

Habitat, infrastructures et mobilité

Dr Jean-Bernard Gay

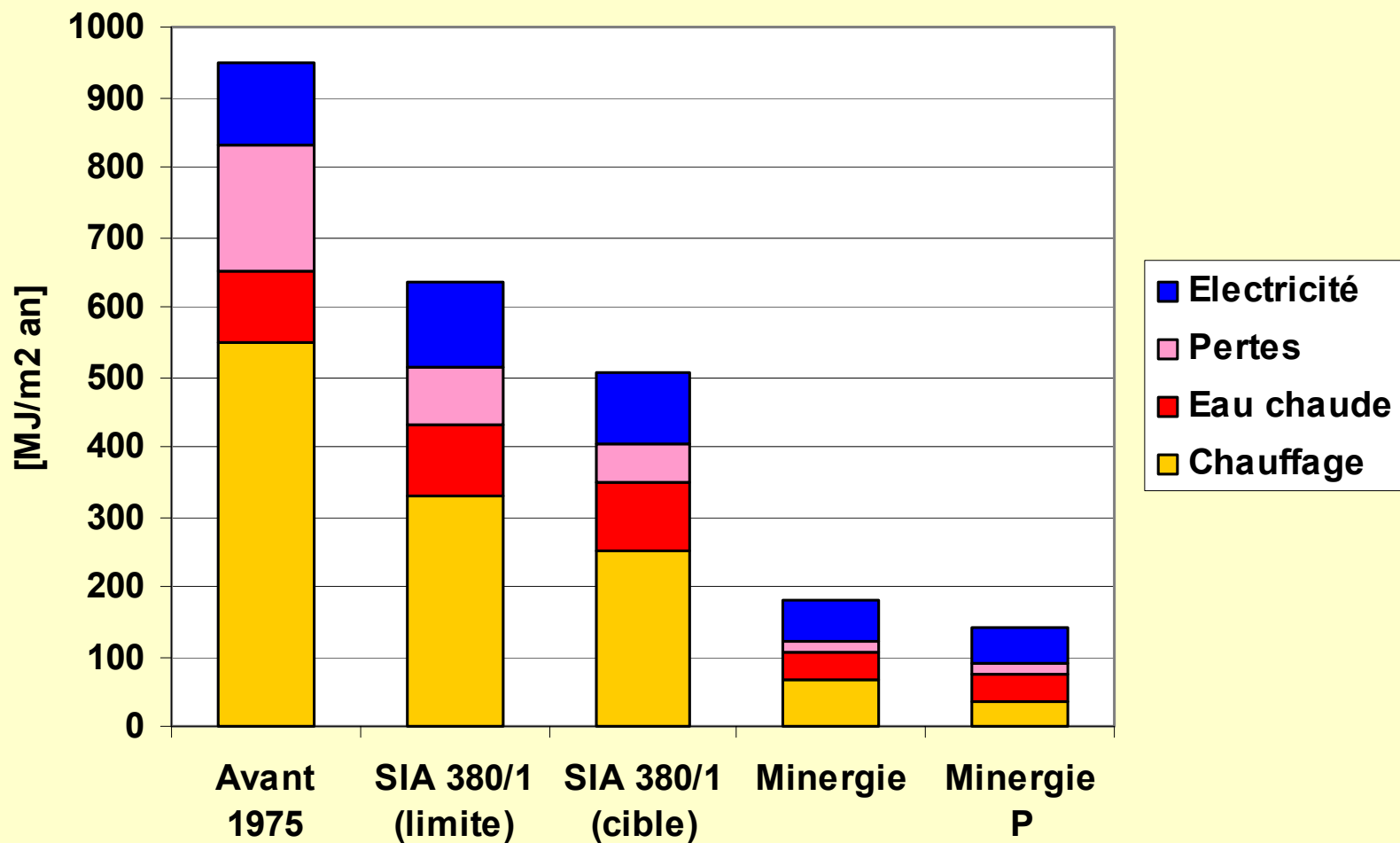
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

Laboratoire d'énergie solaire et de physique du bâtiment

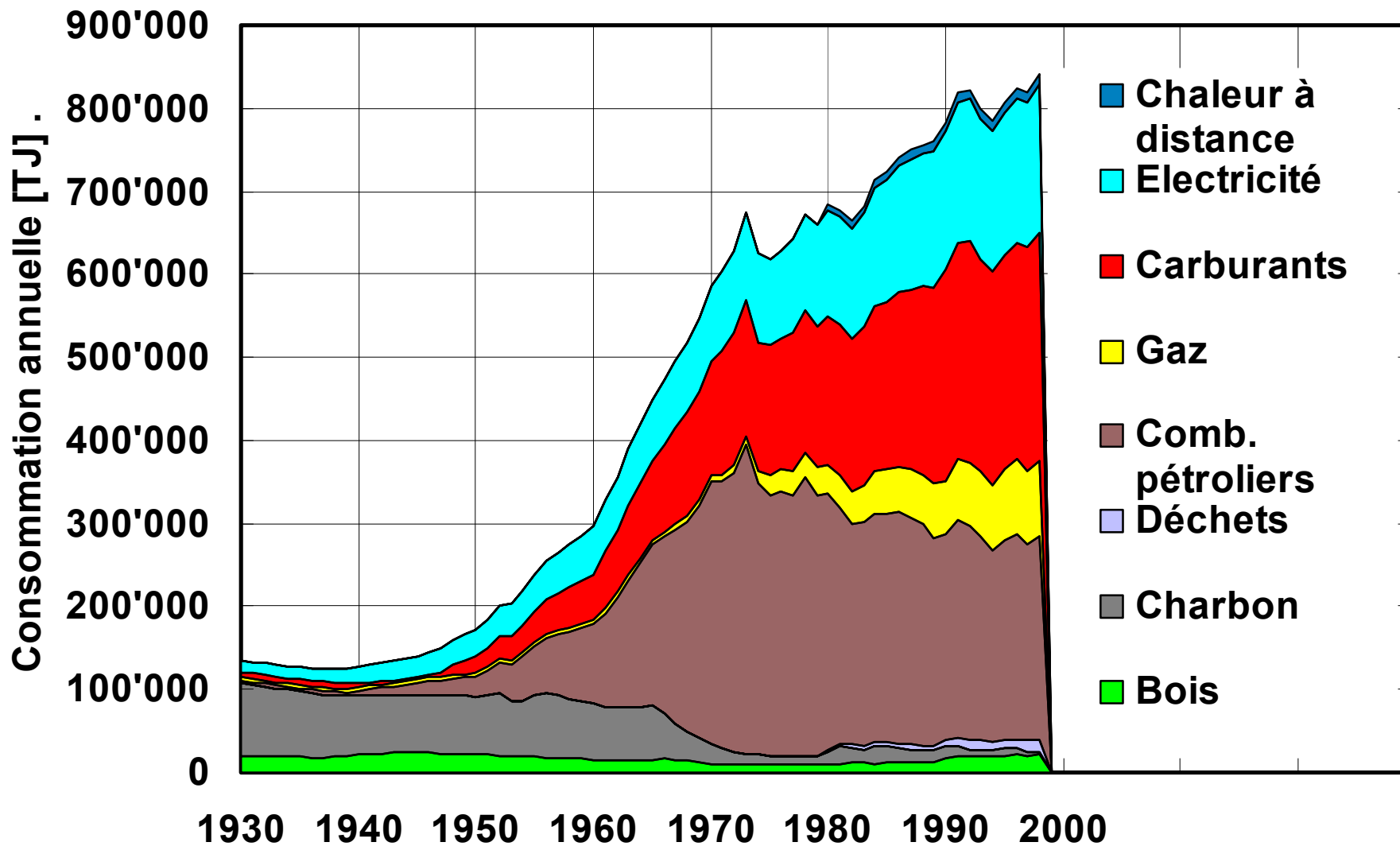


1. Energie de construction et d'exploitation

Evolution des indices de dépense d'énergie des bâtiments résidentiels



Evolution de la consommation d'énergie finale en Suisse



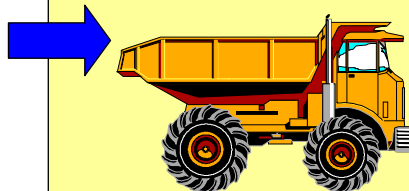
Mio de t/an	
Input :	75
dont :	
Bâtiment	30
Génie civil	21
Routes	23
Voies ferrées	1



