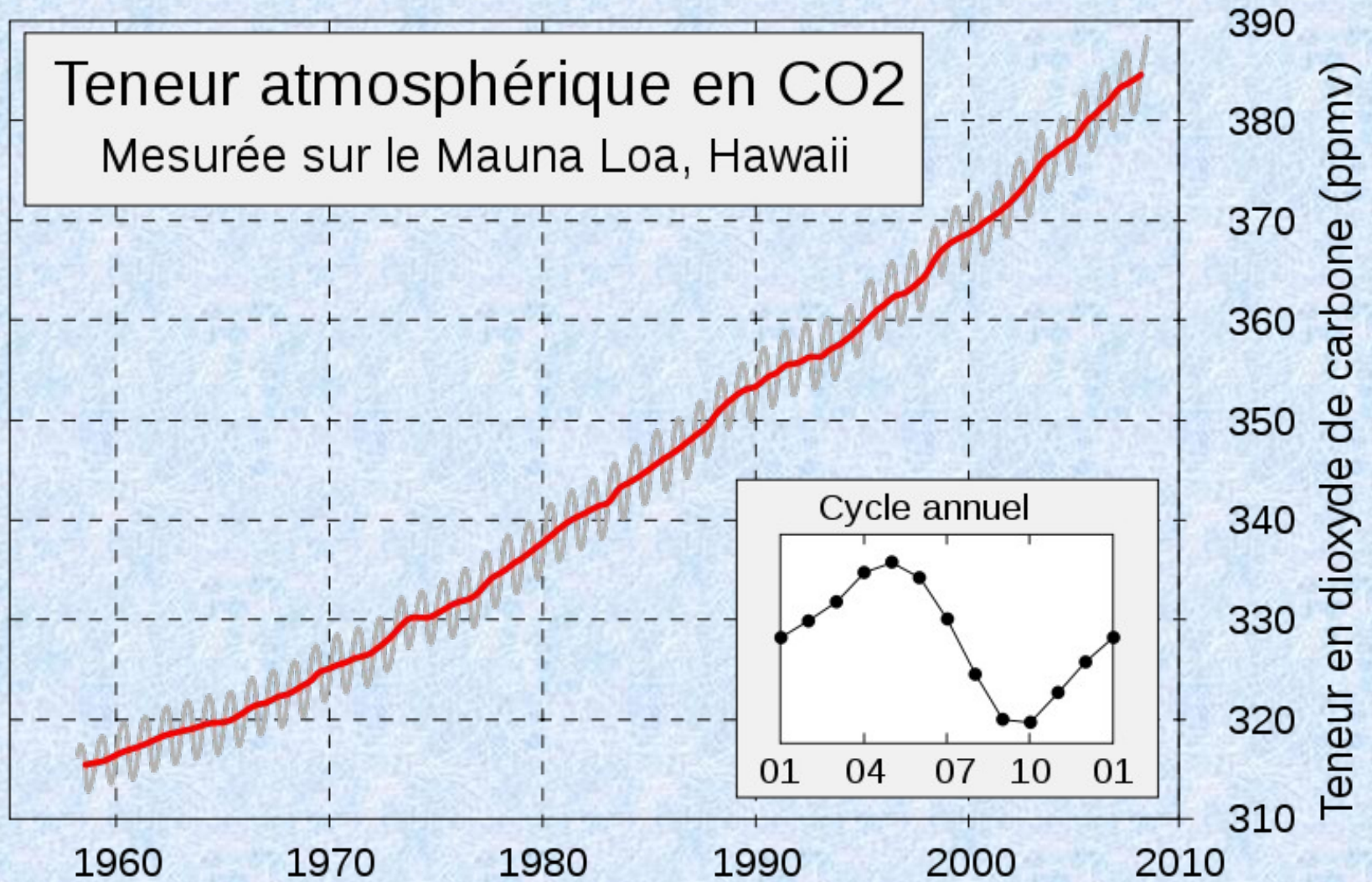
Territoires à Energie Positive



Globalwarming Art

Wikipédia

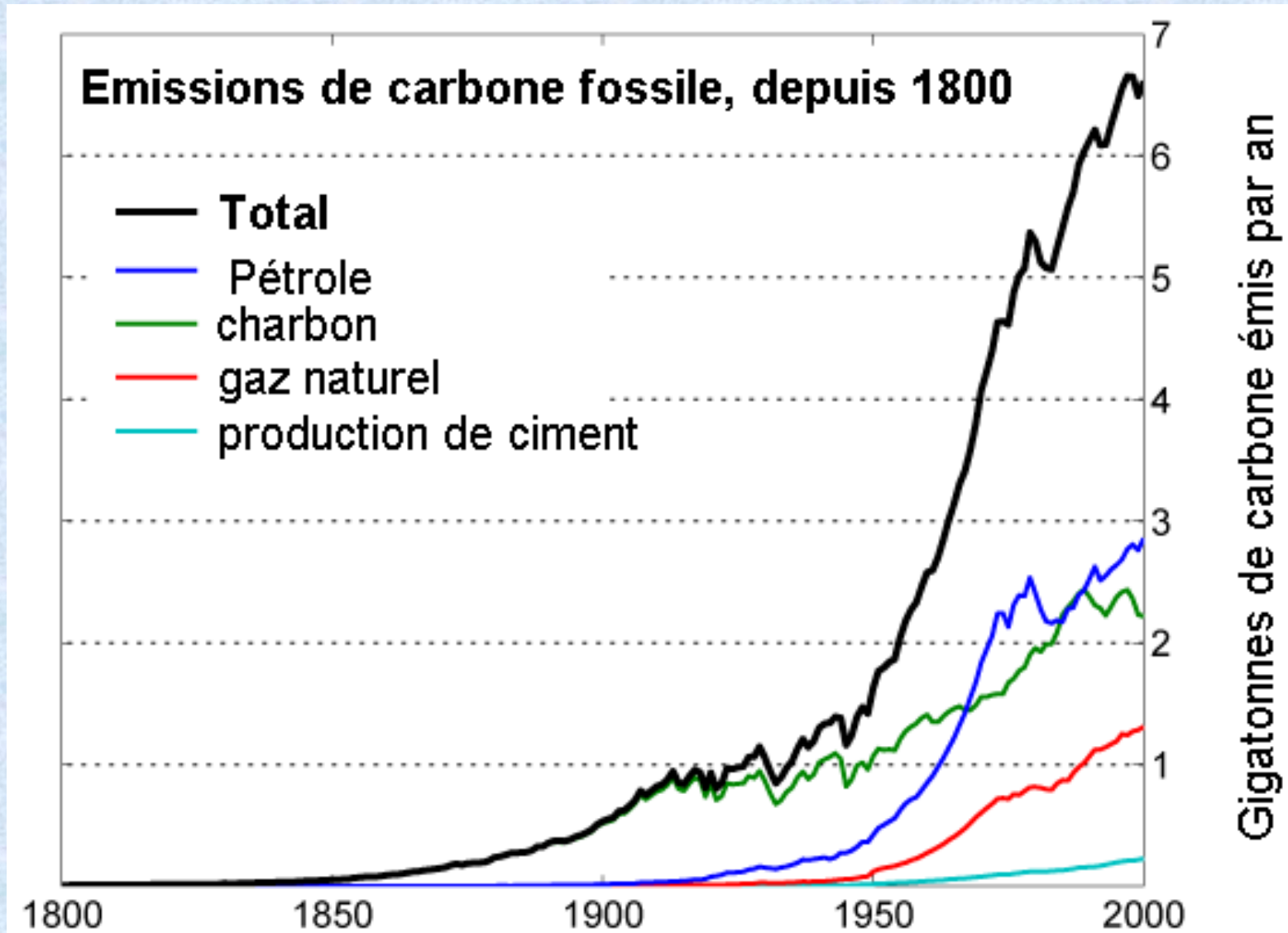
Territoires à Energie Positive



Sémhur

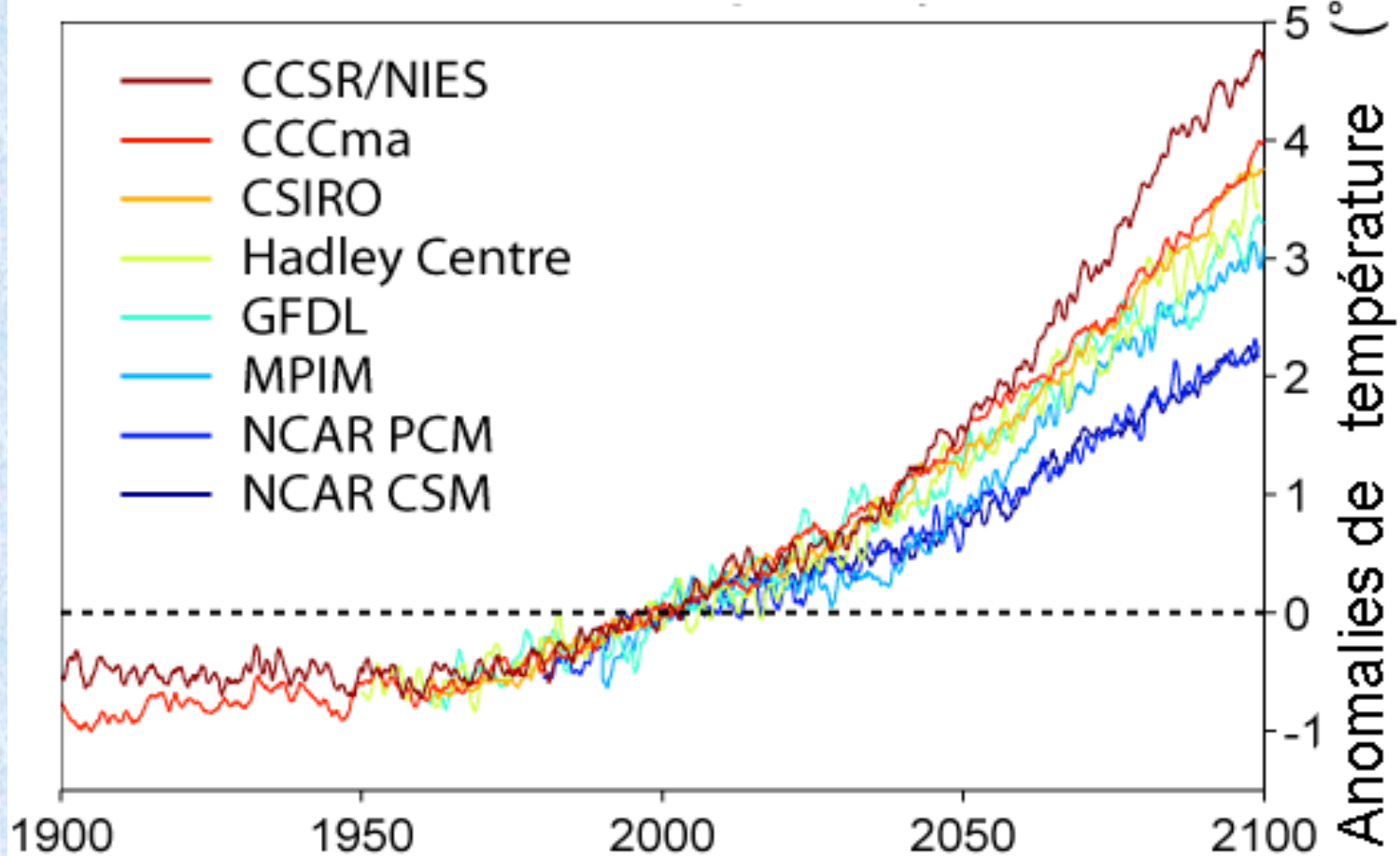
Wikipédia

Territoires à Energie Positive

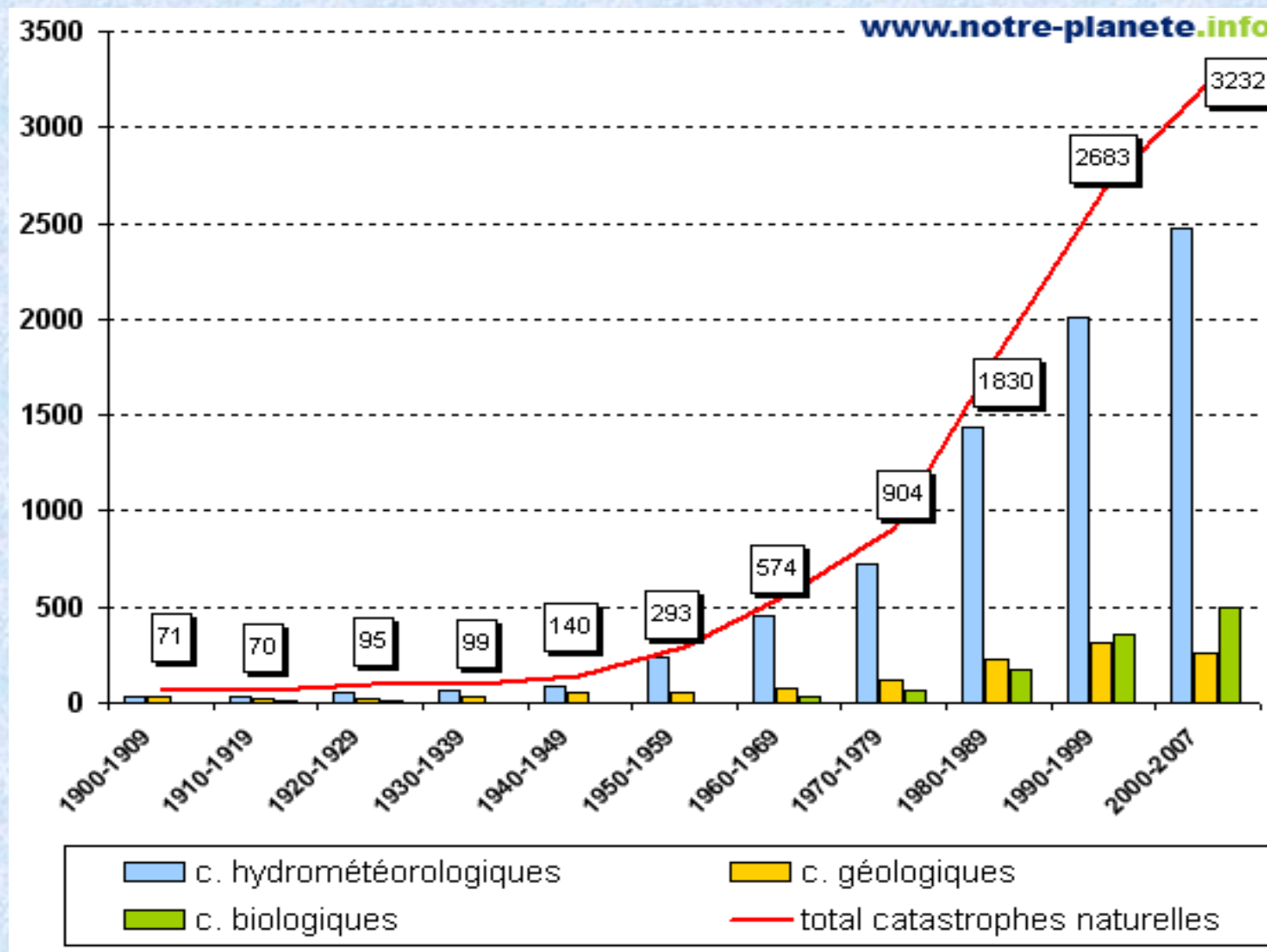


Territoires à Energie Positive

Prévisions des hausses de températures



Territoires à Energie Positive



Territoires à Energie Positive

Constat

L'énergie

A Tramayes

Des exemples

Territoires à Energie Positive

Que représente l'énergie que nous utilisons?



