

## **PREDIT 4/ Groupe 06**

### **Recherche : Enjeux spatiaux, économiques et politiques des scénarios de mobilité durable à l'horizon 2050**

**Convention DRI N° 09 MT CV 19  
Convention ADEME N°0966C0216**

### **Rapport de la tâche 4 : évaluation des politiques publiques**

**août 2011**

**B. Château  
B. Bougnoux**

## TABLE DES MATIERES

<b>1. CONTEXTE ET OBJECTIFS .....</b>	<b>2</b>
1.1. Instruments et mesures politiques à mettre en place .....	2
1.2. Analyse qualitative des instruments .....	2
<b>2. PRESENTATION DU MODELE D'EVALUATION DES POLITIQUES PUBLIQUES..</b>	<b>3</b>
<b>3. DESCRIPTION DES MESURES EVALUEES .....</b>	<b>6</b>
3.1. Les instruments économiques : 16 mesures.....	6
3.2. La réglementation : 16 mesures .....	7
3.3. Les investissements sur l'infrastructure : 13 mesures.....	9
3.4. La gestion de l'activité transport : 13 mesures.....	11
<b>4. CONSTRUCTION DES SCENARIOS.....</b>	<b>12</b>
4.1. Principes suivis .....	12
4.2. Les mesures mises en œuvre par scénario .....	13
<b>5. ANALYSE DES RESULTATS DU MODELE .....</b>	<b>15</b>
5.1. Les résultats sur l'environnement.....	17
5.2. Les résultats sur l'acceptabilité.....	19
5.3. Les résultats sur les modifications du système prix/coûts.....	23
5.1. En conclusion : quelles mesures phares ? .....	25
<b>6. MISE EN ŒUVRE ET IMPACT DE QUELQUES MESURES PHARES.....</b>	<b>27</b>
6.1. Instauration d'une taxe sur le carbone.....	28
6.2. Instauration d'une norme CO2 sur les voitures.....	29
6.3. Développement de l'usage du véhicule électrique .....	30
6.4. Développement des biocarburants .....	32
6.5. Construction de lignes à grande vitesse TGV.....	33
6.6. Abaissement de la vitesse sur autoroute .....	34
6.7. Développement du transport urbain .....	35
6.8. Développement d'un service de type Vélib .....	37
6.9. Formation à l'éco-conduite .....	38
6.10. Développement des parkings-relais associés à un service d'auto-partage .....	39
6.11. Electrification des autoroutes pour le transport de marchandises .....	40
6.12. Développement du transport fluvial de marchandises .....	41
6.13. Soutien au transport combiné de marchandises.....	43
6.14. Construction d'embranchements ferroviaires pour le transport de marchandise ...	44
<b>7. ANNEXES .....</b>	<b>46</b>
7.1. Annexe 1 : comment l'association du parking-relais et de l'auto-partage permet de proposer un nouveau service de mobilité plus performant ? .....	46
7.2. Annexe 2 : Analyse des facteurs expliquant l'évolution des émissions de CO2 dans le transport en France ? .....	50
7.3. Annexe 3 : Progressivité dans la mise en œuvre des principales mesures.....	53

# 1. Contexte et objectifs

## 1.1. Instruments et mesures politiques à mettre en place

Les stratégies pour mettre en œuvre un transport écologiquement viable sont basées sur l'adoption de paquets de mesures. Ces mesures peuvent être divisées en trois catégories correspondant aux trois objectifs stratégiques majeurs:

- Les mesures destinées à réduire le volume total de transport de passagers et de marchandises comparé au laisser-faire (changements dans les modes de déplacements et d'aménagement de l'espace urbain, changements dans le système de production et d'implantation industrielle).
- Les mesures destinées à influencer un changement de mode de transports vers des modes générant moins de nuisance (promotion du trafic non motorisé et des transports publics pour les passagers, du transport par voies ferrées et par voies navigables pour les marchandises).
- Les mesures destinées à réduire les effets négatifs des véhicules en encourageant la mise en œuvre des meilleures technologies disponibles et de stricts standards d'émission, et en augmentant le taux d'occupation et le facteur de charge des véhicules.

Ces mesures peuvent aussi être divisées en fonction des différentes catégories d'instruments politiques dont disposent les décideurs publics, en particulier :

- Les instruments économiques et fiscaux qui visent à instaurer une tarification et une taxation efficace et raisonnable, où sont internalisés les coûts externes liés aux émissions polluantes et aux émissions de CO<sub>2</sub>, à l'utilisation de l'espace public et à l'émission de bruit ;
- Les instruments réglementaires qui visent à fixer les « règles du jeu » pour les spécifications des carburants, les niveaux d'émission des véhicules pour les principaux polluants et le bruit, et pour l'utilisation de l'espace public et des infrastructures ;
- Les investissements qui visent à améliorer ou à étendre les infrastructures de transports plus écologiques telles que le rail, les transports publics, les pistes cyclable...
- Le soutien au financement d'activités visant à adapter l'organisation de la gouvernance à la mise en œuvre des programmes de gestion de la demande de transport, aux niveaux national et international, et à l'intégration des plans de développement urbains et régionaux, ainsi que les objectifs et contraintes écologiques, dans les politiques et programmes de transport.

Dans la présente recherche, l'identification des mesures a reposé d'une part sur celles considérées dans les précédentes recherches, d'autre part sur les nouvelles mesures identifiées dans le Grenelle de l'environnement et faisant déjà l'objet d'un débat public, enfin sur les mesures additionnelles considérées comme inévitables pour atteindre la viabilité écologique.

## 1.2. Analyse qualitative des instruments

L'évaluation économique part d'un constat relativement contraignant : au delà d'une dizaine d'années, les modèles économiques habituels, construits largement sur des corrélations statistiques historiques et sur des coefficients techniques déterminés par un état donné de la technologie, ne peuvent permettre d'appréhender de façon pertinente et fiable les conséquences macro-économiques et sectorielles à 2030 de scénarios non tendanciels.

Ce constat vaut autant pour les scénarios eux-mêmes que pour les instruments et mesures politiques qui y conduisent, par exemple la fiscalité des carburants ou les permis d'émission.

Pour autant, l'évaluation économique et sociale des impacts de ces mesures, de même que l'évaluation des conditions économiques et sociales qui prévaudront en 2030 dans ces scénarios, restent une nécessité au regard de la décision.

La réponse à ce défi a d'abord consisté à proposer une analyse qualitative descriptive des impacts des mesures, à deux niveaux.

- A un niveau micro-économique, elle a consisté à « mesurer » la fréquence avec laquelle les volumes d'activité des agents économiques d'un côté, les catégories de prix et coûts du transport de l'autre, étaient affectés par la mise en œuvre des mesures : impacts directs et ciblés, positifs et négatifs, impacts indirects et non ciblés.
- Au niveau sectoriel, elle avait pour objet principal de « mesurer » la fréquence avec laquelle les mesures s'adressaient, directement et indirectement, aux objectifs, technologiques et organisationnels sous-jacents à la viabilité écologique des transports, et la fréquence avec laquelle elles avaient indirectement des effets contraires.

Cette analyse descriptive a permis de mieux comprendre et de mieux cerner les inflexions à attendre dans l'évolution des structures économiques, et d'identifier les forces et les intérêts qui sont susceptibles de « pousser » vers la viabilité et ceux qui vraisemblablement s'y opposeront.

## **2. Présentation du modèle d'évaluation des politiques publiques**

La présentation du modèle d'évaluation des politiques publiques a été faite dans le précédent rapport au Predit. Un rapide rappel de la logique et du fonctionnement du modèle est toutefois proposé ci-après.

La logique du modèle est d'évaluer l'impact d'une mesure sur trois critères : l'environnement, l'acceptabilité par les acteurs, et la modification du système prix/coûts.

Ces trois critères sont en effet ceux qui semblent être au cœur de la décision politique. S'arrêter au seul impact environnemental conduirait à identifier des actions certes efficaces pour lutter contre le réchauffement climatique, mais qui peuvent avoir beaucoup de difficultés à être mises en œuvre compte tenu des barrières ou hostilités qu'elles suscitent, ou qui bouleversent profondément les coûts du transport.

Ces trois critères sont eux même appréhendés en sous-catégories.

Ainsi l'impact des mesures au regard de l'environnement est appréhendé par les 18 sous-catégories suivantes :

- Promotion de l'utilisation des ENR (biocarburants notamment)
- Promotion de l'utilisation de l'électricité
- Promotion de l'utilisation du GPL, GNV
- Amélioration du MCI, voiture et VUL
- Amélioration du MCI, camions et bus
- Promotion des hybrides, voitures et VUL
- Promotion des hybrides, camions et bus
- Promotion des PAC, voitures et VUL
- Promotion des PAC, camions et bus
- Réduction de bruit des pneus et revêtements
- Réduction de bruit des trains
- Baisse de la demande de transports urbains motorisés
- Baisse de la demande de transports Interurbains
- Report de la voiture vers les TC
- Report de la voiture vers le train en longue distance
- Autres reports de la voiture vers les TC non urbains
- Baisse de la demande de transport fret longue distance
- Report de la route vers le rail du fret longue distance

L'acceptabilité est quant à elle évaluée en attribuant une "note" à la réaction de différents acteurs à la mise en œuvre de telle ou telle mesure. Cette réaction peut être positive (acceptabilité) ou négative (hostilité). Les 18 acteurs pour lesquels ces réactions sont notées sont :

- Fabricants automobiles et sous-traitants
- Fabricants d'équipement électriques et électroniques
- Producteurs de biens intermédiaires pour le transport
- Autres fabricants fournisseurs des transports
- Compagnies ferroviaires
- Transporteurs routiers marchandises
- Compagnies de transports publics urbains
- Compagnies d'autocars
- Autres producteurs de services de transport
- Garagistes
- Compagnies de télécommunication
- Compagnies offrant d'autres services au transport
- Raffineurs et distributeurs pétroliers
- Compagnies électriques
- Compagnies gazières
- Agriculteurs
- Autres grands chargeurs
- Ménages

La modification du système prix/coûts est évaluée en "notant" l'impact d'une mesure sur le renchérissement ou au contraire la diminution du coût du service transport. Ce coût est analysé à travers les 13 éléments suivants :

- Prix d'achat des voitures
- Prix d'achat des VUL
- Coût d'usage de la voiture
- Coût d'usage du VUL
- Prix du billet de train
- Prix du billet de transport public
- Prix du billet d'autocar
- Prix du billet d'avion

- Prix du transport routier de fret
- Prix du transport de fret par rail
- Prix du transport de fret par VE
- Coût du fonctionnement des TC pour la Collectivité
- Coût des infrastructures de TC pour la Collectivité

La logique du modèle est de construire des matrices d'impact où sont attribuées les notes des impacts des 64 mesures sur chacune des 48 catégories (18 environnement, 17 acteurs, 13 coûts de services de transports).

Matrice des impacts entre les mesures et les objectifs

	Objectif Env 1	Objectif Env 2	Objectif Env 3	...	Objectif Env 18
Mesure 1	1	3	2	4	0
Mesure 2	1	0	0	1	2
Mesure 3	0	0	2	1	0
...	1	2	4	0	2
...	2	0	0	0	1
...	1	0	0	1	0
...	2	4	0	1	0
Mesure 65	1	1	1	0	1

La construction de ces matrices nécessite de s'interroger sur un grand nombre d'impacts (plus de 3000). Certains sont évidents: par exemple la note 0 peut être attribuée d'office en cas d'absence d'impact significatif ou lorsqu'une mesure n'est pas considérée. D'autres nécessitent un travail de notation plus fin.

Des règles permettent d'établir la notation, et lui enlever ainsi un caractère trop subjectif. Ainsi par exemple, l'impact d'une mesure sur les acteurs, qui est noté in fine en termes de degré d'acceptabilité ou d'hostilité, prend en compte 2 dimensions, elles-mêmes résultant du croisement de 2 autres sous-dimensions.

On regarde d'abord comment et à quel point la mesure considérée impacte l'activité et les marges d'un acteur donné. Puis on regarde quelle est la capacité de réaction de cet acteur, (capacité de lobbying par exemple) et son poids dans l'ensemble de l'économie. Ainsi, une mesure peut objectivement gêner un acteur mais, si celui-ci a peu de capacité de réaction, alors la note finale traduira plutôt une faible hostilité. A l'inverse, un acteur très réactif, mais objectivement peu gêné, peut conduire à une forte hostilité.

L'étape finale consiste à croiser les matrices des notations avec trois autres vecteurs :

- le vecteur des intensités des mesures qui attribue une note selon que la mesure est mise en œuvre plus ou moins fortement. Ainsi la taxe carbone peut être fixée à 50 € la tonne, à 200 € ou à 400 €.

- le vecteur des pondérations des mesures: toutes les mesures n'ont pas la même importance, soit parce que leur mise en œuvre n'a pas nécessairement de caractère exhaustif (par exemple des mesures prises par certaines municipalités et pas par d'autres), soit parce qu'elles ont un caractère plus ou moins contraignant.

- le vecteur des pondérations des critères: par exemple, les composantes sectorielles de l'objectif environnemental contribuent plus ou moins à atteindre cet objectif, il est donc nécessaire de pondérer entre elles ces composantes.

### **3. Description des mesures évaluées**

#### **3.1. Les instruments économiques : 16 mesures**

##### **Mesure : Taxe CO2**

##### **Mesure : TIPP**

En renchérissant le coût des énergies fossiles, la taxe CO2 est susceptible de modifier le système transport en agissant à la fois sur les parts modales, sur les technologies de véhicules propres, ainsi que sur la mobilité. Il avait été calculé qu'en France, une taxe de 17 €/tCO2 augmenterait d'environ 5 cts le prix du diesel à la pompe. La TIPP est un autre moyen d'influer sur le prix des carburants, mais cette taxe ne vise que le secteur des transports routiers, alors que la taxe CO2 vise l'ensemble des secteurs.

##### **Mesure : Permis négociable CO2 transport de marchandises**

Actuellement, seuls les grands industriels sont soumis à un système de quotas réglementant leurs émissions de CO2 (système européen ETS). L'idée est d'instituer un système similaire pour les transporteurs routiers de façon à les inciter à aller vers des transports moins carbonés. Dotés chaque année de quotas, les transporteurs devraient alors faire des choix pour parvenir à rester dans le plafond qui leur est fixé. En cas de dépassement, des quotas devraient être achetés sur un marché.

##### **Mesure : Taxation des camions à la tonne-km**

##### **Mesure : Subventions au transport multimodal**

Ces deux mesures ont une logique assez proche, elles visent à modifier le coût relatif du transport de marchandise entre le mode routier et le mode ferroviaire. Par contre leur acceptabilité n'est a priori pas la même. La taxation des camions à la tonne-km a été mise en place en Allemagne, elle est d'environ 0,14 € par km parcouru, les kilomètres réalisés par les poids-lourds sont mesurés de façon automatique par un dispositif satellitaire.

##### **Mesure : Subvention aux abonnements transports en commun**

Les employeurs financent en partie les abonnements liés au transport en commun des salariés (carte orange par exemple). Le niveau de cette subvention est susceptible d'influencer les salariés dans leur choix d'un mode de transport. Du côté des pouvoirs publics, ils contribuent fortement au coût des transports en commun, les recettes privées sur les ventes de tickets représentant entre un quart et un tiers des coûts des transports publics urbains.

##### **Mesure : Modulation des taxes et subventions sur les ENR (biocarburants)**

La fiscalité des carburants dépend en partie de leur impact environnemental. Ainsi les biocarburants se voient octroyés des avantages fiscaux ainsi que des aides directes. Il est

possible de jouer sur ce levier pour inciter au développement de carburants plus compatibles avec les objectifs environnementaux.

#### **Mesure : Subventions au véhicule électrique**

Cette mesure consiste à réduire la différence de coût entre un véhicule conventionnel et un véhicule électrique. Une telle mesure peut être assez proche du bonus/malus, même si l'aide pourrait être plus importante car le véhicule électrique génère une plus grosse économie de CO2.

#### **Mesure : Bonus / malus en fonction du niveau d'émission CO2**

Le bonus/malus, mis en place en France en janvier 2008, est délivré lors de l'achat de véhicules neufs. Il permet de taxer davantage les gros véhicules, et donne au contraire une subvention aux petits, moins gourmands en carburant. En principe, ce système s'autofinance puisque les taxes prélevées sur les gros véhicules compensent les subventions versées aux petits. Il a été reconnu que ce système permet de modifier assez efficacement les préférences des consommateurs.

#### **Mesure : Incitations en faveur des hybrides pour les utilitaires et poids lourds**

#### **Mesure : Incitations en faveur des hybrides pour les voitures particulières**

Les motorisations hybrides permettent d'économiser du carburant, notamment en conduite urbaine où le freinage et les accélérations sont fréquents. Certaines flottes de véhicules dédiées à l'environnement urbain devraient être équipées en priorité : bus, taxi, véhicules de livraison... Cette mesure vise à mettre en place un mécanisme permettant d'accélérer le déploiement de la technologie hybride dans le parc de véhicules.

#### **Mesure : Vignettes variables en fonction des taux d'émission**

La vignette est une taxe annuelle qui ciblerait les véhicules émettant le plus de CO2. La vignette a été supprimée en France il y a quelques années, l'idée serait de réintroduire le principe pour les véhicules les plus émetteurs.

#### **Mesure : Péage sur les voies urbaines rapides**

#### **Mesure : Péage sur les artères urbaines**

#### **Mesure : Péage sur les autoroutes**

La tarification des infrastructures est un levier pour inciter au report modal. Comme le choix d'un mode de transport dépend essentiellement de son coût et du temps passé, le relèvement du coût à travers un péage, doit en principe permettre de favoriser le transport collectif au détriment du transport individuel.

#### **Mesure : Tarification du stationnement sur le lieu de travail**

La tarification du stationnement sur le lieu de travail suit la même logique que le péage. Pour un individu, le coût du stationnement entre dans l'équation du choix entre modes de transport. La tarification du stationnement sur le lieu de résidence fait moins consensus car certains estiment qu'un tarif élevé en journée incite les individus à « bouger » leur voiture, et donc à l'utiliser.

### **3.2. La réglementation : 16 mesures**

#### **Mesure : Carte carbone individuelle**

Cette mesure consiste à allouer chaque année à une personne une quantité de crédits carbone qu'elle peut utiliser comme elle l'entend. Cette carte carbone peut par exemple lui permettre de réaliser 8000 km par an en mode routier. Si la personne est amenée à dépasser ce niveau, elle doit acheter des crédits supplémentaires. C'est en quelque sorte une transposition du système des quotas, en vigueur pour les industriels, aux particuliers.

**Mesure : Normes CO2 pour les voitures particulières**

**Mesure : Normes CO2 pour les véhicules utilitaires légers**

**Mesure : Normes CO2 avions**

Les normes CO2 sur les véhicules sont des puissants leviers pour limiter les émissions de CO2 liées au transport. Ces normes fixent des objectifs aux constructeurs, le calcul se fait sur l'ensemble des voitures vendues par un constructeur. Si en moyenne au cours d'une année, le constructeur est au dessus de la norme, il doit alors s'acquitter de pénalités financières. Le même principe peut être appliqué aux constructeurs d'avion. En 2008, les pays européens sont parvenus à un accord fixant à 130g/km de CO2 le plafond pour les véhicules construits en 2012. Ce seuil concerne les émissions moyennes des véhicules vendus par chaque constructeur dans les Etats de l'Union. Des pénalités ont également été prévues pour les constructeurs dépassant ces niveaux.