Mio de t	
Stock :	2300
dont :	
Bâtiments	1200
Routes	1000
Voies ferrées	100

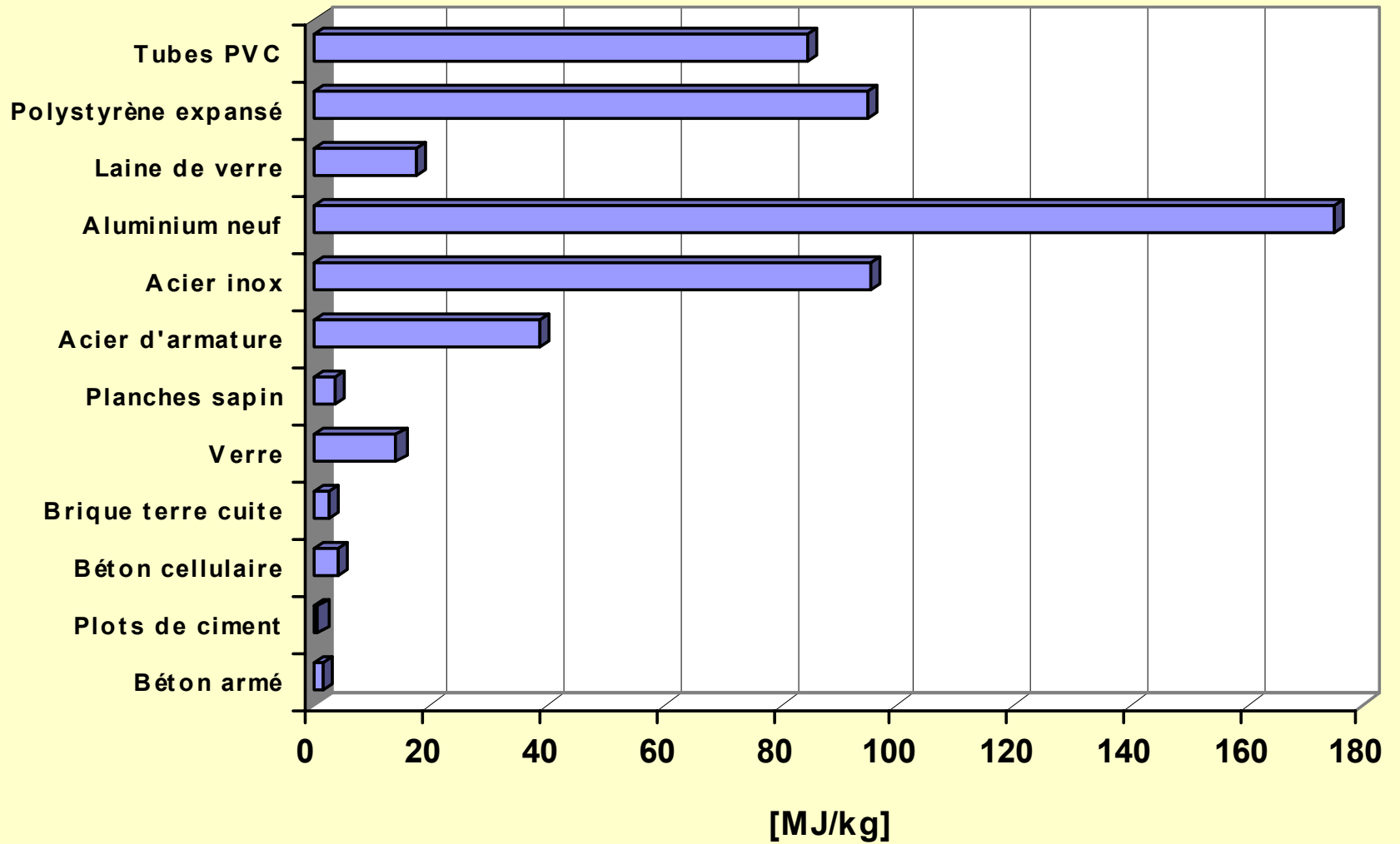


Mio de t/an	
Output	7.1
dont :	
Génie civil	2.7
Bâtiments :	
nouveaux	0.5
anciens	3.9

