

9 mai 2022

COMBES François

H2020 ENSEMBLE: multibrand platooning

Analyse économique, business models



**Université
Gustave Eiffel**

Le contexte

Le platooning est une technologie de **couplage virtuel** de véhicules

- les véhicules sont rassemblés en **convois**
- Un véhicule **leader** conduit (un humain, opérateur, manipule le véhicule en continu)
- Les véhicules **follower** sont asservis au véhicule leader, comme s'ils étaient accrochés par un lien virtuel – mais des humains sont toujours présents à bord

Au départ du montage du projet

- **Il est entendu que les bénéfices économiques de la technologie seront très importants**
- Au titre de ces bénéfices:
 - Les gains de carburant
 - Les gains sur les salaires des conducteurs des véhicules followers
 - Des gains liés à « l'accessibilité » accrue des « hubs logistiques »
 - Des gains de sécurité
 - Des gains de fluidité du trafic

A tel point que la pertinence d'une évaluation économique se pose (en d'autres termes, tout est connu)

Pourtant...

Que peut-on dire des bénéfices attendus?

- Souvent, **on ne sait pas qui est le bénéficiaire**
- **La nature même de certains gains n'est pas claire**
- Dans certains cas, on ne sait pas si ces gains sont bien **spécifiques** au platooning
- Le platooning engendre des **coûts**: qu'en est-il?

De façon générale, il y a confusion entre analyse économique et analyse socio-économique, et la partie la plus difficile du travail, d'ailleurs commune aux deux exercices : la prévision d'équipement et d'utilisation **n'est pas faite**

Dans les études quantitatives, **l'analyse économique n'est pas faite**. L'analyse socio-économique est fondée sur une hypothèse de taux de pénétration de la technologie issue de **simulations *ad hoc***. Les coûts sont, pour une large partie, ignorés. Le bilan pour la collectivité est, sans surprise, très positif...

Questions de recherche

Système d'agents

- Dans quel jeu agents économiques le platooning s'inscrit-il?
- Comment modifie-t-il les coûts et bénéfices de chaque catégorie d'acteurs?

Part de marché et valeur du platooning

- Conditionnellement à un certain taux d'équipement de véhicules en platooning, combien de fois des platoons seront effectivement formés?
- Dès lors, quels véhicules s'équiperont des technologies qui leur permettront de former des platoons?
- Globalement, quels seront les bénéfices du platooning, nets des coûts d'équipement et de formation de platoon?
- Comment ces variables évolueront dans le temps?

Analyse du système d'agents

1. La chaîne de valeur du transport de fret

Le **transporteur** est un agent économique qui transforme des ressources (infrastructure, véhicules, conducteurs, énergie) en opérations de transport.

Les opérations de transport sont consommées par le **chargeur**, qui fait fonctionner une chaîne logistique au bénéfice des **consommateurs**

Les opérations de transport sont caractérisées par un **niveau de service** (notion multi-critère de qualité)

Les véhicules sont produits par des **OEMs**, qui les fournissent aux transporteurs

La chaîne de valeur pertinente pour le platooning est donc simple:
OEM -> transporteur -> chargeur -> consommateur

Analyse du système d'agents

2. Les agents indirectement concernés

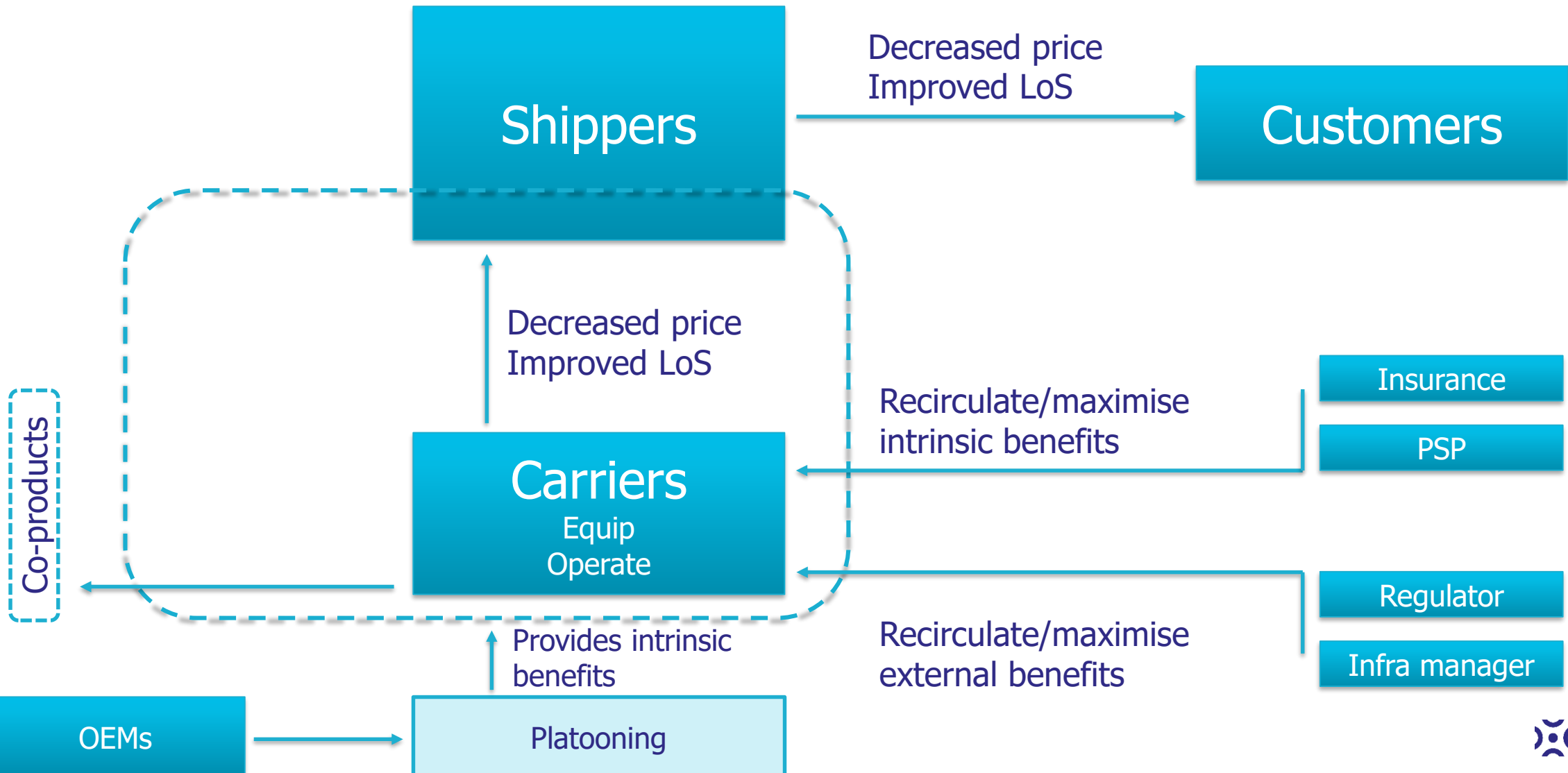
Le **gestionnaire d'infrastructure** fournit l'accès aux réseaux

