

# Economie des transports

(cours 7/9)

Master TLTE - Université Paris 4  
Année 2016 – 2017

Martin Koning - IFSTTAR SPLOTT  
martin.koning@ifsttar.fr

# Plan du cours

- Cours 1 : Introduction
- Cours 2 : Transports de marchandises
- Cours 3 : Transports de voyageurs
- Cours 4 : Transports urbains
- Cours 5 : Coûts sociaux des transports
- Cours 6 : Politiques publiques
- Cours 7 : Exemples de calculs socio-éco
- Cours 8 : Transports et choix de localisation
- Cours 9 : Examen

# Plan du cours 7

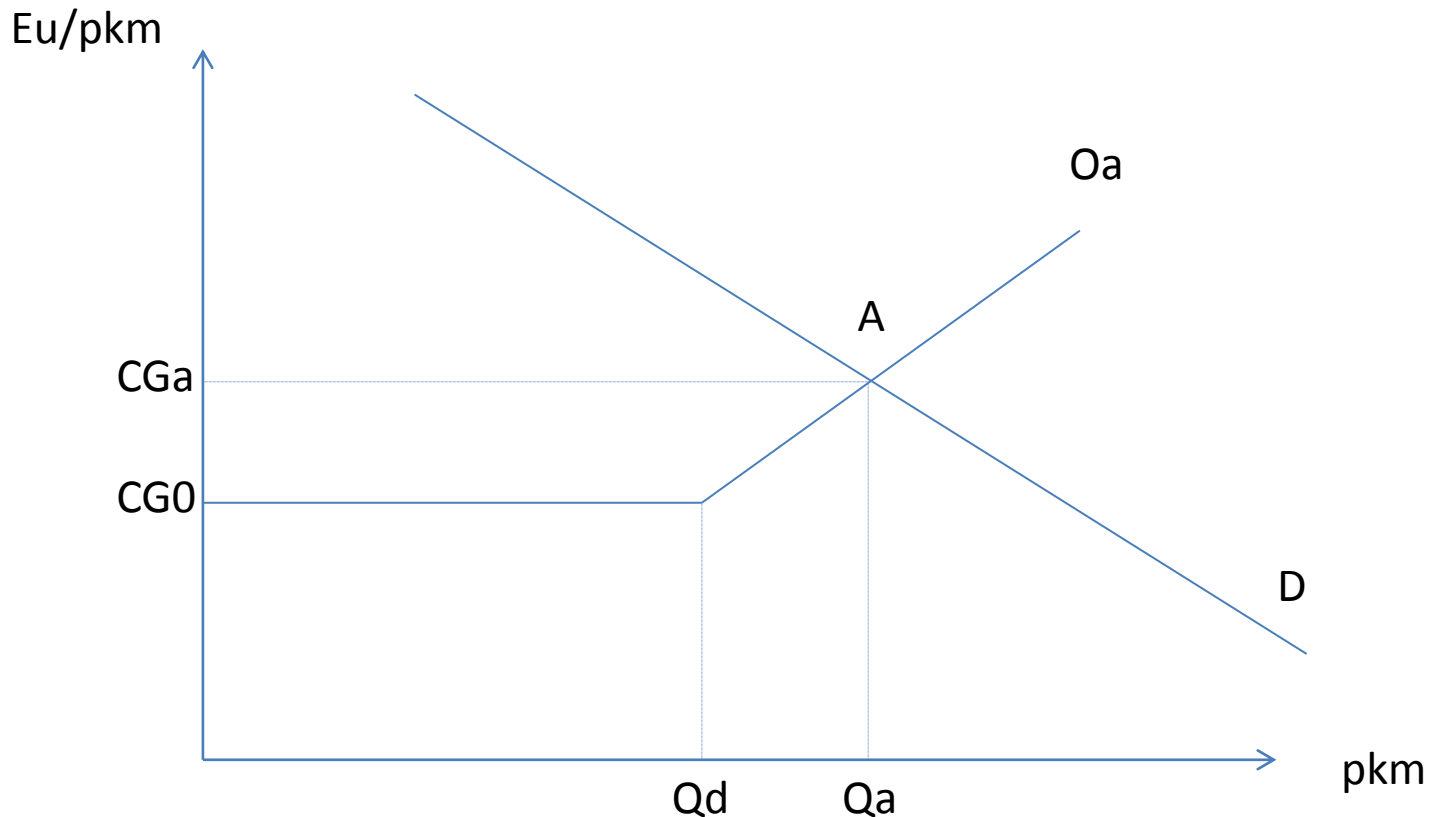
- Partiel 2014
- Partiel 2013
- Partiel 2015
- Remarque : chaque exercice propose un cadre d'analyse différent (à bien comprendre !)

# Exercice 1 - énoncé

- On considère une ville équipée de métros
- Bien que le réseau accueille 100000 passagers\*kilomètres (pkm) par jour, les autorités souhaiteraient dynamiser son utilisation (pour attirer des automobilistes et améliorer l'environnement)
- La municipalité met en place une politique active :
  - Réduction du prix du titre de transport
  - Amélioration de la fréquence des métros
  - Hausse de la vitesse de circulation des métros
  - Des nouveaux wagons pouvant accueillir plus de voyageurs
- Cette politique semble être un succès, la fréquentation quotidienne ayant triplé (300000 pkm/jour)

# Exercice 1 - énoncé

- Après avoir commenté le graphique ci-dessous, illustrez et discutez les changements intervenus sur le « marché » de l'utilisation des métros

