

E - Trafic

E.2 - Rapport méthodologique de trafic août 2014



Réseau ferré de France (RFF), propriétaire du réseau ferré national et maître d'ouvrage du projet, a initié des études générales et techniques du projet de Liaisons nouvelles Ouest Bretagne – Pays de la Loire.

Ces études sont cofinancées par l'Etat, les Régions Bretagne et Pays de la Loire, les départements des Côtes-d'Armor, du Finistère, d'Ille-et-Vilaine, du Morbihan et de Loire-Atlantique, les métropoles de Rennes, Nantes, Brest et RFF.

Au stade amont actuel, les études visent à éclairer les fonctionnalités et les enjeux majeurs qui constituent le fondement des orientations possibles. Dans ce contexte, et si l'opportunité du projet était confirmée par le débat public, les analyses feront l'objet d'études de plus en plus détaillées, selon les processus habituels.

Liaisons nouvelles Ouest Bretagne – Pays de la Loire Etudes préalables au débat public

Etude de trafic multimodal

Méthodologie et hypothèses

Août 2014 - Version 5



SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	6
1.1	Contexte	6
1.2	Contenu du rapport.....	6
2	METHODOLOGIE	7
2.1	Caractéristiques principales de la modélisation	7
2.2	Modélisation des trafics en lien avec l'aéroport du Grand Ouest (AGO)	8
2.3	Année de base et situations modélisées.....	9
2.3.1	<i>Choix de l'année de base</i>	9
2.3.2	<i>Situations modélisées</i>	9
2.3.3	<i>Horizons de modélisation</i>	9
3	ZONAGE	10
3.1	Réalisation du Zonage.....	10
3.1.1	<i>Principes généraux de construction</i>	10
3.1.2	<i>Contraintes</i>	10
3.1.3	<i>Nomenclature</i>	10
3.2	Zonage du modèle courte distance	11
3.2.1	<i>Principes spécifiques de construction</i>	11
3.2.2	<i>Zonage retenu</i>	11
3.3	Zonage du modèle longue distance	14
3.3.1	<i>Principes spécifiques de construction</i>	14
3.3.2	<i>Zonage retenu</i>	15
3.4	Zonage du modèle spécifique lié à l'aéroport du Grand Ouest.....	21
4	SITUATION DE BASE.....	22
4.1	Offre de transport	22
4.1.1	<i>Principe général</i>	22
4.1.2	<i>Offre routière</i>	23
4.1.3	<i>Offre ferroviaire</i>	29
4.1.4	<i>Offre aérienne</i>	36
4.2	Offre de transport pour le modèle d'accès à l'AGO.....	39
4.2.1	<i>Voiture particulière</i>	39
4.2.2	<i>Taxis</i>	39
4.2.3	<i>Dépose</i>	39
4.2.4	<i>Trains</i>	40
4.2.5	<i>Transports Collectifs</i>	40
4.3	Elaboration de la demande par mode	42
4.3.1	<i>Demande routière</i>	42
4.3.2	<i>Demande ferroviaire</i>	45
4.3.3	<i>Demande aérienne</i>	45
4.4	Elaboration de la demande du modèle d'accès à l'AGO.....	46
4.4.1	<i>Passagers aériens</i>	46
4.4.2	<i>Employés</i>	46
4.4.3	<i>Demande totale du modèle d'accès à l'AGO</i>	46
4.5	Offre et demande en situation de base	47
4.5.1	<i>Modèle longue distance</i>	48
4.5.2	<i>Modèle courte distance</i>	49
4.5.3	<i>Synthèse des trafics ferroviaires</i>	50
4.6	Calage du modèle	52
4.6.1	<i>Calage du modèle longue distance (MLD)</i>	52
4.6.2	<i>Calage du modèle courte distance (MCD)</i>	54
4.6.3	<i>Calage du modèle d'accès à l'AGO</i>	57
4.6.4	<i>Composition des utilités</i>	62
5	HYPOTHESES DE PREVISION DE TRAFIC	66
5.1	Hypothèse d'évolution tarifaire	66
5.1.1	<i>Coûts routiers</i>	66
5.1.2	<i>Prix ferroviaires</i>	66
5.1.3	<i>Prix aériens</i>	66

5.2	Hypothèses d'évolution macro-économique	67
5.2.1	<i>Elasticité de trafic au PIB</i>	67
5.2.1	<i>Evolution économique et démographique</i>	67
5.3	Hypothèses d'évolution de la demande dans le modèle d'accès à l'AGO	69
5.3.1	<i>Passagers</i>	69
5.3.2	<i>Employés</i>	69
6	CONCLUSION	70
	ANNEXE 1 : LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES UTILISES DANS LE RAPPORT	71
	ANNEXE 2 : CONSTANTES DES FONCTIONS D'UTILITE (MLD)	72
	ANNEXE 2 (SUITE) : CONSTANTES DES FONCTIONS D'UTILITE (MCD)	73

Table des figures

Figure 1 : Segmentation de la demande	7
Figure 2 : Zonage courte distance	12
Figure 3 : Carte du zonage courte distance.....	13
Figure 4 : Zonage longue distance pour la Bretagne et la Loire-Atlantique.....	16
Figure 5 : Zonage longue distance pour le reste de la France.....	17
Figure 6 : Zonage longue distance pour le reste de l'Europe.....	18
Figure 7 : Carte du zonage longue distance pour la Bretagne et la Loire-Atlantique	19
Figure 8 : Carte du zonage longue distance pour le reste de la France et l'Europe.....	20
Figure 9 : Zonage du modèle d'accès à l'AGO	21
Figure 10 : Réseau routier	23
Figure 11 : Réseau routier - Zoom sur la Bretagne.....	24
Figure 12 : Comparaison des temps routiers (hors repos) modélisés et observés en Bretagne	25
Figure 13 : Comparaison des temps routiers (hors repos) modélisés et observés sur quelques Origine-Destination	26
Figure 14 : Augmentation moyenne des valeurs de péages en euros courants de 2009 à 2012	27
Figure 15 : Taux d'occupation du modèle longue distance.....	28
Figure 16 : Valeurs des coefficients de calcul du taux d'occupation du modèle courte distance	28
Figure 17 : Taux d'occupation résultant des enquêtes et taux d'occupation calculé	28
Figure 18 : Desserte ferroviaire du mardi 11 mars 2008 dans le sens Rennes vers Finistère.....	30
Figure 19 : Desserte ferroviaire du mardi 11 mars 2008 dans le sens Finistère vers Rennes.....	31
Figure 20 : Nombre d'arrêts par gare pour un Jour Ouvrable de Base en 2008	32
Figure 21 : Nombre de liaisons directes (GL et TER) entre gares	33
Figure 22 : Caractéristiques de l'offre TGV Paris vers Finistère pour un Jour Ouvrable de Base en 2008.	33
Figure 23 : Taux de 1 ^{ère} classe MCD.....	34
Figure 24 : Taux de 1 ^{ère} classe MLD.....	35
Figure 25 : Offre aérienne des aéroports de la zone d'étude	37
Figure 26 : Zone de chalandise des aéroports.....	38
Figure 27 : Nombre d'enquêtes routières par poste.....	42
Figure 28 : Localisation des postes d'enquêtes routières	44
Figure 29 : Répartition de la demande de base pour le modèle d'accès à l'AGO	47
Figure 30 : Synthèse de la demande 2008	47
Figure 31 : Offre longue distance en 2008	48
Figure 32 : Synthèse de la demande 2008 – Modèle Longue Distance.....	48
Figure 33 : Offre courte distance en 2008.....	49
Figure 34 : Synthèse de la demande 2008 – Modèle Courte Distance	49
Figure 35 : Part modale du fer dans les déplacements courte distance en 2008	50

