

**ÉTUDE SUR L'OPPORTUNITÉ ET LA FAISABILITÉ
DE PROJETS DE PLATEFORMES EMBRANCHÉES
DE STOCKAGE DES MATÉRIAUX DE CARRIÈRES EN
NOUVELLE-AQUITAINE**

**PHASE 3 : DETERMINATION
DES CONDITIONS DE MISE EN
ŒUVRE D'UN PROJET OPERA-
TIONNEL DE PLATES-FORMES
DE STOCKAGE EMBRAN-
CHEES**

BG Ingénieurs Conseils SAS

Immeuble METROSUD, 1, bd Hippolyte Marques - F-94200 Ivry sur Seine

SAS au capital de 1 516 800 € - R.C.S Créteil 2007B04453 - SIRET 303 559 249 00162 - Code APE 7112B

T +33 1 56 20 64 60 – F+33 1 56 20 65 09 – paris@bg-21.com – www.bg-21.com

FR 493 035 592 49 TVA

ÉTUDE SUR L'OPPORTUNITÉ ET LA FAISABILITÉ DE PROJETS DE PLATEFORMES EMBRANCHÉES DE STOCKAGE DES MATÉRIAUX DE CARRIÈRES EN NOUVELLE-AQUITAINE

PHASE 3 : DETERMINATION DES CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE D'UN PROJET OPERATIONNEL DE PLATES-FORMES DE STOCKAGE EMBRANCHEES

VERSION	-	a	b
DOCUMENT	7202 94 RN004 PF carrière Nouvelle Aquitaine phase 3 V3 44t v1	7202 94 RN004 PF carrière Nouvelle Aquitaine phase 3 V3 44t v2 44 t	7202 94 RN004 PF carrière Nouvelle Aquitaine phase 3 V3 44t v3 44 t
DATE	20 novembre 2019		
ELABORATION	C Decoupigny		
VISA	JB Buguellou		
COLLABORATION			
DISTRIBUTION	DREAL Nouvelle-Aquitaine		

TABLE DES MATIERES

	Page
1. Introduction	1
2. Les aspects économiques	2
2.1 Constitution des chaines de déplacement	2
2.2 Coûts routiers	4
2.3 Coûts ferroviaires	5
2.3.3 Résultats	7
2.4 Comparaison des modes	8
2.4.1 Résultats globaux	8
2.4.2 Par axe de massification	9
3. Les aspects environnementaux	12
3.1 Pollution et consommation d'énergie	12
3.2 Hypothèses générales utilisées	13
3.3 Résultats	13
3.3.1 Consommation d'énergie et GES	13
3.3.2 Les émissions de polluants	15
3.4 Monétarisation sommaire des gains	17
4. Les aspects techniques	19
4.1 Le mode de stockage	19
4.2 Les aménagements de stockage de la plateforme	20
5. Les aspects juridiques	22
5.1 Caractéristiques d'un GIE	22
5.2 Caractéristiques d'un GIP	24
6. Conclusion	26
7. Annexe	28
7.1 Cout à la tonne kilomètre avec un cout de transbordement de 2 €/t.	28
7.2 Valeurs des indicateurs socio-économiques recommandés par le ministère de la transition écologique et solidaire.	28
7.2.1 Pollution atmosphérique	28
7.2.2 Le bruit	29
7.2.3 La sécurité	30
7.3 L'exemple de la liaison Layrac-Bordeaux sur les émissions polluantes	30

1. Introduction

La première phase d'analyse territoriale du transport de matériaux de carrières en Nouvelle-Aquitaine a pu montrer qu'il existait une massification des flux régionaux en fonction de :

- la répartition territoriale des sites de production et de consommation d'une part ;
- la nature des produits échangés d'autre part.

Ainsi, cinq axes de massification des flux intrarégionaux ont été mis en évidence, avec en commun pour quatre d'entre eux, l'agglomération bordelaise comme destination. Le cinquième axe renvoie à des flux entre les Deux-Sèvres et l'Île-de-France via la région Centre.

La seconde phase de l'étude a d'identifié des bassins pertinents pour la localisation des plateformes. Au regard des besoins des acteurs (qualité des infrastructures et des accès routiers et ferroviaires, densité de population à proximité des plateformes, localisation au regard des sites de production...) les plateformes identifiées présentent des qualités très variables sans pour autant avoir une plateforme potentielle qui ressorte plus qu'une autre.

Si, la méthode n'a pas révélé une plateforme en particulier, elle a montré que les carrières et les cimenteries embranchées possédaient les caractéristiques les plus appropriées au regard des besoins. Il n'existe pas aujourd'hui de site présentant l'ensemble des besoins exprimés par les acteurs, par conséquent des investissements devront être consentis pour aménager les plateformes.

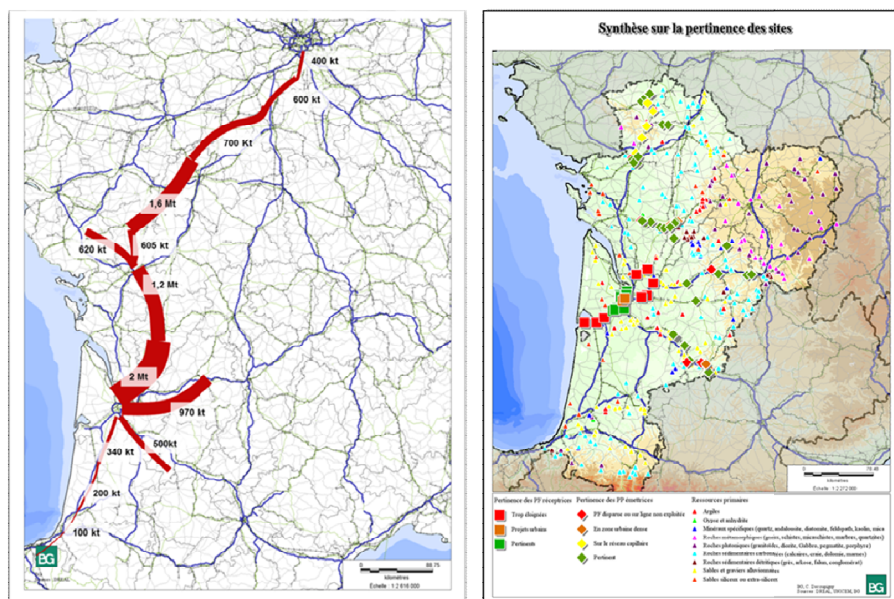


Figure 1 : axes de massification identifiés et localisation des plateformes potentielles les plus pertinentes

La troisième et dernière partie, objet du présent rapport, vise à apporter des éléments de connaissance générale sur les critères ou les conditions de mise en œuvre d'un projet de plateformes embranchées de stockage des matériaux et notamment sur les aspects :

- économiques, avec une comparaison des coûts de transport routiers et ferroviaires ;
- écologiques, avec une comparaison des consommations et des émissions de chaque mode ;
- juridiques, à travers différentes formes de gestion d'une plateforme ;
- et techniques afin d'assurer le maintien de la qualité des produits.

2. Les aspects économiques

L'objectif est de donner des ordres de grandeur des coûts des acheminements par la route et par le fer afin d'évaluer l'opportunité de l'usage du ferroviaire articulé avec des plateformes de stockage. Pour ce faire, nous avons dans un premier temps isolé des OD caractéristiques de chaque corridor de massification puis dans un second temps estimé les coûts des chaînes logistiques.

2.1 Constitution des chaînes de déplacement

Le tableau suivant donne les OD sélectionnées pour cette analyse de coût (et des aspects environnementaux analysés par la suite). Les origines correspondent à des communes sur lesquelles une carrière est en activité pour chaque axe de massification identifié lors de la phase 1 de la présente étude. La destination est le principal lieu de consommation des produits des axes de massification.

Origine	Destination
Thouars	Bordeaux
Mazières-en-Gatine	Bordeaux
Campagne	Bordeaux
Terrasson-la-Villedieu	Bordeaux
Maine-de-Boixe	Bordeaux
Châteauneuf-sur-Charente	Bordeaux
Thiviers	Bordeaux
Layrac	Bordeaux
La Garcine	Bordeaux

Tableau 1 : les OD sélectionnées pour l'évaluation des chaînes logistiques ferroviaires et routières

Seuls les sites implantés dans les communes figurant dans le tableau 1 ont été retenus pour l'évaluation des chaînes logistiques.

Les autres sites existants dans la région, notamment ceux de Moulin-Neuf, Abzac, Pagnac... n'ont pas été pris en compte dans les calculs.

L'acheminement ferroviaire est constitué :

- d'un pré acheminement routier entre une origine et une plateforme d'expédition ;
- d'un trajet principal ferroviaire entre les plateformes d'expédition et de réception ;
- d'un post acheminement routier entre la plateforme de réception et la destination.

On a également considéré que les trajets se faisaient en aller-retour avec un retour à vide. La figure suivante illustre les différentes chaînes logistiques envisagées.

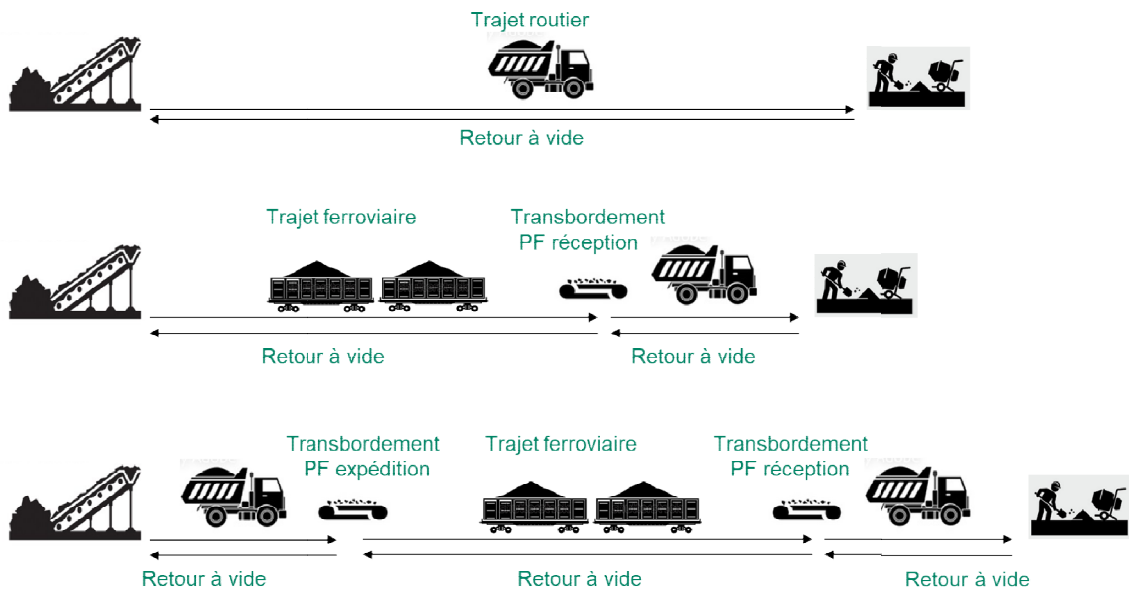


Figure 2 : les chaînes logistiques envisagées

La destination est identique pour l'ensemble des OD, à savoir Bordeaux centre.