**Mesure : Inclusion du CO2 dans la norme Euro pour les véhicules industriels**

Les normes d'émission Euro fixent les limites maximales de rejets polluants pour les véhicules roulants. Il s'agit d'un ensemble de normes de plus en plus strictes s'appliquant aux véhicules neuf. Les polluants pris en compte sont les oxydes d'azotes, les particules, le monoxyde de carbone... Par contre le CO2 n'est pas pris en compte dans les normes euros, ce que la mesure propose de faire.

**Mesure : Affichage des émissions de CO2 des prestations de transport voyageur**

**Mesure : Affichage des émissions de CO2 des prestations de transport marchandises**

De plus en plus de personnes privilégient au niveau de leur consommation des produits ou services à faible impact environnemental. L'introduction des produits bio dans le commerce, ou l'existence d'une électricité certifiée renouvelable illustre cette tendance, même si on peut juger que ces pratiques sont encore marginales. Indiquer au consommateur, sur l'étiquette du produit ou du service qu'il achète, son impact CO2 peut donc être de nature à l'orienter sur des prestations plus compatibles avec les objectifs environnementaux.

**Mesure : Réallocation des voiries urbaines au bénéfice des transports collectifs**

Il s'agit de réaffecter une partie de la voirie urbaine au transport collectif. Cela passe en général par la réalisation de couloirs de bus comme cela a par exemple été fait à Paris rue de Rivoli. Cette mesure joue principalement sur la variable « vitesse » qui entre en compte dans le choix d'un mode de transport.

**Mesure : HOV (high occupancy vehicles lanes)**

Cette mesure n'existe a priori pas en France alors qu'elle a été mise en place de façon plus systématique aux Etats-Unis par exemple. Il s'agit de réserver une voie sur les autoroutes aux abords des villes, aux véhicules embarquant au moins 2 ou 3 passagers. Plus fluide, cette voie permet à ses utilisateurs de gagner du temps.

**Mesure : Restriction d'accès au centre ville aux véhicules à fort impact CO2**

Les véhicules à fort impact peuvent être interdits de circulation dans les centres-villes. En France, la législation a récemment été modifiée en ce sens et quelques villes vont procéder à la mise en place de cette expérimentation.

**Mesure : Règles d'urbanisme (parking)**

**Mesure : Règles d'urbanisme (commerces)**

**Mesure : Règles d'urbanisme (POS, COS)**

Même si leurs effets sont souvent indirects, les mesures touchant à l'urbanisme sont potentiellement très structurantes sur le système de transport. Les règles d'urbanisme peuvent concerner les parkings pour limiter le nombre de places lors de la construction de nouveaux immeubles. Les règles d'urbanisme peuvent aussi concerner les commerces pour limiter les grandes surfaces de périphérie, et ainsi favoriser les commerces de proximité dans lesquelles il est possible de s'y rendre à pied. Enfin, les règles d'urbanisme peuvent concerner la gestion de la densité urbaine, à travers le POS, ce qui impacte là encore directement les besoins de mobilité.

**Mesure : Abaissement des limites de vitesse sur route**

La vitesse sur route impacte les émissions de CO<sub>2</sub> à plusieurs titres. Premièrement, de façon directe car la consommation de carburant est fonction de la vitesse au carré. Mais également de façon indirecte car la vitesse est un paramètre de l'attractivité de la route. La réduction de la vitesse sur route est susceptible de renforcer l'attractivité des modes collectifs. Cette mesure peut en outre avoir un autre effet indirect positif, celle sur une meilleure optimisation des moteurs.

**Mesure : Réglementation taille et puissance maximum des poids lourds**

**Mesure : Réglementation taille et puissance maximum des véhicules légers**

Cette mesure permet de stimuler le développement des petits véhicules, moins émetteur de CO<sub>2</sub>. La norme Euro prend partiellement en compte cet aspect. Toutefois, la puissance des véhicules reste aujourd'hui peu prise en compte dans les normes Euro.

### **3.3. Les investissements sur l'infrastructure : 13 mesures**

**Mesure : Extension des infrastructures ferroviaires classiques**

**Mesure : Extension des infrastructures LGV et gares**

La construction de nouvelles voies ferroviaires permet d'augmenter la part de marché du fer (passagers et marchandises), au détriment de la route et à l'aérien. Dans le même temps, il est nécessaire d'intervenir sur les gares et autres nœuds ferroviaires.

**Mesure : Extension du réseau multimodal route/fer, route/voie d'eau**

Le développement de la multimodalité favorise le ferroviaire ou la voie d'eau sur la partie principale du transport. Les dessertes terminales restant quant à elles assurées en mode routier. Le transport combiné est la principale façon de mettre en œuvre ce principe de multimodalité dans le transport ferroviaire.

**Mesure : Embranchements ferroviaires pour les grands chargeurs**

Certains grands chargeurs ont des volumes de transport très importants. Les embranchements ferroviaires (appelées parfois Installations Terminales Embranchées, ITE) sont des sections de voies ferroviaires privatives permettant à un industriel ou à un logisticien de recevoir ou d'envoyer des trains de marchandises directement depuis ou en direction de son site. En France, le nombre d'ITE a plutôt tendance à diminuer alors que c'est une technique efficace.

**Mesure : Investissement pour usages différenciés des autoroutes**

La France s'est dotée d'un réseau autoroutier de près de 11.000 km, auquel il faut ajouter environ 750.000 km d'autres axes routiers (nationales, départementales, cantonales...). Ce réseau permet d'assurer une desserte très fine du territoire. En comparaison le réseau ferroviaire compte 29.000 km de voie en service. Le réseau routier devrait donc continuer à assurer la grande partie du transport en France. L'électrification des autoroutes consiste à faire rouler les poids lourds, non plus au diesel, mais à l'électricité. Dans ce schéma, les poids lourds deviennent hybrides : moteur électrique sur autoroute, moteur thermique sur le reste du réseau. Les poids-lourds captent l'énergie électrique au moyen d'un pantographe, les autoroutes sont équipées de caténaires sur une voie. Actuellement, l'Allemagne teste en situation réelle cette mesure.

### **Mesure : Investissement routier pour le transport collectif (voyageurs, marchandises)**

Le transport collectif ne restera pas forcément l'apanage du transport public. De plus en plus, des acteurs privés proposeront du transport collectif, cela commence notamment par un individu offrant des services de covoiturage. Ces actions nécessitent quelques investissements, par exemple en termes d'outils de mise en relation (site internet...) ou des espaces dédiés (« meeting point ») pour le covoiturage.

### **Mesure : Plateformes d'interconnexion route / transport collectif**

Les plateformes d'interconnexion entre le mode routier et le transport collectif peuvent prendre différentes formes. Pour les passagers, cela peut par exemple être les parkings-relais permettant d'attirer sur une offre de transport collectif des automobilistes. Pour les marchandises, les plateformes logistiques ont également un intérêt car elles permettent de regrouper des flux existants.

### **Mesure : Infrastructure véhicule électrique (recharge)**

Le développement des véhicules électriques nécessitera un investissement public plus ou moins important pour équiper une partie de l'espace public en bornes de rechargement, notamment pour les personnes vivant en ville n'ayant pas la possibilité de recharger leurs batteries chez eux.

### **Mesure : Investissement dans les infrastructures aéroportuaires et aéronautiques**

#### **Mesure : Investissement multi-modaux air/fer**

#### **Mesure : Plateforme portuaire bien connectée à l'arrière pays**

Ces investissements visent à développer la multimodalité entre modes de transport, notamment là où elle est pertinente pour tirer avantage de la massification des flux grâce au mode ferroviaire ou au mode fluvial, et à assurer une desserte fine du territoire grâce à la route.

### **Mesure : Investissements voies navigables**

L'extension du réseau des voies navigables est un enjeu car ce mode de transport a très peu d'impact sur le plan environnemental, et permet en outre le transport de volumes importants. L'opportunité de creuser un grand canal pour relier le Rhin et la Saône fait par exemple l'objet de débat en France. Les canaux existants nécessitent quant à eux de l'entretien, ce qui nécessite des investissements réguliers.

### **Mesure : Extension des pistes cyclables et autres voies piétonnières**

Dans la plupart des grandes villes des Pays-Bas, la part de marché du vélo est de l'ordre de 30%, alors qu'elle est de seulement 4-5% dans les villes françaises. Aux Pays-Bas, il existe des pistes cyclables et des parkings à vélo en plus grand nombre dans la ville. L'extension

des voies piétonnière suit la même logique, elle permet de favoriser les déplacements à pied.

### **3.4. La gestion de l'activité transport : 13 mesures**

#### **Mesure : Services de co-voiturage et Plan de Déplacement Entreprise**

Le potentiel du covoiturage est reconnu, notamment sur les trajets longs. Sur les trajets plus courts, le développement de ce service est plus difficile, sauf à travers la formule PDE qui peut permettre de mieux organiser les déplacements des salariés quand ils se rendent à leur travail.

#### **Mesure : Services d'auto-partage**

Les services d'auto-partage permettent de limiter l'équipement automobile des ménages vivant en ville. N'ayant pas de voiture, les ménages ont alors tendance à privilégier les transports en commun pour leur déplacement. En outre, les services d'auto-partage peuvent se faire avec des véhicules peu émissifs comme les véhicules électriques, c'est ce qui est fait à Paris avec l'opération AutoLib. Un autre avantage est que l'auto-partage permet un gain d'espace en ville, là où il manque le plus.

#### **Mesure : Eco conduite (voitures et camions)**

Dans certains pays comme la Suisse, l'éco conduite est enseignée dans les lycées, ce qui permet de sensibiliser les conducteurs sur l'impact de leur conduite sur la consommation des véhicules. Une conduite souple permet d'économiser 10% à 30% de carburants.

#### **Mesure : Outils de navigation (voitures et camions)**

Les outils de navigation permettent d'optimiser les trajets en recherchant les itinéraires les plus courts. Ne pas optimiser son itinéraire est une source de gaspillage de carburants.

#### **Mesure : Amélioration de la vitesse commerciale des transports collectifs en ville**

La compétitivité du transport collectif passe en partie par sa vitesse. Les usagers comparant notamment le temps passé entre un trajet en bus et un trajet en voiture. L'amélioration de la vitesse commerciale des transports collectifs permet d'augmenter la part de marché des transports en commun. En ville, cela se traduit par exemple par des couloirs dédiés aux bus, ou encore par la priorité aux feux rouges.

#### **Mesure : Accroissement des fréquences des transports collectifs**

Le temps du transport est une partie du temps total du déplacement, les temps d'attente, les temps pour se rendre à l'arrêt de bus... sont l'autre composante du temps de déplacement qu'il est important de prendre en compte. Améliorer la fréquence des transports collectifs permet de diminuer le temps d'attente et donc de jouer sur l'attractivité du transport collectif par rapport au mode routier. Cette solution permet en outre de dégager de la capacité si une ligne de transport commence à être saturée.

#### **Mesure : Extension des dessertes des transports collectifs**

La couverture du réseau de transport collectif détermine in fine le nombre de clients potentiels. L'extension des dessertes est donc un moyen d'augmenter la part de marché du transport collectif au détriment de la voiture.

#### **Mesure : Développement des services à bord des véhicules de transport collectif**

Le temps passé dans un transport collectif n'est pas forcément un temps perdu si l'utilisateur peut le valoriser d'une façon ou d'une autre. Par exemple, le train bénéficie d'un avantage par rapport à la route parce que les gens peuvent travailler, se divertir... Le développement des TIC va souvent de pair avec le fait que de plus en plus, le temps passé dans un transport collectif est un temps non perdu.

### **Mesure : Développement du télétravail**

Le télétravail permet de réduire le besoin de mobilité puisqu'une partie du travail se fait au domicile du salarié. Les TIC permettent de développer des pratiques de télétravail qui, il y a encore quelques années, ne pouvaient pas se faire.

### **Mesure : Amélioration de la vitesse commerciale du ferroviaire**

C'est la même logique que pour les déplacements urbains, à la différence que pour le ferroviaire, l'amélioration de la vitesse commerciale intéresse aussi le fret.

### **Mesure : Optimisation des livraisons de marchandises en ville**

La massification est un grand principe dans l'optimisation du transport (voyageurs comme marchandises). En ville, cette massification est entravée par l'émiettement des opérateurs de transport de marchandises. Des solutions techniques existent tel le regroupement des marchandises sur des plateformes logistiques.

### **Mesure : Développement du platooning pour le transport routier de marchandises**

Le platooning est une technologie en développement qui consiste à automatiser la conduite des véhicules (notamment des camions), grâce à des capteurs installés sur la chaussée et sur les véhicules. Cette automatisation peut avoir des conséquences positives sur la sécurité. Dans le domaine de l'environnement, elle peut aussi être bénéfique parce qu'elle permet de raccourcir à quelques dizaines de centimètres la distance entre deux camions roulant sur autoroute, et ainsi de réduire significativement les frottements de l'air.

### **Mesure : Incitations au circuit court producteur/consommateur**

Le transport de marchandise sur longue distance utilise en France environ 25% du carburant utilisé dans le transport routier. Les circuits courts producteur/consommateur permettent de limiter ces transports.

## **4. Construction des scénarios**

### **4.1. Principes suivis**

Chaque scénario suit une stratégie qui est, peu ou prou, la suivante :

- Pégase met plutôt en œuvre des mesures touchant à la technologie (véhicule électrique, véhicule hybride, véhicule léger...). Avec Pégase domine l'idée que la technologie nous permettra d'atteindre les objectifs fixés en matière environnementale grâce à des moteurs plus performants (downsizing...) ou à des substitutions énergétiques, comme par exemple le remplacement du moteur thermique par un moteur électrique. Les habitudes des consommateurs, en termes de distances parcourues par an ou de modes de transports utilisés, changent peu dans Pégase.
- Chronos met plutôt en œuvre des mesures luttant contre l'augmentation des vitesses moyennes de déplacement, et favorisant corrélativement le report modal des

personnes et des marchandises. Tout est fait pour que le transport soit réalisé au moyen de modes ayant la plus faible empreinte carbone : modes collectifs versus modes individuels, modes non routiers. Pour le transport des voyageurs, les transports en commun et le train à grande vitesse se substituent progressivement à la voiture et l'avion. Pour le transport des marchandises, le ferroviaire et les voies d'eau se substituent progressivement au mode routier.

- Hestia met plutôt en œuvre des mesures visant à réduire le besoin de mobilité des personnes et des marchandises. C'est une vision très différente des deux précédents scénarios renvoyant à l'idée d'une société plus sobre, moins consommatrice de biens et services, et dans laquelle le besoin de transport diminue significativement. Hestia peut notamment impliquer une redensification des villes, mais ce n'est pas la seule façon d'y parvenir. Par exemple, une organisation sociale performante peut permettre de diminuer la mobilité tout en conservant un mode d'habitat relativement dispersé.

## 4.2. Les mesures mises en œuvre par scénario

Chaque mesure envisagée est mise en œuvre selon 4 intensités possibles, auxquelles on affecte à chacune une note :

- pas de mise en œuvre = 0
- mise en œuvre légère = 1
- mise en œuvre moyenne = 2
- mise en œuvre forte = 3

Si on prend l'exemple de la taxe CO<sub>2</sub>, on dira par exemple qu'une taxe de 50 € la tonne correspond par exemple à une mise en œuvre légère, une taxe de 150 € à une mise en œuvre moyenne, et une taxe au-delà de 300 € à une mise en œuvre conséquente.

Les mesures et leur intensité sont données dans les tableaux ci-après selon les 4 catégories (instruments économiques, réglementation, investissements, gestion de l'activité transport), pour les trois scénarios de mobilité durable. Ce tableau permet de comprendre la façon dont les paquets de mesure ont été construits dans chacun des scénarios, dans le respect de leurs logiques propres :

### Intensité de mise en œuvre des mesures de type instruments économiques

<i>Instruments économiques</i>	Pégase	Chronos	Hestia
Taxe CO <sub>2</sub> (TGAP)	1	2	3
Carte carbone individuelle			2
Permis négociable CO <sub>2</sub> transport de marchandises		2	1
Taxation des camions à la tonne-km		3	
Subventions au transport multimodal		3	
Subvention aux abonnements TC		3	1
Modulation des taxes et subventions sur les ENR	1	1	1
TIPP	1	3	3
Subventions au véhicule électrique	3	1	1
Bonus / malus fonction du niveau d'émission CO <sub>2</sub>	2	1	1
Incitations en faveur des hybrides pour les VUL / PL urbains	2	2	1
Incitations en faveur des hybrides pour les VP	2	2	1
Vignettes variables en fonction des taux d'émission	1	1	
Péage sur les voies urbaines rapides		3	1
Péage sur les artères urbaines		3	1
Péage sur les autoroutes		3	1
Tarifcation du stationnement sur le lieu de travail		3	1

## Intensité de mise en œuvre des mesures de type réglementaire

<b>Réglementation</b>	<b>Pégase</b>	<b>Chronos</b>	<b>Hestia</b>
Normes CO2 pour les voitures particulières	2	2	1
Normes CO2 pour les VUL	2	2	1
Inclusion du CO2 dans la norme Euro, véhicules industriels	2	2	1
Affichage du CO2 des prestations de transport voyageur		2	1
Affichage du CO2 des prestations de transport marchandises		2	1
Normes CO2 avions	1	3	1
Réallocation des voiries urbaines VP/modes doux/TC		2	3
HOV (high occupancy vehicles lanes)		3	1
Restriction d'accès aux veh. conventionnels en zone urbaine		3	1
Règles d'urbanisme (parking )			3
Règles d'urbanisme (commerces)			3
Règles d'urbanisme (POS, COS)			3
Abaissement des limites de vitesse route		3	2
Réglementation taille et puissance max PL	1	3	
Réglementation taille et puissance max VL	1	3	

## Intensité de mise en œuvre des mesures de type investissements

<b>Investissements</b>	<b>Pégase</b>	<b>Chronos</b>	<b>Hestia</b>
Extension des infrastructures ferroviaires classiques		3	1
Extension des infrastructures LGV et gares		3	1
Extension du réseau multi-modal route/fer, route/VE		3	1
Embranchements ferroviaires pour les grands chargeurs		3	1
Investissement pour usages différenciés des autoroutes	3	1	1
Investissement routier pour le transport collectif	1	3	1
Plateformes d'interconnexion route / TC		3	2
Infrastructure véhicule électrique (recharge)	1	1	1
Investissement dans les infras aéroportuaires et aéronautiques		1	1
Investissement multi-modaux air/fer		3	1
Plateforme portuaire bien connectée à l'arrière pays (non routier)		3	1
Investissements voies navigables		3	1
Extension des pistes cyclables et autres voies piétonnières		2	3

## Intensité de mise en œuvre des mesures de type gestion des transports

<i>Gestion / Management</i>	Pégase	Chronos	Hestia
Services de co-voiturage, PDE		3	2
Services d'auto-partage		1	3
Ecoconduite voitures	2		
Outils de navigation	1		
Amélioration vitesse commerciale des TC		3	2
Accroissement des fréquences des TC		3	2
Extension des dessertes		3	2
Nouvelles offres de transport collectif routier		3	2
Développement des services à bord des TC		2	2
Incitation au télétravail			3
Ecoconduite camions	1		1
Outils de navigation camions	1		1
Amélioration de la vitesse commerciale du ferroviaire		3	2
Optimisation livraison des marchandises en ville		2	2
Platooning transport routier marchandises	2	1	1
Incitations au circuit court producteur/consommateur			3
Zones industrielles embranchées ferroviaire/fluvial		3	2

## 5. Analyse des résultats du modèle

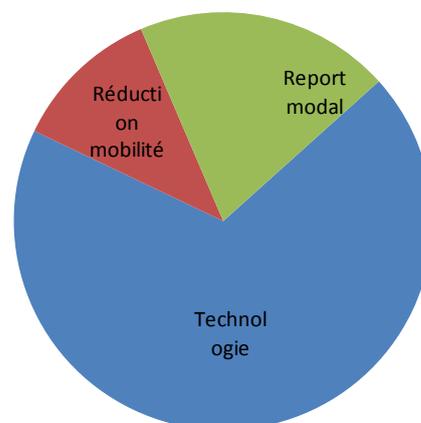
Il est important de vérifier que les mesures retenues et les intensités de mise en œuvre correspondent bien aux logiques d'action propre à chaque scénario (Pégase est plutôt axé sur la technologie, Chronos est plutôt axé sur un objectif de report modal, Hestia est plutôt axé sur un objectif de réduction de la mobilité).