Figure 36 : Trafics ferroviaires en situation de base (2008).....	50
Figure 37 : Synthèse des déplacements ferroviaires en situation de base 2008.....	51
Figure 38 : Coefficients des fonctions d'utilité du modèle longue distance en situation de base.....	52
Figure 39 : Résultats du calage du modèle longue distance	54
Figure 40 : Organisation du modèle hiérarchique	54
Figure 41 : Coefficients des fonctions d'utilité du modèle courte distance en situation de base	55
Figure 42 : Résultats du calage du modèle courte distance.....	56
Figure 43 : Parts modales fixes retenues pour le modèle d'accès à l'AGO	58
Figure 44 : Coefficients d'utilité pour le modèle d'accès à l'AGO	60
Figure 45 : Constantes modales pour le modèle d'accès à l'AGO.....	60
Figure 46 : Résultats de calage du modèle d'accès à l'AGO pour les zones de Nantes-Centre-Ville, St-Nazaire, Rennes, Redon, Brest et Angers, pour les trois segments de demande	61
Figure 47 : Composantes des utilités pour quelques OD du Modèle Longue Distance	63
Figure 48 : Composantes des utilités pour quelques OD du Modèle Courte Distance.....	64
Figure 49 : Composition des utilités du modèle d'accès à l'AGO depuis Nantes et Rennes en situation de projet – Scénario A1 – 2030	65
Figure 50 : Hypothèses de croissance annuelle du PIB et de la population par région française	67
Figure 51 : Hypothèses de croissance annuelle du PIB et de la population par pays	68

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte

La présente étude de trafic multimodal s'inscrit dans le cadre de la réalisation des études préalables au débat public du projet LNOBPL de « Liaisons nouvelles Ouest Bretagne-Pays de la Loire ».

Dans la phase précédente de la réflexion, les études sur les axes Nantes-Rennes d'une part et Rennes-Brest/Rennes-Quimper d'autre part ont permis de comparer et d'identifier les meilleures sections d'intervention et combinaisons d'aménagements possibles tout en tenant compte de plusieurs problématiques : des aspects techniques et de trafic, mais aussi d'ordre environnementaux, socio-économiques ou relevant de l'aménagement du territoire.

Ces études, qui constituaient une toute première étape de réflexion, ont ainsi permis de confirmer les principales fonctionnalités du projet attendues, leur faisabilité technique et leur intérêt économique. Elles ont abouti à la définition et à l'approfondissement de plusieurs scénarios contrastés sur les trois branches Rennes-Quimper, Rennes-Brest et Nantes-Rennes. Compte tenu des possibilités de mutualisations de solutions, une analyse intégrée a été menée afin de dégager des scénarios économiquement viables et finançables.

Les études préalables au débat public ont en effet pour objectif de donner ou consolider les éléments permettant de :

- démontrer l'utilité des projets et quantifier leurs effets ;
- définir les scénarios proposés au débat public ;
- dimensionner le projet selon ses différentes composantes : l'infrastructure, les équipements, les adaptations nécessaires (évitements, raccordements...), les gares, etc.

1.2 Contenu du rapport

Ce rapport présente la méthodologie et les hypothèses des études de trafic.

Le chapitre 2 présente les principes méthodologiques de la prévision des trafics.

Le zonage est détaillé dans le chapitre 3, et le chapitre 4 présente la situation de base en termes d'offre et de demande de transport ainsi que le calage du modèle.

Les hypothèses de prévisions de trafic sont présentées dans le chapitre 5.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 Caractéristiques principales de la modélisation

De manière générale, un modèle de trafic est un outil de simulation qui tente de reproduire le plus fidèlement les comportements de déplacement d'une population donnée via les différents modes de transport. L'objectif d'un tel modèle est d'estimer comment les déplacements seront modifiés – à un horizon donné – entre une situation de référence et une même situation avec le scénario de projet étudié. Il vise ainsi à prévoir l'impact qu'aura la mise en service d'un projet de transport, et à évaluer sa pertinence.

Les études de prévisions de trafic LNOBPL reposent sur le développement et l'application de trois modèles de trafic distincts :

- un modèle des déplacements à longue distance dit MLD (relations de la zone d'étude avec le reste de la France et de l'Europe)
- un modèle des déplacements à courte et moyenne distances dit MCD (relations à l'intérieur de la zone d'étude hors desserte de l'aéroport du Grand Ouest)
- un modèle dit modèle d'accès à l'AGO ciblé sur la desserte de l'aéroport du Grand Ouest

La méthodologie pour la réalisation des études de prévision de trafic résulte des développements faits par le groupement SETEC International / STRATEC au cours des précédentes études réalisées pour RFF. Cette méthodologie initiée pour les études d'APS (Avant-Projet Sommaire) de la LGV Bretagne – Pays de la Loire a été améliorée petit à petit jusqu'à la mise au point du Modèle National Voyageurs (MNV), qui a été par la suite affiné lors des études de trafic de 2008 concernant la LGV PACA (Provence-Alpes Côte d'Azur), LNMP (Ligne nouvelle Montpellier-Perpignan) et CNM (Contournement de Nîmes-Montpellier), puis celles de la LGV PACA et de LNMP dans le cadre des Etudes d'Utilité Publique. Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

- le modèle est multimodal, c'est-à-dire qu'il est bâti explicitement sur les trafics et les offres des différents modes en concurrence et qu'il est capable d'estimer ensuite les différents reports entre modes ainsi que le trafic induit lors de la mise en œuvre d'un projet,
- le choix modal repose sur des formulations logit ajustées conjointement sur des données de préférences révélées (trafics observés) et sur des données de préférences déclarées issues d'enquêtes multimodales ; ces formulations utilisent les principales composantes de l'offre de chaque mode (tarif, temps, fréquence, caractéristiques des rabattements...) et parfois des indicateurs socio-économiques des zones,
- la croissance au fil de l'eau des trafics est liée à l'évolution des paramètres socio-économiques des zones de découpage du territoire (définies au chapitre 3) sur la base de formulations gravitaires qui intègrent également un terme d'accessibilité fourni par les formulations de choix modal,
- le trafic induit est calculé grâce à l'élasticité à l'accessibilité des formulations gravitaires en homogénéité avec le choix modal et la croissance au fil de l'eau,

Cette méthodologie est appliquée distinctement sur deux segments de demande :

- le segment **courte distance**, qui correspond aux déplacements dont l'origine et la destination sont situés en Bretagne et en Loire-Atlantique. Trois motifs sont considérés : les motifs domicile-travail et domicile-études, autres motifs professionnels, et motifs personnels. Les modes en concurrence sont la Route, le TER et le mode GL/TGV.
- le segment **longue distance**, qui correspond aux échanges de la Bretagne et la Loire-Atlantique avec les autres zones. Les modes en concurrence sont la Route, le Fer et l'Air. La segmentation de la clientèle distingue 5 motifs de déplacement : domicile-travail et domicile-études, autres motifs professionnels, week-ends, vacances et autres motifs personnels.

Figure 1 : Segmentation de la demande

Origine/Destination	Bretagne	Loire-Atlantique	Autre
Bretagne	MCD	MCD	MLD
Loire-Atlantique	MCD	MCD	MLD
Autre	MLD	MLD	-

Cette segmentation, qui est fondée sur les origines-destinations des déplacements, permet d'éviter les doubles-comptes dans les remplissages des trains.