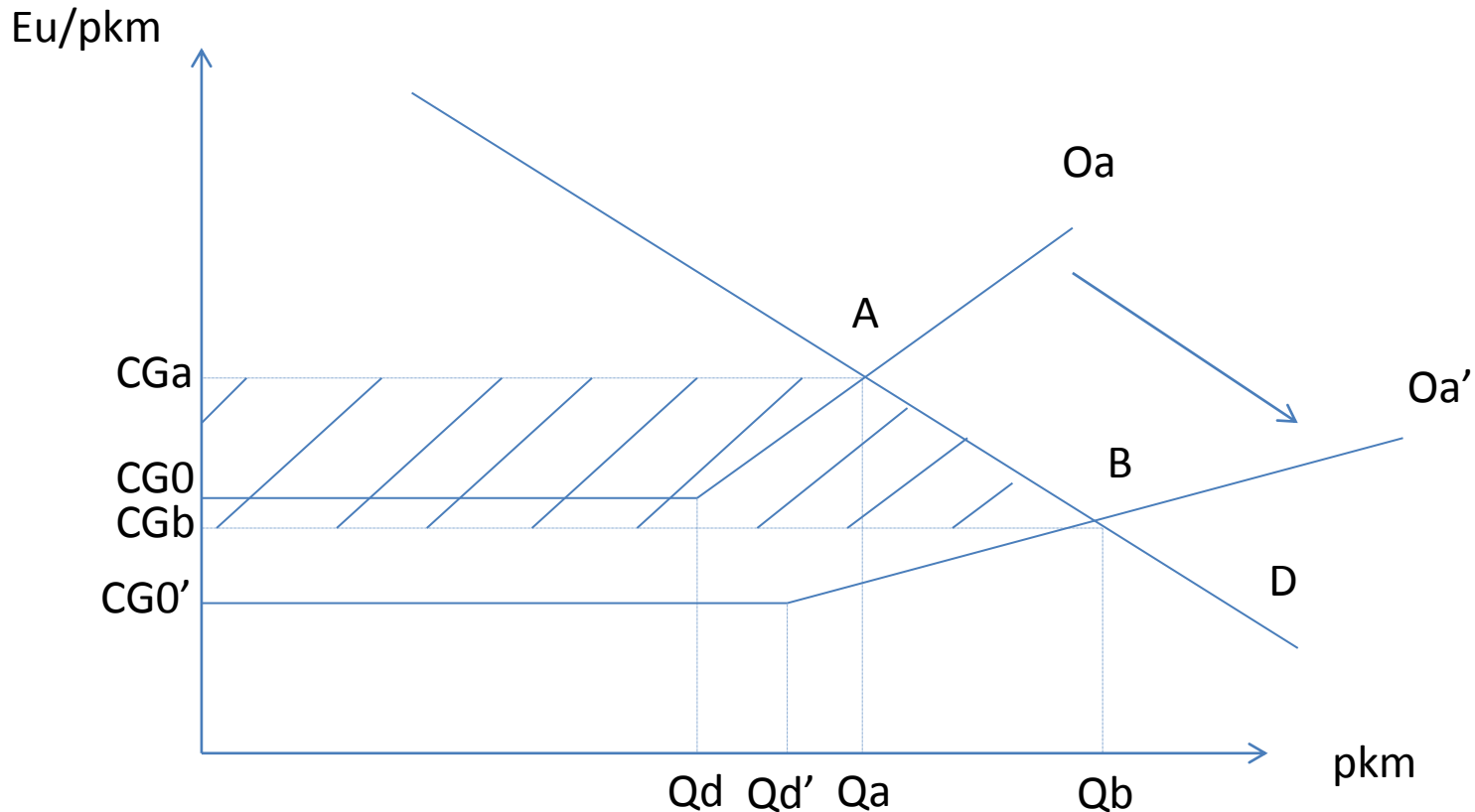


# Exercice 1 - corrigé

- Fonction de coûts ( $O_a$ ) :
  - Jusqu'à  $Q_d$ , elle ne dépend pas du niveau de trafic car tout le monde peut s'asseoir ; l'ordonnée à l'origine ( $CG_0$ ) correspond donc à la somme du titre de transport et du temps (voyage, attente) monétarisé
  - Passé  $Q_d$ , la fonction  $O_a$  est croissante avec le trafic car congestion dans les wagons (le temps est plus pénible et plus coûteux)
- Fonction de demande :
  - Décroissante avec le trafic car plus on se déplace, plus le bénéfice marginal des usagers diminue
- Equilibre initial :
  - En A avec  $Q_a (=100000)$  pkm réalisés au coût  $CG_a$
- Effets de la politique :
  - La baisse du prix des billets, la hausse des fréquences et la vitesse supérieure des métros font baisser l'ordonnée à l'origine ( $CG_0'$ )
  - Les nouveaux wagons changent la pente de  $O_a$ , ainsi que  $Q_d$

# Exercice 1 - corrigé

- La baisse du coût généralisé attire des voyageurs dans les métros
- Nouvel équilibre en B :  $Q_b$  (=300000) pkm réalisés au coût  $CG_b$
- Gains de surplus économique des usagers : surface  $CG_aABCGB$



# Exercice 1 - énoncé

- En vous aidant de la formule et des paramètres, calculez la variation du surplus économique des usagers des métros (300 j/an) :

$$CG = m + W_a * t_a + W_v * t_v * (1 + 0,2 * q)$$

- q=densité dans les wagons, m=dépenses monétaires, Wa=coût d'opportunité du temps d'attente (=ta), Wv=coût d'opportunité du temps en véhicule (=tv)

	Avant	Après
Fréquentation quotidienne	100000 <u>pkm</u>	300000 <u>pkm</u>
Titre de transport	0.30 eu/ <u>pkm</u>	0.20 eu/ <u>pkm</u>
Coût exploitation métros	0.50 eu/ <u>pkm</u>	0.50 eu/ <u>pkm</u>
Temps d'attente	4 min/ <u>pkm</u>	3 min/ <u>pkm</u>
Temps en véhicule	3 min/ <u>pkm</u>	2 min/ <u>pkm</u>
Densité de passagers en véhicule	2 <u>pass/m<sup>2</sup></u>	1.5 <u>pass/m<sup>2</sup></u>
Valeur du temps d'attente	30 eu/heure	
Valeur du temps en véhicule	15 eu/heure	
Coût opportunité fonds publics	1.25	
Taxe Intérieure sur les Produits Pétroliers	0.10 eu/ <u>pkm</u>	
Taux d'actualisation	4.5%	
Coût marginal polluants locaux voiture	0.08 eu/ <u>pkm</u>	
Coût marginal CO2 voiture	0.04 eu/ <u>pkm</u>	
Coût marginal bruit voiture	0.03 eu/ <u>pkm</u>	
Coût marginal congestion voiture	0.10 eu/ <u>pkm</u>	
Part du trafic subissant la congestion	30%	



# Exercice 1 - corrigé

- On peut écrire :  $CG_a = 0.3 + \frac{30}{60} * 4 + \frac{15}{60} * 3 * (1 + 0.2 * 2) = 3.35 \text{ eu/pkm}$
- Et :  $CG_b = 0.2 + \frac{30}{60} * 3 + \frac{15}{60} * 2 * (1 + 0.2 * 1.5) = 2.35 \text{ eu/pkm}$
- Attention :  $W_a$  et  $W_b$  sont en euros/h, il faut diviser par 60
- Au final, on trouve donc :  $\Delta CG = -1 \text{ eu/pkm}$
- On a les coordonnées nécessaires au calcul de  $CG_a$   $CG_b$   $AB$  :

$$\Delta \text{Surplus} = 300 * (100000 * 1 + 1 * 200000 * 0.5) = 60M \text{ euros}$$

- Les gains de surplus sont de 60 M euros/an
- $100000 * 1$  correspond aux gains des 100000 pkm présents avant la politique (le rectangle) et  $200000 * 1 * 0,5$  aux gains des 200000 nouveaux pkm (le triangle)