Pour le transport ferroviaire la rupture de charge terminale se réalise à Hourcade avec un post acheminement routier de 9 kilomètres (entre Hourcade et Bordeaux centre). Lors de la phase 2 d'identification des plateformes, Hourcade avait été identifiée comme la plateforme la plus pertinente (notamment en termes d'accessibilité pour l'ensemble des axes).

A noter par ailleurs que le site d'Hourcade a actuellement une capacité d'accueil limitée à un train par jour pour les matériaux de carrières (soit 270 000 tonnes par an avec 180 trains chargés à près de 1 500 tonnes).

Pour la rupture de charge initiale, on a testé les plateformes qui semblaient les plus pertinentes au regard des analyses menées lors de la phase 2 de l'étude, à savoir :

- Niort terminal et Angoulême pour l'axe Deux-Sèvres/Bordeaux ;
- Thiviers, Niversac et Candat-le-Lardin pour l'axe Dordogne/Bordeaux ;
- Port-Sainte-Marie et Agen Bon-Encontre pour l'axe Lot-et-Garonne/Bordeaux.

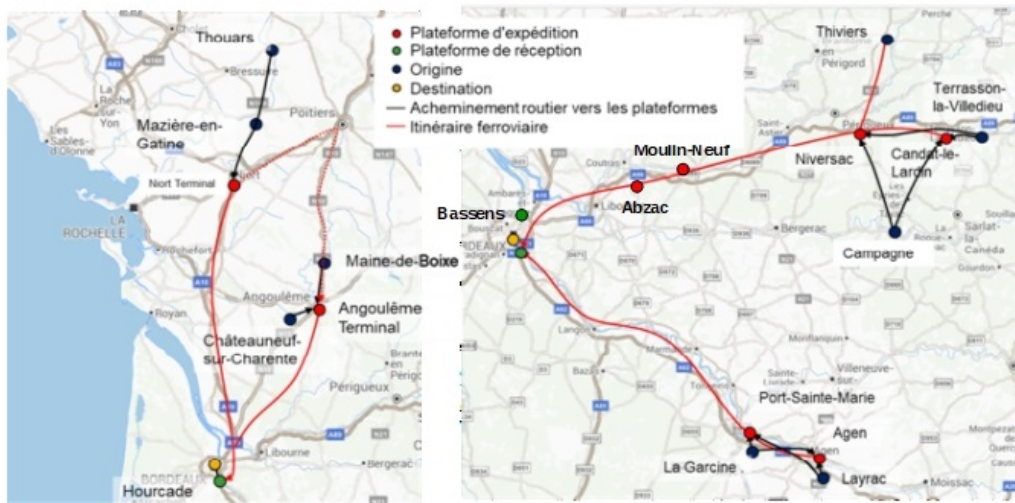


Figure 3 : localisation des OD

Le tableau suivant donne les distances des chaînes ferroviaires des principales OD testées à destination de Bordeaux via une plateforme de réception à Hourcade (la distance du post acheminement entre Hourcade et Bordeaux est de 9 kilomètres).

Origine	Plateforme expéditrice	Pré et post acheminement routier (km)	Ferroviaire (km)	Totale (km)
Thouars	Niort	89	200	289
Mazières-en-Gatine	Niort	35	200	235
Campagne	Condat	47	179	226
Terrasson-la-Villedieu	Condat	16	179	195
Campagne	Niversac	44	143	187
La Garcine	Agen	29	137	173
Maine-de-Boixe	Angoulême	34	139	173
Châteauneuf-sur-Charente	Angoulême	32	139	171
Thiviers	Thiviers	9	167	176
Layrac	Port-Sainte-Marie	41	112	153
Layrac	Agen	19	137	156
Terrasson-la-Villedieu	Niversac	52	143	195
La Garcine	Port-Sainte-Marie	14	112	126

Tableau 2 : distance en kilomètres des chaînes logistiques ferroviaires à destination de Bordeaux

Il faut noter que dans le cas de l'itinéraire au départ de Thiviers, il n'y a pas de pré acheminement routier, on considère que la plateforme est sur le site de la carrière.

D'autres sites tels que Bruges, Bassens pourraient être utilisés à la condition que certaines contraintes soient levées (nombre de sillons plus importants...).

Le site d'Abzac à Coutras est bien situé en entrée de l'A89 et pourrait être utilisé pour certains trafics.

2.2 Coûts routiers

Le Comité National Routier (CNR) fournit les coûts routiers de référence moyens par spécialité et type de poids lourds. Ces derniers reposent sur l'observation des conditions d'exploitation et des composantes de coûts de panels d'entreprises. Le nombre d'observations est actuellement limité et les va-

leurs observées souvent fort dispersées, celles-ci devant, de ce fait, être lues avec les précautions d'usage.

Les coûts pour une benne TP de 44 tonnes (29 tonnes nettes de chargement) sont évalués sous la forme d'un trinôme avec :

- un terme horaire qui tient compte des coûts liés au personnel de conduite ;
- un terme kilométrique qui prend en compte le carburant, l'entretien et les pneumatiques ;
- un terme journalier qui regroupe les coûts de structure et de détention du matériel roulant.

Coûts pour une benne TP de 44 tonnes	
Terme Horaire (1h de temps de service)	19.42 €
Terme kilométrique (pour 1 km hors péage)	0.69 €
Terme journalier (pour un jour)	171.41 €

Tableau3 : valeur du trinôme CNR pour une benne TP de 44 tonnes

Pour chaque OD, le temps et la distance parcourue des PL ont été relevés avec le site Mappy (hors autoroute concédée et donc hors péage pour un PL articulé). Connaissant la distance et le temps des itinéraires, le coût d'un parcours routier avec un retour à vide est calculé.

À noter que la réglementation européenne sur les temps de conduite sont intégrés (pause de 45 minutes après 4h30 de conduite et repos journalier après 9 heures de conduite). La pause est un temps de travail et donc rémunérée à l'inverse du temps de repos journalier. Néanmoins, comme le montre le tableau, le temps d'une rotation (un aller-retour) des OD sélectionnées est inférieur à 9 heures.

Les coûts routiers (Benne TP chargée à 29 tonnes avec un retour à vide) sont alors les suivants :

Origine	Destination	Distance routière (km)	Temps (minute)	Coût à la tonne pour 1 aller-retour (€/t)	Coût à la tonne pour 1 aller-retour (€/tkm)
Thouars	Bordeaux	293	310	24.2	0.08
Mazières-en-Gatine	Bordeaux	242	224	20.2	0.08
Terrasson-la-Villedieu	Bordeaux	180	219	17.1	0.09
Campagne	Bordeaux	139	196	14.2	0.10
La Garcine	Bordeaux	130	160	12.4	0.10
Maine-de-Boixe	Bordeaux	143	126	11.7	0.08
Châteauneuf-sur-Charente	Bordeaux	104	102	8.9	0.09
Thiviers	Bordeaux	177	163	15.2	0.08
Layrac	Bordeaux	152	195	14.8	0.10

Tableau 4 : coût d'un aller-retour pour le mode routier

Les coûts routiers (avec un retour à vide) sont compris entre 0,08 €/tKm et 0,10 €/tKm, cette différence provient de la qualité de l'itinéraire utilisé. Le réseau national est emprunté avec des vitesses commerciales d'environ 65 km/h : au départ de Thouars, Châteauneuf, Mazières, Maine-de-Boixe via la RN10 et de Thiviers via la RN89/A89. Les autres OD utilisent le réseau départemental avec une vitesse commerciale de l'ordre de 48 km/h.

2.3 Coûts ferroviaires

2.3.1 Estimation des coûts ferroviaires d'exploitation

L'estimation des coûts ferroviaires s'appuie sur le référentiel socio-économique de SNCF Réseau dans sa version du 10/11/2017.

Afin de maîtriser de la manière la plus adéquate possible la logique des calculs, les hypothèses du référentiel socio-économiques sont reprises « à la base », dans leurs unités originelles, afin d'éviter l'application de ratio (par kilomètre, par tonne, ...) construits sur des hypothèses « moyennes » de productivité et pour développer une réflexion la plus adaptée possible aux spécificités du périmètre d'étude.

Lorsque cela a du sens, les hypothèses issues des entretiens ou tirées de précédentes études, jugées plus représentatives de la réalité locale, sont substituées aux coûts du référentiel. Parmi ces hypothèses spécifiques, notons :

- la charge nette de marchandises par wagon ;
- le nombre de wagons des trains considérés ;
- l'application de ratios de majoration des coûts de maintenance des locomotives diesel (source : étude LNMP) et de majoration des coûts d'énergie (source : étude corridor atlantique) ;
- les modalités d'affectation des charges générales de structure ;
- la prise en compte des coûts liés aux trajets allers pleins et des trajets retour à vide ;
- les caractéristiques spécifiques des itinéraires considérés : longueurs et temps de parcours.

Compte tenu de l'hypothèse précédente¹, la synthèse des indicateurs servant à l'estimation des coûts ferroviaires pour des trains entiers est présentée ci-contre :

Synthèse des coûts par train (plein)			
Cout en € 2012 (passage dans le tableau résultat en € 2018)			
Charges de circulation			
Energie	€/ tkbc.km		0.00130
Maintenance locomotive (part fixe)	€/ loco.mois		6 030
Maintenance locomotive (au km)	€/ loco.km		0.31
Conduite (terme horaire)	€/ train.heure		114.8
Charges de capital		Thermique	Electrique
Acquisition locomotive	M€	3.10	3.44
Durée de vie	Années	30	30
Amortissement annuel	€/ loco.an	103 333	114 647
Rémunération du capital (6%)	€/ loco.an	93 000	103 182
Maintenance wagon	€/ wagon.km	0.066	0.066
Location wagon	€/ wagon.j	30	30
Caractéristiques des trains			
<i>Caractéristiques locomotives</i>			
Poids locomotive	t / loco		90
Longueur locomotive	m		19.5
<i>Caractéristiques wagons</i>			
Tare des wagons	t / wagon		19.3
Longueur wagons	m		14.1
Charge nette - nette moyenne par wagon chargé	t / wagon		65
<i>Caractéristiques trains</i>			
Nombre de wagons par train			22
Taux de wagons chargés			100%
Charge nette - nette par train	t / train		1 430
Poids brut remorqué du train	tbr / train		1 854
Charge brute complète du train	tbc / train		1 945
Charge brute complète à vide du train	tbc / train		515

¹ Ne disposant pas des Renseignements techniques sur les lignes ferroviaires, les contraintes de masse tractable ne sont pas intégrées.