2.2 Modélisation des trafics en lien avec l'aéroport du Grand Ouest (AGO)

Le modèle d'accès à l'AGO reprend pour l'essentiel les éléments du modèle développé par le bureau d'études TTK en 2008 pour l'étude spécifique du Tram-Train Nantes-Aéroport-du-Grand-Ouest (TTNAGO), et sur les enquêtes de préférences déclarées (SP – Stated Preference) et de préférences révélées (RP – Revealed Preference) qui ont été réalisées en 2005 à l'aéroport Nantes-Atlantique (ANA) par le bureau d'études PTV. Il s'appuie également sur les hypothèses prises par le bureau d'études Systra pour la réactualisation de cette étude.

Trois types d'accédants au futur AGO sont pris en compte séparément dans le modèle :

- Les voyageurs aériens pour motif professionnel (ci-après « pro »),
- Les voyageurs aériens pour motif personnel (ci-après « perso »),
- Les employés de l'aéroport.

La répartition modale des trafics d'accès au futur AGO est basée sur le mode d'accès final, c'est à dire :

- Pour les voyageurs « pro » :
 - M1 : Le taxi,
 - M2 : La voiture personnelle + parking,
 - M3 : Le train,
 - M4 : Les transports collectifs ;
- Pour les voyageurs « perso » :
 - M1 : L'accompagnement en voiture personnelle,
 - M2 : La voiture personnelle + parking,
 - M3 : Le train,
 - M4 : Les transports collectifs ;
- Pour les employés :
 - M2 : La voiture personnelle + parking,
 - M3 : Le train,
 - M4 : Les transports collectifs.

L'utilisation du mode « train » est conditionnée à la réalisation du projet LNOBPL, qui est testé par le modèle.

Le mode « transports collectifs » peut être constitué de tout autre ligne de transport collectif permettant l'accès à l'aéroport (TTNAGO, navettes bus depuis Rennes, Redon ou Nantes, lignes de bus départementales...), avec un rabattement vers ces modes d'accès en train ou en transports collectifs.

2.3 Année de base et situations modélisées

2.3.1 Choix de l'année de base

Le calage du modèle nécessite de disposer d'un jeu de données complet sur l'offre et la demande des différents modes de transports sur l'ensemble du périmètre de modélisation pour une année passée, dite année de base. L'objectif est de définir à partir de ces données les lois comportementales des voyageurs, qui seront ensuite appliquées dans le travail de prévision de trafic. Comme pour d'autres grands projets de RFF, on utilise ici comme année de base l'année 2008 pour les modèles courte et longue distance. Ce choix a de plus l'avantage de ne pas prendre en compte les perturbations dans l'offre ferroviaire liées aux travaux de phase 1 et 1+ sur Rennes-Brest et Rennes-Quimper. L'année de base choisie était une année favorable pour les trafics ferroviaires. Les prévisions de trafic devront donc être appréciées en conséquence.

Pour le modèle d'accès à l'AGO, les informations à notre disposition pour la situation de base sont :

- L'étude IATA (International Air Transport Association) sur le trafic de l'ANA, réalisée en 2001, et portant sur les horizons 2001, 2015 et 2025,
- Des éléments issus du Plan de Déplacement d'Entreprise de l'ANA, datant de 2010,
- Des prévisions de trafic aérien transmises par l'AGO,
- Les enquêtes réalisées pour l'étude TTK en 2005,
- Les données d'offre VP (Voiture particulière) et TC (Transport en Commun) disponibles actuellement.

On choisit de prendre 2005, année des enquêtes réalisées pour l'étude TTK, comme année de base pour le modèle d'accès à l'AGO.

En année de base, l'aéroport considéré est l'aéroport de Nantes-Atlantique.

2.3.2 Situations modélisées

- **Base 2008** (ou 2005 pour les trafics avec l'AGO), **situation de calage**
 - La modélisation sera tout d'abord calée sur la situation de base de 2008, pour laquelle nous pourrions comparer situations modélisées et observées.
- **Pour chaque horizon d'étude, situations au fil de l'eau, de référence et de projet**
 - **La situation au fil de l'eau** correspond à la croissance tendancielle de la demande, sans modification d'offre par rapport à 2008.
 - **La situation de référence** est la situation la plus probable si le projet LNOBPL n'était pas réalisé. Ici, nous intégrerons la réalisation d'un certain nombre de projets ferroviaires par rapport à la situation de base 2008, qui auront des impacts sur les dessertes ou les temps de parcours des relations nous concernant. La situation de référence intégrera également des modifications des offres routières (augmentation des coûts et des temps de parcours) et aériennes (fréquences et coûts).
 - **La situation de projet** intégrera les gains de temps et modifications de fréquence de l'offre de transport collectif supposés liés au projet LNOBPL. Elle se décline selon différents scénarios.

2.3.3 Horizons de modélisation

- 2030 : mise en service du projet LNOBPL ; les prévisions présentées correspondent à une année pleine d'exploitation hors effet de montée en charge,
- 2040,
- 2055

3 ZONAGE

3.1 Réalisation du Zonage

3.1.1 Principes généraux de construction

Le zonage définit les aires d'origines et de destination des déplacements. Les zones sont, autant que possible, de dimensions homogènes et le moins étirées possible.

Le découpage du territoire est basé sur les réseaux de transports.

Le découpage est tout d'abord basé sur le réseau ferroviaire. Ainsi, pour le modèle longue distance, chaque zone ne doit pas contenir plus d'une gare desservie par TGV. Pour le modèle courte distance, chaque zone ne doit pas contenir plus d'une gare TER « importante ».

Le découpage est ensuite orienté par les conditions de rabattement vers les gares, soit selon les réseaux ferroviaire et routier. Ainsi, chaque zone n'est traversée qu'au plus par une ligne ferroviaire et une route principale.

3.1.2 Contraintes

Dans le but de :

- rendre plus aisée la lecture des résultats,
- faciliter les comparaisons avec d'autres modèles,
- permettre la construction de la demande à partir des éléments disponibles,

un certain nombre de contraintes s'imposent au zonage.

Ainsi, les limites de cantons sont respectées. C'est-à-dire que les zones sont des regroupements de cantons. Ceci permet en particulier d'exploiter la matrice routière de la DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement).

Les limites de département sont également respectées, pour plus de lisibilité.

Le zonage est construit par découpage de l'ancien zonage longue distance (modèle BPL des études Setec), de manière à pouvoir récupérer des éléments de la demande et comparer les résultats.

De même, pour la France hors Bretagne et Loire-Atlantique ainsi que pour l'Europe, le zonage retenu est celui du Modèle National Voyageurs de RFF, base du zonage des différentes études en cours (LNMP, PACA).

Enfin, le zonage longue distance est construit par regroupement du zonage courte distance.

Pour le modèle d'accès à l'Aéroport du Grand Ouest, le zonage est affiné autour du futur aéroport.

3.1.3 Nomenclature

3.1.3.1 Numérotation

La numérotation des zones suit les principes suivants :

- les deux premiers chiffres indiquent le département (20 pour la Corse et 99 pour l'étranger),
- les trois suivants correspondent à l'ordre de découpage au sein du département (pour les pays étrangers, le premier correspond à un pays ou un groupe de pays - Suisse + Autriche par exemple -, le deuxième au pays si nécessaire - zéro sinon - et le troisième au numéro d'ordre du découpage au sein du pays, zéro si le pays n'est pas découpé), zéro si le département n'est pas découpé,
- pour le modèle courte distance, les trois derniers numéros correspondent à l'ordre de découpage de la zone longue distance (numérotée d'après les principes précédents), 1 si cette zone n'est pas découpée.