Le déplacement de km (consommation de 5 l/100)

Territoires à Energie Positive



L'Homme Tour Eiffel (HTE)

1 personne de 80 kg

1 masse de 40 kg

Hauteur de montée : 300 m

Energie dépensée : 360 000 Joule

1 masse de 40 kg

Hauteur de chute : 300 m

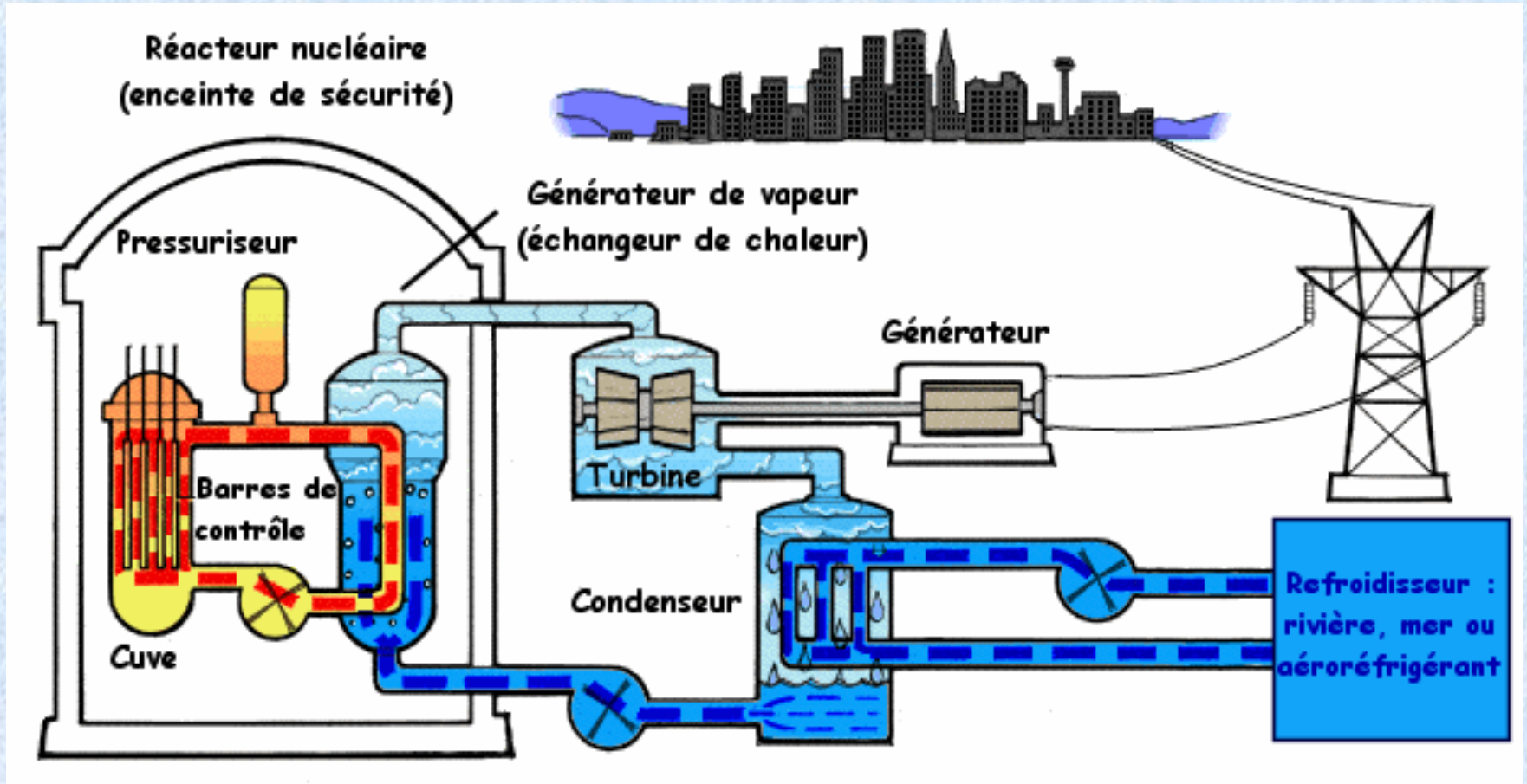
Energie récupérable : 120 000 Joule

Energie Primaire (EP): 360 000 Joule = 0,1 kWh

Energie Finale (EF): 120 000 Joule = 0,033 kWh

Rendement : 1/3

Territoires à Energie Positive



Original uploader was [Pâris Almageste](#) at [fr.wikipedia](#)

Territoires à Energie Positive

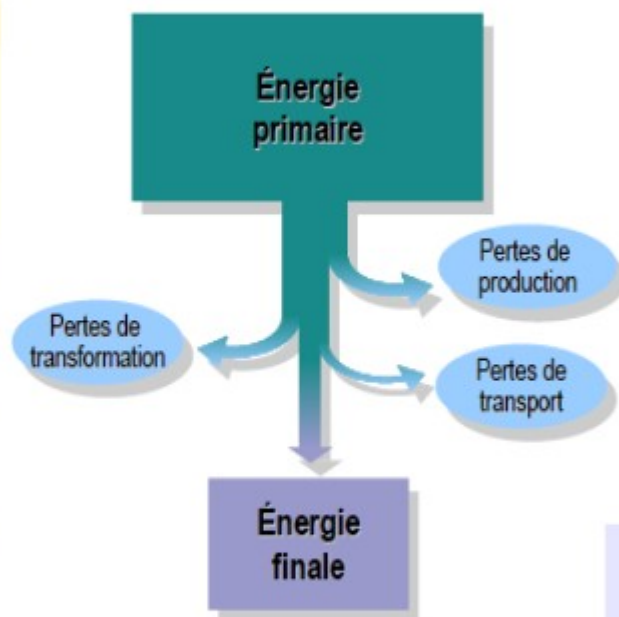
<u>Centrale nucléaire</u>	Commune (département)	Nom du réacteur	Puissance [MW] therm. (MWt)	nette (MWe)
<u>Belleville</u>	<u>Belleville</u>	<u>BELLEVILLE-1[5]</u>	3817	1310
	<u>(Cher)</u>	<u>BELLEVILLE-2[6]</u>	817	310
<u>Blayais</u>	<u>Braud-et-Saint-Louis</u>	<u>BLAYAIS-1[7]</u>	785	910
	<u>(Gironde)</u>	<u>BLAYAIS-2[8]</u>	785	910
		<u>BLAYAIS-3[9]</u>	785	910
		<u>BLAYAIS-4[10]</u>	785	910
<u>Bugey</u>	<u>Saint-Vulbas</u>	<u>BUGEY-2[11]</u>	785	910
	<u>(Ain)</u>	<u>BUGEY-3[12]</u>	785	910
		<u>BUGEY-4[13]</u>	785	880
		<u>BUGEY-5[14]</u>	785	880



<u>Pierrelatte</u>	<u>TRICASTIN-1[59]</u>	785	915
--------------------	------------------------	-----	-----

Territoires à Energie Positive

Définition de l'énergie primaire



- ✓ L'énergie finale (kWh_{EF}) est la quantité d'énergie disponible pour l'utilisateur final.
- ✓ L'énergie primaire (kWh_{EP}) est la consommation nécessaire à la production de cette énergie finale.
- ✓ Par convention, du fait des pertes liées à la production, la transformation, le transport et le stockage :

• $1 kWh_{EF} \Leftrightarrow 2,58 kWh_{EP}$
pour l'électricité

• $1 kWh_{EF} \Leftrightarrow 1 kWh_{EP}$
pour les autres énergies (gaz, réseaux de chaleur, bois, etc.)

Territoires à Energie Positive

Que représente l'énergie que nous utilisons?



	EF (kWh)	EP (kWh)
1 ampoule 100 W pendant 1 heure	0,1	0,258
1 cafetière 1kW pendant 6 minutes	0,1	0,258
1 aspirateur 2,4 kW pendant 5 minutes	0,2	0,516
1 radiateur 1 500 W électrique pendant 1 heure	1,5	3,87
1 déplacement 20 km (consommation 5 l/100)	10	10

Territoires à Energie Positive



L'Homme Tour Eiffel (HTE)

	EF (kWh)	EP (kWh)	HTE _p
1 ampoule 100 W pendant 1 heure	0,1	0,258	3
1 cafetière 1kW pendant 6 minutes	0,1	0,258	3
1 aspirateur 2,4 kW pendant 5 minutes	0,2	0,516	6
1 déplacement 20 km (consommation 5 l/100)	10	10	300

Territoires à Energie Positive

EN17DET La consommation finale par types d'énergie en 2009, evolution 1990-2009, France et region

	Consommation finale d'énergie			
			France métropolitaine	
	1990	2009	1990	2009
	ktep	ktep	ktep	ktep
Consommation finale totale	+ 13,5%		135651	153967
Consommation finale totale (champ constant) (1)			135651	148810
Consommation primaire totale	+19,7%		176053	210750
dont par types de produits				
Charbon	9792			
Produits pétroliers	66218			
Gaz naturel et de réseaux	25556			
Electricité primaire			65973	92722
Bois-énergie	7989			
Vapeur et chauffage urbain	524			
Autres énergies renouvelables thermiques	0			
Combustibles spéciaux non renouvelables	0			
Biocarburants	ND			
dont par secteurs consommateurs				
Industrie	40595			
Industrie (champ constant) (1)	40595			
Residentiel tertiaire	50693			
Agriculture	3201			
Transports	41162			

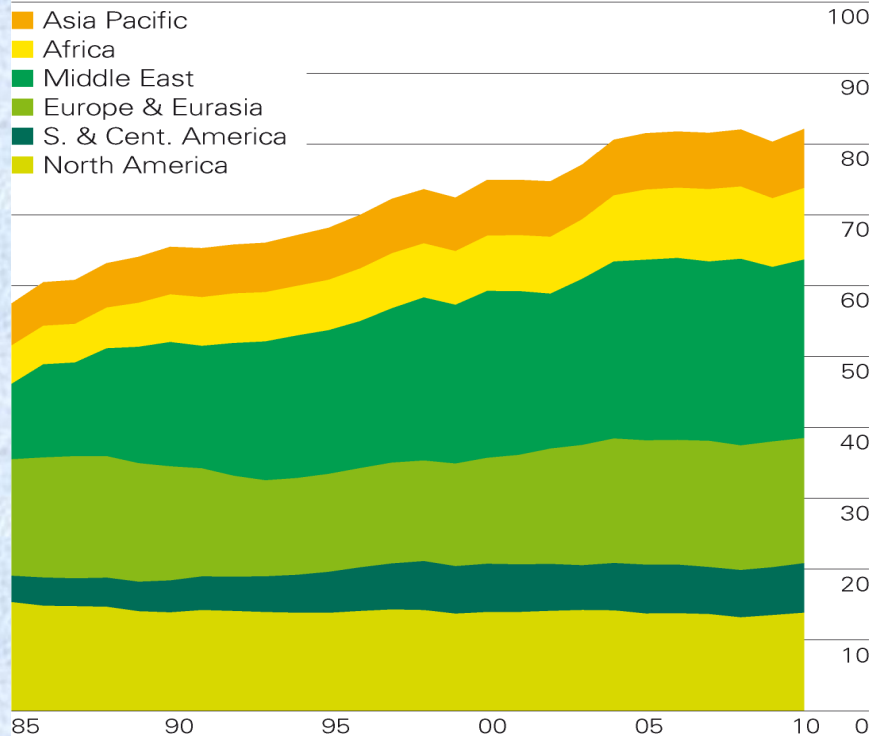
(1) Le champ de l'enquête qui permet d'estimer la consommation d'énergie dans l'industrie à changer en 2005, devenant plus complet. Pour permettre d'apprécier correctement les évolutions, on donne ici la consommation dans l'ancienne définition.

Territoires à Energie Positive

Oil production/consumption by region

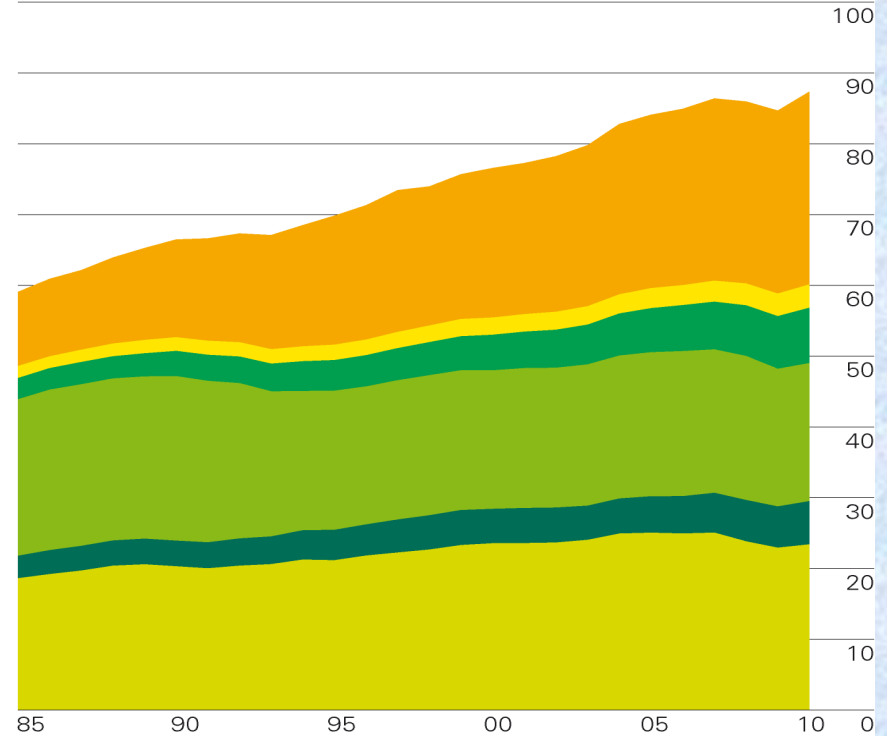
Production by region

Million barrels daily



Consumption by region

Million barrels daily



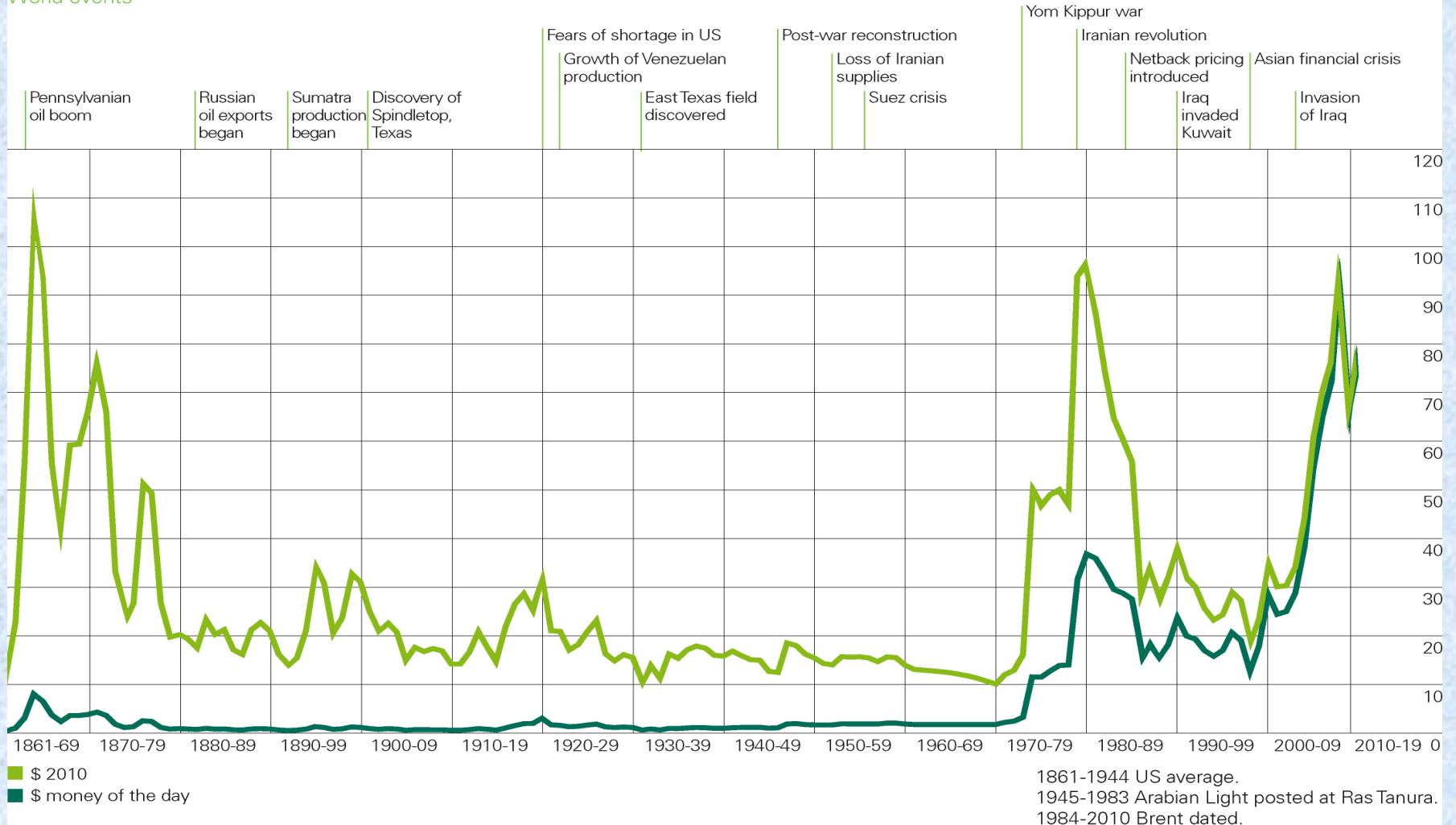
World oil production increased by 1.8 million b/d in 2010; growth was broadly-based, with increases in all regions except Europe & Eurasia. Moreover, growth was broadly split between OPEC and non-OPEC countries. World oil consumption increased by 2.7 million b/d; growth was above average in all regions, although Asia Pacific countries accounted for the majority (54%) of global consumption growth.