Longueur des trains	m	329
<i>Productivité du matériel</i>		
Durée d'utilisation annuelle des locomotives	h / an	1 194
Kilométrage annuel moyen des locomotives	km / an	80 000
Durée d'utilisation annuelle des wagon	h / an	597
Kilométrage annuel moyen des wagons	km / an	40 000
<i>Ajustement Thermique</i>		
Surcoût maintenance loco diesel	Indice	4.00
Surcoût coût énergie	Indice	2.18

Tableau 5 : Principaux coûts unitaires ferroviaires (€2012)

Le taux de retour à vide est de 100%. Dès lors, le coût ferroviaire de l'OD correspond, hors constante, à l'addition du trajet aller et du trajet retour. Le coût du trajet retour est inférieur considérant la charge réduite du train.

2.3.2 La redevance ferroviaire

Les redevances ferroviaires sont basées sur le DRR 2019 où les redevances varient en fonction du classement UIC de la section et de la silhouette du train.

Hypothèse		
Part UIC 2 à 6	% parcours	66%
Part UIC 7 à 9	% parcours	34%
Silhouette train		> 1550t
Type de redevance		
Redevance de circulation UIC 2 à 6	€ par train.km	2.32
Redevance de circulation UIC 7 à 9	€ par train.km	0.83
Redevance kilométrique moyenne	€ par train.km	1.81
RCE + RCTE	€ par train.km	0.60
RDV TOTALE Thermique	€ par train.km	1.81
RDV TOTALE Électrique	€ par train.km	2.41

Tableau 6 : Barème de redevance (€ 2018)

Les coûts réels dépendent du nombre de trains acheminés par an.

2.3.3 Résultats

Le coût d'une relation ferroviaire est constitué du coût :

- de l'acheminement routier (44 t) entre la carrière et la plateforme d'expédition (en pleine charge) ;
- du transbordement route/fer ;
- de l'acheminement routier entre la plateforme d'expédition et la carrière (retour à vide du PL) ;
- de l'acheminement principal en mode ferroviaire entre la plateforme d'expédition et de réception (en pleine charge) ;
- du transbordement fer/route ;
- de l'acheminement en mode ferroviaire entre la plateforme de réception et d'expédition (retour à vide du train) ;
- de l'acheminement routier (44 t) entre la plateforme d'expédition et la destination finale ;

- de l'acheminement routier entre la destination finale et la plateforme d'expédition (retour à vide du PL).

Le coût routier des pré et post acheminements routiers est calculé avec la même méthode que les coûts routiers présentés plus haut. Un cout de transbordement (route/fer) est également intégré avec 3 valeurs (2, 4 et 6 €/t).

Le tableau suivant indique le coût d'un aller-retour (avec retour à vide) pour chaque OD en tenant compte à la fois des acheminements routiers sur les plateformes, du transbordement et du trajet ferroviaire principal.

OD		Distance pour un aller			Coûts	
Origine	Plateforme expéditrice	Pré et post acheminement routier (km)	Ferroviaire (km)	Totale (km)	Coût 1 aller/retour à la tonne (€/t) et 2 €/t de transbordement	Coût 1 aller/retour à la tonne (€/t) et 4 €/t de transbordement
Thouars	Niort	89	200	289	22.99	24.29
Mazières-en-Gatine	Niort	35	200	235	17.59	19.59
Campagne	Condat	47	179	226	18.38	20.38
Terrasson-la-Villedieu	Condat	16	179	195	15.15	17.15
Campagne	Niversac	44	143	187	16.88	18.88
La Garcine	Agen	29	137	173	15.59	17.59
Maine-de-Boixe	Angoulême	34	139	173	15.87	17.87
Châteauneuf-sur-Charente	Angoulême	32	139	171	15.82	17.82
Thiviers	Thiviers	9	167	176	14.13	16.13
Layrac	Port-Sainte-Marie	41	112	153	15.81	17.81
Layrac	Agen	19	137	156	14.49	16.49
Terrasson-la-Villedieu	Niversac	52	143	195	17.87	19.87
La Garcine	Port-Sainte-Marie	14	112	126	13.40	15.40

Tableau 7 : coût ferroviaire avec pré et post acheminement routiers (aller-retour et retour à vide)

Le coût de l'acheminement porte à porte est compris en moyenne entre 0,08 €/tKm et 0,11 €/tKm.

Le coût porte-à-porte de la chaîne logistique ferroviaire est sensible à la distance ferroviaire (plus cette dernière est importante plus le coût à la tonne kilomètre est faible) et à la distance des acheminements routiers sur les plateformes.

À titre de comparaison :

- une étude de l'UNICEM en 2003 donnait un coût ferroviaire moyen de 0,06 €/tKm ;
- la CEBATRAMA donnait en 2005 un coût ferroviaire moyen de 0,055 €/tKm à 0,065 €/tKm.

2.4 Comparaison des modes

2.4.1 Résultats globaux

Le tableau suivant synthétise les écarts des coûts des chaînes logistiques.

Le mode ferroviaire est moins onéreux à la tonne kilomètre (jusqu'à 4 centimes par tonne kilomètre). Pour autant, quand on compare le coût d'une tonne transportée sur un trajet, le mode ferroviaire n'apparaît pas toujours pertinent.

OD		Ferroviaire			Route		Ecart		
Origine	Plateforme Expéditrice pour le fer	Pré et post acheminement routier (km)	Ferroviaire (km)	Totale (km)	Distance (km)	Distance en km (1 aller-retour)	Aller-retour par tonne (€/t) 2€/t de transbordement	Aller-retour par tonne (€/t) 4€/t de transbordement	Aller-retour par tonne (€/t) 6€/t de transbordement
Mazières-en-Gatine	Niort	26	200	235	242	-14	-2.63	-0.63	1.37
Thiviers	Thiviers	0	167	176	193	-34	-2.51	-0.51	1.49
Thouars	Niort	80	200	289	293	-8	-1.95	0.05	2.05
Terrasson-la-Villedieu	Condat	7	179	195	180	30	-1.92	0.08	2.08
Layrac	Agen	10	137	156	152	8	-0.32	1.68	3.68
Terrasson-la-Villedieu	Niversac	43	143	194	180	28	0.80	2.80	4.80
La Garcine	Port-Sainte-Marie	5	112	126	130	-8	1.00	3.00	5.00
Layrac	Port-Sainte-Marie	32	112	153	152	2	1.01	3.01	5.01
Campagne	Niversac	35	143	187	139	96	2.65	4.65	6.65
La Garcine	Agen	20	137	166	130	72	3.19	5.19	7.19
Maine-de-Boixe	Angoulême	25	139	173	143	60	4.17	6.17	8.17
Campagne	Condat	38	179	226	139	174	4.15	6.15	8.15
Châteauneuf-sur-Charente	Angoulême	23	139	171	104	134	6.91	8.91	10.91

Tableau 8 : comparaison des coûts par mode, par tonne(fer - route)

Pour un cout de transbordement de 2 €/t, les relations au départ de Campagne, La Garcine via Agen, Terrasson-la-Villedieu ont des coûts à la tonne kilomètre en faveur du mode ferroviaire, mais avec des distances routières plus courtes, le coût de l'acheminement ferroviaire devient plus important que celui de la route. Le choix de la localisation de la plateforme d'expédition au regard du site de production est alors stratégique pour que le mode ferroviaire soit plus pertinent du point de vue économique.

On remarque que le mode ferroviaire est d'autant plus intéressant que :

- la distance ferroviaire (acheminement routier compris) est sensiblement équivalente à celle de la route voire plus longue (jusqu'à 30 kilomètres de plus que la route) ;
- les distances d'acheminement sur les plateformes sont courtes (exemple de Terrasson-la-Villedieu via Condat ou encore de Layrac via Agen).

Pour autant si on double ou triple le cout de transbordement, le mode ferroviaire n'est plus compétitif.

En outre, la saisonnalité est un critère à prendre en compte dans le calcul des coûts car entre novembre et février, l'activité diminue. Elle génère des besoins de stockage qui amènent des coûts supplémentaires à ajouter au coût d'acheminement.

2.4.2 Par axe de massification

Pour un cout de transbordement de 2 €/t, la localisation d'une plateforme à Niort pour les roches éruptives des Deux-Sèvres apparait intéressante avec :

- des distances ferroviaires et routières sensiblement équivalentes ;
- une localisation des sites de production le long de l'axe routier Thouars Niort permettant de minimiser l'impact du pré acheminement et de la rupture de charge.

Il faut également signaler qu'une plateforme à Niort se justifie uniquement par le maintien de la fermeture de la ligne ferroviaire entre Saint-Varent et Parthenay. Dans le cas contraire, les principaux acteurs étant pour la plupart embranchés, n'ont aucun intérêt à utiliser une plateforme d'expédition et ainsi ajouter une rupture charge supplémentaire.

Le tableau suivant synthétise les écarts de coût entre le mode ferroviaire et routier pour trois organisations ferroviaires différentes au départ des carrières à proximité de Thouars :

- la première utilisant le ferroviaire entre une plateforme d'expédition à Niort et une de réception à Hourcade (comme précédemment) ;
- la seconde partant directement d'une carrière embranchée vers une plateforme de réception à Hourcade, l'itinéraire ferroviaire empruntant la ligne Thouars Niort (dans l'hypothèse de la réouverture de la ligne) ;
- la troisième partant directement d'une carrière embranchée vers une plateforme de réception à Hourcade, mais avec un itinéraire ferroviaire passant par Saumur.

OD				Distance (km)		Ecart (fer-route)
Origine	Destination	Plateforme expéditrice	Plateforme réceptrice	Ferroviaire avec acheminement routier	Route (km)	Aller-retour par tonne (€/t)
Thouars	Bordeaux	Niort	Hourcade	289	293	-1.99
Thouars via Niort	Bordeaux	Aucune	Hourcade	294	293	-3.57
Thouars via Saumur	Bordeaux	Aucune	Hourcade	486	293	-1.19

Tableau 9 : comparaison des coûts par mode, par tonne (fer - route) pour différents trajets au départ des carrières autour de Thouars (transbordement à 2 €/t)

Ainsi :

- la réouverture de la ligne Thouars Niort permettant d'utiliser le mode ferroviaire au départ de la carrière avec un trajet direct offre l'organisation la plus compétitive ;
- l'organisation autour de deux plateformes d'expédition et de réception est plus intéressante que le trajet par Saumur, cette dernière restant plus compétitive que la route.

Pour les roches calcaires de l'axe de massification Deux-Sèvres/Bordeaux, la plateforme d'Angoulême n'apparaît pas économiquement pertinente en raison de la présence d'un itinéraire routier (la nationale 10) direct et de qualité qui permet de rejoindre Bordeaux aisément (hors congestion routière et péage).

Pour les roches calcaires de l'axe Dordogne-Bordeaux, la localisation des plateformes et des sites de production est importante. Les plateformes le long de l'axe autoroutier de l'A89 permettent aux chaînes ferroviaires d'être compétitives par rapport à la route à condition que les sites de production ne soient pas trop éloignés, le cas de l'OD Campagne-Bordeaux en est l'illustration. Ainsi, deux espaces se dessinent :

- un premier le long de l'A89, avec des plateformes pertinentes mais uniquement pour les sites de production le long de cet axe ;
- un second, correspondant aux sites de production du sud-est du département, espace pour lequel la plupart des plateformes identifiées n'est pas pertinente (à l'exception vraisemblablement de Bergerac) en raison à la fois d'une distance routière importante entre les sites de production et les plateformes potentielles et de la rupture de charge supplémentaire.