Les **compagnies d'assurance** couvrent les risques et incitent aux comportements vertueux

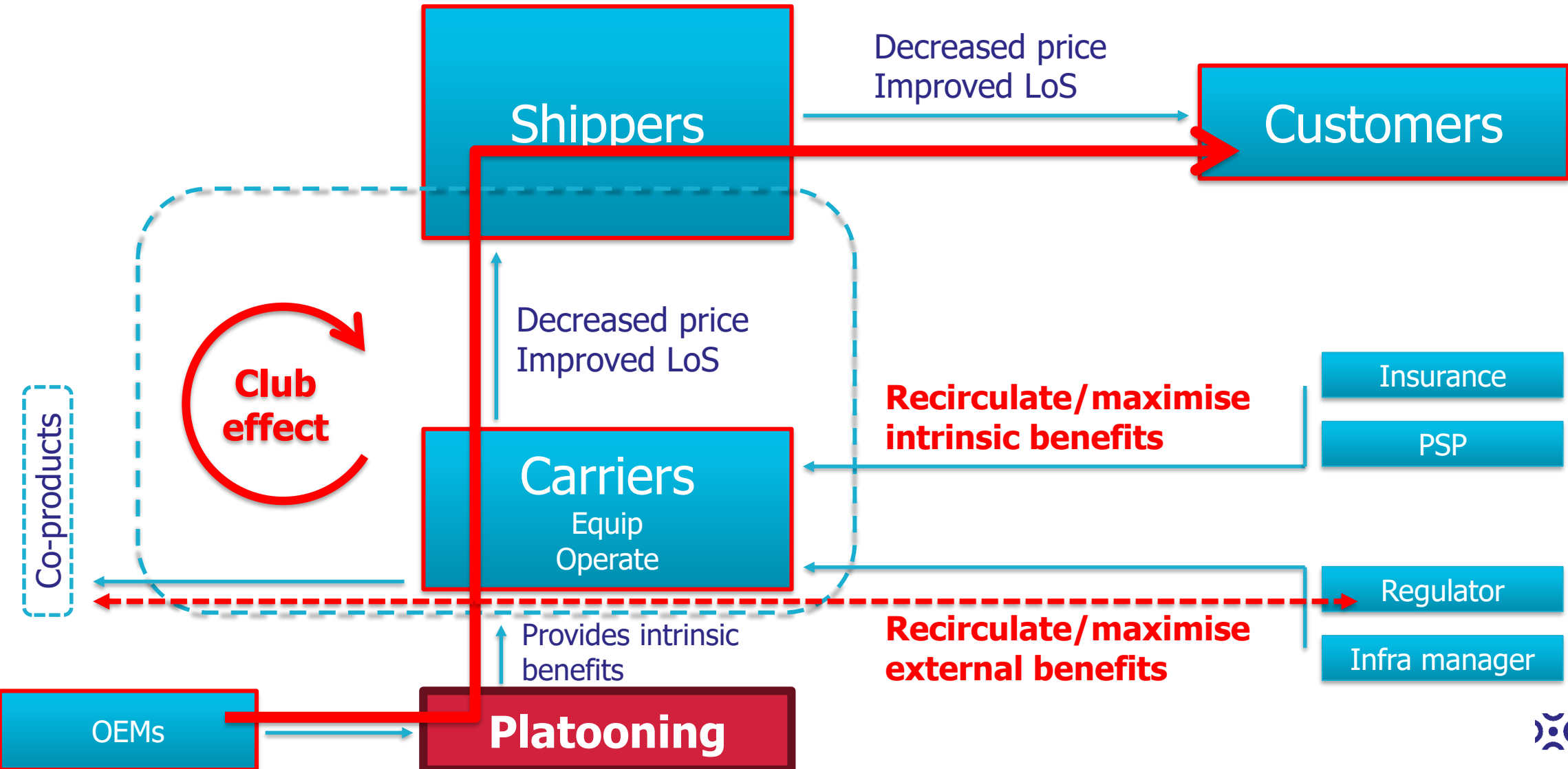
Le **platoon service provider** fait fonctionner le platooning notamment par le biais d'un service de tarification incitatif

Le **régulateur détermine** et applique les règles du jeu (taxes, normes, obligations, autorisations, etc.)

