

Études & documents

n° 38

Mars
2011

TRANSPORT

Optimisation de la localisation des terminaux de transport combiné

ÉCONOMIE ET ÉVALUATION



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable

**Collection « Études et documents » du Service de l'Économie, de l'Évaluation et de
l'Intégration du Développement Durable (SEEIDD) du Commissariat Général au Développement
Durable (CGDD)**

Titre du document : Optimisation de la localisation des terminaux de transport combiné

Directrice de la publication : Françoise Maurel

Auteur(s) : Jean-Dominique Blardone avec le concours de Louis Alligier (MVA
Consultancy)

Date de publication : Mars 2011

Ce document n'engage que son ses auteurs et non les institutions auxquelles ils appartiennent.
L'objet de cette diffusion est de stimuler le débat et d'appeler des commentaires et des critiques.

SOMMAIRE

RESUME	3
PREAMBULE.....	4
PREMIERE PARTIE : LE TRANSPORT COMBINE FERROVIAIRE	6
1. DESCRIPTION SUCCINTE DE MODEV ET INTEGRATION DES COUTS DE TRANSBORDEMENT.....	6
1.1 Description succincte de MODEV.....	6
1.2 Coûts de transbordement.....	6
1.3 Hypothèses	8
1.4 Liste des terminaux de transport combiné ferroviaires	9
2. DEMANDE 2002 EN TRANSPORT COMBINE FERROVIAIRE (TCF).....	12
2.1 Analyse de la matrice.....	12
2.2 Trafic sur les différents terminaux en situation de base (2002)	16
3. EVALUATION DES FLUX A L'HORIZON 2030.....	19
3.1 Trafic 2030.....	19
3.2 Trafic sur les terminaux de transport combiné ferroviaire	20
4. OPTIMISATION DES FLUX DE TRANSPORT COMBINE FERROVIAIRE.....	23
4.1 Etapes d'optimisation des flux de TCF	23
4.2 Identification de nouveaux terminaux	23
4.3 Test scénario « 39 terminaux 2010 + 50 meilleurs sites potentiels »	26
4.4 Test du scénario « 30 meilleurs terminaux » du test précédent.....	30
4.5 Test du scénario « 20 meilleurs terminaux » du test précédent :.....	34
4.6 Test du scénario « 10 meilleurs terminaux »	39
4.7 Impact de l'optimisation de la localisation des plateformes multimodales fer-route sur les émissions de CO₂	43
DEUXIEME PARTIE : LE TRANSPORT COMBINE FLUVIAL.....	44
5. ANALYSE DES FLUX 2002	44
5.1 Volumes réalisés par le mode fluvial en 2002	44
5.2 Parts de marché des différents modes de transport en 2002	45
5.3 Analyse des flux de marchandises fluviaux	45
6. ANALYSE DES FLUX 2008	47
6.1 Les tonnages transportés et les tonnes-kilomètres par type de marchandise.....	47
7. ANALYSE DES PROJECTIONS MODEV 2030.....	49
7.1 Les tonnages transportés et des tonnes-kilomètres par type de marchandise.....	49
7.2 Parts de marché des modes de transport à l'horizon 2030 en « référence »	50
7.3 Parts de marché des modes de transport à « l'optimum »	50
8. TRAFICS PORTUAIRES 2008 ET 2030.....	51
TROISIEME PARTIE	55
9. RESUME DES RESULTATS ET CONCLUSION	55
9.1 Transport combiné ferroviaire	55
9.2 Transport fluvial	57
QUATRIEME PARTIE.....	59
10. ANNEXES.....	59
10.1 Description des modifications du modèle MODEV réalisées dans le cadre de ce projet	59
10.2 Hypothèses	59
10.3 Modifications réalisées	59

Résumé

Cette étude examine la problématique de la localisation des terminaux de transport combiné ferroviaire et identifie les sites les plus performants afin d'optimiser le flux total en 2030. Elle réalise au préalable des projections de trafic à cet horizon. Avec l'augmentation attendue des prix du transport routier, l'amélioration des conditions de circulation sur le réseau ferroviaire due notamment à la construction de nouvelles LGV libérant des capacités sur le réseau classique, le fret ferroviaire devrait augmenter sa part de marché en tonnes-kilomètres (TKm) de 12,5 % en 2002 à 17,5 % en 2030. Le transport combiné devrait passer de 12,4 à 30 milliards de TKm. Mais pour atteindre ce développement du transport combiné la stratégie est-elle de concentrer le trafic sur un nombre limité de terminaux pour massifier les flux, ou, au contraire, multiplier les terminaux pour créer une proximité entre offre et demande ? L'étude conclut qu'avec 10 plateformes judicieusement réparties sur le territoire national, il serait possible d'augmenter de 20 % les tonnages transportés et de 12 % les tonnes-Km parcourues en transport combiné ferroviaire par rapport au trafic traité par les 39 plateformes existantes aujourd'hui. La réduction du nombre de plateformes entraîne une augmentation de la distance moyenne des acheminements routiers de 40 à 68 Km qui est compensée par une réduction du coût moyen de transbordement de 50 à 30 € (par effet de massification). Elle entraîne aussi une concentration des trafics entre plateformes de transport combiné avec une quasi-disparition des flux inférieurs à 5 trains par semaine difficiles et coûteux à organiser. L'étude a aussi permis d'identifier une localisation de plateforme dans la région de Rouen qui devrait faire partie des 10 sites à plus fort potentiel de trafic à l'horizon 2030. Cette optimisation du trafic s'accompagne d'une réduction des émissions de CO₂ du transport combiné ferroviaire de 15 %.

L'étude fournit également une estimation des flux de transport combiné fluvial à l'horizon 2030.

Préambule

Problématique

Le transport combiné ferroviaire (TCF) est un mode d'exploitation ferroviaire spécifique qui génère deux ruptures de charges dans la chaîne de transport lors du transfert de la marchandise entre les maillons routiers (pré et post acheminements) et le maillon ferroviaire.

L'objet de cette étude est d'étudier la pertinence de l'implantation des terminaux de transport combiné ferroviaire existant en 2010, au vu des données marchandises constatées en 2002, et des prévisions à l'horizon 2030. Elle doit permettre également d'identifier les terminaux ferroviaires les plus performants, en y incluant éventuellement de nouveaux sites, permettant d'optimiser le flux total du transport combiné ferroviaire sur le territoire français.

L'optimisation de ce mode d'exploitation apparaît étroitement liée à une optimisation de la rupture de charge, et *in fine*, du fonctionnement des terminaux de transbordement. Par conséquent, l'augmentation de la compétitivité du transport combiné passe avant tout par une diminution des coûts générés par le transbordement.

Le principe de l'étude est d'utiliser les coûts de transbordement comme un **levier d'optimisation** de la localisation des terminaux en formulant les hypothèses suivantes :

- Les terminaux sur lesquels le trafic est le **plus important** sont ceux pour lesquels les coûts unitaires de transbordement sont a priori **les plus faibles** dans la mesure où les coûts fixes liés à la possession des installations de transbordement sont amortis annuellement sur un plus grand nombre d'UTI (Unité de Transport Intermodale);
- Par conséquent, plus le **volume traité** sur un terminal est **élevé**, plus le **coût unitaire** de transbordement **décroît**, dans la limite de la configuration de ce terminal ;
- Par contre, si le volume traité dépasse un certain seuil, l'exploitant du terminal sera amené à réaliser des **investissements supplémentaires** pour accroître la capacité de traitement qui vont augmenter les coûts fixes.

Les coûts de transbordement pris en compte dans cette étude sont basés sur une enquête réalisée par le SETRA en 2009. Cette enquête a fait l'objet d'une note de février 2010 qui détaille les fonctions de coût sur les terminaux français de transport combiné¹.

Cette fonction de coût a été implémentée dans MODEV, le modèle européen de transport multimodal du SEEIDD. Ce modèle permet d'estimer la répartition modale entre quatre modes, la route, le fer conventionnel, le transport combiné ferroviaire et le fluvial en fonction des conditions économiques des transports. En procédant par itérations successives, MODEV a permis de déterminer le nombre et la localisation des terminaux ferroviaires assurant le plus fort volume de transport combiné ferroviaire à l'horizon 2030.

Le deuxième levier d'optimisation introduit dans cette étude est la **suppression des flux entre plateformes inférieurs à 6 500 UTI chargées par an**. En dessous de ce seuil, qui correspond à moins de 5 trains par semaine, les experts du fret ferroviaire estiment que la réservation des sillons pour ces trafics est difficile et coûteuse. La suppression de ces petits flux améliore donc la qualité et la régularité du service sans toutefois apporter une réduction du coût ou du prix du service. Dans l'étude, ces flux sont identifiés et reportés sur la route.

Le transport fluvial comporte aussi une partie de transport combiné, route – fluvial ou fer – fluvial. Mais le fonctionnement de ce transport combiné est très différent du transport combiné ferroviaire. En effet, pour le transport combiné ferroviaire, il y a dans tous les cas 2 trajets routiers de pré et post acheminement. L'existence de ces trajets permet de modifier les points d'entrée et de sortie du réseau ferroviaire et par conséquent de rechercher, dans une optique d'optimisation, la meilleure localisation de ces points.

En revanche, pour le trafic fluvial ces trajets de pré et post acheminement ne sont pas obligatoires et des études comme celle menée pour le canal Seine-Nord ont montré qu'il n'y avait que très peu de trafic comportant deux trajets routiers et qu'en général soit l'origine soit la destination de la marchandise était "mouillée" c'est à dire au bord de la voie fluviale. En conséquence ces origines ou destinations "mouillées" ne sont pas modifiables et dépendent de la localisation du chargeur.

Nous ne disposons pas de statistiques sur les pré et post acheminements du trafic fluvial qui auraient pu permettre de déterminer les trafics dont l'origine ou la destination fluviale ne peuvent être modifiées. De plus, le SETRA n'a pas pu obtenir dans le cadre de son enquête sur les terminaux de TC de coût de transbordement dans les terminaux fluviaux.

¹ SETRA Note méthodologique & Résultats : « Formation du coût de transbordement sur les terminaux de transport combiné – Fonction de coût sur les sites français » 26/03/2010

En conséquence la présente étude donne une estimation du trafic fluvial à l'horizon 2030 avec une analyse du trafic des 18 principaux ports fluviaux. Cette estimation est faite avec deux scénarios en 2030, un premier comportant les 39 terminaux ferroviaires prévus et un second avec la liste optimisée de 10 terminaux.

Organisation du document

La première partie est consacrée au transport combiné ferroviaire.

Ce rapport rappelle succinctement dans un premier temps le **fonctionnement** du modèle séquentiel à quatre étapes **MODEV**, et détaille la formulation des **fonctions de coûts** de transbordement ainsi que leur implémentation au sein de MODEV. Sont également détaillées les hypothèses formulées sur la **composition des trains** (poids en charge et taux de wagons vides), ainsi que celles émises sur le nombre et la localisation des terminaux de transport combiné en **2030**, horizon retenu pour cette étude.

En second lieu, une analyse de la demande de transport combiné est présentée pour l'année de base **2002**. Cette analyse a pour but de fournir des éléments de cadrage tant sur les volumes transportés en transport combiné (échanges inter régionaux pour les flux internes, entre les régions françaises et les pays de l'UE pour les flux d'échanges et internationaux pour le transit) qu'au niveau des trafics enregistrés sur chaque terminal.

Enfin, la troisième étape présente l'analyse de la demande routière potentiellement captable par le transport combiné à l'horizon 2030, ainsi que plusieurs tests visant à identifier les localisations les plus performantes pour les terminaux de transport combiné ferroviaire à l'aune des trafics traités.

La deuxième partie est consacrée au transport fluvial.

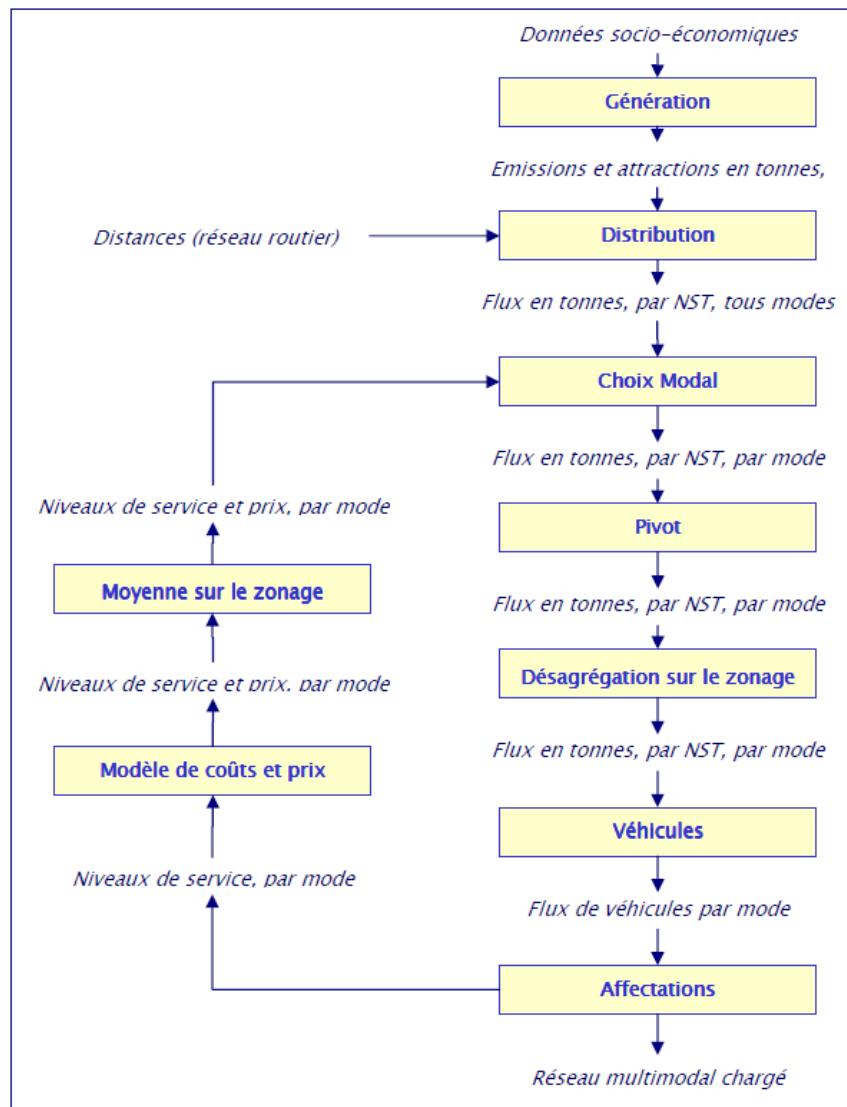
Le trafic fluvial est tout d'abord analysé globalement sur la base des résultats du modèle MODEV en scénario de base (2002), en scénario de référence (2030) et dans la configuration de terminaux de TC optimale résultant des travaux précédents. En complément, une analyse est produite pour l'année 2008 à partir des données disponibles auprès de Voies Navigables de France pour les terminaux de TC fluviaux, et dans le cadre de projections de trafic à l'horizon 2030 en scenario de référence et à l'optimum.

Première partie : le transport combiné ferroviaire

1. Description succincte de MODEV et intégration des coûts de transbordement

1.1 Description succincte de MODEV

Organigramme du fonctionnement général du modèle MODEV² :



L'ajout du calcul de coûts de transbordement a été effectué entre la phase d'affectation et le modèle de prix. Le coût de transbordement est calculé à partir du trafic estimé en UTI passant par chacun des terminaux de transport combiné ferroviaire.

Ces coûts de transbordement sont alors pris en compte dans le choix modal, ce qui permet d'avoir en retour une nouvelle matrice du mode transport combiné ferroviaire.

1.2 Coûts de transbordement

Le SETRA, partenaire de cette étude, a produit une analyse des coûts de transbordement à partir d'observations de terrain consistant en des entretiens avec les exploitants opérant sur les différents terminaux de transport combiné (TC). Le document de référence évoqué en préliminaire détaille d'une part la démarche méthodologique et d'autre part, les différentes composantes de la fonction de coût. On remarquera toutefois certaines différences avec quelques éléments présentés dans ce rapport, qui sont issus d'échanges réguliers avec le SETRA et qui visent à affiner l'approche originelle.

² Présentation détaillée : « Modélisation des flux longue distance, le modèle MODEV rénové » Note de Synthèse du SESP n° 164 – 1^{er} trimestre 2007

La fonction de coût unitaire de transbordement en euro/UTI proposée par le SETRA est de la forme suivante :

$$F_C(N) = A + \frac{B}{N}$$

où : N est le nombre d'UTI traitées annuellement
 A représente les coûts variables (en €/UTI)
 B représente les coûts fixes (en €)

Le terme **B** représente les coûts fixes, amortis par le volume traité annuellement :

- Possession des matériels de manutention (amortissement et achat) ;
- Emploi de personnels administratifs et frais de structure ;
- Emploi de personnels manutentionnaires ;
- Loyer du terminal de transport combiné.

Le terme **A** représente les coûts variables, s'appliquant à chaque transbordement :

- Consommation énergétique nécessaire au traitement d'une UTI ;
- Surcoût par UTI imputable aux coupes de train nécessaires lorsque les voies n'ont pas la longueur suffisante.

Les coefficients **A** et **B** sont d'une part **propres à chaque terminal**, et d'autre part valables dans une certaine fourchette de trafic. En dehors de cette fourchette, la fonction doit faire l'objet d'adaptations qui traduisent la mise en adéquation de l'outil de manutention du terminal avec les volumes traités.

Lorsque le trafic modélisé est inférieur à la borne inférieure, il faut retrancher du terme **B** de la fonction de coût d'un Emploi Temps Plein (ETP) de manutentionnaire par an (36 000 euros) par tranche de 10 000 UTI/an.

Lorsque le trafic modélisé est supérieur à la borne supérieure, il faut :

- Ajouter au terme **B** de la fonction de coût un ETP de manutentionnaire par an (36 000 euro) par tranche de 5 000 UTI/an ;
- Ajouter au terme **B** de la fonction de coût le coût annuel de l'amortissement d'un *reach staker* (46 667 euros) par tranche de 10 000 UTI/an.

Un *reach staker* (chariot élévateur permettant la manutention d'une caisse mobile et son transbordement d'un wagon vers une surface de stockage ou une remorque) est estimé à environ 400 000 euros. Sa durée de vie est estimée à 15 ans. Le coût annuel de sa maintenance est de l'ordre de 5 % de son coût. Le coût fixe supplémentaire annuel est alors estimé à 400 000 * (0.05 + 1/15) = 46 667 euros.

Un portique coûte approximativement la somme de 2 500 000 euros. Sa durée de vie est estimée à 45 ans. Le coût annuel de sa maintenance est de l'ordre de 5 % de son coût. Le coût fixe supplémentaire annuel est alors estimé à 2 500 000 * (0.05 + 1/45) = 180 556 euros.

Le SETRA a établi les fonctions de coût pour un certain nombre de terminaux. Cependant, pour les terminaux où cela n'a pas été possible, ou pour les terminaux potentiels identifiés à l'horizon 2030, il convient de prendre en compte les éléments suivants :

- Un ETP administratif quel que soit le volume d'UTI traité, soit 24 000 euros en coût fixe ;
- Toujours indépendamment du volume, un loyer de 180 euros/an/m de voie sur une base de 1 960 m de voies par terminal (ce qui correspond approximativement à 5 voies par terminal), soit 352 800 euros/an en coût fixe ;
- Ajouter au terme **B** de la fonction de coût un ETP de manutentionnaire par an (soit 36 000 euros) par tranche de 5 000 UTI/an ;
- Ajouter au terme **B** de la fonction de coût le coût annuel de l'amortissement d'un *reach staker* (soit 46 667 euros) par tranche de 10 000 UTI/an et jusqu'à 30 000 UTI/an ;
- Ajouter au terme **B** de la fonction de coût le coût annuel de l'amortissement d'un portique (soit 180 556 euros) par tranche de 30 000 UTI/an ;
- Un coût variable de 2 euros / UTI dû à la consommation énergétique ;

- Un coût variable de 10 euros / UTI dû à la constitution de deux coupons : il s'agit d'une opération de coupe menée sur le convoi ferroviaire qui est divisé en deux parties de longueurs compatibles avec l'infrastructure du terminal (longueur de quai et de voie).

Il est à noter que :

- ces coûts ont été implémentés tels quels dans le modèle. Dans la mesure où l'année d'équivalence des coûts communiqués lors des entretiens menés par le SETRA pour les équipements de manutention n'est ni évidente, ni homogène, les coûts sont considérés comme correspondant à la situation de base en 2002. Ils sont d'autre part considérés constants sur la période 2002 – 2030, n'évoluant qu'au rythme de l'inflation.
- ces coûts n'ont pas été transformés en prix par l'ajout d'une marge et s'entendent hors subvention au coup de pince.

1.3 Hypothèses

Dans MODEV, le tonnage moyen considéré pour le chargement des trains est de 400 tonnes. On considère qu'une UTI contient 16 tonnes de marchandise. Un train est alors chargé avec 25 UTI pleines. Il a été également supposé que chaque train transporte 25 UTI vides, ce qui porte le nombre total d'UTI de chaque train à 50.

La matrice de transport combiné ferroviaire issue du choix modal est affectée sur le réseau de transport combiné ferroviaire. Les trafics sont alors affectés sur les différents terminaux, en France et à l'étranger. Lors du calcul, les trafics pour chacune des liaisons depuis un terminal français vers un autre terminal français ont été pris en compte.