Territoires à Energie Positive

Crude oil prices 1861-2010

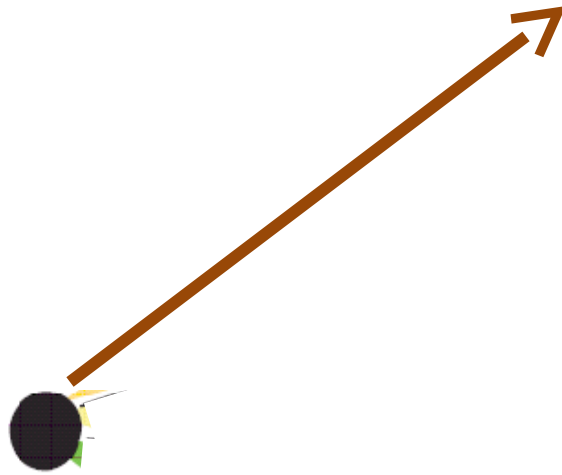
US dollars per barrel

World events



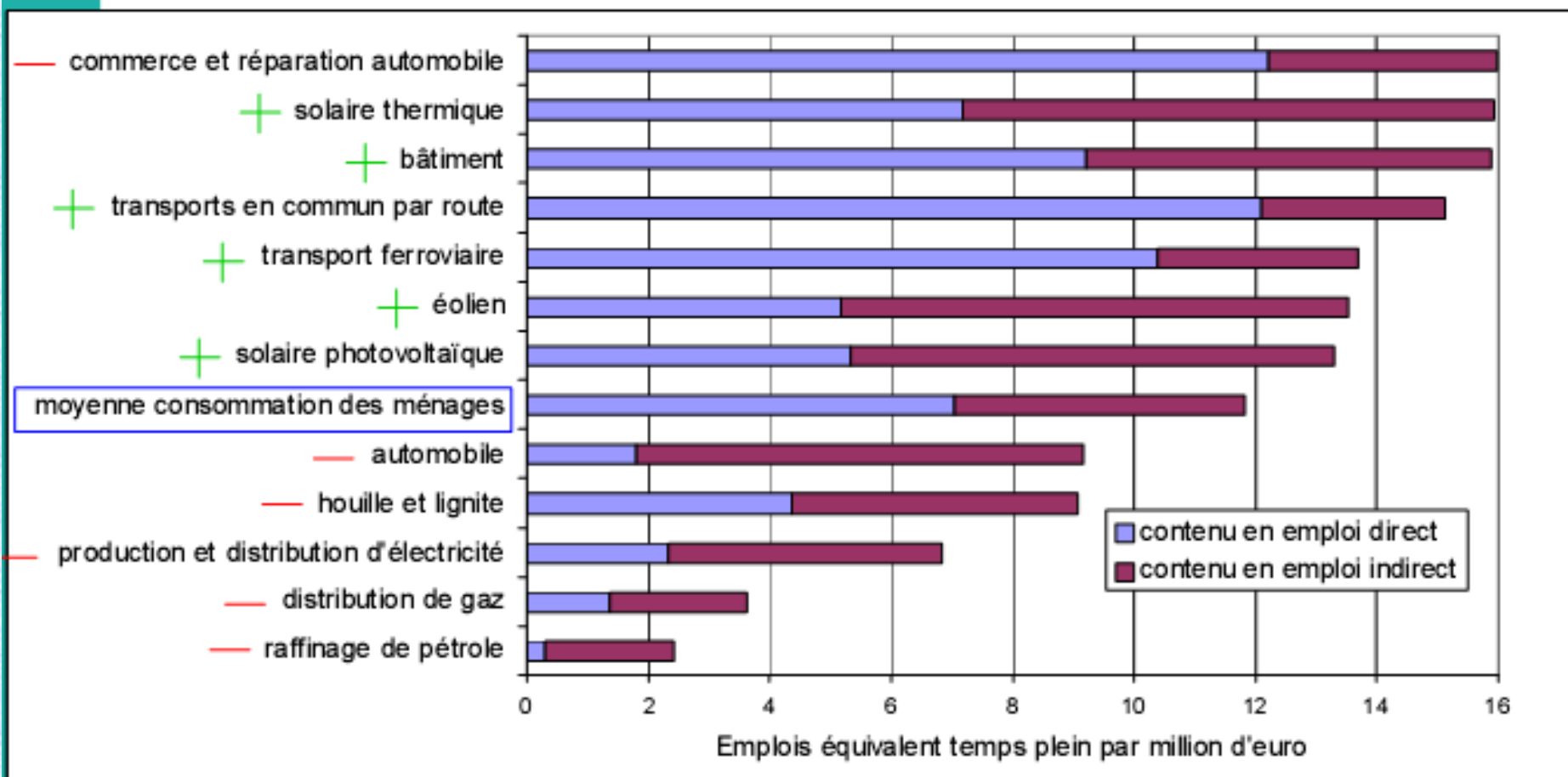
Territoires à Energie Positive

Consommations
Gaz à effet de serre



négaWatt

Territoires à Energie Positive



Contenu en emploi par branche en France en 2005
Calculs d'après Ademe et INSEE

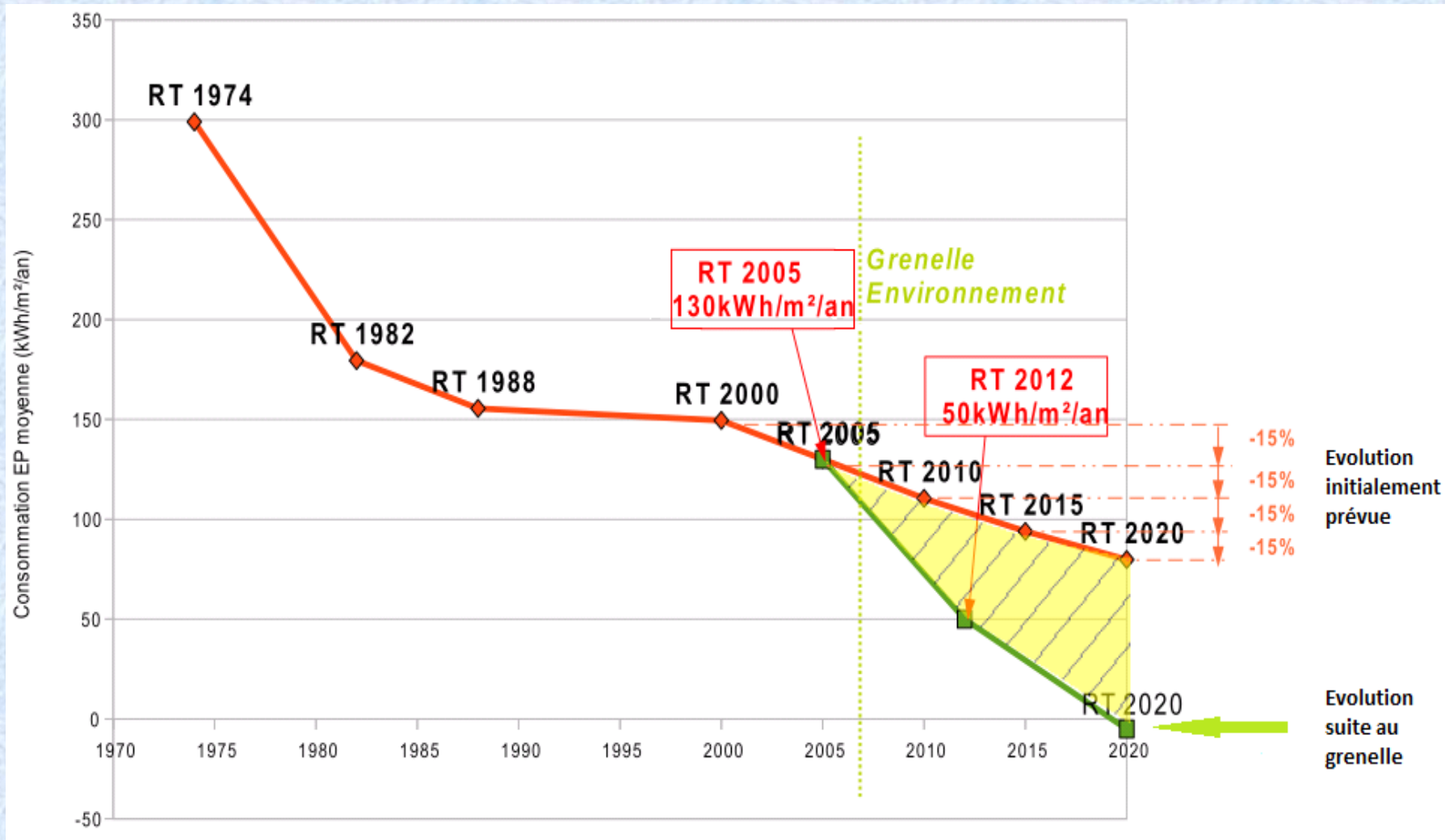
Territoires à Energie Positive

Contexte réglementaire français

- 1997 : Protocole de Kyoto ratifiant (signé par 172 pays) les engagements du Sommet de la Terre de Rio (1992)
- 27 Septembre 2001 : Directive Européenne « Energie Renouvelable » votée, sous présidence française, à l'unanimité
- France : Loi POPE (Programme fixant les Orientations de la Politique Energétique) => 21 % d'électricité d'origine renouvelable en 2010
- Grenelle de l'Environnement - Objectifs pour 2020 :
 - ✓ Réduire de 20 % les émissions de CO2
 - ✓ Améliorer de 20 % l'efficacité énergétique
 - ✓ Porter à 20 % la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie

« Règle
des 3 fois 20 »

Territoires à Energie Positive



ATD 71

Territoires à Energie Positive

Objectifs de la RT 2012

Le Grenelle Environnement (I)

Bâtiments neufs : généralisation des bâtiments basse consommation



➔ Grenelle I : loi de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement du 03/08/09 (Art.4)

➤ RT 2012

- ✓ 50 kWh_{EP}/(m².an) en moyenne à partir de fin 2012 en résidentiel
- ✓ Anticipation en non résidentiel et programmes ANRU dès fin 2011
- ✓ Modulation de l'exigence en fonction de critères techniques et des émissions de gaz à effet de serre des bâtiments

➤ RT 2020

- ✓ **Bâtiments à énergie positive** : « consommation d'énergie primaire inférieure à la quantité d'énergie renouvelable produite dans ces constructions, et notamment le bois-énergie »