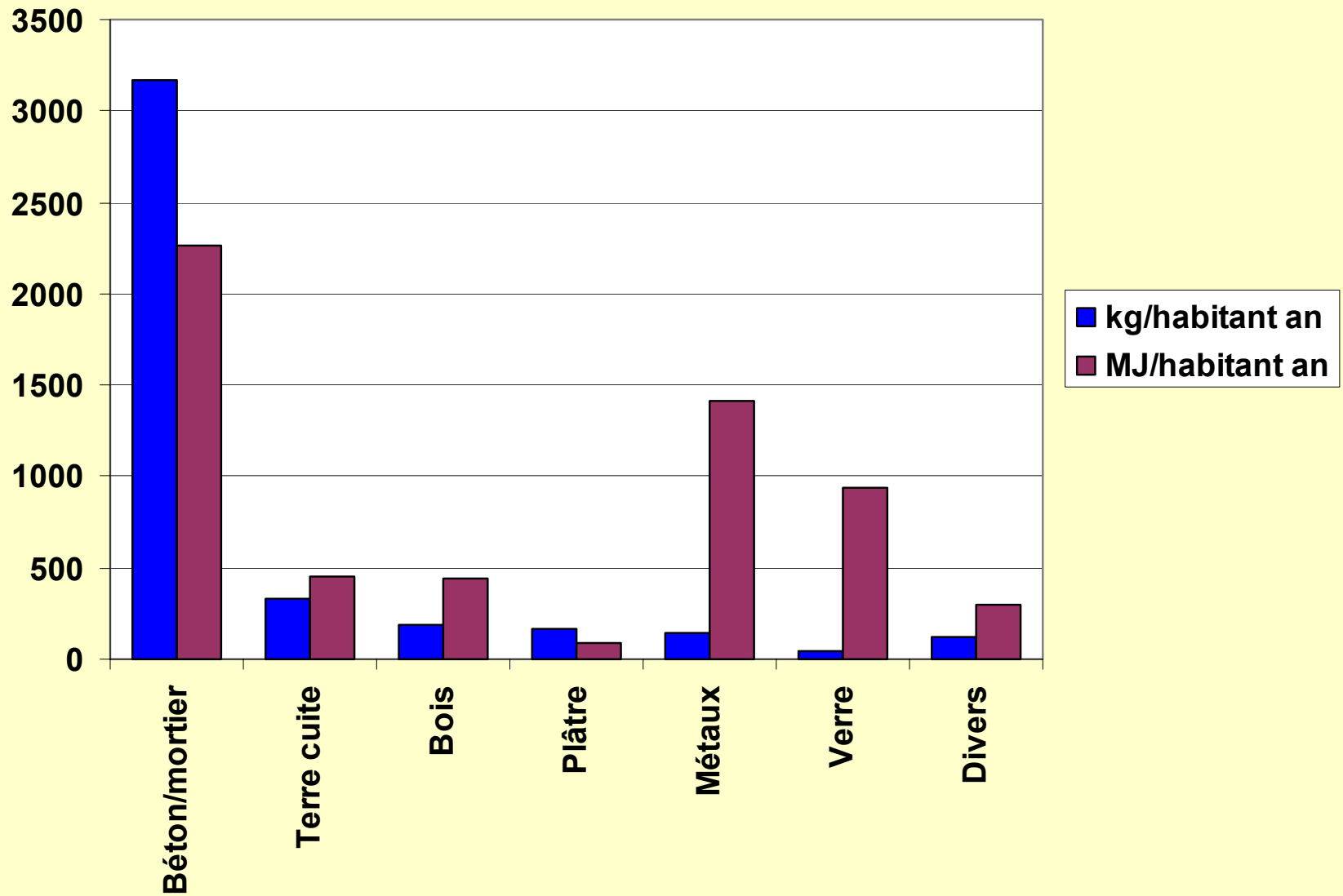


**Besoin en matériaux
pour la construction
des bâtiments:
4'200 kg/habitant an**

Energie grise

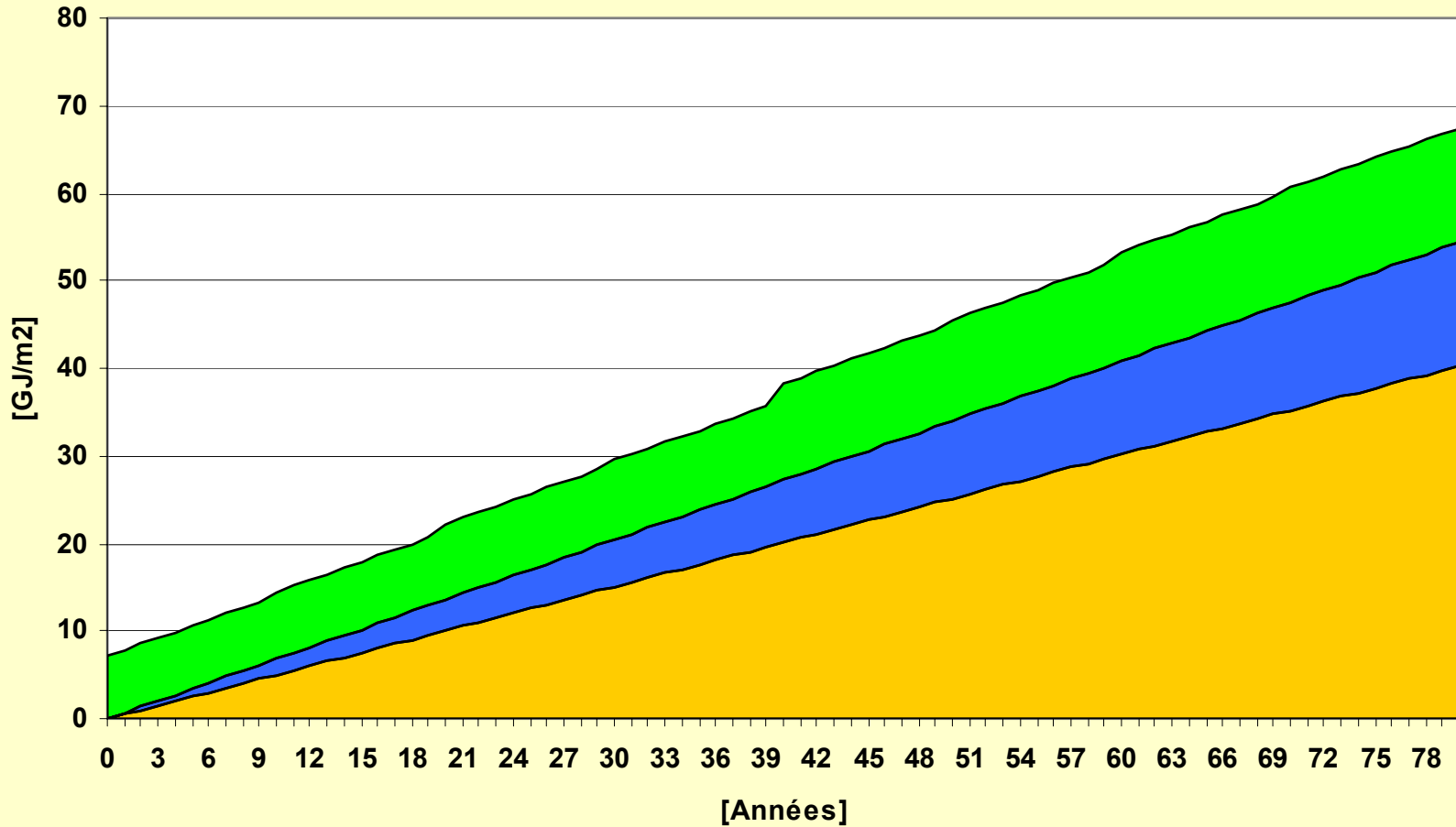


Utilisation des matériaux de construction en Suisse



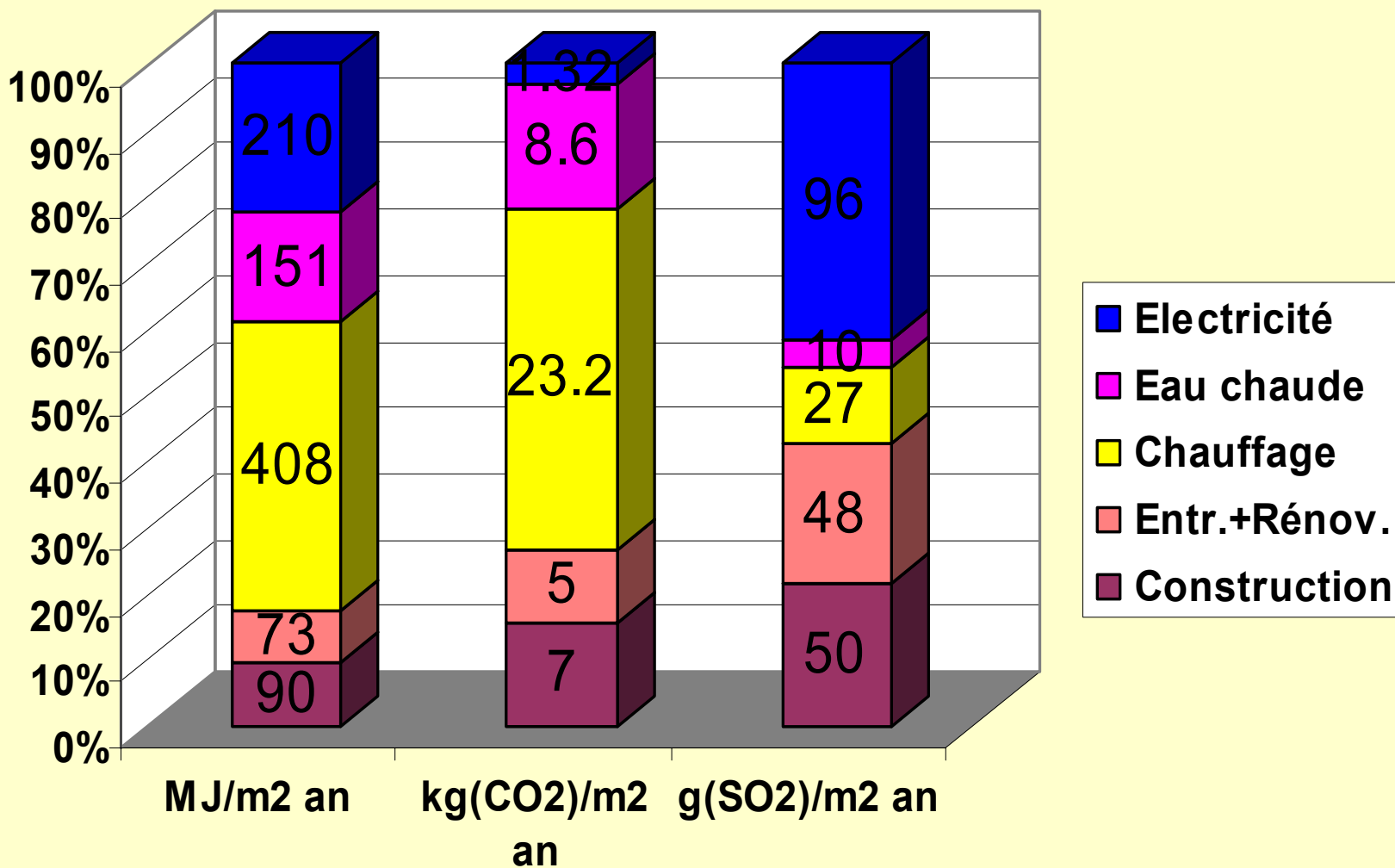
Etude du bâtiment des Friaudes à Ecublens

Besoins cumulés en énergie



■ Chaleur ■ Electricité ■ Construction & entretien

Parts relatives de l'énergie et des émissions



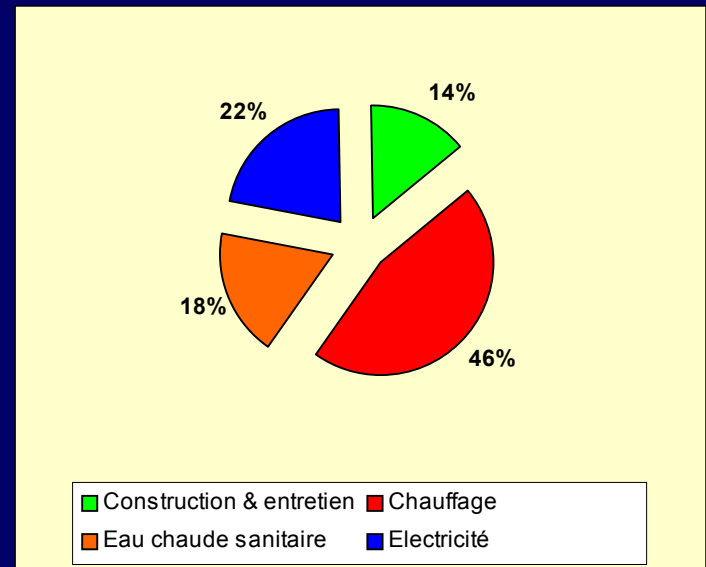
SONNEG – Etude de variantes



	Type de construction			
	Légère	Moyenne	Lourde	
Masse	762	1535	2005	kg/m2
Energie de construction				
NRE	2.3	3.8	5.2	GJ/m2
Construction et entretien sur 80 ans				
NRE	42	65	88	MJ/m2 an
GWP	3.3	5.2	6.8	kg(CO2)/m2 an
AP	15.7	28.5	38.6	g(SO2)/m2 an

SONNEG – Besoins nets en énergie

	Q_{net}	
	[MJ/m ² an]	
Construction & entretien	65	14.4%
Chauffage	203	45.1%
Eau chaude sanitaire	82	18.2%
Electricité	100	22.2%
Total	450	



SONNEG – Etude de variantes

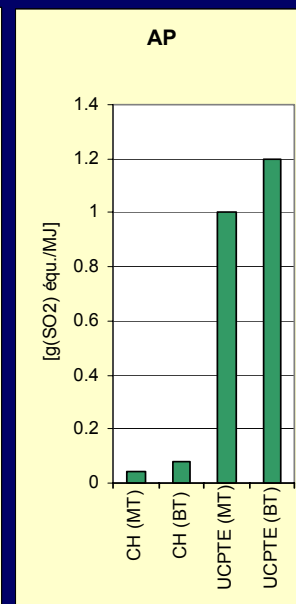
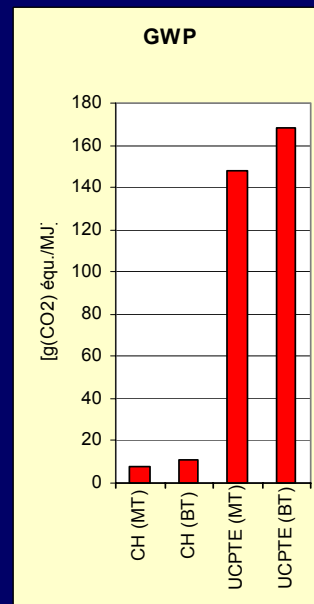
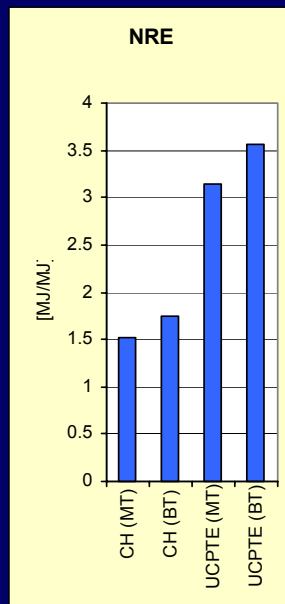
Variantes considérées