# Exercice 1 - énoncé

- Tous les nouveaux usagers des métros utilisaient auparavant une voiture
- En vous aidant des paramètres, calculez la variation annuelle des externalités émises (300 j/an)

	Avant	Après
Fréquentation quotidienne	100000 <u>pkm</u>	300000 <u>pkm</u>
Titre de transport	0.30 eu/ <u>pkm</u>	0.20 eu/ <u>pkm</u>
Coût exploitation métros	0.50 eu/ <u>pkm</u>	0.50 eu/ <u>pkm</u>
Temps d'attente	4 min/ <u>pkm</u>	3 min/ <u>pkm</u>
Temps en véhicule	3 min/ <u>pkm</u>	2 min/ <u>pkm</u>
Densité de passagers en véhicule	2 <u>pass/m<sup>2</sup></u>	1.5 <u>pass/m<sup>2</sup></u>
Valeur du temps d'attente	30 eu/heure	
Valeur du temps en véhicule	15 eu/heure	
Coût opportunité fonds publics	1.25	
Taxe Intérieure sur les Produits Pétroliers	0.10 eu/ <u>pkm</u>	
Taux d'actualisation	4.5%	
Coût marginal polluants locaux voiture	0.08 eu/ <u>pkm</u>	
Coût marginal CO2 voiture	0.04 eu/ <u>pkm</u>	
Coût marginal bruit voiture	0.03 eu/ <u>pkm</u>	
Coût marginal congestion voiture	0.10 eu/ <u>pkm</u>	
Part du trafic subissant la congestion	30%	

# Exercice 1 - corrigé

- Très facile car les 200000 nouveaux pkm utilisaient tous la voiture auparavant
- On trouve donc :

$$\Delta X = 300 * (200000 * (0,08 + 0,04 + 0,03 + 0,3 * 0,1)) = +10,8 M \text{ euros/an}$$

- Attention : le dernier terme  $(0,3 * 0,1)$  correspond au bénéfice de décongestion, économisé uniquement pour 30% des pkm

# Exercice 1 - énoncé

- Cette politique est non-neutre pour les finances publiques, qu'il s'agisse de l'entreprise en charge de l'exploitation des métros ou du gouvernement central
- Calculez la variation annuelle des finances publiques engendrée par cette politique à l'aide des paramètres présentés dans le tableau

	Avant	Après
Fréquentation quotidienne	100000 <u>pkm</u>	300000 <u>pkm</u>
Titre de transport	0.30 eu/ <u>pkm</u>	0.20 eu/ <u>pkm</u>
Coût exploitation métros	0.50 eu/ <u>pkm</u>	0.50 eu/ <u>pkm</u>
Temps d'attente	4 min/ <u>pkm</u>	3 min/ <u>pkm</u>
Temps en véhicule	3 min/ <u>pkm</u>	2 min/ <u>pkm</u>
Densité de passagers en véhicule	2 <u>pass/m<sup>2</sup></u>	1.5 <u>pass/m<sup>2</sup></u>
Valeur du temps d'attente	30 eu/heure	
Valeur du temps en véhicule	15 eu/heure	
Coût opportunité fonds publics	1.25	
Taxe Intérieure sur les Produits Pétroliers	0.10 eu/ <u>pkm</u>	
Taux d'actualisation	4.5%	
Coût marginal polluants locaux voiture	0.08 eu/ <u>pkm</u>	
Coût marginal CO2 voiture	0.04 eu/ <u>pkm</u>	
Coût marginal bruit voiture	0.03 eu/ <u>pkm</u>	
Coût marginal congestion voiture	0.10 eu/ <u>pkm</u>	
Part du trafic subissant la congestion	30%	

# Exercice 1 - corrigé

- Il y avait un léger piège ici : les finances publiques sont composées des coûts d'exploitation du métro, nettes des recettes, ainsi que des pertes sur la TICPE. Les 200000 pkm qui utilisaient avant la voiture ne paient plus la TICPE
- Avant la politique, les finances publiques étaient à l'équilibre :  
$$300 * 1,25 * (200000 * 0,1 + 100000 * (0,3 - 0,5)) = 0 \text{ M euros/an}$$
- Après la politique :  
$$300 * 1,25 * (300000 * (0,2 - 0,5)) = -33,8 \text{ M euros/an}$$
- La variation annuelle des finances publiques liée à la politique est donc de -33,8 M euros

# Exercice 1 - énoncé

- La mise en œuvre de la politique a nécessité un investissement initial pour l'entreprise publique en charge de l'exploitation des métros d'un montant de 50 M euros (investissement dont la valeur résiduelle sera nulle)
- Après avoir écrit la formule de la Valeur Actualisée Nette des effets générés par la politique sur un horizon de 10 ans (VAN que vous ne pourrez pas calculer avec votre calculatrice mais dans laquelle vous insérerez le maximum d'informations), proposez un indicateur mesurant la rentabilité socio-économique des mesures
- Concluez

# Exercice 1 - corrigé

- Vous aviez tous les éléments à inclure dans la formule de la VAN :

$$VAN = -(50 * 1.25) + \sum_{t=1}^{10} \frac{(60 + 10.8 - 33.8)}{(1 + 0.045)^t}$$

- Attention : le terme  $-(50 * 1,25)$  correspond à l'investissement initial, avec le coût d'opportunité des fonds publics. Il fallait également penser au taux d'actualisation ( $r=4,5\%$ )
- Faute de pouvoir calculer cette VAN, vous deviez comparer les bénéfices annuels nets et le coût annualisé de l'investissement :

$$R = \frac{(60 + 10.8 - 33.8)}{(50 * \frac{1.25}{10})} = \frac{37}{6.25} = 5.92$$

- Chaque euro investi par la puissance publique génère donc un gain de 5.9 euros
- La politique en faveur des métros est « désirable » au regard de l'analyse socio-économique