Territoires à Energie Positive



Territoires à Energie Positive

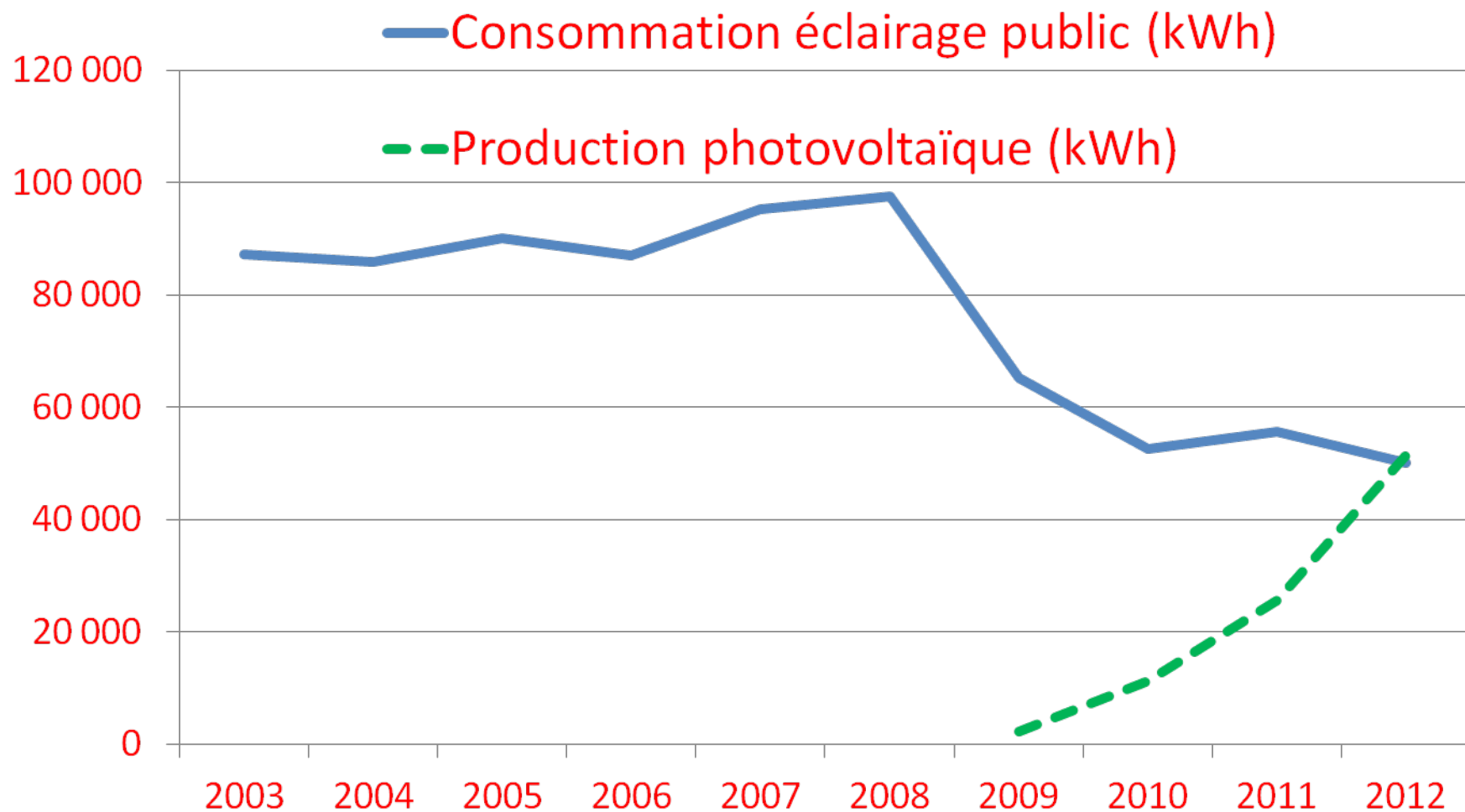
Constat

L'énergie

A Tramayes

Des exemples

Territoires à Energie Positive

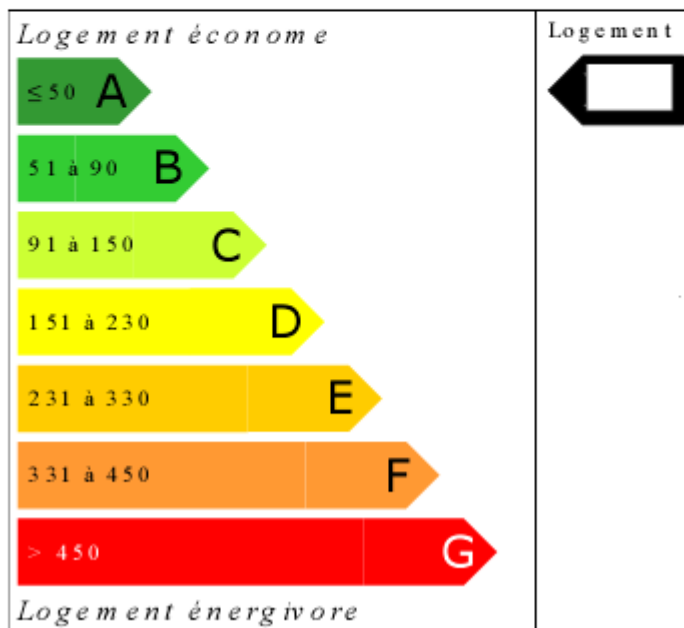


L'éclairage public à TRAMAYÈS

Territoires à Energie Positive

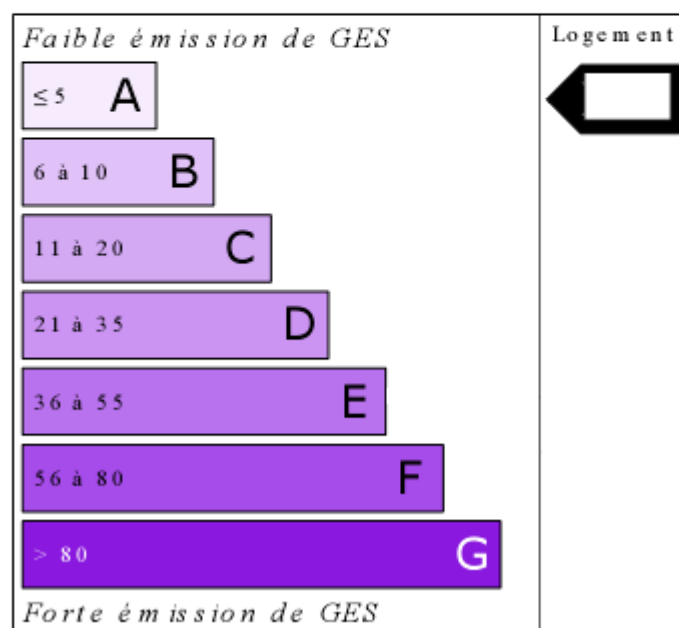
Consommations énergétiques
(en énergie primaire)
pour le chauffage, la production d'eau chaude
sanitaire et le refroidissement

Consommation conventionnelle : **7,8** kWh_{EP}/m².an



Émissions de gaz à effet de serre (GES)
pour le chauffage, la production d'eau chaude
sanitaire et le refroidissement

Estimation des émissions : **1,7** kg _{éq}CO₂/m².an



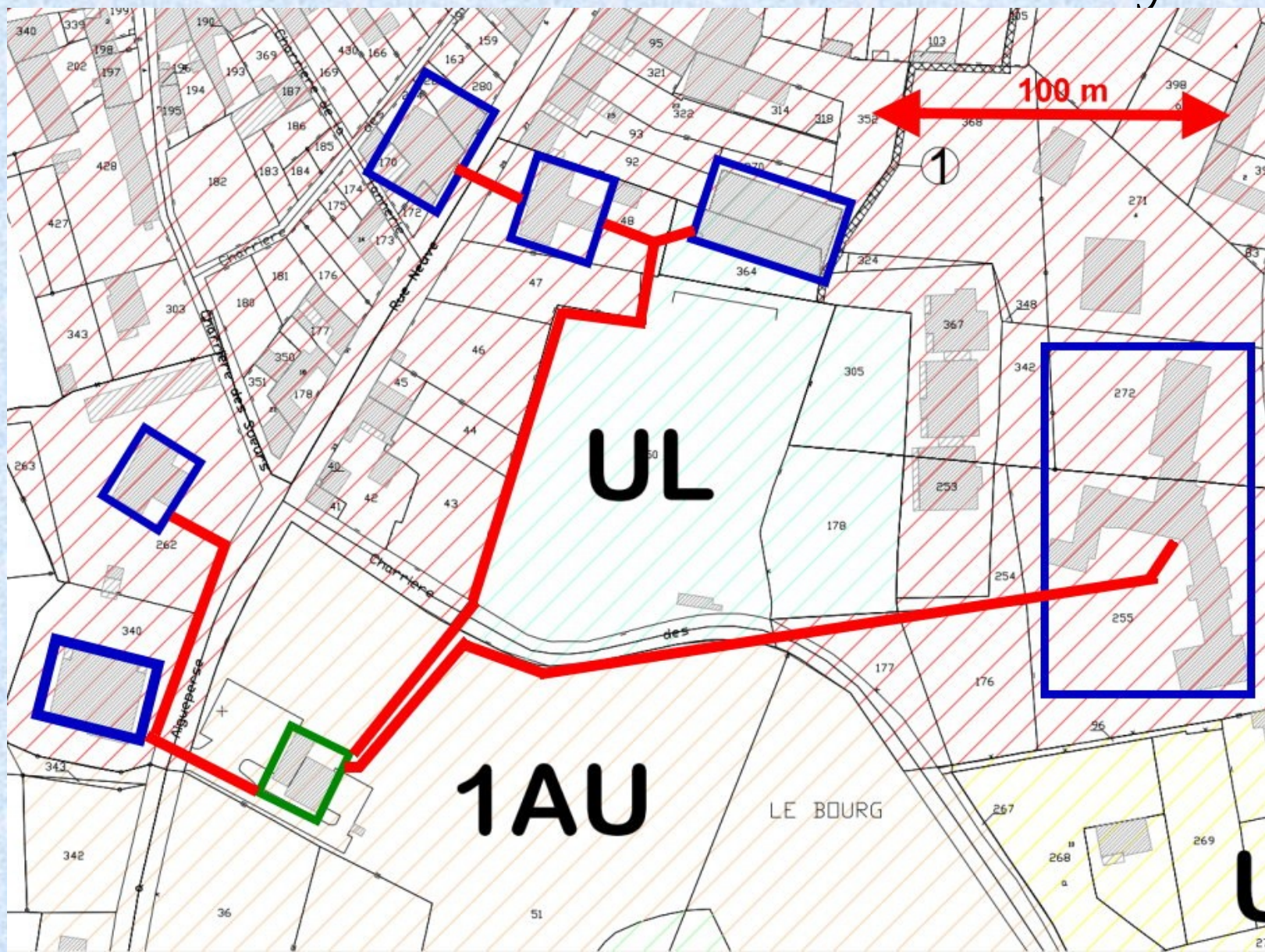
Une construction à TRAMAYES en 2011



Territoires à Energie Positive



La chaufferie biomasse de Tramayes



La chaufferie biomasse de Tramayes

Chaufferie équipée d'une chaudière biomasse de 1,2 MW
complétée par une chaudière fioul de 0,73 MW

Etudes et MO :	102 600 € ht	10 %
Réseau :	123 280 € ht	12 %
Chaudière :	264 300 € ht	26 %
Chauffage régulation :	182 900 € ht	18 %
Génie civil :	246 600 € ht	24 %
VRD :	97 000 € ht	10 %

La chaufferie biomasse de Tramayes

Chaufferie équipée d'une chaudière biomasse de 1,2 MW
complétée par une chaudière fioul de 0,73 MW

Coût d'investissement :	1 059 567 €ht	
Subvention Etat DGE :	69 000 €	6,5 %
Subvention CR:	336 120 €	31,7 %
Subvention CG :	84 030 €	7,9 %
Subvention ADEME :	84 030 €	7,9 %
Financement commune ht :	486 387 €	45,9 %
Financement commune ttc :	694 062 €	