Les graphes suivants permettent de s'assurer comment chaque scénario parvient à réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, selon les logiques d'action.

Pégase : contribution des mesures pour atteindre l'objectif environnement

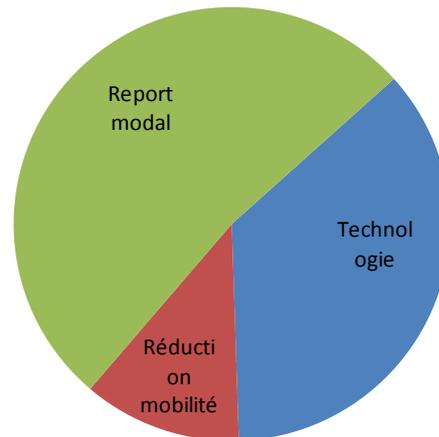
Il apparaît clairement que le scénario Pégase est très orienté sur la technologie. Environ 60% de la note globale reflétant l'impact des mesures sur l'objectif environnemental est attribuable aux impacts sur la technologie.

Ces mesures ciblent notamment la motorisation des véhicules (moteur hybride, véhicules électrique), les carburants (biocarburants), et divers outils pour optimiser le transport.



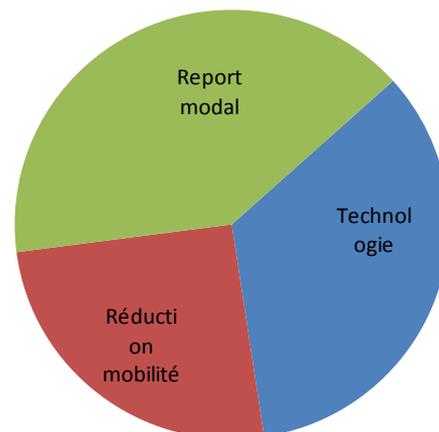
### Chronos : contribution des mesures pour atteindre l'objectif environnement

Chronos est un scénario nettement plus orienté sur le report modal, même si la technologie n'est pas totalement absente du scénario. Un peu plus de la moitié de la note globale reflétant l'impact des mesures sur l'objectif environnemental est attribuable aux mesures agissant sur le report modal. Ces mesures portent notamment sur le renforcement de l'attractivité des transports collectifs : péage routiers, vitesse commerciale des bus, investissement dans le ferroviaire...



### Hestia : contribution des mesures pour atteindre l'objectif environnement

Hestia est un scénario davantage orienté vers la réduction de la mobilité. Environ un tiers de la note globale reflétant l'impact des mesures sur l'objectif environnemental est attribuable aux mesures ciblées sur la baisse de la mobilité. Ces mesures portent notamment sur l'urbanisme, avec la densification des villes, sur le développement des circuits courts producteurs / consommateur...



Dans le modèle d'évaluation, les actions retenues concernent principalement le transport. Les actions sur l'urbanisme, qui ont une grande importance dans Hestia, sont prises en compte de façon partielle dans le modèle. Aussi dans Hestia, il est plus difficile de faire ressortir les actions visant une réduction de la mobilité. Le graphe ci-dessus montre que ces actions représentent environ 30% de la contribution totale, en réalité, dans l'esprit de Hestia, les actions sur la réduction de la mobilité ont une place plus grande.

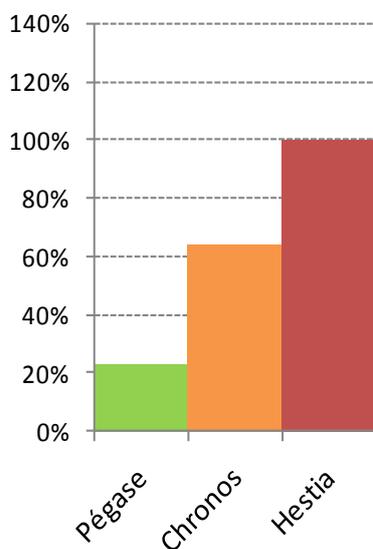
Avant de présenter les éléments détaillés, il est intéressant d'avoir une vision globale des résultats. Les trois graphes suivants comparent les scénarios relativement aux trois critères d'évaluation. Les résultats sont donnés en valeur relative, par rapport à Hestia qui est à 100% selon les 3 critères d'évaluation.

On remarque que Chronos et Hestia parviennent au même résultat en matière d'impact sur l'environnement. C'est normal, le modèle a été calé pour répliquer les résultats obtenus dans TILT sur l'objectif environnement. On verra toutefois que les moyens d'y parvenir sont sensiblement différents. A l'inverse, Pégase n'obtient que la moitié environ des résultats de Chronos et Hestia sur l'environnement.

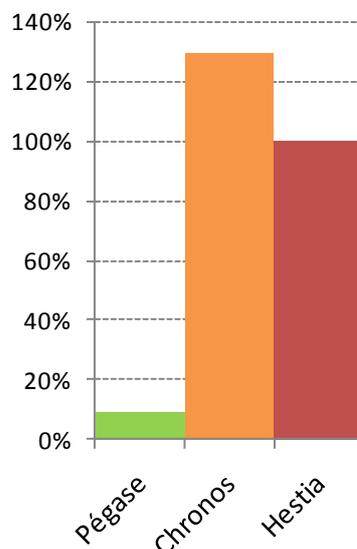
L'hostilité aux mesures mises en place dans le scénario Pégase est assez limitée. C'est un résultat relativement logique, Pégase met en œuvre des mesures agissant sur la technologie qui sont plus facile à faire accepter. Mais cette hostilité se renforce avec Chronos, et devient encore plus forte avec Hestia. Hestia est le scénario qui est le plus difficile à faire accepter. Il implique de profonds changements dans l'organisation du système de transport.

L'impact sur le système Prix/Coûts est également contrasté. Le système prix/coût est peu impacté dans Pégase, il l'est davantage dans Hestia. C'est maintenant Chronos dont le système prix/coût est le plus impacté. Dans ce scénario, le coût du transport est significativement renchéri en raison des nombreux investissements qu'il faut faire.

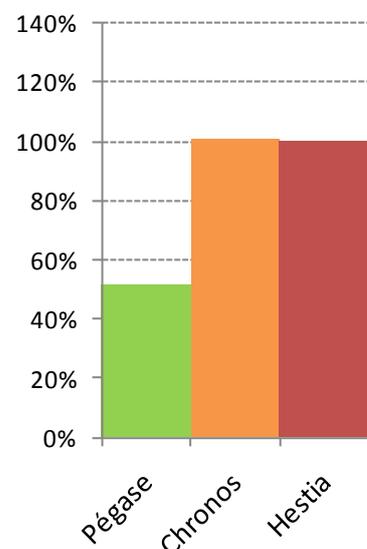
Impact négatif sur l'acceptabilité des acteurs



Impact négatif sur le système prix/coûts



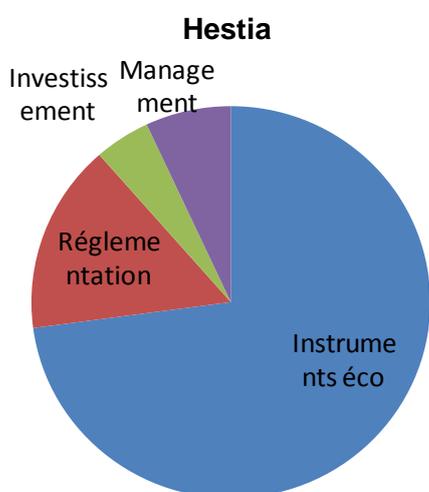
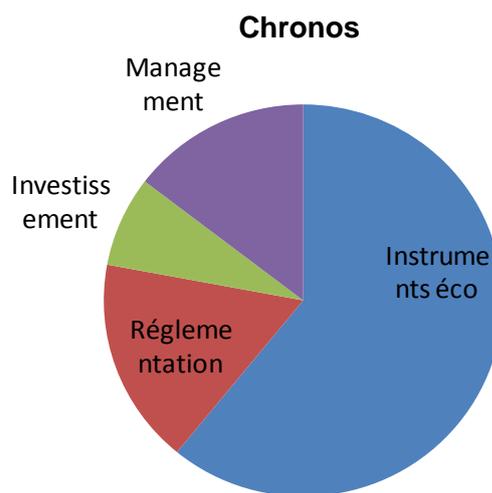
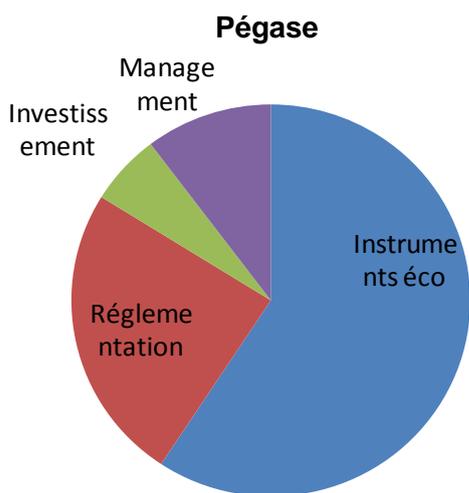
Impact positif sur l'environnement



## 5.1. Les résultats sur l'environnement

De même qu'il existe des différences entre les scénarios selon les finalités d'actions (technologie, report modal, réduction de la mobilité), il existe également des différences selon le mode opératoire. Un scénario pourra mettre en œuvre des mesures faisant plus ou moins appel à la réglementation, à l'investissement, à du management, ou encore à des instruments économiques (incitations). Les graphes ci-dessous montrent, pour chaque scénario, les contributions respectives des différents instruments dans la note globale reflétant l'impact des mesures sur l'objectif environnemental.

On observe dans ces graphes que les instruments économiques ont une place importante pour atteindre l'objectif environnemental, et ceci dans chacun des scénarios. Plus de la moitié de la note globale reflétant l'impact des mesures sur l'objectif environnemental est attribuable à des mesures de ce type. Rappelons que la taxe CO2 qui a un grand impact sur l'environnement est classée dans les instruments économiques, tout comme la TIPP qui a un rôle important dans les trois scénarios.



Tous les scénarios font une place importante aux outils de type Instruments économiques (Taxe CO2, TIPP...).

Chronos fait une place importante aux investissements (infrastructures ferroviaires, plateforme multimodale, autoroutes électrifiées...)

Pégase se distingue par une place importante à la réglementation (norme CO2 pour les voitures et les VUL).

Pégase : les notes relatives des 10 mesures ayant le plus fort impact sur l'environnement

1 - Taxe CO2	530
2 - Bonus/malus	384
3 - Subvention véhicule électrique	351
4 - Normes CO2 voitures	300
5 - Augmentation TIPP	274
6 - Usages différenciés autoroutes	180
7 - Normes CO2 VUL	150
8 - Subvention voitures hybrides	149
9 - Normes CO2 camions	128
10 - Ecoconduite	91
Autres mesures	435

## Chronos : les notes relatives des 10 mesures ayant le plus fort impact sur l'environnement

1 - Taxe CO2	1060
2 - Augmentation TIPP	822
3 - Normes CO2 voitures	300
4 - Abaissement des limites de vitesse sur route	285
5 - Permis négociable CO2 marchandise	280
6 - Taxation camions à la tkm	264
7 - Augmentation des péages d'autoroutes	252
8 - Bonus/malus	192
9 - Subvention voitures hybrides	150
10 - Normes CO2 VUL	149
Autres mesures	2217

## Hestia : les notes relatives des 10 mesures ayant le plus fort impact sur l'environnement

1 - Taxe CO2	1590
2 - Augmentation TIPP	822
3 - Carte carbone individuelle	552
4 - Urbanisme (parking)	198
5 - Bonus/malus	192
6 - Abaissement des limites de vitesse sur route	190
7 - Autopartage	156
8 - Normes CO2 voitures	150
9 - Permis négociable CO2 marchandise	140
10 - Urbanisme (POS, COS)	136
Autres mesures	1845

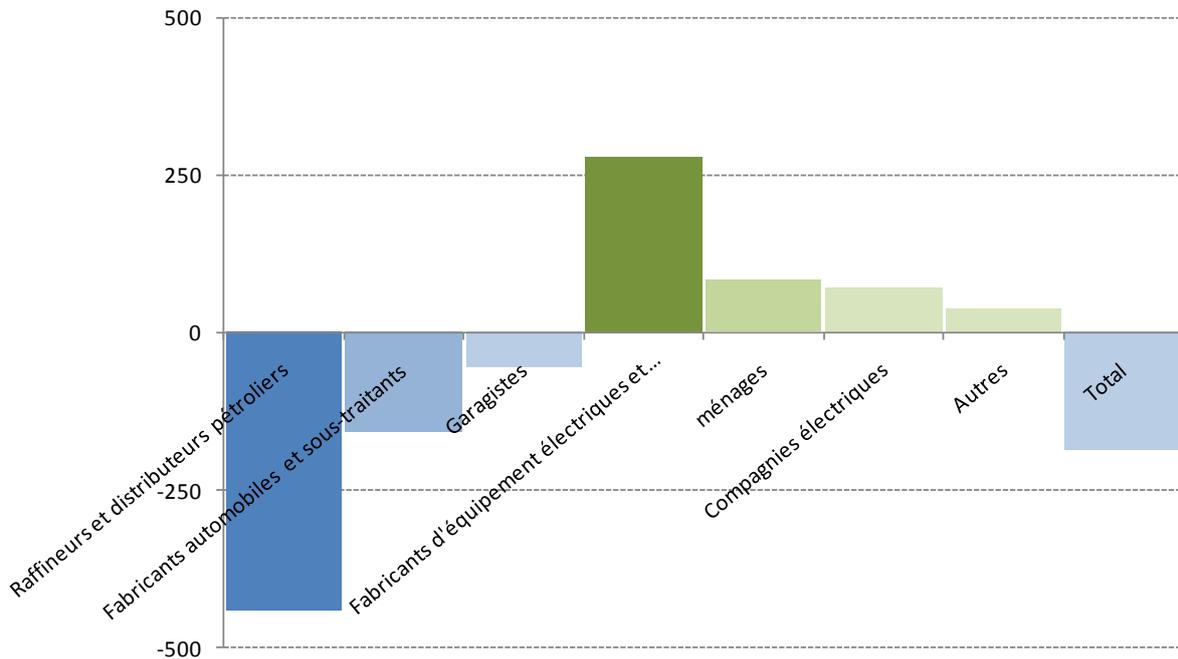
## 5.2. Les résultats sur l'acceptabilité

L'acceptabilité des acteurs a été mesurée dans le modèle selon la même méthode que pour l'environnement. Dans certains cas où l'acceptabilité est négative, on parlera d'hostilité. Nous avons vu précédemment que Chronos et Hestia génèrent une hostilité plus forte que Pégase. C'est assez logique puisque dans Pégase, l'essentiel de l'effort porte sur la technologie, ce qui est relativement « indolore » pour le consommateur final. Alors que dans Hestia et Chronos, des efforts significatifs sont demandés aux consommateurs, ces derniers sont notamment amenés à changer de comportement.

Il est important de voir quels acteurs sont impactés. Dans Pégase, l'hostilité vient essentiellement des raffineurs et des constructeurs automobiles. Les raffineurs ont une hostilité près du double de celle des constructeurs automobiles. Le couple MCI-Pétrole caractérise le système de transport actuel, c'est essentiellement ce paradigme que l'on cherche à modifier dans Pégase en le remplaçant plus ou moins totalement. Les raffineurs devraient être impactés dans presque tous les cas. Les fabricants d'automobiles peuvent à l'inverse trouver de nouveaux débouchés grâce aux véhicules électriques et hybrides qui se substituent pour partie aux véhicules thermique.

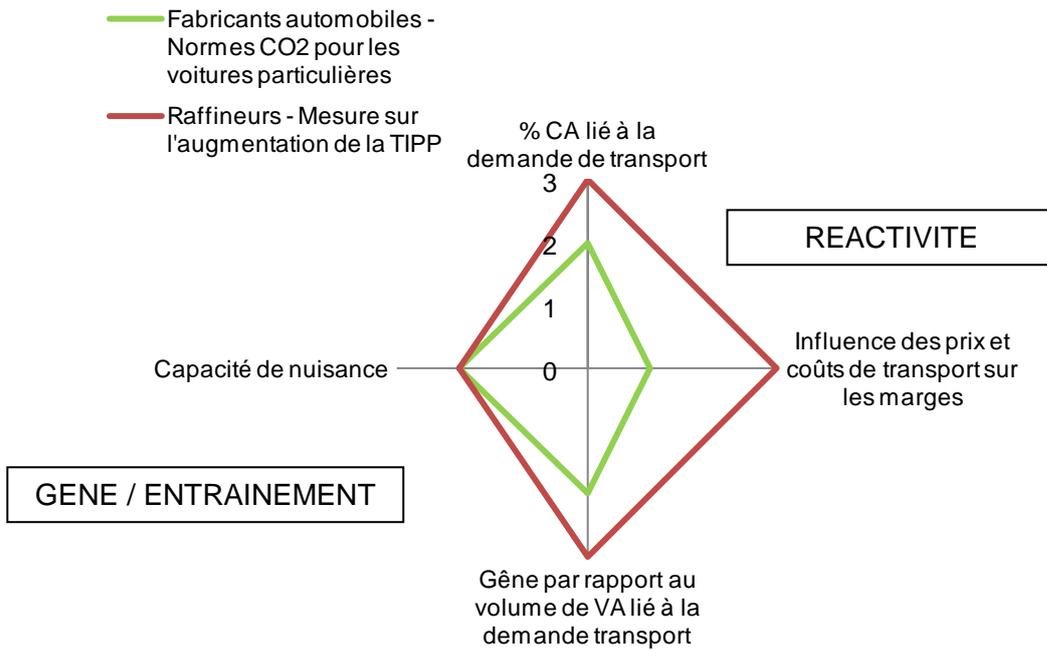
A l'inverse, les fabricants d'équipements électriques et les producteurs d'électricité ont un surplus dans Pégase, car les nouvelles technologies mises en œuvre font appel à leur savoir faire.