3.1.3.2 Noms

Les zones sont nommées d'après la commune la plus significative (souvent la plus peuplée, sinon celle de la gare la plus importante de la zone).

Pour le modèle longue distance les zones portent le nom du département pour le reste de la France (accolé au nom de la ville la plus importante dans le cas des départements coupés) et de la ville la plus importante pour les pays étrangers.

Les zonages des trois modélisations (Longue distance, Courte distance et d'accès à l'AGO) sont présentés ci-après.

3.2 Zonage du modèle courte distance

3.2.1 Principes spécifiques de construction

Le territoire concerné est l'ensemble de la région Bretagne et le département de la Loire-Atlantique.

Pour prendre en compte la frontière physique que représente la Loire, et les difficultés afférentes de déplacement, les communes de la zone dense de l'agglomération nantaise ont été regroupées en deux zones : Nantes au nord de la Loire (ainsi que les « quartiers sud », situés au sud de la Loire) et Rezé au sud de la Loire ;

Enfin, il est à noter que les îles ont été rattachées à la zone continentale la plus proche, soit en général celle d'où partent les bateaux qui les desservent. Ainsi Belle-Île est rattachée à Quiberon, Groix à Lorient, Ouessant à Plabennec, Batz à Saint-Pol-de-Léon et Bréhat à Paimpol.

3.2.2 Zonage retenu

Le découpage retenu comprend 104 zones réparties comme suit :

Finistère	19
Côtes-d'Armor	22
Morbihan	16
Ille-et-Vilaine	21
Loire-Atlantique	26
TOTAL	104

Le tableau suivant fournit la liste de ces zones avec leur population de 2007 et une représentation cartographique du zonage est donnée ensuite.

Figure 2 : Zonage courte distance

Numéro	Nom	Population 2007	Numéro	Nom	Population 2007
22 001 001	Saint-Brieuc	90 270	35 005 003	Bain-de-Bretagne	20 161
22 001 002	Plérin	30 105	35 006 001	Montauban-de-Bretagne	30 773
22 001 003	Plaintel	21 469	35 006 002	Montfort-sur-Meu	26 692
22 001 004	Plouha	20 367	35 007 001	Thorigné-Fouillard	35 174
22 002 002	Paimpol	24 510	35 007 002	Melesse	37 497
22 002 001	Guingamp	22 823	35 007 003	Combourg	24 236
22 002 003	Bourbriac	8 631	35 008 001	Janzé	34 522
22 002 004	Callac	6 299	35 009 001	Vitré	62 255
22 002 005	Bégard	14 441	35 010 001	Châteaubourg	13 192
22 002 006	Plouagat	14 851	44 001 001	Nantes	361 672
22 003 001	Lannion	79 626	44 001 002	Rezé	147 739
22 003 002	Plestin-les-Grèves	19 418	44 001 004	Couëron	34 886
22 004 001	Dinan	68 371	44 001 005	La Chapelle-sur-Erdre	34 724
22 005 001	Lamballe	20 638	44 001 006	Carquefou	63 682
22 005 002	Quessoy	16 927	44 002 001	Ancenis	43 004
22 005 003	Pléneuf-Val-André	25 456	44 002 002	Nort-sur-Erdre	23 612
22 006 001	Loudéac	29 160	44 002 003	Saint-Mars-la-Jaille	13 617
22 006 002	Merdrignac	16 077	44 003 001	Vallet	61 321
22 007 001	Rostrenen	12 340	44 003 002	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	40 664
22 007 002	Maël-Carhaix	5 550	44 003 003	La Montagne	26 973
22 008 001	Broons	20 757	44 004 001	Châteaubriant	26 305
22 009 001	Plénée-Jugon	7 954	44 004 002	Derval	8 232
29 001 001	Quimper	63 961	44 004 003	Moisdon-la-Rivière	6 475
29 001 002	Douarnenez	102 212	44 005 001	Saint-Nazaire	91 594
29 001 003	Fouesnant	34 160	44 005 002	La Baule-Escoublac	70 509
29 002 001	Brest	171 290	44 005 003	Pornic	66 961
29 002 002	Saint-Renan	85 739	44 005 004	Pontchâteau	36 566
29 002 003	Guipavas	24 600	44 005 005	Savenay	21 805
29 003 001	Morlaix	43 788	44 005 006	Missillac	13 686
29 003 002	Plouigneau	22 662	44 006 001	Blain	15 681
29 003 003	Saint-Pol-de-Léon	19 907	44 006 002	Nozay	14 858
29 004 001	Quimperlé	28 795	44 006 003	Notre-Dame-des-Landes	1 875
29 004 002	Moëlan-sur-Mer	17 571	44 007 002	Plessé	11 611
29 005 001	Landivisiau	45 284	44 007 001	Guémené-Penfao	8 751
29 006 001	Carhaix-Plouguer	15 445	56 001 001	Vannes	96 624
29 006 002	Châteauneuf-du-Faou	21 904	56 001 002	Questembert	24 213
29 006 003	Huelgoat	5 451	56 001 003	Ploeren	35 349
29 007 001	Rosporden	54 697	56 001 004	Elven	28 019
29 008 001	Châteaulin	28 579	56 001 005	Muzillac	12 752
29 009 001	Landerneau	48 941	56 002 001	Lorient	109 948
29 010 001	Plougastel-Daoulas	50 923	56 002 002	Hennebont	56 086
35 001 001	Rennes	283 126	56 002 003	Guidel	34 485
35 001 002	Bruz	40 623	56 003 001	Pontivy	51 242
35 001 003	Pacé	40 536	56 003 002	Baud	29 054
35 001 004	Châteaugiron	25 017	56 004 001	Auray	67 529
35 002 001	Redon	18 390	56 004 002	Quiberon	20 720
35 002 002	Guipry	13 165	56 005 001	Ploërmel	53 883
35 002 003	Grand-Fougeray	5 127	56 005 002	Mauron	11 134
35 003 001	Saint-Malo	105 392	56 006 001	Gourin	8 520
35 003 002	Dol-de-Bretagne	21 329	56 007 001	La Roche-Bernard	14 348
35 004 001	Fougères	69 835	56 008 001	Plouay	22 592
35 005 001	Guichen	25 473	56 009 001	Allaire	25 988
35 005 002	Bréal-sous-Montfort	23 333			

Figure 3 : Carte du zonage courte distance



3.3 Zonage du modèle longue distance

3.3.1 Principes spécifiques de construction

3.3.1.1 Bretagne et Loire-Atlantique

Le zonage du modèle longue distance correspond à un regroupement du zonage du modèle courte distance tout en respectant les contraintes indiquées plus haut.

Les gares TGV sont, autant que possible, isolées (pas plus d'une par zone). Les zones sans gare TGV sont construites autour des grands axes de rabattement (lignes TER et grands axes routiers).

Les zones de Rennes et de Nantes ont été regroupées avec leur zone de petite couronne. Rennes reste entourée par une « grande couronne » dont les zones s'organisent autour du réseau ferré.

3.3.1.2 Reste de la France métropolitaine

Conformément au modèle national, le reste de la France métropolitaine est découpé au niveau départemental.

Cependant, certains départements bénéficiant de deux gares TGV d'importances comparables sont découpés. Il s'agit des départements suivants :

- Aude : séparation entre Carcassonne et Narbonne,
- Bouches-du-Rhône : séparation entre Aix-en-Provence et Marseille,
- Hérault : séparation entre Montpellier et Béziers,
- Pyrénées-Atlantiques : séparation entre Pau et Bayonne,
- Haut-Rhin : séparation entre Colmar et Mulhouse,
- Seine-Maritime : séparation entre Rouen et Le Havre,
- les deux départements de Corse sont agrégés en une seule zone.