3. Cartographie de la chaîne de valeur



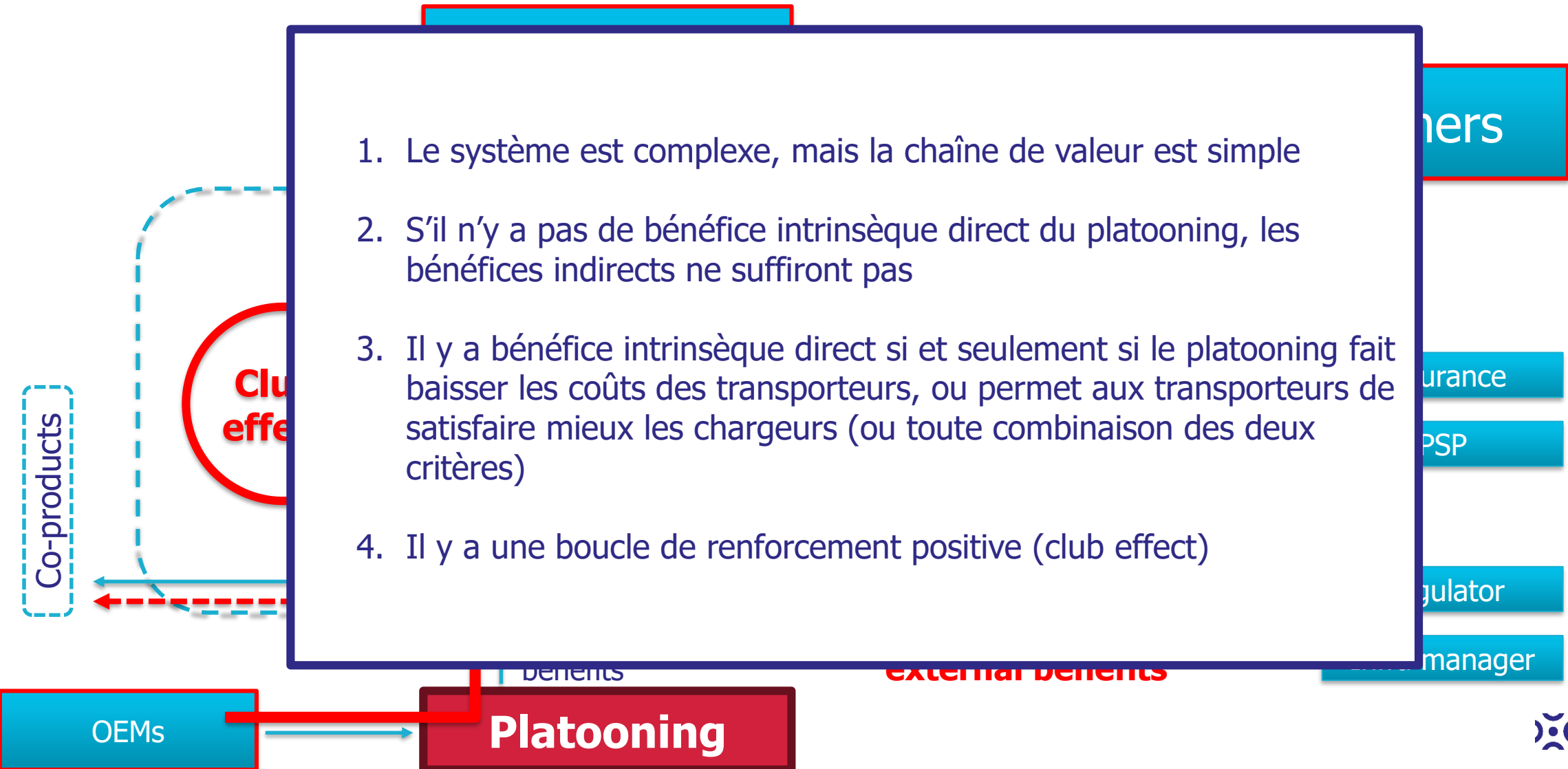
3. Cartographie de la chaîne de valeur



Analyse du système d'agents

3. Cartographie de la chaîne de valeur

1. Le système est complexe, mais la chaîne de valeur est simple
2. S'il n'y a pas de bénéfice intrinsèque direct du platooning, les bénéfices indirects ne suffiront pas
3. Il y a bénéfice intrinsèque direct si et seulement si le platooning fait baisser les coûts des transporteurs, ou permet aux transporteurs de satisfaire mieux les chargeurs (ou toute combinaison des deux critères)
4. Il y a une boucle de renforcement positive (club effect)



Modélisation du marché

Approche

Le modèle est conçu de façon à prendre en compte

- Les coûts et bénéfices pour un véhicule de rejoindre un convoi
- Les coûts et bénéfices pour un transporteur d'acquérir un véhicule capable de platooning
- L'interdépendance entre les décisions des différents transporteurs
- Le renouvellement de la flotte dans le temps

Le taux de pénétration du platooning dans un parc roulant ne peut pas être fonction du trafic sur un axe routier!

- La décision de rejoindre un platoon dépend localement des conditions de trafic
- Mais la décision d'acquérir un véhicule équipé dépend de **l'ensemble du cycle de vie économique** de ce véhicule (et des autres)

