

**La vitesse
généralisée ?**

Avant Jean-Pierre DUPUY (La trahison de l'opulence, 1976)
Avant Ivan ILLITCH (Energie et Equité, 1973)

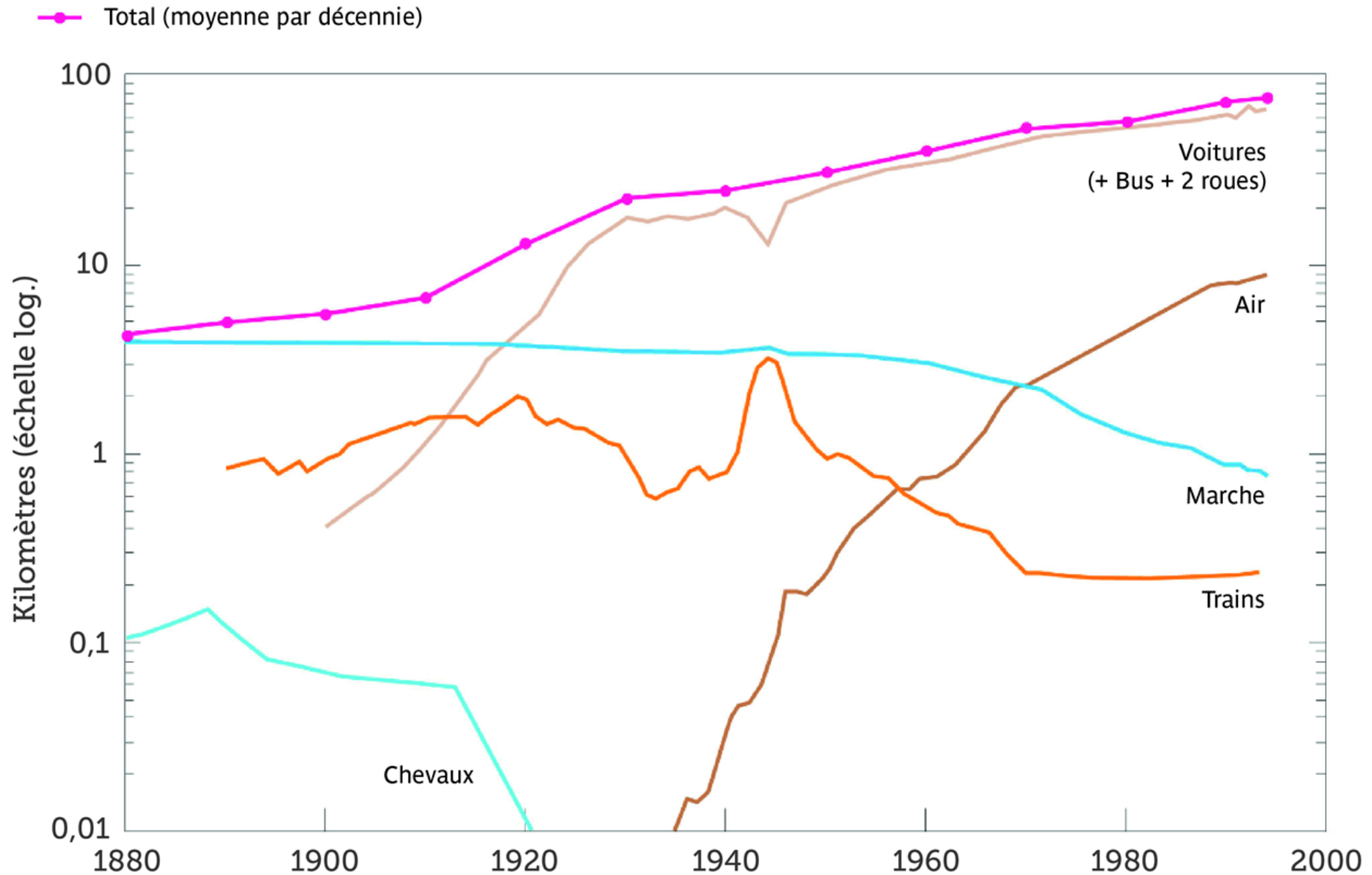
On me dit: "Je m'étonne que vous ne mettiez pas d'argent de côté. Vous adorez voyager. Vous pourriez prendre le chemin de fer et aller à Fitchburg aujourd'hui, histoire de voir le pays." Mais je suis plus avisé que cela. J'ai appris que le voyageur le plus rapide est celui qui marche à pied. Alors je dis à mon ami: "Faisons la course et voyons un peu lequel de nous deux atteindra cette destination le premier. La distance est de trente miles; le billet coûte quatre-vingt-dix cents – soit presque une journée de salaire. Je me souviens du temps où les salaires étaient de soixante cents par jour pour les ouvriers qui travaillaient précisément sur cette liaison. Bien. Si je me mets en route maintenant, à pied, j'arriverai à Fitchburg avant la nuit; c'est un rythme de marche que j'ai déjà soutenu durant des