Il est à noter que la Corse sera rattachée au continent *via* deux connecteurs vers Marseille et Nice.

3.3.1.3 Europe

Le périmètre et zonage retenus sont les mêmes que ceux du Modèle National Voyageurs et de ses versions les plus récentes (PACA, LNMP, avec toutefois un regroupement des zones frontalières de l'Espagne et de l'Italie).

Sont donc retenus les pays suivants :

- Royaume-Uni (Grande-Bretagne seulement),
- Belgique, Pays-Bas, Luxembourg et Danemark,
- Allemagne,
- Suisse et Autriche,
- Italie,
- Espagne et Portugal.

Le zonage correspond à un regroupement de régions (niveau NUTS 1 ou 2).

3.3.2 Zonage retenu

Le découpage retenu comprend 197 zones réparties comme suit :

Bretagne et Loire-Atlantique	
Finistère	10
Côtes-d'Armor	9
Morbihan	9
Ille-et-Vilaine	10
Loire-Atlantique	7
TOTAL	45
Reste de la France métropolitaine	
	86
Reste de l'Europe	
Allemagne	15
Autriche	2
Belgique	3
Danemark	1
Espagne	11
Grande Bretagne	10
Italie	11
Luxembourg	1
Pays Bas	4
Portugal	2
Suisse	6
TOTAL	66
TOTAL	197

Le détail du zonage est donné sur les pages suivantes sous forme de tableaux (liste des zones et population) et représentations graphiques, à l'échelle de la Bretagne et des Pays de la Loire, de la France et de l'Europe.

Figure 4 : Zonage longue distance pour la Bretagne et la Loire-Atlantique

Numéro	Nom	Population 2007
22 001	Saint-Brieuc	162 211
22 002	Guingamp	91 556
22 003	Lannion	99 044
22 004	Dinan	68 371
22 005	Lamballe	63 021
22 006	Loudéac	45 237
22 007	Rostrenen	17 890
22 008	Broons	20 757
22 009	Plénée-Jugon	7 954
29 001	Quimper	200 332
29 002	Brest	281 630
29 003	Morlaix	86 357
29 004	Quimperlé	46 366
29 005	Landivisiau	45 284
29 006	Carhaix-Plouguer	42 801
29 007	Rosporden	54 697
29 008	Châteaulin	28 579
29 009	Landerneau	48 941
29 010	Plougastel-Daoulas	50 923
35 001	Rennes	389 302
35 002	Redon	36 683
35 003	Saint-Malo	126 721
35 004	Fougères	69 835
35 005	Guichen	68 967
35 006	Montauban-de-Bretagne	57 466
35 007	Thorigné-Fouillard	96 907
35 008	Janzé	34 522
35 009	Vitré	62 255
35 010	Châteaubourg	13 192
44 001	Nantes	642 703
44 002	Ancenis	80 233
44 003	Vallet	128 958
44 004	Châteaubriant	41 012
44 005	Saint-Nazaire	301 122
44 006	Blain	32 413
44 007	Guémené-Penfao	20 362
56 001	Vannes	196 956
56 002	Lorient	200 520
56 003	Pontivy	80 296
56 004	Auray	88 249
56 005	Ploërmel	65 017
56 006	Gourin	8 520
56 007	La Roche-Bernard	14 348
56 008	Plouay	22 592
56 009	Allaire	25 988

Figure 5 : Zonage longue distance pour le reste de la France

Numéro	Nom	Population 2007	Numéro	Nom	Population 2007
1 000	Ain	574 375	50 000	Manche	495 144
2 000	Aisne	537 816	51 000	Marne	566 486
3 000	Allier	343 115	52 000	Haute-Marne	187 399
4 000	Alpes-de-Haute-Provence	156 068	53 000	Mayenne	300 642
5 000	Hautes-Alpes	132 476	54 000	Meurthe-et-Moselle	726 594
6 000	Alpes-Maritimes	1 082 464	55 000	Meuse	193 964
7 000	Ardèche	309 454	57 000	Moselle	1 039 018
8 000	Ardennes	284 740	58 000	Nièvre	221 486
9 000	Ariège	148 576	59 000	Nord	2 564 945
10 000	Aube	300 837	60 000	Oise	796 619
11 010	Aude - Carcassonne	198 846	61 000	Orne	292 609
11 020	Aude - Narbonne	146 271	62 000	Pas-de-Calais	1 456 720
12 000	Aveyron	274 425	63 000	Puy-de-Dôme	626 632
13 010	Bouches-du-Rhône - Marseille	989 699	64 010	Pyrénées-Atlantiques - Pau	374 354
13 020	Bouches-du-Rhône - Aix-en-Provence	969 230	64 020	Pyrénées-Atlantiques - Bayonne	268 735
14 000	Calvados	673 664	65 000	Hautes-Pyrénées	228 591
15 000	Cantal	149 056	66 000	Pyrénées-Orientales	437 159
16 000	Charente	349 537	67 000	Bas-Rhin	1 084 845
17 000	Charente-Maritime	605 404	68 010	Haut-Rhin - Colmar	197 339
18 000	Cher	314 600	68 020	Haut-Rhin - Mulhouse	545 069
19 000	Corrèze	242 029	69 000	Rhône	1 677 079
20 000	Corse	299 213	70 000	Haute-Saône	237 198
21 000	Côte-d'Or	519 132	71 000	Saône-et-Loire	551 830
23 000	Creuse	123 863	72 000	Sarthe	556 946
24 000	Dordogne	406 791	73 000	Savoie	405 535
25 000	Doubs	520 130	74 000	Haute-Savoie	706 708
26 000	Drôme	473 422	75 000	Paris	2 193 031
27 000	Eure	572 107	76 010	Seine-Maritime - Rouen	791 826
28 000	Eure-et-Loir	422 410	76 020	Seine-Maritime - Le Havre	452 777
30 000	Gard	689 843	77 000	Seine-et-Marne	1 289 510
31 000	Haute-Garonne	1 202 907	78 000	Yvelines	1 403 949
32 000	Gers	183 621	79 000	Deux-Sèvres	362 937
33 000	Gironde	1 409 352	80 000	Somme	565 909
34 010	Hérault - Montpellier	725 196	81 000	Tarn	369 188
34 020	Hérault - Beziers	286 667	82 000	Tarn-et-Garonne	231 760
36 000	Indre	232 791	83 000	Var	995 929
37 000	Indre-et-Loire	583 084	84 000	Vaucluse	538 138
38 000	Isère	1 178 718	85 000	Vendée	607 424
39 000	Jura	258 882	86 000	Vienne	421 890
40 000	Landes	367 488	87 000	Haute-Vienne	371 096
41 000	Loir-et-Cher	326 290	88 000	Vosges	380 301
42 000	Loire	740 659	89 000	Yonne	341 416
43 000	Haute-Loire	220 437	90 000	Territoire de Belfort	142 442
45 000	Loiret	647 727	91 000	Essonne	1 201 995
46 000	Lot	171 174	92 000	Hauts-de-Seine	1 544 410
47 000	Lot-et-Garonne	324 159	93 000	Seine-Saint-Denis	1 502 342
48 000	Lozère	76 876	94 000	Val-de-Marne	1 302 888
49 000	Maine-et-Loire	770 771	95 000	Val-d'Oise	1 160 719