	Chauffage	Eau chaude	Electricité
Traditionnelle	Mazout $\eta = 85\%$	Electrique $\eta = 90\%$	CH / UCPTE
Pompe à chaleur	PAC électrique COP = 3	PAC électrique COP = 3.5	CH / UCPTE
Bois / solaire	Bois $\eta = 85\%$	50% solaire 50% électrique	CH / UCPTE

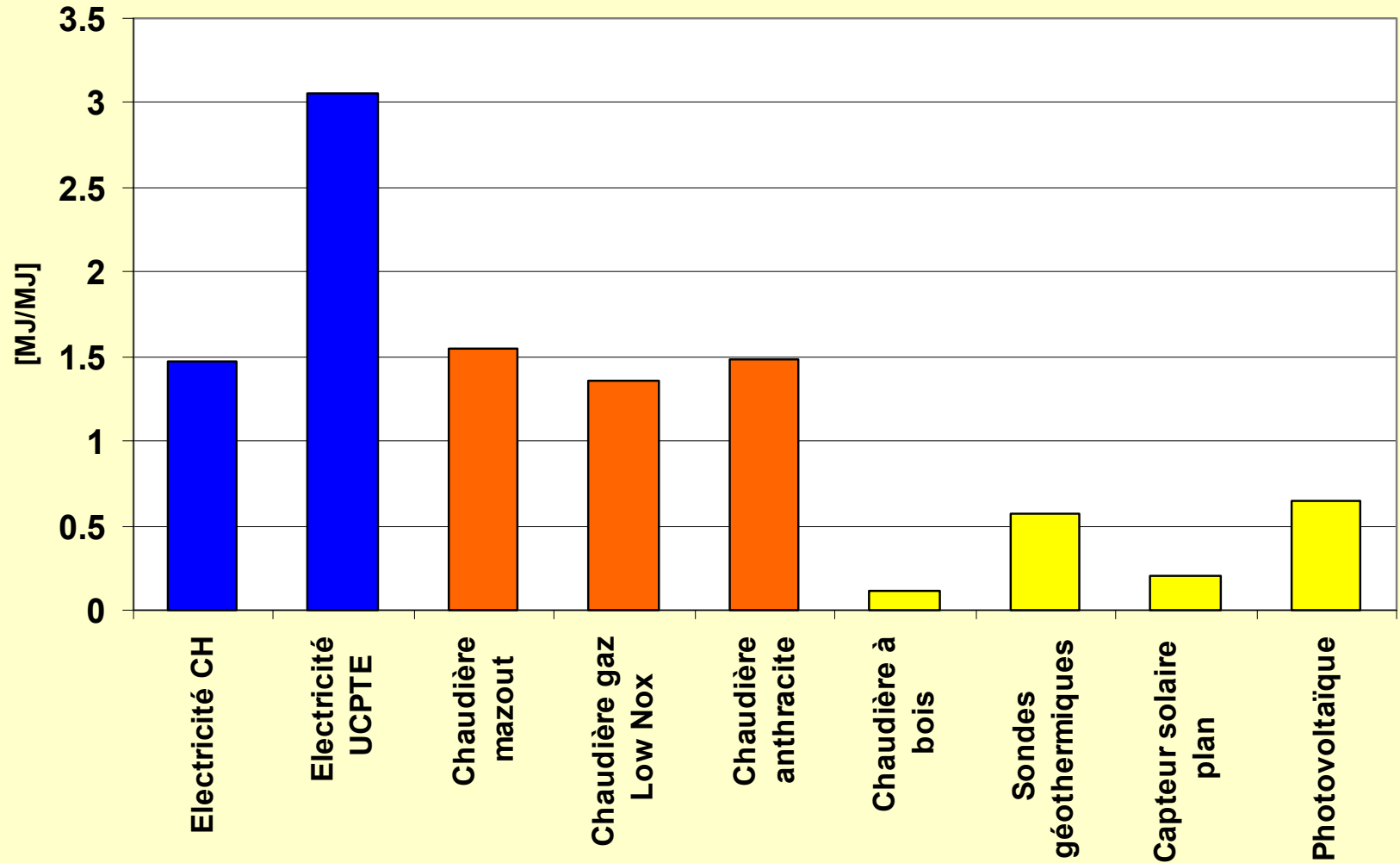
Impacts selon le mode de production de l'électricité

Mix	Suisse	Europe (UCPTE)
Hydraulique	57%	17%
Nucléaire	41%	26%
Thermique	2%	57%

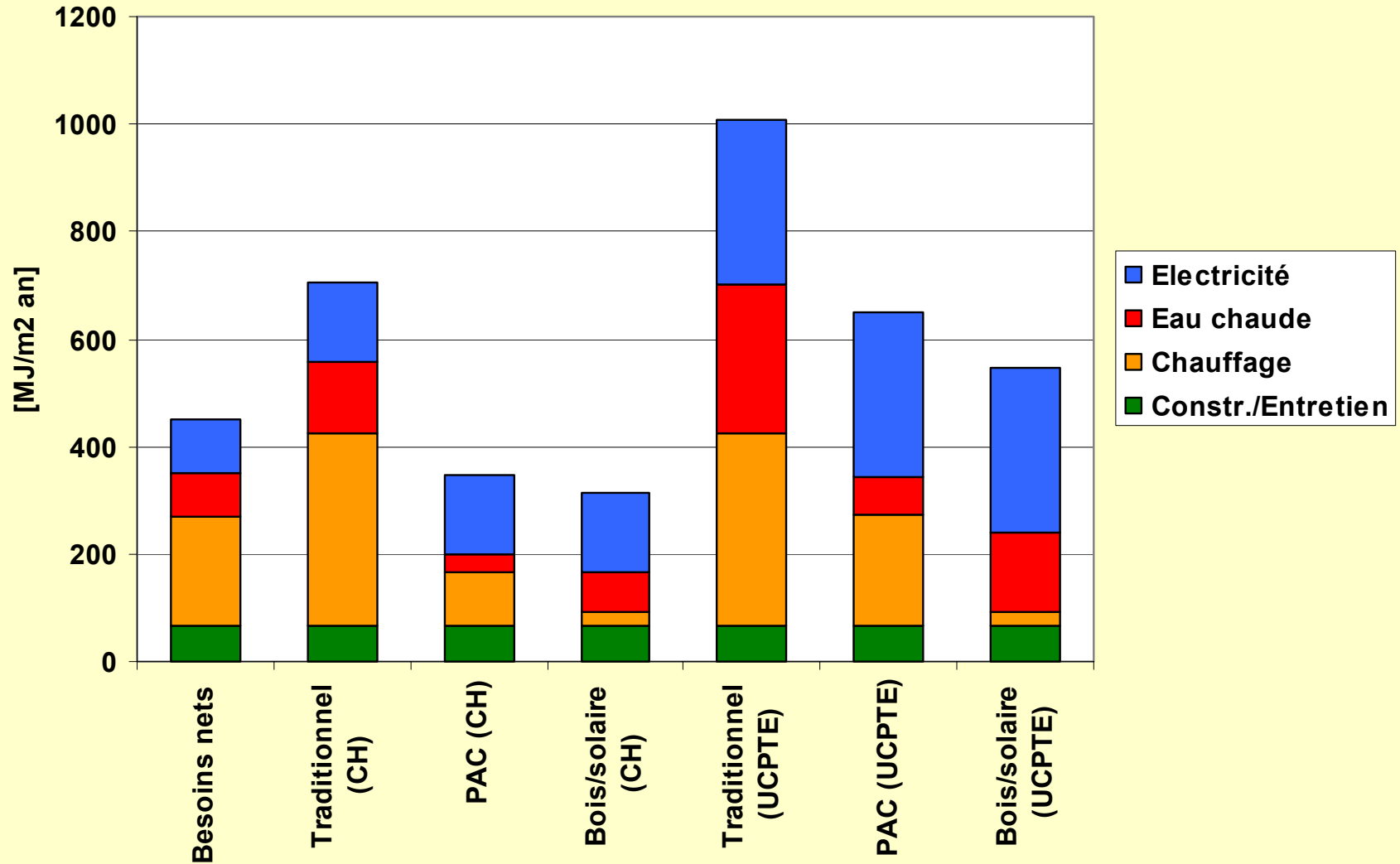
	NRE [MJ/MJ]	GWP [g/MJ]	AP [g/MJ]
CH (MT)	1.52	8	0.04
CH (BT)	1.75	11	0.08
UCPTE (MT)	3.14	148	1
UCPTE (BT)	3.56	168	1.2