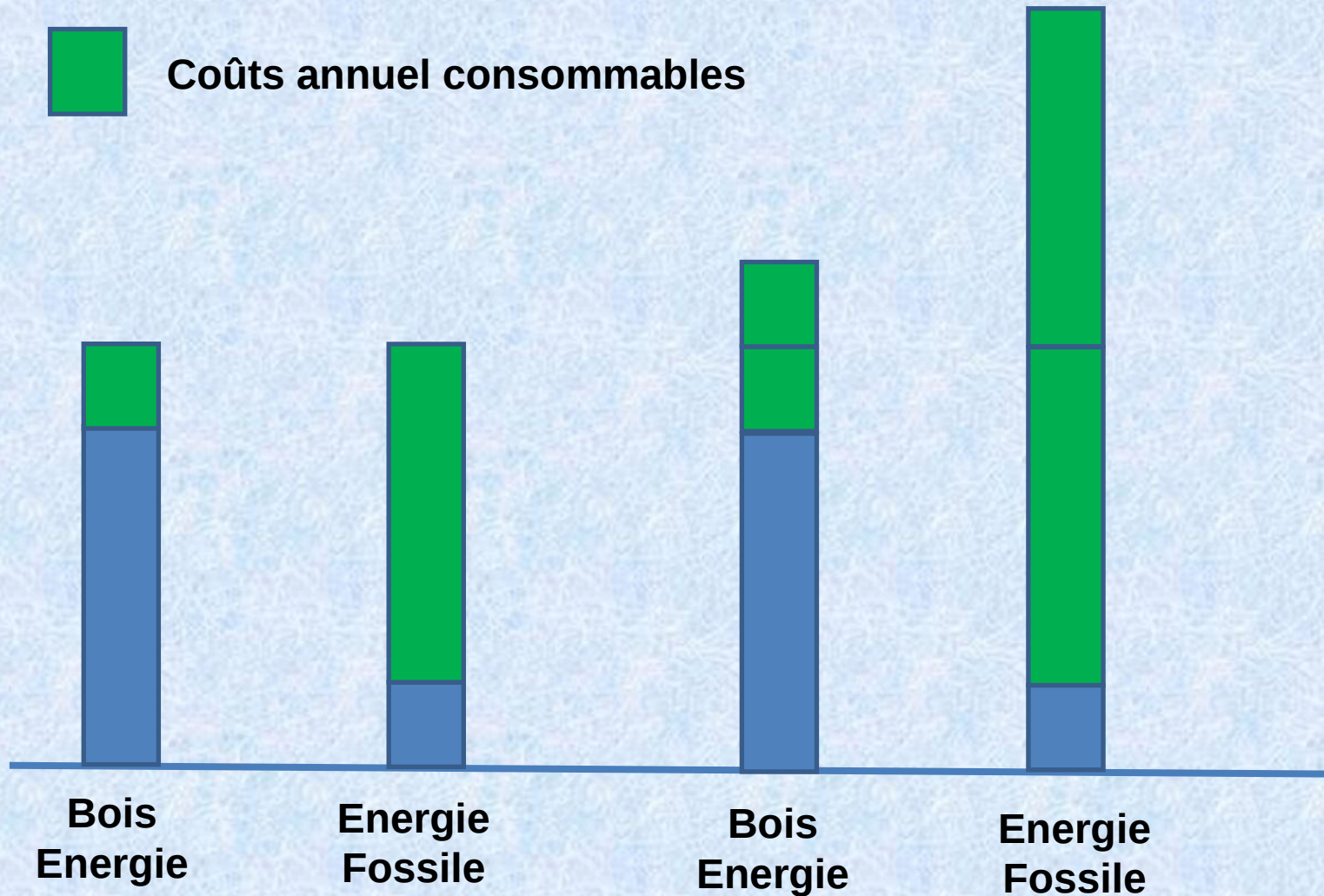
La chaufferie biomasse de Tramayes



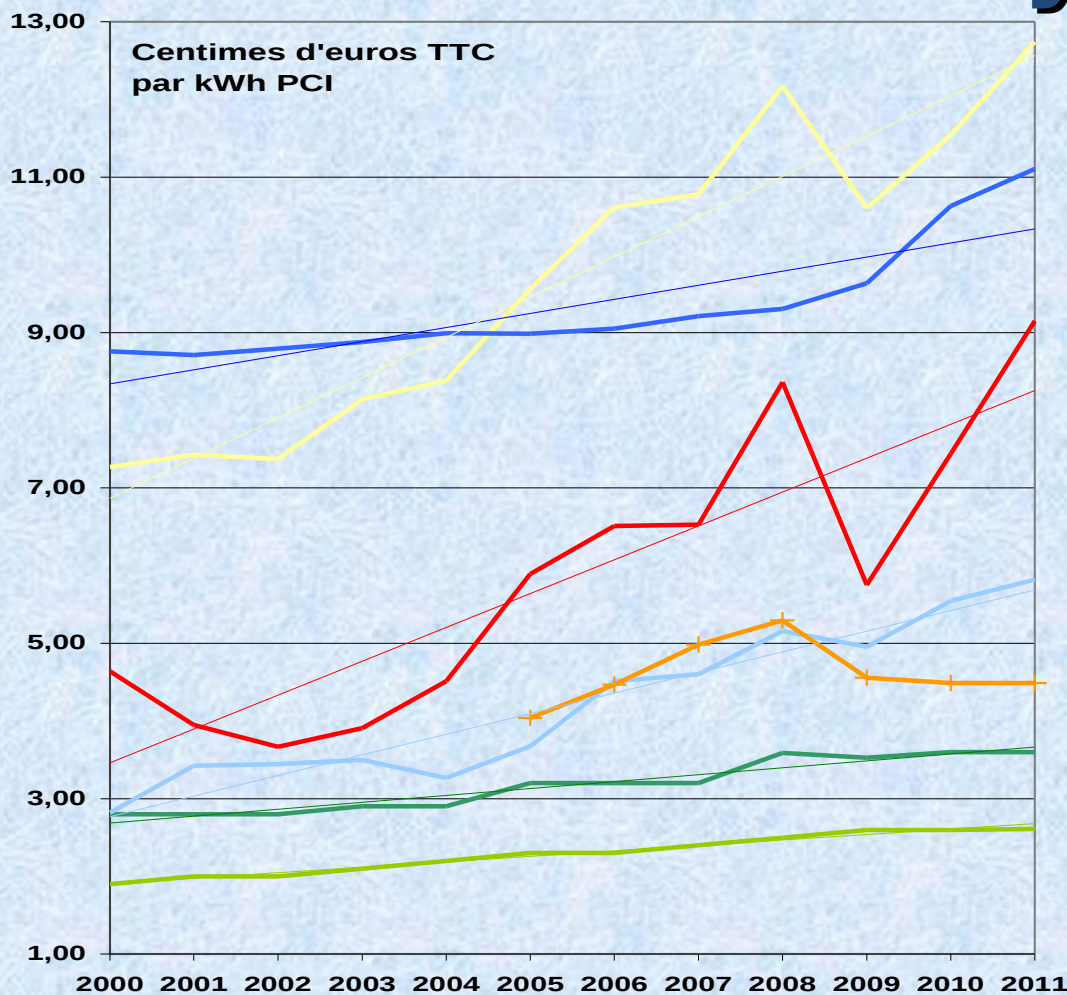
Amortissement investissements



Coûts annuel consommables



La chaufferie biomasse de Tramayes

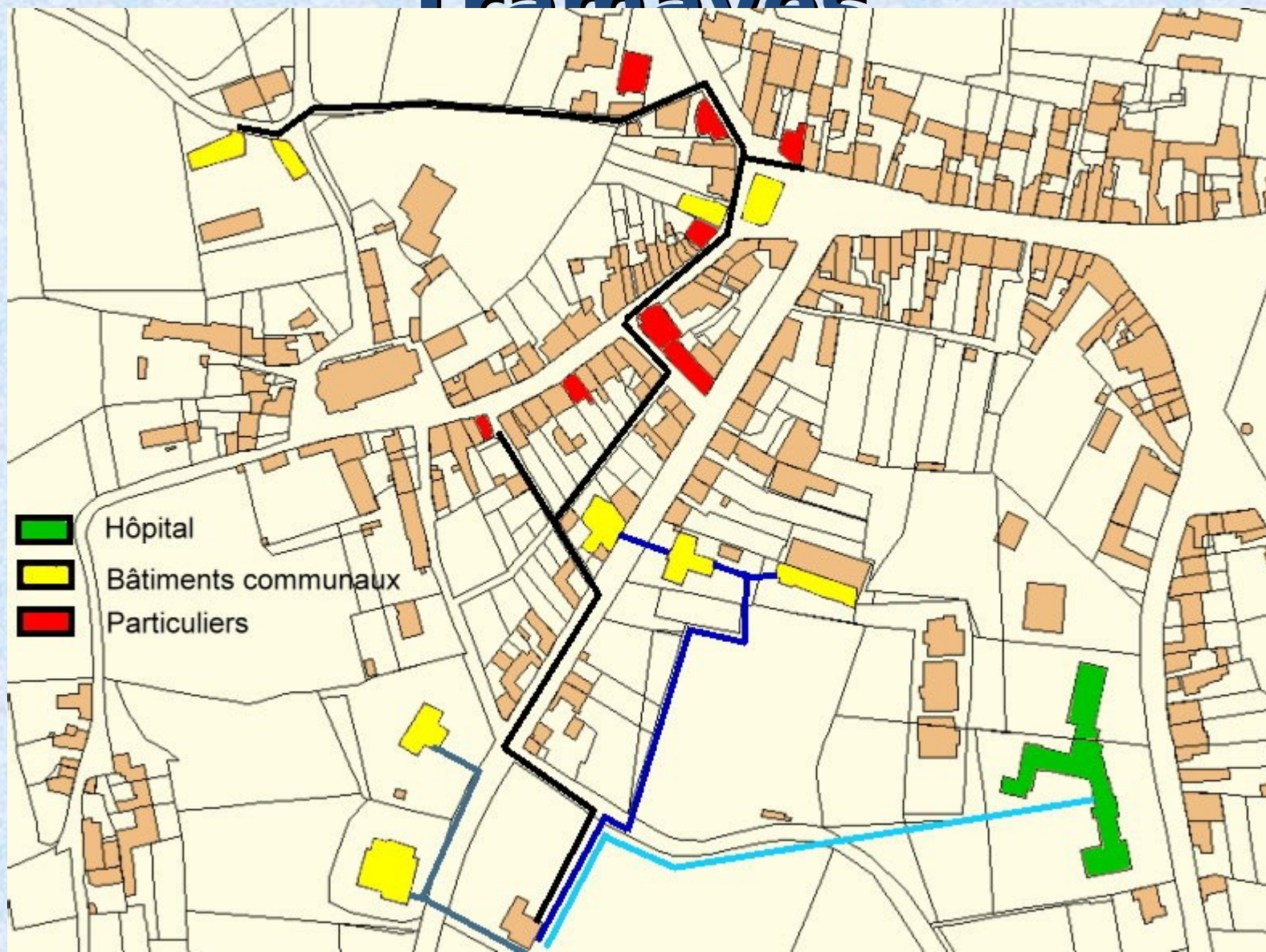


- Plaquettes forestières
- Bois buche
- Fioul
- Gaz naturel
- Propane
- Electricité (double tarif) - 60% HP 40%HC
- Granulés de bois

Sur la période 2005 - 2011:

- Gaz naturel : + 36 %**
- Fioul : + 35 %**
- Propane : + 25 %**
- Electricité : + 19 %**
- Plaquettes forestières : + 12 %**
- Bois bûche : + 11 %**
- Granulés de bois : + 10 %**

La chaufferie biomasse de Tramaves



La chaufferie biomasse de Tramayes

Quelques chiffres clés :

1 400 m de réseau

1 400 MWh produits par an

120 000 € ttc de recette annuelle (budget annexe indépendant)

TVA 5,5%

110 000 litres de fioul économisé par an

315 t CO₂ évité par an

Gestion en régie totale

La chaufferie biomasse de Tremoves



La chaufferie biomasse de Tremevac



La chaufferie biomasse de Tramaves



La chaufferie biomasse de Tramaves

Avant : 750 m² - Chauffage et ECS 250 kWh/m²

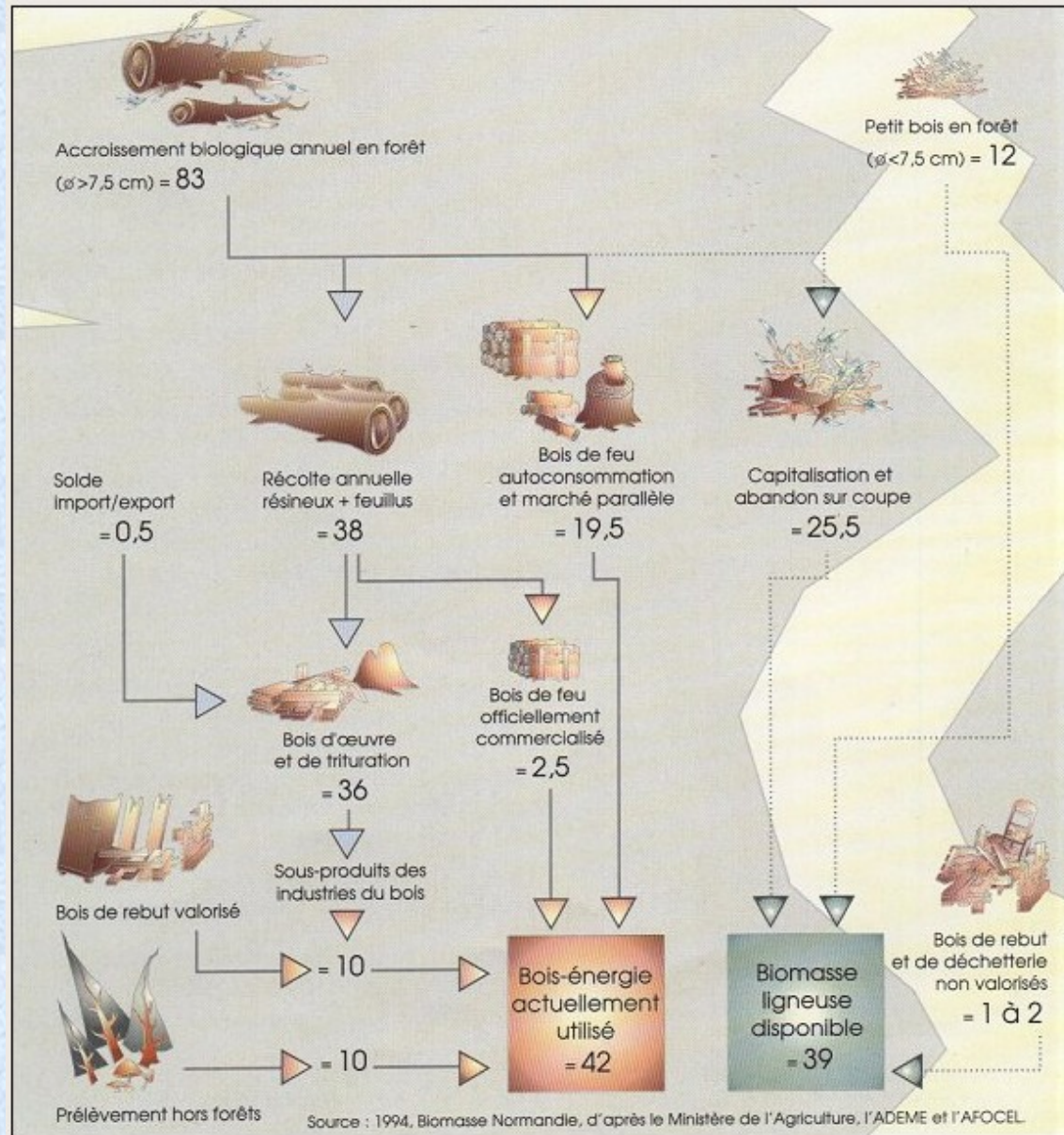
Après : 1000 m² - Chauffage et ECS 70 kWh/m²

Gain annuel : 117 500 kWh
63%



Architectes: DELERS et AC3 CROPIER

Le bois: une énergie renouvelable?



Le bois: une énergie renouvelable?

Quelques données sur le bois énergie en France

Une consommation qui concerne :

5,6 M de logements

45,2 % des maisons individuelles (en Rés. Princip.)

Une consommation globale

estimée à 43,5 M de stères en 2001

en diminution : -28% entre 1992 et 2001

Une consommation unitaire :

moyenne estimée à 7,7 stères / logement

très variable selon la région : (cf zones climatiques)

très variable selon le type d'appareil de chauffage

Le bois: une énergie renouvelable?

Aujourd'hui, le bois énergie en Bourgogne c'est :

**Environ 279 500 TEP sur 3 secteurs
(6% de la consommation régionale)**

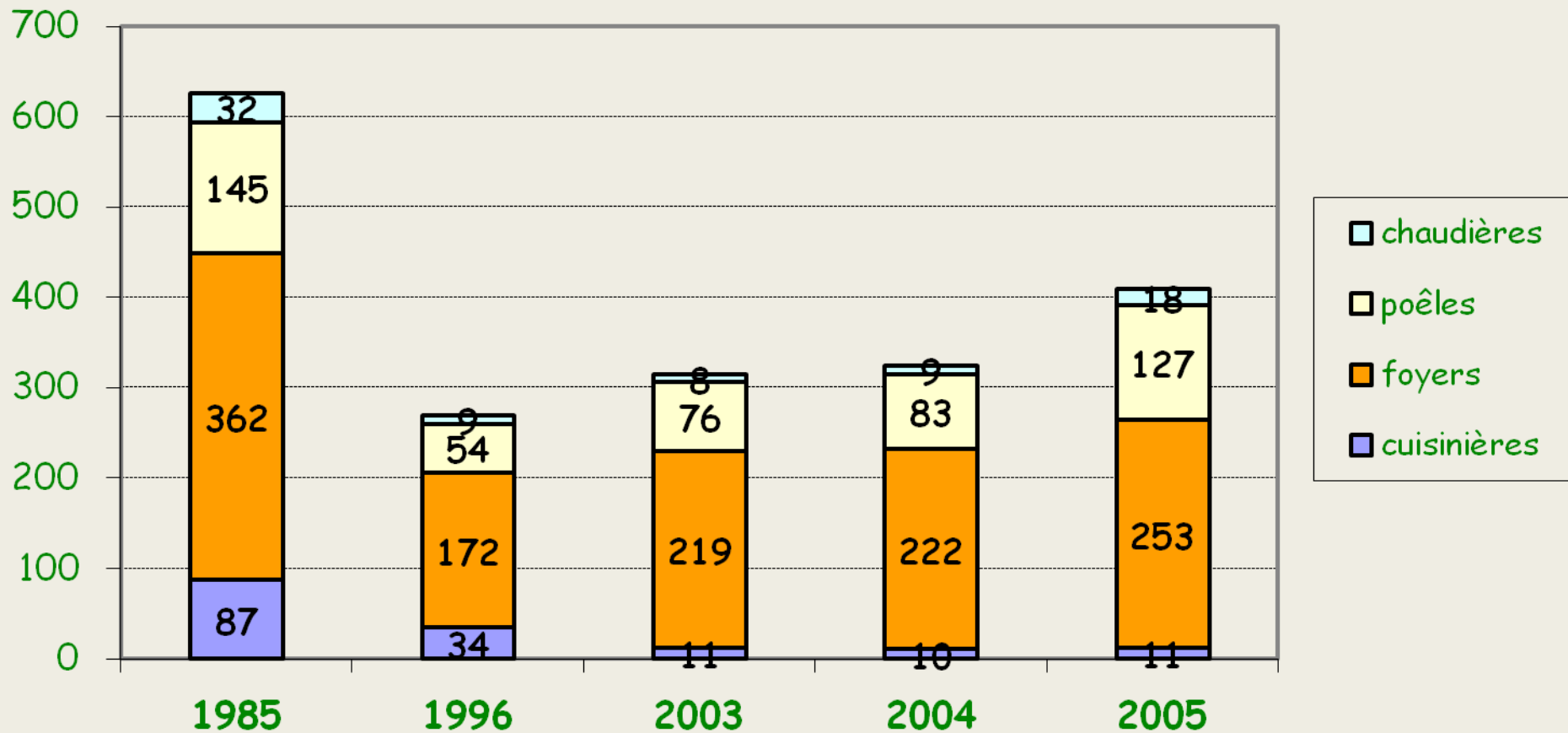
- **Le chauffage individuel : 234 000 TEP 83,7 %**
- **La chaleur industrielle : 37 000 TEP 13,2 %**
- **Le chauffage collectif : 8 500 TE 3,1 %**

(Sources : CEREN 2006, ADEME 2008)

**Consommation finale d'énergie en Bourgogne
(2002) : 4.5 MTEP**

Le bois: une énergie renouvelable?

Evolution du parc (milliers d'appareils): maisons et appartements



Source : Observ'er 2007

Le bois: une énergie renouvelable?



Inventaire forestier national :

Territoires à Energie Positive



Territoires à Energie Positive

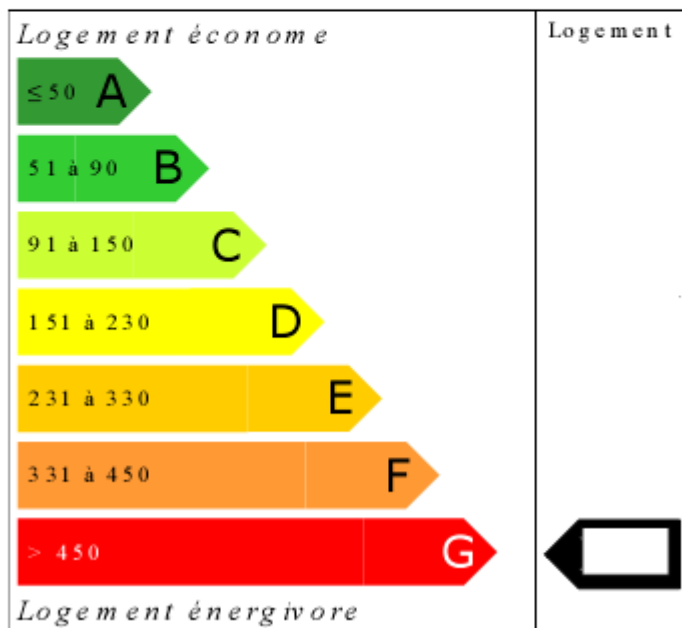
Constat
L'énergie
A Tramayes

Des exemples

Territoires à Energie Positive

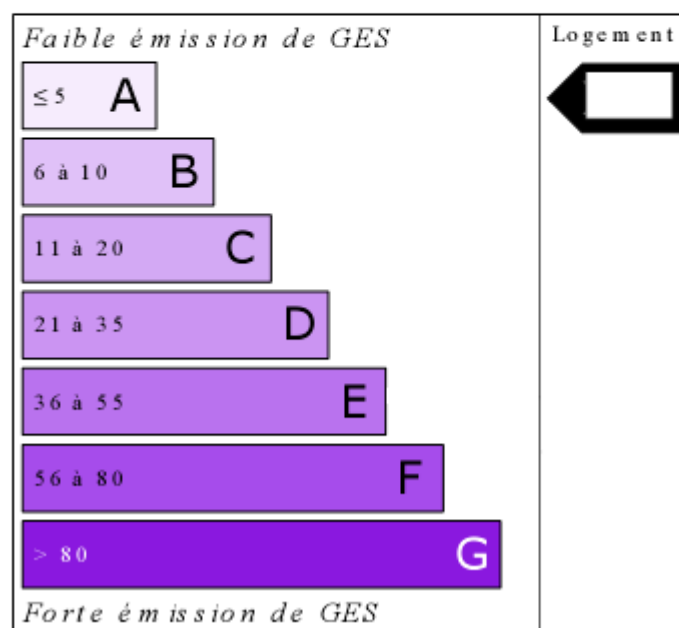
Consommations énergétiques
(en énergie primaire)
pour le chauffage, la production d'eau chaude
sanitaire et le refroidissement