Modélisation du marché

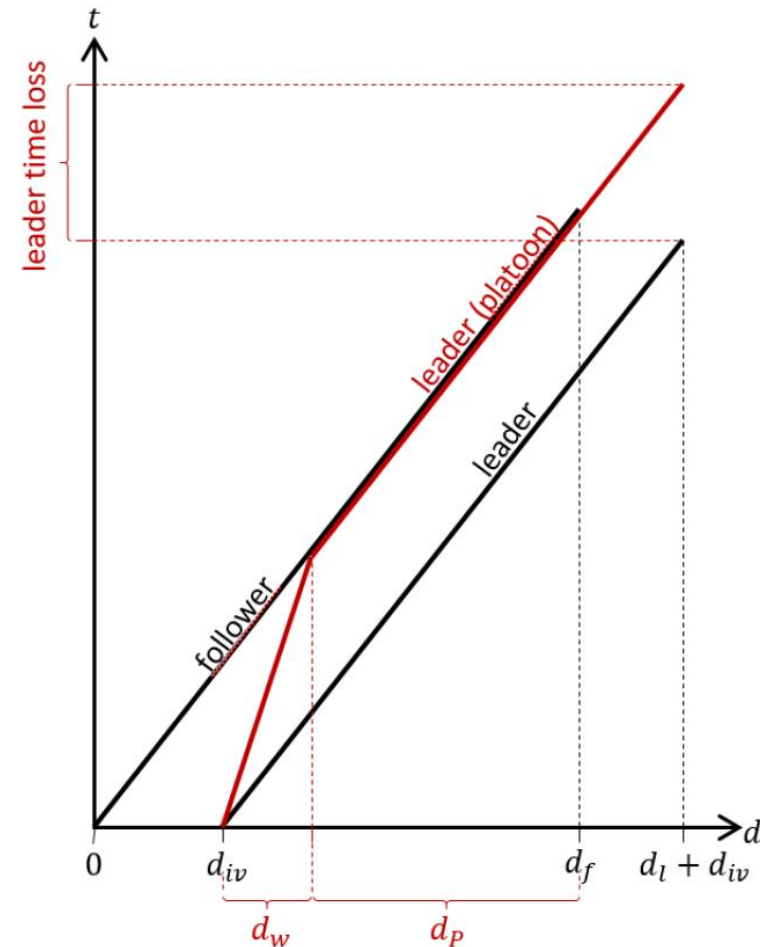
1. Formation du platoon

Décision de former le platoon

- **Bénéfice:** réduction du coût du véhicule suiveur
- **Coût:** attente du véhicule suiveur par le véhicule leader

Le platoon ne sera formé que si:

- Les deux véhicules sont suffisamment proches l'un de l'autre (**coût de coordination faible**)
- Les deux véhicules font suffisamment de chemin ensemble (**bénéfice élevé**)



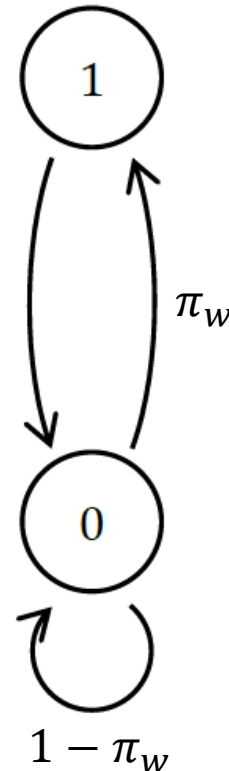
Modélisation du marché

2. Proportion de platoons

La proportion de véhicules formant des platoons dépend de la proportion de véhicules initialement proches les uns des autres.

Modélisation par processus markovien

- Chaque véhicule a deux états en entrant sur la route:
- **Etat 0**: il entre libre de devenir leader pour le suivant
 - Si le suivant est assez proche (probabilité π_w) il le devient
 - Sinon (probabilité $1 - \pi_w$) il reste seul
- **Etat 1**: il entre pour devenir follower du précédent



La proportion de platoons

- Trafic: +
- Vitesse d'attente: -
- Valeur du temps: -
- Gains permis par le platooning: +
- Vitesse maximale autorisée: +

Modélisation du marché

3. Equipement des véhicules

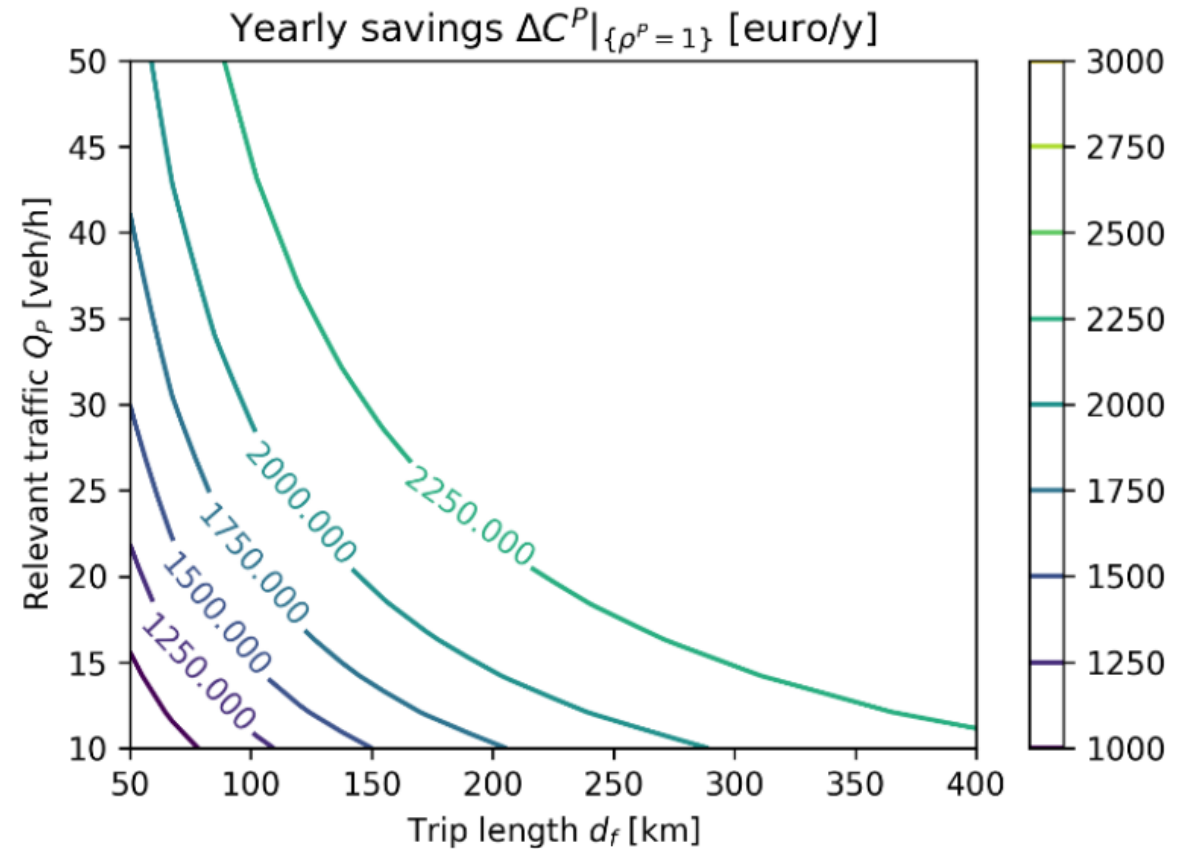
Les véhicules s'équipent seulement si le bénéfice net espéré dépasse le coût d'équipement