semaines entières. Pendant ce temps, vous aurez dû d'abord gagner de quoi payer le billet, et vous arriverez à bon port demain, ou peut-être ce soir, si vous avez la chance de trouver du travail de bonne heure. Au lieu d'aller à Fitchburg, vous resterez ici à travailler pendant une grande partie de la journée. Ainsi donc, quand bien même le chemin de fer ferait le tour du monde, je crois que je persisterais à demeurer en tête de notre course – et pour ce qui est de voir du pays et engranger d'autres expériences vécues du même genre, je me verrais forcé de cesser définitivement de vous fréquenter.

... Henry David THOREAU

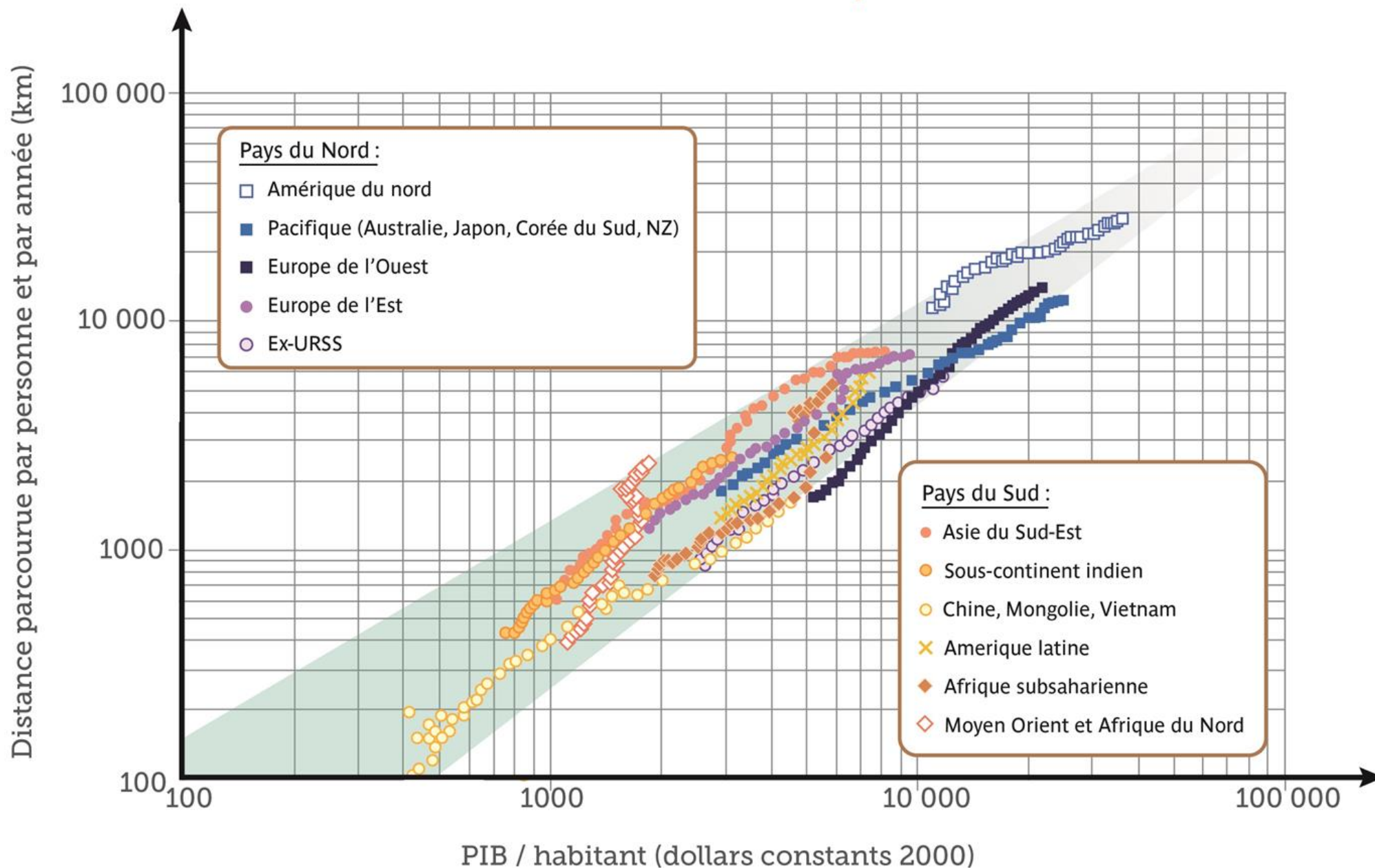
(Walden, 1854) ou
« *La vie dans les bois* »