Pégase : les notes relatives des impacts sur les principaux acteurs concernés positivement (vert) ou négativement (bleu)



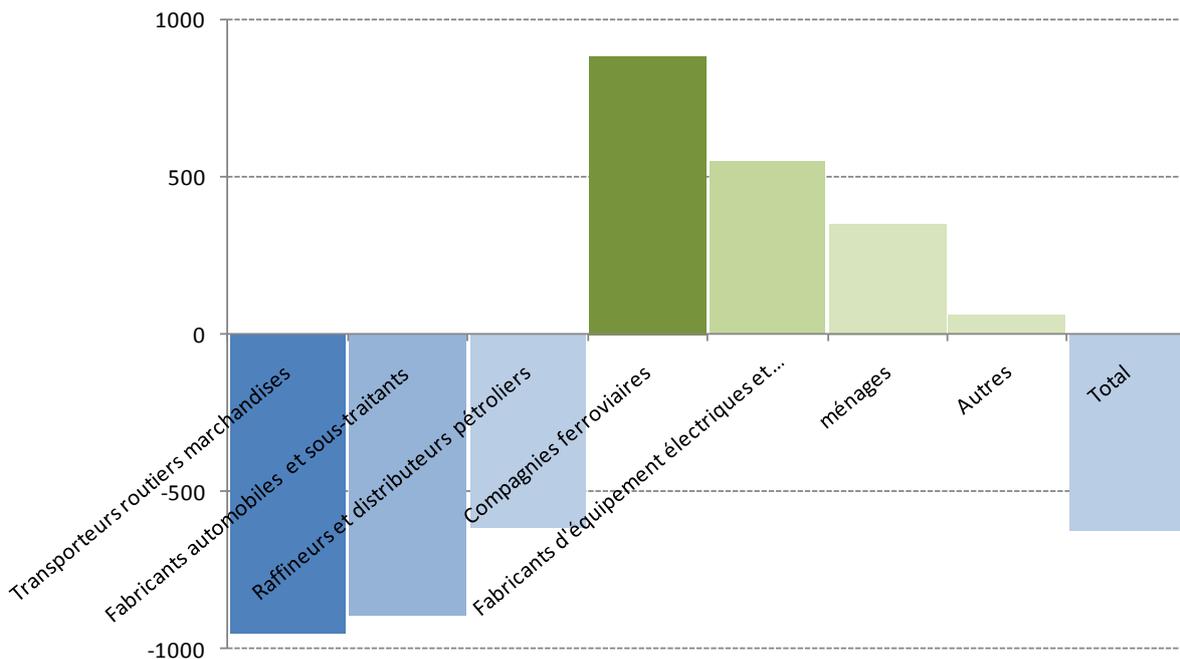
Une analyse de l'hostilité des raffineurs et des fabricants d'automobile dans Pégase est détaillée ci-après, relativement à la mesure suscitant le plus d'hostilité pour eux. L'hostilité est notée à partir de 4 dimensions (chiffre d'affaire lié à la demande de transport, influence des prix et coûts sur les marges, gêne par rapport à la valeur ajoutée, et capacité de nuisance). La mesure sur l'augmentation de la TIPP pour les raffineurs est plus difficile à faire accepter que celle sur les normes CO2 pour les fabricants d'automobiles.

Contribution des facteurs à l'hostilité/acceptabilité des acteurs  
(exemple de 2 mesures – 2 acteurs)



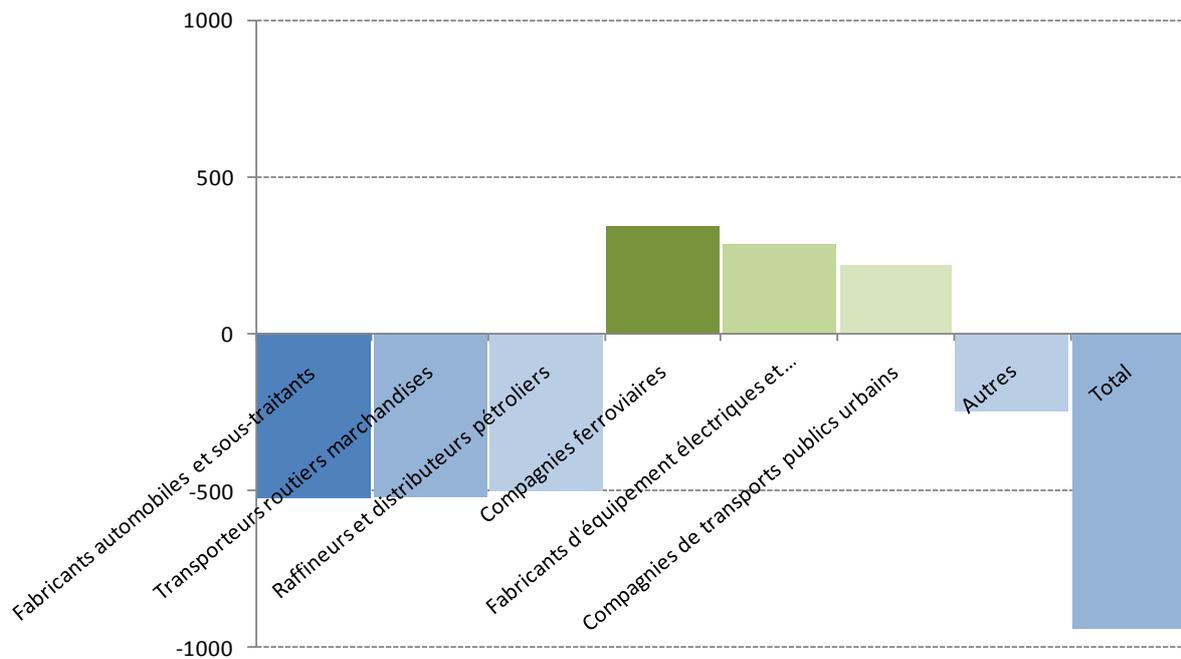
Dans Chronos, scénario où l'on cherche à faire du report modal vers les transports collectifs, les principaux acteurs impactés négativement sont les transporteurs routiers de marchandises, les fabricants d'automobiles et les raffineurs. Certains acteurs sont impactés positivement (compagnies ferroviaires, fabricants d'équipement électriques, compagnies de transport public), toutefois ils ne permettent pas de compenser l'hostilité générale qui se dégage dans ce scénario. Au final, le scénario suscite plus de mécontentement que de satisfaction.

Chronos : les notes relatives des impacts sur les principaux acteurs concernés positivement (vert) ou négativement (bleu)



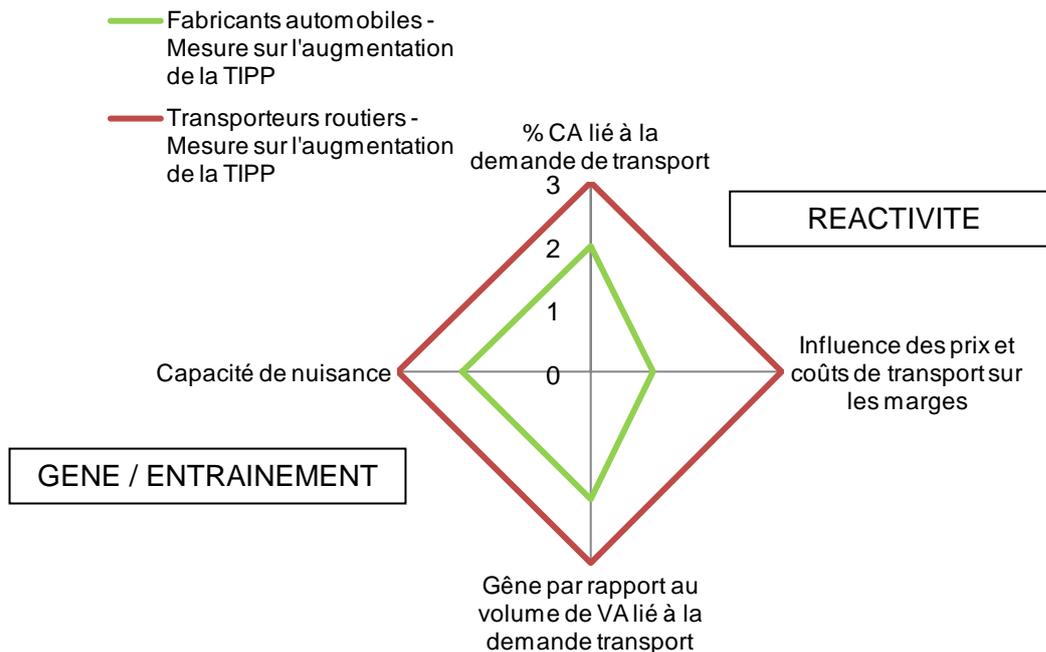
Dans Hestia, les deux acteurs les plus impactés sont les fabricants d'automobiles et les transporteurs routiers. La mesure qui suscite le plus d'hostilité chez ces deux acteurs est l'augmentation de la TIPP. Hestia est assez similaire à Chronos en termes d'acteurs impactés, mais si on additionne les notes de tous les acteurs, on s'aperçoit que la note globale traduit un peu moins d'hostilité. Par contre, et ce n'est pas contradictoire avec ce qui vient d'être dit, ce scénario se distingue du précédent par le fait qu'il est globalement moins clivé, il génère pour les acteurs moins de forte hostilité, ainsi que moins de forte satisfaction.

Hestia : les notes relatives des impacts sur les principaux acteurs concernés positivement (vert) ou négativement (bleu)



En termes de graphique radar, on retrouve dans Hestia une hiérarchie des impacts proche de celle constatée dans Chronos :

### Contribution des facteurs à l'hostilité/acceptabilité des acteurs (exemple de 1 mesure – 2 acteurs)



Le chapitre suivant reprend près de 15 mesures et donne des éléments sur la façon de favoriser l'acceptabilité. Plusieurs principes sont discutés comme la progressivité dans la mise en œuvre des mesures, la compensation financière de certaines mesures, ou encore l'accompagnement d'une mesure par une autre. Sur ce dernier point, l'annexe 1 montre comment par un mécanisme d'association, il est possible de modifier deux mesures générant une faible acceptabilité, voire une hostilité, vers une situation où l'acceptabilité est plus franche.

Un « bon » principe à suivre dans la mise en œuvre consiste à regarder si les mesures qui modifient les comportements des personnes et celles qui permettent de répondre à une nouvelle demande, avancent de pair ou si au contraire une distorsion apparaît. Supposons qu'une collectivité décide de mettre en place un péage routier aux abords d'une ville. Si dans le même temps, on ne constate pas des actions permettant de stimuler l'offre de transport en commun, alors le gain sur le système sera faible, voir contre productif.

Il faut donc en permanence s'assurer qu'un équilibre est préservée entre les politiques visant les comportements (on trouve notamment dans cette catégorie les mesures ayant trait à la réglementation et aux instruments économiques) et celles visant le développement d'une offre alternative (on trouve dans cette catégorie les mesures ayant trait à l'investissement et au management). Le modèle permet de s'assurer si, phase après phase, cet équilibre est respecté.

### 5.3. Les résultats sur les modifications du système prix/coûts

Les scénarios se distinguent assez nettement quant à leur impact sur le système prix/coût. Pégase est de loin le scénario qui génère le moins de modifications de ce système. Le renchérissement à la hausse du système prix/coût est nettement plus élevé dans Chronos et Hestia, que dans Pégase.

Si on regarde quels impacts sur le système prix/coût ont les mesures à fort impact environnemental, on constate que l'augmentation de la fiscalité (taxe CO<sub>2</sub>, TIPP, carte carbone individuelle) renchérissement de façon significative le transport.

A l'inverse, les normes mises en place sur les voitures ou les véhicules utilitaires parviennent à être absorbées par les constructeurs si bien qu'au final ce type de mesure conduit à diminuer le coût du transport.

Pégase : notes relatives des impacts sur le système prix/coût des mesures à fort impact environnemental

1 - Taxe CO2	65
2 - Bonus/malus	-36
3 - Subvention véhicule électrique	6
4 - Normes CO2 voitures	-16
5 - Augmentation TIPP	84
6 - Usages différenciés autoroutes	-15
7 - Normes CO2 VUL	-10
8 - Subvention voitures hybrides	2
9 - Normes CO2 camions	0
10 - Ecoconduite	-10
Autres mesures	17

Chronos : notes relatives des impacts sur le système prix/coût des mesures à fort impact environnemental

1 - Taxe CO2	130
2 - Augmentation TIPP	252
3 - Normes CO2 voitures	-16
4 - Abaissement des limites de vitesse sur route	9
5 - Permis négociable CO2 marchandise	60
6 - Taxation camions à la tkm	75
7 - Augmentation des péages d'autoroutes	75
8 - Bonus/malus	-18
9 - Subvention voitures hybrides	2
10 - Normes CO2 VUL	-10
Autres mesures	530

Hestia : notes relatives des impacts sur le système prix/coût des mesures à fort impact environnemental

1 - Taxe CO2	195
2 - Augmentation TIPP	252
3 - Carte carbone individuelle	108
4 - Urbanisme (parking)	27
5 - Bonus/malus	-18
6 - Abaissement des limites de vitesse sur route	6
7 - Autopartage	30
8 - Normes CO2 voitures	-8
9 - Permis négociable CO2 marchandise	30
10 - Urbanisme (POS, COS)	-27
Autres mesures	237

## 5.1. En conclusion : quelles mesures phares ?

Pour chacun des scénarios, les tableaux suivants donnent les résultats sur l'environnement, sur l'acceptabilité et sur le système prix/coûts pour les 20 mesures ayant le plus grand impact sur l'environnement.

### Les notes d'impact des 20 mesures les plus importantes dans Pégase

	Environnement	Acceptabilité	Prix/coût
1 - Taxe CO2	530	-120	65
2 - Bonus/malus	384	-16	-36
3 - Subvention véhicule électrique	351	-41	6
4 - Normes CO2 voitures	300	-27	-16
5 - Augmentation TIPP	274	-82	84
6 - Usages différenciés autoroutes	180	19	-15
7 - Normes CO2 VUL	150	11	-10
8 - Subvention voitures hybrides	149	2	2
9 - Normes CO2 camions	128	11	0
10 - Ecoconduite	91	-3	-10
11 - Subventions biocarburants	90	-32	46
12 - Subvention VUL hybrides	84	24	-8
13 - Outils de navigation	83	4	-5
14 - Vignette liée au taux d'émission	72	-5	15
15 - Infrastructure véhicule électrique	39	-6	6
16 - Platooning transport marchandise	24	-16	-20
17 - Réglementation sur la puissance des PL	12	-4	-20
18 - Outils de navigation camions	12	16	-5
19 - Réglementation sur la puissance des VL	11	-8	0
20 - Ecoconduite camions	8	-4	-5

### Les notes d'impact des 20 mesures les plus importantes dans Chronos

	Environnement	Acceptabilité	Prix/coût
1 - Taxe CO2	1060	-241	130
2 - Augmentation TIPP	822	-247	252
3 - Normes CO2 voitures	300	-27	-16
4 - Abaissement limites de vitesse sur route	285	-77	9
5 - Permis négociable CO2 marchandise	280	-168	60
6 - Taxation camions à la tkm	264	-124	75
7 - Augmentation des péages d'autoroutes	252	-126	75
8 - Bonus/malus	192	-8	-18
9 - Subvention voitures hybrides	150	2	2
10 - Normes CO2 VUL	149	11	-10
11 - Nouvelles offres transport collectif routier	144	31	-15
12 - Normes CO2 camions	128	11	0
13 - Augmentation fréquence des TC	120	2	84
14 - Subvention véhicule électrique	117	-14	2
15 - Augmentation de la vitesse des TC	108	2	-36
16 - Covoiturage, PDE	90	6	-30
17 - Subventions biocarburants	89	-32	46
18 - Subvention VUL hybrides	84	24	-8
19 - Extension des pistes cyclables	83	2	10
20 - Péage voies urbaines	74	-50	60

### Les notes d'impact des 20 mesures les plus importantes dans Hestia

	Environnement	Acceptabilité	Prix/coût
1 - Taxe CO2	1590	-361	195
2 - Augmentation TIPP	822	-247	252
3 - Carte carbone individuelle	552	-176	108
4 - Urbanisme (parking)	198	-9	27
5 - Bonus/malus	192	-8	-18
6 - Abaissement limites de vitesse sur route	190	-52	6
7 - Autopartage	156	41	30
8 - Normes CO2 voitures	150	-14	-8
9 - Permis négociable CO2 marchandise	140	-84	30
10 - Urbanisme (POS, COS)	136	-9	-27
11 - Urbanisme (commerces)	135	-30	3
12 - Incitation au télétravail	126	-27	0
13 - Extension des pistes cyclables	125	4	15
14 - Subvention véhicule électrique	117	-14	2
15 - Nouvelles offres transport collectif routier	96	21	-10
16 - Subventions biocarburants	90	-32	46
17 - Augmentation des péages d'autoroutes	84	-42	25
18 - Augmentation fréquence des TC	80	1	56
19 - Subvention voitures hybrides	75	1	1
20 - Normes CO2 VUL	75	6	-5

Plus de 60 mesures permettant de réduire les émissions de CO2 ont été notées selon 3 critères (impact CO2, acceptabilité, coût). De ce classement, certaines mesures apparaissent comme incontournables pour réaliser les objectifs de réduction des émissions de CO2 dans le secteur du transport. Le tableau suivant identifie quelles sont ces mesures phares, pour chacun des scénarios. Certaines se retrouvent dans les 3 scénarios.

## Les mesures phares pour la réduction des émissions de CO2 dans le transport

	Pégase	Chronos	Hestia	
Mesures visant les 3 scénarios	Augmentation TIPP	X	X	X
	Taxe CO2	X	X	X
	Normes CO2 voitures	X	X	X
	Subvention véhicule électrique	X	X	X
	Bonus/malus	X	X	X
	Normes CO2 VUL	X	X	X
	Normes CO2 camions	X	X	X
	Subvention voitures hybrides	X	X	X
	Subventions biocarburants	X	X	X
Mesures visant 2 scénarios	Permis négociable CO2 marchandise		X	X
	Augmentation des péages sur autoroute		X	X
	Abaissement des limites de vitesse sur route		X	X
	Augmentation de la fréquence des TC		X	X
	Augmentation des vitesses des TC		X	X
Mesures visant 1 scénario	Vignette liée au taux d'émission	X		
	Usages différenciés autoroutes	X		
	Subvention VUL hybrides	X		
	Infrastructure véhicule électrique (recharge)	X		
	Incitation au télétravail	X		
	Ecoconduite	X		
	Platooning transport marchandise	X		
	Réglementation sur la puissance max des voitures	X		
	Taxation des camions à la tkm		X	
	Covoiturage, PDE		X	
	Péage artères urbaines		X	
	Nouvelles offres de transport collectif routier		X	
	Carte carbone individuelle			X
	Urbanisme (parking)			X
	Extension des pistes cyclables			X
	Autopartage			X
	Urbanisme (POS, COS)			X
Urbanisme (commerces)			X	

## 6. Mise en œuvre et impact de quelques mesures phares

La poursuite d'objectifs ambitieux en termes de réductions des émissions de CO2 dans le transport nécessitera de mettre en œuvre la plupart des mesures phares identifiées dans le tableau précédent.