Figure 6 : Zonage longue distance pour le reste de l'Europe

Numéro	Nom	Pays	Numéro	Nom	Pays
99 101	Edinburgh	Grande Bretagne	99 411	Lausanne	Suisse
99 102	Bristol	Grande Bretagne	99 412	Bellinzona	Suisse
99 103	London	Grande Bretagne	99 413	Zurich	Suisse
99 104	Norwich	Grande Bretagne	99 414	Bern	Suisse
99 105	Cardiff	Grande Bretagne	99 415	Basel	Suisse
99 106	Manchester	Grande Bretagne	99 416	Geneve	Suisse
99 107	Birmingham	Grande Bretagne	99 421	Wien	Autriche
99 108	Leeds	Grande Bretagne	99 422	Salzburg	Autriche
99 109	Nottingham	Grande Bretagne	99 501	Torino	Italie
99 110	Newcastle	Grande Bretagne	99 502	Venezia	Italie
99 211	Namur	Belgique	99 503	Genova	Italie
99 212	Bruxelles	Belgique	99 504	Firenze	Italie
99 213	Anvers	Belgique	99 505	Milano	Italie
99 221	Groningen	Pays Bas	99 506	Bologna	Italie
99 222	Arnhem	Pays Bas	99 507	Palermo	Italie
99 223	Eindhoven	Pays Bas	99 508	Cagliari	Italie
99 224	Rotterdam	Pays Bas	99 509	Napoli	Italie
99 231	Luxembourg	Luxembourg	99 510	Roma	Italie
99 241	Copenhague	Danemark	99 511	Ancona	Italie
99 301	Kiel	Allemagne	99 611	La Coruna	Espagne
99 302	Hamburg	Allemagne	99 612	Oviedo	Espagne
99 303	Bremen	Allemagne	99 613	Bilbao	Espagne
99 304	Berlin	Allemagne	99 614	Zaragoza	Espagne
99 305	Rostock	Allemagne	99 615	Madrid	Espagne
99 306	Dresden	Allemagne	99 616	Valladolid	Espagne
99 307	Erfurt	Allemagne	99 617	Toledo	Espagne
99 308	Munchen	Allemagne	99 618	Badajoz	Espagne
99 309	Nurnberg	Allemagne	99 619	Barcelona	Espagne
99 310	Saarbrucken	Allemagne	99 620	Sevilla	Espagne
99 311	Magdeburg	Allemagne	99 621	Valencia	Espagne
99 312	Hannover	Allemagne	99 622	Porto	Portugal
99 313	Stuttgart	Allemagne	99 623	Lisboa	Portugal
99 314	Frankfurt	Allemagne			
99 315	Koln	Allemagne			

Figure 7 : Carte du zonage longue distance pour la Bretagne et la Loire-Atlantique

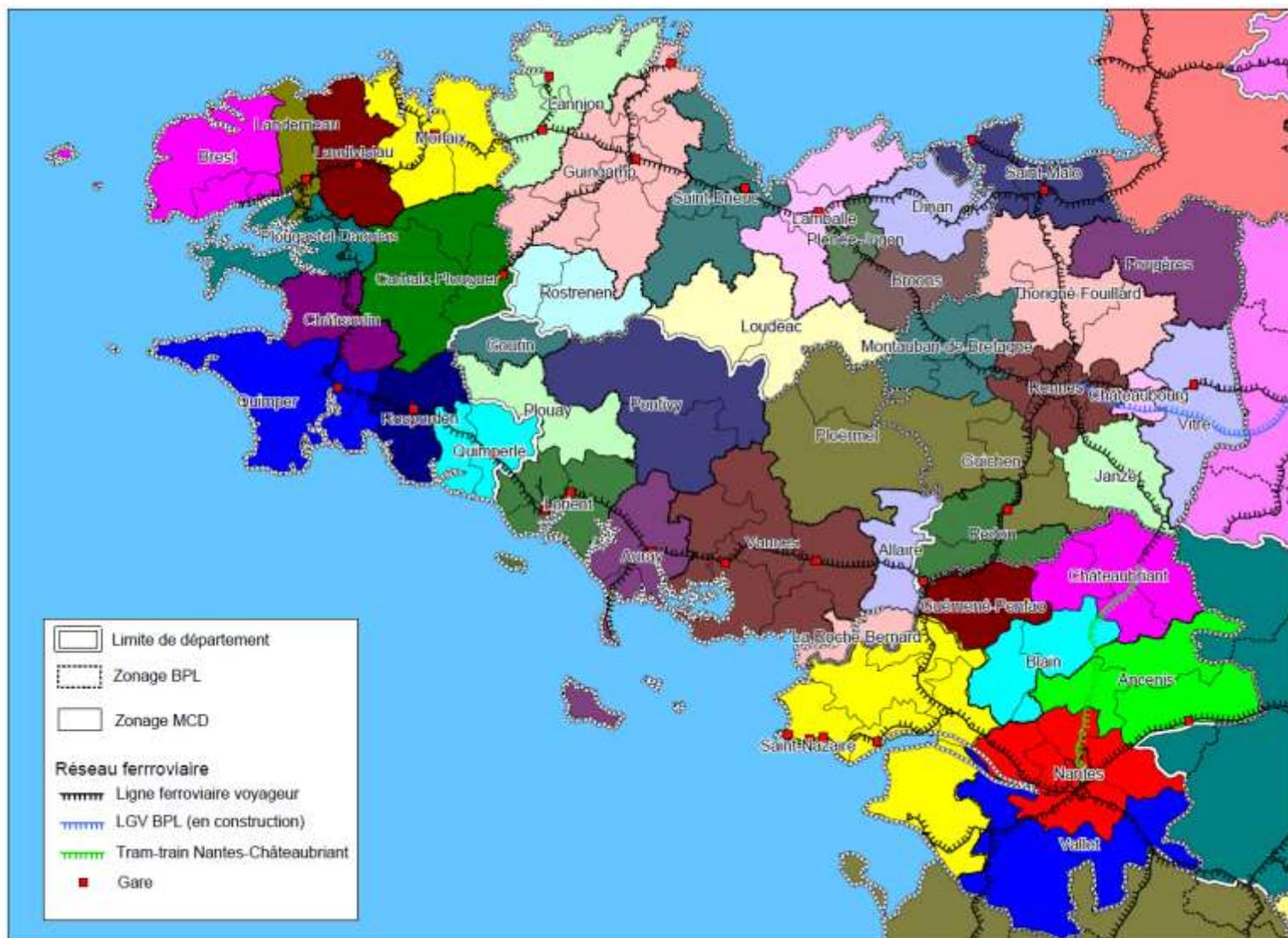


Figure 8 : Carte du zonage longue distance pour le reste de la France et l'Europe



3.4 Zonage du modèle spécifique lié à l'aéroport du Grand Ouest

Le zonage que nous utilisons est constitué :

- des cantons de Loire Atlantique (y compris les 11 cantons Nantais, mais en fusionnant les 3 cantons de Saint-Nazaire ainsi que les 2 cantons de Saint-Herblain),
- d'un zonage basé sur des regroupements de cantons en Maine et Loire et en Vendée,
- du zonage du modèle MLD pour les départements du Morbihan et de l'Ille-et-Vilaine,
- d'un regroupement du zonage du modèle MLD pour les départements des Côtes d'Armor et du Finistère,
- du zonage MLD (département) pour les départements de la Mayenne, de la Sarthe, des Deux Sèvres, de la Vienne et de la Charente-Maritime,

soit un total de 91 zones.

Figure 9 : Zonage du modèle d'accès à l'AGO



4 SITUATION DE BASE

4.1 Offre de transport

4.1.1 Principe général

La description de l'offre de transport relative à chaque mode est nécessaire pour calculer les indicateurs qui influent sur le choix modal. L'offre est ainsi définie pour chaque mode (Fer, Route, Air), par couple Origine – Destination du zonage d'étude, et elle est définie avec les caractéristiques suivantes :

- Le temps de trajet,
- La fréquence,
- Les coûts de transport,
- Le nombre de ruptures de charge éventuelles,
- Les caractéristiques des trajets d'accès ou de diffusion.