# Exercice 2 - énoncé

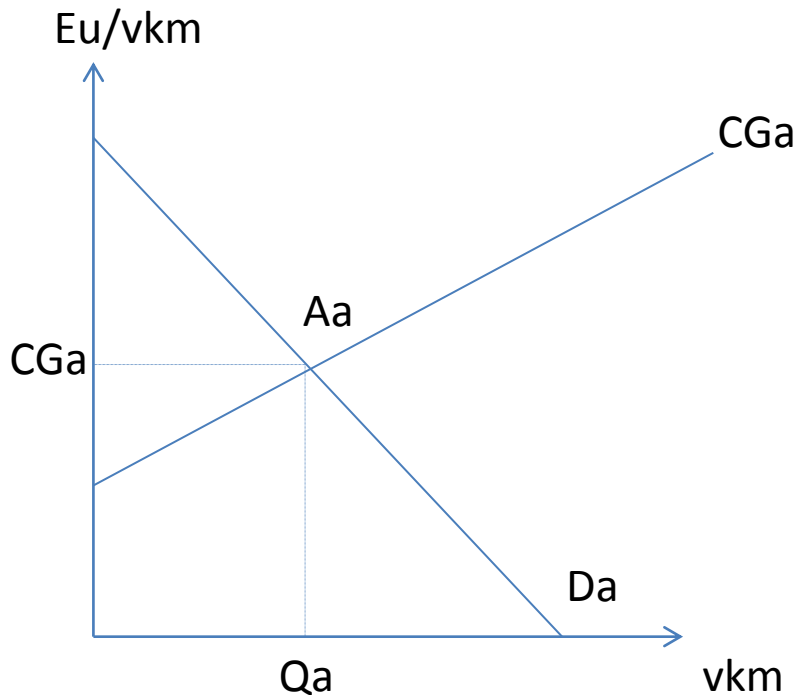
- On considère une ville au sein de laquelle les emplois et les zones de résidence sont reliés par un axe de 5 km qui accueille quotidiennement 20000 voyageurs, soit 100000 vkm
- La répartition modale est en faveur des voitures (90000 vkm), et ce au détriment des vélos (10000 vkm)
- Il n'existe pas de transports publics et les taux d'occupation des véhicules (voitures et vélos) sont égaux à 1
- Suite aux élections municipales, le nouveau maire met en œuvre son programme :
  - Un péage urbain dont doivent s'acquitter les automobilistes est inauguré
  - Des travaux de requalification urbaine, créant des pistes cyclables protégées à partir de la voirie anciennement accessible aux voitures, sont entrepris
- Suite à la politique, la répartition modale a radicalement évolué : voitures et vélos assurent désormais une part égale des déplacements quotidiens



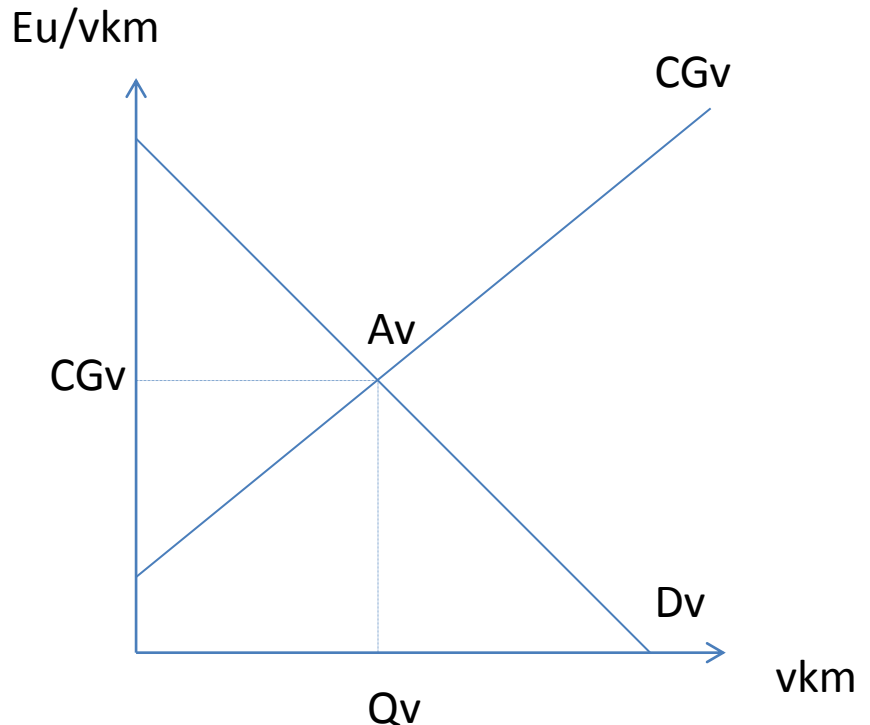
# Exercice 2 - énoncé

- Après avoir décrit graphiquement les modifications intervenues sur les marchés des déplacements automobiles et en vélos, calculez la variation annuelle du surplus des consommateurs en vous aidant des paramètres (voir slide suivant)

Marché des voitures



Marché des vélos



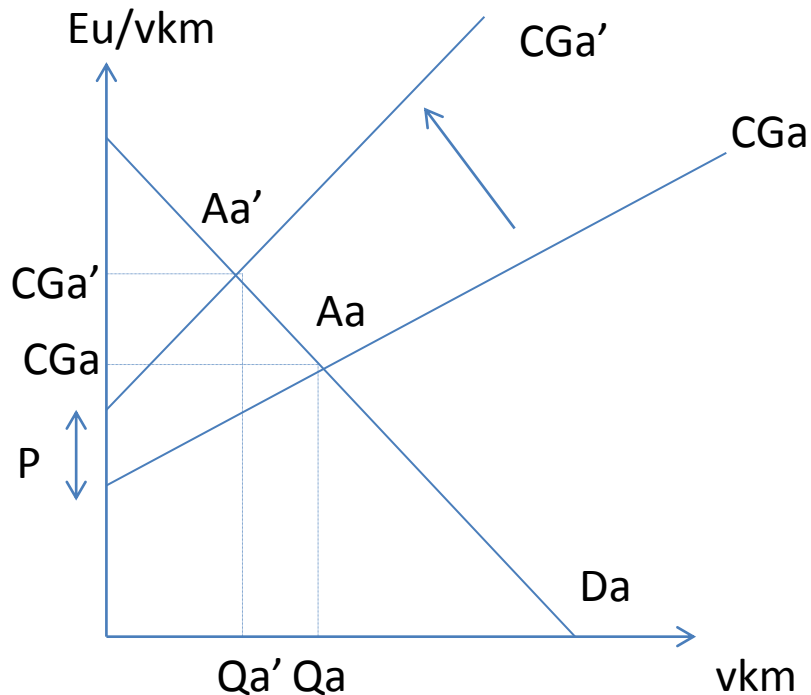
# Exercice 2 - énoncé

	Situation initiale	Suite à la politique
Coût monétaire voiture	0,20 eu/vkm	0,30 eu/vkm
Dont TICPE	0,03 eu/vkm	0,03 eu/vkm
Dont péage	0,00 eu/vkm	0,10 eu/vkm
Temps en voiture pour 1 km	1 minute/vkm	2 minutes/vkm
Temps en vélo pour 1 km	3 minutes/vkm	1 minute/vkm
Blessés légers/graves (par an)	3/4	5/5
Valeur du temps	15 eu/heure	
Coût de récolte du péage	0,05 eu/vkm	
Coût CO2 émis par les voitures	0,03 eu/vkm	
Coût polluants émis par les voitures	0,05 eu/vkm	
Coût bruit émis par les voitures	0,01 eu/vkm	
Coût marginal congestion routière	0,13 eu/vkm	
Part du trafic concerné par la congestion	50%	
Valeur statistique du blessé léger/grave	60000/450000 euros/blessé	
Nombre de jours ouvrables/an	300	
Coût opportunité des fonds publics	1,25	
Taux d'actualisation	4,5%	