Pour les roches alluvionnaires de l'axe Lot-et-Garonne Bordeaux l'usage du mode ferroviaire avec une plateforme embranchée est à étudier au cas par cas. Néanmoins, en raison d'une distance ferroviaire plus courte, le mode routier redevient vite plus attractif selon la localisation des plateformes et des sites de production.

Au-delà de 2 €/t, l'utilisation de 2 plateformes intermédiaires rend le mode routier plus compétitif sur tous les axes.

- Le coût des acheminements ferroviaires oscille autour de 0,08 €/tKm alors que celui de la route est de l'ordre de 0,11 €/tKm.
- Si le coût ferroviaire à la tonne kilomètre est plus faible d'environ 20%, la qualité des infrastructures, les itinéraires utilisés et la localisation des plateformes expéditrices au regard de celle des carrières impactent la pertinence de l'usage du ferroviaire.
- Au-delà de 2 €/t de transbordement, l'utilisation de 2 plateformes intermédiaires rend le mode routier plus compétitif sur tous les axes.
- Ainsi pour un cout de transbordement de 2 €/t, quand la distance ferroviaire (acheminement routier compris) est plus longue que celle de la route (de l'ordre de 30 kilomètres pour un aller ou 60 kilomètres pour un aller-retour) le mode ferroviaire est moins rentable.
- Au regard des axes de massification, une chaine logistique ferroviaire articulée avec des plateformes de stockage embranchées n'apparait pas toujours compétitive d'autant plus que le cout de transbordement est fort :
 - Pour les roches éruptives des Deux-Sèvres, la localisation d'une plateforme à Niort apparait intéressante. Pour autant, elle se justifie uniquement par le maintien de la fermeture de la ligne ferroviaire entre Saint-Varent et Parthenay puisque les principaux acteurs étant pour la plupart embranchés, n'ont aucun intérêt à utiliser une plateforme d'expédition et ainsi ajouter une rupture de charge supplémentaire.
 - Pour les roches calcaires de l'axe Deux-Sèvres/Bordeaux, l'usage d'une plateforme à Angoulême n'apparait pas pertinent au regard de l'axe routier de la N10 qui permet des acheminements routiers plus courts, rapides et sans péage.
 - Pour les roches calcaires de l'axe Dordogne/Bordeaux la pertinence du mode ferroviaire doit être analysée plus précisément (au cas par cas) en fonction de la localisation des plateformes au regard des sites de production.
 - Pour les roches alluvionnaires de l'axe Lot-et-Garonne/Bordeaux, comme pour l'axe Dordogne/Bordeaux, la pertinence du mode ferroviaire doit être analysée plus précisément (au cas par cas) en fonction de la localisation des plateformes au regard des sites de productions, le coût supplémentaire lié au transbordement et au pré acheminement routier étant plus difficile à compenser.

3. Les aspects environnementaux

Un des objectifs d'organiser le transport de granulats autour de plateformes de stockage embranchées est de transférer du trafic routier sur le mode ferroviaire afin de limiter les nuisances issues du trafic routier. Par conséquent ce transfert induit des effets environnementaux comme :

- le coût énergétique ;
- les gaz à effet de serre ;
- la pollution ;
- la sécurité routière.

Dans le cadre de l'instruction sur l'évaluation des projets d'infrastructures, ces effets peuvent être mesurés et monétarisés.

3.1 Pollution et consommation d'énergie

Pour ce faire, nous avons utilisé l'application EcoTransit qui permet aux entreprises de calculer rapidement l'impact pour un ensemble d'expéditions quel que soit le mode.

L'outil a été développé par l'Institut de Recherche en Energie et en Environnemental (Ifeu), de Heidelberg et la société de Consultants en Management Ferroviaire GmbH (RMCon). Ce projet a été initié, en 2000, par 5 entreprises ferroviaires européennes : DB Schenker Rail, la société des Chemins de fer fédéraux suisses (SBB), Green Cargo AB, Trenitalia S.p.A, et la Société Nationale des chemins de Fer Français (SNCF).

Les nombreux paramètres et possibilités d'analyse témoignent de la capacité de précision de l'outil :

- pour chaque mode de transport, le système SIG détaille les itinéraires empruntés par les marchandises ;
- le calcul intègre les transbordements frontaliers (cas du ferroviaire de la frontière franco espagnol par exemple) ou ceux liés au changement de mode ;
- la densité et la quantité des marchandises transportées permettent de déterminer la longueur des trains ;
- la possibilité de choix du type de site de chargement (gare, port, aéroport, plate-forme autoroutière) permet une modélisation au plus proche de la réalité.

EcoTransIT compare la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre du transport de marchandises sur rails, sur route, sur voies fluviales et aérien. EcoTransIT prend également en compte les offres de transport intermodales et intègre les différentes normes techniques des véhicules.

Afin de répondre aux besoins des entreprises à l'échelle européenne, des critères propres à chaque pays, tels que l'origine de l'énergie et la topographie nationale, sont pris en compte dans la modélisation. Par conséquent, EcoTransIT peut être utilisé pour les itinéraires traversant l'Autriche, la Belgique, le Danemark, la Finlande, la France, l'Allemagne, l'Italie, le Luxembourg, les Pays-Bas, la Norvège, la Pologne, le Portugal, la Slovaquie, la Slovénie, l'Espagne, la Suède, la Suisse, la République Tchèque, le Royaume Uni et la Hongrie.

Concernant le transport ferroviaire quand le réseau le permettait, les émissions ont été évaluées avec une traction thermique et électrique.

3.2 Hypothèses générales utilisées

Pour la route les hypothèses sont les suivantes :

- tonnes nettes : 29 tonnes par camion ;
- norme d'émission : Euro 6 ;
- retour à vide : 100 % ;
- taux de chargement : 100 % ;
- type de PL : 44 tonnes.

Pour le ferroviaire les hypothèses sont les suivantes :

- tonnes nettes : 1430 tonnes par train ;
- norme d'émission : EU Stage 3bv ;
- retour à vide : 100 % ;
- taux de chargement : 100 % ;
- traction : thermique ;
- masse du train brute : 1854 tonnes ;
- type de train : matériaux de construction.

Les hypothèses prises en compte ici sont cohérentes avec celles utilisées pour le calcul des coûts.

Enfin, les résultats sont donnés pour un transport de 1 430 tonnes nettes de chargement équivalent à un train ou à 50 camions (chargés à 29 tonnes). A noter que sur certaines lignes, les trains acheminant des matériaux de carrières transportent 1 860 tonnes (30 wagons), ce qui est susceptible de modifier certains calculs présentés, qui restent des moyennes.

Les OD testées sont les mêmes que dans l'analyse des coûts (tableau ci-dessous pour rappel).

OD		Distance	
Origine	Destination	Ferroviaire (km)	route (km)
Thouars	Bordeaux	289	293
Mazières-en-Gatine	Bordeaux	235	242
Terrasson-la-Villedieu	Bordeaux	195	180
Campagne	Bordeaux	187	139
Thiviers	Bordeaux	176	177
Maine-de-Boixe	Bordeaux	173	143
Châteauneuf-sur-Charente	Bordeaux	171	104
Layrac	Bordeaux	156	152
La Garcine	Bordeaux	126	130

Tableau 10 : distances des OD sélectionnées pour l'évaluation des chaînes logistiques ferroviaires et routières

3.3 Résultats

3.3.1 Consommation d'énergie et GES

La figure suivante donne les écarts de consommation et d'émission de GES entre une logistique ferroviaire (avec un pré et post acheminement routier) et totalement routière pour les O/D de chaque corridor de massification.

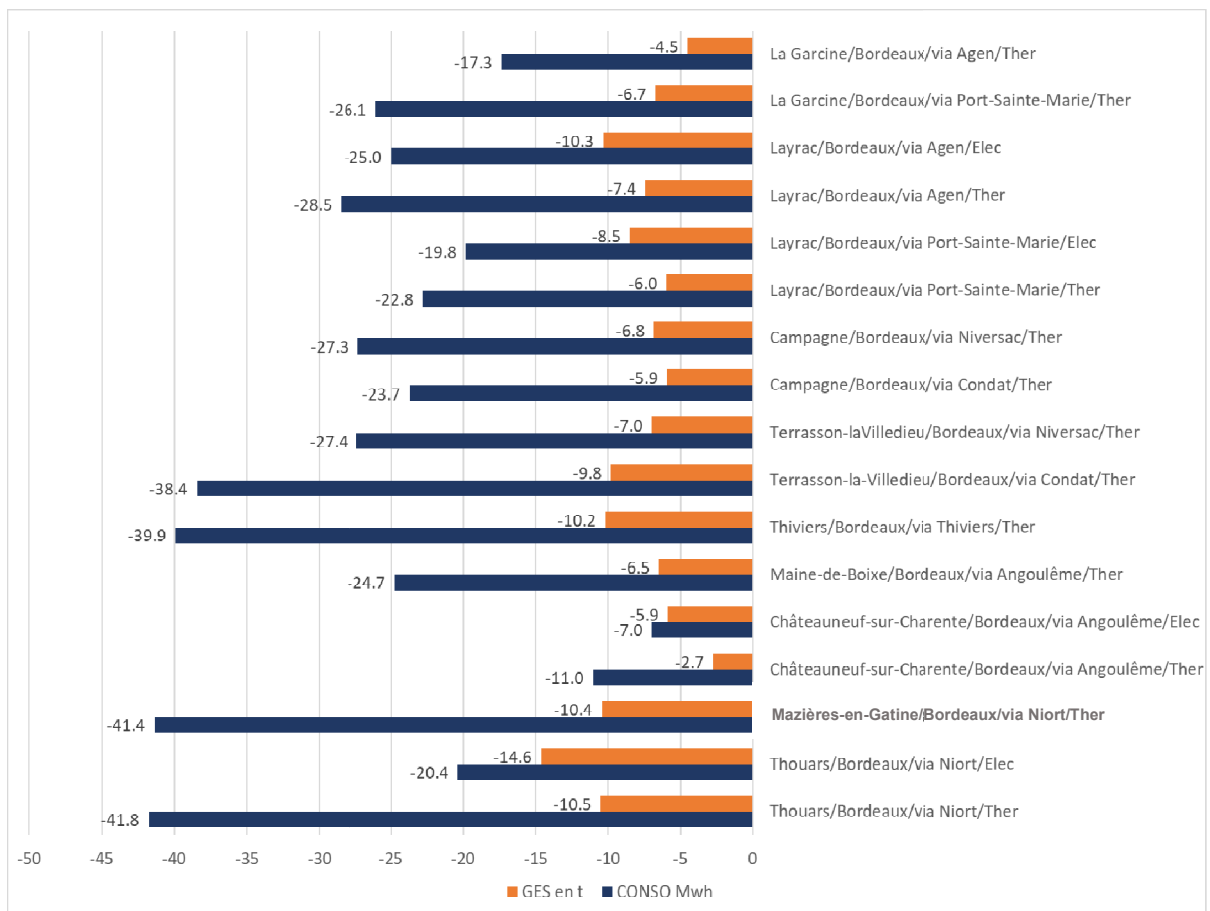


Figure 4 : écarts de consommation et d'émissions de GES entre les modes (ferroviaire – routier)

Les gains par trajet par rapport à la route:

- de consommation sont de 11 à 42 MWh ;
- pour les GES sont compris entre 3 et 14 tonnes.