Ce chapitre approfondit l'évaluation de certaines mesures par rapport aux trois critères : impact CO2, acceptabilité, et le coût. Il nous semble notamment possible d'arriver à évaluer plus précisément leur impact, notamment en s'appuyant sur des exemples concrets.

Les mesures pour lesquelles un calcul est proposé concernent des exemples précis. Il peut s'agir de la réalisation d'une infrastructure de TGV, du soutien aux véhicules électriques, du développement du transport fluvial pour les marchandises... Nous avons considéré que ces mesures sont plus incrémentales et moins systémiques, aussi leur évaluation apparaît, sinon aisée, au moins possible.

Les résultats obtenus sont bien évidemment des ordres de grandeur. Les valeurs données ont un intérêt dans la comparaison entre elles. C'est bien l'analyse comparative qui donne en fine des informations intéressantes en termes de politiques publiques. Si une mesure A fait gagner 1 et une mesure B fait gagner 5, l'important n'est pas tant de discuter le 1 ou le 5, que de souligner l'existence d'un rapport de 1 à 5 entre A et B.

Une quinzaine de mesures sont ainsi discutées et une évaluation chiffrée est proposée pour la plupart.

## **6.1. Instauration d'une taxe sur le carbone**

### **6.1.1. Exemples de mise en œuvre**

De nombreux pays ont mis en place une taxe carbone (Danemark, Finlande, Norvège, Italie, Suisse, Suède...). A chaque fois, les principes de progressivité, d'accompagnement et de solutions alternatives ont été mis en place pour faciliter l'acceptabilité de cette taxe.

Par exemple en Suède, la taxe carbone a été introduite en 1991 et a subi plusieurs augmentations, elle est aujourd'hui d'environ 110 € la tonne. En compensation, les ménages ont obtenu une diminution de leur impôt sur le revenu.

En Suisse, le gouvernement a introduit une taxe carbone en 2008, son montant était alors de 12 CHF la tonne de CO<sub>2</sub>, soit moins de 10 €. Cette taxe est passée à 24 CHF en 2009, puis à 36 CHF en 2010. En deux ans à peine, le gouvernement a ainsi triplé le montant initial de la taxe.

### **6.1.2. Comment favoriser l'acceptabilité de la mesure ?**

Les principaux acteurs pénalisés par la taxe carbone sont les industriels (raffineurs, industrie automobile...) ainsi que les ménages, notamment les ménages modestes.

On sait que pour avoir un effet, le montant de la taxe carbone doit être supérieur à 100 € la tonne de CO<sub>2</sub>, en deçà son caractère incitatif est assez faible. A titre d'exemple, à 17 euros la tonne, montant qui avait été envisagé en France, la taxe CO<sub>2</sub> renchérit de 5 centimes environ le prix des carburants pétroliers.

#### Par la progressivité

Introduire une taxe carbone d'un montant supérieur à 100 € dès le départ est politiquement très difficile. Mettre en place la mesure de façon progressive est probablement la meilleure façon de favoriser son acceptabilité. L'idée est qu'au départ, la mesure a une intensité faible de façon à ce qu'elle impacte peu les acteurs. Ensuite, une fois que le principe de la mesure est acquis, il est possible d'accroître son intensité de façon à avoir un effet plus significatif sur l'objectif recherché. La progressivité est essentielle car c'est une façon de donner un signal aux acteurs sur l'évolution future de la fiscalité. Ces personnes ont ainsi le temps de se préparer à cette évolution, sans être piégées.

#### Par l'accompagnement

L'accompagnement est une autre façon de favoriser l'acceptabilité. Pour la taxe carbone, il avait notamment été prévu le versement d'un chèque vert aux ménages les plus modestes.

Certains ont critiqué cette mesure, estimant qu'il ne servait à rien de mettre en place un nouveau prélèvement comme la taxe carbone, si cette dernière était compensée presque intégralement par une aide financière aux ménages.

En réalité, cet accompagnement est intéressant. Au delà du caractère social du chèque vert, il y a un mécanisme économique efficace car les ménages qui recevront l'aide ne dépenseront pas forcément cet argent dans des achats d'énergies. Ils peuvent en effet décider plutôt d'aller au cinéma, d'isoler leur logement... Ce que l'on cherche est bien de substituer une dépense d'énergie par une autre dépense. Au final, la taxe carbone doit donc en principe permettre une réduction de la consommation d'énergie des ménages. Et grâce au chèque vert, l'opposition à son introduction peut être limitée.

### Par des solutions de transport alternatives

Proposer des solutions alternatives est la troisième façon de rendre l'introduction de cette taxe plus acceptable. Les solutions alternatives consistent à offrir aux personnes pénalisées par une nouvelle fiscalité ou un nouveau règlement une réelle alternative pour leur déplacement. Développer de nouvelles offres de transport en commun permet par exemple d'accompagner l'introduction d'une taxe carbone pour les personnes à forte mobilité. Pour les personnes vraiment tributaires de la voiture, la solution alternative peut résider dans la mise en place d'un PDE...

#### **6.1.3. Coût public et impact de la mesure**

##### Impact CO2 :

Plusieurs études ont cherché à mesurer la sensibilité des prix des carburants sur la mobilité<sup>1</sup>. L'étude du Commissariat général au développement durable indique notamment : « A court terme l'élasticité prix du carburant se situe entre -0,25 et -0,35 en 2006, c'est-à-dire que, lorsque les prix augmentent de 1%, la consommation de carburant diminue à court terme de l'ordre de 0,25% à 0,35%. A long terme l'élasticité prix du carburant, estimée sur la base de pseudo-panels d'enquêtes de 1985 à 2006, est plus importante et vaut entre -0,6 et -0,7. Elle est légèrement plus élevée pour les ménages les plus modestes que pour les plus aisés dont la demande est moins sensible au prix du carburant. Elle est également un peu plus élevée pour les ménages urbains que pour les ménages ruraux. Ainsi, toutes les catégories de ménages, quel que soit leur niveau de revenu, adaptent à long terme leur consommation de carburants à une hausse de prix. Cela révèle une efficacité importante du signal prix et conforte les politiques utilisant cet instrument. »

##### Coûts de mise en œuvre :

Le coût public de la mesure est difficile à apprécier. En première approche, ce coût est nul puisque il y a même des recettes fiscales supplémentaires pour l'Etat. Toutefois, cette analyse ne prend pas en compte les effets retours. Il est très difficile de se prononcer sur le coût public de cette mesure.

## **6.2. Instauration d'une norme CO2 sur les voitures**

### **6.2.1. Exemples de mise en œuvre**

---

<sup>1</sup> Lire par exemple la recherche menée en 2010 par Beauvais Consultant dans le cadre du Predit : « Elasticité Demande Carburant - Elasticité de la demande de carburant à la volatilité ». Ou encore une étude du Commissariat général au développement durable : « Consommation de carburant : effets des prix à court et à long termes par type de population », avril 2011.

Cette mesure est mise en œuvre en Europe. Les normes CO2 fixent des objectifs aux constructeurs, le calcul se fait sur l'ensemble des voitures vendues par un constructeur. Si en moyenne au cours d'une année, le constructeur est au dessus de la norme, il doit alors s'acquitter de pénalités financières. En 2008, les pays européens sont parvenus à un accord fixant à 130g/km de CO2 le plafond pour les véhicules construits en 2012. Des pénalités ont été prévues pour les constructeurs dépassant ces niveaux.

Cette mesure sera complétée pour concerner également les véhicules utilitaires et les poids-lourds. Certains pays ont mis en place des mécanismes très proches pouvant apparaître comme concurrents de la mesure, comme le système bonus-malus en France. Le dispositif bonus-malus répond aux défauts de la norme CO2 exposés ci-après, même si son coût de gestion est a priori plus élevé.

### **6.2.2. Comment favoriser l'acceptabilité de la mesure ?**

Les principaux acteurs pénalisés par l'instauration d'une norme CO2 sur les voitures sont les constructeurs automobiles, ainsi que, indirectement, les ménages qui verront le prix des voitures augmenter. La mesure « instauration d'une norme CO2 sur les voitures », si elle devait être plus sévère à terme, présente des difficultés de mise en œuvre qu'il est possible de contourner par le biais des mécanismes suivants :

#### Changement du nom de la mesure

Dans cette mesure, il y a deux éléments distincts : un élément qui a un caractère obligatoire, doublé d'une dérogation possible à travers le mécanisme des pénalités. Ce type de mesure présente donc une double approche, une approche normative et une approche incitative avec une récompense (absence de pénalités) si le constructeur a atteint les objectifs.

Sociologiquement, les oppositions sont en général plus fortes quand la loi est présentée sous l'angle de son principe normatif. Plus la loi apparaît raide, plus l'opposition est grande. L'hostilité aux 35 heures en France tenait pour partie à la mesure, mais aussi pour partie à son caractère obligatoire.

L'appellation de cette mesure nous paraît non optimale car elle met davantage en avant le principe autoritaire de la mesure, avec le terme « norme », et moins le côté incitatif, avec l'idée que les constructeurs peuvent quand même déroger à la loi, c'est-à-dire être au dessus de la norme, ils devront alors s'acquitter de pénalités financières.

Aussi, ne faudrait-il pas présenter la mesure comme étant plus un instrument d'incitation économique. Dans les faits, c'est le cas puisqu'un mécanisme dérogatoire a été prévu. Aussi, plutôt que d'insister sur le caractère normatif, la mesure serait présentée comme un mécanisme fiscal visant les constructeurs automobiles.

#### Rendre possible une modulation du montant des pénalités financières ?

La difficulté lors de la négociation s'est surtout cristallisé entre la France et l'Allemagne qui ont des intérêts divergents, la France fabriquant plus de petits véhicules et l'Allemagne plus des gros. Actuellement, le règlement de Bruxelles prévoit des pénalités financières de l'ordre de 100 € par gramme dépassé pour les constructeurs qui sont au dessus du seuil moyen de 130 g de CO2 par km. N'aurait-il pas été possible de rendre le barème des pénalités modulable, selon les pays ?

## **6.3. Développement de l'usage du véhicule électrique**

### **6.3.1. Exemples de mise en œuvre**

Il n'existe pas encore d'exemples de pays ayant développé significativement un parc de véhicules électriques. Beaucoup de programmes sont toutefois à l'étude (Israël, Etats-Unis, France, Corée, Japon...). Certains constructeurs, comme Renault, ont bâti une part importante de leur stratégie sur cette nouvelle technologie<sup>2</sup>.

### 6.3.2. Comment favoriser l'acceptabilité de la mesure ?

Cette mesure ne devrait pas en principe susciter une forte hostilité, exceptée de la part de l'industrie pétrolière qui est la principale perdante. Le véhicule électrique ne modifie pas fondamentalement la façon dont le transport fonctionne actuellement, le mode individuel restant la norme. Les nouvelles infrastructures nécessaires au développement du véhicule électrique semblent limitées et ne devraient pas susciter là encore de forte hostilité.

### 6.3.3. Impacts de la mesure et coût public

#### Impact CO2 :

D'ici une dizaine d'années, 250.000 voitures électriques pourraient être vendus chaque année en France, soit environ 1 véhicule sur 8. A cette échéance, une voiture thermique utilisée principalement en ville pourrait émettre environ 140 grammes de CO2 par km, une voiture électrique devrait émettre quant à elle environ 20 grammes de CO2 par km, en faisant l'hypothèse qu'en 2020, le contenu CO2 du kWh est relativement inchangé en France. Chaque voiture électrique permet donc un gain CO2 par rapport à une voiture standard de 120 grammes par km.

#### Autres impacts :

La mesure peut avoir un impact important pour la gestion du réseau électrique. La demande d'électricité peut varier fortement au cours de la même journée, du fait de l'heure ou des conditions météorologiques, alors que l'offre est quant à elle relativement rigide. Pour faire face à ces écarts de consommation, les électriciens sont obligés de se caler sur le plus haut niveau de la demande, grâce à des centrales d'appoint qui ne fonctionnent que quelques dizaines d'heures par an. Ces centrales d'appoint représentent pour l'ensemble du réseau électrique un surcoût significatif. Le chargement des batteries des véhicules électriques pourrait se faire dans les périodes où la demande est faible, contribuant ainsi à offrir un nouveau débouché aux centrales d'appoint.

#### Coûts de mise en œuvre :

Les pouvoirs publics devront octroyer une subvention pour que le véhicule électrique soit compétitif par rapport à un véhicule thermique. Chiffrer le montant de cette subvention est discutable, nous sommes partis sur un montant de 4000 € par véhicule en 2020.

#### Bilan chiffré aux conditions économiques de 2010 :

Mesure : mise en service de 2,5 millions de véhicules électriques entre 2015 et 2025

Impact CO2	Autres impacts	Investissement public
54 Mt CO2 économisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positif pour le réseau électrique si les voitures électriques jouent le rôle « d'amortisseur » entre offre et demande d'électricité</li> </ul>	10 Md€

<sup>2</sup> En 2010, Carlos Ghosn Pdg de Renault déclarait que son groupe avait déjà dépensé plus de 4 Md€ pour développer les premiers modèles de voitures électriques.

Détail du calcul :

Impact CO<sub>2</sub> = (2,5 millions de véhicules thermiques x 0,14 kg de CO<sub>2</sub>/km x 180.000 km/veh)  
- (2,5 millions de véhicules électriques x 0,2 kWh/km x 0,1 kg CO<sub>2</sub>/kWh x 180.000 km/veh)

Coût public = 2,5 millions de véhicules électriques x 4000 € de subvention

## **6.4. Développement des biocarburants**

### **6.4.1. Exemples de mise en œuvre**

Les biocarburants représentent aujourd'hui entre 5 et 10% des carburants consommés dans la plupart des pays européens. Leur part est en croissance régulière depuis plusieurs années, toutefois on assiste actuellement à un plafonnement. L'Allemagne a notamment remis en cause certaines aides octroyées à la filière.

### **6.4.2. Comment favoriser l'acceptabilité de la mesure ?**

Cette mesure pose un problème à l'échelle mondiale car elle mobilise des surfaces agricoles. In fine, les biocarburants pourraient donc exercer une tension sur la disponibilité de la ressource foncière et donc sur le prix des matières agricoles.

Plusieurs experts considèrent que les biocarburants ne pourront être généralisés, en tout cas à court terme, leur part restant limitée à 15% environ du marché des carburants. A long terme, les biocarburants de deuxième, voire troisième génération, pourraient se généraliser davantage si les technologies permettent de corriger les défauts de la première génération.

En l'état, les biocarburants ont donc plus un intérêt sur un marché de niche. Dans cette perspective, ils pourraient être réservés à des applications pour lesquelles les autres alternatives sont difficiles à mettre en place. Ces applications sont en particulier le transport aérien et le transport de marchandise par poids lourds. Les technologies basées sur les batteries seront en effet difficiles à implanter sur les avions et les poids lourds.

Sur le transport de marchandise, grâce aux autoroutes électrifiées (voir plus loin), les poids-lourds peuvent en partie se passer de carburants liquides sur la partie centrale du transport, par contre ils restent dépendant d'un carburant liquide, et donc potentiellement d'un biocarburant, en début et en fin de trajet.

### **6.4.3. Impacts de la mesure et coût public**

#### Impact CO<sub>2</sub> :

Le bilan CO<sub>2</sub> des biocarburants est controversé, certains le jugent positif, d'autres négatif, notamment quand on prend en compte la modification de l'usage des sols. Le bilan CO<sub>2</sub> des biocarburants est également fortement influencé par le type de biomasse utilisé et par le processus de conversion. Devant la diversité des méthodologies, il est difficile de procéder à un calcul, même approximatif, du gain CO<sub>2</sub>.

#### Autres impacts :

La mesure peut avoir un impact sur le marché agricole mondial, et contribuer à accroître l'accessibilité des pays les plus pauvres à disposer d'une ressource alimentaire.

#### Coûts de mise en œuvre :

Actuellement, le coût de production industriel des biocarburants en Europe est environ de 0.8 € par litre pour l'éthanol et d'un peu plus de 1 € par litre pour le biodiesel. Ces carburants peuvent donc être compétitifs à condition d'être exonérés de tout ou partie de la TIPP.

## **6.5. Construction de lignes à grande vitesse TGV**

### **6.5.1. Exemples de mise en œuvre**

La France compte aujourd'hui 1900 km de lignes à grande vitesse, c'est le réseau le plus important d'Europe. Lors des nouvelles constructions de ligne, on observe un coût au km qui augmente plus rapidement que celui de l'inflation, ce qui reflète la complexité croissante de réaliser ce type d'infrastructure.

### **6.5.2. Comment favoriser l'acceptabilité de la mesure ?**

Cette mesure suscite une hostilité de la part des riverains. Cette hostilité est croissante d'une part parce que les populations sont de plus en plus sensibles aux gênes sonores ou visuelles, mais aussi parce que l'urbanisation des territoires fait qu'il y a de plus en plus de personnes gênées.

La façon de gérer ce problème consiste à multiplier les enfouissements de lignes, ou tout au moins à les équiper de murs antibruit, ce qui renchérit le coût d'investissement. Cette réponse peut susciter de la part des pouvoirs publics, non pas une hostilité, mais une difficulté du fait des financements importants à mobiliser.

La mesure suscite également une hostilité de la part des compagnies de transport aérien, impactées par la concurrence de ce mode de transport.

Une augmentation du prix des carburants pétroliers (taxe carbone, TIPP...), semble être une réponse de nature à favoriser l'acceptabilité de la mesure. A plus long terme, l'instauration d'une carte carbone individuelle, limitant la mobilité des personnes sauf pour les modes émettant peu de CO<sub>2</sub>, est une autre façon de favoriser la construction de nouvelles lignes TGV.

### **6.5.3. Impacts de la mesure et coût public**

#### Impact CO<sub>2</sub> :

Les lignes à grande vitesse permettent de transporter des personnes via un mode plus respectueux de l'environnement. On peut se baser sur l'exemple de la LGV Grand Est entre Paris et Strasbourg, dont la construction de la première phase est achevée. Le gain CO<sub>2</sub> vient essentiellement du trafic de passagers transféré de l'avion et la voiture vers le TGV. Sur cette ligne, le trafic de passagers sera d'environ 12 millions de personnes par an à terme<sup>3</sup>. Conformément aux préconisations de l'étude Deloitte de 2008<sup>4</sup>, un passager transféré sur le mode ferroviaire permet d'économiser environ 55 grammes CO<sub>2</sub>/pkm quand il vient de l'avion régional, et 10 grammes CO<sub>2</sub>/pkm quand il vient de la voiture, soit un gain moyen d'environ 30 grammes.