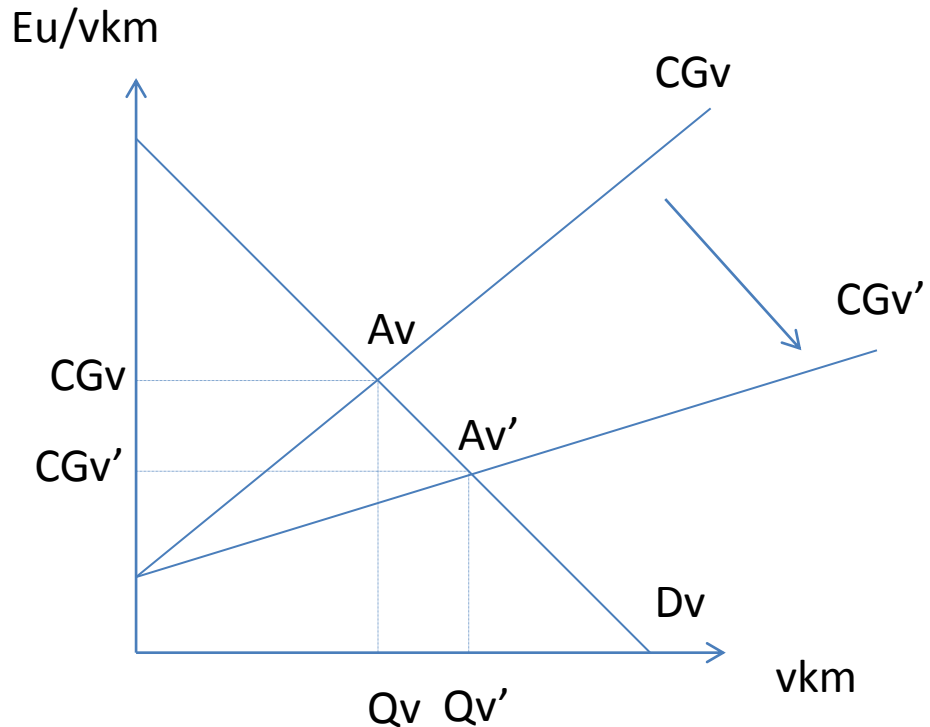
# Exercice 2 - corrigé

- La politique modifie les fonctions de coûts : la nouvelle offre viaire fait changer les pentes et le péage (P) modifie l'ordonnée à l'origine
- Gains de surplus pour les cyclistes :  $CGvAvAv'CGv'$
- Pertes de surplus pour les automobilistes :  $Cga'Aa'AaCGa$

Marché des voitures



Marché des vélos



# Exercice 2 - corrigé

- Il faut donc calculer les différentes coordonnées et les surfaces
- Les cyclistes :

$$\text{Delta CG} = 2 * (15/60) = - 0,5 \text{ eu/vkm}$$

$$\text{Delta surplus} = 300 * (0,5 * 10000 + 0,5 * 40000 * 0,5) = + 4,5 \text{ M euros/an}$$

- Les automobilistes :

$$\text{Delta CG} = 0,1 + 1 * (15/60) = + 0,35 \text{ eu/vkm}$$

$$\text{Delta surplus} = 300 * (50000 * 0,35 + 0,35 * 40000 * 0,5) = - 7,4 \text{ M euros/an}$$

- Dans les équations de surplus précédentes, le premier terme correspond au nombre de jours par an (300), le second aux gains de temps de ceux qui faisaient déjà du vélo/de la voiture (le rectangle) et le troisième terme aux gains de ceux qui ont changé de mode (le triangle)

# Exercice 2 - énoncé

- La nouvelle répartition modale se traduit par un environnement urbain apaisé. Comme le montre le tableau, les accidents ont toutefois légèrement augmenté
- En supposant que les accidents font partie des externalités liées aux transports urbains, calculez la variation annuelle des effets externes induite par la politique

	Situation initiale	Suite à la politique
Coût monétaire voiture	0,20 eu/vkm	0,30 eu/vkm
Dont TICPE	0,03 eu/vkm	0,03 eu/vkm
Dont péage	0,00 eu/vkm	0,10 eu/vkm
Temps en voiture pour 1 km	1 minute/vkm	2 minutes/vkm
Temps en vélo pour 1 km	3 minutes/vkm	1 minute/vkm
Blessés légers/graves (par an)	3/4	5/5
Valeur du temps	15 eu/heure	
Coût de récolte du péage	0,05 eu/vkm	
Coût CO2 émis par les voitures	0,03 eu/vkm	
Coût polluants émis par les voitures	0,05 eu/vkm	
Coût bruit émis par les voitures	0,01 eu/vkm	
Coût marginal congestion routière	0,13 eu/vkm	
Part du trafic concerné par la congestion	50%	
Valeur statistique du blessé léger/grave	60000/450000 euros/blessé	
Nombre de jours ouvrables/an	300	
Coût opportunité des fonds publics	1,25	
Taux d'actualisation	4,5%	

# Exercice 2 - corrigé

- Cas facile, une seule origine modale (les voitures) :

$$\begin{aligned}\text{Delta externalités} &= 300 * 40000 * (0,05 + 0,03 + 0,01) \\ &+ 300 * 0,5 * 40000 * 0,13 \\ &- 2 * 60000 - 1 * 450000 \\ &= +1,3 \text{ M euros/an}\end{aligned}$$

- Le premier terme correspond aux externalités environnementales des voitures (polluants locaux, CO2 et bruit) qui ne sont plus émises par les 40000 vkm optant désormais pour les vélos
- Le second terme concerne la décongestion routière, toujours via les 40000 vkm de report modal (0,5= 50% de la part du trafic concerné par la congestion)
- Les troisième et quatrième termes correspondent aux accidents en plus (deux accidents légers en plus, un accident grave en plus)

# Exercice 2 - énoncé

- En raison de sa collecte, le péage urbain représente un coût financier pour la municipalité. Par ailleurs, l'état perçoit (via la TICPE) des recettes financières
- En vous aidant des paramètres du tableau, calculez la variation annuelle des finances publiques

	Situation initiale	Suite à la politique
Coût monétaire voiture	0,20 eu/vkm	0,30 eu/vkm
Dont TICPE	0,03 eu/vkm	0,03 eu/vkm
Dont péage	0,00 eu/vkm	0,10 eu/vkm
Temps en voiture pour 1 km	1 minute/vkm	2 minutes/vkm
Temps en vélo pour 1 km	3 minutes/vkm	1 minute/vkm
Blessés légers/graves (par an)	3/4	5/5
Valeur du temps	15 eu/heure	
Coût de récolte du péage	0,05 eu/vkm	
Coût CO2 émis par les voitures	0,03 eu/vkm	
Coût polluants émis par les voitures	0,05 eu/vkm	
Coût bruit émis par les voitures	0,01 eu/vkm	
Coût marginal congestion routière	0,13 eu/vkm	
Part du trafic concerné par la congestion	50%	
Valeur statistique du blessé léger/grave	60000/450000 euros/blessé	
Nombre de jours ouvrables/an	300	
Coût opportunité des fonds publics	1,25	
Taux d'actualisation	4,5%	