Energie consommée / énergie produite selon modes de production



Besoin en énergie selon les variantes considérées



Energie de construction et d'exploitation

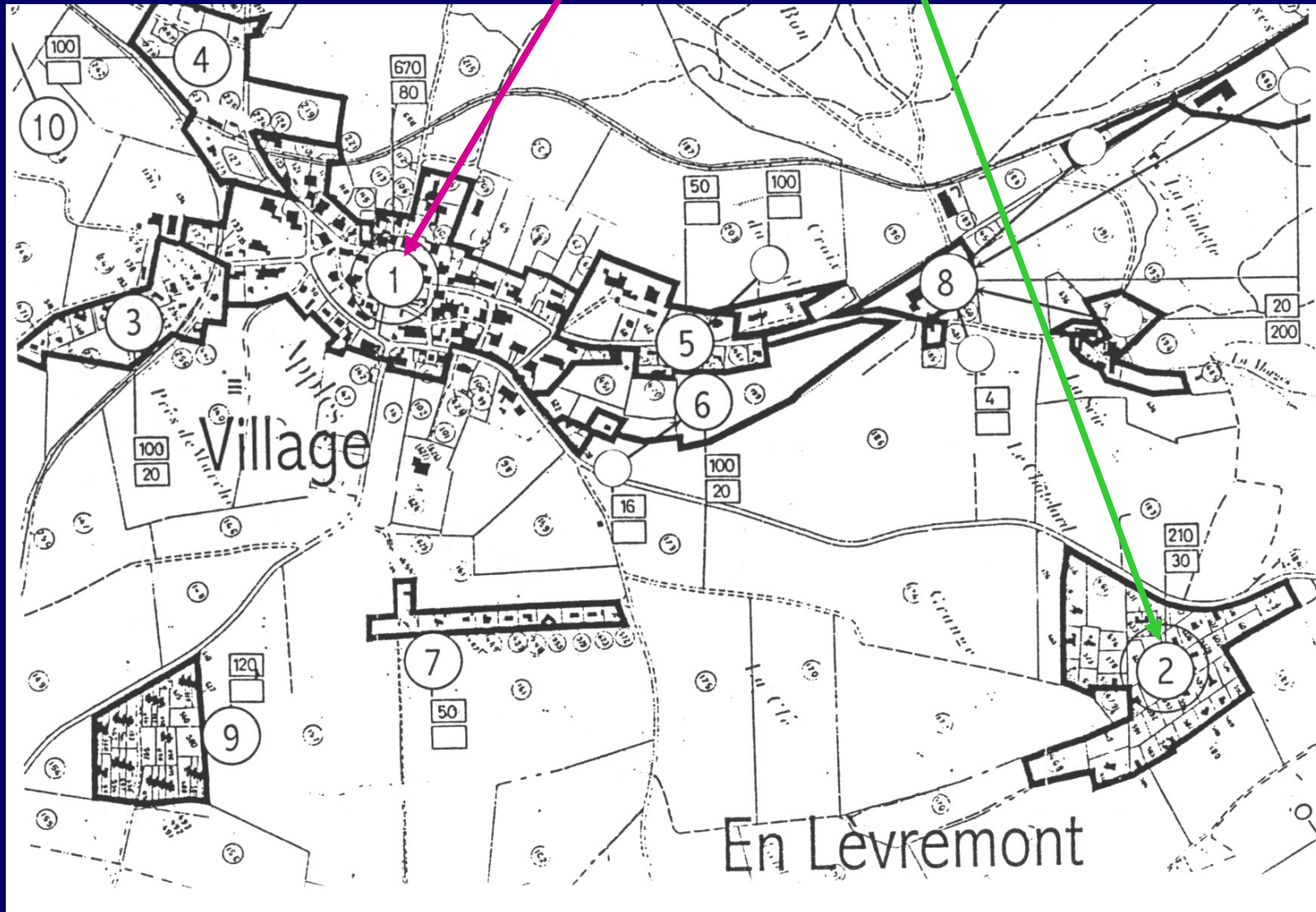
Conclusions

- **Pour une construction traditionnelle et sur la durée de vie du bâtiment (80 ans), l'énergie nécessaire à la construction et à l'entretien ne dépasse pas 15 à 20% de l'énergie d'exploitation.**
- **Entre une construction légère et une construction massive, l'énergie non renouvelable nécessaire à la construction varie d'un facteur 2.**
- **L'énergie non renouvelable d'exploitation dépend, dans une très large mesure, des modes de production de la chaleur et de l'électricité.**



2. Les infrastructures – les impacts des réseaux

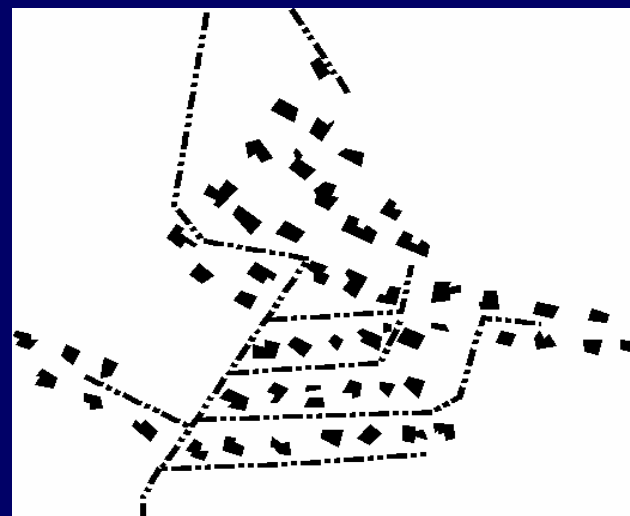
Comparaison: Village— En Lèvremont



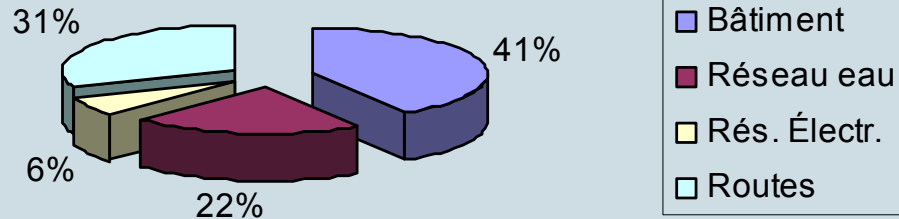
Village



En Lévremont



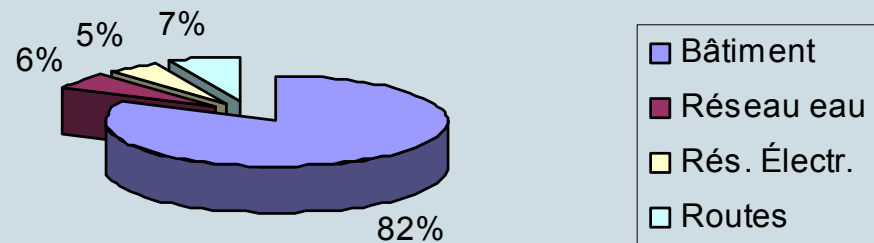
Phase de construction



Energie non renouvelable de construction:
220 MJ/m² an

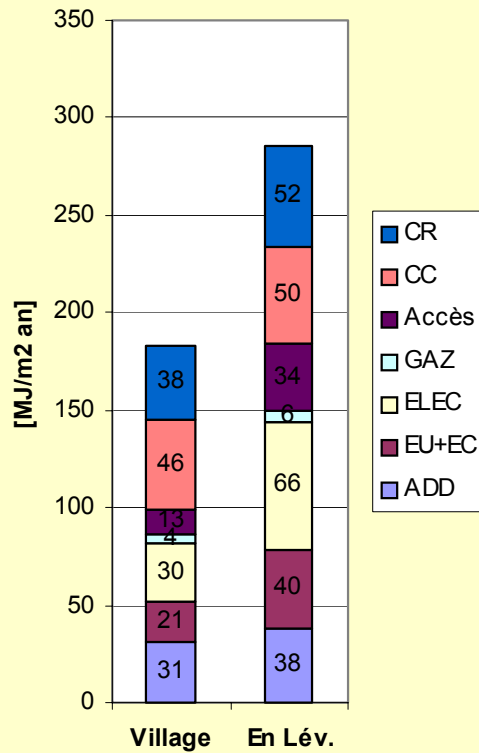
Energie non renouvelable d'exploitation:
760 MJ/m² an