Les relevés de l'offre de transport sont effectués :

- Pour la route, sur la base d'un réseau routier géographique détaillé,
- Pour le fer, sur la base des horaires publiés par la SNCF,
- Pour l'air, à partir de la bande OAG (Official Airline Guide) 2009.

Les paragraphes suivants détaillent les données utilisées et le mode de calcul des indicateurs d'offre pour chacun des modes.

4.1.2 Offre routière

Le réseau routier codé atteint le niveau de finesse suivant :

- pour la France, toutes les autoroutes, voies rapides, nationales ainsi qu'un grand nombre de départementales ;
- pour les autres pays européens retenus dans le zonage, seulement les routes structurantes.

Ce réseau, utilisé dans le Modèle National Voyageurs de RFF développé par Setec, est régulièrement mis à jour. La version utilisée dans cette étude est celle issue du MNV affiné avec les études LNMP et PACA complétée de la portion de l'autoroute A29 située entre Amiens et l'autoroute A28 (mise en service en 2005) empruntée par les itinéraires allant de la Bretagne à Lille et au-delà.

Figure 10 : Réseau routier

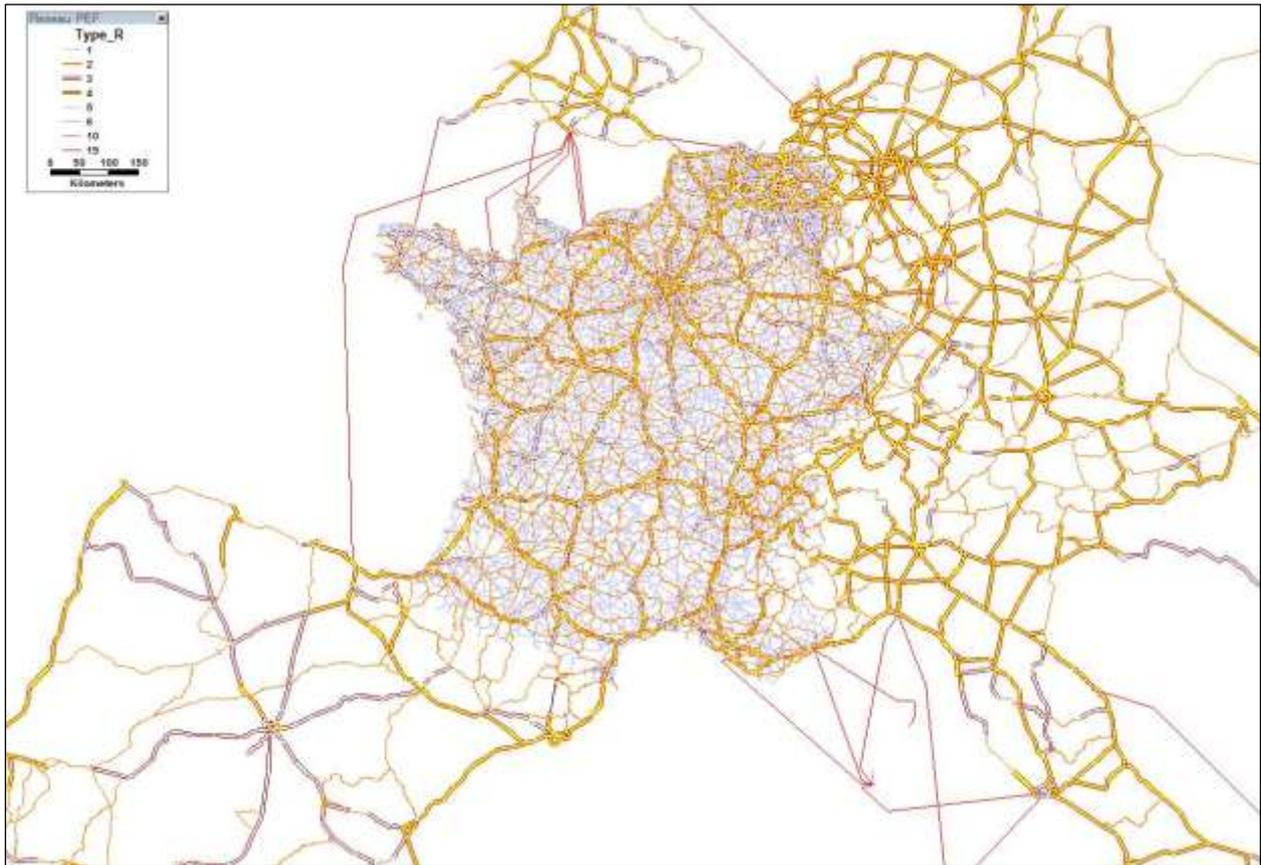
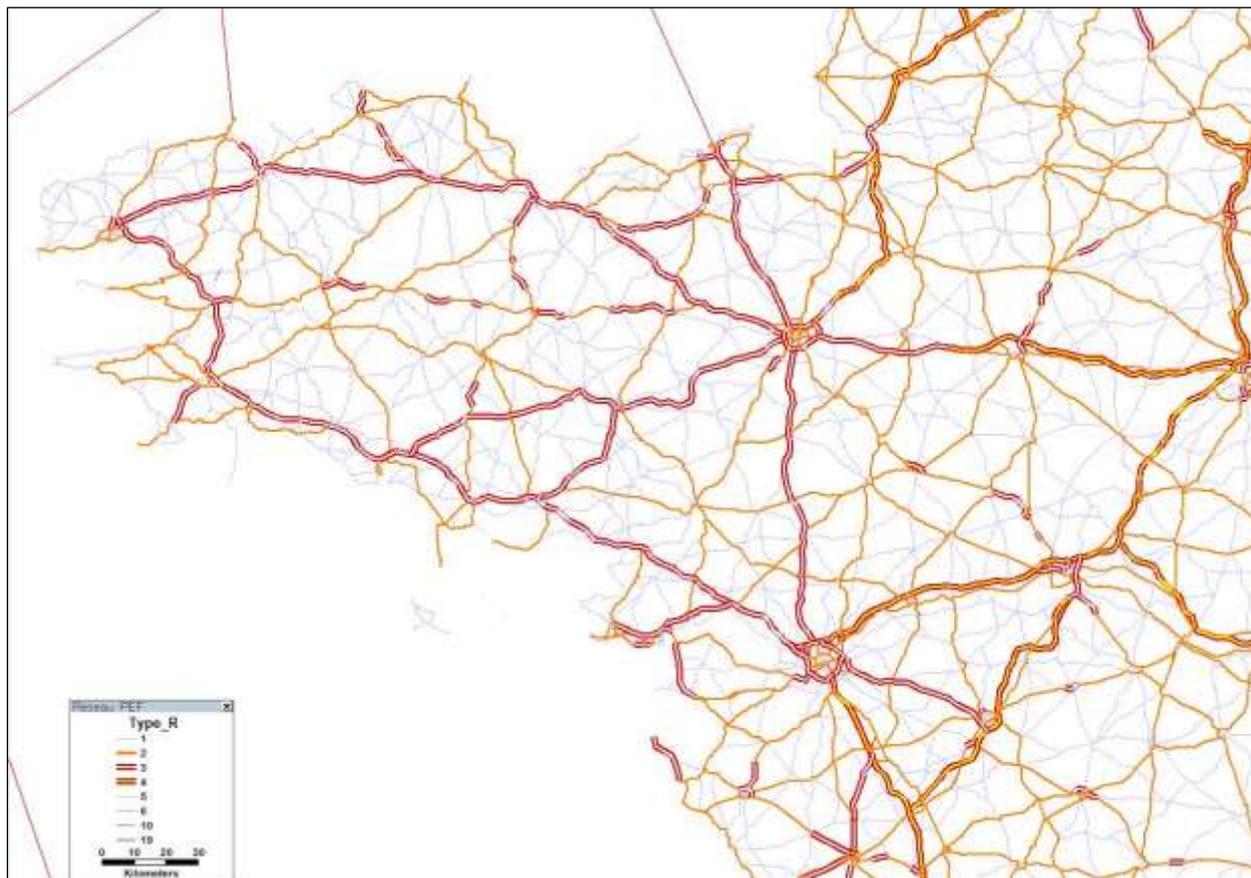