Consommation conventionnelle : kWh_{EP}/m².an



Émissions de gaz à effet de serre (GES)
pour le chauffage, la production d'eau chaude
sanitaire et le refroidissement

Estimation des émissions : kg éqCO₂/m².an



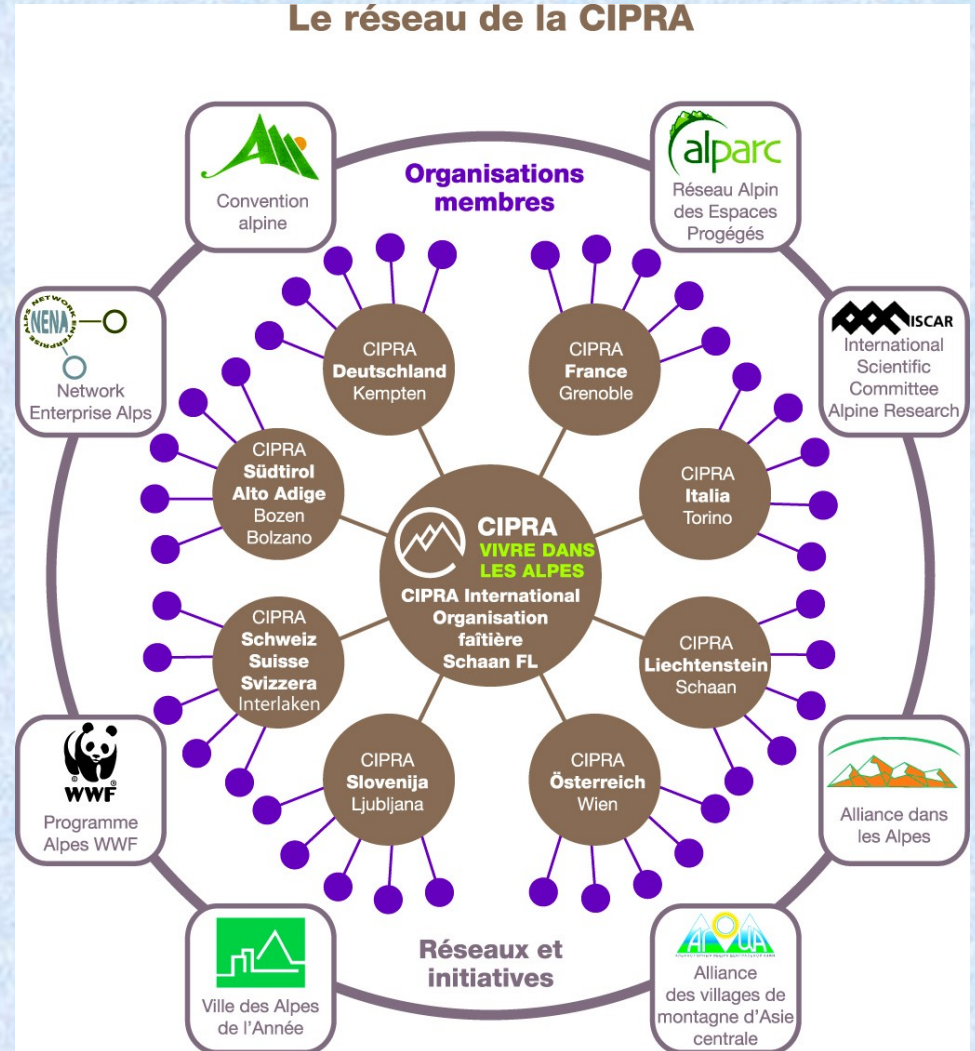
Ah, l'énergie électrique en France!

Territoires à Energie Positive

Commission Internationale
pour la Protection des Alpes



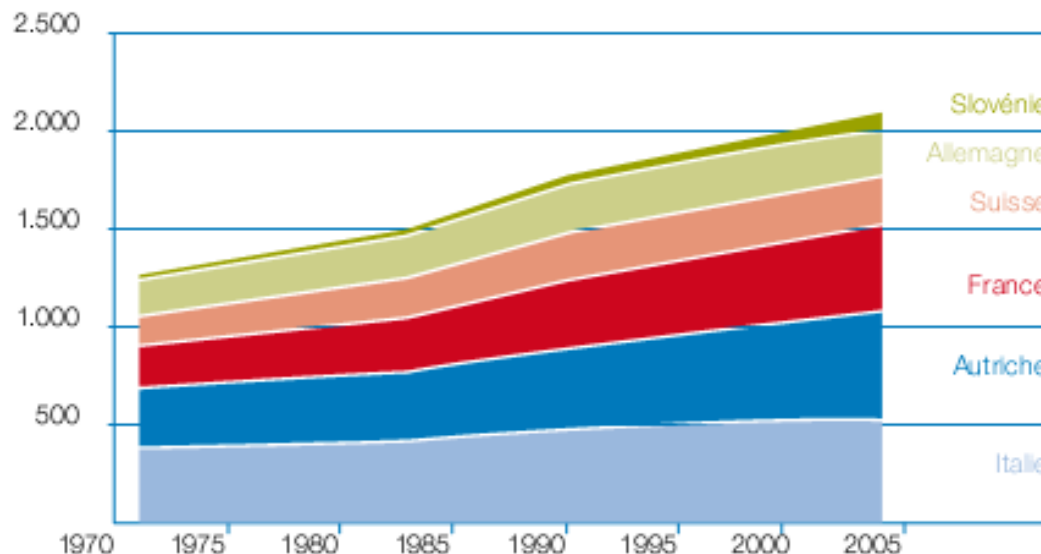
Le réseau de la CIPRA



Territoires à Energie Positive

Figure 1 :

Consommation d'énergie primaire dans les pays alpins de 1971 à 2004, en pétajoules (PJ).



Sources: Haberl et coll. 2001, Pastorelli 2007, AEI 2007a, AEI 2007b

Consommation d'énergie	Pays (Mtep)	Espace alpin (Mtep)	Par habitant (Mtep)	Population alpine (en millions)	Population totale (en millions)	Superficie du pays (1000 km ²)	Superficie alpine (1000 km ²)
Autriche	33.7	13.5	4.1	3.3	8.3	8.39	5.49
France	262.6	10.8	4.3	2.5	61.7	54.40	3.98
Allemagne	328.5	5.6	4.0	1.4	82.3	35.70	1.09
Italie	202.5	14.7	3.5	4.2	57.9	30.13	5.24
Slovénie	6.0	1.8	3.0	0.6	2	2.03	0.78
Suisse	29.0	6.6	3.9	1.7	7.5	4.13	2.68
total	862.3	53.0	3.8	13.7	219.7	134.77	19.25

Données 2004

Source : Pastorelli 2007

Territoires à Energie Positive

Tableau 1 :

Bilan énergétique de
Kötschach-Mauthen 2007.
(Autriche)

	Besoin d'énergie finale du territoire par type d'énergie	Production d'énergie finale du territoire par type d'énergie
Carburant	40 GWh/a	0 GWh/a
Combustible	48 GWh/a	26 GWh/a
Électricité	14 GWh/a	50 GWh/a
Total	102 GWh/a	76 GWh/a

Source : Könighofer et coll. 2009.

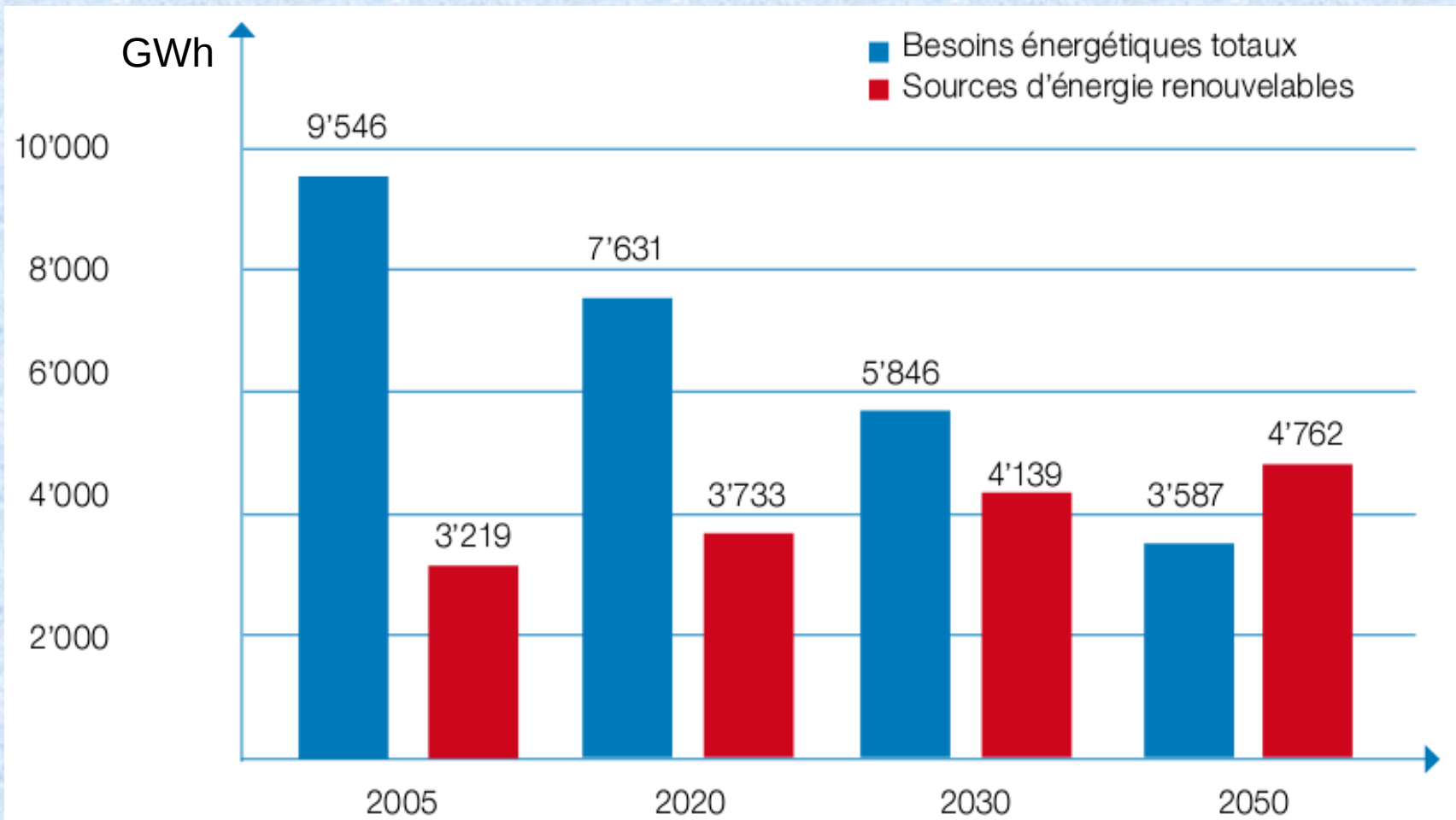
Tableau 2 :

Bilan énergétique prévisionnel de
Kötschach-Mauthen 2020.

- 60% CO2

	Besoin d'énergie finale du territoire par type d'énergie	Production d'énergie finale du territoire par type d'énergie
Carburant	31 GWh/a	5 GWh/a
Combustible	46 GWh/a	54 GWh/a
Électricité	12 GWh/a	57 GWh/a
Total	89 GWh/a	116 GWh/a

Source : Könighofer et coll. 2009.



Source : Office du gouvernement régional du Vorarlberg 2010 : p. 19

Territoires à Energie Positive



Simulation photovoltaïque Yverne (Canton de Vaud – CH)

Territoires à Energie Positive



Eglise de Leipzig.

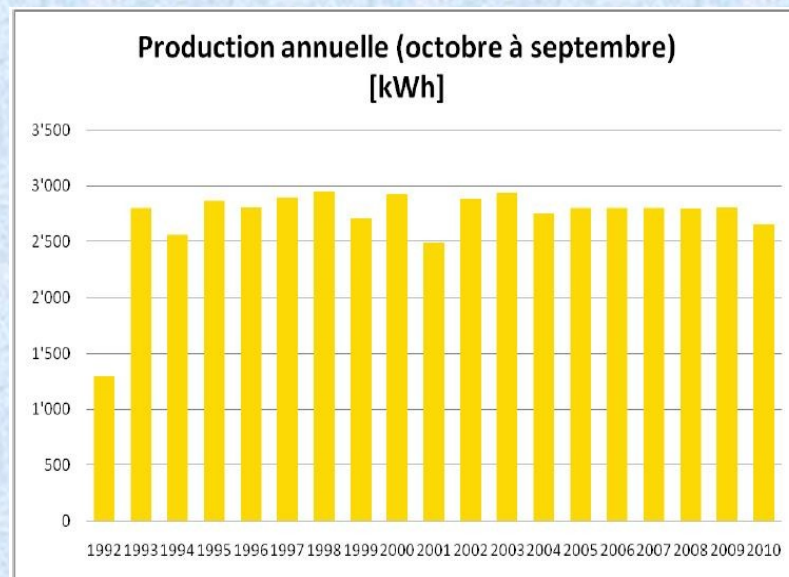


Eglise de Schönau.



Eglise de Zernin.

Territoires à Energie Positive



	1991	2011
Surface	24 m ²	16 m ²
Coût actualisé	75 000 FrS	15 000 FrS
Energie grise fabrication	7 ans de production	2 ans de production

http://www.roger-nordmann.ch/articles/2011.09.24_20ans_PV_treboux.shtml

Territoires à Energie Positive



Saint Moritz (CH)

Pompe à chaleur dans l'eau du lac – 4 700MWh – 475 000 l fioul – 1 200 t CO₂

CIPRA : L'énergie face au changement climatique

Territoires à Energie Positive

Tableau 1:

Répartition de la consommation d'énergie finale selon les secteurs de consommation dans les pays alpins

	DE	AT	CH	IT	FR	SL
Ménages privés	26	26	29	32	43	21
Transports	30	32	33	30	31	37
Industrie, production de biens de consommation	28	30	20	28	23	34
PME, commerces, services, agriculture	16	13	16	10	3	8

Sources : DE : BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. ; AT : Lebensministerium (brochure « Daten und Zahlen 2008 »), mise à jour 2008 ; CH : Office fédéral de l'énergie OFEN, mise à jour 2006 ; IT : ENEA Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente su dati MSE, mise à jour 2005 ; SI : IJS-CEU, mise à jour 2007; FR : Commissariat général au développement durable – SOeS Service de l'observation et des statistiques, mise à jour 2009



Figure 1 :

Place à l'énergie solaire : la cité « Sonnenschiff » à Freiburg/D tire son énergie du soleil. L'avancée des toits empêche la surchauffe des bâtiments.



Figure 3 :

Rénover est rentable : les travaux de réhabilitation de l'ancienne poste de Bolzano/I sont déjà amortis cinq ans plus tard.

CIPRA : Construire et rénover face au changement climatique

Territoires à Energie Positive

Tableau 2 :

Coût de réhabilitation à l'exemple
de l'ancien bâtiment de la poste
de Bolzano/I.