On constate que les gains d'énergie et d'émission de GES :

- sont largement en faveur du mode ferroviaire, d'autant plus que le trajet ferroviaire est long ;
- pour la consommation, sont légèrement plus importants pour la traction thermique que la traction électrique en raison d'une déperdition importante sur le réseau de transport d'électricité² (RTE et caténaires), à l'exception de la relation Niort Bordeaux où l'écart est plus marqué (l'itinéraire électrique passe par Poitiers et par Saintes en thermique avec un allongement d'environ 120 kilomètres) ;
- pour une même OD, sont en faveur de l'itinéraire qui minimise le pré acheminement routier (cas de Layrac/Bordeaux par Agen ou de Terrasson-la-Villedieu/Bordeaux par Condat).

²Il faut en effet produire en moyenne 2,58 kWh d'électricité pour fournir 1 seul kWh à l'utilisateur, en raison du faible rendement des centrales nucléaires et des pertes en ligne significatives de l'ordre de 10%.

O/D	Gain par tkm du mode ferroviaire	
	CONSO kwh	GES en kg
Châteauneuf-sur-Charente/Bordeaux/via Angoulême/Ther	-0.11	-0.043
La Garcine/Bordeaux/via Agen/Ther	-0.12	-0.030
Châteauneuf-sur-Charente/Bordeaux/via Angoulême/Elec	-0.12	-0.047
Layrac/Bordeaux/via Port-Sainte-Marie/Ther	-0.12	-0.032
Campagne/Bordeaux/via Condat/Ther	-0.12	-0.032
Maine-de-Boixe/Bordeaux/via Angoulême/Ther	-0.13	-0.052
La Garcine/Bordeaux/via Port-Sainte-Marie/Ther	-0.13	-0.033
Campagne/Bordeaux/via Niversac/Ther	-0.13	-0.050
Terrasson-la-Villedieu/Bordeaux/via Niversac/Ther	-0.14	-0.036
Layrac/Bordeaux/via Agen/Ther	-0.14	-0.035
Layrac/Bordeaux/via Port-Sainte-Marie/Elec	-0.15	-0.038
Layrac/Bordeaux/via Agen/Elec	-0.15	-0.037
Thiviers/Bordeaux/via Thiviers/Ther	-0.15	-0.037
Terrasson-la-Villedieu/Bordeaux/via Condat/Ther	-0.15	-0.039
Mazières-en-Gâtine/Bordeaux/Via Niort/Ther	-0.16	-0.040
Thouars/Bordeaux/via Niort/Ther	-0.16	-0.044
Thouars/Bordeaux/via Niort/Elec	-0.17	-0.044

Tableau 11 : écart par tonne kilomètre de la consommation et des GES (fer - route)

3.3.2 Les émissions de polluants

La figure suivante donne les écarts des émissions de polluants entre une logistique ferroviaire (avec un pré et post acheminement routier) et totalement routière pour les O/D de chaque corridor de massification.

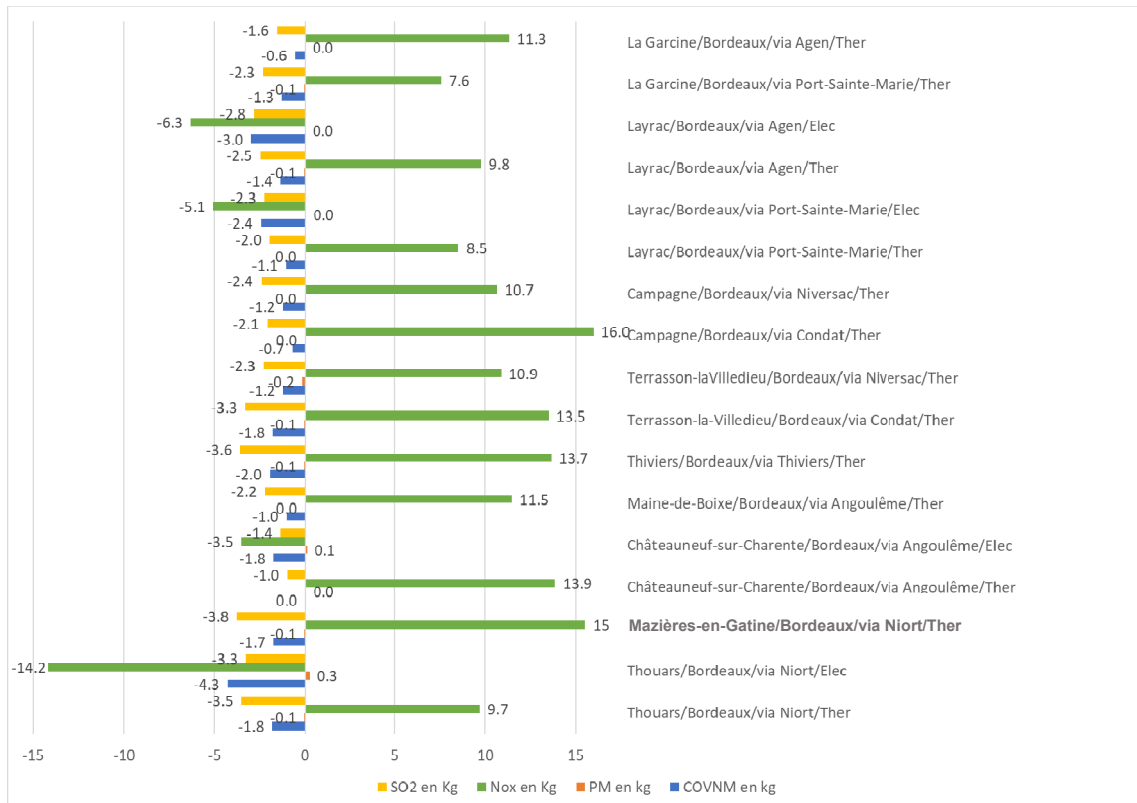


Figure 5 : écarts des émissions de polluants entre les modes (ferroviaire – routier)

Les émissions de polluants étant proportionnelles à la consommation d'énergie, on peut faire les mêmes remarques que précédemment sur les gains d'émissions entre les chaînes routières et ferroviaires par OD. Pour autant, il existe une vraie différence entre la traction électrique beaucoup plus favorable que la traction thermique et tout particulièrement sur les émissions des Nox qui sont en faveur de la route lors d'une comparaison avec une traction thermique. Toutefois les gains liés au transfert de mode sont plus importants que ceux liés au choix de la traction électrique ou thermique (à l'exception des Nox).

On constate également une faible différence pour les émissions de particules fines.

O/D	Gain par tkm du mode ferroviaire			
	COVNM en g	PM en g	Nox en g	SO2 en g
Thouars/Bordeaux/via Niort/Ther	-0.006	-0.0003	0.02	-0.01
Thouars/Bordeaux/via Niort/Elec	-0.014	0.0000	-0.05	-0.01
Mazières-en-Gâtine/Bordeaux/Via Niort/Ther	-0.007	-0.0003	0.04	-0.01
Châteauneuf-sur-Charente/Bordeaux/via Angoulême/Ther	-0.008	-0.0004	0.04	-0.01
Châteauneuf-sur-Charente/Bordeaux/via Angoulême/Elec	-0.015	-0.0006	-0.03	-0.01
Maine-de-Boixe/Bordeaux/via Angoulême/Ther	-0.008	-0.0004	0.04	-0.01
Thiviers/Bordeaux/via Thiviers/Ther	-0.009	-0.0003	0.05	-0.02
Terrasson-la-Villedieu/Bordeaux/via Condat/Ther	-0.008	-0.0004	0.04	-0.01
Terrasson-la-Villedieu/Bordeaux/via Niversac/Ther	-0.006	-0.0007	0.03	-0.01
Campagne/Bordeaux/via Condat/Ther	-0.007	-0.0004	0.04	-0.01
Campagne/Bordeaux/via Niversac/Ther	-0.007	-0.0003	0.03	-0.01
Layrac/Bordeaux/via Port-Sainte-Marie/Ther	-0.006	-0.0003	0.03	-0.01
Layrac/Bordeaux/via Port-Sainte-Marie/Elec	-0.013	0.0000	-0.03	-0.01
Layrac/Bordeaux/via Agen/Ther	-0.007	-0.0003	0.04	-0.01
Layrac/Bordeaux/via Agen/Elec	-0.015	0.0000	-0.03	-0.01
La Garcine/Bordeaux/via Port-Sainte-Marie/Ther	-0.008	-0.0004	0.04	-0.01
La Garcine/Bordeaux/via Agen/Ther	-0.007	-0.0003	0.04	-0.01

Tableau 12 : écart des émissions polluantes (ferroviaire – route)

D'une manière générale :

- La consommation d'énergie pour le mode routier est plus importante que pour le mode ferroviaire.
- Les émissions routières sont bien plus importantes exceptées pour les particules et les oxydes d'azote de la traction thermique.
- La consommation d'énergie de l'acheminement avec une traction électrique est plus importante que pour une traction thermique en raison du taux de perte et du faible rendement des centrales nucléaires, mais avec un bilan des émissions polluantes plus favorable.

3.4 Monétarisation sommaire des gains

L'instruction du Gouvernement du 16 juin 2014 présente le cadre général de l'évaluation des projets d'infrastructures et de services de transport avec entre autres la note technique du 27 juin 2014 de la direction générale des infrastructures, des transports et de la mer qui détaille la méthodologie et les valeurs recommandées pour le calcul socio-économique d'un projet.

L'objet ici, n'est pas de réaliser un bilan mais uniquement d'évaluer les effets environnementaux liés au transfert de mode.

La première phase de l'étude a permis d'évaluer le tonnage transférable sur le mode ferroviaire des axes de massification. Ainsi 350 000 tonnes ont été identifiées comme transférables ou déjà sur le mode ferroviaire soit environ l'équivalent de 12 000 PL ou 250 trains par an.

Par an	Tonnage transférable sur le fer (t)	Equivalent PL	Equivalent train
Axe Deux-Sèvres roches éruptives	200 000	6 897	140
Axe Deux-Sèvres roches calcaires	78 000	2 690	55
Axe Dordogne roches alluvionnaires et calcaires	40 000	1 379	28
Axe Lot-et-Garonne	30 000	1 034	21
Total	348 000	12 000	243

Tableau 13 : tonnage transférable ou déjà sur le mode ferroviaire par axe.

Sur l'axe Dordogne, au 40 000 tonnes de roches alluvionnaires et calcaires, pourraient être ajoutées 50 000 tonnes de roches éruptives sous réserve d'une logistique adaptée.

Afin d'évaluer les effets des plateformes embranchées pour les matériaux des carrières, nous avons utilisé une distance moyenne de transport par axe (tableau ci-dessous) et les valeurs recommandées par le ministère de la transition écologique et solidaire pour le calcul socio-économique (tableaux en annexe).