# Exercice 2 - corrigé

- Variation des finances publiques :

$$\begin{aligned}\text{Delta FP} &= (50000 * 300 * (0,1 - 0,05) - 40000 * 300 * 0,03) * 1,25 \\ &= + 0,5 \text{ M euros/an}\end{aligned}$$

- Le premier terme correspond à la recette du péage, nette du coût de récolte
- Le second terme décrit les pertes pour l'état liées au fait qu'il ne récupère plus de TICPE sur les 40000 vkm qui ont abandonné la voiture
- Il faut prendre en compte le coût d'opportunité des fonds publics de 1,25



# Exercice 2 - énoncé

- Cette politique a nécessité un investissement initial pour la mairie, que ce soit pour le péage urbain (1 M euros) ou bien pour les travaux de requalification urbaine (5 M euros)
- Ces investissements ont une durée de vie de 10 ans et auront une valeur résiduelle nulle à cet horizon
- Après avoir écrit la formule de la Valeur Actualisée Nette de la politique (VAN que vous ne pourrez pas calculer avec votre calculatrice mais dans laquelle vous insérerez le maximum des informations disponibles), proposez un indicateur mesurant la rentabilité socio-économique des mesures municipales
- Concluez

# Exercice 2 - corrigé

- Formule de la VAN :

$$VAN = -(1,25 * (1 + 5)) + \sum_{t=1}^{10} \frac{(4,5 - 7,4 + 1,3 + 0,5)}{(1 + 0,045)^t}$$

- Remarques : 1) la VAN est négative (mais vous ne pouviez pas le calculer), 2) il faut appliquer aux investissements le coût d'opportunité des fonds publics
- L'autre indicateur que vous pouviez proposer correspond au ratio entre les effets annuels générés par les mesures et l'investissement initial que vous annualisez :

$$\text{Ratio} = (4,5 - 7,4 + 1,3 + 0,5) / (1,25 * 6 / 10) = - 1,1 / 0,8 = - 1,38$$

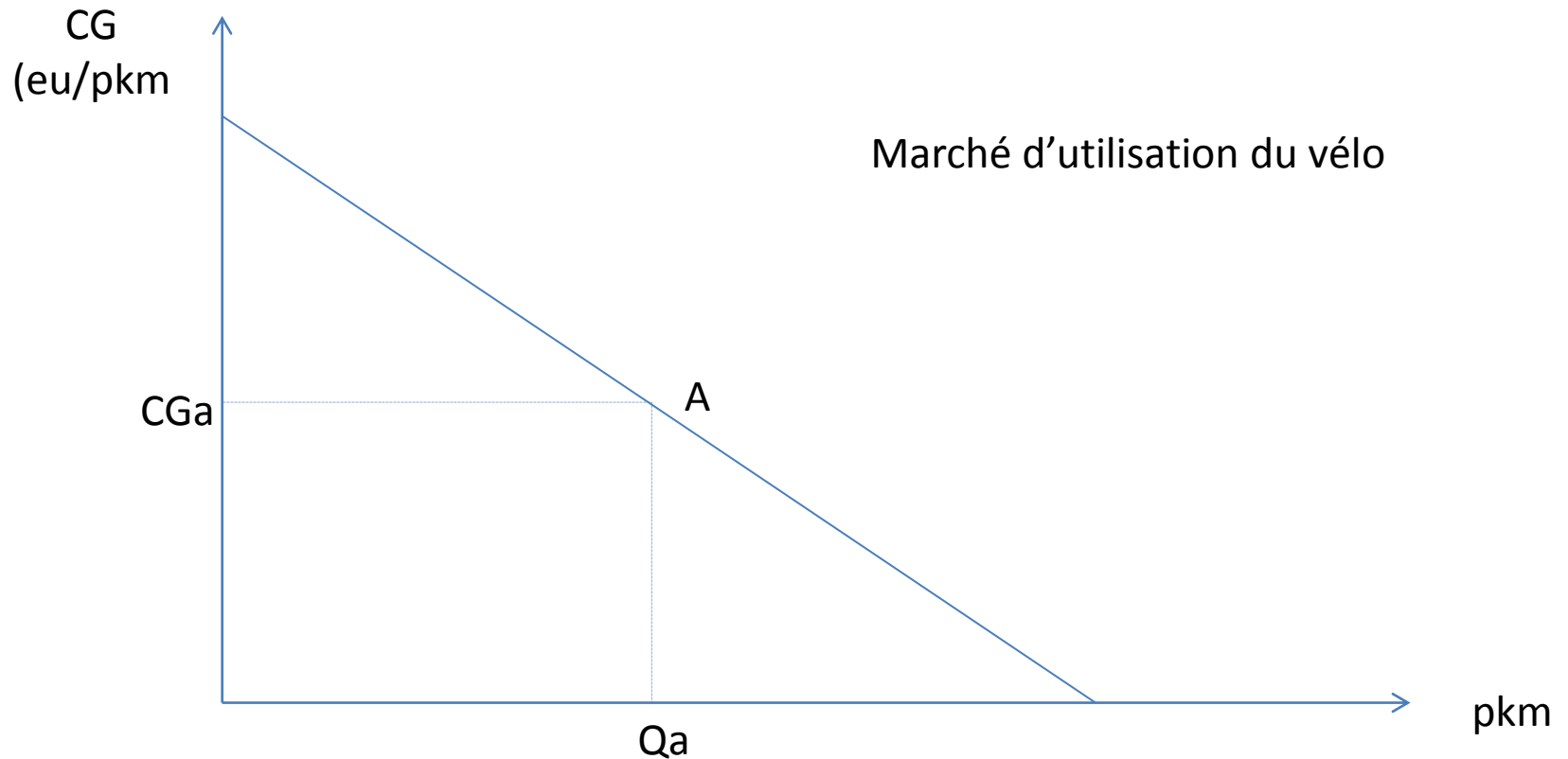
- Vous devez conclure que la politique génère plus de coûts que de bénéfices : chaque euro investi par la puissance publique détruit 1,4 euros (chaque année)
- C'est une « mauvaise » politique d'après l'analyse économique