Les liaisons terminal à terminal en France pour lesquelles le trafic est inférieur à 6500 UTI pleines par an ont été retirées du calcul, un trafic insuffisant entre deux terminaux ne permettant pas d'affréter des trains. En dessous de ce seuil, qui correspond à moins de 5 trains par semaine, les experts du fret ferroviaire estiment en effet que la réservation des sillons pour ces trafics est difficile et coûteuse. La suppression de ces petits flux améliore la qualité et la régularité du service sans pour autant apporter directement une réduction du coût ou du prix du service. Ces flux sont identifiés et reportés sur la route afin de calculer les parts modales de chacun des modes en tonne et en tonnes-km. Cette hypothèse est forte et conduit à exclure environ 80 % du volume du trafic interne en tonnage pour la situation de base (2002).

Les tableaux et analyses présentés dans la suite de ce document distinguent pour le transport combiné ferroviaire, le « flux total » correspondant à la totalité des flux y compris ceux de moins de 6 500 UIT/an et le « flux optimisé » correspondant aux flux de plus de 6 500 UTI/an.

Les chapitres NST considérés éligibles au transport combiné sont la **NST 0** (Produits agricoles et animaux vivants), la **NST 1** (Denrées alimentaires et fourrages), la **NST 3** (produits pétroliers), la **NST 5** (Produits métallurgiques), la **NST 6** (Minéraux bruts ou manufacturés et matériaux de construction), la **NST 7** (Engrais), la **NST 8** (Produits chimiques) et la **NST 9** (Machines, véhicules, objets manufacturés et transactions spéciales).

Cette sélection est opérée sur la base des résultats de l'étude « Élaboration d'un modèle de trafic fret et voyageurs pour les flux transpyrénéens » (2003, RFF) menée par MVA sur les flux ferroviaires transpyrénéens. La note méthodologique placée en annexe (59) détaille la méthode appliquée pour estimer la part de transport combiné ferroviaire au sein du trafic ferroviaire pour chaque chapitre NST.

Le tableau ci-après présente la part de chacune de ces filières dans le trafic total TCF suite à l'application de cette méthode.

Ventilation du trafic total réalisé en Transport combiné ferroviaire selon le chapitre NST

Chapitre NST	% de TC pour le chapitre NST
NST 0	5 %
NST 1	33 %
NST 2	0 %
NST 3	12 %
NST 4	0 %
NST 5	4 %
NST 6	2 %
NST 7	3 %
NST 8	29 %
NST 9	70 %

1.4 Liste des terminaux de transport combiné ferroviaires

L'étude prend en compte 39 terminaux de transbordement ferroviaire en activité en 2010. Pour certains de ces terminaux, un travail spécifique a été mis en œuvre pour assurer une cohérence avec le zonage du modèle.

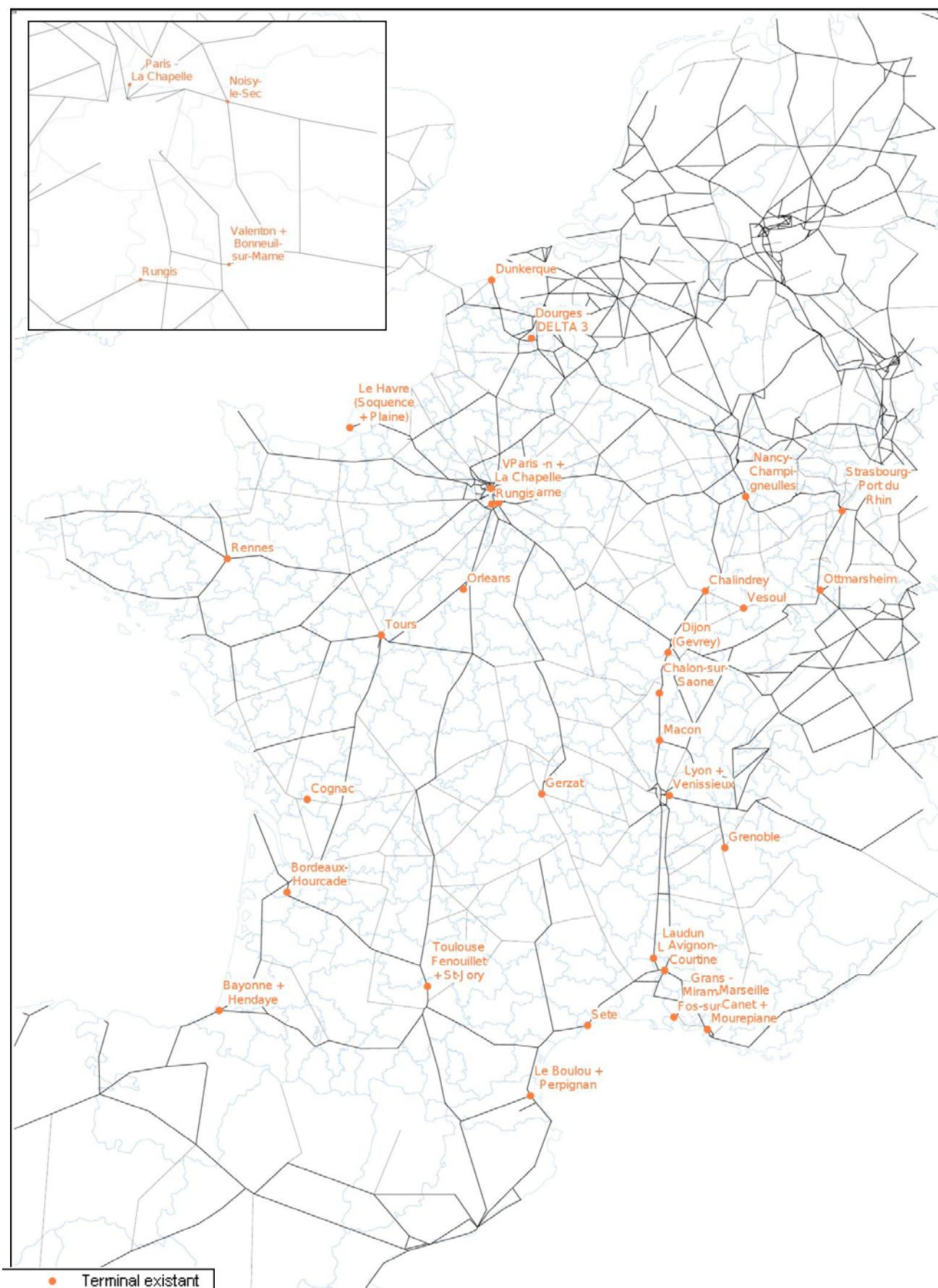
MODEV utilise plusieurs systèmes de zonage. Le zonage utilisé lors des affectations de trafic sur le réseau est un zonage fin à la zone d'emploi qui comprend 427 zones, dont 342 en France. Parmi les différents terminaux, certains se trouvent dans une même zone d'emploi, donc exigent une échelle de zonage plus fine que le modèle. C'est pourquoi les terminaux dans une même zone d'emploi ont été agrégés sur un même point.

Afin de pouvoir néanmoins utiliser les fonctions de coût propres à chacun des terminaux, les trafics ont été répartis suivant des clefs communiquées par le SETRA afin de calculer le coût de transbordement sur chacun des « sous-terminaux ». Un coût global a ensuite été reconstitué suivant les mêmes clefs de répartition et ce coût intégré dans le modèle de coût de transbordement. Il faut noter que sur l'ensemble des cartes présentées dans ce rapport, les terminaux agrégés sont représentés par un seul point.

Le tableau ci-après présente la liste des 39 terminaux opérationnels en 2010, établie par le SETRA ainsi que leur éventuelle clef de répartition lorsqu'une agrégation a été nécessaire dans MODEV.

Nom du terminal	Agrégation par zone d'emploi dans MODEV	Clef de répartition	Fonction de coût établie par le SETRA (2010)			
			A	B	Borne inférieure (UTI/an)	Borne supérieure (UTI/an)
Avignon - Courtine			21	1 635 800	41 800	80 000
Bayonne - Mouguerre	Zone Bayonne-Pyrénées	85 %	11	1 001 111	20 200	40 000
Hendaye		15 %	21	287 000	7 300	20 000
Bonneuil-sur-Marne		8 %	2	585 333	10 000	20 000
Valenton	Zone Créteil	92 %	ND	ND	ND	ND
Fos sur Mer - Gravelleau		10 %	ND	ND	ND	ND
Grans - Miramas (Clésud)	Zone Fos-sur-Mer	90 %	12	397 333	8 200	20 000
Le Boulot		78 %	21	546 067	14 000	30 000
Perpignan - Saint Charles	Zone Perpignan	22 %	11	1 235 644	25 200	60 000
Marseille - Canet		74 %	ND	ND	ND	ND
Marseille - Mourepiane	Zone Marseille - Aubagne	26 %	ND	ND	ND	ND
Le Havre (Plaine)		18 %	22	383 733	10 000	20 000
Le Havre (Soquence)	Zone Le Havre	82 %	ND	ND	ND	ND
Lyon - PEH		89 %	12	840 000	17 300	30 000
Venissieux	Zone Lyon	11 %	ND	ND	ND	ND
Toulouse - Fenouillet		60 %	21	935 911	23 700	40 000
Toulouse - Saint Jory	Zone Toulouse	40 %	ND	ND	ND	ND
Bordeaux - Hourcade			ND	ND	ND	ND
Chalindrey			12	244 667	5 000	10 000
Chalon-sur-Saône			11	517 889	10 600	40 000
Cognac			ND	ND	ND	ND
Dijon (Gevrey)			ND	ND	ND	ND
Dourges - DELTA 3			1	2 732 556	46 200	120 000
Dunkerque			ND	ND	ND	ND
Gerzat			21	698 333	18 000	40 000
Grenoble			ND	ND	ND	ND
Laudun L'Ardoise			ND	ND	ND	ND
Mâcon			12	278 667	5 700	10 000
Nancy-Champigneulles			ND	ND	ND	ND
Noisy-le-Sec			11	1 789 622	36 200	80 000
Orléans			ND	ND	ND	ND
Ottmarsheim			ND	ND	ND	ND
Paris - La Chapelle			21	694 444	17 800	60 000
Rennes			ND	ND	ND	ND
Rungis			ND	ND	ND	ND
Sète			21	503 356	12 700	20 000
Strasbourg - Port du Rhin			ND	ND	ND	ND
Tours			ND	ND	ND	ND
Vesoul			11	932 044	19 000	60 000

Localisation des 39 terminaux de transport combiné ferroviaire en 2010



2. Demande 2002 en transport combiné ferroviaire (TCF)

2.1 Analyse de la matrice

La demande 2002 prise en compte dans MODEV est établie à partir des statistiques fournies par la base de données SITRAM (Service de l'Observation et des Statistiques – SOeS) incluant les données de la SNCF, de VNF (Voies Navigable de France) et de l'enquête TRM (Transport Routier de Marchandises) complétées par les données TRM d'Eurostat. Il est rappelé que c'est à partir de 2002 que les plans de restructuration du fret ferroviaire ont déclenché une réduction des tonnages transportés. L'analyse de la situation 2002 permet donc d'avoir une vision de la demande sans les contraintes d'offre introduites par les restructurations. Par ailleurs, cette analyse identifie les flux de moins de 6 500 UTI/an entre terminaux français (voir § 1.3.3). La suppression de ces flux réduit le trafic intérieur de 80 % passant de 7 845 KT/an à 1 599 KT/an.

Les analyses portent sur les flux toutes NST confondues. Les flux nationaux sont distingués des flux internationaux. Les flux nationaux, dont l'origine et la destination sont en France, sont appelés **flux internes**, les flux dont l'origine ou la destination est en France sont appelés **flux d'échange**, et les flux dont l'origine et la destination sont situées à l'étranger sont considérés comme des **flux de transit**.

Répartition des flux de Transport Combiné ferroviaire par type de relation (2002)

Relation	Flux total (1 000 t/an)	Flux< 6 500 UTI (1 000 t/an)	Flux optimisé (1 000t/an)	Flux optimisé %
Interne (France)	7 822	6 223	1 599	13 %
Echange (France-Etranger)	4 473	0	4 473	36 %
Transit (Etranger-Etranger)	6 455	0	6 455	52 %
Total	18 750	6 223	12 527	100 %

L'examen du tableau ci-après révèle une part relative du transport combiné ferroviaire (0,5 %) particulièrement faible lorsque l'on considère les flux en tonnes. En revanche, les trafics en tonnes-km par transport combiné ferroviaire sont plus significatifs (2,7 % du total). On pourra y voir l'effet de distances d'acheminement plus importantes pour le fer que pour la voie d'eau sur le maillon principal de la chaîne de transport. La zone de pertinence communément admise des modes massifiés pour le transport combiné est de 200-300 km pour le fluvial et de 650-700 km pour le ferroviaire.

Parts modales en tonnes et tonnes-km (2002)

Mode	Flux total (1 000 t/an)	Flux< 6 500 UTI (1 000 t/an)	Flux optimisé (1 000 t/an)	Part modale flux optimisé
Route	2 285 624	6 223	2 291 847	93.4 %
Fer conventionnel	109 405	0	109 405	4.5 %
Voies navigables	40 483	0	40 483	1.6 %
Transport combiné ferroviaire	18 750	-6 223	12 527	0.5 %
Total	2 454 262	0	2 454 262	100.0 %

Mode	Flux total (millions tkm/an)	Flux< 6 500 UTI (millions tkm/an)	Flux optimisé (millions tkm/an)	Part modale flux optimisé
Route	304 632	2 879	307 511	86.1 %
Fer conventionnel	34 742	0	34 742	9.7 %
Voies navigables	5 247	0	5 247	1.5 %
Transport combiné ferroviaire	12 695	-2 879	9 816	2.7 %
Total	357 315	0	357 315	100.0 %

Les trois premiers générateurs régionaux de trafic traité en transport combiné ferroviaire sont respectivement l'Île-de-France, la Haute-Normandie et la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. On remarquera que deux de ces régions disposent de débouchés maritimes (FOS pour PACA, et principalement Le Havre pour la Haute-Normandie) qui constituent des points de massification des flux favorables aux modes lourds tels que le fer et la voie d'eau.

Génération des flux optimisés de transport combiné ferroviaire au niveau régional (2002)

Région	Rang	Emissions (x 1 000 t)	Attractions (x 1 000 t)	Total (x 1 000 t)	% Total
Île-de-France	1	970	967	1 937	25 %
Haute-Normandie	2	274	727	1 001	13 %
Provence-Alpes-Côte-d'Azur	3	314	662	976	13 %
Alsace	4	474	413	887	12 %
Nord Pas-de-Calais	5	455	307	762	10 %
Languedoc-Roussillon	6	348	369	717	9 %
Aquitaine	7	379	197	576	8 %
Rhône-Alpes	8	404	104	508	7 %
Bourgogne	9	89	17	106	1 %
Franche-Comté	10	34	16	50	1 %
Bretagne	11	24	16	40	1 %
Pays de la Loire	12	11	21	32	0 %
Lorraine	13	19	10	29	0 %
Centre	14	9	11	20	0 %
Midi-Pyrénées	15	9	4	13	0 %
Champagne-Ardennes	16	12	0	12	0 %
Auvergne	17	1	3	4	0 %
Poitou-Charentes	18	1	1	2	0 %
Picardie	19	0	0	0	0 %
Basse-Normandie	20	0	0	0	0 %
Corse	21	0	0	0	0 %
Limousin	22	0	0	0	0 %
Total		3 827	3 845	7 672	100 %

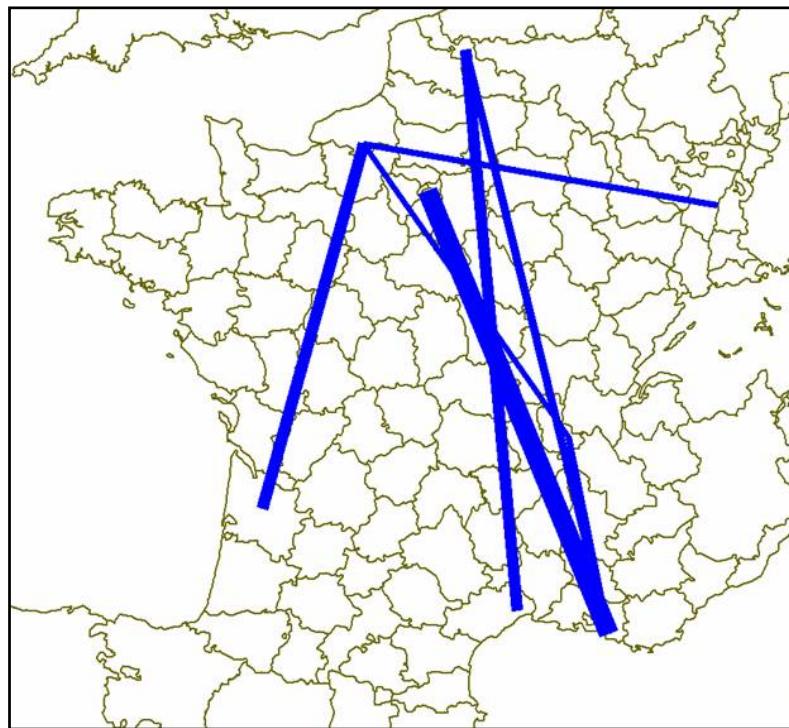
Les échanges entre PACA et l'Île de France constituent une part non négligeable des flux inter régionaux, soit environ ¼ du trafic. La carte jointe ci-après met en évidence la concentration des flux sur le corridor de trafic Nord - Sud (magistrale Eco Fret), ainsi qu'une répartition des flux entre couloir rhodanien et façade atlantique.

On rappellera encore une fois que l'analyse porte sur les liaisons terminaux à terminaux de plus de 6 500 UTI pleines par an. Par conséquent, seules les origines-destinations (OD) les plus importantes sont retenues.

Principales relations de région française à région française (2002)

Relation (2 sens confondus)		Rang	Flux (1000t/an)	%	cumul %
Île-de-France	Paca	1	484	30 %	30 %
Nord Pas-de-Calais	Languedoc-Roussillon	2	285	18 %	48 %
Haute-Normandie	Aquitaine	3	257	16 %	64 %
Nord Pas-de-Calais	Paca	4	161	10 %	74 %
Haute-Normandie	Rhône-Alpes	5	143	9 %	83 %
Haute-Normandie	Alsace	6	139	9 %	92 %
Rhône-Alpes	Paca	7	125	8 %	100 %
...
Total			1 599	100 %	100 %

Flux internes région à région (2002)



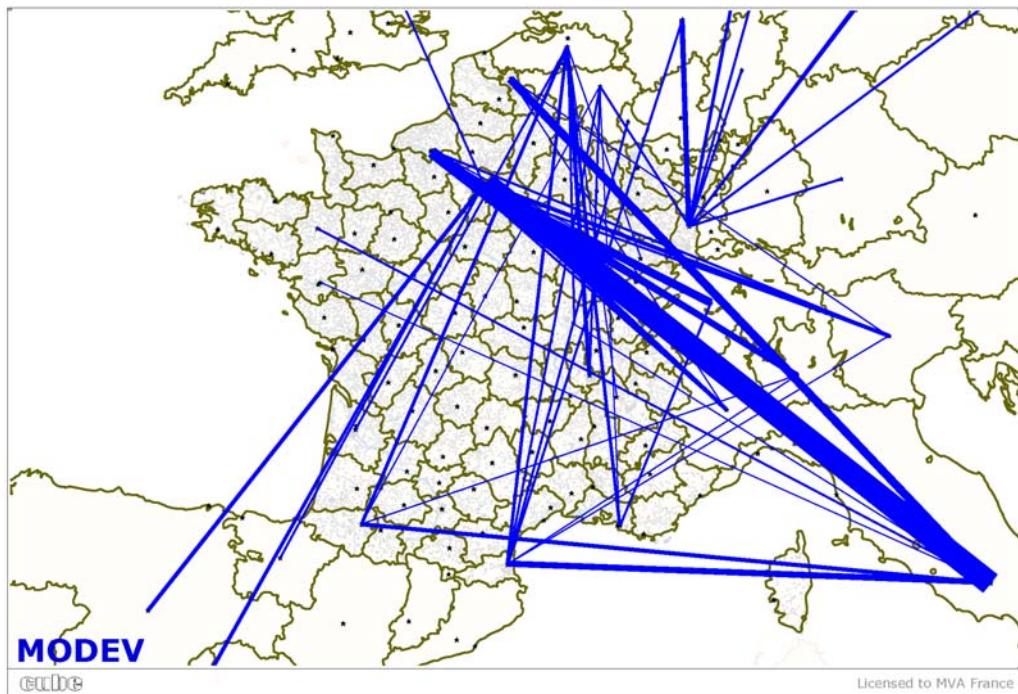
Au niveau du commerce extérieur de la France avec d'autres pays au sein de l'UE, l'Italie, Belgique et l'Allemagne constituent les 3 premiers partenaires des régions françaises en totalisant ¾ des flux d'échange en tonnage.