Coût d'équipement: coût fixe par véhicule

Bénéfice espéré:

- Fonction des variables influençant la probabilité de former les platoons
- Fonction du **cycle de vie économique des véhicules**
- Fonction des décisions des autres transporteurs (**trafic pertinent**)

Club effect



Modélisation du marché

4. Modélisation dynamique

Modélisation par incrément. A chaque période:

- Une proportion de véhicule est remplacé
- A chaque véhicule est alloué un '**cycle de vie économique**' distinct (distance annuelle parcourue un peu aléatoire)
- Chaque transporteur (en fait chaque véhicule) décide s'il veut être équipé
- Décision **myope** (pas de prévision d'évolution du marché)

Au début de la simulation, une petite proportion d'**early adopters** est introduite

Le modèle calcule

- Les parts de marché
- Les bénéfices nets par véhicule équipé
- Les bénéfices nets totaux
- L'effet en consommation de carburant

Résultats

1. Scénarios simulés

Distinction platooning support function et platooning autonomous function

Assumption set	Leader truck fuel savings	Follower truck fuel savings
Base case (consistent with PSF)	0%	5%
Improved case	0%	10%

Tests de sensibilité variés:

- Niveau de trafic
- Vitesse d'attente
- Vitesse maximale autorisée
- Coûts de carburant croissants
- Coût d'équipement décroissant dans le temps
- Distances parcourues plus courtes
- Plus d'early adopters

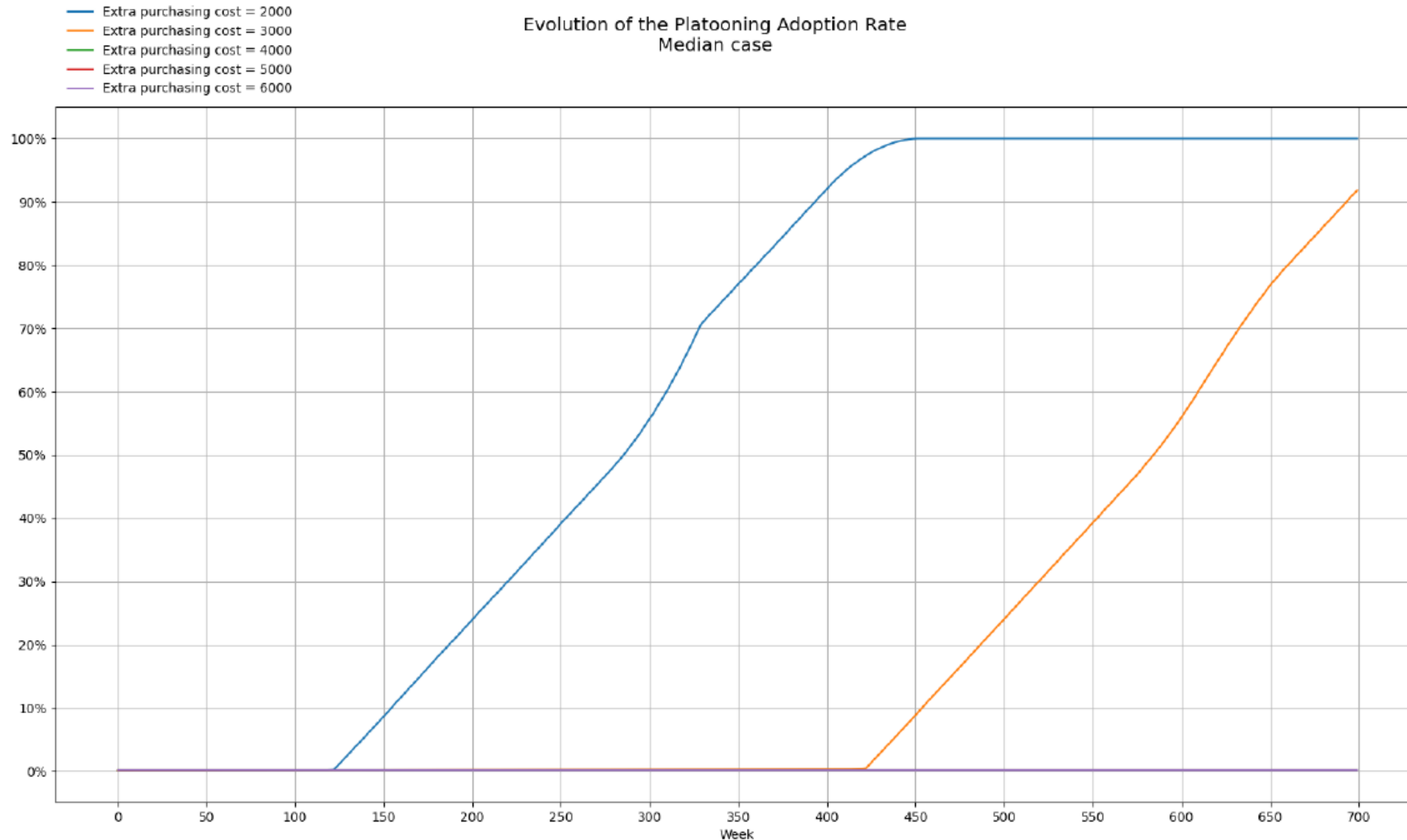
Résultats

1. Scénarios simulés

Variable	Value	Unit	Sensitivity test
Truck Traffic	15000	vehicles/direction/day	+5000
Cruise speed	80	km/h	+10
Waiting speed	70	km/h	-10/+10
Hourly trucking cost	35	€/h	-
Fuel price	1,1	€/L	-
Fuel price evolution	0%	YoY	+5%
Corridor length	360	km	-110
Early adopters	50%	(share of first wave)	-10%/+10%
Price of platooning equipment	4000	€/vehicle	-2000 to +2000
Evolution of the price of platooning equipment	0%	YoY	-5%