Axe de massification	Distance moyenne par A/R (km)		Veh.km évités sur la route	Train.km
	Route	Ferroviaire		
Axe Deux-Sèvres roches éruptives	500	400	2 758 621	111 888
Axe Deux-Sèvres roches calcaires	240	278	376 552	30 327
Axe Dordogne	300	326	275 862	18 238
Axe Lot-et-Garonne	240	253	144 828	10 573
			3 555 862	171 027

Tableau 14 : estimation de l'impact sur le trafic

On peut ainsi estimer les gains pour la collectivité sur les émissions, la sécurité et les gaz à effet de serre autour de 250k€ par an jusqu'à 850 k€ avec une tonne de GES à 250 € (à l'horizon 2030).

Axe de massification	Nuisance sonores (€)	Emissions (€)	Accidents (€)	GES	
				2018 (25 €/t de GES)	2030 (250 €/t de GES)
Axe Deux-Sèvres roches éruptives	-36 248	-33 393	-160 897	-42 345	-426 453
Axe Deux-Sèvres roches calcaires	-4 406	19 529	-21 962	-8 930	-89 302
Axe Dordogne	-3 371	7 939	-16 090	-5 596	-55 654
Axe Lot-et-Garonne	-1 734	5 766	-8 447	-3 297	-32 972
Total (€)	-45 759	-159	-207 397	-60 138	-601 381

Tableau 15 : gain en euros (fer – route)

On observe que les gains d'émissions sont au détriment du ferroviaire pour les axes Dordogne/Bordeaux, Lot-et-Garonne/Bordeaux et les roches calcaires de l'axe Deux-Sèvres/Bordeaux en raison de la prise en compte des effets amont-aval qui tiennent compte des émissions de polluants et de gaz à effet de serre (non soumis à quotas) lors de la phase de production et de distribution de

l'énergie. Pour les trains diesels cette valeur s'élève à 157 € pour 100 trains kilomètres contre 3,3 € pour 100 véhicules kilomètres pour les PL.

Néanmoins, il faut bien distinguer les émissions des véhicules en circulation qui ont un impact localement, des émissions liées à la production et à la distribution qui sont plus globaux.

Si on enlève les effets amont-aval, le gain d'émission est largement en faveur du train.

- En fonction des corridors, les gains environnementaux par trajet et par tonne sont variables tout en étant au profit du mode ferroviaire à l'exception des Nox pour une traction thermique.
- On retrouve les gains les plus importants sur les itinéraires des roches éruptives de l'axe Deux-Sèvres Bordeaux ou de l'axe Dordogne/Bordeaux (axes les plus longs).
- À l'opposée, les gains les plus faibles sont pour les itinéraires des roches calcaires de l'axe de massification Deux Sèvres/Bordeaux (via Angoulême). On retrouve même pour cet axe des émissions de particule de la chaîne ferroviaire supérieures à celles du routier, que l'on ne retrouve pas sur les autres OD.
- Pour les roches calcaires de l'axe Dordogne Bordeaux et les alluvionnaires de l'axe Lot-et-Garonne Bordeaux, les gains sont très dépendants de la localisation des plateformes au regard des sites de productions à l'image de la comparaison des coûts.
- Une première évaluation des gains environnementaux permet d'estimer les gains pour la collectivité du transfert modal à environ 250 k€ par an à 850 k€ à l'horizon 2030.

4. Les aspects techniques

Les aspects techniques ont pour objectif d'apporter un éclairage général sur le maintien de l'intégrité des produits lors du stockage des matériaux sur une plateforme.

L'aménagement des zones de stockage est un élément essentiel afin de limiter :

- la pollution des stocks qui viendrait modifier la qualité des matériaux stockés ;
- les phénomènes de ségrégation (problème d'homogénéisation notamment à la reprise) ou d'évolution de la granulométrie (passage des engins sur le stock) ;
- les pertes au sol.

Les enjeux de ces aspects techniques sont importants dans la réussite d'une plateforme de stockage "mutualisée" pour des raisons économiques :

- pour les carriers à travers le maintien de la qualité des produits et de l'impact sur le prix de pente ;
- Pour l'exploitation de la plateforme elle-même, un stockage assurant l'intégrité des produits est à même de favoriser l'usage de la plateforme par les carriers.

Il faut également bien garder à l'esprit que la qualité des zones de stockage va impacter les coûts d'investissement de la plateforme. Ainsi, la prise en compte des différentes gammes de produits plus ou moins onéreux est importante.

Pour autant, au stade d'une étude d'opportunité, nous n'avons qu'une vision très partielle sur le type de produits (éruptifs, calcaires et alluvionnaires) par axe de massification.

Il existe deux grands vecteurs de modification de l'intégrité des stocks :

- les engins de manutention ou de transport qui peuvent contaminer les stocks à travers des apports extérieurs, de ségrégation ou de modification de la granulométrie (lors des opérations de chargement ou de déchargement) ;
- au niveau de l'aménagement des zones de stockage avec des échanges entre des stocks connexes ou encore au niveau du sol au regard du revêtement (perte au sol).

Le premier vecteur renvoie principalement aux conditions d'exploitation de la plateforme (nettoyage des engins, vitesse des véhicules, matériel de manutention etc.) alors que le second renvoie essentiellement à des choix d'aménagement.

4.1 Le mode de stockage

Le mode de stockage est lié aux engins de manutention utilisés pour le stockage avec des risques :

- de ségrégation ;
- de pollution ;
- ou d'évolution granulaire.

La ségrégation est un phénomène qui tend lors de la manutention à séparer les grains les plus fins de ceux les plus gros impactant ainsi l'homogénéité des matériaux.

L'évolution granulaire est un phénomène qui consiste à diminuer la granulométrie d'un matériau sous un effet mécanique, comme le passage des véhicules sur le stock (cas d'une manutention avec un chargeur par exemple).

La pollution est l'ajout de matière différente de celle du stockage en raison principalement de la circulation des camions ou des chargeurs sur le stock ou à proximité.

Le tableau suivant synthétise les avantages et inconvénients de certains modes de stockage.

Mode de stockage	Risques	Avantages
Bande transporteuse ou sautereil	Ségrégation (sous l'action du vent, du roulement ou encore des projections)	Pas de circulation sur le stock
Chargeur	Pollution Ségrégation Evolution granulaire	Facilité de réalisation au moyen de matériels courants
Deverse des camions	Ségrégation	Coût Pas de circulation sur le stock

Tableau 16 : Avantages et inconvénients des modes de stockages

4.2 Les aménagements de stockage de la plateforme

Les granulats sont déposés sur le sol, de la sorte les premières couches peuvent être contaminées par les matériaux constituant le sol (ou par le stockage précédent), on parle alors de hauteur perdue. Cette hauteur est variable (10 à 50 centimètres) selon les revêtements (tout-venant, grave ou ciment).

Par exemple, à raison de 15 €/HT la tonne de granulat, la perte au sol peut atteindre 2 €/m² à 13 €/m², la qualité du revêtement est donc importante d'autant plus que les matériaux stockés sont onéreux. Pour autant, les coûts d'investissement et d'entretien varient également et les choix nécessitent donc d'être bien analysés.

Le stockage peut se réaliser par pile (sans délimitation physique), en silos ou encore en casiers avec une délimitation physique (muret de séparation) entre ces derniers.

L'avantage de la première solution est de pouvoir stocker une grande quantité de matériaux à moindre coût, en revanche la probabilité de contamination entre les tas est plus importante. A l'inverse les casiers permettent de limiter la contamination, mais pour un coût d'investissement plus important et pour des volumes de stockage plus faibles mais avec une meilleure intégration urbaine.

Le choix de l'une ou l'autre solution n'est pas évident, les deux figures suivantes donnent deux exemples de choix d'aménagement :

- la première à Niort (carrières Roy) essentiellement constituée de piles ;
- la seconde à Mitry-Mory (carrières du Boulonnais) avec un mixte entre piles et casiers.



Figure 6 : exemples d'aménagement des zones de stockage de deux plateformes embranchées

Les aménagements doivent être également orientés en fonction de la fréquence des trains et des volumes à transporter. À titre d'exemple un train de 1430 tonnes nettes (soit 20 wagons) nécessite une surface de stockage de 400 m² sur deux mètres de hauteur (pour une densité moyenne de 1,8 t/m³).

Les carriers doivent respecter un cahier des charges sur la qualité des matériaux, le respect de l'intégrité devient alors fondamental. Au regard du prix des granulats les pertes liées au non-respect de l'intégrité des produits ne sont pas négligeables.

Le maintien de la qualité des produits passe par des conditions d'exploitation notamment sur le mode de stockage (matériels, règles de fonctionnement...) et des aménagements (revêtement au sol, type de stockage...).

Les conditions d'exploitation et les aménagements mis en place doivent être analysés au regard de la qualité des produits (comme la granulométrie, l'homogénéisation ou le prix) et des coûts d'investissement.

Dans un contexte d'une plateforme où l'exploitation est confiée à un tiers, il est fondamental que :

- les choix des aménagements soient le résultat d'une co-construction partagée par tous les acteurs ;
- les conditions d'exploitation soient elles aussi co-construites et traduites dans un Plan d'Assurance Qualité (PAQ) qui précise entre autres :
 - les mesures mises en place afin de respecter l'intégrité des stocks ;
 - le process de suivi des mesures ;
 - les règles de contrôle de la qualité des produits (de l'entrée à la sortie des matériaux) ;
 - la responsabilité des acteurs.

5. Les aspects juridiques

Le but des aspects juridiques est d'apporter des éléments quant aux différentes formes de maîtrise d'ouvrage d'une plateforme dont la gestion pourra par exemple prendre l'aspect d'un GIE (groupement d'intérêt économique) ou d'un GIP (groupement d'intérêt public).

La notion de groupements désigne les modalités de partenariat institutionnel offertes aux personnes publiques dans le cadre de leur action économique. Elle inclut ici les groupements d'intérêt économique (GIE), les groupements européens d'intérêt économique (GEIE), les groupements d'intérêt public (GIP), les associations, les fondations et les fonds de dotation.

Le groupement, à la différence de la société, n'a pas pour objectif de faire des bénéfices pour lui-même, mais fonctionne uniquement dans l'intérêt de ses membres. Néanmoins, à la différence de l'association, le GIE peut avoir un but lucratif.

5.1 Caractéristiques d'un GIE

Le G.I.E. est un regroupement d'entreprises préexistantes dont le but est de *"faciliter ou de développer l'activité économique de ses membres, d'améliorer ou d'accroître les résultats de cette activité ; il n'est pas de réaliser des bénéfices pour lui - même. Son activité doit se rattacher à l'activité économique de ses membres et ne peut avoir qu'un caractère auxiliaire par rapport à celle - ci"* (alinéa 2 de l'article L. 251-1 du Code de commerce).

Le G.I.E. pourrait donc être qualifié d'intermédiaire entre la société et l'association.