Classement des relations d'échange (par pays, en 2002)

Pays	Rang	Flux (1000t/an)	%	Cumul (%)
Italie	1	2 042	46 %	46 %
Belgique	2	712	16 %	62 %
Allemagne	3	590	13 %	75 %
Suisse Lichtenstein	4	339	8 %	82 %
Espagne	5	311	7 %	89 %
Luxembourg	6	184	4 %	93 %
...
Total		4 473		100 %

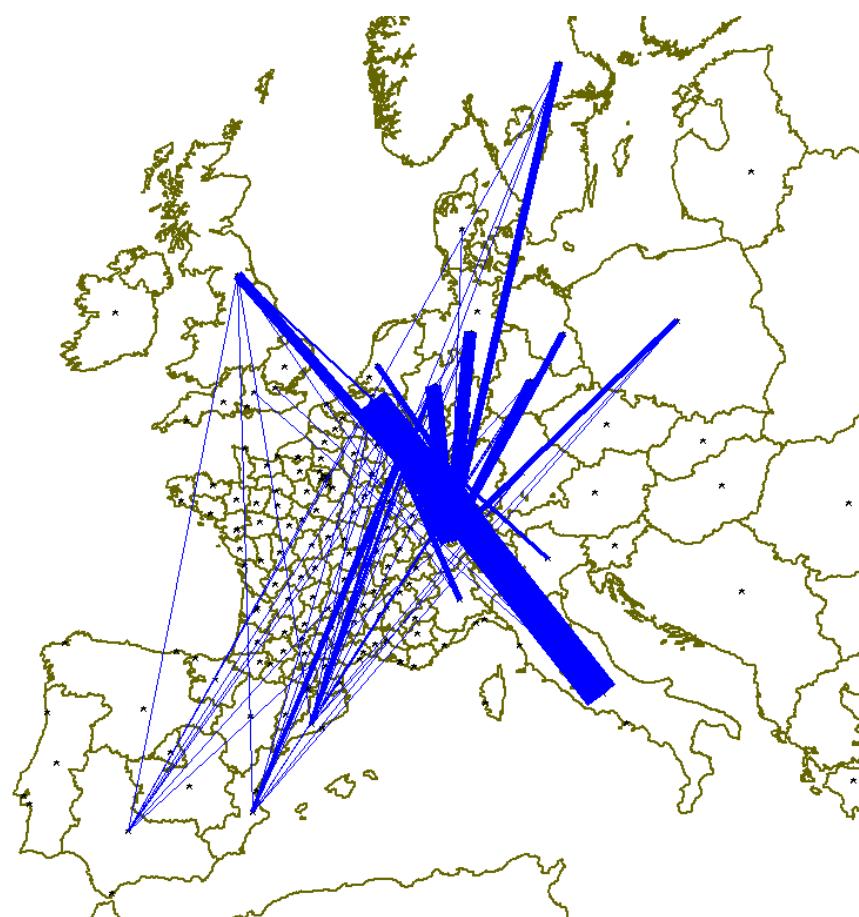
La carte ci-après spatialise ces flux et met en avant le rôle prépondérant de l'Italie dans les relations d'échange. On précisera toutefois que les flux générés par les terminaux portuaires comme le Havre ou Rouen sont considérés comme du trafic interne dans les statistiques marchandises alors qu'il s'agit pour partie de volumes liés à des flux d'échange à l'export comme à l'import.

Flux d'échanges entre les régions françaises et les autres pays (UE et hors UE, 2002)



La cartographie des flux de transit présentée ci-après confirme ce phénomène, notamment si l'on prend en considération les flux entre l'Italie et la Belgique qui pourraient s'apparenter à l'acheminement terrestre de flux maritimes en provenance ou à destination de la zone ARA (Anvers – Rotterdam – Amsterdam).

Flux de transit, de pays à pays (2002)



2.2 Trafic sur les différents terminaux en situation de base (2002)

Les terminaux répertoriés comme fonctionnant en 2010 ont été intégrés au réseau 2002 et testés avec le modèle sur la base de la matrice de demande 2002. Les résultats de ce test sont recensés dans le tableau ci-après. Les trafics « MODEV » correspondent aux flux optimisés après suppression des trafics de moins de 6 500 UTI/an.

Rang	Nom du terminal	Capacité mini (UTI/an, valeur SETRA)	Capacité maxi (UTI/an, valeur SETRA)	Trafic MODEV 2002 (UTI/an)	Coût transbordement /UTI (€)	Distance moyenne d'accès (km)
1	Le Havre (Soquence)	ND	ND	102 580	35.1	71
2	Paris - La Chapelle	17 800	60 000	100 370	33.5	8
3	Dourges - DELTA 3	46 200	120 000	89 470	31.6	42
4	Ottmarsheim	ND	ND	86 900	34.9	30
5	Noisy-le-Sec	36 200	80 000	83 080	33.6	19
6	Avignon - Courtine	41 800	80 000	82 800	41.7	25
7	Le Boulou	14 000	30 000	68 360	35.9	40
8	Valenton	ND	ND	52 350	39.0	30
9	Lyon - PEH	17 300	30 000	50 730	34.9	11
10	Bordeaux - Hourcade	ND	ND	40 250	44.1	36
11	Bayonne - Mouguerre	20 200	40 000	27 020	48.1	100
12	Strasbourg - Port du Rhin	ND	ND	24 450	47.9	41
13	Marseille - Canet	ND	ND	23 650	49.1	17
14	Le Havre (Plaine)	10 000	20 000	22 520	42.7	71
15	Perpignan - Saint Charles	25 200	60 000	19 280	73.3	40
16	Rennes	ND	ND	8 450	92.5	65
17	Marseille - Mourepiane	ND	ND	8 310	93.4	17
18	Chalon-sur-Saône	10 600	40 000	6 400	86.4	28
19	Mâcon	5 700	10 000	6 390	55.6	53
20	Dunkerque	ND	ND	6 360	117.8	26
21	Grans - Miramas (Clésud)	8 200	20 000	6 340	68.4	24
22	Venissieux	ND	ND	6 270	119.9	11
23	Dijon (Gevrey)	ND	ND	5 140	144.3	87
24	Hendaye	7 300	20 000	4 770	73.7	100
25	Bonneuil-sur-Marne	10 000	20 000	4 550	122.6	30
26	Rungis	ND	ND	3 970	171.4	24
27	Nancy-Champigneulles	ND	ND	3 810	179.0	74
28	Vesoul	19 000	60 000	2 820	325.2	42
29	Grenoble	ND	ND	2 520	262.5	30
30	Sète	12 700	20 000	1 730	283.6	62
31	Tours	ND	ND	1 570	401.7	72
32	Toulouse - Fenouillet	23 700	40 000	1 020	861.1	56
33	Orléans	ND	ND	720	888.7	57
34	Fos sur Mer - Graveleau	ND	ND	700	911.2	24
35	Laudun L'Ardoise	ND	ND	690	888.7	55
36	Toulouse - Saint Jory	ND	ND	680	986.2	56
37	Gerzat	18 000	40 000	450	1 737.0	35
38	Chalindrey	5 000	10 000	340	583.7	134
39	Cognac	ND	ND	150	3 519.0	52
	Total			957 960	50.3	36

Ce tableau détaille pour chacun de ces terminaux les bornes de la zone de validité de la fonction de coût, le trafic exprimé en UTI, le coût unitaire de transbordement ainsi que la distance moyenne d'acheminement routier.

Ce test en situation de base met en évidence plusieurs résultats :

- **6 terminaux – Paris la Chapelle, Noisy-le-Sec, Avignon-Courtine, Le Boulou, le Port Edouard Herriot à Lyon et Le Havre** - ont des valeurs de trafic modélisées dépassant la borne supérieure de leur intervalle de pertinence initial défini par le SETRA : le trafic excède la capacité de traitement correspondant à la configuration initiale des installations de transbordement ;
- **3 terminaux – Dourges, Bayonne-Mouguerre et Mâcon**- ont des valeurs de trafic modélisées situées dans leur intervalle de pertinence initial : le trafic est cohérent avec leur configuration et leur capacité de traitement ;
- **10 terminaux** ont des valeurs de trafic modélisées inférieures à ce que leur configuration permet et apparaissent donc sous utilisés au regard de leur outillage ;

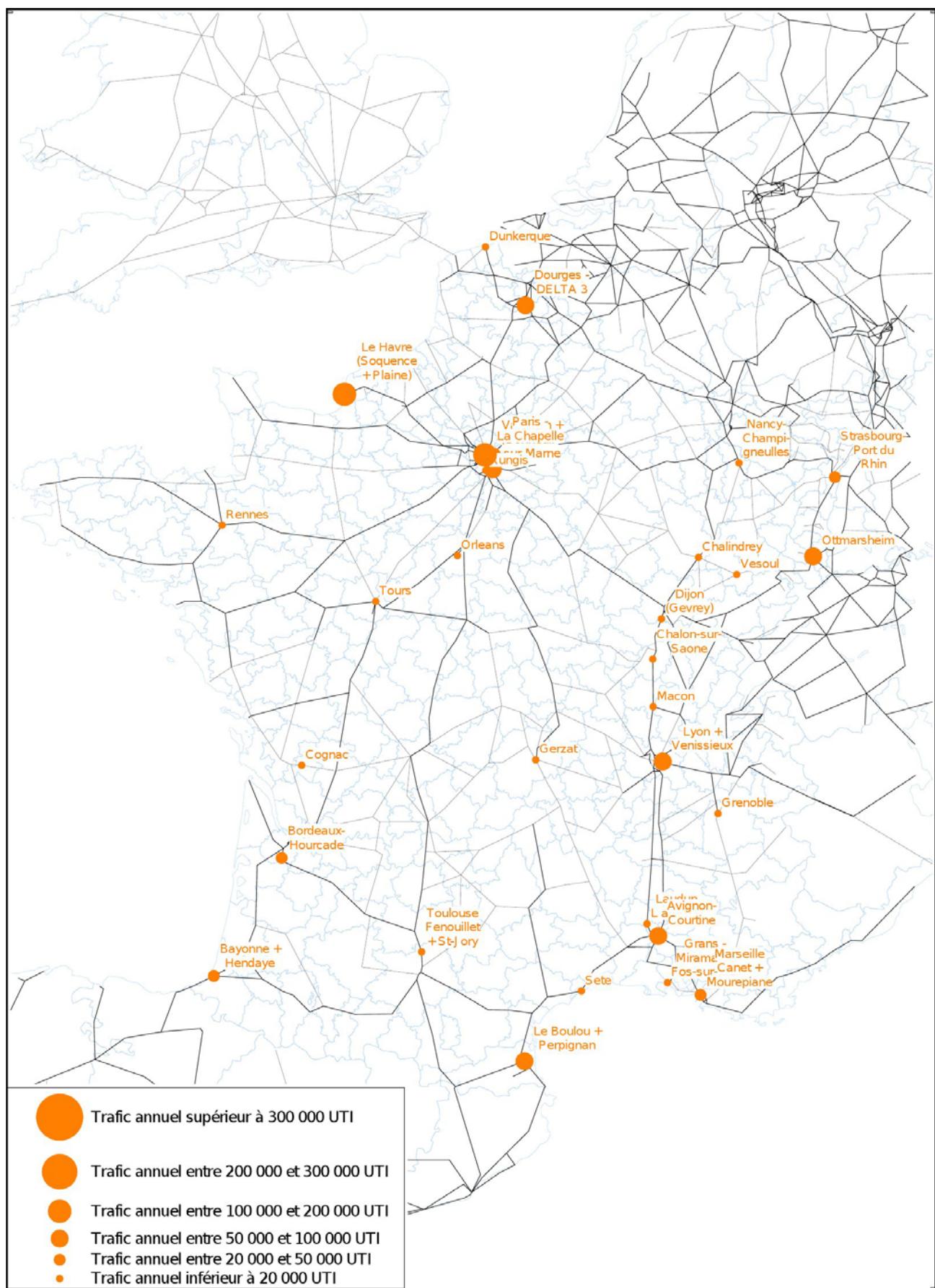
- Certains terminaux ont des coûts de transbordement, calculés par MODEV avec les flux optimisés, particulièrement élevés du fait d'un trafic faible qui ne permet pas d'amortir suffisamment les investissements en matériels à l'image du terminal de Cognac (3 519 €/UTI). Ce trafic faible est principalement dû à la suppression des flux de moins de 6 500 UTI. Ils peuvent être aussi liés à la modélisation du réseau. Par exemple pour Fos sur Mer, la totalité du trafic du port de Marseille est modélisé sur Marseille et pas réparti entre Fos et Marseille. De même pour Rungis, avec la proximité d'autres terminaux (Valenton, Bonneuil sur Marne), l'arbitrage pour le choix du terminal est fortement dépendant des paramètres du réseau. Dans ces cas, les coûts de transbordement calculé par MODEV apparaissent prohibitifs et ne correspondent pas aux prix réellement facturés par la plateforme ;
- **14 terminaux ont un coût unitaire de transbordement inférieur ou égal à 50 € et totalisent 89 % du trafic TCF modélisé.** Le coût moyen de transbordement pondéré par les trafics est de 50,3 €/UTI.
- Les résultats du modèle apparaissent conformes pour le terminal de Dourges (89 000 UTI modélisées contre environ 100 000 selon les informations disponibles sur le portail Nord-Logistique). Toutefois, en l'absence de données chiffrées et exhaustives sur le trafic TCF sur les terminaux de transport combiné ferroviaire, une comparaison systématique n'a pas pu être menée ;
- La distance moyenne d'acheminement routier (pré ou post) pondérée par les volumes traités est de **36 km** tous terminaux confondus, soit 72 km pour la totalité du maillon routier, pré et post acheminement confondus, chiffre qui correspond globalement à la valeur donnée par l'ADEME³ (environ 60 km). Autrement dit, la distance routière globale parcourue sur une Origine Destination TC est estimée à moins de **100 km**.

Par ailleurs, il convient de bien interpréter l'information présentée dans l'ensemble des tableaux donnant le trafic par terminal en UTI, tant en situation de référence que pour les scénarios testés. Les flux en tonnes ne peuvent en effet pas être déduits directement de la somme des trafics par terminal, converties en UTI sur la base d'un poids moyen par UTI, dans la mesure où cela revient à faire des double-comptes pour le trafic interne (une OD passe par deux terminaux), alors que le trafic d'échange n'est comptabilisé qu'une fois (l'origine ou la destination sont en dehors du territoire national).

Il est important de noter que l'optimisation du trafic par la suppression des OD de terminal TCF français à terminal TCF français de moins de 6 500 UTI pleines entraîne l'élimination de 80 % du trafic intérieur 2002 en nombre d'UTI.

³Jonction (2003), enquête ADEME/GNTC

Trafic annuel en UTI par terminal de transport combiné ferroviaire en 2002



3. Evaluation des flux à l'horizon 2030

3.1 Trafic 2030

Les scénarios 2030 ont été produits à partir d'une hypothèse de croissance du trafic marchandises de 1,4 % par an en moyenne. Les hypothèses formulées concernant l'évolution des prix sont de + 0,55 % par an pour le mode routier, de -0,4 % par an pour le mode ferroviaire et d'une stabilité des prix de la voie d'eau sur la période. Ces différentes hypothèses sont issues du rapport du SESP intitulé « La demande de transport en 2025 » publié en mai 2007. Le réseau 2030 utilisé inclut les investissements prévus au SNIT à la date d'avril 2010.

Un premier test à cet horizon a été réalisé avec la liste des 39 terminaux précédemment décrite correspondant aux terminaux en service en 2010. Le tableau suivant présente les caractéristiques de la matrice TCF 2030 obtenue.

Trafics fret réalisés (t) en transport combiné ferroviaire à l'horizon 2030 selon le type de flux

Relation	Flux total (1000t/an)	Flux< 6500 UTI (1000t/an)	Flux optimisé (1000t/an)	% flux optimisé	Variation / 2002 (flux optimisé 1000t /an)	Tx variation / 2002
Interne (France)	21 755	11 103	10 652	25 %	9 053	566 %
Echange (France-Etranger)	12 022	0	12 022	28%	7 549	169 %
Transit (Etranger-Etranger)	19 717	0	19 717	47%	13 262	205 %
Total	53 494	11 103	42 391	100%	29 864	238 %

Les flux de moins de 6 500 UTI/an ont augmenté en tonne de 78 % alors que le trafic intérieur a augmenté de 178 %. Ils ne représentent plus que 51 % du trafic intérieur contre 80 % en 2002.

Les parts des différents modes en tonnes et en tonnes-km issues du choix modal sont indiquées dans les tableaux ci-après. On constate là encore l'effet des distances d'acheminement plus importantes pour le fer par rapport à la voie d'eau, expliquant l'écart entre les parts modales observées au niveau des tonnages et celles basées sur les tonnes-km.

Trafics fret réalisés (t) à l'horizon 2030 selon le mode de transport

Mode	Flux total (1000t/an)	Flux< 6500 UTI (1000t/an)	Flux optimisé (1000 t/an)	Part modale flux optimisé	Variation / 2002 (flux optimisé 1000t /an)	Tx variation / 2002
Route	2 886 605	11 103	2 897 708	91.2 %	605 861	26 %
Fer conventionnel	175 259	0	175 259	5.5 %	65 854	60 %
Voies navigables	62 532	0	62 532	2.0 %	22 049	54 %
Transport combiné ferroviaire	53 494	-11 103	42 391	1.3 %	29 864	238 %
Total	3 177 890	0	3 177 890	100.0 %	723 627	29 %

Trafics fret réalisé (TKm) à l'horizon 2030 selon le mode de transport

Mode	Flux total (millions tkm/an)	Flux< 6500 UTI (millions tkm/an)	Flux optimisé (millions tkm/an)	Part modale flux optimisé	Variation / 2002 (millions tkm /an)	Tx variation / 2002
Route	424 530	7 513	432 043	81.1 %	124 532	40 %
Fer conventionnel	63 184	0	63 184	11.9 %	28 443	82 %
Voies navigables	7 236	0	7 236	1.4 %	1 989	38 %
Transport combiné ferroviaire	37 647	-7 513	30 134	5.7 %	20 319	207 %
Total	532 597	0	532 597	100.0 %	175 282	49 %

3.2 Trafic sur les terminaux de transport combiné ferroviaire

Le tableau suivant présente les résultats de ce test mené à l'horizon 2030, en indiquant les écarts relatifs observés par rapport à la situation de base en 2002.

Rang	Nom du terminal	Trafic MODEV 2030 Flux > 6500 UTI/an (UTI)	Coût/UTI (€)	Ecart / 2002		Distance moyenne d'accès (km)
				Trafic MODEV (UTI)	Coût transbordt. (€)	
1	Le Havre (Soquence)	367 060	31.4	264 480	258 %	-3.7
2	Noisy-le-Sec	348 460	25.3	265 380	319 %	-8.2
3	Valenton	284 060	31.7	231 710	443 %	-7.3
4	Dourges - DELTA 3	282 190	17.7	192 720	215 %	-13.9
5	Le Boulou	250 610	33.9	182 250	267 %	-2.0
6	Toulouse - Fenouillet	247 380	34.9	246 360	24159 %	-826.2
7	Paris - La Chapelle	225 910	33.0	125 540	125 %	-0.5
8	Marseille - Canet	225 490	32.2	201 840	853 %	-16.9
9	Ottmarsheim	212 830	32.7	125 930	145 %	-2.2
10	Lyon - PEH	205 280	26.5	154 550	305 %	-8.4
11	Cognac	190 340	32.9	190 190	126787 %	-3 486.1
12	Toulouse - Saint Jory	164 920	32.9	164 240	24159 %	-953.3
13	Avignon - Courtine	143 040	38.0	60 240	73 %	-3.8
14	Bordeaux - Hourcade	115 010	33.6	74 760	186 %	-10.5
15	Gerzat	100 840	35.8	100 390	22219 %	-1 701.2
16	Le Havre (Plaine)	80 570	36.6	58 050	258 %	-6.1
17	Marseille - Mourepiane	79 230	35.6	70 920	853 %	-57.8
18	Strasbourg - Port du Rhin	73 170	37.0	48 720	199 %	-10.9
19	Perpignan - Saint Charles	70 680	31.3	51 400	267 %	-41.9
20	Tours	65 110	38.9	63 540	4036 %	-362.8
21	Sète	53 100	38.7	51 370	2976 %	-244.9
22	Bayonne - Mouguerre	46 700	35.0	19 680	73 %	-13.1
23	Orléans	42 470	42.5	41 750	5812 %	-846.3
24	Grans - Miramas (Clésud)	41 480	29.3	35 140	555 %	-39.2
25	Nancy-Champigneulles	29 100	43.5	25 290	665 %	-135.5
26	Chalon-sur-Saône	25 660	31.1	19 260	301 %	-55.3
27	Venissieux	25 370	48.0	19 100	305 %	-71.9
28	Bonneuil-sur-Marne	24 700	29.0	20 150	443 %	-93.6
29	Mâcon	23 670	32.2	17 280	270 %	-23.4
30	Laudun L'Ardoise	22 620	50.8	21 930	3165 %	-838.0
31	Rennes	20 030	55.7	11 580	137 %	-36.8
32	Dijon (Gevrey)	17 670	56.9	12 530	244 %	-87.4
33	Grenoble	14 460	64.6	11 940	474 %	-197.9
34	Vesoul	13 010	80.2	10 190	362 %	-245.0
35	Dunkerque	12 470	73.1	6 110	96 %	-44.7
36	Hendaye	8 240	55.8	3 470	73 %	-17.9
37	Fos sur Mer - Graveleau	4 610	150.6	3 910	555 %	-760.6
38	Chalindrey	2 250	107.3	1 910	556 %	-476.4
39	Rungis	0	0.0	-3 970	-100 %	-171.4
	Total	4 159 790	32.6	3 201 830	334 %	/
						40

On constate que la distance moyenne de pré ou de post acheminement n'évolue pas (environ 40 km), ce qui se comprend dans la mesure où il s'agit d'une valeur moyenne pondérée dans un premier temps par le trafic par OD pour les différents terminaux puis selon le trafic de chacun des terminaux.