Évolution des distances parcourues en km par personne et par jour depuis 1880 aux États-Unis



Source Yves Crozet Economiste IEP Lyon dans Forum Vies Mobiles « Vitesse des déplacements »

Modèle de Schäfer : la relation entre PIB et distance parcourue entre 1950 et 2005



Voiture contre bicyclette

En ajoutant

- le temps de déplacement
- les temps accessoires (entretien, achats de carburant, bouchons, incidents,...)
- le temps passé à travailler pour financer l'acquisition et l'utilisation du vélo ou de la voiture
- on peut estimer une vitesse généralisée :

Catégorie socioprofessionnelle	Bicyclette	Citroën 2CV	Simca 1301	Citroën DS21
Cadre supérieur (Paris)	14	14	14	12
Employé (ville moyenne)	13	12	10	08
Ouvrier spécialisé (ville moyenne)	13	10	08	06
Salarié agricole (commune rurale)	12	08	06	04

TABLEAU 1. - *Vitesse généralisée en km/h, selon J.-P. Dupuy (1975).*

L'évolution technique a fait progresser la vitesse généralisée de la voiture :
 L'heure de travail au SMIC permettait d'acheter 3 litres d'essence en 1970 contre 5/7 aujourd'hui
 Et la consommation unitaire des voitures a été divisée par 2 ...
 ...mais la voiture reste au même niveau que la bicyclette

Tableau 2. Calcul de la vitesse généralisée, selon P. J. TRANTER (2004)

Pour 15000 kms par an

(Australie)

	Voiture de luxe	4x4	Voiture de gamme moyenne	Voiture de bas de gamme	Transport public	Bicy- clette
Coûts annuels (\$ australiens*)	14 161	17 367	9 753	5 857	966	500
Temps annuel de travail pour payer ces coûts** (h)	644	790	444	266	44	23
Vitesse moyenne de déplacement (km/h)	45	45	45	45	25	20
Temps annuel de déplacement (h)	333	333	333	333	600	750
Temps annuel consacré aux activités complémentaires (marche jusqu'au véhicule, entretien, etc.)	51	51	50	51	60	55
Temps annuel total (h)	1028	1174	827	650	704	828
Vitesse généralisée (km/h)	14,6	12,8	18,1	23,1	21,3	18,1

* 1 \$ australien \approx 0,60 €. ** Sur la base d'un revenu annuel de 40 100 \$.