	Façade	Isolation	Fenêtres (16 % de la surface)	Total	en %
Réhabilitation sans mesures d'efficacité énergétique	107.501	0	115.280	222.781	100 %
KlimaHaus C	107.501	60.043	115.280	282.824	127 %
« Maison à 1 litre »	107.501	144.294	161.392	413.187	185 %

Source: Michael Tribus Architecture

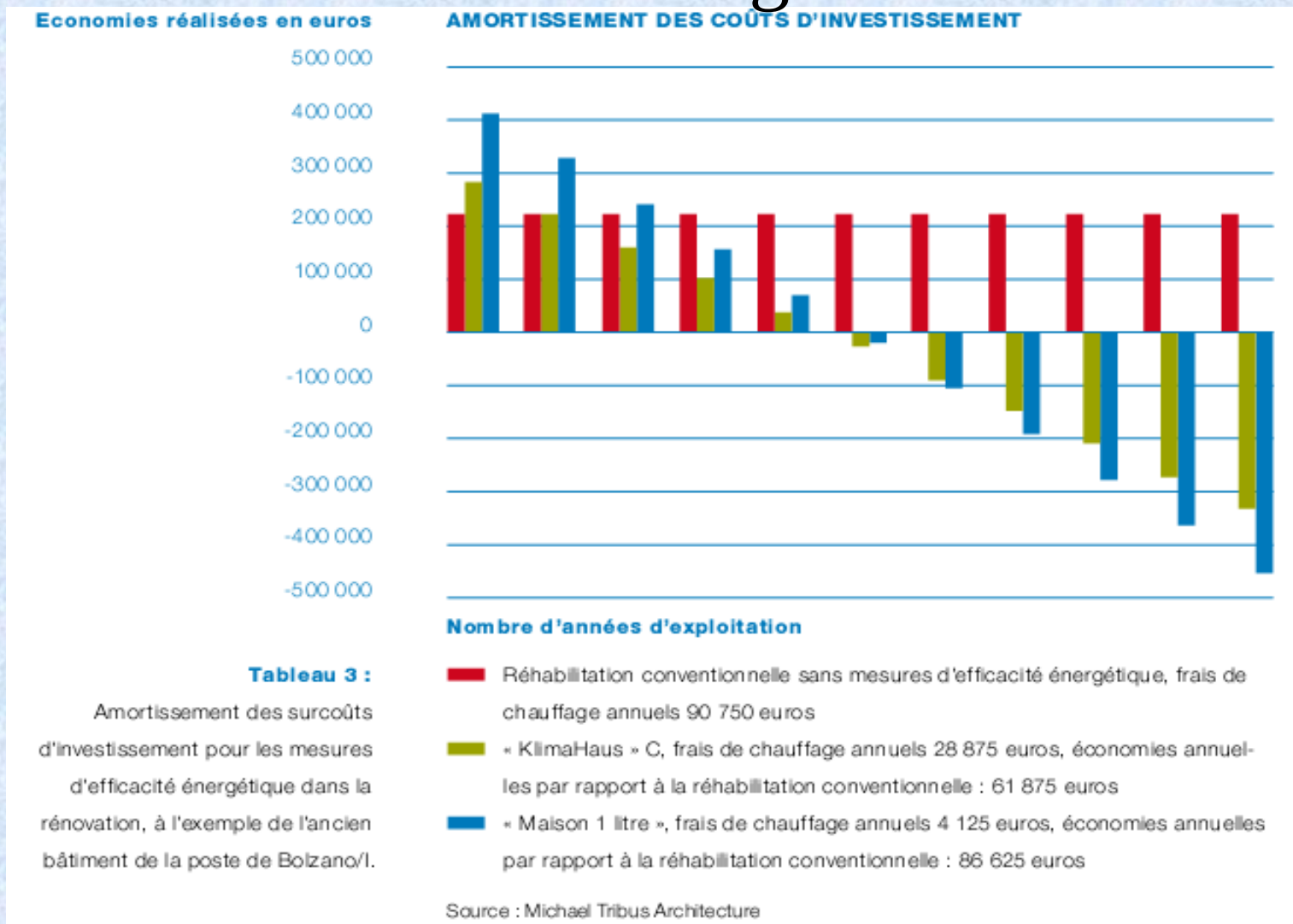
Figure 3 :

Rénover est rentable : les travaux de
réhabilitation de l'ancienne poste de
Bolzano/I sont déjà amortis
cinq ans plus tard.



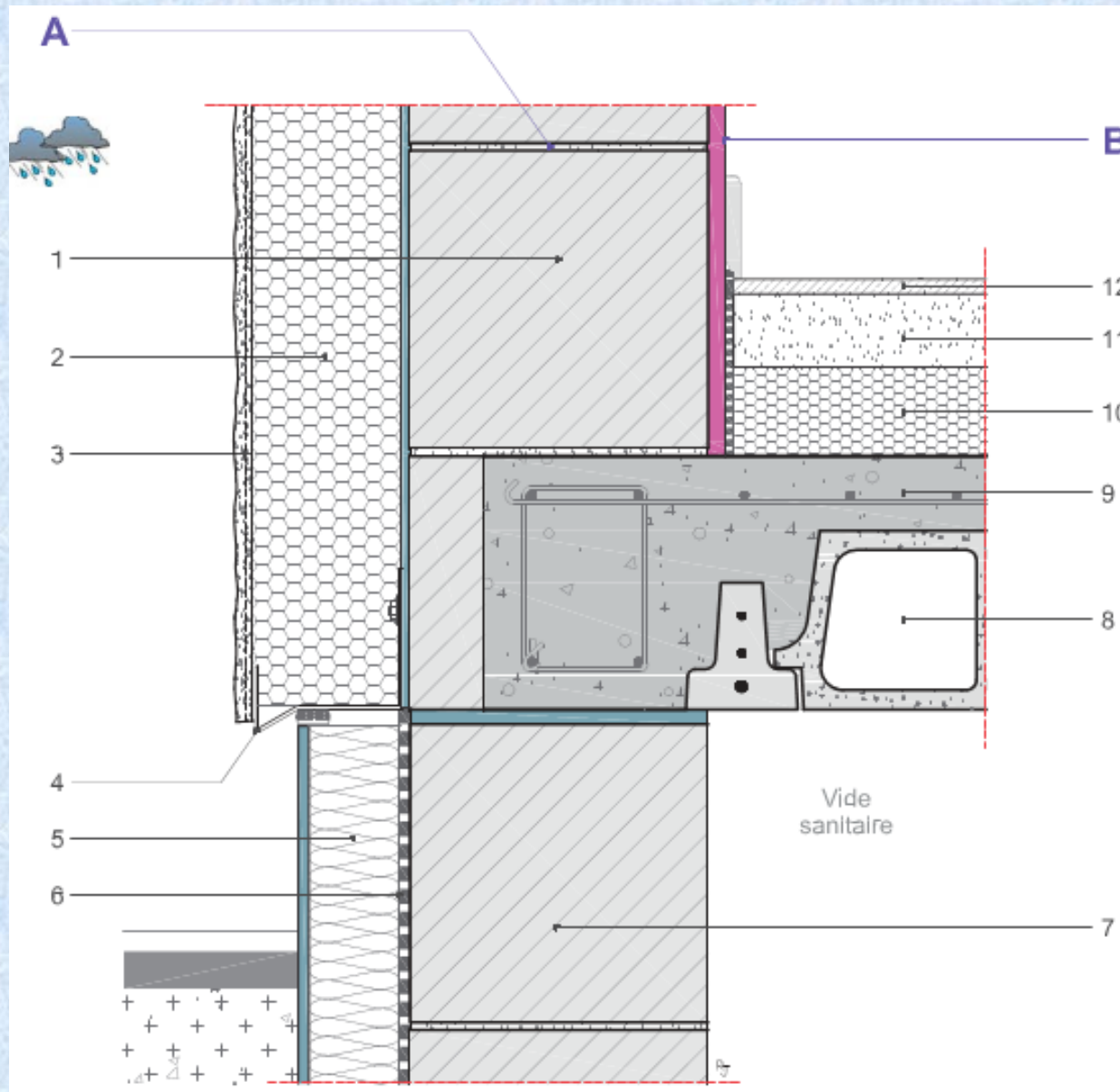
**CIPRA : Construire et rénover face au
changement climatique**