Le GIE est un contrat qui doit avoir un objet économique licite qui devra être stipulé dans le contrat :

- il doit être économique : il s'agit de toute activité commerciale (production, distribution, service), industrielle, agricole, artisanale ainsi que toute activité relative aux professions libérales ;
- les membres doivent exercer une activité susceptible d'être développée par leur participation au GIE ;
- l'objet du GIE doit présenter un certain lien avec l'activité des membres : si l'objet est de créer des activités qui n'existaient pas auparavant chez les membres, il faut constituer une société ;
- de plus, le GIE ne doit pas prendre à son compte toute l'activité de ses membres, sinon il y aura création d'une société de fait.

Les membres peuvent être des personnes physiques ou morales de droit public ou privée (société anonyme, un autre GIE, association ayant une activité économique). En revanche la participation d'une collectivité locale est exclue sauf autorisation prévue par décret en conseil d'État (l'adhésion d'une personne publique au GIE ne doit pas contrevenir au droit de la concurrence).

Il peut être constitué d'un capital ou non pour une durée déterminée reconductible.

La structure du GIE permet la cession de droit, l'admission de nouveaux membres ou le retrait d'un membre selon les conditions et modalités fixées dans le contrat.

Les membres du GIE sont solidairement tenus des dettes du GIE sur leur patrimoine propre, sauf convention contraire avec le tiers cocontractant. Les créanciers du GIE ne peuvent poursuivre le paiement de leur dette contre un membre qu'après avoir vainement mis en demeure le GIE par acte extrajudiciaire (article L251-6 du Code de commerce alinéa 2).

Les avantages sont principalement :

- la grande liberté dans la constitution et le fonctionnement du GIE ;
- pas de capital minimum ;
- une mise en commun de moyens et donc réduction des coûts pour les membres ;
- le droit de retrait pour les membres ;
- les salariés ont un contrat de droit privé.

En revanche, la responsabilité solidaire et indéfinie des membres et la nécessité d'une bonne entente entre les membres sont les principaux inconvénients.

On retrouve de nombreux cas de GIE dans des domaines très diverses.

On peut citer dans les transports :

- GEIE, une forme européenne des GIE comme ceux des corridors ferroviaires européens ou encore celui du Groupement d'Exploitation du Fréjus qui est chargé de l'exploitation, de l'entretien et de la conservation du tunnel ;
- GIE Objectif Transport Public de voyageurs qui réunit le Groupement des Autorités Responsables de Transport (GART) et l'Union des Transports Publics et ferroviaires (UTP). Il a pour mission de faire la promotion du transport collectif et de sensibiliser les professionnels du secteur et le grand public aux enjeux de la mobilité durable qui se concrétise par l'organisation de manifestations d'envergure (salon des Transports Publics ou les Rencontres nationales du transport public) ;
- le GIE Haropa qui regroupe les ports du Havre, de Rouen et de Paris qui a pour mission de renforcer la compétitivité et l'attractivité de l'axe Seine.

En agriculture à travers les Groupements d'intérêt économique et environnemental (GIEE). Les GIEE sont des collectifs d'agriculteurs reconnus par l'État qui s'engagent dans un projet pluriannuel de modification ou de consolidation de leurs pratiques en visant à la fois des objectifs économiques, environnementaux et sociaux.

Dans le milieu de la santé afin de former des centrales d'achats par exemple.

Pour les plateformes, on peut citer le cas du GIE Osiris de la plateforme chimique de Salaise qui regroupe 6 des 15 entreprises du site, l'Union des Industries Chimiques (UIC) et l'Agence d'étude et de promotion de l'Isère (AEPI) association financée par la région. Sa mission est de :

- favoriser la compétitivité de ces clients et membres ;
- fournir des utilités et services industriels fiables, compétitifs et performant énergétiquement ;
- jouer un rôle fédérateur auprès des acteurs de la Plateforme ;
- être force de proposition auprès des clients et membres ;
- porter les valeurs du Développement Durable ;
- améliorer l'attractivité et la visibilité de la Plateforme.

Le GIE est notamment responsable des services :

- d'inspection et de contrôles, reconnu par la DREAL qui assure le suivi des équipements et réalise également le suivi des appareillages réglementés ;
- trafic route et fer, qui gère l'ensemble des flux entrants et sortants de la Plate-forme. Il assure les formalités administratives, le pesage, ainsi que la gestion des exportations en mode ferroviaire. Il coordonne les opérations de traction des wagons au sein de la Plateforme et assure également l'envoi et le suivi des échantillons de produits envoyés à l'extérieur ;
- des infrastructures du site en assurant l'entretien de l'ensemble de ses équipements ainsi que les infrastructures communes de la Plate-forme : rails, routes, racks, réseaux ;

- de contrôle analytique des échantillons à travers des laboratoires d'analyses équipés.

5.2 Caractéristiques d'un GIP

Le GIP est un groupement :

- soit entre plusieurs personnes morales de droit public, soit entre l'une ou plusieurs d'entre elles et une ou plusieurs personnes morales de droit privé ;
- et qui exercent ensemble des activités d'intérêt général à but non **lucratif**, en mettant en commun les moyens nécessaires à leur exercice.

Il est créé par une convention constitutive conclue entre les partenaires et une approbation par un arrêté des ministres.

L'objet d'un GIP est d'exercer « ensemble des activités d'intérêt général à but non lucratif, en mettant en commun les moyens nécessaires à leur exercice. ».

Les membres d'un GIP ont une responsabilité conjointe mais non solidaire (à proportion de leurs droits statutaires).

Le GIP permet de constituer un partenariat souple entre personnes publiques et privées tout en disposant du statut d'une personne publique et des modalités de contrôle associées. Néanmoins, il s'agit d'une structure moins souple que le GIE.

Les principaux avantages sont :

- une création avec ou sans capital possible ;
- l'absence de responsabilité solidaire des dettes du groupement à l'égard des tiers ;
- la possibilité de percevoir des financements publics et conclure un contrat pluriannuel d'objectifs et de moyens (CPOM) ;
- la mise à disposition de personnels au profit du GIP par ses membres ;
- la possibilité de créer une antenne territoriale.

Les principaux inconvénients sont :

- les membres ne peuvent être des personnes physiques ;
- la lourdeur administrative lors de la création du GIP en raison du régime de l'autorisation ;
- l'application du principe de la majorité publique ;
- la possibilité de recruter du personnel qu'à titre complémentaire (mais à tempérer compte tenu du caractère théorique de cette condition) ;
- le contrôle de légalité des actes du GIP compte tenu de leur qualité d'actes administratifs ;
- le contrôle de la gestion et vérification des comptes par la Chambre régionale des Comptes.

Au regard des principales caractéristiques d'un GIE et d'un GIP, il apparaît que la constitution d'un **Groupement d'Intérêt Économique** soit le mode le plus pertinent pour la gestion de la plateforme pour les raisons suivantes :

- La souplesse et la facilité de mise en place.
- La grande liberté dans la constitution et le fonctionnement du GIE.
- Pas de capital minimum.
- Une mise en commun de moyens et donc de la réduction des coûts pour les membres.
- Le droit de retrait pour les membres qui est d'ordre public.
- Les salariés ont un contrat de droit privé.

Si, le GIE n'est pas destiné à réaliser des bénéfices il peut néanmoins avoir un but lucratif au profit de ces membres.

Pour autant, la concurrence entre les carriers et l'impossibilité d'intégrer l'UNICEM (de par ses statuts) afin de faciliter l'entente des partenaires comme c'est le cas avec l'Union des Industries Chimiques (UIC) pour le GIE Osiris rend difficile la constitution d'un GIE.

Un exploitant privé serait alors privilégié impactant d'autant le cout de transbordement sur les plateformes.

6. Conclusion

La détermination des conditions de mise en œuvre d'un projet opérationnel de plates-formes de stockage embranchées objet du présent livrable s'est focalisée sur les aspects :

- économiques ;
- environnementaux ;
- techniques ;
- juridiques.

- Sur le plan économique, la comparaison des coûts des chaînes routières et ferroviaires (avec un pré et post acheminements routiers et des coûts de transbordement) a mis en évidence que le mode ferroviaire articulé avec une plateforme d'expédition et de réception à Bordeaux pouvait être pertinent et donc compétitif par rapport à la route. Pour autant, le coût de transbordement et la distance ferroviaire reste un élément essentiel :
 - pour des distances régionales longues (de plus de 200 kilomètres) la compensation du surcoût lié aux ruptures de charge est plus aisée (cas des roches éruptives de l'axe Deux-Sèvres/Bordeaux) ;
 - à l'inverse, pour des distances plus courtes (moins de 200 kilomètres), la compensation du surcoût du transbordement est beaucoup plus délicate et une analyse au cas par cas doit être menée au regard de la localisation des sites de production et de celle des plateformes d'expédition ;
 - pour des coûts de transbordement de plus de 4 €/t, le mode routier apparaît plus compétitif.

La démarche adoptée a mis en évidence pour des coûts de transbordement faibles :

- une pertinence du mode ferroviaire pour les roches éruptives des Deux-Sèvres vers Bordeaux avec une plateforme à Niort permettant de limiter l'impact des ruptures de charge ;
 - une compétitivité insuffisante du ferroviaire articulé sur une plateforme d'expédition à Angoulême pour les roches calcaires de l'axe de massification Deux-Sèvres/Bordeaux en raison d'une part de la distance et d'autre part d'un itinéraire routier de qualité (RN 10) ;
 - une pertinence toute relative pour les axes de massification Dordogne/Bordeaux et Lot-et-Garonne/Bordeaux, pour lesquels, la localisation des sites au regard des plateformes est essentielle ;
 - un intérêt moindre des carrières déjà embranchées pour l'usage d'une plateforme d'expédition.
- Sur le plan environnemental, l'usage du mode ferroviaire est incontestablement plus avantageux aussi bien en termes de consommation d'énergie que d'émissions de polluant et de gaz à effet de serre à l'exception des particules (gains très faibles) ou des Nox pour la traction thermique. Une évaluation de l'impact du tonnage transférable (identifiée en phase 1) utilisant les valeurs recommandées pour le calcul socio-économique montre des gains pour la collectivité de l'ordre de 250 k€ d'euros par an (sur la sécurité routière, les émissions polluantes et sonores et les GES) jusqu'à plus de 850 k€ dans un contexte d'évolution de la tonne de carbone (à l'horizon 2030).
 - Sur le plan technique, les conditions d'exploitation et les aménagements des plateformes représentent un enjeu important aussi bien pour les carriers que pour le futur exploitant de la plateforme. Ainsi, il est fondamental que les différents produits ne se mélangent pas, puissent

garder une certaine homogénéité. La perte d'intégrité se traduit par des pertes financières (produit ne répondant plus au cahier des charges) qui peuvent être importantes au regard du prix des granulats. L'assurance d'une bonne exploitation avec des aménagements adéquats en fonction de la qualité des produits est donc primordiale. À ce titre la gestion de la plateforme est également un point essentiel.