Limites du raisonnement

- . A court terme, temps de déplacement et temps de travail ne sont pas substituables : les contraintes donnent l'avantage à une vitesse effective de déplacement élevée
- . Il n'y a pas d'équivalence exacte entre l'heure de déplacement et l'heure de travail incluant une dimension d'intégration sociale : difficile d'imaginer de passer des heures à bicyclette pour économiser du temps de travail
- . Les calculs reposent sur des moyennes qui masquent des disparités entre trajet en ville et trajet interurbain, pour lequel la vitesse généralisée de la voiture serait sans doute supérieure à celle du cycliste

Un peu de formalisme

d = distance parcourue en km

k = coût kilométrique du transport en €/km

w = valeur du temps = salaire horaire en €/h

V = vitesse moyenne = d/T_d

T_d = temps de déplacement = d/V

T_w = temps de travail pour payer le coût privé = $d \cdot k/w$

...d'où les 3 concepts :

V_g = vitesse généralisée = $d/(T_d + T_w) = V \cdot w/(w + kV)$

qu'on peut aussi écrire $V_g = \frac{1}{\frac{1}{V} + \frac{k}{w}}$

Coût généralisé

Temps généralisé = $T_d + T_w$

Vitesse généralisée

$$C_g = w \times T_g = \frac{d \times w}{V_g}$$

$$T_g = \frac{C_g}{w} = \frac{d}{V_g}$$

$$V_g = \frac{d}{T_g} = \frac{d \times w}{C_g}$$

Tableau 3. Coût, temps et vitesse généralisés
(Source Frédéric HERAN, Université de Lille)

	Coût généralisé	Temps généralisé	Vitesse généralisée
Définition	$C_g = C_p + C_t$ $= (d \times k) + (w \times T_d)$ $= d \times \left(k + \frac{w}{V}\right)$	$T_g = T_d + T_w = \frac{C_g}{w}$ $= d \times \left(\frac{1}{V} + \frac{k}{w}\right)$	$V_g = \frac{d}{T_g} = \frac{d \times w}{C_g}$ $= \frac{1}{\frac{1}{V} + \frac{k}{w}}$
Conséquences	$C_g > C_p$ $C_g > C_t$	$T_g > T_d$ $T_g > T_w$	$V_g < V$
Quand $d \uparrow$	$C_g \uparrow$	$T_g \uparrow$	$V_g \rightarrow$
Quand $w \uparrow$	$C_g \uparrow$	$T_g \downarrow$	$V_g \uparrow$
Quand $k \uparrow$	$C_g \uparrow$	$T_g \uparrow$	$V_g \downarrow$
Quand $V \uparrow$	$C_g \downarrow$	$T_g \downarrow$	$V_g \uparrow$
Quand $V \rightarrow 0$	$C_t \rightarrow \infty$ $C_g \rightarrow \infty$	$T_d \rightarrow \infty$ $T_g \rightarrow \infty$	$V_g \rightarrow 0$
Quand $V \rightarrow \infty$	$C_t \rightarrow 0$ $C_g \rightarrow C_p$	$T_d \rightarrow 0$ $T_g \rightarrow T_w$	$V_g \rightarrow \frac{w}{k}$

avec C_g : coût généralisé du déplacement
 C_p : coût privé du déplacement
 C_t : coût du temps de déplacement

T_g : temps généralisé du déplacement
 T_d : temps de déplacement
 T_w : temps de travail pour payer le coût privé