Territoires à Energie Positive

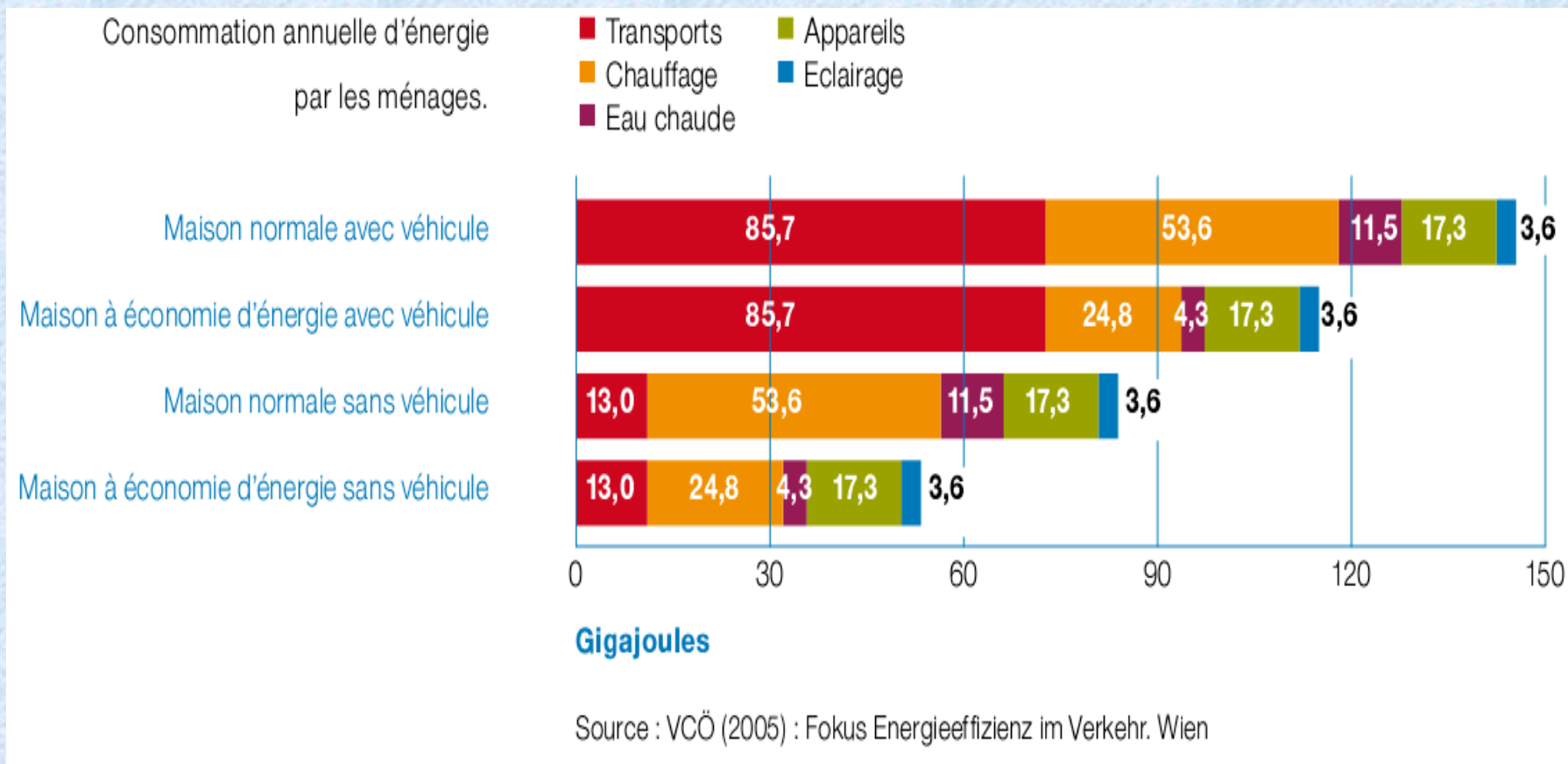


CIPRA : Construire et rénover face au changement climatique

Territoires à Energie Positive

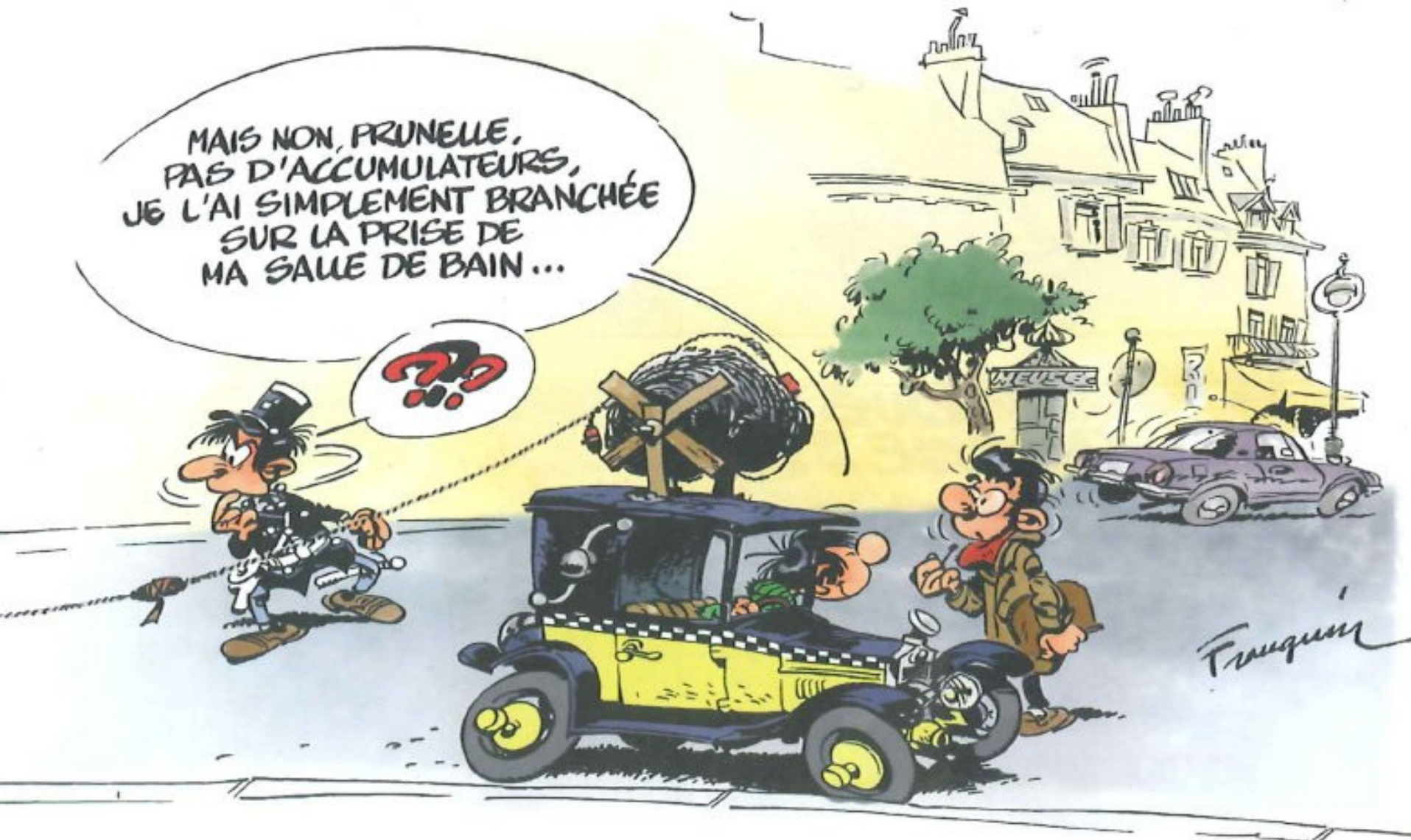


Territoires à Energie Positive



CIPRA : Aménagement du territoire face au changement climatique

Territoires à Energie Positive



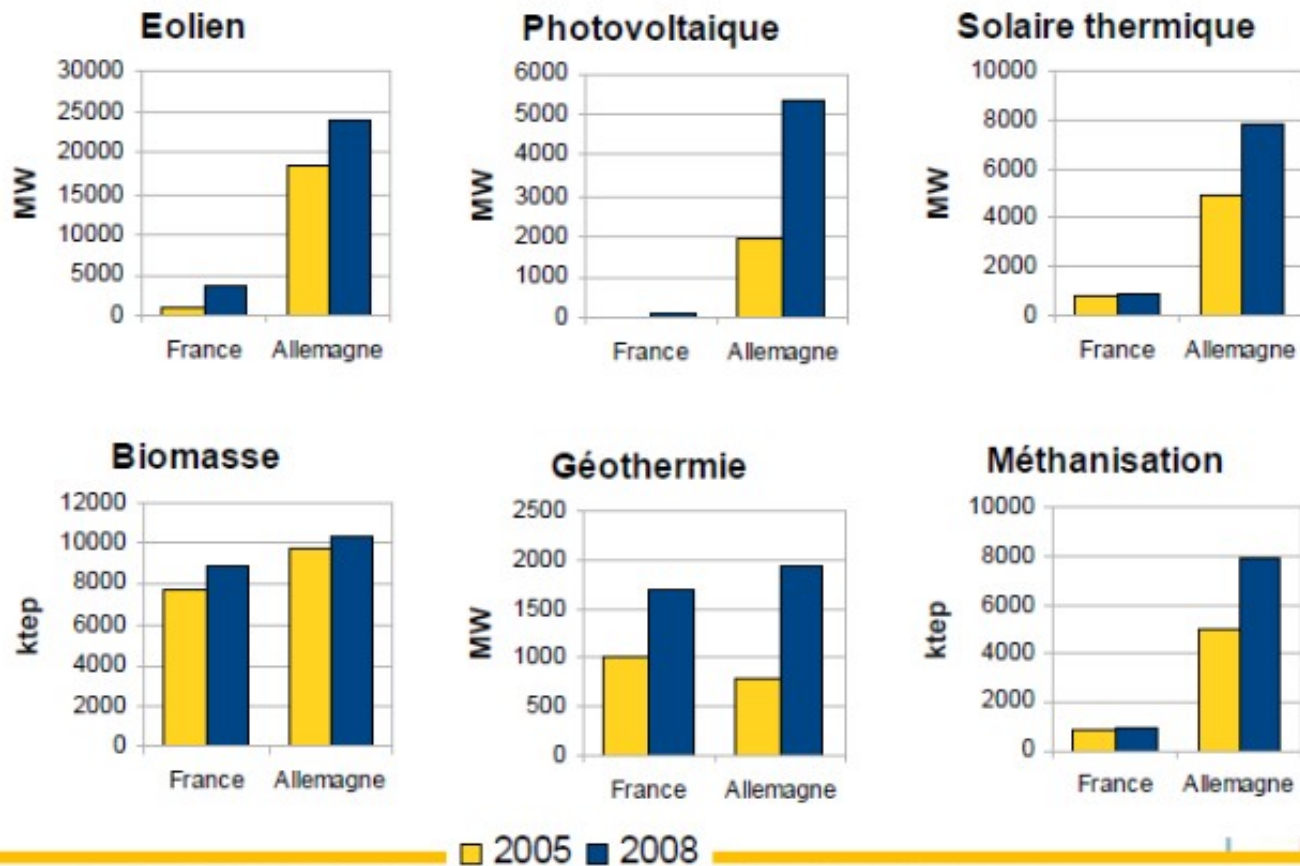
Territoires à Energie Positive



TF1 20h du 23/1/2012

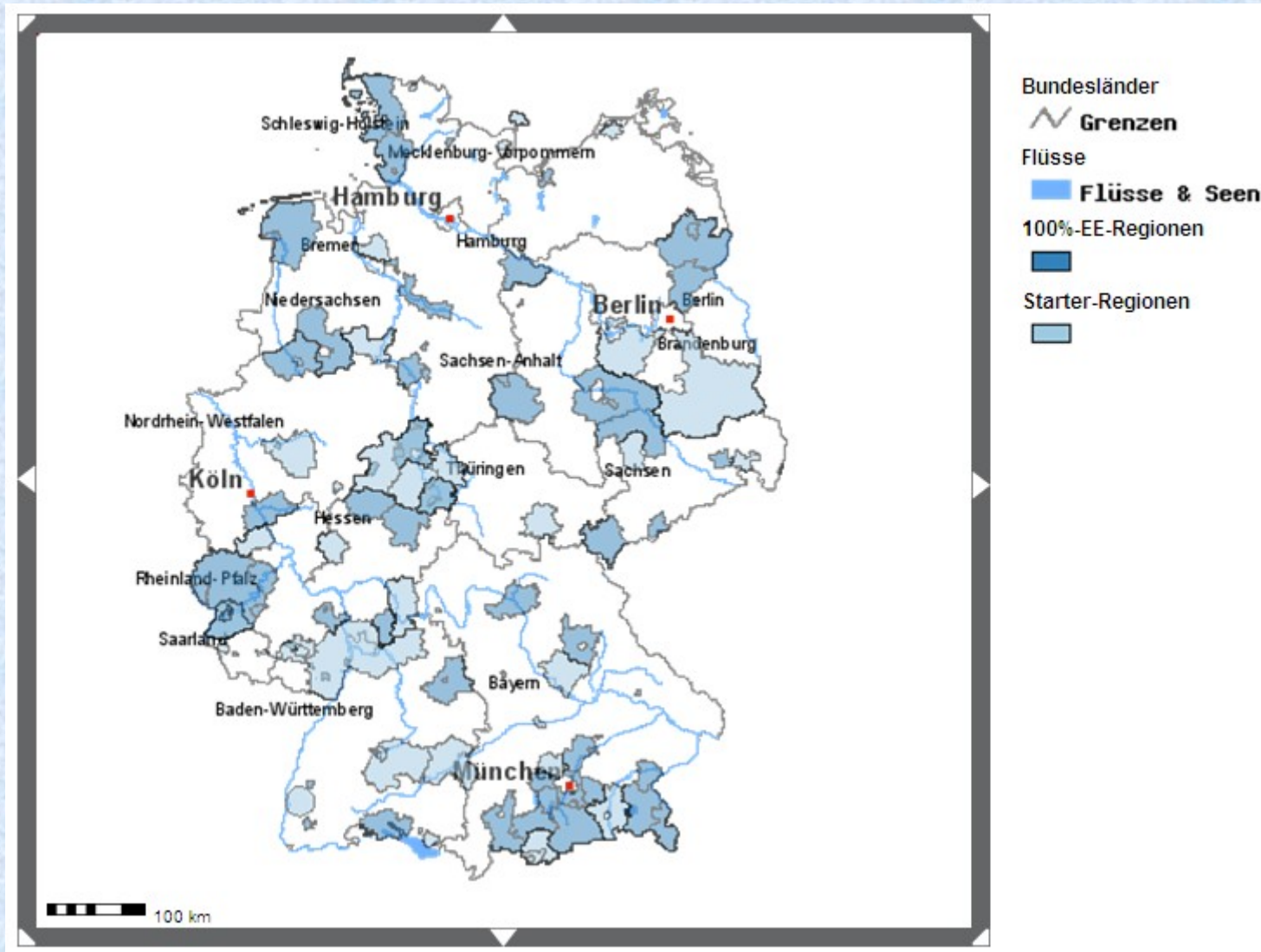
Territoires à Energie Positive

France-Allemagne: des choix énergétiques... différents!



Source: Bilan Observ'ER (via Enercoop)

Territoires à Energie Positive



Régions allemandes 100% énergie renouvelable

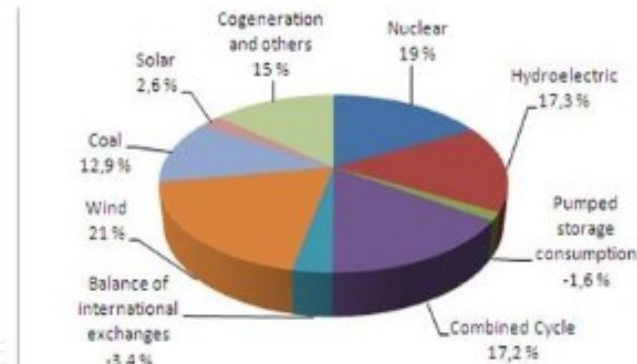
Territoires à Energie Positive

Etat des lieux de l'éolien en Espagne

L'éolien en Espagne

- 1) En mars 2011, l'éolien a été la première source de production électrique (21%) devant le nucléaire (19%).
- 2) Recherche d'un mix énergétique ; volonté de développer une filière industrielle (Gamesa, Ecotecnia).
- 3) Priorité aux zones où il y a du vent.

Demand coverage in March 2011



Territoires à Energie Positive

Intermittence et variabilité : mythe ou réalité ?

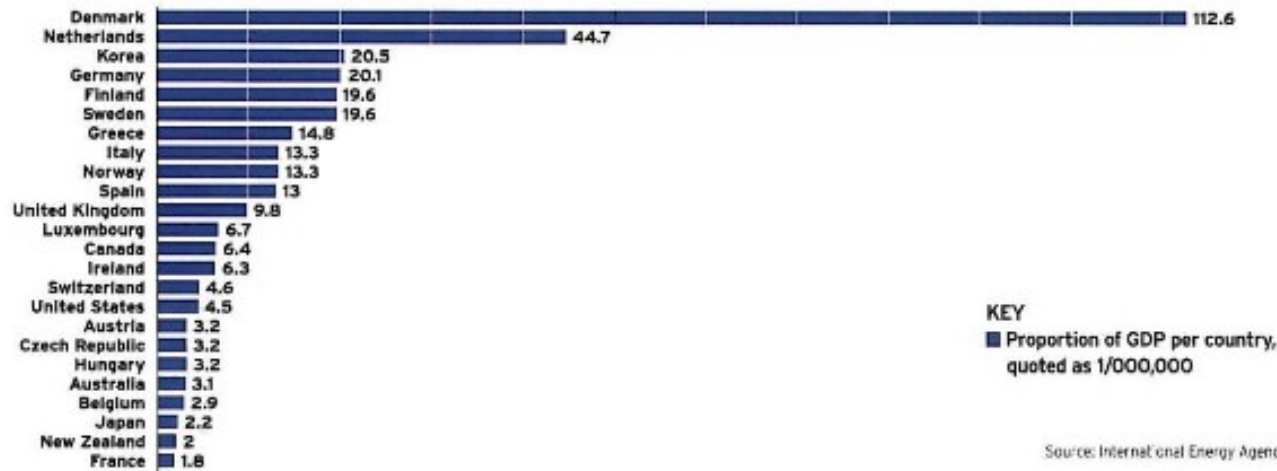


Territoires à Energie Positive

Conclusions

WIND ENERGY RESEARCH BUDGET AS A PROPORTION OF NATIONAL GDP

Average annual proportion of GDP spent on wind research per country from 1990-2008, quoted as one millionth



WINDPOWER MONTHLY SPECIAL REPORT SEPTEMBER 2010 21

Territoires à Energie Positive

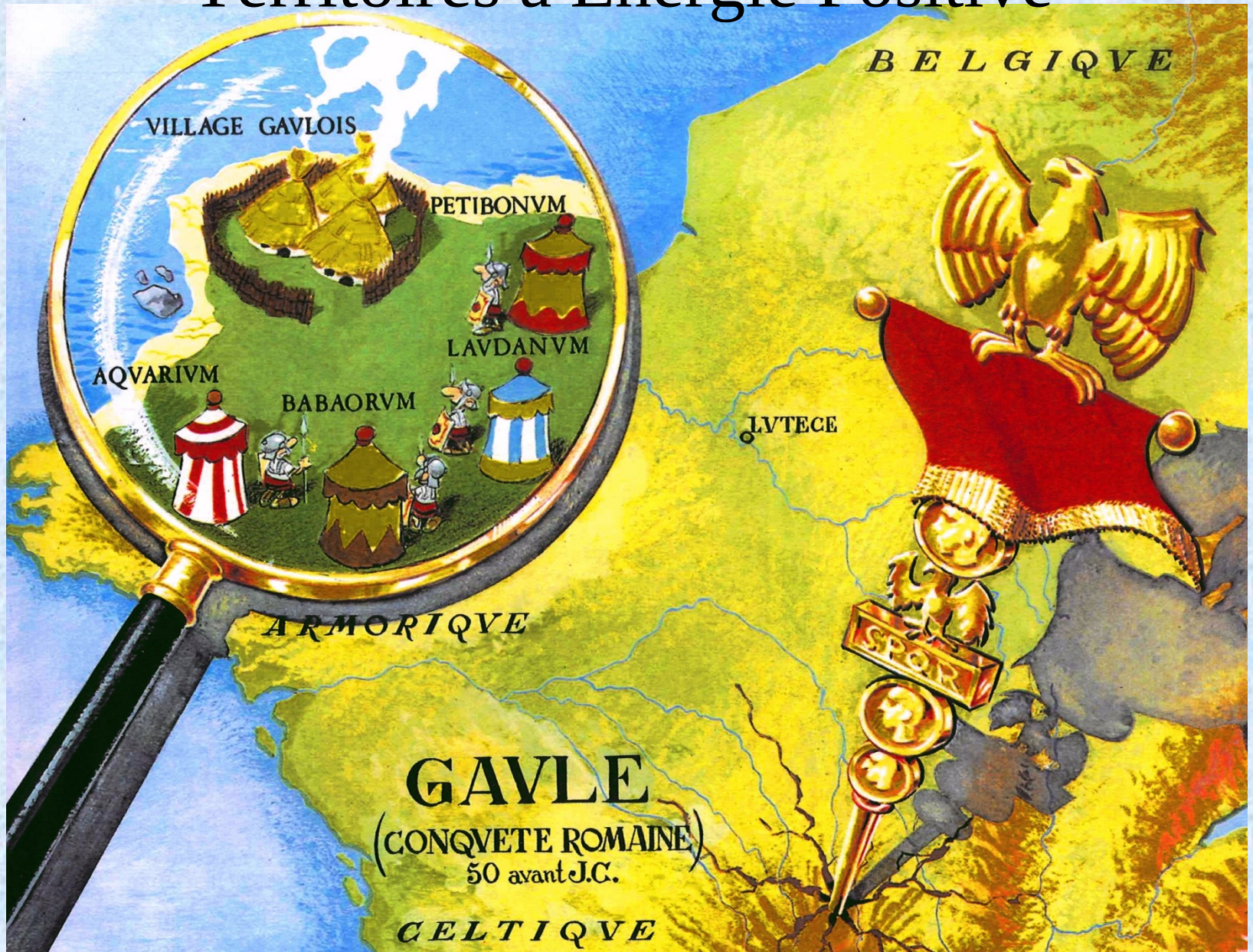


INFOS EN BREF

Maître d'ouvrage	Oberland Energie AG, CH-Spiez
Planification du projet	Dr. Eicher + Pauli AG, CH-Bern
Combustible	Plaquettes forestières et de scierie, découpes d'arbustes, bois de fin de vie
Usage	Vapeur de process et chauffage à distance
Extraction	Échelles
Types de chaudières	2 x UTSR-5000.32, à grille d'avancement
Puissance	Installation à vapeur avec 2 x 6t/h
Technologie de filtrage	Multicyclone et électro-filtres
En service depuis	Avril 2011
Économie de fuel	2,8 millions de litres par a (avec le bois de fin de vie) 3,1 millions de litres par an (ensemble de la centrale biomasse)



Territoires à Energie Positive



Territoires à Energie Positive

PUBLIC
SENAT

Territoires à Energie Positive

Réseau des territoires ruraux à énergie positive

Communauté de communes du Mené	22230	Le Gouray	Bretagne
Communauté de communes du Diois	26150	Die	Rhône Alpes
Communauté de communes du Val de Drome	26402	Crest	Rhône Alpes
Communauté de communes du Val d'Ille	35520	Melesse	Bretagne
Mairie de Tramayes	71520	Tramayes	Bourgogne
Syndicat mixte du Pays Thouarsais	79100	Thouars	Poitou Charente
Mairie de Montdidier	80500	Montdidier	Picardie

CLER

Territoires à Energie Positive

Merci pour votre attention

www.tramayes.com