Phase d'exploitation

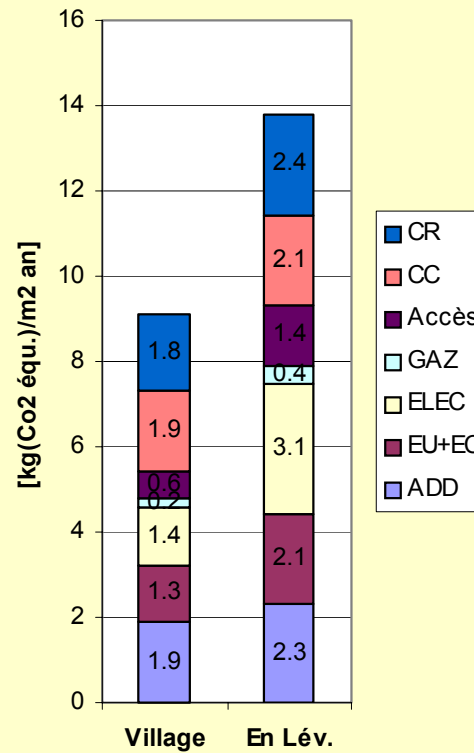


Impacts relatifs des réseaux

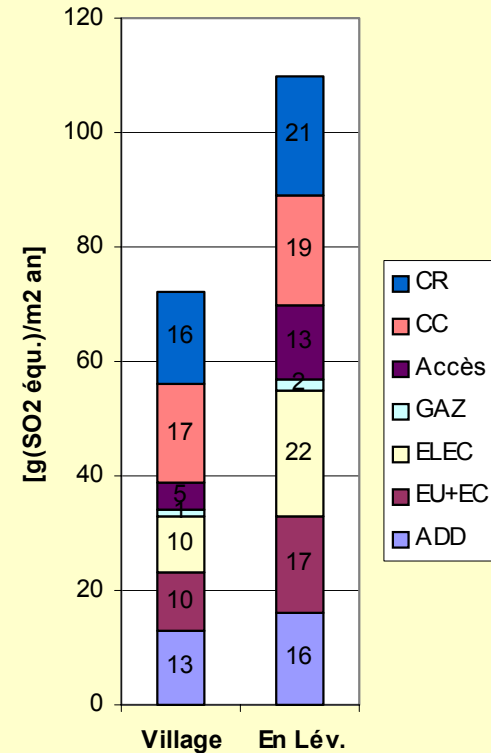
ENR tous les réseaux



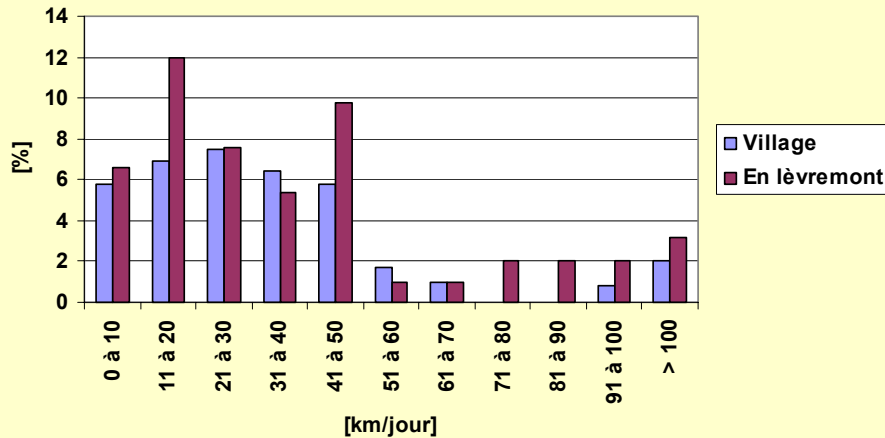
GWP tous les réseaux



AP tous les réseaux



Pendularité totale en voiture



Voiture

Village: 14 km/p jour

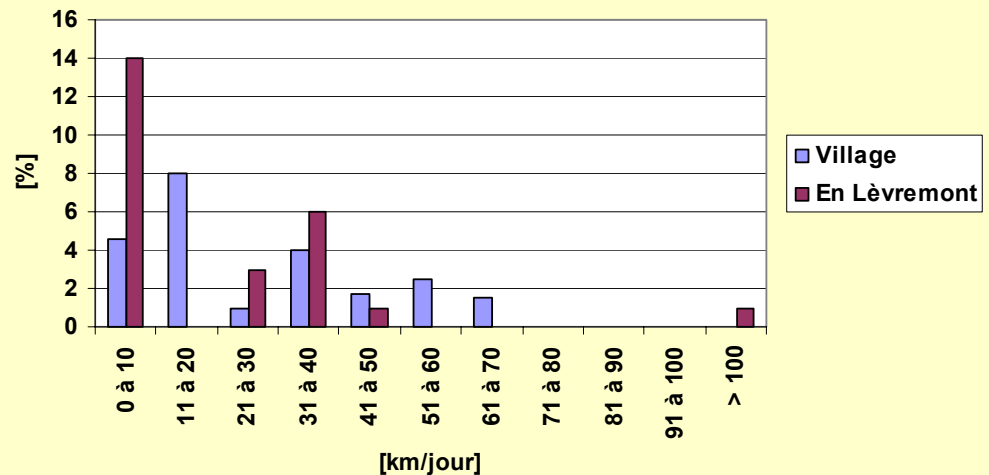
En Lèvremont: 23 km/p j

Transports publics

Village: 6.2 km/p jour

En Lèvremont: 6 km/p j

Pendularité totale en transports publics



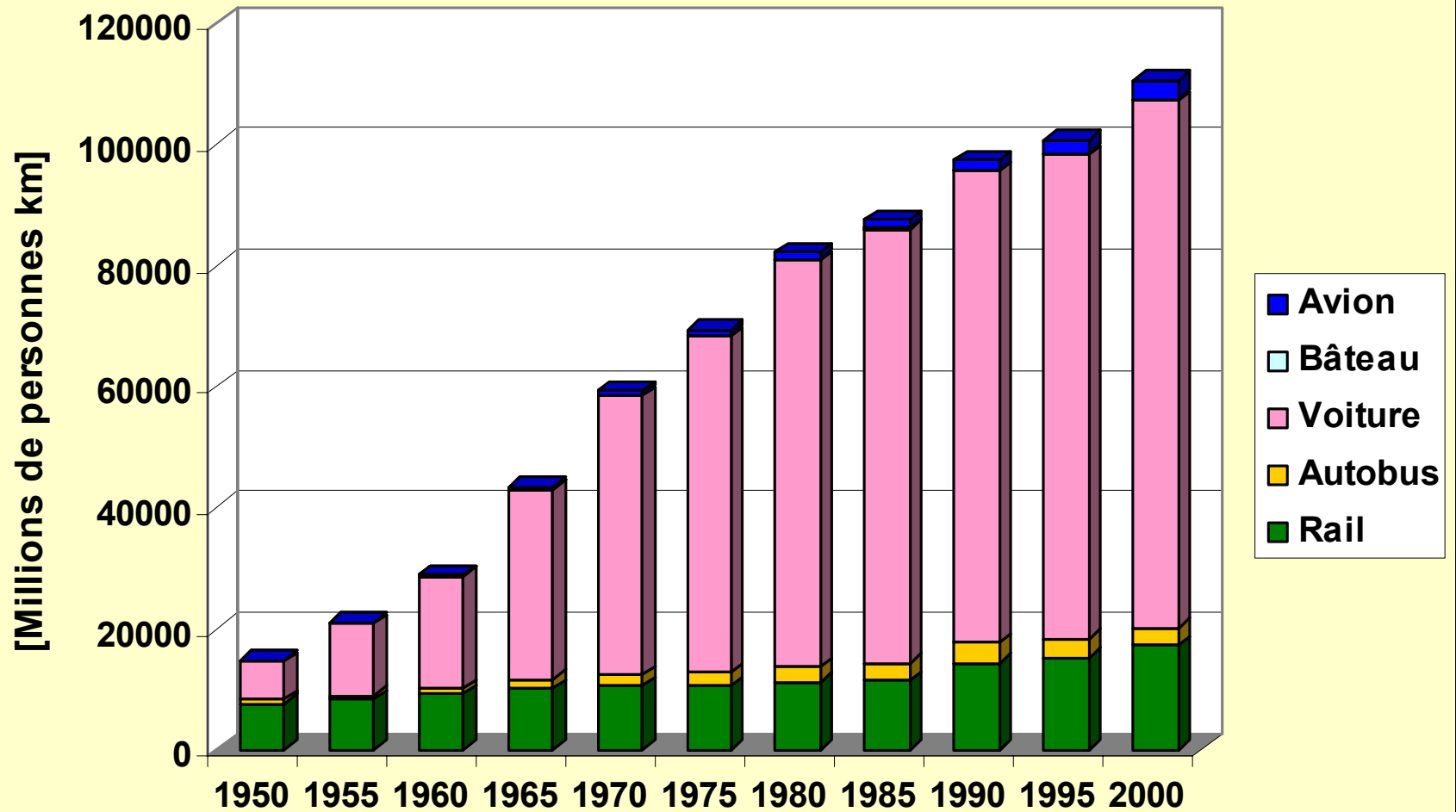
Impacts des réseaux - Conclusions

- **En phase de construction, l'énergie nécessaire à la réalisation des réseaux est de 30% supérieure à celle nécessaire à la construction des bâtiments.**
- **Par contre, en phase d'exploitation, les besoins en énergie des bâtiments sont beaucoup plus élevés que les besoins des réseaux (entretien et exploitation).**
- **Un habitat peu dense augmente de manière sensible les impacts des réseaux ainsi que les besoins en mobilité des personnes.**