V_g : vitesse généralisée

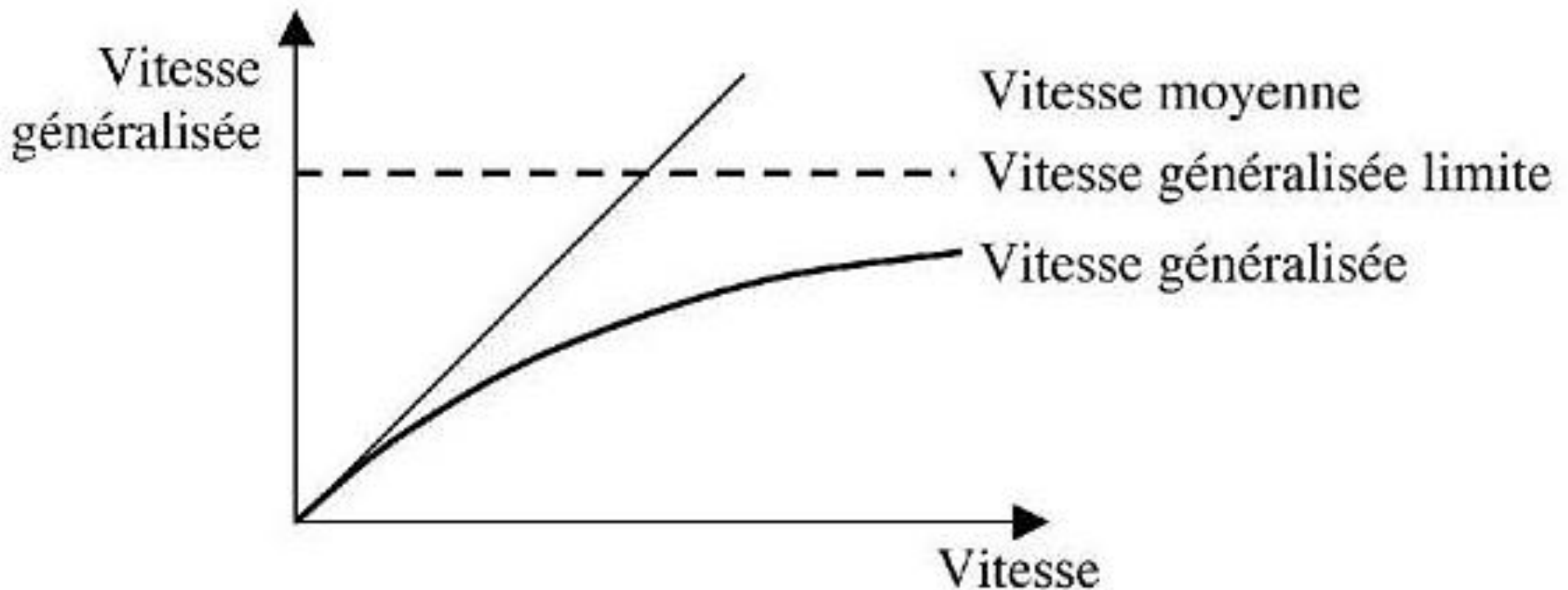
et V : vitesse moyenne ($V = d / T_d$)
 d : distance parcourue