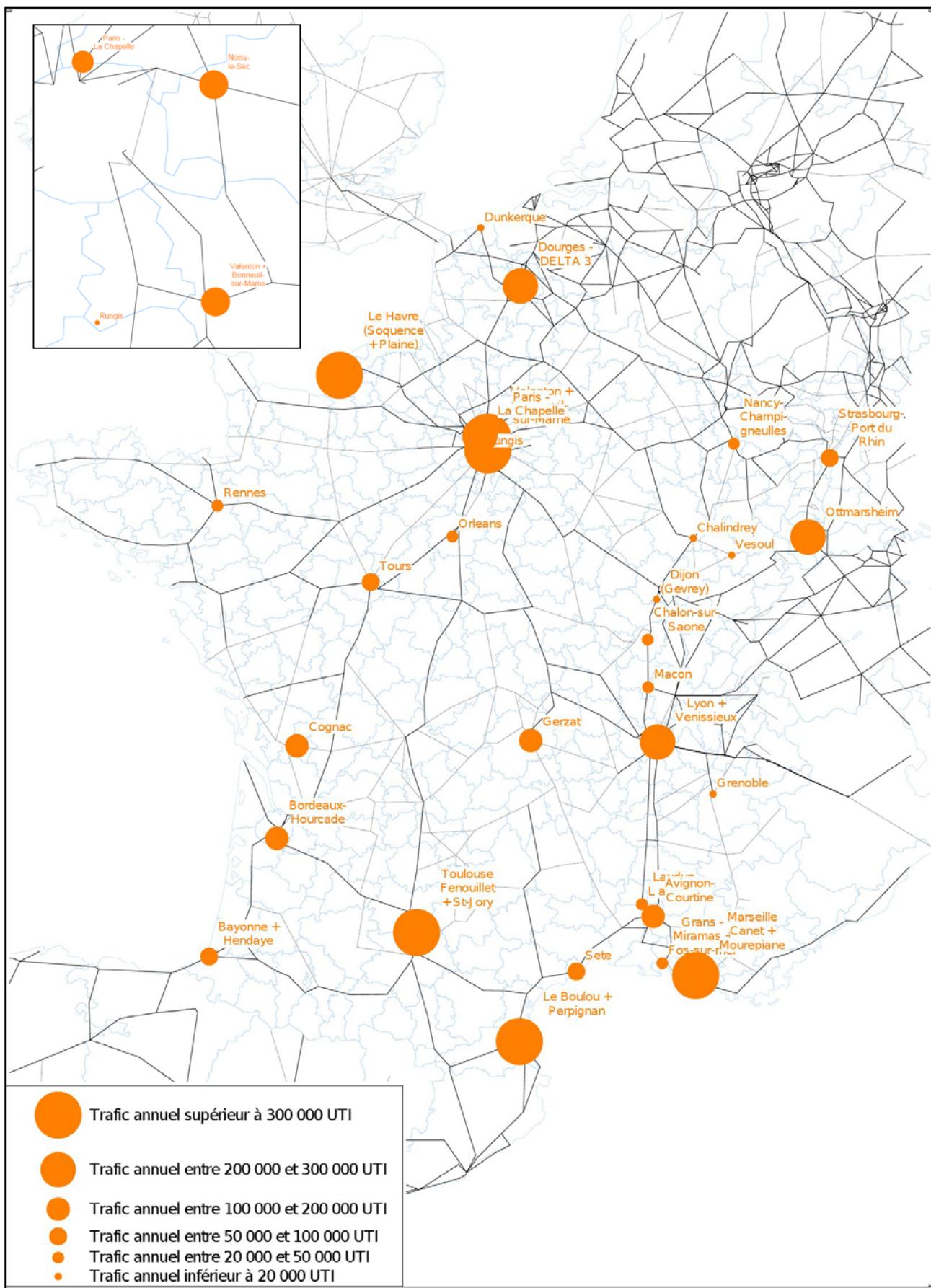
On constate ensuite que les écarts en terme de coût unitaire de transbordement sont importants par rapport à la situation de base 2002 et que le classement des terminaux a de fait évolué :

- **30** terminaux ont un coût unitaire inférieur ou égal à **50 €/UTI** et totalisent environ 97 % des trafics. L'augmentation de la demande se traduit par une hausse de la compétitivité et des volumes traités. Le coût moyen du transbordement est de 32,6 €/UTI.
- Certains terminaux présentent un gain de trafic particulièrement important tel le terminal de Cognac qui passe de la dernière à la onzième place avec un trafic modélisé en 2030 d'environ 190 000 UTI.

Ces résultats doivent être analysés à l'aune de l'augmentation de la demande liée aux hypothèses de croissance de trafic et aux caractéristiques des réseaux spécifiques à chaque horizon.

L'optimisation des flux de terminal à terminal TCF français éliminant les trafic de moins de 6500 UTI pleines entraîne l'élimination de 51 % du trafic intérieur en nombre d'UTI. La hausse du trafic marchandises entre 2002 et 2030 provoque une augmentation des flux entre terminaux et diminue ainsi le nombre d'OD filtrées. Ce phénomène participe donc pour une part importante à la hausse du trafic TCF interne entre 2002 et 2030.

Trafic annuel en UTI par terminal de transport combiné ferroviaire projection 2030



4. Optimisation des flux de transport combiné ferroviaire

4.1 Etapes d'optimisation des flux de TCF

L'optimisation des flux de transport combiné ferroviaire est réalisée avec cinq scenarii :

- Un scénario permettant l'identification des sites potentiels pour de nouveaux terminaux ;
- Scénario « 39 terminaux 2010 + 50 meilleurs sites potentiels » ;
- Scénario « **30 meilleurs terminaux** », issus des résultats du test précédent ;
- Scénario « **20 meilleurs terminaux** », issus des résultats du test précédent ;
- Scénario « **10 meilleurs terminaux** », issus des résultats du test précédent.

4.2 Identification de nouveaux terminaux

L'identification des terminaux potentiels a été réalisée à partir de la matrice routière 2030. Il s'agit de déterminer les emplacements de terminaux potentiels permettant de capter une partie de cette demande.

Le potentiel captable et par conséquent les trafics éligibles au transport combiné ferroviaire ont été sélectionnés suivant les critères suivants :

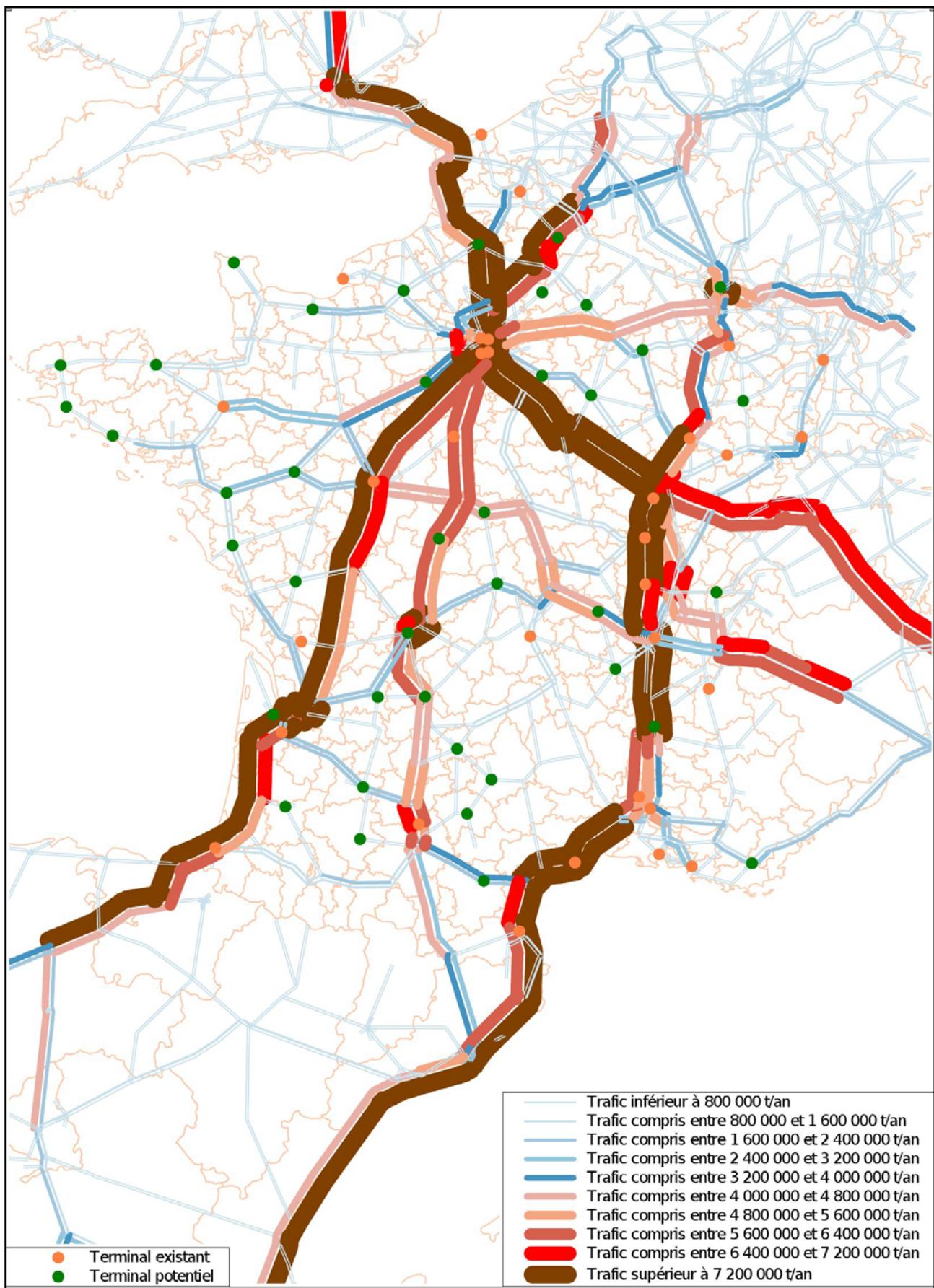
- La distance de la liaison par la route doit être supérieure à 600 km;
- Les chapitres NST éligibles au transport combiné ferroviaire doivent correspondre à ceux définis dans la première partie de ce rapport (NST 0, 1, 3, 5, 6, 7, 8 et 9).

La somme des flux restant après ces premiers filtrages au départ et à l'arrivée de chaque zone a été calculée.

La détermination de terminaux potentiels en France a ensuite été effectuée à partir de ces trafics. Les zones se situant à moins de 75 km d'un terminal 2030 ont été éliminées des zones éligibles. De plus, afin de ne pas choisir de zones trop proches les unes des autres, les zones ont été regroupées entre elles par groupe d'influence de 75 km. Le trafic potentiel a ensuite été calculé sur chacun de ces groupes. Enfin, les 50 sites recueillant le trafic potentiel le plus important ont été sélectionnés.

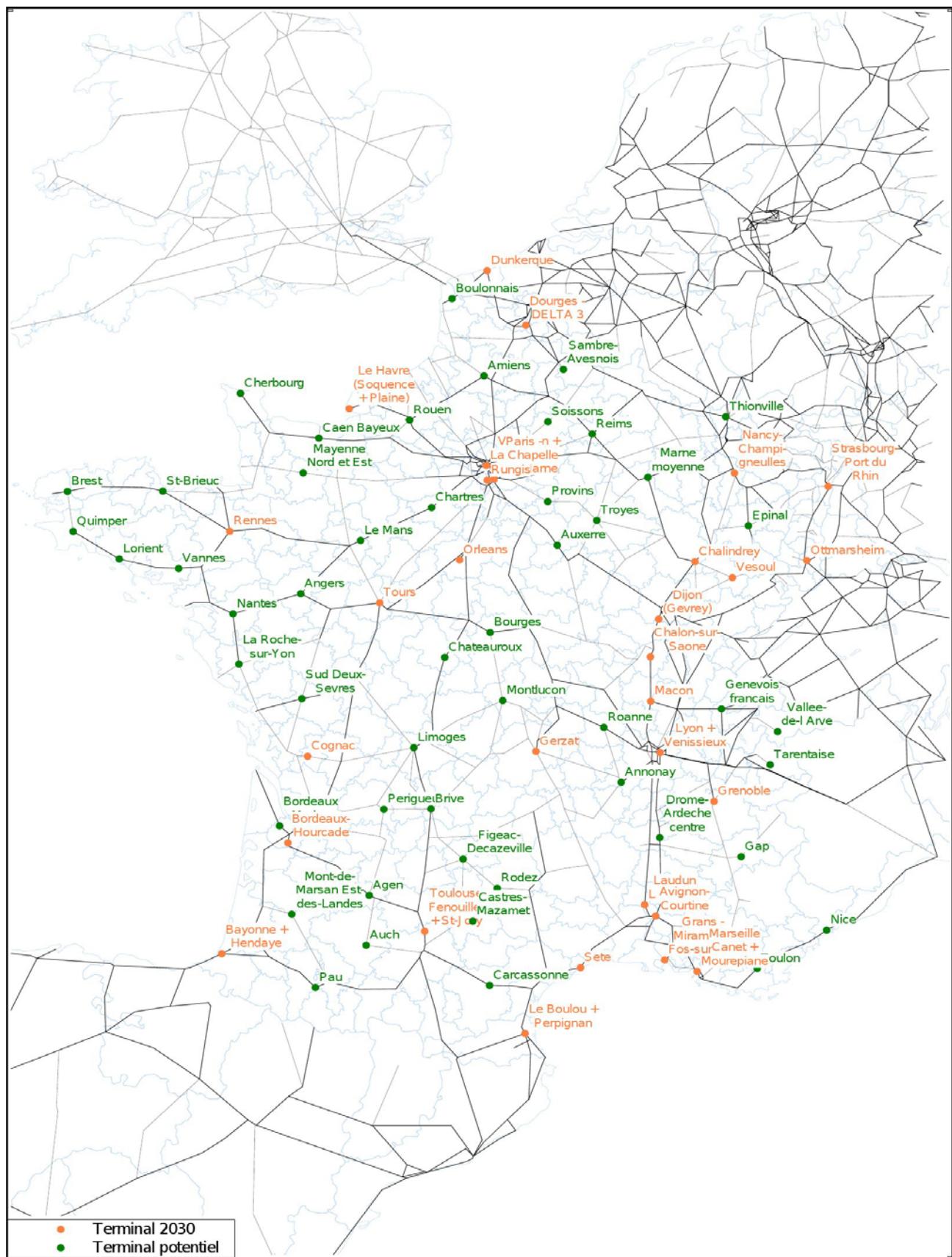
La localisation des sites potentiels identifiés sur la base de la méthode décrite ci-dessous est présentée dans les pages suivantes.

Affectation du potentiel de trafic de transport combiné sur le réseau ferroviaire en 2030



Il convient de préciser que les flux de la carte précédente représentent l'ensemble du trafic routier supposé intégralement reporté vers le transport combiné ferroviaire. Cette hypothèse, peu réaliste, permet toutefois d'identifier des sites potentiels.

Localisation des terminaux de transport combiné ferroviaire potentiels en 2030



4.3 Test scénario « 39 terminaux 2010 + 50 meilleurs sites potentiels »

Le tableau ci-après présente le résultat du test effectué avec une liste de terminaux de transport combiné ferroviaire comprenant l'ensemble des terminaux 2010 ainsi que les 50 meilleurs sites potentiels (nom composé de l'identifiant et du nom de la zone d'emploi).

Rang	Nom du terminal	Trafic MODEV 2030 Flux > 6500 UTI/an (UTI)	Coût transbordement /UTI (€)	Ecart / scénario 2030 référence		Distance moyenne d'accès (Km)
				Trafic MODEV (UTI)	Coût (€)	
1	Noisy-le-Sec	339 150	25,4	-9 310	-2,7 %	0,1
2	Zone 57 Rouen	239 980	31,5	/	/	35
3	Le Boulou	232 690	33,9	-17 920	-7,2 %	0,0
4	Valenton	230 130	32,1	-53 930	-19,0 %	0,5
5	Paris - La Chapelle	225 670	33,0	-240	-0,1 %	0,0
6	Ottmarsheim	212 490	32,7	-340	-0,2 %	0,0
7	Marseille - Canet	211 140	32,8	-14 350	-6,4 %	0,6
8	Dourges - DELTA 3	195 850	19,8	-86 340	-30,6 %	2,1
9	Toulouse - Fenouillet	192 550	35,5	-54 830	-22,2 %	0,7
10	Lyon - PEH	181 740	26,9	-23 540	-11,5 %	0,4
11	Cognac	164 470	32,9	-25 870	-13,6 %	0,0
12	Avignon - Courtine	132 090	38,5	-10 950	-7,7 %	0,5
13	Toulouse - Saint Jory	128 370	34,0	-36 550	-22,2 %	1,1
14	Le Havre (Soquene)	109 280	34,0	-257 780	-70,2 %	2,6
15	Gerzat	83 470	36,1	-17 370	-17,2 %	0,3
16	Bordeaux - Hourcade	77 410	36,1	-37 600	-32,7 %	2,5
17	Marseille - Mourepiane	74 180	36,7	-5 050	-6,4 %	1,1
18	Perpignan - Saint Charles	65 630	31,6	-5 050	-7,1 %	0,3
19	Strasbourg - Port du Rhin	62 330	39,5	-10 840	-14,8 %	2,4
20	Grans - Miramas (Clésud)	41 490	29,3	10	0,0 %	0,0
21	Sète	38 610	40,1	-14 490	-27,3 %	1,4
22	Orléans	36 870	44,9	-5 600	-13,2 %	2,4
23	Zone 227 Pau	28 030	44,5	/	/	34
24	Chalon-sur-Saône	25 540	31,3	-120	-0,5 %	0,1
25	Bayonne - Mouguerre	24 990	51,1	-21 710	-46,5 %	16,1
26	Le Havre (Plaine)	23 990	41,5	-56 580	-70,2 %	4,8
27	Zone 70 Châteauroux	22 720	50,5	/	/	33
28	Venissieux	22 460	51,1	-2 910	-11,5 %	3,1
29	Mâcon	21 600	34,3	-2 070	-8,7 %	2,1
30	Bonneuil-sur-Marne	20 010	35,4	-4 690	-19,0 %	6,3
31	Laudun L'Ardoise	18 970	53,9	-3 650	-16,1 %	3,1
32	Grenoble	13 050	69,7	-1 410	-9,8 %	5,1
33	Dijon (Gevrey)	12 730	71,4	-4 940	-28,0 %	14,5
34	Rennes	12 070	75,0	-7 960	-39,7 %	19,3
35	Dunkerque	11 990	75,0	-480	-3,8 %	1,8
36	Zone 142 Epinal	6 820	112,1	/	/	56
37	Zone 170 Nantes	6 390	117,8	/	/	25
38	Nancy-Champigneulles	5 560	135,5	-23 540	-80,9 %	92,0
39	Vesoul	4 860	185,5	-8 150	-62,6 %	105,4
40	Zone 300 Montluçon	4 680	146,9	/	/	39
41	Fos sur Mer - Gravelœuf	4 610	150,6	0	0,0 %	0,0
42	Hendaye	4 410	78,0	-3 830	-46,5 %	22,1
43	Zone 290 Drôme-Ardèche centre	4 410	158,1	/	/	31
44	Zone 130 Thionville	3 490	196,6	/	/	39
45	Zone 259 Limoges	2 830	231,2	/	/	76
46	Zone 270 Genevois Français	1 670	401,7	/	/	82
47	Zone 173 Angers	1 640	401,7	/	/	44
48	Zone 231 Bordeaux-Médoc	990	713,4	/	/	36
49	Zone 28 Reims	910	713,4	/	/	71
50	Zone 33 Troyes	790	888,7	/	/	55
51	Tours	190	3 519,0	-64 920	-99,7 %	3 480,1
52	Zone 309 Carcassonne	190	3 519,0	/	/	27
53	Zone 179 Le Mans	130	3 519,0	/	/	33
54	Zone 22 Provins	90	0,0	/	/	71
55	Zone 282 Tarentaise	80	0,0	/	/	35
56	Zone 35 Amiens	40	0,0	/	/	30
57	Zone 334 Toulon	40	0,0	/	/	39
58	Zone 88 Cherbourg	20	0,0	/	/	103
59	Zone 85 Caen Bayeux	10	0,0	/	/	87
60	Chalindrey	0	0,0	-2 250	-100 %	-107,3
61	Rungis	0	0,0	/	/	/
62	Zone 214 Sud Deux-Sèvres	0	0,0	/	/	/
63	Zone 326 Nice	0	0,0	/	/	/
64	Zone 190 Brest	0	0,0	/	/	/
65	Zone 224 Agen	0	0,0	/	/	/
66	Zone 189 Saint-Brieuc	0	0,0	/	/	/
67	Zone 202 Lorient	0	0,0	/	/	/
68	Zone 192 Quimper	0	0,0	/	/	/
69	Zone 120 Sambre-Avesnois	0	0,0	/	/	/
70	Zone 31 Marne Moyenne	0	0,0	/	/	/
71	Zone 126 Boulonnais	0	0,0	/	/	/
72	Zone 218 Périgueux	0	0,0	/	/	/
73	Zone 182 La Roche-sur-Yon	0	0,0	/	/	/
74	Zone 237 Mont-de-Marsan-Est-des-Landes	0	0,0	/	/	/
75	Zone 266 Roanne	0	0,0	/	/	/
76	Zone 66 Chartres	0	0,0	/	/	/
77	Zone 178 Mayenne Nord et Est	0	0,0	/	/	/
78	Zone 97 Auxerre	0	0,0	/	/	/
79	Zone 263 Brive	0	0,0	/	/	/
80	Zone 272 Vallée-de-l'Arve	0	0,0	/	/	/
81	Zone 201 Vannes	0	0,0	/	/	/
82	Zone 323 Gap	0	0,0	/	/	/
83	Zone 244 Rodez	0	0,0	/	/	/
84	Zone 38 Soissons	0	0,0	/	/	/
85	Zone 285 Annonay	0	0,0	/	/	/
86	Zone 246 Auch	0	0,0	/	/	/
87	Zone 62 Bourges	0	0,0	/	/	/
88	Zone 245 Castres-Mazamet	0	0,0	/	/	/
89	Zone 248 Figeac-Decazeville	0	0,0	/	/	/
Total		3 588 590	36,0	-571 200	-14 %	31