# Exercice 3 - énoncé

- On considère une ville au sein de laquelle les habitants ont le choix entre les voitures ou les vélos pour se déplacer
- Bien qu'aucun de ces modes ne soit sujet à la congestion, le Maire souhaite promouvoir l'utilisation des vélos :
  - La municipalité propose désormais une subvention kilométrique aux cyclistes ;
  - Elle a massivement investi dans un réseau de pistes cyclables ;
  - La nouvelle offre de pistes cyclables a permis d'augmenter la vitesse des vélos et de réduire le risque d'être victime d'un accident
- Cette politique semble être un réel succès puisque les habitants utilisent bien plus les vélos qu'auparavant

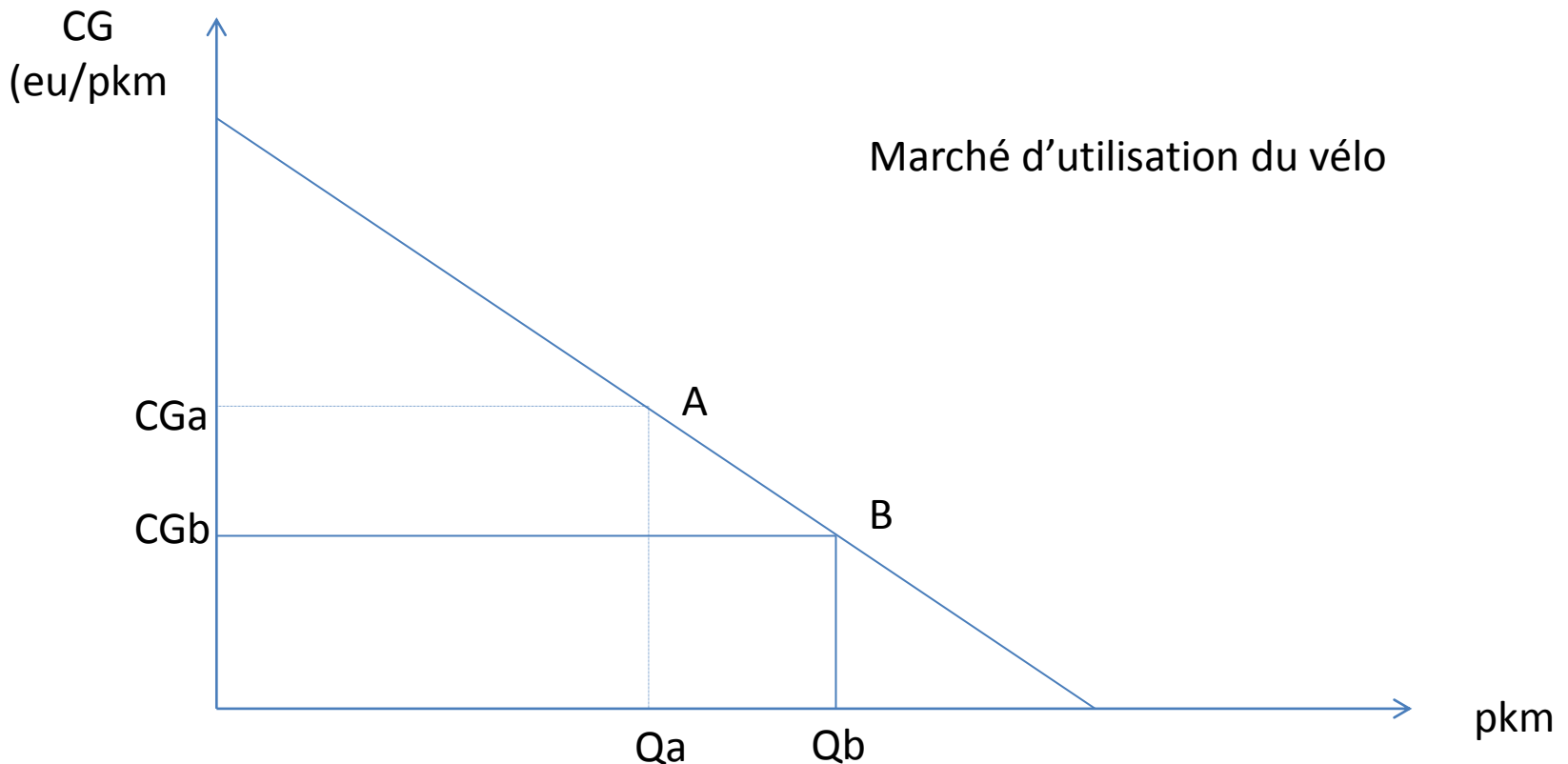
# Exercice 3 - énoncé

- Complétez et commentez la figure afin d'y illustrer les changements intervenus suite à la politique



# Exercice 3 - corrigé

- Pas de congestion : fonction de CG horizontale
- Les dépenses monétaires ont baissé (subvention), la vitesse des déplacements a augmenté et les risques d'accidents ont diminué : le CG a donc baissé ( $CG_a > CG_b$ )
- Ceci a attiré de nouveaux cyclistes ( $Q_b > Q_a$ ) et les gains de surplus économique des cyclistes correspondent à la surface  $CG_a ABCG_b$ .



# Exercice 3 - énoncé

- La fonction de « coût généralisé » du vélo est :

$$CG = m + T + S = m + t \times w + Pa \times VSA$$

- Où m représente les dépenses monétaires du vélo, T la valorisation du temps de transport (t est la durée des voyages et w la valeur du temps) et S la valorisation des effets de santé (produit de la probabilité d'être victime d'un accident Pa et de la valeur statistique d'un accident VSA)
- A l'aide des données, calculez le CG du vélo avant/après la politique

<b>m</b>	0,30 euro/pkm	<b>CO2_voiture</b>	0,04 euro/pkm
<b>t (avant)</b>	4 minutes/pkm	<b>Polluants locaux_voiture</b>	0,08 euro/pkm
<b>t (après)</b>	3 minutes/pkm	<b>Bruit_voiture</b>	0,02 euro/pkm
<b>Subvention vélos</b>	0,15 euro/pkm	<b>Taxe essence_voiture (TICPE)</b>	0,05 euro/pkm
<b>w</b>	15 euros/heure	<b>Entretiens des routes_voiture</b>	0,02 euro/pkm
<b>Pa (avant)</b>	1 accident/100000 pkm	<b>Coût opportunité fonds publics</b>	1,25
<b>Pa (après)</b>	1 accident/200000 pkm	<b>Taux d'actualisation</b>	4,5%
<b>VSA</b>	20000 euros/accident	-	-

# Exercice 3 - corrigé

- Avant la politique :

$$CGa = 0.3 + \left(\frac{15}{60}\right) * 4 + \left(\frac{20000}{100000}\right) = 1.5 \text{ eu/pkm}$$

- Après la politique :

$$CGb = (0.3 - 0.15) + \left(\frac{15}{60}\right) * 3 + \left(\frac{20000}{200000}\right) = 1 \text{ eu/pkm}$$