k : coût kilométrique
 w : valeur du temps \approx salaire horaire

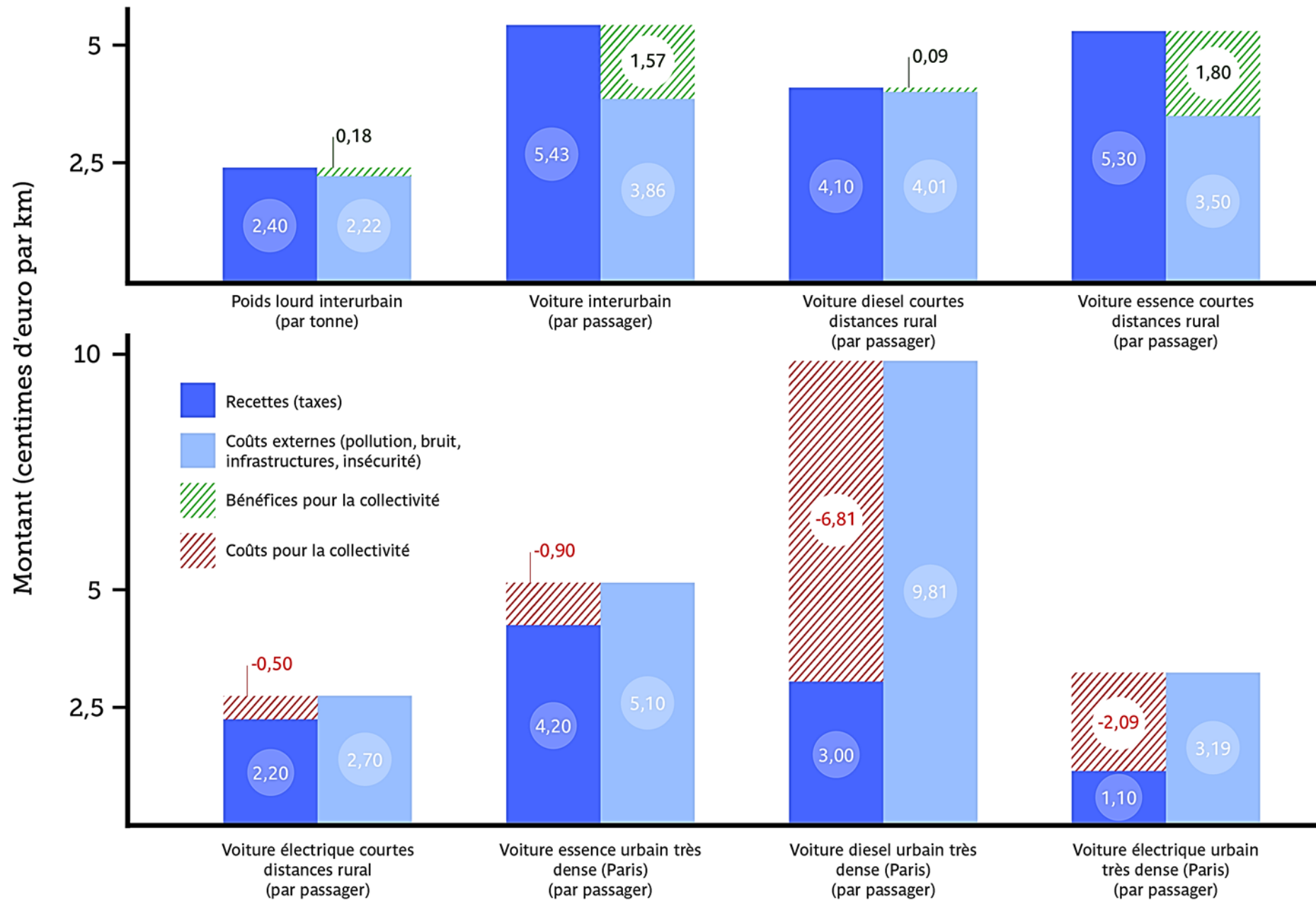
La vitesse généralisée limite

La formule révèle immédiatement que plus la vitesse de déplacement augmente plus la vitesse généralisée s'en éloigne, et que même pour une vitesse infinie la vitesse généralisée ne dépassera jamais w/k , c'est-à-dire le rapport entre le salaire horaire et le coût kilométrique :

A salaire élevé, la vitesse généralisée est aussi plus élevée, car on peut acheter un coût kilométrique plus cher pour aller plus vite plus loin !



Coûts et bénéfices externes de la route par mode de transport en 2015



La vitesse généralisée sociale

Une vitesse des transports accroît fortement les nuisances au-delà de 30 à 60 km/h :
bruit, pollution, accidents, étalement urbain et ségrégation, ...