Trafics fret réalisés (T) en transport combiné ferroviaire dans le scénario « terminaux 2010 + 50 meilleurs sites potentiels » selon le type de flux

Relation	Flux total (1000t/an)	Flux< 6500 UTI (1000t/an)	Flux optimisé (1 000 t/an)	Flux optimisé %	Variation / ref 2030 (flux optimisé 1000 t /an)	Tx variation / ref 2030
Interne (France)	20 861	12 274	8 587	21 %	-2 066	-19 %
Echange (France-Etranger)	11 797	0	11 797	29 %	-225	-2 %
Transit (Etranger-Etranger)	19 724	0	19 724	49 %	8	0 %
Total	52 382	12 274	40 108	100 %	-2 283	-5 %

Trafics fret (T) correspondant au scénario « terminaux 2010 + 50 meilleurs sites potentiels » selon le mode de transport

Mode	Flux total (1000t/an)	Flux< 6500 UTI (1000t/an)	Flux optimisé (1000 t/an)	Part modale flux optimisé	Variation / ref 2030 (flux optimisé 1 000 t/an)	Tx variation / ref 2030
Route	2 887 561	12 274	2 899 835	91.3 %	2 127	0.1 %
Fer conventionnel	175 419	0	175 419	5.5 %	160	0.1 %
Voies navigables	62 526	0	62 526	2.0 %	-6	0.0 %
Transport combiné ferroviaire	52 382	-12 274	40 108	1.3 %	-2 283	-5.4 %
Total	3 177 888	0	3 177 888	100.0 %		

Trafics fret (TKm) correspondant au scénario « terminaux 2010 + 50 meilleurs sites potentiels » selon le mode de transport

Mode	Flux total (millions tkm/an)	Flux< 6500 UTI (millions tkm/an)	Flux optimisé (millions tkm/an)	Part modale flux optimisé	Variation / ref 2030 (flux optimisé millions tkm /an)	Tx variation / ref 2030
Route	424 979	8 396	433 375	81.4 %	1 332	0.3 %
Fer conventionnel	63 151	0	63 151	11.9 %	-34	-0.1 %
Voies navigables	7 234	0	7 234	1.4 %	-2	0.0 %
Transport combiné ferroviaire	37 236	-8 396	28 840	5.4 %	-1 294	-4.3 %
Total	532 600	0	532 600	100.0 %		

Il est rappelé que le trafic de transport combiné ferroviaire présenté dans les 4 scénarii est le résultat du choix modal qui prend en compte les modifications de niveau de service (temps, coût, prix) des 4 modes de transport modélisé dans MODEV (route, fer conventionnel, Transport combiné ferroviaire, fluvial)

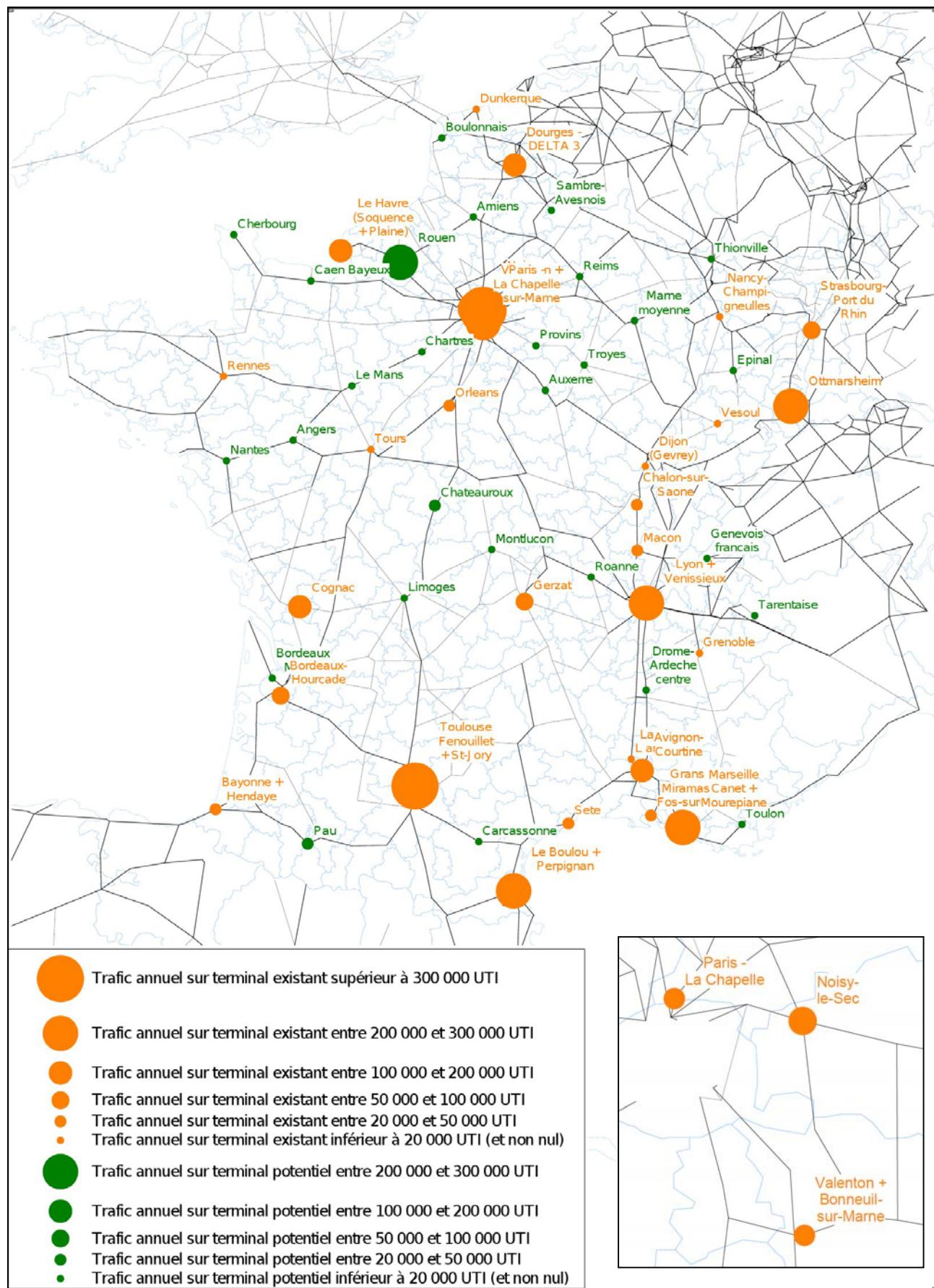
Ce test met en évidence plusieurs résultats :

- Avec 89 terminaux le trafic total reste identique à celui obtenu avec 39 terminaux. Mais dans cette configuration le volume des petits flux augmente et représente 59 % du trafic intérieur.
- Après optimisation des flux, le nombre d'UTI traité évolue à la baisse (-14 %), témoignant d'un éclatement des trafics sur un nombre plus important de terminaux qui diminuerait la compétitivité globale du TCF ;
- La baisse du trafic optimisé représente 2,3 MT soit 5,4 % du trafic optimisé TCF 2030 et 1 294 MTKm soit 4,3 % du trafic optimisé en TKm.
- Par conséquent, l'ajout des 50 sites potentiels fait décroître le trafic sur les terminaux existant en situation de référence 2030 : les terminaux potentiels captent une partie des trafics des terminaux existants. Par exemple, le trafic du terminal de Dourges diminue d'environ 30 % ;
- Ces modifications entraînent une modification à la marge de la hiérarchie des terminaux en terme de trafic : le terminal du Havre Soquence passe de la 1^{ère} à la 14^{ème} place supplanté par Rouen;
- Seuls 3 terminaux potentiels entrent dans les 30 premiers terminaux : **Rouen**, classé à la 2^{ème} place avec un trafic d'environ 240 000 UTI / an, **Pau**, en 23^{ème} position avec un trafic d'environ 28 000 UTI / an et **Châteauroux** en 27^{ème} position avec 23 000 UTI / an.
- 2 autres terminaux potentiels entrent dans le palmarès des 39 meilleurs terminaux : **Epinal** (36^{ème}) et **Nantes** (37^{ème}) ;
- 27 terminaux ont un coût unitaire de transbordement inférieur ou égal à 50 € et totalisent 95 % de la demande. Le coût moyen de transbordement est de 36 €/UTI, et est supérieur à celui du scénario avec 39 terminaux (32,6 €/UTI).
- 30 terminaux ne captent aucun de trafic : il s'agit pour la quasi-totalité d'emplacements potentiels issus de l'analyse de la demande routière à l'exception des terminaux de Rungis et de Chalindrey ;
- Les 50 sites potentiels représentent un trafic total de 325 950 UTI /an, soit 9 % du trafic total sur l'ensemble des terminaux français.

Certains résultats comme celui concernant le terminal de Rungis doivent être analysés avec précaution dans la mesure où ils résultent a priori d'un report de flux sur des terminaux très proches (terminaux de Valenton et de Bonneuil sur Marne dans ce cas là) pour lequel les paramètres liés au réseau peuvent jouer (longueur des connecteurs, distances ferroviaires) sachant que l'affectation ferroviaire est réalisée au chemin le plus rapide.

Les parts des différents modes issues du choix modal évoluent peu par rapport à la situation de référence 2030. Le trafic TCF décroît en tonnage (approximativement -5,4 %) et sa part modale demeure quasi identique en tonne et en TKm (5,7 % en situation de référence contre 5,4 % à l'issue de ce test pour les TKm, et 1,3 % en référence comme en test pour les tonnes).

Trafic annuel en UTI par terminal de transport combiné ferroviaire (scenario 2030 – 89 terminaux)



4.4 Test du scénario « 30 meilleurs terminaux » du test précédent

Les 30 terminaux recueillant les trafics les plus élevés parmi les 89 précédents ont été conservées pour ce test.

Rang	Nom du terminal	Trafic MODEV 2030 Flux > 6500 UTI/an (UTI)	Coût/UTI (€)	Ecart / scénario 2030 référence			Distance moyenne d'accès (km)
				Trafic MODEV (UTI)	%	Coût (€)	
1	Dourges - DELTA 3	397 760	16.2	115 570	41.0 %	-1.5	48
2	Noisy-le-Sec	363 580	25.3	15 120	4.3 %	0.0	20
3	Valenton	318 520	31.3	34 460	12.1 %	-0.3	37
4	Toulouse - Fenouillet	269 720	34.6	22 340	9.0 %	-0.3	60
5	Le Boulou	265 350	33.8	14 740	5.9 %	-0.1	40
6	Zone 57 Rouen	260 570	31.8	/	/	/	35
7	Lyon - PEH	243 030	26.1	37 750	18.4 %	-0.4	22
8	Marseille - Canet	230 990	32.1	5 500	2.4 %	-0.1	16
9	Ottmarsheim	225 910	32.1	13 080	6.1 %	-0.5	34
10	Paris - La Chapelle	225 880	33.0	-30	0.0 %	0.0	8
11	Avignon - Courtine	224 810	36.0	81 770	57.2 %	-2.0	33
12	Cognac	201 840	32.3	11 500	6.0 %	-0.6	63
13	Toulouse - Saint Jory	179 810	32.0	14 890	9.0 %	-0.9	60
14	Le Havre (Soquence)	160 550	33.4	-206 510	-56.3 %	2.1	64
15	Strasbourg - Port du Rhin	144 760	32.9	71 590	97.8 %	-4.1	79
16	Bordeaux - Hourcade	128 130	34.0	13 120	11.4 %	0.4	41
17	Orléans	106 670	34.5	64 200	151.2 %	-7.9	76
18	Gerzat	105 290	35.5	4 450	4.4 %	-0.3	37
19	Marseille - Mourepiane	81 160	36.0	1 930	2.4 %	0.5	16
20	Perpignan - Saint Charles	74 840	30.2	4 160	5.9 %	-1.1	40
21	Grans - Miramas (Clésud)	55 930	27.6	14 450	34.8 %	-1.7	37
22	Sète	54 120	38.4	1 020	1.9 %	-0.4	51
23	Chalon-sur-Saône	44 340	24.5	18 680	72.8 %	-6.6	52
24	Le Havre (Plaine)	35 240	39.6	-45 330	-56.3 %	3.0	64
25	Venissieux	30 040	51.2	4 670	18.4 %	3.2	22
26	Bayonne - Mouguerre	29 550	44.9	-17 150	-36.7 %	9.9	69
27	Zone 227 Pau	28 160	44.5	/	/	/	34
28	Bonneuil-sur-Marne	27 700	27.4	3 000	12.1 %	-1.6	37
29	Mâcon	26 470	31.5	2 800	11.8 %	-0.7	63
30	Zone 70 Châteauroux	23 240	49.9	/	/	/	34
	Total	4 563 960	30.9	404 170	10 %		40

Le tableau suivant présente les trafics du scénario « 2030 référence » pour les terminaux de ce scénario qui ne figurent plus dans le scénario « 30 meilleurs terminaux » :

Nom du terminal	Trafic MODEV 2030 (UTI)	Coût/UTI (€)
Tours	65 110	38.9
Nancy-Champigneulles	29 100	43.5
Laudun L'Ardoise	22 620	50.8
Rennes	20 030	55.7
Dijon (Gevrey)	17 670	56.9
Grenoble	14 460	64.6
Vesoul	13 010	80.2
Dunkerque	12 470	73.1
Hendaye	8 240	55.8
Fos sur Mer - Graveleau	4 610	150.6
Chalindrey	2 250	107.3
Total	209 570	

Trafics fret (T) correspondant au scénario « 30 meilleurs terminaux » selon le type de flux

Relation	Flux total (1 000 t/an)	Flux< 6 500 UTI (1 000 t/an)	Flux optimisé (1000t/an)	Flux optimisé %	Variation / ref 2030 (flux optimisé 1 000 t/an)	Tx variation / ref 2030
Interne (France)	21 504	9 296	12 208	28 %	1 555	15 %
Echange (France-Etranger)	12 096	0	12 096	27 %	74	1 %
Transit (Etranger-Etranger)	19 709	0	19 709	45 %	-8	0 %
Total	53 309	9 296	44 013	100 %	1 622	4 %

Trafics fret (T) correspondant au scénario « 30 meilleurs terminaux » selon le mode de transport

Mode	Flux total (1 000 t/an)	Flux< 6 500 UTI (1 000 t/an)	Flux optimisé (1 000 t/an)	Part modale flux optimisé	Variation / ref 2030 (flux optimisé 1 000 t/an)	Tx variation / ref 2030
Route	2 886 787	9 296	2 896 083	91.1 %	-1 625	-0.1 %
Fer conventionnel	175 256		175 256	5.5 %	-3	0.0 %
Voies navigables	62 532		62 532	2.0 %	0	0.0 %
Transport combiné ferroviaire	53 309	-9 296	44 013	1.4 %	1 622	3.8 %
Total	3 177 885	0	3 177 885	100.0 %		

Trafics fret (TKm) correspondant au scénario « 30 meilleurs terminaux » selon le mode de transport

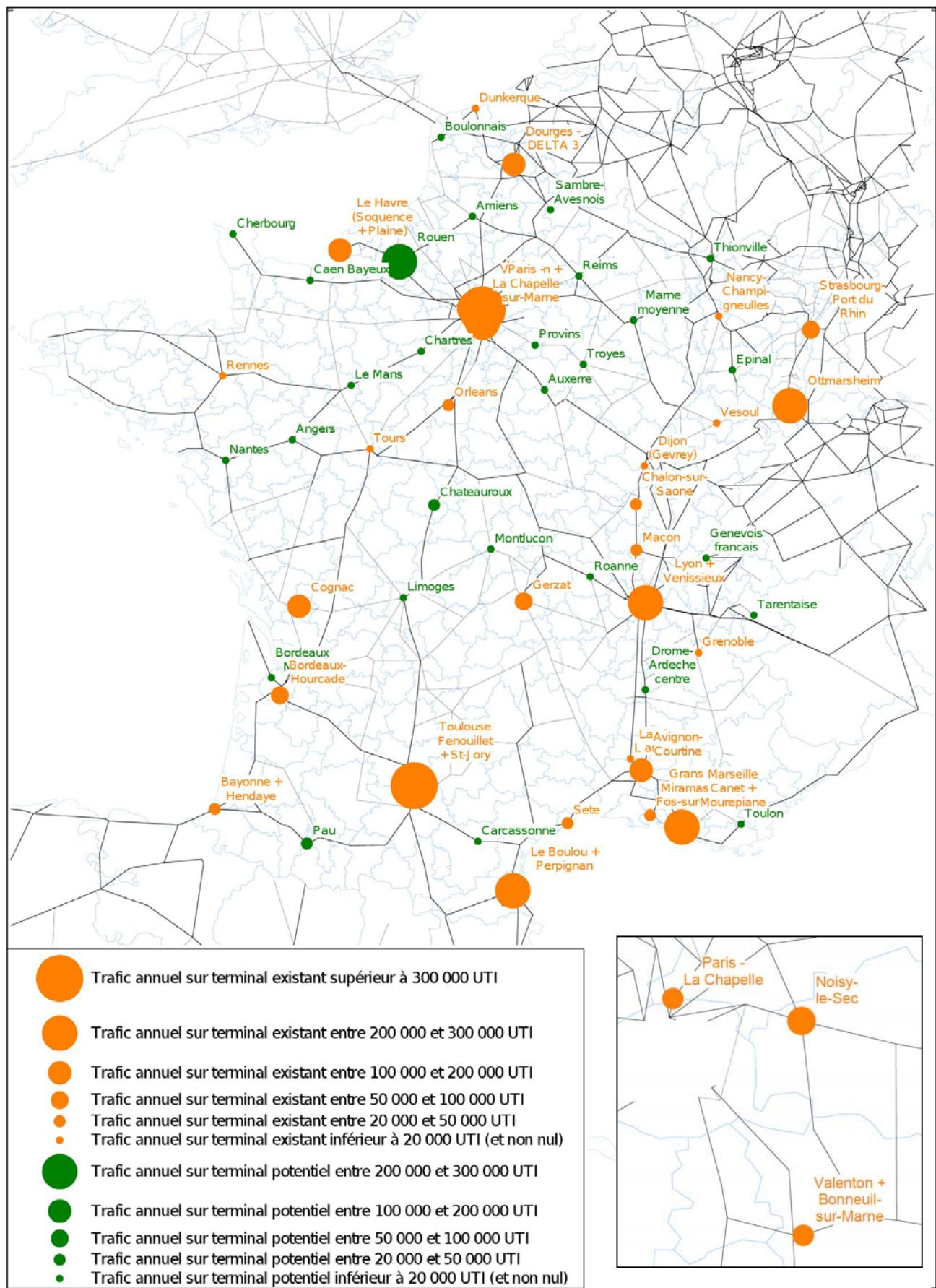
Mode	Flux total (millions tkm/an)	Flux< 6 500 UTI (millions tkm/an)	Flux optimisé (millions tkm/an)	Part modale flux optimisé	Variation / ref 2030 (Flux optimisé millions tkm /an)	Tx variation / ref 2030
Route	425 405	6 040	431 445	81.0 %	-597	-0.3 %
Fer conventionnel	63 112	0	63 112	11.9 %	-73	-0.1 %
Voies navigables	7 235	0	7 235	1.4 %	0	0.0 %
Transport combiné ferroviaire	36 840	-6 040	30 800	5.8 %	665	2.2 %
Total	532 592	0	532 592	100.0 %		

L'analyse des résultats de ce test met en lumière plusieurs éléments remarquables :

- Le volume total de transport combiné diminue de 185 kT par rapport à la situation de référence 2030 avec 39 terminaux mais le volume des flux inférieurs à 6 500 UTI/an diminuent aussi de 1 807 kT, le volume des flux optimisés augmente de 1 600 kT soit une hausse de 3.8 % par rapport au trafic de référence optimisé 2030 en tonnes et 2,2 % en TKm. Les flux internes augmentent de 28 % par rapport à la situation de référence.
- Le nombre total d'UTI des flux supérieurs à 6 500 UTI/an croît de manière significative (+10 %) par rapport au scénario référence 2030. La concentration de l'offre de transport engendre une diminution des coûts unitaires et se traduit par une augmentation de la compétitivité des terminaux de TCF ;
- La quasi-totalité des terminaux à l'exception de celui de Vénissieux présente des coûts unitaires de transbordement inférieurs à 50 €/UTI et 20 % des terminaux ont un coût unitaire inférieur ou égal à 30 €/UTI. Ce phénomène est tout à fait cohérent dans la mesure où la demande est répartie sur les terminaux les plus performants dont les coûts unitaires sont les plus bas. Le coût moyen de transbordement est de 30,9 €/UTI, inférieur à celui de la situation de référence 2030.
- Les 3 terminaux potentiels que sont Rouen, Pau et Châteauroux, qui ont été intégrés dans ce scénario, totalisent un trafic de 312 000 UTI /an, soit 7 % du trafic total sur les terminaux français. Rouen arrive au 6^{ème} rang avec près de 261 000 UTI/an.
- Le filtrage permettant d'éliminer les flux entre terminaux TCF de moins de 6 500 UTI pleines entraîne l'élimination de 43 % du trafic intérieur en volume d'UTI. Ce chiffre, en diminution par rapport au scénario 2030 référence, s'explique par un nombre de terminaux moins important.