- Sur le plan juridique, l'exploitation de la plateforme doit permettre de limiter les coûts afin de minimiser les impacts de la rupture de charge. Au regard de l'importance des aspects techniques pour les acteurs, il apparaît pertinent de pouvoir intégrer les carriers dans la gestion de la plateforme. Pour autant, la concurrence entre les carriers et l'impossibilité d'intégrer l'UNICEM (de par ses statuts) rend difficile la constitution d'un GIE. Un exploitant privé serait alors privilégié impactant d'autant le coût de transbordement sur les plateformes.

7. Annexe

7.1 Cout à la tonne kilomètre avec un cout de transbordement de 2 €/t.

OD		Distance pour un aller			Coûts	
Origine	Plateforme expéditrice	Pré et post acheminement routier (km)	Ferroviaire	Totale	Cout 1 aller/retour à la tonne (€/t)	Cout 1 aller/retour par tKm (€/tkm)
Thouars	Niort	89	200	289	22 29	0 08
Mazière-en-Gatine	Niort	35	200	235	17 59	0 07
Campagne	Condat	47	179	226	18 38	0 08
Ferrasson-la-Villedieu	Condat	16	179	195	15 15	0 08
Campagne	Niversac	44	143	187	16 88	0 09
La Garcine	Agen	29	137	166	15 59	0 09
Maine-de-Boixe	Angoulême	34	139	173	15 87	0 09
Châteauneuf-sur-Charente	Angoulême	32	139	171	15 82	0 09
Thiviers	Thiviers	9	167	176	14 13	0 08
Layrac	Port-Sainte-Marie	41	112	153	15 81	0 10
Layrac	Agen	19	137	156	14 49	0 09
Terrasson-la-Villedieu	Niversac	52	143	194	17 87	0 09
La Garcine	Port-Sainte-Marie	14	112	126	13 40	0 11

7.2 Valeurs des indicateurs socio-économiques recommandés par le ministère de la transition écologique et solidaire.

7.2.1 Pollution atmosphérique

- Mode routier

Valeurs de la pollution atmosphérique (en €₂₀₁₅/veh.km en 2015), pour le mode routier

€ ₂₀₁₅ /100 véh.km	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
VP	11,6	3,2	1,3	1,1	0,8
VP diesel	14,2	3,9	1,6	1,3	1,0
VP essence	4,4	1,3	0,6	0,4	0,3
VP GPL	3,7	1,0	0,4	0,3	0,1
VUL	19,8	5,6	2,4	2,0	1,7
VUL diesel	20,2	5,7	2,5	2,0	1,8
VUL essence	6,3	1,8	0,7	0,5	0,3
PL diesel	133,0	26,2	12,4	6,6	4,4
Deux roues	6,7	1,9	0,8	0,6	0,5
Bus	83,7	16,9	8,3	4,5	3,1

Pollution atmosphérique	Mode ferroviaire (€/100trains.km)		Mode fluvial (€/100bateaux.km)	Mode aérien	
	Train passager Diesel	Train fret Diesel		Mouvement (€/100mouvements)	Vol (€/100vols.km)
Interurbain	3,5	3,0	150	-	-
Urbain diffus	34,9	29,8	800	Entre 3100 et 3250	Entre 13,2 et 14,2
Urbain	104,9	89,3	2300	Entre 9300 et 18400	Entre 15,3 et 17,7
Urbain dense	314,7	268,0	6800	-	-
Urbain très dense	944,4	804,0	20250	-	-

Tableau 9 : Valeurs des émissions atmosphériques des procédés amont, en €₂₀₁₅ pour 100 véh.km

Transport routier	
VP	1,0
Bus	3,1
Deux-roues	0,5
Poids lourds	3,3
VUL	1,3
Transport ferroviaire	
Train passagers électrique	28,2
Train passagers diesel	149,7
Train fret électrique	33,5
Train fret diesel	157,6
Transport aérien	
Avion	64,1
Transport fluvial	
Fluvial	106,1

7.2.2 Le bruit

Valeurs du coût des nuisances sonores, en €₂₀₁₅/1000 veh.km en 2015, pour le mode routier, en trafic peu dense par jour moyen.

Type de zone	Type d'infrastructure	Coût moyen VL	Coût moyen PL	Coût marginal VL	Coût marginal PL
Rural	Autoroute	0,5	2,0	0,03	0,1
	Nationale ou départementale	2,0	14,6	0,13	0,9
	Communale	11,2	123,4	0,67	7,4
Semi-urbain	Autoroute	2,1	8,4	0,13	0,5
	Nationale ou départementale	3,5	25,1	0,21	1,5
	Communale	18,1	180,6	1,08	10,8
Urbain	Autoroute	6,0	24,1	0,36	1,4
	Nationale ou départementale	6,1	42,5	0,36	2,6
	Communale	33,7	337,0	2,02	20,2
Urbain dense	Autoroute	8,9	35,5	0,54	2,1
	Nationale ou départementale	9,7	68,6	0,59	4,1
	Communale	40,6	406,4	2,44	24,4
Urbain très dense	Autoroute	15,0	60,0	0,90	3,6
	Nationale ou départementale	18,0	126,3	1,08	7,6
	Communale	46,1	461,2	2,76	27,6

Type de véhicule	Période de la journée	Trafic	Urbain	Péri-urbain	Rural
Train de passager	Jour	Dense	0,33	0,015	0,018
		Peu dense	0,65	0,029	0,035
	Nuit		1,09	0,048	0,060
Train de fret	Jour	Dense	0,59	0,029	0,036
		Peu dense	1,39	0,056	0,070
	Nuit		2,36	0,094	0,118

Valeurs du coût marginal des nuisances sonores, exprimées en €₂₀₁₂/train.km pour le mode ferroviaire

7.2.3 La sécurité

2. Gains de sécurité

Valeurs tutélaires de l'insécurité (en €₂₀₁₅ en 2015)

Tués (VVS : valeur de la vie statistique)	3 200 000
Blessé hospitalisé (12,5% de la VVS)	400 000
Blessé léger ² (0,5% de la VVS)	16 000

Tableau 8 : Taux d'accidentologie en interurbain (source : Cerema)

Route	Nombre d'accidents pour 10 ³ véh.km	Tués pour 100 accidents	Blessés hospitalisés pour 100 accidents	Blessés légers pour 100 accidents
2 voies, 3 voies/9m	4,77	26,91	89,33	26,95
3 voies/10.5m, 4 voies/14m				

7.3 L'exemple de la liaison Layrac-Bordeaux sur les émissions polluantes

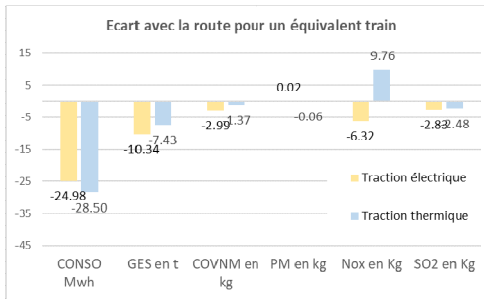
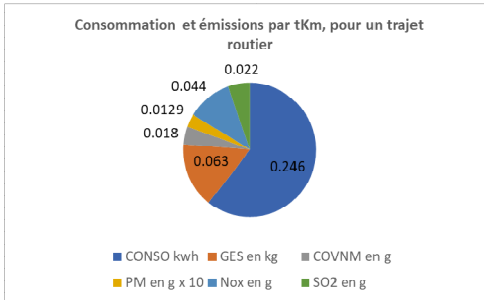
Les deux figures suivantes donnent les consommations et les émissions d'un transport entre Layrac et Bordeaux avec une plateforme d'expédition à Agen pour la première et à Port-Sainte-Marie pour la seconde.

La modification du lieu de transbordement se traduit par des distances routières plus longues et plus courtes pour le ferroviaire. Ainsi, pour une même OD, on observe que de diminuer la distance de l'acheminement routier permet d'améliorer le bilan énergétique et environnemental (sauf pour les Nox de la traction thermique).

LAYRAC/BORDEAUX

Route

Acheminement totalement routier : 142 km



Fer/Route

Acheminement routier : entre Layrac/Agen et entre Hourcade/Bordeaux centre, soit 16 km.

Acheminement ferroviaire : Agen/Hourcade, soit 137 km en thermique ou en électrique.

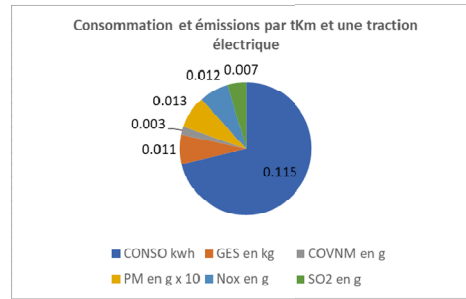
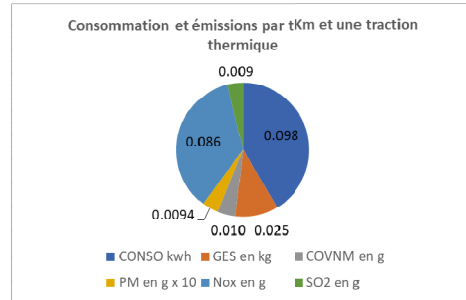
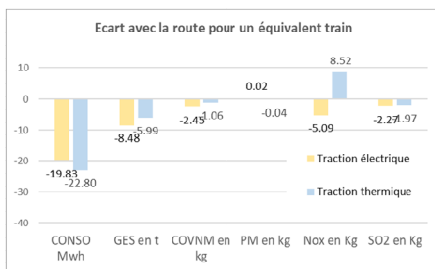
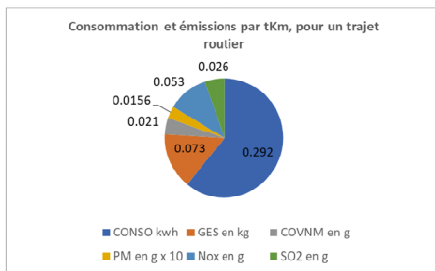


Figure 7 : consommations et émissions entre Layrac et Bordeaux via Agen

LAYRAC/BORDEAUX

Route

Acheminement totalement routier : 142 km



Fer/Route

Acheminement routier : entre Layrac/Port-Sainte-Marie et entre Hourcade/Bordeaux centre, soit 42 km.

Acheminement ferroviaire : Port-Sainte-Marie/Hourcade, soit 112 km en thermique ou en électrique.

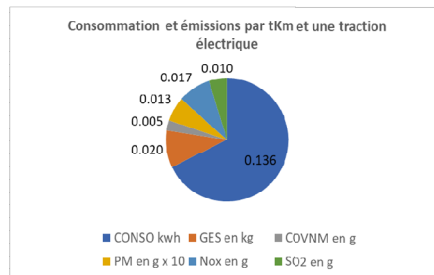
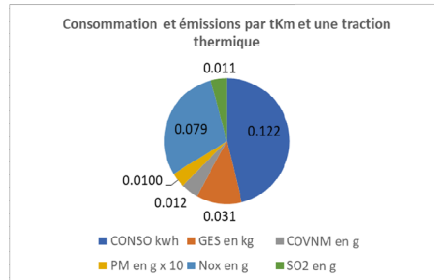


Figure 8 : consommations et émissions entre Layrac et Bordeaux via Port-Sainte-Marie