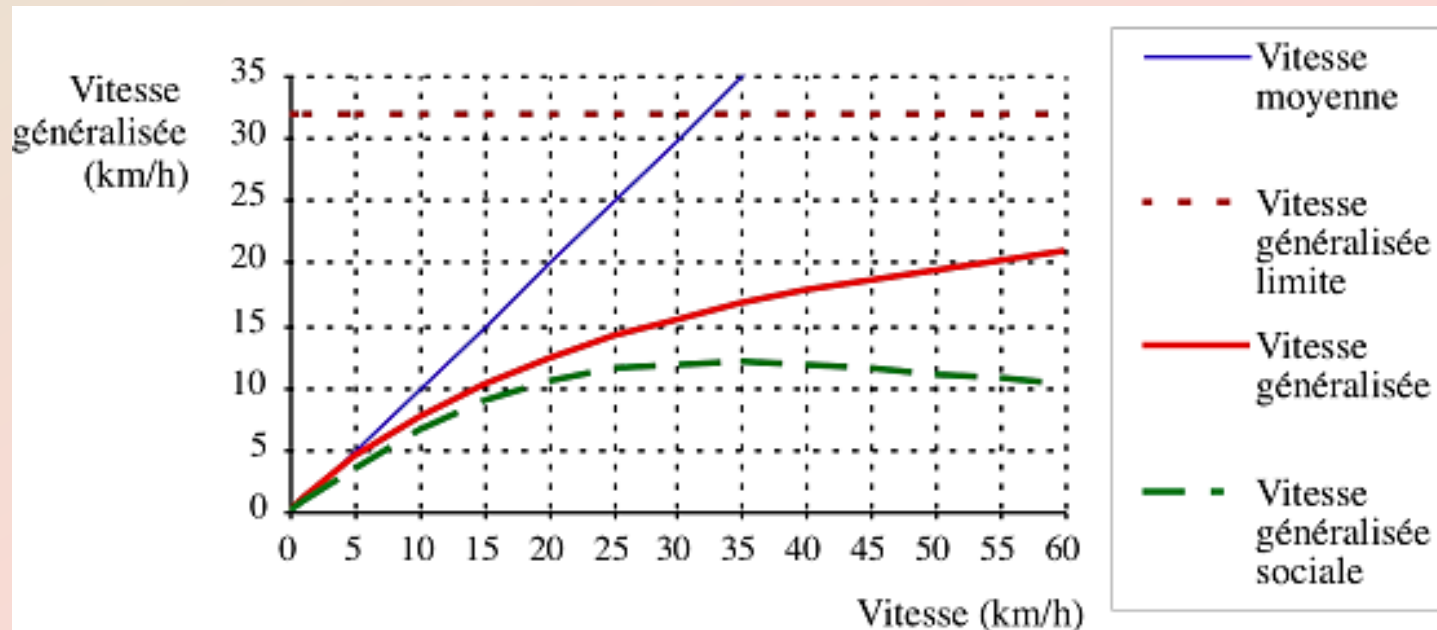
mais une vitesse très faible également : pollution, congestion, consommation d'espace

Sur le strict plan monétaire, le gain de temps est contrebalancé par les coûts de carburant et nuisances externes qui augmentent plus que proportionnellement : la vitesse optimale sur le réseau interurbain (hors autoroute) serait de 84 km/h (L.Carnis/INRETS 2004)

La vitesse généralisée sociale dépend d'un coût kilométrique qui intègre les effets négatifs de la vitesse selon une formule du type

$$ks = \frac{a}{V} + bV + cV^2$$

d'où une vitesse optimale selon les types de réseaux



Une estimation sur la base des temps de déplacement totaux

Tableau 4. Vitesse généralisée du vélo et de la voiture en France en 2003

(Source Frédéric HERAN, Université de Lille) Hypothèses : a=5 b=0,015

	Données / Calcul	Unité	Vélo	Auto
Vitesse moyenne	V	km/h	14	40
Salaire horaire net moyen d'un salarié français	w	€/h	12,10	12,10
Coût kilométrique	k	€/km	0,13	0,38
Vitesse généralisée	$V_g = 1 / [(1/V) + (k/w)]$	km/h	12,2	17,7
Vitesse généralisée limite	$V_{gl} = w/k$	km/h	93,1	31,8
Parcours annuels par véhicule	d_a	km/an	2 000	13 800
Coût privé annuel d'un véhicule	$C_{p_a} = d_a * k$	€/an	260	5 244
Temps de travail annuel pour payer le coût privé	$T_{w_a} = C_{p_a} / w$	h/an	21	433
Temps des déplacements par an	$T_{d_a} = d_a / V$	h/an	143	345
Temps généralisé des déplacements par an	$T_{g_a} = T_{d_a} + T_{w_a}$	h/an	164	778
Temps généralisé des déplacements par jour	$T_g = T_{g_a} / 365$	h/j	0,45	2,13
Coût kilométrique social	$k_s = (a/V) + bV$	€/km		0,73
Vitesse généralisée sociale	$V_{gs} = 1 / [(1/V) + (k_s/w)]$	km/h		11,8
Vitesse optimale	$V_o = \sqrt{(w + a) / b}$	km/h		34