La suppression du terminal de Fos sur Mer - Graveleau est lié au fait que dans MODEV le trafic maritime 2030 du Port Autonome de Marseille est entièrement affecté au site du port de Marseille. En conséquence le terminal de Marseille - Canet modélise l'ensemble du trafic de transport combiné ferroviaire associé aux ports de Marseille et de Fos et au fret des zones d'emplois de Marseille et de Fos sur Mer. La distinction du trafic entre les 2 sites nécessiterait une estimation plus détaillée des trafics 2030 distinguant les trafics des ports de Marseille et de Fos sur Mer.

Trafic annuel en UTI par terminal de transport combiné ferroviaire (scenario 2030 - 30 terminaux)



4.5 Test du scénario « 20 meilleurs terminaux » du test précédent :

Les 20 terminaux recueillant les trafics les plus élevés parmi les 30 précédents ont été conservés pour ce test. Le tableau suivant en présente les résultats :

Rang	Nom du terminal	Trafic MODEV 2030 Flux > 6 500 UTI/an (UTI)	Coût / UTI (€)	Ecart / scénario 2030 référence			Distance moyenne d'accès (km)	Ecart / distance d'accès ref 2030 (km)
				Trafic MODEV (UTI)	Coût (€)			
1	Dourges - DELTA 3	463 220	15.8	181 030	64.2 %	-1.9	48	6
2	Lyon - PEH	441 160	25.1	235 880	114.9 %	-1.4	53	41
3	Noisy-le-Sec	424 090	24.9	75 630	21.7 %	-0.4	20	-1
4	Valenton	408 800	31.0	124 740	43.9 %	-0.7	39	6
5	Marseille - Canet	338 150	31.5	112 660	50.0 %	-0.7	26	10
6	Avignon - Courtine	319 880	35.0	176 840	123.6 %	-3.0	48	23
7	Toulouse - Fenouillet	290 080	34.7	42 700	17.3 %	-0.1	60	0
8	Zone 57 Rouen	285 550	31.7	/	/	/	35	/
9	Le Boulou	283 830	33.7	33 220	13.3 %	-0.3	44	4
10	Ottmarsheim	231 760	32.0	18 930	8.9 %	-0.7	38	7
11	Paris - La Chapelle	225 360	33.0	-550	-0.2 %	0.0	8	0
12	Le Havre	224 450	32.1	-142 610	-38.9 %	0.7	70	-1
13	Cognac	216 950	32.4	26 610	14.0 %	-0.5	66	14
14	Bordeaux - Hourcade	215 870	32.5	100 860	87.7 %	-1.1	71	29
15	Toulouse - Saint Jory	193 380	32.6	28 460	17.3 %	-0.3	60	0
16	Strasbourg - Port du Rhin	164 340	33.0	91 170	124.6 %	-4.1	77	37
17	Orléans	130 150	34.3	87 680	206.5 %	-8.1	92	48
18	Marseille - Mourepiane	118 810	33.2	39 580	50.0 %	-2.3	26	10
19	Gerzat	117 720	35.0	16 880	16.7 %	-0.8	38	0
20	Perpignan - Saint Charles	80 060	30.4	9 380	13.3 %	-0.9	44	4
	Total	5 173 610	30.0	1 013 820	24 %		46	6

Le tableau suivant présente les trafics du scénario « 2030 référence » pour les terminaux de ce scénario qui ne figurent plus dans le scénario « 20 meilleurs terminaux » :

Nom du terminal	Trafic MODEV 2002 Flux > 6500 UTI/an		Trafic MODEV 2030 Flux > 6500 UTI/an (UTI)	Coût / UTI (€)
	Trafic UTI/an	Coût		
Le Havre (Plaine)	22 518	42.7	80 570	36.6
Tours	1 574	401.7	65 110	38.9
Sète	1 726	283.6	53 100	38.7
Bayonne - Mouguerre	27 020	48.1	46 700	35.0
Grans - Miramas (Clésud)	6 336	68.4	41 480	29.3
Nancy-Champigneulles	3 805	179.0	29 100	43.5
Chalon-sur-Saône	6 404	86.4	25 660	31.1
Venissieux	6 270	119.9	25 370	48.0
Bonneuil-sur-Marne	4 552	122.6	24 700	29.0
Mâcon	6 388	55.6	23 670	32.2
Laudun L'Ardoise	693	888.7	22 620	50.8
Rennes	8 455	92.5	20 030	55.7
Dijon (Gevrey)	5 135	144.3	17 670	56.9
Grenoble	2 518	262.5	14 460	64.6
Vesoul	2 818	325.2	13 010	80.2
Dunkerque	6 357	117.8	12 470	73.1
Hendaye	4 768	73.7	8 240	55.8
Fos sur Mer - Graveleau	704	911.2	4 610	150.6
Chalindrey	344	583.7	2 250	107.3
Total	957 962		530 820	

Le tableau suivant présente la matrice selon les différents types de flux :

Trafics fret réalisés (T) en transport combiné ferroviaire à l'horizon 2030 dans le scénario « 20 meilleurs terminaux » selon le type de flux

Relation	Flux total (1000t/an)	Flux< 6 500 UTI (1 000 t/an)	Flux optimisé (1000t/an)	%	Variation / ref 2030 (flux optimisé 1000t/an)	Tx variation / ref 2030
Interne (France)	21 383	6383	15 000	32 %	4 348	41 %
Echange (France-Etranger)	11 986	0	11 986	26 %	-36	0 %
Transit (Etranger-Etranger)	19 693	0	19 693	42 %	-23	0 %
Total	53 062	6383	46 679	100 %	4 288	10 %

Les parts des différents modes issues du choix modal n'évoluent pas par rapport au test précédent, tout comme le trafic traité par le transport combiné ferroviaire. Le tonnage en transport combiné ferroviaire est en hausse de 10 % par rapport au scénario de référence.

Trafics fret (T) correspondant au scénario « 20 meilleurs terminaux » selon le mode de transport

Mode	Flux total (1 000 t/an)	Flux< 6500 UTI (1 000 t/an)	Flux optimisé (1 000 t/an)	Part modale	Variation / ref 2030 (flux optimisé 1 000 t/an)	Tx variation / ref 2030
Route	2 886 996	6 383	2 893 379	91.0 %	-4 328	-0.1 %
Fer conventionnel	175 288	0	175 288	5.5 %	28	0.0 %
Voies navigables	62 538	0	62 538	2.0 %	7	0.0 %
Transport combiné ferroviaire	53 062	-6 383	46 679	1.5 %	4 288	10.1 %
Total	3 177 885	0	3 177 885	100.0 %	-5	

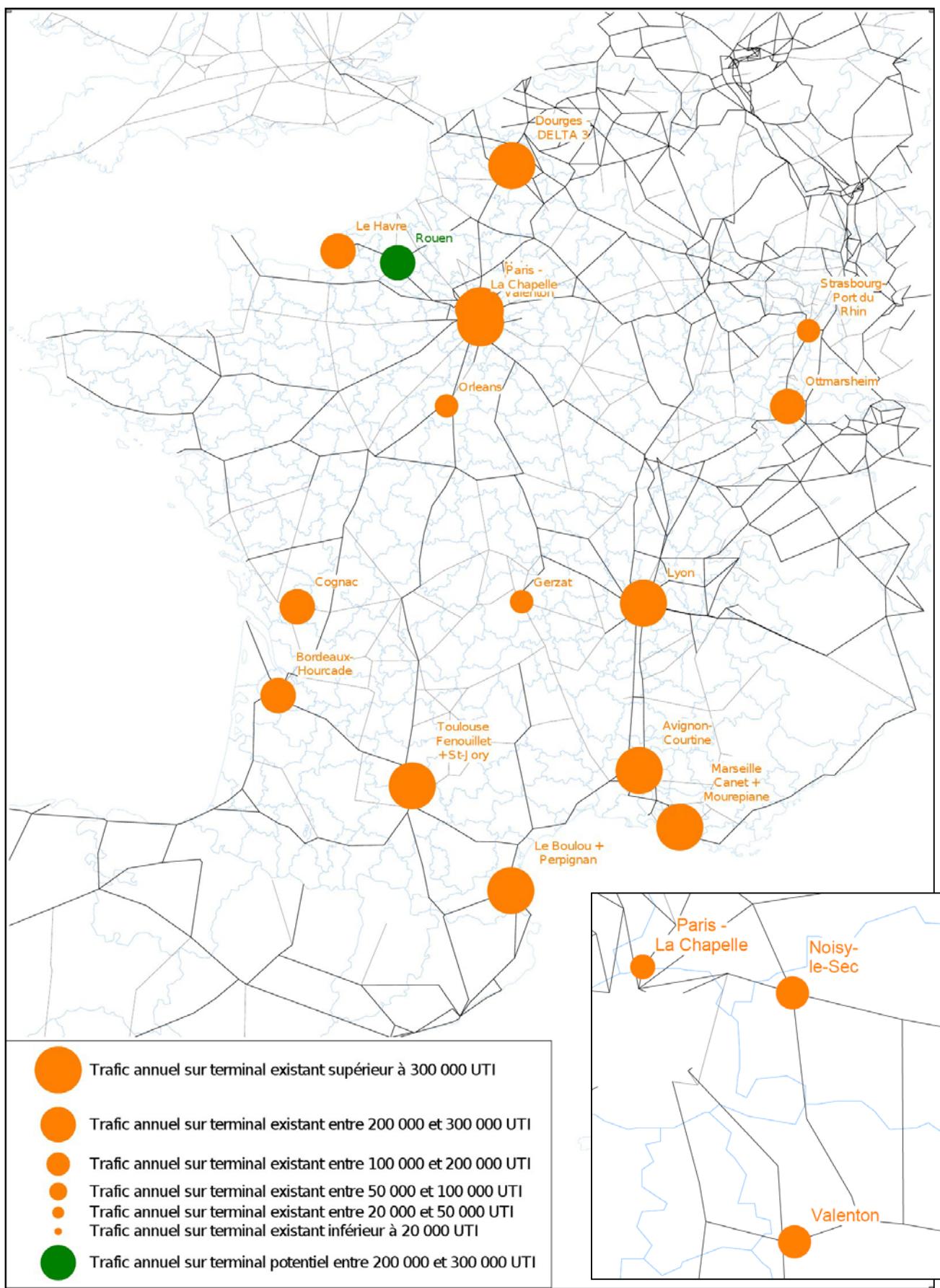
Trafics fret (TKm) correspondant au scénario « 20 meilleurs terminaux » selon le mode de transport

Mode	Flux total (millions tkm/an)	Flux< 6500 UTI (millions tkm/an)	Flux optimisé (millions tkm/an)	Part modale flux optimisé	Variation / ref 2030 (Flux optimisé millions tkm /an)	Tx variation / ref 2030
Route	426 417	-3 963	430 380	80.8 %	-1 663	-0.7 %
Fer conventionnel	63 095	0	63 095	11.8 %	-89	-0.1 %
Voies navigables	7 238	0	7 238	1.4 %	3	0.0 %
Transport combiné ferroviaire	35 874	3 963	31 911	6.0 %	1 776	5.9 %
Total	532 624	0	532 624	100.0 %		

Faits remarquables :

- En premier lieu, une augmentation de 24 % du trafic optimisé sur les terminaux exprimé en UTI par rapport au scénario référence, témoignant semble-t-il là encore d'un gain de compétitivité lié à la concentration des trafics sur les terminaux plus attractifs ;
- Ensuite, les coûts unitaires de transbordement ayant diminué, aucun terminal ne présente un coût excédant 40 €/UTI. Le coût moyen de transbordement est de 30 €/UTI
- La zone d'achalandage de certains terminaux augmente sensiblement par rapport à la situation de référence 2030. Par exemple la distance moyenne d'accès de Lyon – Port Edouard Herriot passe de 12 à 53 Km. La distance moyenne d'accès pondérée par le tonnage passe de 40 km dans le scénario référence 2030 à 46 km dans le scénario « 20 meilleurs terminaux ».
- La hausse du trafic représente 4,3 MT soit 10.1 % du trafic TCF 2030 en tonnes et 1,8 Mds TKm soit 5,9 % du trafic TCF 2030 en TKm. Elle concerne principalement les flux internes, les flux d'échange restant constant;
- Le terminal de Dourges est désormais placé en première position devant celui du Port Edouard Herriot à Lyon;
- Le terminal de Rouen classé en 8ème position constitue le seul site issu de l'analyse de la localisation potentielle.
- L'optimisation des flux éliminant les OD entre terminaux TCF français de moins de 6 500 UTI pleines entraîne l'élimination de 30 % du trafic intérieur en nombre d'UTI. Ce chiffre est en diminution par rapport au scénario « 30 meilleurs terminaux » en raison de la concentration des flux sur un nombre de terminaux moins important. Le volume total de transport combiné avant cette optimisation décroît de 432 KT (-1 %) et de 1 774 MTKm (-5 %)

Trafic annuel en UTI par terminal de transport combiné ferroviaire (scenario 2030 - 20 terminaux)



4.6 Test du scénario « 10 meilleurs terminaux »

Afin d'évaluer le trafic global avec 10 terminaux, une liste de 10 terminaux a été déterminée en choisissant leur localisation de manière à garantir la couverture spatiale la plus homogène du territoire français. Le but est d'étudier l'influence d'une importante massification des flux.

Le tableau suivant présente la liste des 10 sites retenus ainsi que les résultats les concernant:

Rang	Nom du terminal	Trafic MODEV 2030 Flux > 6500 UTI/an (UTI)	Coût/ UTI (€)	Ecart / scénario 2030 référence		Distance moyenne d'accès (km)	Ecart / distance d'accès 2030 référence (km)
				Trafic MODEV (UTI)	Coût/UTI (€)		
1	Noisy-le-Sec	1 379 650	23.5	1 031 190	295.9 %	-1.9	49
2	Marseille	883 040	30.5	657 550	291.6 %	-1.7	54
3	Lyon - PEH	761 530	24.6	556 250	271.0 %	-1.9	91
4	Bordeaux - Hourcade	615 470	30.7	500 460	435.1 %	-2.9	120
5	Ottmarsheim	525 690	30.9	312 860	147.0 %	-1.8	90
6	Toulouse	521 190	33.9	273 810	110.7 %	-1.0	59
7	Dourges - DELTA 3	498 300	15.5	216 110	76.6 %	-2.2	51
8	Perpignan - Saint Charles	440 090	24.2	369 410	522.7 %	-7.1	61
9	Zone 57 Rouen	339 570	31.4	/	/	/	39
10	Le Havre	291 840	31.6	-75 220	-20.5 %	0.2	82
	Total	6 256 370	27.0	2 096 580	50 %		68

Le tableau suivant présente les trafics du scénario « 2030 référence » pour les 29 terminaux de ce scénario qui ne figurent plus dans le scénario « 10 meilleurs terminaux » :

Nom du terminal	2002		Trafic MODEV 2030 (UTI)	Coût/UTI (€)
	Trafic UTI	Coût		
Valenton	52 348	39.0	284 060	31.7
Le Boulou	68 358	35.9	250 610	33.9
Paris - La Chapelle	100 374	33.5	225 910	33.0
Cognac	150	3519.0	190 340	32.9
Toulouse - Saint Jory	680	986.2	164 920	32.9
Avignon - Courtine	82 805	41.7	143 040	38.0
Gerzat	452	1737.0	100 840	35.8
Le Havre (Plaine)	22 518	42.7	80 570	36.6
Marseille - Mourepiane	8 310	93.4	79 230	35.6
Strasbourg - Port du Rhin	24 453	47.9	73 170	37.0
Tours	1 574	401.7	65 110	38.9
Sète	1 726	283.6	53 100	38.7
Bayonne - Mouguerre	27 020	48.1	46 700	35.0
Orléans	718	888.7	42 470	42.5
Grans - Miramas (Clésud)	6 336	68.4	41 480	29.3
Nancy-Champigneulles	3 805	179.0	29 100	43.5
Chalon-sur-Saône	6 404	86.4	25 660	31.1
Venissieux	6 270	119.9	25 370	48.0
Bonneuil-sur-Marne	4 552	122.6	24 700	29.0
Mâcon	6 388	55.6	23 670	32.2
Laudun L'Ardoise	693	888.7	22 620	50.8
Rennes	8 455	92.5	20 030	55.7
Dijon (Gevrey)	5 135	144.3	17 670	56.9
Grenoble	2 518	262.5	14 460	64.6
Vesoul	2 818	325.2	13 010	80.2
Dunkerque	6 357	117.8	12 470	73.1
Hendaye	4 768	73.7	8 240	55.8
Fos sur Mer - Gravelleau	704	911.2	4 610	150.6
Chalindrey	344	583.7	2 250	107.3
Total	957 962		2 085 410	

**Trafics fret réalisés (T) en transport combiné ferroviaire à l'horizon 2030 dans le scénario
« 10 meilleurs terminaux » selon le type de flux**

Relation	Flux total (1000t/an)	Flux< 6500 UTI (1000t/an)	Flux optimisé (1000t/an)	%	Variation / ref 2030 optimisé (1000 t /an)	Tx variation / ref 2030
Interne (France)	21 097	1 775	19 322	38 %	8 670	81 %
Echange (France-Etranger)	11 937	0	11 937	23 %	-85	-1 %
Transit (Etranger-Etranger)	19 685	0	19 685	39 %	-31	0 %
Total	52 720	1 775	50 945	100 %	8 554	20 %

**Trafics fret (T) correspondant au scénario « 10 meilleurs terminaux »
selon le mode de transport**

Mode	Flux total (1000t/an)	Flux< 6500 UTI (1000t/an)	Flux optimisé (1000 t/an)	Part modale flux optimisé	Variation / Ref 2030 (flux optimisé 1000t /an)	Tx variation / ref 2030
Route	2 887 353	1 775	2 889 128	90.9 %	-8 580	-0.3 %
Fer conventionnel	175 284	0	175 284	5.5 %	24	0.0 %
Voies navigables	62 535	0	62 535	2.0 %	3	0.0 %
Transport combiné ferroviaire	52 720	-1 775	50 945	1.6 %	8 554	20.2 %
Total	3 177 891	0	3 177 891	100.0 %	2	

**Trafics fret (TKm) correspondant au scénario « 10 meilleurs terminaux »
selon le mode de transport (flux TCF de terminal français à terminal français supérieurs à 6500 UTI /an)**

Mode	Flux total (millions tkm/an)	Flux< 6500 UTI (millions tkm/an)	Flux optimisé (millions tkm/an)	Part modale flux optimisé	Variation / Ref 2030 optimisé (millions tkm /an)	Tx variation / ref 2030
Route	427 108	1 092	428 200	80.4 %	-3 843	-1.2 %
Fer conventionnel	63 227	0	63 227	11.9 %	43	0.1 %
Voies navigables	7 238	0	7 238	1.4 %	3	0.0 %
Transport combiné ferroviaire	35 091	-1 092	33 999	6.4 %	3 865	12.8 %
Total	532 664	0	532 664	100.0 %	67	

Par rapport au scénario de référence, la hausse de trafic optimisé en nombre d'UTI est de 50 %, de 20,2 % en tonnes et de 12,8 % en tonnes-km.

Les coûts unitaires baissent encore par rapport au scénario précédent, et le coût moyen de transbordement est de 27 €/UTI.