#### Autres impacts :

---

<sup>3</sup> Ce chiffre est notamment disponible sur le site du projet (<http://www.lgv-est.com/>). En réalité, pour faire un calcul économique conforme, il faut déduire du trafic celui qui était déjà sur le mode ferroviaire, voire déduire aussi le trafic induit par la nouvelle infrastructure. Prendre 12 millions de voyageurs semble donc une hypothèse haute, même avec la croissance attendue du trafic.

<sup>4</sup> « Efficacités énergétique et environnementale des modes de transport », réalisée par Deloitte pour l'ADEME en 2008.

La mesure pourrait avoir un impact positif sur le développement économique des territoires, même si cet objectif peut également être atteint par d'autres moyens. Les nouvelles offres de transport aérien à bas coût (low cost), que l'on a vu fleurir depuis une dizaine d'années en France, montrent qu'il est également possible de relier deux pôles économiques. Le gain de temps procuré aux voyageurs est également un des impacts du projet, toutefois cet avantage est en grande partie intégré dans le prix du billet de train, prix qui conduit à l'équilibre économique du projet. Il existe enfin un impact positif en termes de sécurité routière, notamment vis-à-vis du trafic qui était précédemment sur la route.

#### Coûts de mise en œuvre :

La LGV entre Paris et Strasbourg coûte 6 Md€. Nous avons pris en compte une durée de vie de l'infrastructure de 60 ans.

#### Bilan chiffré aux conditions économiques de 2010 :

Mesure : réalisation d'une LGV entre Paris et Strasbourg

Impact CO2	Autres impacts	Investissement public
11 Mt CO2 économisées sur la durée de vie de l'infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positif pour le développement économique</li> <li>• Positif pour les accidents routiers évités</li> <li>• Négatif pour les paysages</li> </ul>	6,0 Md€

Détail du calcul :

Impact CO2 = 12 millions de passagers transférés sur le train x 500 km de trajet x gain de 0,03 kg CO2/pkm x 60 années

## **6.6. Abaissement de la vitesse sur autoroute**

### **6.6.1. Exemples de mise en œuvre**

Cette mesure a souvent été évoquée en France, mais n'a jamais été mise en place. La dernière réduction des limites de vitesse remonte à 1990, pour la vitesse en agglomération qui est passée de 60 à 50 km/h. Sur autoroute, la France se situe plutôt dans la fourchette haute des limites de vitesse des pays développés, même si l'Allemagne fait exception. Plusieurs pays comme le Royaume-Uni, l'Irlande, l'Espagne, la Suisse, les Pays-Bas, les pays nordiques, les Etats-Unis... ont des vitesses inférieures de l'ordre de 110-120 km/h.

### **6.6.2. Comment favoriser l'acceptabilité de la mesure ?**

Cette mesure suscite une hostilité forte de la part de la population. L'industrie pétrolière est également impactée négativement. Il n'est pas possible d'appliquer pour cette mesure les principes de progressivité et d'accompagnement proposés pour la taxe CO2. Le renchérissement du coût de l'énergie, par le biais de la TIPP ou d'une taxe carbone, est une façon de favoriser l'acceptabilité de cette mesure car rouler vite deviendra alors plus coûteux.

### **6.6.3. Impacts de la mesure et coût public**

#### Impact CO2 :

Cette mesure permettrait une réduction significative de la consommation de carburant et donc d'émissions de CO2. On suppose que la vitesse maximale sur autoroute est abaissée

de 130 à 115 km/h. Cet abaissement permet de gagner 1,2 litre par 100 km, sachant que 20% des distances parcourues par une voiture sont supposées être sur autoroute.

#### Autres impacts :

Outre l'économie de carburants, la mesure a un avantage en termes de sécurité routière.

#### Coûts de mise en œuvre :

Cette mesure n'a pas de coût public, toutefois elle est pénalisante pour les usagers car elle augmente le temps de déplacement. Le temps perdu peut être considéré comme un indicateur de coût. Selon des instructions nationales, la valeur tutélaire du temps est d'environ 8 € par heure, c'est une valeur moyenne selon que le déplacement est effectué pour motif professionnel ou pour motif de loisirs.

#### Bilan chiffré aux conditions économiques de 2010 :

Mesure : abaissement de la vitesse sur autoroute 130 km/h à 115 km/h

Impact CO2	Autres impacts	Coût public
97 Mt CO2 économisées d'ici 2050	Positif en termes de sécurité routière	61 Md€

Détail du calcul :

Impact CO2 = 1,2 litre gagné par 100 km x 2,8 kg de CO2 par litre x 30 millions de véhicules x 12.000 km par véhicules x 20% des km se font sur autoroute x 40 ans

Coût = (3 personnes par voiture x 30 millions de véhicules x 12.000 km par véhicules x 20% des km se font sur autoroute x 40 ans) x (1/115 km/h - 1/130 km/h) x 8 €/heure

## 6.7. Développement du transport urbain

### 6.7.1. Exemples de mise en œuvre

Le transport urbain existe dans toutes les villes en France. Il peut se mesurer en nombre de places kilomètre offertes ou en kilomètres réalisés par les bus<sup>5</sup>. Dans la plupart des agglomérations, la part de marché du bus est de l'ordre de 15-20%. Dans les agglomérations très denses, comme Paris par exemple, cette part est plus élevée. Le service proposé a tendance à augmenter actuellement en France. Par contre, le transport urbain est de plus en plus difficile à rentabiliser puisque le ratio recettes sur dépenses se dégrade.

### 6.7.2. Comment favoriser l'acceptabilité de la mesure ?

Cette mesure ne devrait pas en principe susciter une forte hostilité. Les Collectivités peuvent toutefois avoir des difficultés financières à développer de nouveaux services de transport urbain compte-tenu de son coût, et cette difficulté peut in fine se traduire en hostilité.

Des actions pour diminuer le différentiel de vitesse entre le bus et la voiture sont importantes pour favoriser l'acceptabilité du transport urbain. Aujourd'hui dans le choix des personnes, le temps de déplacement est un paramètre souvent plus important que le coût direct. Actuellement, sur une majorité de destinations, la voiture reste plus rapide que le transport urbain. Aux Etats-Unis, cet écart est important. En Europe, il l'est moins, ce qui explique que le transport urbain soit plus développé. Les couloirs de bus, associés au développement des

<sup>5</sup> Les chiffres clés sur les transports publics urbains sont disponibles sur <http://www.utp.fr/>

BRT (Bus Rapid Transit), sont un moyen de rendre le transport urbain plus rapide, tout comme la priorité accordée aux feux rouges mis en place dans la plupart des réseaux.

Le renchérissement du coût des carburants pétroliers (TIPP, taxe carbone) est un autre moyen de favoriser le transport urbain, ainsi que la mise en place d'une carte carbone individuelle. Avec une carte carbone individuelle, le trajet en bus n'est pas décompté dans les kilomètres réalisés annuellement.

### 6.7.3. Impacts de la mesure et coût public

#### Impact CO2 :

D'après l'étude Deloitte, passer de la voiture au bus permet un gain d'environ 60 grammes de CO2 par pkm. Le bilan est plus favorable quand on passe sur un tramway, un métro ou un trolley-bus qui utilisent une énergie électrique.

En réalité, ce chiffre de 60 grammes varie beaucoup d'une ligne de bus à l'autre car le remplissage des véhicules est un élément très important. Dans certaines situations où le remplissage est faible, le transport urbain a un bilan CO2 comparativement à la voiture qui n'est pas forcément positif.

Le calcul montre qu'un bus transportant 7-8 passagers génère les mêmes émissions de CO2 par passager qu'une personne utilisant sa voiture<sup>6</sup>. Et pour que le bilan soit nettement à l'avantage du bus, il faut plutôt être autour de 12 voyageurs transportés par bus en permanence. Si des véhicules économes en carburant se généralisent en ville, alors le bilan relatif du bus sera revu à la baisse.

#### Autres impacts :

Le transport urbain a un impact sur la congestion, cet impact peut être plus important que celui sur le CO2. S'il fallait transporter l'ensemble des habitants d'une agglomération en voiture, les conditions de circulation se dégraderaient fortement, avec des pertes de temps importantes. L'impact sur la congestion concerne surtout le centre des villes, au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre, cet impact est moins fort car le réseau routier n'est pas saturé.

#### Coûts de mise en œuvre :

Dans la plupart des transports urbains, le billet finance entre un quart et un tiers du coût du service. La différence est financée par les pouvoirs publics. Le déploiement de ces nouveaux services devrait coûter aux pouvoirs publics au moins 2,5 € par trajet.

#### Bilan chiffré aux conditions économiques de 2010 :

Mesure : augmentation de 20% du transport urbain

Impact CO2	Autres impacts	Soutien public
11 Mt CO2 économisées d'ici 2050 si bus sont « bien remplis »*	Positif car diminue la congestion urbaine	90 Md€

<sup>6</sup> En ville, un bus consomme environ 50 litres de diesel pour 100 km, une voiture 9 litres. Avec 7-8 passagers pour le bus et 1,2 pour la voiture, le bilan CO2 par pkm est identique. On trouvera notamment des indicateurs de consommations d'énergie sur le site de la RATP : [http://www.ratp.fr/fr/ratp/c\\_5026/indicateurs-societaux-et-environnementaux/](http://www.ratp.fr/fr/ratp/c_5026/indicateurs-societaux-et-environnementaux/)

\* bien remplis = au moins 12 personnes en permanence dans le bus. Si ce chiffre est inférieur, le gain CO2 du bus devient peu significatif par rapport à la voiture.

Détail du calcul :

Impact CO2 = 20% d'augmentation de trafic x 40 millions d'urbains concernés en France x 3 déplacements par jour x 15% de part de marché pour les transports urbains x 250 jours/an x 40 ans x 0,06 kg CO2 économisé par pkm x 5 km de trajet moyen

Coût public = 20% d'augmentation du trafic x 40 millions d'urbains concernés en France x 3 déplacements par jour x 15% de part de marché pour les transports urbains x 250 jours x 2,5 euros publics par trajet x 40 ans

## **6.8. Développement d'un service de type Vélib**

### **6.8.1. Exemples de mise en œuvre**

Après la première expérience de Lyon (Vélov), Paris a développé un système analogue. Aujourd'hui, le système Vélib de Paris compte 20.000 vélos. D'autres villes dans le monde sont tentées de mettre en place ce type de mesure.

### **6.8.2. Comment favoriser l'acceptabilité de la mesure ?**

Cette mesure ne suscite pas de grande hostilité.

### **6.8.3. Impacts de la mesure et coût public**

Impact CO2 :

D'après l'étude Deloitte, en passant de la voiture au vélo, on gagne environ 180 grammes de CO2 par pkm et 120 grammes en passant des transports publics au vélo. En termes de trafic, le parc de vélos à Paris permet d'assurer actuellement 25 millions de déplacements par an. Un vélo est utilisé 4 à 5 fois par jour en moyenne.

Il est toutefois difficile de connaître quel était le mode de transport initial des utilisateurs de Vélib. On supposera que 10% venaient de la voiture ou d'un scooter, 60% des transports publics, et le reste de la marche à pied.

Autres impacts :

Cette mesure a d'autres justifications que le CO2, c'est plus un service de mobilité permettant de réaliser un déplacement rapide, tout en profitant de l'environnement urbain. Le gain de temps est une motivation importante, en comparaison de la relative lenteur d'un déplacement par bus par exemple.

Si on considère que chaque utilisateur de Vélib gagne 10 minutes, et que ce temps est valorisé au coût tutélaire de l'heure, soit 8 €, on obtient un bénéfice de 1,3 Md€ sur la période, soit plus que le coût du système estimé à 0,8 Md€. Le coût pour la Collectivité peut donc être considéré comme nul. Pour être cohérent avec les autres évaluations, ce bénéfice sur le gain de temps n'a pas été intégré au coût public.

Coûts de mise en œuvre :

Des évaluations ont été faites<sup>7</sup> chiffrant le coût des Vélib à 334 M€ sur 10 ans pour la Ville de Paris. Cette estimation provient de la différence entre les recettes de Vélib (redevance annuelle versée par l'entreprise Decaux plus les produits des abonnements), à laquelle on soustrait le manque à gagner des panneaux publicitaires. Cela donne un coût pour la Collectivité d'environ 1600 € par vélo et par an.

On retiendra un coût de 1000 € par vélo pour tenir compte du fait que la période de mise en service a généré des surcoûts, pour l'installation des bornes notamment. On constate également que le vandalisme, important au démarrage de l'expérience, est maintenant en diminution assez sensible.

#### Bilan chiffré aux conditions économiques de 2010 :

Mesure : Mise en place d'un service Vélib

Impact CO2	Autres impacts	Investissement public
0,36 Mt CO2 économisées d'ici 2050	Positif en termes de temps gagné par l'utilisateur	0,8 Md€

Détail du calcul :

Impact CO2 = (25 millions de déplacements Vélib par an x 4 km/déplacement x 10% des utilisateurs sont détournés de la voiture ou d'un scooter x 0,18 kgCO2/pkm x 40 ans) + (25 millions de déplacements x 4 km/déplacement x 60% des utilisateurs sont détournés des transports publics x 0,12 kgCO2/pkm x 40 ans)

Coût public = 20.000 vélos x un vélo coûte 1000 € par an (entretien, station...) x 40 ans

## 6.9. Formation à l'éco-conduite

### 6.9.1. Exemples de mise en œuvre

Cette mesure consiste à former/sensibiliser les conducteurs à l'éco-conduite. Elle n'existe pas de façon systématique lors de la formation des conducteurs en France. Par contre, elle a été mise en place en Suisse. Estimant que l'investissement est rentable, certaines entreprises comme La Poste forment leurs collaborateurs à l'éco-conduite.

### 6.9.2. Comment favoriser l'acceptabilité de la mesure ?

Cette mesure ne suscite a priori pas d'hostilité. Les principaux acteurs impactés négativement sont l'industrie pétrolière.

### 6.9.3. Impacts de la mesure et coût public

#### Impact CO2 :

En conduite urbaine, l'éco-conduite permet d'économiser environ 20% du carburant en moyenne<sup>8</sup>. Pour un véhicule émettant en ville environ 180 g CO2 par km, le gain de l'éco-conduite s'élève donc à environ 36 grammes de CO2 par km. A l'avenir, avec de plus en plus de véhicules hybrides ou électriques, cette économie pourrait diminuer. Aussi, on suppose que le bénéfice de la formation s'atténue au cours du temps, jusqu'à devenir nul d'ici une trentaine d'année.

<sup>7</sup> L'entreprise Decaux communique peu d'informations, par contre des enquêtes ont permis de donner certaines informations sur l'économie du Vélib, voir notamment les travaux de Jean-Luc Nobleaux.

<sup>8</sup> [http://www.eco-conduite.fr/eco\\_video5.php](http://www.eco-conduite.fr/eco_video5.php)

Autres impacts :

Cette mesure se justifie par le CO2 économisé, mais il existe aussi des impacts positifs en termes de sécurité routière, de bruit, de confort pour les passagers, ainsi que de coût d'entretien pour le propriétaire du véhicule. La mesure envisagée consiste à former 15 millions de conducteurs en France, en priorité ceux vivant en ville et faisant beaucoup de kilomètres.

Coûts de mise en œuvre :

On suppose que la formation est prise en charge par l'Etat pour un coût de 100 € par conducteur formé.

Bilan chiffré aux conditions économiques de 2010 :

Mesure : Formation de 15 millions de conducteurs à l'éco-conduite

Impact CO2	Autres impacts	Investissement public
91 Mt CO2 économisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positif en termes de sécurité routière</li> <li>• Positif en termes de bruit du véhicule</li> <li>• Positif sur le confort</li> <li>• Positif en terme d'entretien du véhicule (pneumatiques, freins...)</li> </ul>	1,5 Md€

Détail du calcul :

Impact CO2 = 15 millions de voitures x 12.000 km/an x 70% des distances parcourues en ville x 0,036 kgCO2/km économisé x 20 ans

Coût public = 15 millions de conducteurs formés x 100 € la formation

## 6.10. Développement des parkings-relais associés à un service d'auto-partage

### 6.10.1. Exemples de mise en œuvre

Le parking-relais et l'auto-partage sont des services de mobilité en ville qui ont trouvé une place en France, comme dans plusieurs autres pays. A notre connaissance, l'association des deux services n'existe pas ou pratiquement pas.

### 6.10.2. Comment favoriser l'acceptabilité de la mesure ?

Bien que les concepts du parking-relais et de l'auto-partage soient intéressants, ces deux services ont un succès relatif, pour ne pas dire décevant. Pour le parking-relais, cela s'explique par le fait que le mode de fonctionnement actuel où les voitures stationnent toute la journée n'est pas satisfaisant. Cela conduit à créer une infrastructure importante et coûteuse (parking silo de plusieurs étages).

Le risque est que la Collectivité ne soit pas en mesure d'assurer le financement de cette infrastructure, ce qui peut finalement conduire à son rejet. Le parking-relais peut donc susciter au mieux une indifférence de la part des citoyens, au pire une réaction négative de la part des Collectivités.

En associant le parking-relais et l'auto-partage, on renforce significativement l'efficacité globale du service et donc l'acceptabilité. L'annexe 1 décrit en détail le mécanisme envisagé.

### **6.10.3. Impacts de la mesure et coût public**

#### Impact CO2 :

La mesure agit sur le taux de remplissage des transports en commun, ainsi que sur l'accélération de la diffusion du véhicule électrique. En effet, les voitures en autopartage auront plus tendance à être des voitures électriques, comme le montre l'exemple AutoLib à Paris. L'impact CO2 est difficile à chiffrer.

#### Autres impacts :

La mesure pourrait avoir un impact positif sur la réduction de l'espace utilisée en ville pour le stationnement des véhicules. Pour les usagers, cette association est aussi porteuse de service supplémentaire (gain de temps notamment) et donc renforce la compétitivité du système.

#### Coûts de mise en œuvre :

Par un tel système, le coût du parking-relais est divisé par un facteur 20 environ.

## **6.11. Electrification des autoroutes pour le transport de marchandises**

### **6.11.1. Exemples de mise en œuvre**

Cette mesure consiste à électrifier les autoroutes pour le transport de marchandise. Les poids-lourds sont hybrides avec un moteur électrique utilisé sur autoroute et un moteur thermique pour les liaisons terminales. Sur autoroute, les poids-lourds captent l'énergie électrique grâce à un pantographe. Ils sont également dotés d'un transformateur.

Il n'existe pas d'exemple d'autoroutes électrifiées actuellement à grande échelle dans le monde. L'Allemagne est toutefois en train d'expérimenter une autoroute électrifiée sur une « ligne pilote » de plusieurs dizaines de kilomètres. Des caténaires ont été posées et des tests sont réalisés avec des poids lourds prototypes. L'industriel qui réalise cette expérimentation est Siemens.