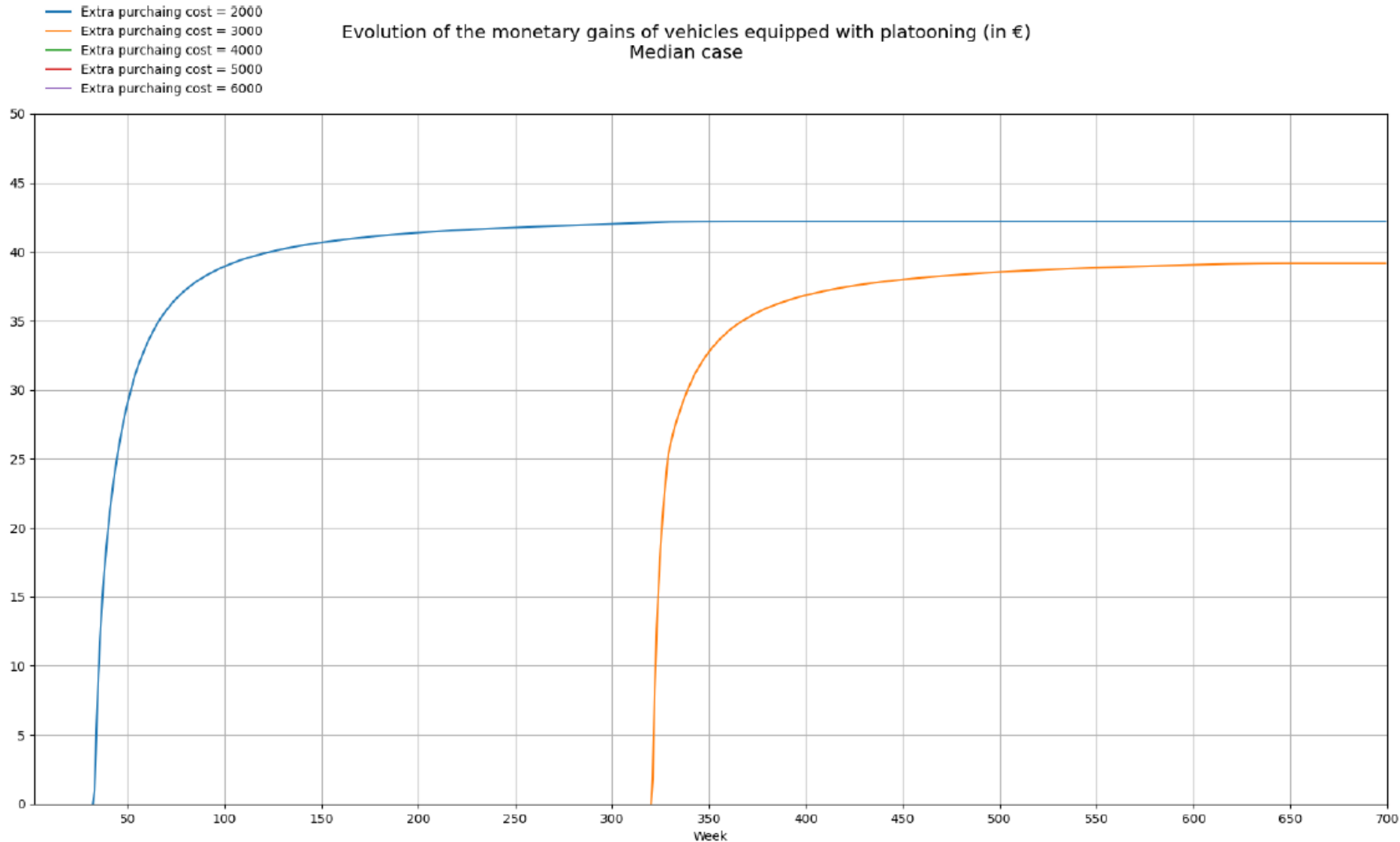
Résultats

2. Cas médian : part de marché



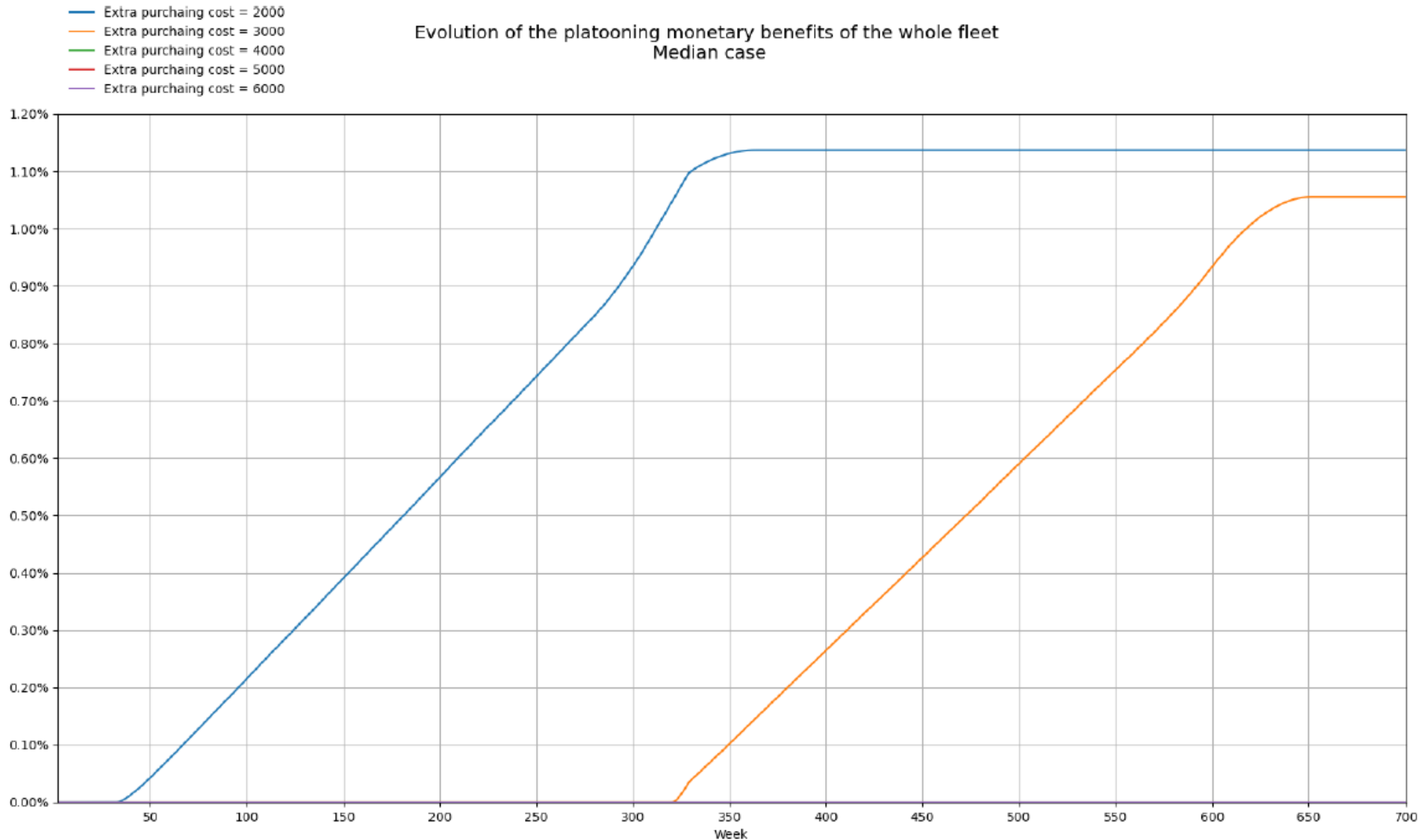
Résultats

2. Cas médian : gains nets par véhicule équipé



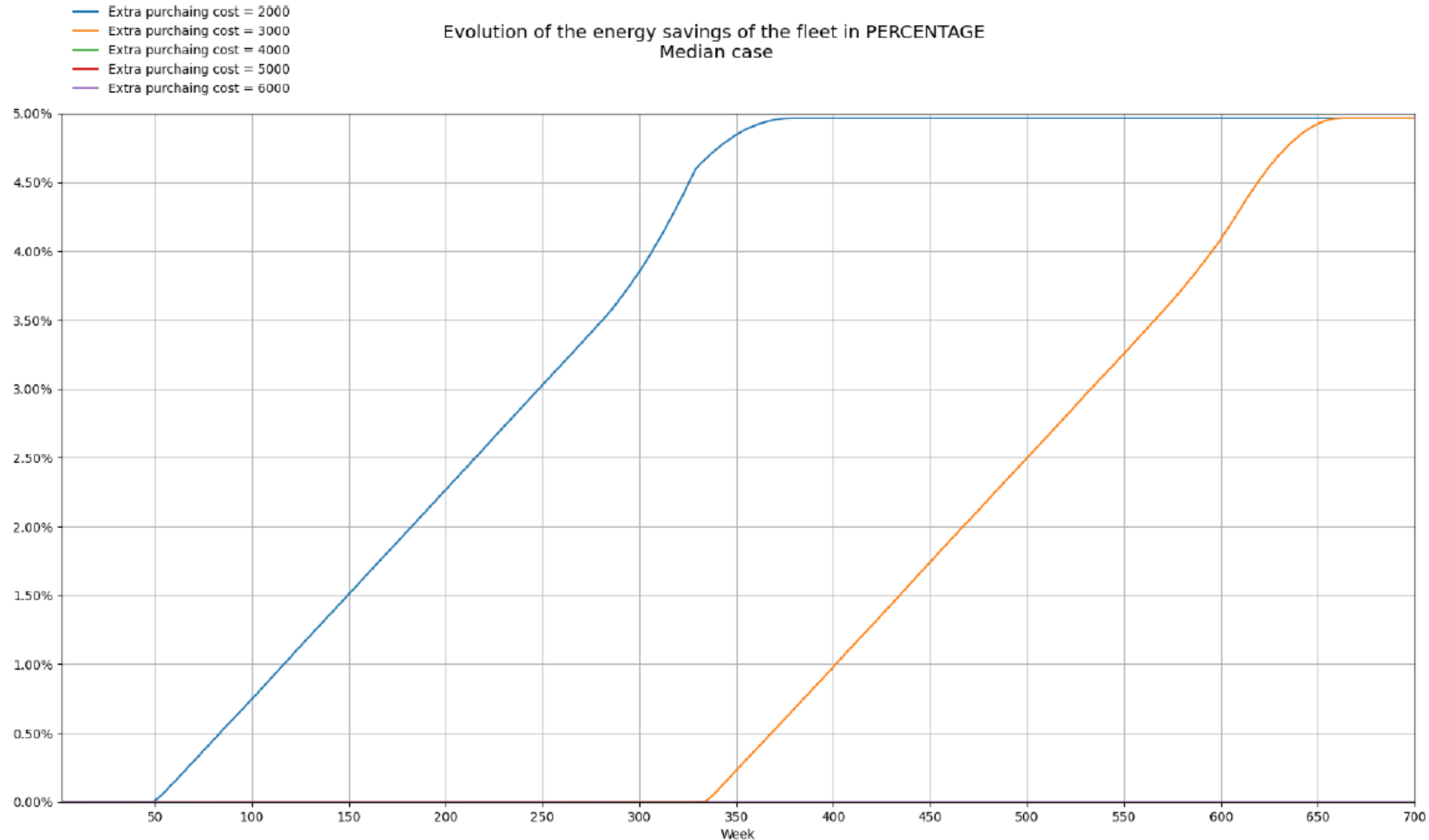
Résultats

2. Cas médian : gains nets pour la flotte



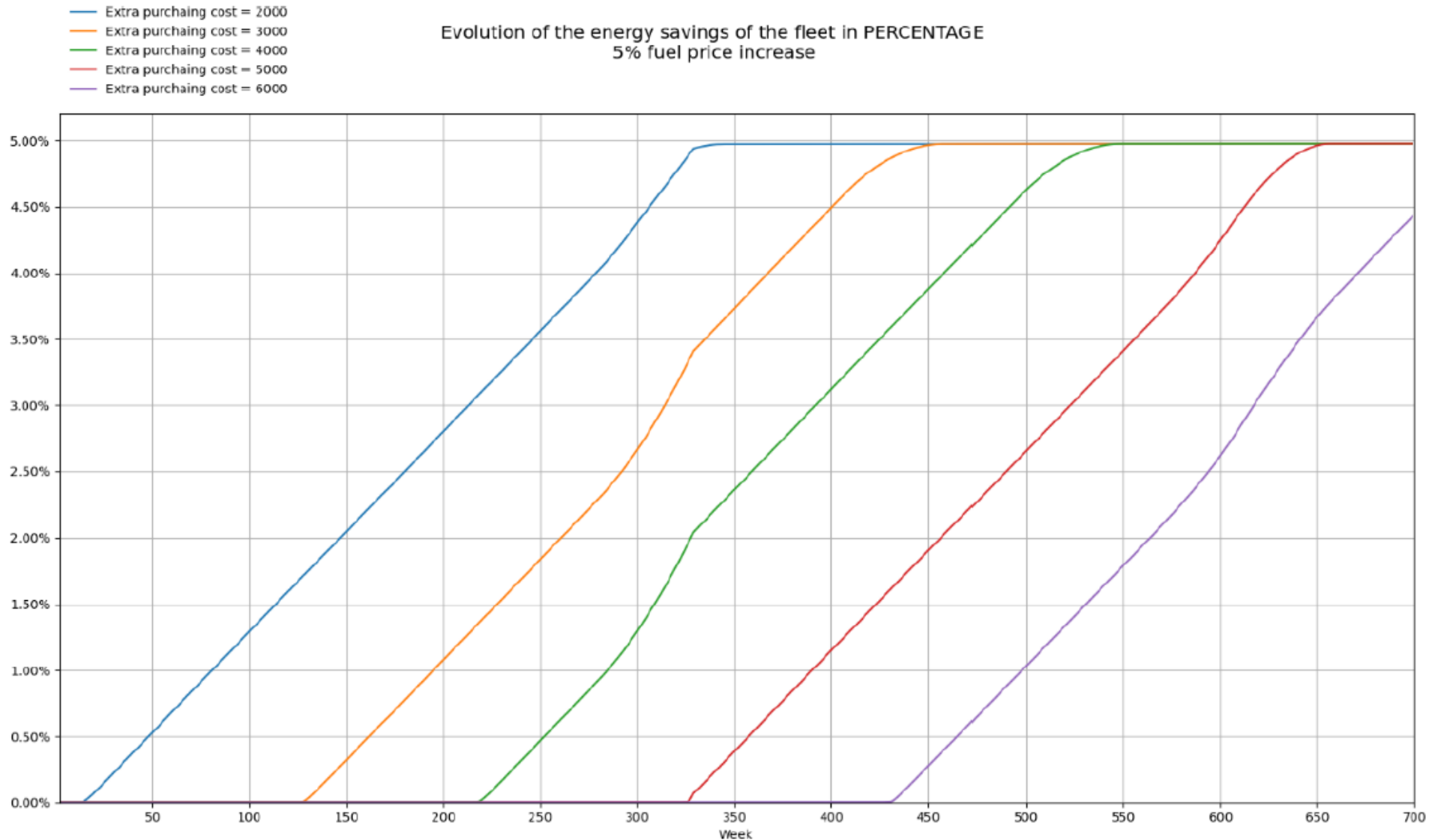
Résultats

2. Cas médian : gains de consommation de carburant pour la flotte



Résultats

3. Test de sensibilité : Gains de consommation, prix du carburant croissant



Résultats

4. Synthèse

Sur les parts de marché

- Si les bénéfices sont trop faibles, il n'y aura pas d'utilisation, **même si l'équipement du véhicule est gratuit**