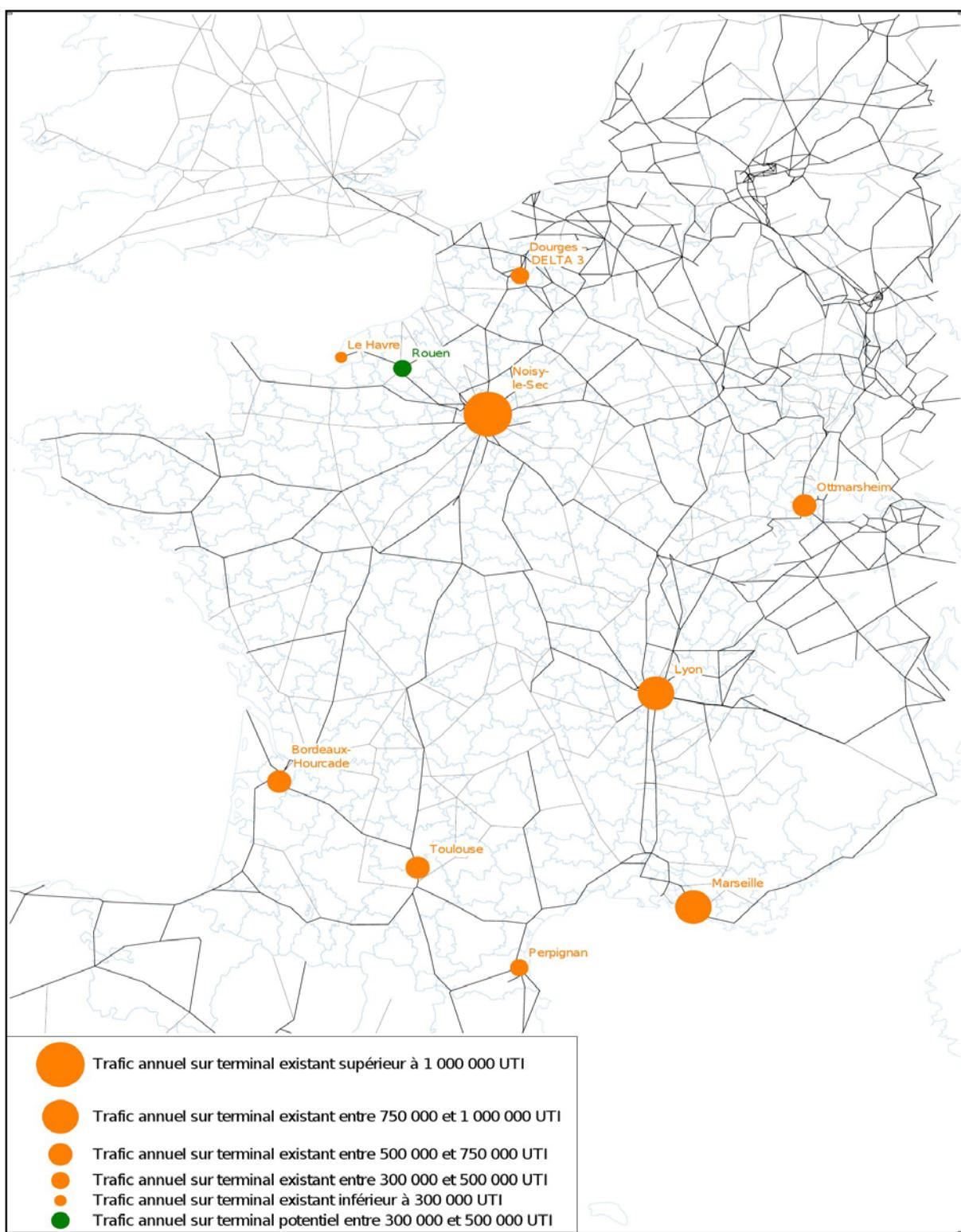
L'optimisation du trafic en éliminant les flux entre terminaux TCF français de moins de 6 500 UTI pleines entraîne une réduction de 8.5 % du trafic intérieur en volume d'UTI. Ce chiffre est en diminution par rapport au scénario « 20 meilleurs terminaux » en raison d'un nombre de terminaux moins important. L'écart important de cette valeur entre les deux scénarios explique en partie l'augmentation de trafic en UTI de 20 %. Le trafic total avant optimisation baisse de 7 % en Tkm et de 1.5 % en Tonne.

Le fait de ne conserver qu'un seul terminal en région parisienne a pour effet de faire du terminal de Noisy-le-Sec le terminal le plus fréquenté.

Les distances de rabattement augmentent très fortement en comparaison avec le scénario « 20 meilleurs terminaux » puisque l'on passe de 46 à 68 km. La distance de rabattement moyenne passe en particulier de 71 à 120 km pour le terminal de Bordeaux, en raison notamment du retrait de Cognac de la liste des terminaux.

Dans ce scénario le trafic de transport combiné optimisé, de 51 MT (34 GTKm), et le trafic total comprenant les flux inférieurs à 6 500 UIT/an, de 52,7 MT (35 GTKm), sont très proches du trafic total avant optimisation comprenant 39 terminaux, de 53,5 MT (37,6 GTKm), à l'horizon 2030. Il n'a pas été possible d'obtenir un trafic supérieur en supprimant un ou plusieurs terminaux et ce scénario semble être la situation « théoriquement » optimale.

Trafic annuel en UTI par terminal (scenario 2030 – 10 terminaux)



4.7 Impact de l'optimisation de la localisation des plateformes multimodales fer-route sur les émissions de CO₂

Dans le scénario de référence (39 plateformes), la suppression des flux entre plateformes inférieurs à un train par jour ouvrable réduit en 2030 le trafic du transport combiné de 7,5 GTkm. Ce trafic qui est transféré sur la route génère des émissions de CO₂ de 726 KT/an.

L'optimisation de la localisation des plateformes multimodales, en augmentant les flux entre plateformes, capte 4 GTkm supplémentaires de trafic routier, ce qui réduit de moitié les émissions de CO₂ du trafic routier des flux inférieurs à un train par jour. Malgré l'augmentation du trafic routier des trajets de pré et post acheminements liée à l'augmentation des volumes et des distances d'acheminement, cette optimisation de la localisation des plateformes multimodales génère une réduction de 134 KT/an de CO₂ par rapport à la situation de référence.

Emission de CO₂ pour les différents scénarios en GTkm

	Trafic TC tous flux (GTkm)	Trafic TC flux > 6500 UTI (GTkm)	Emissions de CO ₂ des trajets fer du TC flux > 6 500 UTI (KT/an)	Emissions de CO ₂ des trajets routiers du TC flux > 6 500 UTI (KT/an)	Emissions de CO ₂ totales du TC flux > 6 500 UTI (KT/an)	Emissions de CO ₂ des flux TC < 6 500 UTI transférés sur la route (KT/an)	Emissions de CO ₂ totales du trafic TC tous flux (KT/an)	Emissions de CO ₂ unitaires totales (gCO ₂ /TKm)
2002	12.70	9.82	6	35	41	320	361	28.5
2030 - 39 plateformes (référence)	37.65	30.13	18	150	168	726	894	23.7
2030 - 10 plateformes	37.65	34.00	20	387	407	353	760	20.2
Impact de l'optimisation des plateformes par rapport au trafic de référence	0	3.87	2	237	240	-374	-134	-3.6

Deuxième partie : Le transport combiné fluvial

5. Analyse des flux 2002

5.1 Volumes réalisés par le mode fluvial en 2002

Les tableaux ci-dessous sont basés sur les données de VNF de 2002 qui ont servi à l'élaboration des matrices du modèle MODEV pour le mode fluvial. On considérera que le transport combiné correspond, dans le cas de la voie d'eau, à la NST 9 seule dans la mesure où, à l'inverse du TC ferroviaire, il n'existe pas d'enquête ou d'étude permettant d'identifier la part de ce mode d'exploitation spécifique dans chacun des chapitres NST.

MODEV ne prend d'autre part pas en compte le trafic fluvial de transit observé quasi exclusivement sur le bassin du Rhin, le trafic fluvio-maritime et le trafic sur le lac Léman. Ces trafics n'ont donc pas été pris en compte dans les tableaux ci-dessous. L'analyse de ces données montre la prééminence des liaisons internes (65 % des tonnages et 71 % des tonnes-km) par rapport au trafic d'échange en situation de base.

**Répartition des flux Transport fluvial par NST et par type de relation
en tonnes et en tonnes-kms (MODEV - 2002)**

NST	Tonnes (x 1000)		
	Trafic interne	Trafic d'échange	Total
0	2 370	4 735	7 105
1	607	1 310	1 917
2	1 801	198	1 999
3	3 355	1 200	4 555
4	92	186	279
5	416	671	1 087
6	15 959	4 358	20 317
7	109	694	803
8	807	786	1 593
9	819	9	828
Total	26 335	14 149	40 483

NST	TKm (x 1 000 000)		
	Trafic interne	Trafic d'échange	Total
0	529	609	1 138
1	161	130	290
2	379	33	412
3	342	114	456
4	16	12	29
5	73	112	185
6	1 901	279	2 181
7	23	97	119
8	170	91	261
9	174	2	176
Total	3 769	1 478	5 247

5.2 Parts de marché des différents modes de transport en 2002

Les tableaux suivants présentent les parts de marché de chaque mode de transport en situation de base. Les chiffres présentés incluent dans le transport combiné ferroviaire les flux de terminal français à terminal français de moins de 6 500 UTI / an.

Le trafic fluvial est supérieur au TC ferroviaire tout chapitre NST confondu, mais bien inférieur au fer conventionnel quel que soit l'indicateur retenu. Si on limite le mode fluvial à la NST 9, le transport combiné fluvial représente 828 KT et 176 MT-km, contre respectivement 19 135 KT et 12 695 MT-km pour le TC ferroviaire.

Parts modales en tonnes et tonnes-km (MODEV – 2002)
(y compris flux TCF de terminal français à terminal français inférieurs à 6500 UTI / an)

Mode	Flux (1000 t/an)	Part modale
Route	2 285 239	93.1 %
Fer conventionnel	109 405	4.5 %
Voies navigables	40 483	1.6 %
Transport combiné ferroviaire	19 135	0.8 %
Total	2 454 262	100.0 %

Mode	Flux (millions tkm/an)	Part modale
Route	303 443	85.2 %
Fer conventionnel	34 742	9.8 %
Voies navigables	5 247	1.5 %
Transport combiné ferroviaire	12 695	3.6 %
Total	356 127	100.0 %

5.3 Analyse des flux de marchandises fluviaux

Les cinq premières régions en terme de trafic fluvial généré sont l'Île-de-France, la Haute Normandie, l'Alsace, Le Nord-Pas-de-Calais et Rhône-Alpes. Ce classement, présenté dans le tableau ci-après, est cohérent, l'Île de France et la Normandie bénéficiant du bassin de la Seine, débouché des flux trans-océaniques transitant par le port du Havre (navettes conteneurs entre les ports du Havre et Rouen, et les ports de Gennevilliers et de Bonneuil sur Marne). L'Alsace, quant à elle, bénéficie du Rhin qui joue un rôle similaire pour la desserte des ports du Range Nord et plus spécifiquement de la zone ARA (Anvers-Rotterdam-Amsterdam).

Génération des flux de transport fluvial au niveau régional (MODEV -2002)

Région	Rang	Emissions (x1000 t.)	Attractions (x1000 t.)	Total (x1000 t.)	% Total
Île-de-France	1	7 065	12 673	19 738	30 %
Haute-Normandie	2	8 707	4 545	13 253	20 %
Alsace	3	7 111	2 918	10 030	15 %
Nord Pas-de-Calais	4	2 801	3 309	6 110	9 %
Rhône-Alpes	5	2 078	2 471	4 550	7 %
Lorraine	6	3 306	877	4 183	6 %
Picardie	7	2 246	962	3 209	5 %
Bourgogne	8	1 800	558	2 358	4 %
Paca	9	1 381	822	2 203	3 %
Champagne-Ardennes	10	597	46	642	1 %
Languedoc-Roussillon	11	162	260	422	1 %
Centre	12	55	0	56	0 %
Basse-Normandie	13	12	26	38	0 %
Franche-Comté	14	22	5	27	0 %
Auvergne	15	0	1	1	0 %
Pays de la Loire	16	0	0	0	0 %
Bretagne	17	0	0	0	0 %
Poitou-Charentes	18	0	0	0	0 %
Aquitaine	19	0	0	0	0 %
Midi-Pyrénées	20	0	0	0	0 %
Limousin	21	0	0	0	0 %
Corse	22	0	0	0	0 %
Total		37 343	29 473	66 820	100 %

Le tableau ci-après détaille les trafics fluviaux régions à régions. Le trafic interne à chacune des régions y figure aussi afin de fournir des éléments de cadrage. On constate que les flux de « courte distance » sont en volume particulièrement élevés et arrivent en tête du classement des échanges inter régionaux, à l'exception de la région Ile de France pour les raisons expliquées précédemment (flux IDF – Haute Normandie).

Principales relations de région française à région française (MODEV - 2002)

Relation (2 sens confondus)		Rang	Flux (1 000 t/an)	%	cumul %
Ile-de-France	Haute-Normandie	1	7 533	29 %	29 %
Ile-de-France	Ile-de-France	2	5 020	19 %	48 %
Haute-Normandie	Haute-Normandie	3	2 407	9 %	57 %
Nord Pas-de-Calais	Nord Pas-de-Calais	4	1 515	6 %	63 %
Rhône-Alpes	Rhône-Alpes	5	1 455	6 %	68 %
Alsace	Alsace	6	1 337	5 %	73 %
Rhône-Alpes	Paca	7	1 149	4 %	78 %
...
Total			26 335	100 %	100 %

L'Allemagne, les Pays-Bas, la Belgique et la Suisse sont les principaux partenaires de la France dans le cadre de ses échanges réalisés par voie d'eau (99,5 % du tonnage total). On notera la prédominance et le rôle du Rhin dans ces échanges.

Classement des relations d'échange (tous sens confondus et par pays, MODEV - 2002)

Pays	Rang	Flux 2 sens (1 000 t/an)	%	Cumul (%)
Allemagne	1	5 916	42 %	42 %
Pays-Bas	2	4 894	35 %	76 %
Belgique	3	2 477	18 %	94 %
Suisse	4	787	6 %	99.5 %
République Tchèque	5	32	0.2 %	99.7 %
Slovaquie	6	32	0.2 %	99.9 %
Autriche	7	11	0.1 %	100.0 %
Total		14 149		100 %

6. Analyse des Flux 2008

6.1 Les tonnages transportés et les tonnes-kilomètres par type de marchandise

Les données présentées dans le tableau ci-dessous proviennent du mémento statistique de VNF pour l'année 2008. Comme précédemment, les volumes ne prennent pas en compte le trafic de transit, le fluvio-maritime et le trafic sur le lac Léman afin d'être homogènes avec ceux de MODEV

Réduit à la NST 9, le transport combiné fluvial croît fortement entre 2002 et 2008 (+11 % par an) et représente en 2008 environ 6,5 % du trafic total de ce mode en tonnage, et 8 % du volume en Tonne^{*}kilomètres. L'analyse des données du trafic en unités de charge réalisé par ailleurs met en avant un poids moyen en charge par EVP d'approximativement 8 tonnes.

Répartition des flux Transport fluvial par NST et par type de relation en tonnes et en tonnes-kms (VNF - 2008)

NST	Tonnes (x 1000)	TKm (x 1 000 000)
0	8 506	1 363
1	3 534	496
2	3 697	634
3	4 894	562
4	2 526	174
5	2 042	305
6	23 799	2 397
7	1 885	258
8	2 034	381
9	3 591	580
Total	56 508	7 149

Le chapitre NST 6 (matériaux de construction) et le chapitre NST 0 (produits agricoles) totalisent pour leur part un peu plus de la moitié (52 %) des volumes en tonnes, et environ 47 % des TKm.

7. Analyse des projections MODEV 2030

7.1 Les tonnages transportés et des tonnes-kilomètres par type de marchandise

Les éléments présentés ci-après sont issus du scénario 2030 « référence » décrit dans la première partie de ce rapport. Les deux tableaux ci-après permettent d'identifier une variation de trafic plus importante en tonnes (54 %) qu'en tonnes-kilomètres (38 %) entre 2002 et la projection réalisée à l'horizon 2030. Autrement dit, les distances moyennes diminuent.

Répartition des flux Transport fluvial par NST et par type de relation en tonnes et en tonnes-kms (MODEV - 2030 « référence »)

NST	Tonnes (x 1000)			
	Trafic interne	Trafic d'échange	Total	Variation / 2002
0	5 319	5 421	10 740	51 %
1	3 412	2 552	5 964	211 %
2	1 523	210	1 733	-13 %
3	3 041	3 211	6 252	37 %
4	77	380	457	64 %
5	378	1 201	1 579	45 %
6	21 483	8 804	30 286	49 %
7	160	1 180	1 339	67 %
8	926	1 523	2 449	54 %
9	1 714	17	1 731	109 %
Total	38 033	24 498	62 532	54 %
Variation / 2002	11 699	10 350	22 049	
Variation / 2002 (%)	44 %	73 %	54 %	

NST	T-km (x 1 000 000)			
	Trafic interne	Trafic d'échange	Total	Variation / 2002
0	1 166	684	1 850	63 %
1	252	254	506	74 %
2	354	33	387	-6 %
3	303	255	559	23 %
4	10	25	36	24 %
5	69	204	273	48 %
6	2 214	570	2 784	28 %
7	36	172	208	74 %
8	197	164	361	38 %
9	270	2	272	55 %
Total	4 872	2 363	7 236	38 %
Variation / 2002	1 103	885	1 989	
Variation / 2002 (%)	29 %	60 %	38 %	

Ce sont les NST1 et 9 qui augmentent le plus entre 2002 et 2030, avec un taux de croissance pour la NST1 quatre fois plus important que la croissance du trafic fluvial total en tonnes et, pour la NST9, deux fois plus important. La NST9 est par ailleurs surtout présente dans le trafic intérieur.

7.2 Parts de marché des modes de transport à l'horizon 2030 en « référence »

Les tableaux suivants présentent les parts modales des différents modes ainsi que les écarts relatifs entre 2002 et « référence 2030 ». Les chiffres présentés incluent dans le transport combiné ferroviaire les flux de terminal français à terminal français de moins de 6 500 UTI / an.

Le TC ferroviaire augmente beaucoup plus fortement que le transport fluvial, mais sa part modale est approximativement comparable. En tonnage, le trafic ferroviaire conventionnel (5,5 % du total) est encore une fois bien supérieur au trafic réalisé sur la voie d'eau (2 %).

Trafics fret réalisés (T) à l'horizon 2030 selon le mode de transport (y compris flux TCF de terminal français à terminal français inférieurs à 6500 UTI /an)

Mode	Flux (1000 t/an)	Part modale	Variation / 2002 (1000 t /an)	Tx variation / 2002
Route	2 886 109	90.8 %	600 870	26 %
Fer conventionnel	175 259	5.5 %	65 854	60 %
Voies navigables	62 532	2.0 %	22 049	54 %
Transport combiné ferroviaire	53 990	1.7 %	34 855	182 %
Total	3 177 890	100.0 %	723 627	29 %

En Tkm, la part de marché du TC ferroviaire (5,7 % du total) est nettement supérieure à celle du trafic total de la voie d'eau (1,4 %). Le fer conventionnel (11,9 %) est quant à lui presque neuf fois plus important que le fret fluvial.

Trafics fret réalisés (TKm) à l'horizon 2030 selon le mode de transport (MODEV – 2030 « référence ») (y compris flux TCF de terminal français à terminal français inférieurs à 6500 UTI /an)

Mode	Flux (millions tkm/an)	Part modale	Variation / 2002 (millions tkm /an)	Tx variation / 2002
Route	425 353	80.1 %	121 909	40 %
Fer conventionnel	63 184	11.9 %	28 443	82 %
Voies navigables	7 236	1.4 %	1 989	38 %
Transport combiné ferroviaire	35 024	6.6 %	22 329	176 %
Total	530 797	100.0 %	174 669	49 %

7.3 Parts de marché des modes de transport à « l'optimum »

Le tableau suivant présente les flux issus du scénario « 10 meilleurs terminaux ». On constate que l'optimisation du TC ferroviaire n'a quasiment aucun impact sur les projections du trafic fluvial dans son ensemble, l'optimisation du transport combiné ferroviaire ne se fait donc pas au détriment du transport fluvial.

Matrice fluviale 2030 scénario « 10 meilleurs terminaux » (MODEV – 2030 « optimum »)

NST	Tonnes (x 1000)			
	Trafic interne	Trafic d'échange	Trafic de transit	Total
0	5 320	5 420	0	10 740
1	3 412	2 552	0	5 965
2	1 523	210	0	1 733
3	3 041	3 211	0	6 252
4	77	380	0	457
5	378	1 200	0	1 578
6	21 483	8 803	0	30 286
7	160	1 180	0	1 339
8	925	1 522	0	2 448
9	1 719	17	0	1 736
Total	38 038	24 497	0	62 535
Variation / 2030 ref	5	-2	0	3
Variation / 2030 ref (%)	0.01 %	-0.01 %	0.00 %	0.01 %

8. Trafics portuaires 2008 et 2030

Le tableau et les cartes ci-après présentent les trafics VNF toutes NST confondues sur les principaux ports fluviaux pour 2008 et 2030. On remarque que la part de NST9, pouvant être assimilée au transport combiné fluvial, est très variable d'un port à l'autre. Les ports ayant le plus important trafic en NST9 sont Le Havre, Gennevilliers, Strasbourg et Rouen. Les ports de Radicatel, Prouvy, Dourges, Lille, Le Havre et Lyon ont par ailleurs le plus fort taux de NST9 (de 31 à 61 %).