### **6.11.2. Comment favoriser l'acceptabilité de la mesure ?**

Ce service ne suscite pas une forte hostilité car il ne modifie pas fondamentalement la logistique actuelle qui repose sur des poids-lourds, faisant du porte-à-porte, en des temps relativement courts.

Par ailleurs, cette mesure ne nécessite pas de nouvelles infrastructures de transport, hormis la caténaire. On réutilise en effet la disponibilité des autoroutes, lesquelles sont en moyenne loin d'être saturées. Le financement d'une telle mesure par les pouvoirs publics semble raisonnable.

### **6.11.3. Impacts de la mesure et coût public**

#### Impact CO2 :

Les autoroutes électrifiées permettent une réduction sensible de CO2 car l'électricité a un faible contenu carbone. La France pourrait électrifier 2500 km d'autoroutes, soit environ 20%

de son réseau autoroutier. L'électrification concernerait les principaux axes sur lesquels le trafic peut être estimé en moyenne à 4000 poids-lourds par jour et par sens. Par comparaison, sur l'ensemble du réseau concédé en France, le trafic est d'environ 2500 poids-lourds par jour ouvré et par sens<sup>9</sup>.

#### Autres impacts :

La mesure pourrait avoir un impact positif pour le réseau électrique car les poids-lourds pourraient rouler en priorité aux heures où la consommation d'électricité est faible.

La mesure permet en outre d'aider au développement du véhicule électrique. En effet, sur une autoroute électrifiée, les voitures électriques pourront, soit par la technique du changement de pack batteries, soit par la technique de la recharge rapide, refaire le plein d'électricité. Il est pour cela impératif d'avoir une ligne électrique de forte capacité le long des autoroutes. Cette infrastructure sera la même que celle utilisée pour les poids lourds.

Les possibilités de rechargement en électricité sur autoroute pourraient d'ailleurs ne pas se limiter aux seules stations-service. Avoir par exemple la possibilité de recharger ses batteries sur les aires d'autoroutes, tous les 20 kilomètres, pourrait éviter de nombreuses « pannes sèches » et rassurer les conducteurs de voitures électriques.

#### Coûts de mise en œuvre :

Il n'y a pas de référence en la matière, toutefois l'électrification des voies ferroviaires en France coûte environ 1 M€ par kilomètre. Un des derniers projets réalisés fut notamment l'électrification du tronçon entre Tours et Vierzon qui a coûté 107 M€ pour 103 km<sup>10</sup>.

#### Bilan chiffré aux conditions économiques de 2010 :

Mesure : électrification de 2500 km d'autoroute

Impact CO2	Autres impacts	Investissement public
143 Mt CO2 économisées sur la durée de vie de l'infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positif pour le réseau électrique</li> <li>• Positif pour les voitures des particuliers</li> <li>• Négatif pour les paysages</li> </ul>	2,5 Md€

Détail du calcul :

Impact CO2 = (4.000 poids lourds par sens x 2 sens x 2500 km d'autoroute x 220 jours ouvrés x 0,35 litre/km x 2,7 kg CO2/l x 40 ans) – (trafic identique x 1,3 kWh/km x contenu de l'électricité de 0,1 kg CO2/kWh)

Coût public = L'électrification d'un km d'autoroute coûte environ 1 M€ x 2500 km

## **6.12. Développement du transport fluvial de marchandises**

### **6.12.1. Exemples de mise en œuvre**

Le transport fluvial de marchandises est un mode de transport respectueux de l'environnement. Certains pays y recourent davantage, l'Allemagne notamment. Ces dernières années en France, il y a eu quelques investissements au bénéfice de ce mode de transport, par exemple au port de Lyon confluence (nouvelles infrastructures portuaires).

<sup>9</sup> Voir notamment les chiffres clés 2011 de l'AFSA sur son site internet : <http://www.autoroutes.fr>

<sup>10</sup> <http://prefecture.centre.newstoo.net/article.php?id=309>

### 6.12.2. Comment favoriser l'acceptabilité de la mesure ?

Cette mesure ne suscite pas d'hostilité particulière s'il s'agit d'utiliser des canaux existants. S'il s'agit de construire de nouveaux canaux, c'est plus difficile. Les nouvelles infrastructures de transport suscitent une opposition croissante. Ceci est vrai pour les aéroports, mais aussi pour les transports sensés être plus respectueux de l'environnement (nouvelle ligne TGV dans le Val de Suse en Italie, creusement d'un nouveau canal entre la Saône et le Rhin...).

Cette opposition est à la fois le fait de riverains mécontents, mais également de personnes plus politisées, contestant la finalité du projet, vu comme un élément favorisant la mondialisation des échanges et des biens.

La transparence sur le projet et ses impacts est en général susceptible de favoriser l'acceptabilité. A l'inverse, l'opacité peut susciter de la méfiance et accroître l'hostilité.

### 6.12.3. Impacts de la mesure et coût public

#### Impact CO2 :

Une partie du transport de marchandise peut être transférée sur la voie d'eau, ce qui permet un gain de CO2. Pour le canal entre la Saône et le Rhin, dont les données sont disponibles<sup>11</sup>, le trafic de marchandise détourné de la route à la voie d'eau a été estimé à environ 1000 poids-lourds par jour et par sens.

#### Autres impacts :

La mesure pourrait en outre avoir un impact positif en termes de sécurité routière.

#### Coûts de mise en œuvre :

Le coût du canal entre la Saône et le Rhin a été évalué à 4 Md€. La durée de vie de cette infrastructure peut être considérée de 80 ans.

#### Bilan chiffré aux conditions économiques de 2010 :

Mesure : creusement d'un canal entre la Saône et le Rhin

Impact CO2	Autres impacts	Investissement public
14 Mt CO2 économisées sur la durée de vie de l'infrastructure	Positif en termes de sécurité.	4,0 Md€

#### Détail du calcul :

Impact CO2 = 1000 poids lourds détournés de la route vers la voie d'eau par sens x 2 sens x 500 km de trajet moyen x 0,3 litre/km x 2,7 kg CO2/litre x 220 jours ouvrés x 80 ans

<sup>11</sup> <http://www.saone-rhin.com/>

## 6.13. Soutien au transport combiné de marchandises

### 6.13.1. Exemples de mise en œuvre

Le transport combiné de marchandises consiste lors du trajet principal à transborder une partie du camion sur un train (caisse mobile seule ou dans le système Modalhor caisse mobile + châssis + tracteur). Aux deux extrémités de la chaîne, les marchandises sont transportées par les poids-lourds.

En France, la part de marché du transport combiné décroît régulièrement, à l'instar de celle du transport ferroviaire de marchandise. Même si ce segment résiste plutôt mieux que le transport ferroviaire conventionnel. Il existe une trentaine de plateformes de transport combiné sur le territoire. Novatrans est le principal gestionnaire de ces plateformes. Les pouvoirs publics soutiennent cette technique en finançant notamment les investissements dans les outils de transbordement (portique).

### 6.13.2. Comment favoriser l'acceptabilité de la mesure ?

Cette mesure consiste à soutenir le développement du transport combiné de marchandises. Le transport combiné ne suscite pas de forte hostilité actuellement. Les principaux acteurs impactés négativement sont l'industrie pétrolière et les constructeurs de poids lourds. A l'inverse, l'industrie ferroviaire est impactée positivement, ainsi que les producteurs d'électricité. Il y a donc une relative symétrie entre les pertes des uns et les gains des autres.

### 6.13.3. Impacts de la mesure et coût public

#### Impact CO2 :

Le transport combiné permet une économie de CO2 qui correspond à la différence entre les émissions du transport routier et celles du transport ferroviaire. L'étude Deloitte montre que les émissions de CO2 entre le transport ferroviaire de marchandise et le transport routier varient dans un rapport de 1 à 15 environ, à la tonne kilomètre transportée.

#### Autres impacts :

Cette mesure se justifie essentiellement par le CO2 économisé. Toutefois, il existe aussi un impact positif en termes de sécurité routière.

#### Coûts de mise en œuvre :

Cet investissement consiste à réaliser sur fonds publics des plateformes de transport combiné, en espérant que le transport combiné devienne compétitif par rapport au transport routier. La plateforme de transport combiné de Hourcade près de Bordeaux, réalisée récemment, a coûté 45 M€ comprenant notamment l'infrastructure de transbordement (portique...) et les bâtiments<sup>12</sup>. A plus long terme, la saturation du réseau ferroviaire pourrait empêcher le développement du transport combiné. Aussi, il faudrait rajouter le coût de construction d'une nouvelle ligne ferroviaire. Le bilan économique en serait bien évidemment nettement modifié.

---

<sup>12</sup> [http://crdp.ac-bordeaux.fr/arpa\\_cd/docs/F73-08.pdf](http://crdp.ac-bordeaux.fr/arpa_cd/docs/F73-08.pdf)

**Bilan chiffré aux conditions économiques de 2010 :**

Mesure : Construction de 10 plateformes de transport combiné rail-route

Impact CO2	Autres impacts	Investissement public
9,4 Mt CO2 économisées sur la durée de vie de l'infrastructure	Positif en termes de sécurité routière	0,45 Md€

Détail du calcul :

Impact CO2 = Dix plateformes reliées remplacent l'équivalent de 1500 poids-lourds par jour ouvré x 800 km évité par la route x 250 jours x gain de 0,3 litre/km x 2,7 kgCO2/litre x 40 ans de durée de vie

Coût public = Une plateforme coûte environ 45 millions d'euros x 10 plateformes

## 6.14. Construction d'embranchements ferroviaires pour le transport de marchandise

### 6.14.1. Exemples de mise en œuvre

Les embranchements ferroviaires sont des sections de voies ferroviaires privatives permettant à un industriel ou à un logisticien de recevoir ou d'envoyer des trains de marchandises directement depuis ou en direction de son site. En France, le nombre d'embranchements a plutôt tendance à diminuer, car le ferroviaire ne parvient pas à rester compétitif par rapport au transport routier de marchandise. Les pouvoirs publics soutiennent cette technique en apportant une aide au financement des embranchements.

### 6.14.2. Comment favoriser l'acceptabilité de la mesure ?

Les embranchements ferroviaires ne suscitent pas de forte hostilité. Les principaux acteurs impactés négativement sont l'industrie pétrolière et les constructeurs de poids lourds. A l'inverse, l'industrie ferroviaire est impactée positivement, ainsi que les producteurs d'électricité. Il y a une relative symétrie entre les pertes des uns et les gains des autres.

### 6.14.3. Impacts de la mesure et coût public

#### Impact CO2 :

Nos investigations sur quelques cas montrent que la réalisation de 50 embranchements ferroviaires, bien connectés, permettraient de traiter environ 10 MT de marchandises par an, soit l'équivalent d'environ 350 millions de poids-lourds km.

#### Autres impacts :

Cette mesure se justifie essentiellement par le CO2 économisé. Toutefois, il existe aussi un impact positif en termes de sécurité routière.

#### Coûts de mise en œuvre :

Nos investigations sur quelques cas montrent qu'un embranchement ferroviaire coûte environ 4 M€. C'est toutefois un coût très variable puisqu'il dépend de la distance entre le réseau ferroviaire et le site de l'industriel ou du logisticien. Plus cette distance est grande,

plus l'embranchement ferroviaire sera coûteux. A plus long terme, la saturation du réseau ferroviaire pourrait empêcher le développement du transport combiné. Aussi, il faudrait rajouter le coût de construction d'une nouvelle ligne ferroviaire. Le bilan économique en serait bien évidemment nettement modifié.

Bilan chiffré aux conditions économiques de 2010 :

Mesure : Construction de 50 embranchements ferroviaires

Impact CO2	Autres impacts	Investissement public
11 Mt CO2 économisées sur la durée de vie de l'infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positif en termes de sécurité routière</li> </ul>	0,2 Md€

Détail du calcul :

Impact CO2 = 50 embranchements reliés remplacent l'équivalent de 1750 poids-lourds par jour ouvré x 800 km évité par route x 250 jours x gain de 0,3 litre/km x 2,7 kgCO2/litre x 40 ans

Coût public = Un embranchement coûte environ 4 millions d'euros x 50 unités

## 7. Annexes

### 7.1. Annexe 1 : comment l'association du parking-relais et de l'auto-partage permet de proposer un nouveau service de mobilité plus performant ?

La mobilité quotidienne a beaucoup augmenté depuis quelques décennies en France. A Paris par exemple, on est passé de 13 km par habitant en 1980 à près de 18 km aujourd'hui. Cette augmentation tient plus à l'allongement des distances, qu'à l'augmentation du nombre de déplacements par personne. Ces derniers sont plutôt stables, autour de 3 déplacements par personne et par jour en moyenne.

La mobilité urbaine se fait de plus en plus en voiture. Cette évolution est à rapprocher du phénomène de périurbanisation que nos villes connaissent depuis maintenant au moins deux décennies. Cette évolution pose problème dans la mesure où la voiture est loin d'être optimale. Elle consomme notamment beaucoup d'énergie, d'espace, et est émettrice de CO<sub>2</sub>.

Avant de présenter un nouveau service de mobilité basé sur l'association du parking-relais et de l'auto-partage, il convient de rappeler les différents types de déplacements urbains, et de montrer où sont les problèmes.

- **La mobilité urbaine génère 3 types de déplacements, un seul est vraiment problématique**

La mobilité urbaine génère trois types de flux, dont un seul est réellement problématique.

Le premier type de déplacement concerne les flux à l'intérieur du centre-ville. Typiquement, il s'agit d'une personne habitant et travaillant dans le cœur de la cité. Pour la plupart, ces flux ne posent pas un gros problème. Les transports en commun (métro, bus...) ou les modes doux (marche à pied et vélo) sont privilégiés par les personnes faisant ce type de trajet, et ces modes de transport génèrent relativement peu de nuisances.

Le deuxième type de déplacement concerne les flux de banlieue à banlieue. Dans cet environnement, les transports en commun sont moins adaptés car la demande n'atteint pas toujours la masse critique justifiant la mise en place d'une ligne de bus. La marche à pied et le vélo ne sont pas non plus adaptés car les distances moyennes sont importantes. Le mode qui convient le mieux est la voiture individuelle. En principe, la congestion est limitée pour les déplacements de banlieue à banlieue. Il existe bien sûr des contre exemples, mais la bonne fluidité du trafic routier dans ces zones vient du fait que la densité est justement faible. Aujourd'hui, le principal problème posé par ce type de déplacement est l'émission de CO<sub>2</sub> liée à l'usage de la voiture. Toutefois, si on se projette à 20-30 ans, on peut penser que l'avènement du véhicule électrique pourrait permettre de pallier ce problème. Aussi, il est permis de penser que ce deuxième type de déplacement ne pose, à terme, pas un gros problème.

Le troisième type de déplacement est celui qui pose problème, il concerne des déplacements radiaux de la périphérie vers le centre, et vice-versa. La difficulté à gérer ce type de déplacement tient au fait que l'on traverse des environnements très différents sur l'ensemble du parcours. Ainsi, le trajet d'un banlieusard qui travaille au centre-ville se fait d'abord dans une zone peu dense, et ensuite dans une zone dense voire très dense. Un même déplacement subit donc une hétérogénéité de situation, ce qui rend sa gestion complexe. Regardons quelles sont les solutions.

- **Pour gérer les flux entre la périphérie et le centre, le parking-relais et la multimodalité est la voie plus pertinente**

Le « tout voiture » comme réponse à ce type de déplacement est très difficile à envisager. Les flux étant centripètes, plus on va vers le centre, plus il faut des modes de transports optimums du point de vue de l'espace consommé. Comme la voiture consomme beaucoup d'espace, très rapidement, on arrive à une congestion massive et un blocage complet du système.

Le « tout bus » comme autre réponse à ce type de déplacement est lui-même très difficile. Si le transport public est globalement assez efficace en zone dense, son intérêt se dégrade vite dès qu'on arrive dans du périurbain diffus car son coût devient alors excessif. Il n'est pas sérieux de penser que l'on arrivera à financer le transport collectif dans ces zones périurbaines, sauf éventuellement sous des formes très différentes de ce qui existe aujourd'hui (covoiturage).

Une voie médiane doit alors être recherchée, essayant de combiner les avantages du transport collectif et de la voiture. Cette voie consiste à faire de la multimodalité, c'est-à-dire à faire lors d'un même déplacement une partie en voiture et une partie en transport en commun. La multimodalité implique, à un moment donné, de changer de mode de transport.

Les parkings-relais sont ces lieux d'échange entre une voiture et un transport en commun. Sur un parking-relais, on laisse en effet sa voiture pendant la journée, pour emprunter un métro, un train ou un bus, voiture que l'on retrouve le soir pour rentrer chez soi.

Il faudra développer ce service si on veut apporter une réponse aux flux entre périphérie de ville et centres urbains. Sur ce type de liaisons particulières, l'avenir est certainement dans la combinaison du transport individuel et du transport collectif qu'il faut chercher à mieux articuler. La question devient alors la suivante : comment développer la multimodalité voiture-bus ou voiture-métro à partir de parking-relais efficaces ?

- **La conception actuelle des parking-relais où les voitures stationnent toute la journée n'est pas satisfaisante**

La conception actuelle des parking-relais où les automobilistes laissent leur voiture toute la journée, pour la retrouver le soir, n'est pas satisfaisante. Si on voulait généraliser cette solution pour qu'elle touche un nombre important de personnes, il faudrait construire un très grand nombre de parking-relais, et que ceux-ci soient de très grande capacité, c'est-à-dire de véritables immeubles de plusieurs étages. En effet, la population péri-urbaine est telle que les besoins en parking-relais sont potentiellement très importants.

Or multiplier la construction de parking-relais de grande capacité n'est tout simplement pas réaliste, au moins pour deux raisons :

- Premièrement, un parking-relais de grande capacité n'est plus incitatif pour les automobilistes. Personne ne souhaite en effet avoir à manœuvrer son véhicule pour monter au 6ème étage d'un silo, prendre ensuite l'ascenseur pour redescendre au rez-de-chaussée, marcher ensuite quelques centaines de mètres pour rejoindre le quai de gare... L'ensemble de l'opération prend au moins 20', et ceci deux fois par jour, ce n'est pas acceptable pour l'utilisateur. La photo ci-contre illustre ce que pourrait être le concept poussé à l'extrême, une sorte de parking-relais repoussoir devenant pour les automobilistes un véritable cauchemar.



- Deuxièmement, les parkings-relais de grande capacité ne sont pas seulement pénalisants pour les usagers. Pour les Collectivités qui doivent financer leur construction, ce type d'infrastructure est très coûteux sachant qu'il faudra en plus les généraliser si on veut que leur impact soit significatif. Peut-on réellement financer ce type de bâtiment alors que les Collectivités contribuent déjà significativement à l'équilibre budgétaire des transports en commun ? La réponse semble négative.

Aujourd'hui, les parking-relais sont généralement de taille plus modeste et n'ont donc pas les défauts qui viennent d'être énumérés. Mais ils concernent un nombre relativement faible de personnes, et leur impact est limité.

- **L'auto-partage, le complément idéal pour optimiser le fonctionnement du parking-relais**

Associer le parking-relais et l'auto-partage permet de proposer un nouveau service qui va satisfaire et l'individu et la Collectivité.