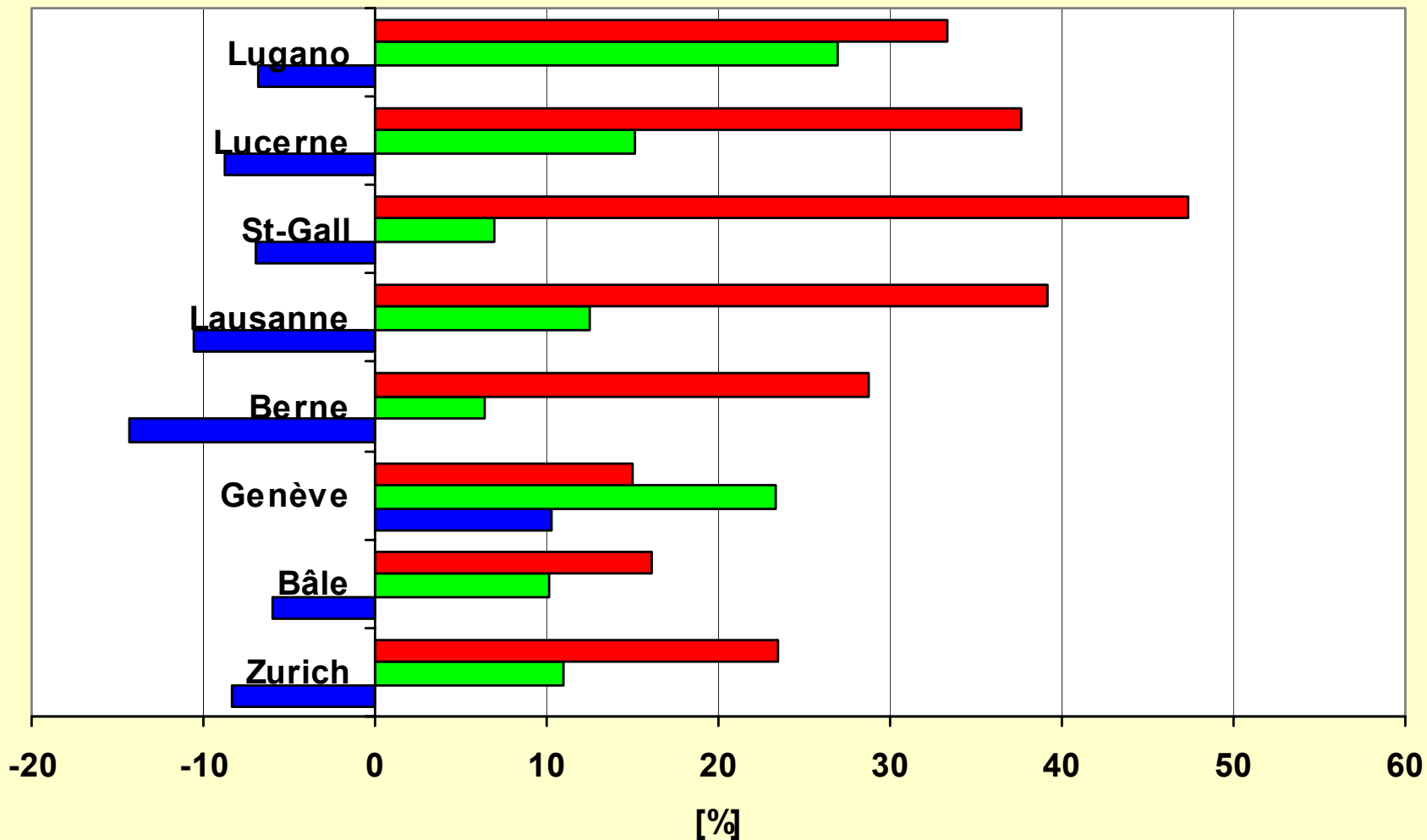


3. Mobilité induite

Evolution du transport de personnes en Suisse

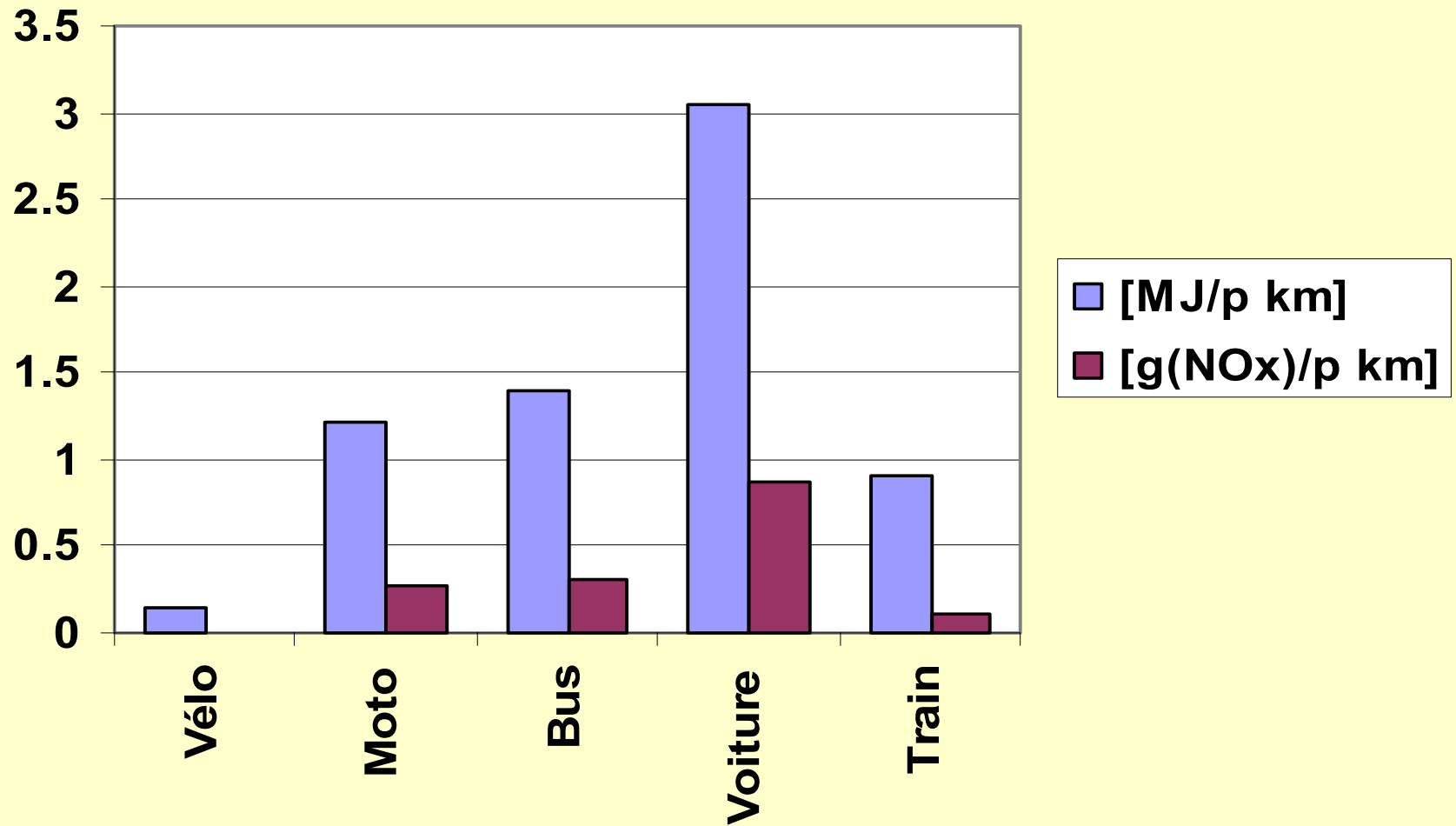


Evolution de la population et des pendulaires de 1980 à 1997

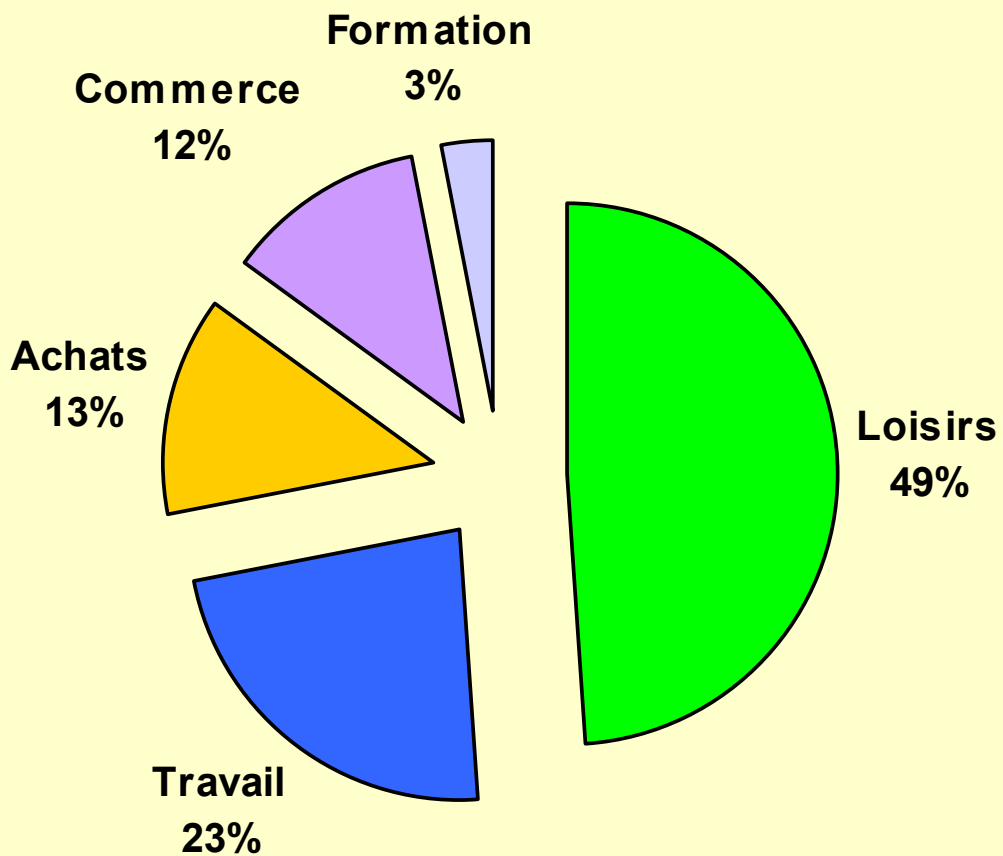


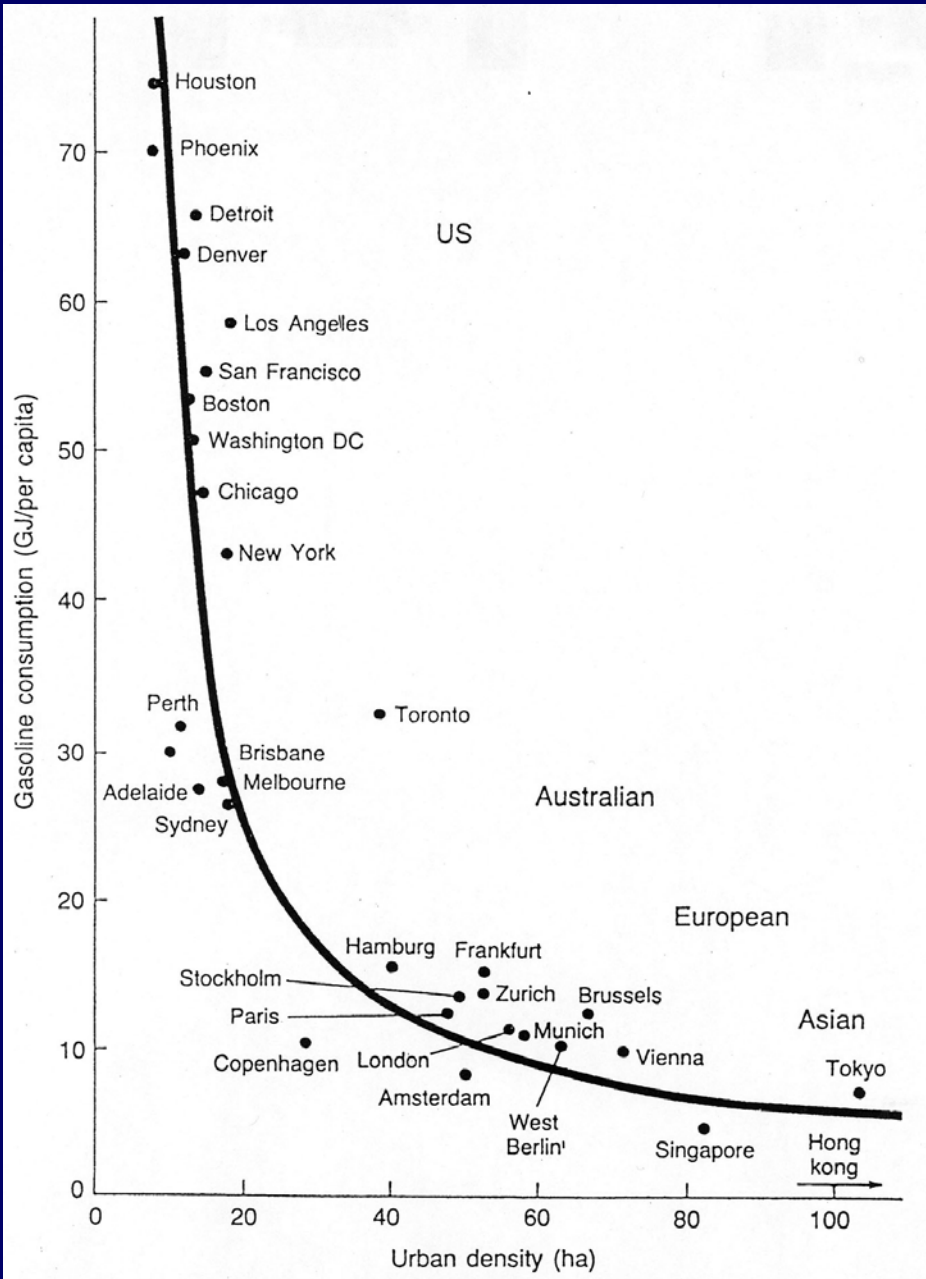
■ Ville ■ Agglomération ■ Pendulaires

Impacts environnementaux selon le mode de déplacement



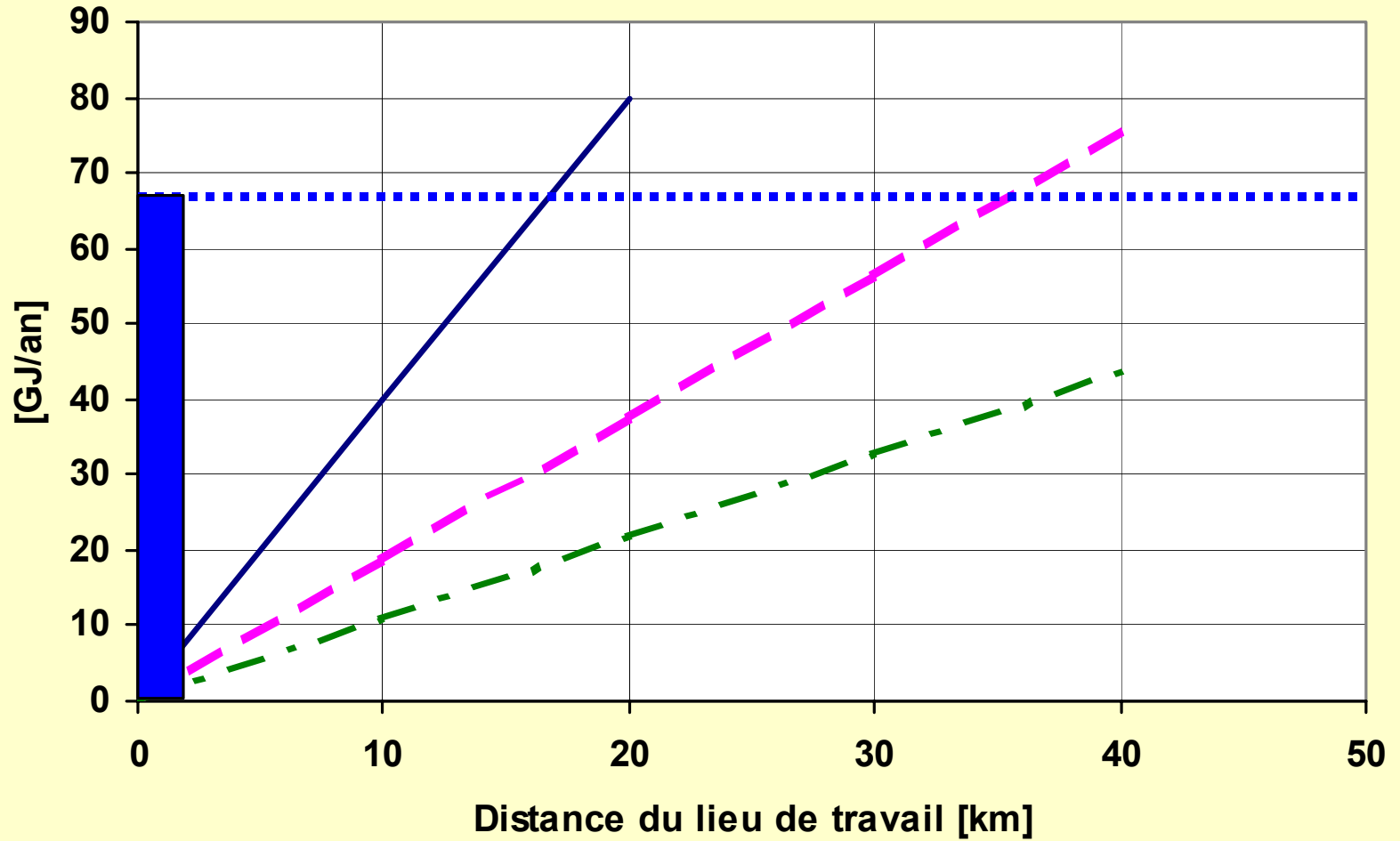
Motifs de déplacement des personnes





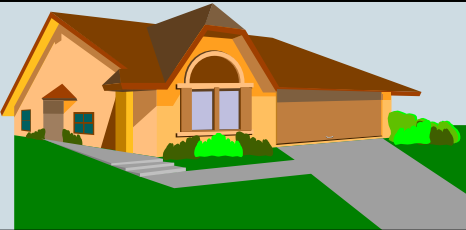
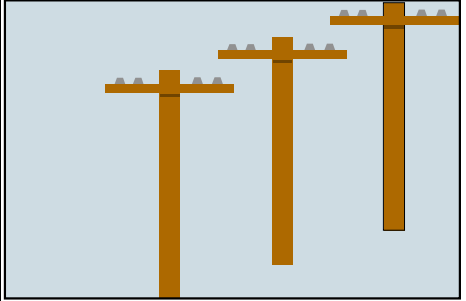
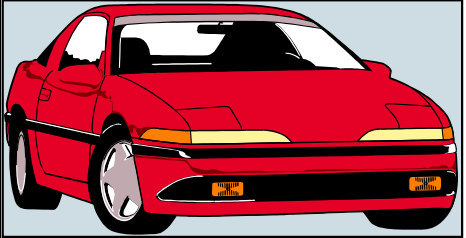
Relation entre la consommation de carburant et la densité urbaine (habitants par ha)

Impact des transports



— Voiture — Tram - . - Bus

Habiter, se déplacer: quels impacts

	NRE		AP		
	[MJ/m2 an]	[%]	[g(SO2)/m2 an]	[%]	
	Construction	90	50		
	Entretien + rénovation	70	45		
	Total	160	9%	95	21%
	Exploitation				
	Chauffage (gaz)	400	25		
	Eau chaude	150	10		
	Electricité	200	10		
	Total	750	43%	45	10%
	Réseaux				
	Routes	120	45		
	Eau + gaz	70	30		
	Electricité	50	15		
	Total	240	14%	90	20%
	Mobilité				
	SRE = 118 m2/ménage 14'000 km/an				
	Total	600	34%	225	49%

Mobilité induite - Conclusions

- **En 50 ans, la mobilité des personnes a augmenté d'un facteur 7.**
- **Le choix de la localisation d'une construction a un impact direct et important sur la mobilité.**
- **Il convient de redonner vie aux villes:**
 - **Mixité des activités et des personnes**
 - **Densification des constructions**
 - **Préservation des espaces verts**
 - **Offre attrayante en transports publics**
 - **Ecomobilité**