- Le CG a donc baissé de 0.5 euro/pkm
- Remarque : il fallait faire attention à Pa, qui a baissé

# Exercice 3 - énoncé

- Sachant que l'utilisation des vélos était initialement de 100000 passagers\*kilomètres (pkm) et que l'élasticité prix-demande du vélo est de -1, calculez la hausse de l'utilisation des vélos après la politique ainsi que les gains annuels de surplus économique des cyclistes
- *Remarques : 1) une élasticité prix de -x signifie que si le prix (ou le coût généralisé) du vélo augmente de 1%, la demande de vélo baisse de x% ; 2) une année compte 300 jours dans cet exercice*



# Exercice 3 – corrigé

- On déduit des calculs précédents que le CG a baissé de 33%
- Etant donnée l'élasticité prix-demande égale à -1, cela signifie que la demande va augmenter de 33%
- On a donc  $\Delta Q = 33000$  pkm (environ) et donc  $Q_b = 133000$  pkm

- Gains de surplus des cyclistes, via la formule standard :

$$\Delta SC = 300 * (0.5 * 100000 + 0.5 * 33000 * 0.5) = 17.5 \text{ M euros}$$

- Le premier terme ( $0.5 * 100000$ ) correspond au rectangle (gains des anciens cyclistes) et le second terme ( $0.5 * 33000 * 0.5$ ) au triangle (gains des néo-cyclistes)

# Exercice 3 - énoncé

- Tous les nouveaux cyclistes utilisaient auparavant la voiture
- A l'aide des données du tableau, calculez la variation annuelle des externalités émises dans la ville

<b>m</b>	0,30 euro/pkm	<b>CO2_voiture</b>	0,04 euro/pkm
<b>t (avant)</b>	4 minutes/pkm	<b>Polluants locaux_voiture</b>	0,08 euro/pkm
<b>t (après)</b>	3 minutes/pkm	<b>Bruit_voiture</b>	0,02 euro/pkm
<b>Subvention vélos</b>	0,15 euro/pkm	<b>Taxe essence_voiture (TICPE)</b>	0,05 euro/pkm
<b>w</b>	15 euros/heure	<b>Entretiens des routes_voiture</b>	0,02 euro/pkm
<b>Pa (avant)</b>	1 accident/100000 pkm	<b>Coût opportunité fonds publics</b>	1,25
<b>Pa (après)</b>	1 accident/200000 pkm	<b>Taux d'actualisation</b>	4,5%
<b>VSA</b>	20000 euros/accident	-	-

# Exercice 3 - corrigé

- Cas facile, car les 33000 nouveaux pkm utilisaient tous la voiture auparavant :

$$\Delta X = 300 * 33000 * (0.04 + 0.08 + 0.02) = 1.4 \text{ M euros}$$

- Remarque : d'après la question 2), les accidents ne devaient pas être considérés comme des externalités (car ils étaient déjà dans la fonction de coût privé)

# Exercice 3 - énoncé

- A l'aide des données du tableau, calculez la variation annuelle des finances publiques (qui incluent les finances de la municipalité et celles de l'état central)

<b>m</b>	0,30 euro/pkm	<b>CO2_voiture</b>	0,04 euro/pkm
<b>t (avant)</b>	4 minutes/pkm	<b>Polluants locaux_voiture</b>	0,08 euro/pkm
<b>t (après)</b>	3 minutes/pkm	<b>Bruit_voiture</b>	0,02 euro/pkm
<b>Subvention vélos</b>	0,15 euro/pkm	<b>Taxe essence_voiture (TICPE)</b>	0,05 euro/pkm
<b>w</b>	15 euros/heure	<b>Entretiens des routes_voiture</b>	0,02 euro/pkm
<b>Pa (avant)</b>	1 accident/100000 pkm	<b>Coût opportunité fonds publics</b>	1,25
<b>Pa (après)</b>	1 accident/200000 pkm	<b>Taux d'actualisation</b>	4,5%
<b>VSA</b>	20000 euros/accident	-	-

# Exercice 3 - corrigé

- Les finances publiques comprennent ici des recettes (TICPE) et des coûts (entretiens des routes + subventions pour les vélos) :

$$\Delta FP = 300 * 1.25 * (33000 * 0.02 - 33000 * 0.05 - 133000 * 0.15) = -7.9 \text{ M euros}$$

- Le premier terme ( $33000 * 0.02$ ) correspond aux économies sur l'entretien des routes, car les nouveaux cyclistes n'utilisent plus la voiture
- Le second ( $33000 * 0.05$ ) est un coût : il s'agit des pertes de recettes sur la TICPE
- Enfin, ( $133000 * 0.15$ ) correspond à la subvention pour (tous) les cyclistes
- Il fallait penser au coût d'opportunité des fonds publics (1.25)

# Exercice 3 - énoncé

- L'investissement initial dans les pistes cyclables a coûté 50 M euros et la politique sera menée durant 10 ans (la valeur résiduelle des infrastructures sera nulle à cet horizon)
- Insérez le maximum d'informations dans la formule de la Valeur Actualisée Nette des effets économiques de la politique et proposez un autre indicateur vous permettant de juger la désirabilité socio-économique des mesures municipales

<b>m</b>	0,30 euro/pkm	<b>CO2_voiture</b>	0,04 euro/pkm
<b>t (avant)</b>	4 minutes/pkm	<b>Polluants locaux_voiture</b>	0,08 euro/pkm
<b>t (après)</b>	3 minutes/pkm	<b>Bruit_voiture</b>	0,02 euro/pkm
<b>Subvention vélos</b>	0,15 euro/pkm	<b>Taxe essence_voiture (TICPE)</b>	0,05 euro/pkm
<b>w</b>	15 euros/heure	<b>Entretiens des routes_voiture</b>	0,02 euro/pkm
<b>Pa (avant)</b>	1 accident/100000 pkm	<b>Coût opportunité fonds publics</b>	1,25
<b>Pa (après)</b>	1 accident/200000 pkm	<b>Taux d'actualisation</b>	4,5%
<b>VSA</b>	20000 euros/accident	-	-

# Exercice 3 - corrigé

- Vous aviez tous les éléments pour la formule de la VAN :

$$VAN = (-50 * 1.25) + \sum_{t=1}^{10} \frac{(17.5 + 1.4 - 7.9)}{(1 + 0.045)^t}$$

- A défaut de pouvoir calculer cette VAN, vous pouviez diviser les gains annuels nets par l'investissement initial annualisé :

$$R = \frac{(17.5 + 1.4 - 7.9)}{(50 * \frac{1.25}{10})} = 1.7$$

- De ce ratio, vous deviez conclure que chaque euro investi génère 1.7 euros de bénéfices pour la collectivité
- Il s'agit donc d'une politique désirable