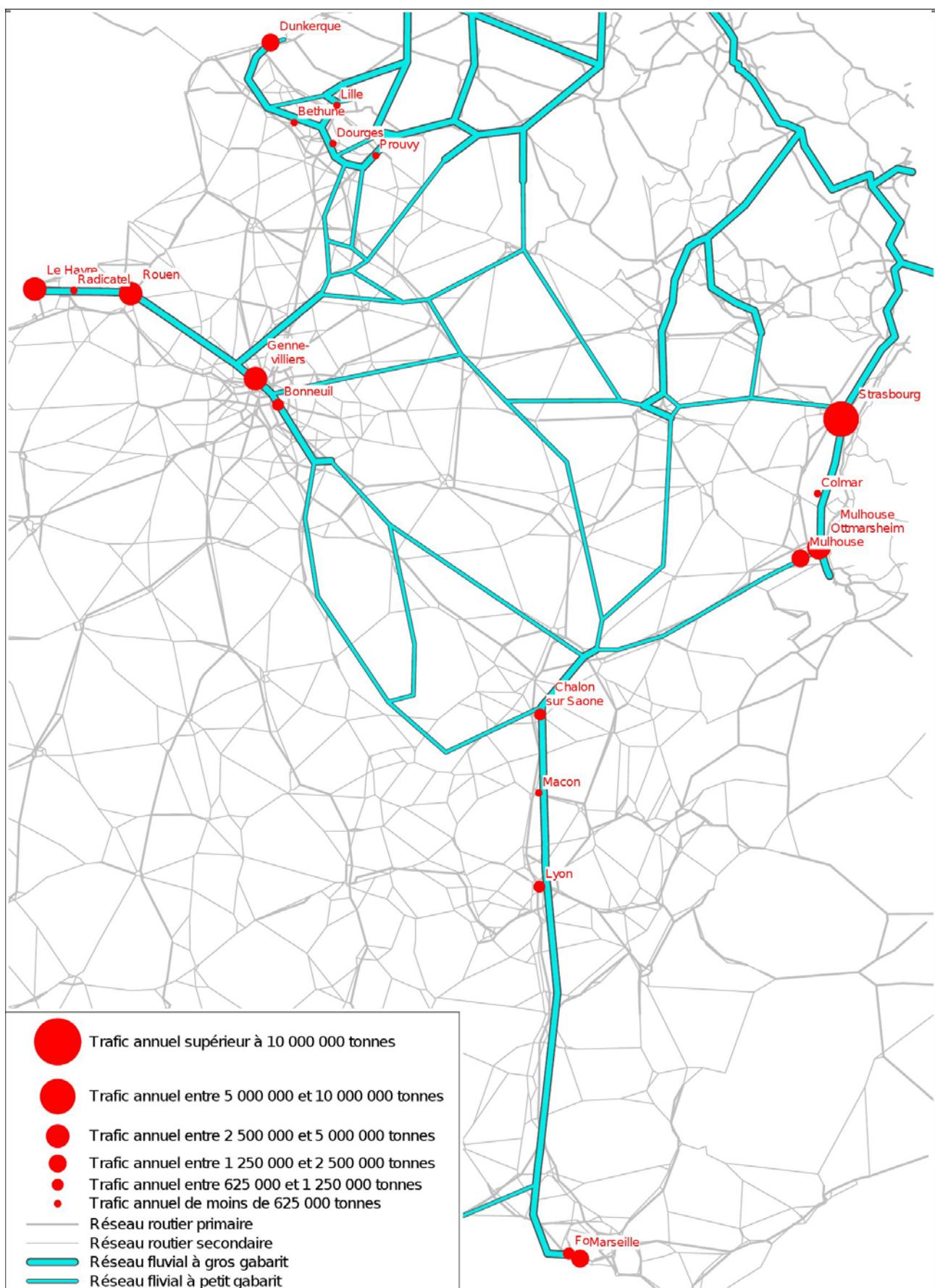
Pour chacun de ces ports, un trafic 2030 a été évalué à partir du trafic VNF 2008 et du taux de croissance annuel sur chacun de ces ports calculé à partir des résultats d'affectation de MODEV entre 2002 et « référence 2030 ».

Le classement des ports entre 2008 et 2030 évolue de manière assez faible, le port de Mulhouse Ottmarsheim devançant le Grand Port Maritime du Havre et le port de Gennevilliers rétrogradant d'une place, classé en 2030 après le port de Dunkerque. Gennevilliers constitue le seul cas d'une diminution des trafics entre l'année 2008 et la projection 2030 réalisée en appliquant les taux de croissance annuels moyens calculés à partir des projections de MODEV.

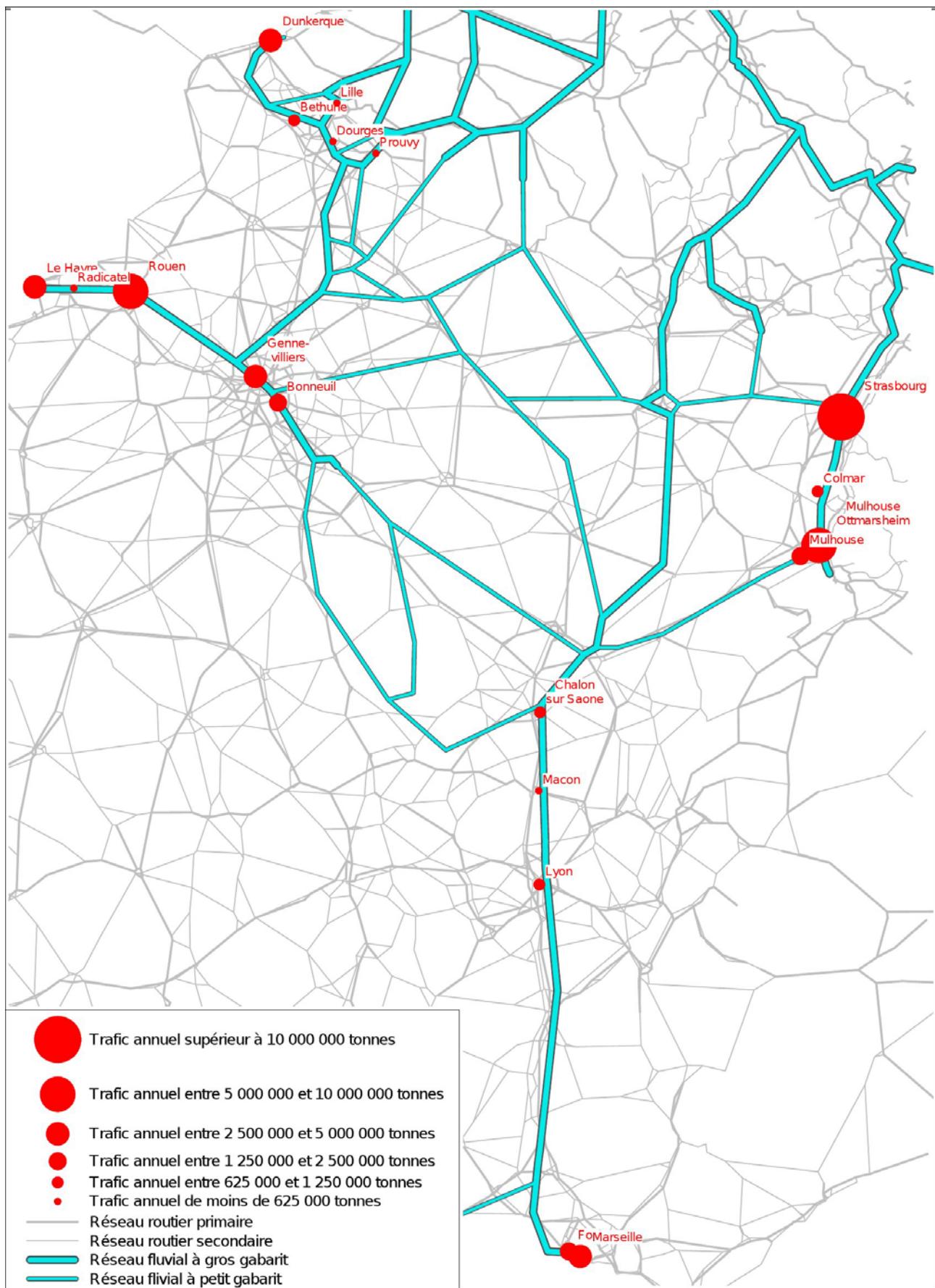
Ports	Trafic VNF 2008			Trafic 2030	Ecart 2008-2030
	Toutes NST (t)	NST 9 (t)	NST 9 (%)	Toutes NST (t)	Toutes NST (%)
Strasbourg	8 395 087	762 169	9 %	14 224 090	69 %
Rouen	4 576 681	654 369	14 %	6 129 818	34 %
Le Havre	4 192 208	1 415 409	34 %	4 637 634	11 %
Mulhouse Ottmarsheim	3 504 739	340 769	10 %	5 282 119	51 %
Gennevilliers	3 494 585	844 254	24 %	2 828 184	-19 %
Dunkerque	2 230 847	38 839	2 %	3 192 997	43 %
Marseille	2 183 046	327 312	15 %	2 760 688	26 %
Mulhouse	1 380 991	0	0 %	1 725 324	25 %
Bonneuil	1 189 142	23 141	2 %	1 364 806	15 %
Fos	1 176 198	323 952	28 %	1 350 512	15 %
Lyon	893 835	273 193	31 %	985 252	10 %
Chalon-sur-Saône	691 649	15 851	2 %	828 888	20 %
Béthune	597 592	17 223	3 %	833 954	40 %
Colmar	560 067	19 139	3 %	897 665	60 %
Macon	345 257	54 633	16 %	426 823	24 %
Prouvy	309 132	183 474	59 %	407 351	32 %
Lille	207 505	80 234	39 %	234 227	13 %
Radicatel	120 662	73 273	61 %	171 680	42 %
Dourges	16 920	6 850	40 %	23 763	40 %

Les cartes des pages suivantes présentent les trafics sur les différents ports fluviaux.

Trafic fluvial 2008



Trafic fluvial projection 2030



Troisième partie

9. Résumé des résultats et conclusion

9.1 Transport combiné ferroviaire

Les résultats présentés dépendent en grande partie des hypothèses formulées tant sur la croissance des trafics, sur l'évolution des niveaux de service ferroviaires que sur les valeurs retenues pour les composantes des fonctions de coût.

Globalement, l'optimisation de la localisation des terminaux et des flux se traduit par :

- Une concentration des flux sur les sites les plus performants ;
- Une augmentation des trafics traités ;
- Une réduction des coûts de transbordement ;
- Une augmentation de l'aire d'influence des terminaux.

La solution optimale avec la suppression des flux de moins de 6 500 UTI par an entre terminaux français et la concentration des flux sur un nombre réduit de terminaux correspond à une dizaine de terminaux. En supposant qu'il n'y ait pas de problème d'espace disponible pour traiter les volumes estimés dans ce scénario (entre 1,4 Million d'UTI/an et 300 000 UTI/an) l'étude montre que ces terminaux devraient être situés à :

- Noisy-le-Sec
- Marseille
- Lyon
- Bordeaux
- Ottmarsheim
- Toulouse
- Dourges - DELTA 3
- Perpignan – Saint-Charles
- Rouen
- Le Havre

Rouen est la seule localisation nouvelle par rapport aux terminaux existant en 2010, mise en évidence par l'étude.

Par rapport au scénario de **référence 2030** où le trafic optimisé est de **4 159 790 UTI** :

- Le scénario « **39 terminaux 2010 + 50 meilleurs sites potentiels** » se traduit par une baisse du nombre d'UTI traité de l'ordre de **14 %**, le trafic passant à **3 588 590 UTI** ;
- Le scénario « **30 meilleurs terminaux** » se traduit par une augmentation de l'ordre de presque **10 %** du trafic en UTI, avec un trafic de **4 563 960 UTI** ;
- Le scénario « **20 meilleurs terminaux** » se traduit par une augmentation plus importante de l'ordre de **24 %** du nombre d'UTI traité, le trafic étant estimé dans cette configuration à **5 173 610 UTI** ;
- Le scénario « **10 meilleurs terminaux** » se traduit par une augmentation plus importante de l'ordre de **50 %** du nombre d'UTI traité, le trafic étant estimé dans cette configuration à **6 256 370 UTI**.

Le tableau ci-après présente l'impact des *scenarii* sur le trafic optimisé du TCF modélisé dans MODEV.

Nombre d'UTI traités annuellement tout terminal confondu en base, référence et scénario

Scénario	Trafic optimisé en UTI / an	Ecart référence 2030	Ecart base
Base - 2002	957 960	-77 %	/
Référence - 2030	4 159 790	/	334 %
Référence + 50 meilleurs sites potentiels	3 588 590	-14 %	275 %
30 meilleurs terminaux	4 563 960	10 %	376 %
20 meilleurs terminaux	5 173 610	24 %	440 %
10 meilleurs terminaux	6 256 370	50 %	553 %

Le coût unitaire moyen de transbordement par UTI diminue avec la réduction du nombre de terminaux. Le tableau ci-après présente le coût moyen pondéré par le volume traité pour chacun de ces scénarios en prenant en compte l'ensemble des terminaux de chaque scénario.

Coût unitaire moyen de transbordement selon le scénario

Scénario	Coût moyen / UTI (€) pondéré par le trafic	Ecart Référence	Ecart Base
Base - 2002	50.3	54.5%	/
Référence - 2030	32.6	/	-35.3 %
Référence + 50 meilleurs sites potentiels	36.0	10.7 %	-28.4 %
30 meilleurs terminaux	30.9	-5.0 %	-38.5 %
20 meilleurs terminaux	30.0	-8.0 %	-40.4 %
10 meilleurs terminaux	27.0	-17.0 %	-46.2 %

Le tableau suivant présente la distance moyenne d'accès pondérée par le trafic pour les différents scénarios.

Evolution des distances moyennes d'accès pondérées par le tonnage

Scénario	Distance moyenne d'accès pondérée (km)
Base - 2002	36
Référence - 2030	40
Référence + 50 meilleurs sites potentiels	31
30 meilleurs terminaux	40
20 meilleurs terminaux	46
10 meilleurs terminaux	68

L'évolution de la distance moyenne d'accès est cohérente puisqu'elle est d'autant plus grande que le nombre de terminaux est faible. Globalement, on observe donc une évolution de la zone de chalandise des terminaux entre la situation de référence et les différents scénarios. La distance moyenne d'accès la plus faible est de 31 km et est réalisée dans le scénario « Référence + 50 meilleurs sites potentiels » ; la plus élevée est de 68 km et est réalisée dans le scénario « 10 meilleurs terminaux ».

Il faut cependant noter à ce propos que l'allongement des distances pénalise le transport combiné dans la mesure où l'allongement du maillon routier diminue le taux de rotation par PL et augmente de manière conséquente le coût global de la

chaîne de transport. En prenant en compte les cycles de conduites incluant les temps de pause réglementaires et les phases de chargement du support de manutention et de son transbordement incluant les attentes sur le chantier, dès lors que la distance de pré ou de post acheminement dépasse 150 km, il n'est quasiment plus possible d'assurer deux rotations avec un seul chauffeur. Ce phénomène a été pris en compte dans l'étude.

L'amélioration de productivité attendue par l'élimination des flux de moins de 6 500 UTI/an entraîne une réduction du flux total du transport combiné ferroviaire, mais cette réduction est d'autant plus faible qu'elle est complétée par une optimisation de la localisation des plateformes multimodales. Cette double optimisation agit principalement sur les flux internes.

Avec 10 terminaux, les émissions de CO₂ sont réduites de 134 KT/an par rapport à la situation de référence.

Evolution des flux de moins de 6500 UTI/an

Trafic en Mt	2002 39 terminaux (1000t/an)	2030 39 terminaux (1000t/an)	2030 89 terminaux (1000t/an)	2030 30 terminaux (1000t/an)	2030 20 terminaux (1000t/an)	2030 10 terminaux (1000t/an)
Flux optimisé	12 527	42 391	40 108	44 013	46 679	50 945
Flux total (avec flux < 6500 UTI/an)	18 600	53 494	52 382	53 309	53 062	52 720
% flux < 6500 UTI/an	33 %	21 %	23 %	17 %	12 %	3 %

Evolution des trafics Interne (France) et d'Echange

Trafic optimisé (1000t)	2002	2030 Référence	2030 10 meilleurs terminaux
Trafic Interne (Kt)	1 599	10 652	19 322
Trafic Interne / Trafic TCF	13 %	25 %	38 %
Trafic d'échange (Kt)	4 473	12 022	11 937
Trafic d'échange / trafic TCF	36 %	28 %	23 %

9.2 Transport fluvial

Les tableaux suivants présentent les volumes 2030 du transport fluvial et des marchandises tous modes, et leur taux de croissance par rapport à 2002, en tonnes et en tonnes-km.

Evolution du tonnage entre 2002 et 2030

Mode	Flux 2030 (1000 t/an)	Tx variation / 2002
Voies navigables	62 532	+ 54.5 %
Tous modes	3 669 540	+ 32.7 %

Evolution des tonnes-km entre 2002 et 2030

Mode	Flux 2030 (millions tkm/an)	Tx variation / 2002
Voies navigables	7 236	+ 37.9 %
Tous modes	532 597	+ 49.1 %

Le mode fluvial progresse plus rapidement que l'ensemble des marchandises en tonnages, mais moins rapidement que l'ensemble des marchandises en tonnes-km. D'autre part, les distances parcourues par le fluvial ont tendance à diminuer entre 2002 et 2030, alors qu'elles ont tendance à augmenter pour l'ensemble des marchandises.

Si on assimile le transport combiné fluvial à la NST9, celui-ci représente 2 % du trafic 2002 et 6 % du trafic 2008 mais ce trafic doit augmenter deux fois plus vite que le trafic fluvial entre 2002 et 2030.

Quatrième partie

10. Annexes

10.1 Description des modifications du modèle MODEV réalisées dans le cadre de ce projet

Cette annexe présente les modifications effectuées dans MODEV dans le cadre de cette étude, et en particulier l'implémentation des coûts de transbordement dans les terminaux de transport combiné ferroviaire.

Dans le modèle, les modules et sous-modules ayant subi des modifications sont signalés par la mention « Plateformes logistiques ».

10.2 Hypothèses

Réseau

Le réseau utilisé est le réseau SES_2030SNIT_100315.NET fourni par le SEEIDD.

Clefs de scénario

Les clefs de scénario TCAM Global (Interne - Export - Import - Transit) (NST 0 à 9) (2000-2015 et 2015-2025), 80 clefs au total, ont été mises à jour suivant une évolution annuelle du trafic fret de 1,4 %.

Scénarios utilisé

Le scénario principal en 2030 créé avec tous ces éléments est le scénario SNIT_2030_v4, scénario fils de Ref_2030.

Les autres scénarios utilisés sont SNIT_2030_3950_v4 (89 terminaux), SNIT_2030_30_v4 (30 terminaux) et SNIT_2030_20_v4 (20 terminaux).

10.3 Modifications réalisées

La part relative TCF dans le modèle Pyrénéen est la suivante :

Chapitre NST	% de TC au chapitre NST
NST 0	5%
NST 1	33%
NST 2	0%
NST 3	12%
NST 4	0%
NST 5	4%
NST 6	2%
NST 7	3%
NST 8	29%
NST 9	70%

Les poids de chaque chapitre NST dans l'ensemble du transport combiné ferroviaire sont obtenus en appliquant les taux ci-dessus aux volumes de trafic du fer conventionnel. On aboutit aux taux suivants :

Chapitre NST	Part de chaque NST dans l'ensemble du TC
NST 0	2%
NST 1	18%
NST 2	0%
NST 3	4%
NST 4	0%
NST 5	3%
NST 6	2%
NST 7	0%
NST 8	12%
NST 9	59%

Commissariat général au développement durable

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable

Tour Voltaire

92055 La Défense cedex

Tél : 01.40.81.21.22

Retrouver cette publication sur le site :

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/developpement-durable/>, rubrique « Publications »

Optimisation de la localisation des terminaux de transport combiné

Cette étude examine la problématique de la localisation des terminaux de transport combiné ferroviaire et identifie les sites les plus performants afin d'optimiser le flux total en 2030. Elle réalise au préalable des projections de trafic à cet horizon. Avec l'augmentation attendue des prix du transport routier, l'amélioration des conditions de circulation sur le réseau ferroviaire due notamment à la construction de nouvelles LGV libérant des capacités sur le réseau classique, le fret ferroviaire devrait augmenter sa part de marché en tonnes-kilomètres (TKm) de 12,5 % en 2002 à 17,5 % en 2030. Le transport combiné devrait passer de 12,4 à 30 milliards de TKm. Mais pour atteindre ce développement du transport combiné la stratégie est-elle de concentrer le trafic sur un nombre limité de terminaux pour massifier les flux, ou, au contraire, multiplier les terminaux pour créer une proximité entre offre et demande ? L'étude conclut qu'avec 10 plateformes judicieusement réparties sur le territoire national, il serait possible d'augmenter de 20 % les tonnages transportés et de 12 % les tonnes-Km parcourues en transport combiné ferroviaire par rapport au trafic traité par les 39 plateformes existantes aujourd'hui. La réduction du nombre de plateformes entraîne une augmentation de la distance moyenne des acheminements routiers de 40 à 68 Km qui est compensée par une réduction du coût moyen de transbordement de 50 à 30 € (par effet de massification). Elle entraîne aussi une concentration des trafics entre plateformes de transport combiné avec une quasi-disparition des flux inférieurs à 5 trains par semaine difficiles et coûteux à organiser. L'étude a aussi permis d'identifier une localisation de plateforme dans la région de Rouen qui devrait faire partie des 10 sites à plus fort potentiel de trafic à l'horizon 2030. Cette optimisation du trafic s'accompagne d'une réduction des émissions de CO₂ du transport combiné ferroviaire de 15 %

L'étude fournit également une estimation des flux de transport combiné fluvial à l'horizon 2030.



Dépôt légal : Mars 2011
ISSN : 2102-4723