L'auto-partage consiste à partager entre différentes personnes l'usage de la voiture. La voiture n'appartient plus à un individu, mais à un opérateur. L'auto-partage a des similitudes avec la location de voiture, à la différence que ce service s'adresse en priorité aux petits déplacements urbains avec des procédures d'emprunt simplifiées. Comme pour le parking-relais, l'auto-partage n'a pas vraiment décollé en Europe, alors que l'idée n'est pas nouvelle.

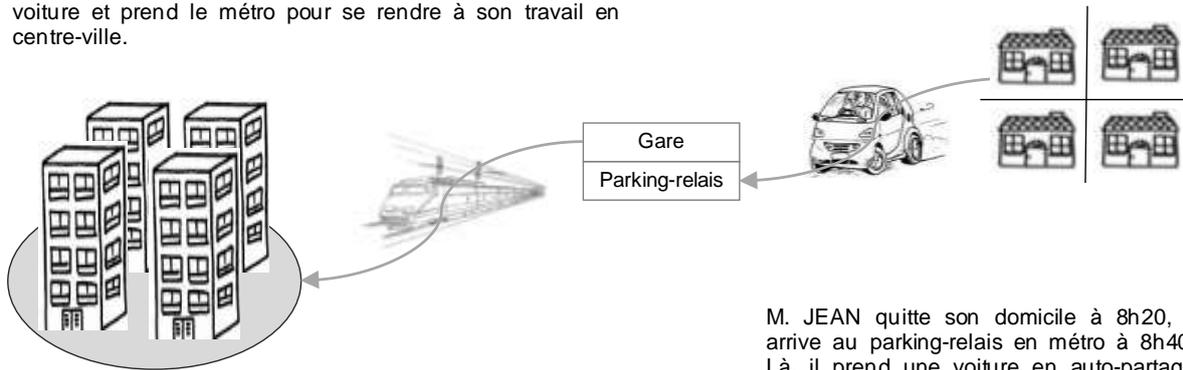
Dans le nouveau service envisagé, la voiture ne resterait plus toute la journée stationnée, ce qui évite d'avoir à construire un parking-relais de plusieurs étages, à la fois coûteux et repoussoir comme nous l'avons vu. L'idée est donc de proposer une offre où sitôt arrivée, la voiture est réutilisée par une autre personne qui va aller se garer ailleurs.

Comment ? On sait qu'il existe des flux en sens opposés. Certaines personnes vont de la banlieue au centre-ville, d'autres vont du centre-ville à la banlieue. Bien sûr, les flux ne sont pas symétriques, mais le flux qui va du centre vers la périphérie est loin d'être négligeable.

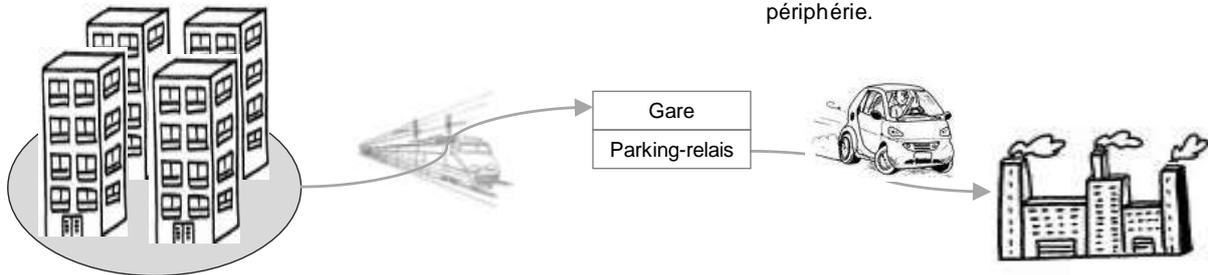
Donc si ces deux personnes se rencontrent le matin à un parking-relais, chacune ayant déjà fait un bout de trajet, elles peuvent s'échanger la voiture. Le soir, c'est le même parcours, inversé. Le schéma suivant illustre plus précisément le mécanisme envisagé.

**Le matin :**

M. PIERRE quitte son domicile à 8h10, il arrive au parking-relais avec une voiture en auto-partage à 8h30. Là, il laisse la voiture et prend le métro pour se rendre à son travail en centre-ville.



M. JEAN quitte son domicile à 8h20, il arrive au parking-relais en métro à 8h40. Là, il prend une voiture en auto-partage pour se rendre à son travail dans la périphérie.



Dans ce service, la voiture appartient à un opérateur gestionnaire, et le parking-relais devient un point d'échange dynamique, ce n'est d'ailleurs plus vraiment un parking puisque la voiture n'y stationne que quelques minutes par jour. Pour l'utilisateur, il y a potentiellement un gain de temps important puisqu'on n'a plus besoin d'aller garer sa voiture au cinquième étage d'un parking-silo. Pour les Villes, elles n'ont plus besoin de construire des parkings de plusieurs étages puisque par exemple 20 places devraient suffire à faire transiter plusieurs centaines de personnes.

Faisons un calcul sur le flux qu'il est possible de gérer avec une place de parking. Si le laps de temps entre la première dépose de la voiture le matin, et le moment où une autre personne vient la reprendre est en moyenne de 10'. Alors sur une plage horaire de 2 heures par exemple, disons 7h00 - 9h00, il est théoriquement possible de faire transiter 12 voitures en mobilisant 1 seule place de parking, soit 24 personnes puisqu'une voiture sert à 2 personnes. En termes d'espace gagné, ce système est donc 24 fois meilleur que les parking-relais actuels où les voitures stationnent toute la journée ! Dis autrement, avec ce système, un parking-relais de 40 places rend à peu près le même service qu'un parking-relais de 1000 places (200 places sur 5 étages).

Un simple parking peut rendre le même service qu'un parking-relais (40 places = 1000 places)



=

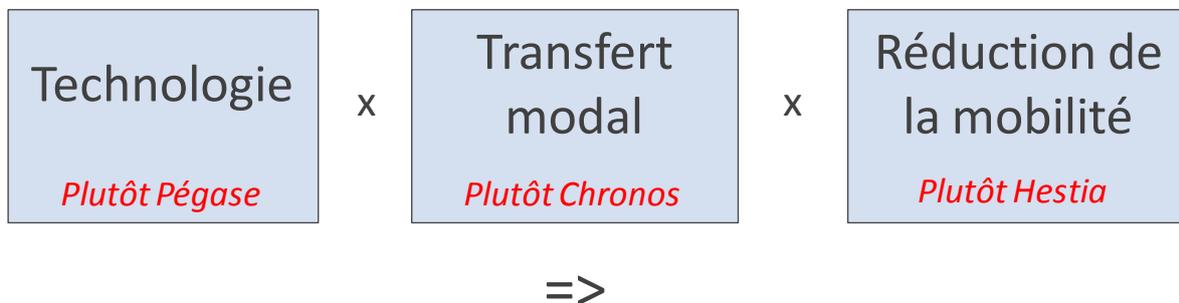


Dans le mécanisme envisagé, les voitures sont standardisées et peuvent servir indifféremment à n'importe quelle personne. Cette condition est primordiale pour permettre une bonne efficacité et fluidité du système. Ainsi, c'est grâce à la loi des grands nombres que statistiquement, les arrivées et départs de voiture au parking coïncideront à peu près. Dans notre esprit, pour que le système fonctionne, il faut qu'il y ait au moins 100 personnes dans chaque sens. Mais plus il y aura de gens, plus le service devrait être efficace. La contrainte des clés pour démarrer différents véhicules est facile à résoudre. Les individus pourraient posséder un badge électronique capable de fonctionner avec tous les véhicules du parc. Bientôt, notre téléphone portable servira à actionner l'ouverture et la mise en route d'un véhicule.

Ce type de service est au bénéfice des Collectivités qui sont en charge des investissements d'infrastructure, mais aussi au bénéfice des usagers qui se voient ainsi offrir un service de mobilité à même de répondre à leurs exigences. Le paradoxe est que, pris individuellement, le parking-relais et l'auto-partage ont chacun un succès relatif, pour ne pas dire décevant. En les associant, il semble possible de créer un nouveau service de mobilité beaucoup plus performant.

## 7.2. Annexe 2 : Analyse des facteurs expliquant l'évolution des émissions de CO2 dans le transport en France ?

Le transport a une part de plus en plus importante dans les émissions de CO2 en France et dans le monde. Pour réduire cet impact, on peut décomposer les émissions en trois éléments : une composante sur la technologie, une composante sur le transfert modal, et une composante sur la réduction de la mobilité.



Diminution des émissions de CO2 dans le transport

Il est intéressant de situer la France au regard d'autres pays relativement à ces trois composantes, ce qui est fait dans les tableaux qui suivent. Les pays sont classés du meilleur au moins bon, relativement à l'objectif de réduction des émissions de CO2. Le 1 signifie la position la plus favorable pour limiter les émissions de CO2, le 13 la moins favorable :

Mobilité annuelle par personne		
1	Portugal	8 187 pkm
2	Pologne	8 523 pkm
3	Espagne	9 481 pkm
4	Pays-Bas	10 386 pkm
5	Autriche	11 925 pkm
6	Danemark	12 103 pkm
7	Allemagne	12 641 pkm
8	Royaume-Uni	12 701 pkm
9	Suède	12 986 pkm
10	Norvège	13 786 pkm
<b>11</b>	<b>France</b>	<b>13 986 pkm</b>
12	Finlande	14 179 pkm
13	Italie	14 913 pkm

Source : Odyssee

Part des transports en commun		
1	Autriche	25%
2	Espagne	21%
3	Danemark	21%
4	Portugal	20%
5	Suède	18%
6	Italie	18%
<b>7</b>	<b>France</b>	<b>17%</b>
8	Allemagne	16%
9	Finlande	16%
10	Pologne	16%
11	Pays-Bas	16%
12	Royaume-Uni	13%
13	Norvège	12%

Source : Odyssee

Emission des véhicules (voitures)		
1	Pologne	26 gep/pkm
2	Italie	28 gep/pkm
<b>3</b>	<b>France</b>	<b>30 gep/pkm</b>
4	Norvège	31 gep/pkm
5	Royaume-Uni	38 gep/pkm
6	Allemagne	39 gep/pkm
7	Espagne	39 gep/pkm
8	Finlande	39 gep/pkm
9	Suède	42 gep/pkm
10	Danemark	43 gep/pkm
11	Portugal	43 gep/pkm
12	Pays-Bas	46 gep/pkm
13	Autriche	48 gep/pkm

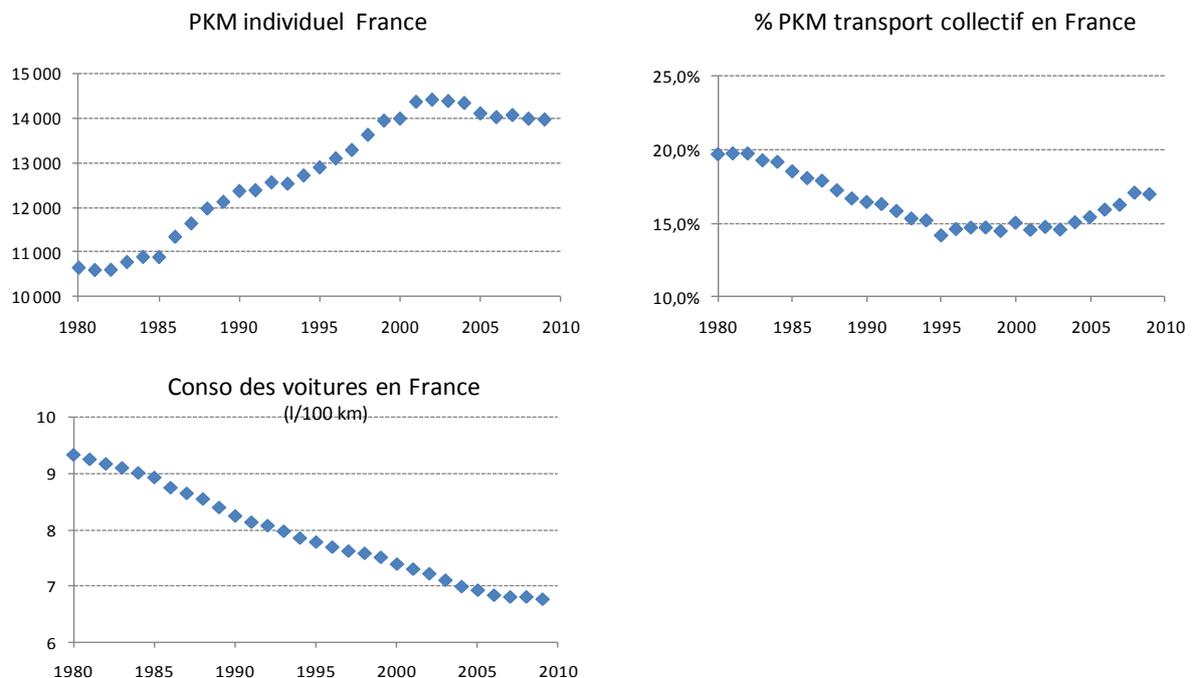
Source : Odyssee

Il ressort de cette analyse que la France est bien située sur la composante technologie puisqu'elle est à +15% avec le meilleur pays de la liste, en l'occurrence la Pologne. Dans ce pays, les voitures n'émettent que 26 g de CO<sub>2</sub> par km, notamment car ce sont des véhicules de petite cylindrée.

A l'inverse sur les deux autres composantes, la France se classe nettement moins bien. L'écart est supérieur à 30% avec le meilleur pays de la liste en ce qui concerne le transfert modal. C'est l'Autriche qui fait le mieux avec une part des transports collectifs dans les passagers-km du pays supérieur à 25%. La France a donc un retard plus important sur ce critère.

En ce qui concerne la mobilité, la France a également un écart important avec le pays faisant le mieux dans ce domaine. L'écart est de 40%. C'est le Portugal qui est classé en tête avec une mobilité annuelle des personnes de près de 8.200 km contre près de 14.000 km pour la France.

Il est également intéressant de voir comment dans le passé ces trois composantes ont évolué en France, ce que montrent les graphes suivants :



Source : Odyssee

On remarque que des progrès notables ont été faits depuis 30 ans en France sur la composante technologique (ici mesurée en consommation moyenne du parc voitures plutôt qu'en émission de CO<sub>2</sub>). La réduction est de presque 30% sur la période 1980-2010.

Sur les deux autres composantes, le constat est plus contrasté. Si dans un premier temps, la mobilité a beaucoup augmenté (plus de 35%), faisant alors que plus compenser le gain obtenu sur la consommation des véhicules. Depuis une dizaine d'années, ce facteur semble stabilisé, et a même légèrement reculé.

Sur le partage modal, le début de la période a vu une érosion régulière de la part du transport en commun, descendant sous 15% autour des années 2000. Depuis, même constat que pour la mobilité, cette composante s'améliore puisque la part du transport en commun remonte.

### **7.3. Annexe 3 : Progressivité dans la mise en œuvre des principales mesures**

Le tableau suivant propose à titre d'illustration une progressivité dans la mise en œuvre des mesures phares pour les scénarios Pégase, Hestia et Chronos :

**Progressivité dans la mise en œuvre des principales mesures (à titre d'illustration)**

Mesures	Scénarios concernés	2010 (pour rappel)	2030	2050
Augmentation de la fréquence des TC	Pégase, Chronos, Hestia	58 000 bus et cars en France	80 000 bus et cars en France	100 000 bus et cars en France
Augmentation TIPP	Pégase, Chronos, Hestia	0,6 € par litre	0,8 € par litre	1 € par litre
Bonus/malus	Pégase, Chronos, Hestia	40% des véhicules ont un bonus	40% des véhicules ont un bonus	40% des véhicules ont un bonus
Normes CO2 camions	Pégase, Chronos, Hestia	700 gCO2/km	500 gCO2/km	300 gCO2/km
Normes CO2 voitures	Pégase, Chronos, Hestia	130 gCO2/km	80 gCO2/km	40 gCO2/km
Normes CO2 VUL	Pégase, Chronos, Hestia	130 gCO2/km	80 gCO2/km	40 gCO2/km
Subvention Véhicule électrique	Pégase, Chronos, Hestia	-	4000 € par véhicule	2000 € par véhicule
Subvention voitures hybrides	Pégase, Chronos, Hestia	-	2000 € par véhicule	1000 € par véhicule
Subventions biocarburants	Pégase, Chronos, Hestia	7% des carburants	10% des carburants	15% des carburants
Taxe CO2	Pégase, Chronos, Hestia	-	150 € la tonne	300 € la tonne
Vitesse des transports en commun	Pégase, Chronos, Hestia	16 km/h	18 km/h	20 km/h
Covoiturage, PDE	Hestia, Chronos	Moins de 5% des salariés	10% des salariés	20% des salariés
Péages autoroutes	Hestia, Chronos	Paris - Lyon classe A : 31,5 €	Paris - Lyon classe A : 80 €	Paris - Lyon classe A : 150 €
Permis négociable CO2 marchandise	Hestia, Chronos	-	mis en place au niveau européen	mis en place au niveau européen
Prime à la casse pour veh de plus de 10 ans	Chronos, Pégase	inexistante	700 € pour les véhicules thermiques	700 € pour les véhicules thermiques

Services à bord des transports en commun	Chronos, Pégase	-	-	-
Taxation camions à la tkm	Chronos, Pégase	-	0,2 € par km	0,4 € par km
Infrastructure véhicule électrique (recharge)	Pégase	négligeable	1 million de places de stationnement	3 millions de places de stationnement
Outils de navigation	Pégase	< 30% des véhicules équipés	100% des véhicules équipés	100% des véhicules équipés
Restriction d'accès en zone urbaine	Pégase	moins de 5% du centre ville	10% du centre ville	15% du centre ville
Subvention VUL hybrides	Pégase	-	2000 € par véhicule	-
Usages différenciés autoroutes	Pégase	inexistant	1000 km d'autoroutes électrifiées	2500 km d'autoroutes électrifiées
Vignette liée au taux d'émission	Pégase	inexistante	mise en place	mise en place
Amélioration vitesse commerciale du ferroviaire	Chronos	-	augmentation de 20% de la vitesse	augmentation de 30% de la vitesse
Extension infrastructures ferroviaires	Chronos	29 000 km de voies	40 000 km	50 000 km
Nouvelles offres de service de transport collectif routier	Chronos	< 1% de covoiturage	5% de covoiturage	10% de covoiturage
Autopartage	Hestia	Moins de 1% du parc	5% du parc	12% du parc
Carte carbone individuelle	Hestia	-	-	8000 km par an
Extension des pistes cyclables et voies piétonnières	Hestia	270 km de piste cyclable à Paris	400 km de piste cyclable à Paris	600 km de piste cyclable à Paris
Urbanisme (commerces de proximité)	Hestia	30% de part de marché	50% de part de marché	70% de part de marché
Urbanisme (parking)	Hestia	1,4 place par logement	1,2 place par logement	1 place par logement
Urbanisme (POS, COS)	Hestia	Entre 0,3 et 3 m2 de shon / surface du terrain	Augmentation des COS	Augmentation des COS