- **Le platooning est un marché de matching**
 - ⇒ il faut prendre en compte les coûts de matching
 - ⇒ Il faut une masse critique
- Les gains nets des coûts de coordination peuvent être de moitié inférieurs aux gains bruts

Sur l'action publique

- Classiquement, à chaque externalité sa réponse
 - ⇒ Mais si seules les externalités justifient la technologie, l'interlocuteur est la puissance publique
- Marché à effet club: rôle de la puissance publique pour « kickstart » le marché?

Quelques commentaires

Sur l'évaluation des ITS

- Portrait classique avec un enthousiasme exagéré pour les bénéfices de la technologie envisagée
- Et une **indéfinition des modes de création de ces bénéfices**
- **Pas de notion de contrefactuel**: la notion que les bénéfices puissent arriver, à terme, par d'autres vecteurs, est ignorée

=> Ce qui conduit à des discussions étonnantes en début de projet, vives en cours de projet, et convergentes en fin de projet

Sur le déroulement du projet

- Lien avec les industriels (...)
- Coordination entre acteurs techniques/académiques (type TNO)
- Projet mis en forte difficulté par le covid (report des expérimentations)
- Mais pas d'impact sur les tâches d'évaluation, pour l'essentiel indépendantes des expérimentations (celles-ci ayant un objectif de PoC)

François Combes, SPLOTT

francois.combes@univ-eiffel.fr