Figure 11 : Réseau routier - Zoom sur la Bretagne



4.1.2.1 Temps routiers

Les temps routiers observés sont issus de relevés effectués à partir de sites Internet de recherche d'itinéraires en avril 2012, avec un mode de recherche « temps le plus court ». Ils sont comparés aux temps modélisés.

Les graphiques suivants permettent de comparer les temps modélisés à ceux des sites *ViaMichelin* et *Mappy* – hors temps de repos pour toutes ces sources.

On observe une différence entre les temps fournis par *Mappy* et ceux de *ViaMichelin*. En particulier, en Bretagne, les temps *Mappy* sont fréquemment supérieurs à ceux de *ViaMichelin* d'au moins 10%, alors que les itinéraires proposés sont identiques.

Ainsi, entre Brest et Nantes, les deux sites proposent un itinéraire suivant la RN165 mais *Mappy* parvient à un temps supérieur de presque 20%. En particulier, *ViaMichelin* propose de parcourir 282 km de N165 en 160 minutes, soit une vitesse moyenne de 105 km/h. Sur le même tronçon, *Mappy* propose 198 minutes, soit une vitesse moyenne de 85 km/h. Pour comparaison, *Google* propose un temps très proche de celui de *ViaMichelin* avec une vitesse moyenne sur la RN165 de presque 100 km/h.

Ces différences de vitesse entraînent des différences de choix d'itinéraires, puisque les recherches se font en « temps le plus court ». Ainsi, entre Quimper et Saint-Brieuc, les deux sites proposent des itinéraires différents entre Carhaix et Saint-Brieuc : *ViaMichelin* propose de passer par Guingamp et d'emprunter la RN12, *Mappy* propose de passer par Corlay et la D790.

Pour la même raison, l'itinéraire entre Nantes et Lille passe par Paris pour *ViaMichelin* et Rouen pour *Mappy* et celui entre Rennes et Lyon passe par Paris pour *ViaMichelin* et Saint-Etienne pour *Mappy*.

Les temps routiers modélisés dans le MLD et le MCD ont donc été ajustés de préférence sur ceux du site *ViaMichelin*. Ce sont ces temps qui sont présentés par la suite.

Figure 12 : Comparaison des temps routiers (hors repos) modélisés et observés en Bretagne



Figure 13 : Comparaison des temps routiers (hors repos) modélisés et observés sur quelques Origine-Destination



Temps de pause

Dans le Modèle National Voyageurs, un temps de pause de 20 min est additionné au temps de parcours pour chaque palier de 2h, en longue distance comme en courte distance.

4.1.2.2 Coûts routiers

Pour le partage modal, les coûts routiers modélisés sont uniquement le coût du carburant et le coût du péage. Les coûts d'entretien et de dépréciation du véhicule ne sont pas pris en compte, car ils sont liés à la possession ou non du véhicule, mais ne sont pas supposés influencer sur son utilisation ou non pour un déplacement donné.

Par ailleurs, les coûts routiers sont calculés pour un véhicule. Il convient alors d'utiliser les taux d'occupation des véhicules pour en déduire un coût routier par personne.

Coûts liés au carburant

Le coût lié au carburant est calculé sur la base d'une valeur kilométrique fournie par RFF. Cette dernière est calculée à partir du coût au litre des différents carburants, d'estimations sur l'équipement du parc de véhicules, et d'une consommation moyenne par type de véhicules.

La valeur utilisée pour l'année 2008 est de 0,094 €₂₀₁₂/km.

Pour la comparaison, la valeur retenue pour le modèle est celle de l'année 2012 en €₂₀₁₂, issue des mêmes données. Elle est de 0,088 €₂₀₁₂/km. Les options par défaut des sites internet sont les suivantes :

- citadine à essence, 1,5 €/L pour *ViaMichelin*,
- voiture de taille moyenne, SP98 à 1,72 €/L pour *Mappy*.

Les coûts kilométriques moyens sont au final de 0,11 €/km pour *ViaMichelin* et 0,13 €/km pour *Mappy*.

Coûts liés au péage

Les coûts liés au péage sont calculés sur la base d'un coût kilométrique moyen.

Le coût kilométrique moyen est issu de relevés Internet effectués sur le site de l'Association des Sociétés d'Autoroutes Françaises, éventuellement complétés par des recherches d'itinéraires sur *Mappy* ou *Via Michelin*. La valeur de ce coût kilométrique obtenue en 2011 est de 0,098 €₂₀₁₂/km.

Compte-tenu des augmentations en euros courants détaillées dans le tableau ci-dessous, **le coût lié au péage obtenu pour 2008 est de 0,093 €₂₀₁₂/km.**

Figure 14 : Augmentation moyenne des valeurs de péages en euros courants de 2009 à 2012

2009	2010	2011	2012
3,50%	0,50%	2,24%	2,50%

4.1.2.3 Taux d'occupation

Les taux d'occupations sont à évaluer par motif pour les déplacements courte distance et les déplacements longue distance.

Pour cela, nous avons utilisé les enquêtes disponibles :

- enquête spécifique RN 137 (2005),
- enquête spécifique RN 165 (2005),
- enquêtes diverses (20 postes sur toute la Bretagne) du CETE (Centres d'Etudes Techniques de l'Equipement) de 2010 et 2011,
- enquête sur RN 157 du CETE (2009) enquêtant essentiellement des déplacements longue distance.

Les taux moyens par type de déplacement et par motif sont présentés dans le tableau suivant.

Pour les déplacements longue distance, les motifs retenus ne sont pas directement assimilables aux motifs enquêtes, ainsi il apparaît un motif « Loisir, Week-End (WE), vacances » correspondant à un mélange des trois motifs « WE », « Vacances » et « Autre-Loisir ».

Figure 15 : Taux d'occupation du modèle longue distance

	Motif	Nombre d'enquêtes	Taux d'occupation enquête	Taux d'occupation du MNV (radial)	Taux retenu
MLD	DT-DE	453	1,12	1,50	1,12
	Professionnel	1 307	1,20	1,36	1,20
	WE	245	1,92	1,93	1,93
	Vacances	607	1,90	2,36	2,36
	Autre-Loisir	1 264	1,68	1,78	1,78
	Inconnu	684			
	Loisir, WE, vacances	233	1,99		

Dans ce tableau sont rappelés également les taux retenus dans le Modèle National Voyageur (MNV) pour les déplacements de type radiaux.

Concernant les déplacements courte distance, le taux d'occupation retenu évolue de manière affine avec le temps de parcours.

$$[\text{Taux d'occupation}] = a * [\text{Temps de parcours}] + b$$

Avec les valeurs des coefficients calculés par régression linéaire suivants :

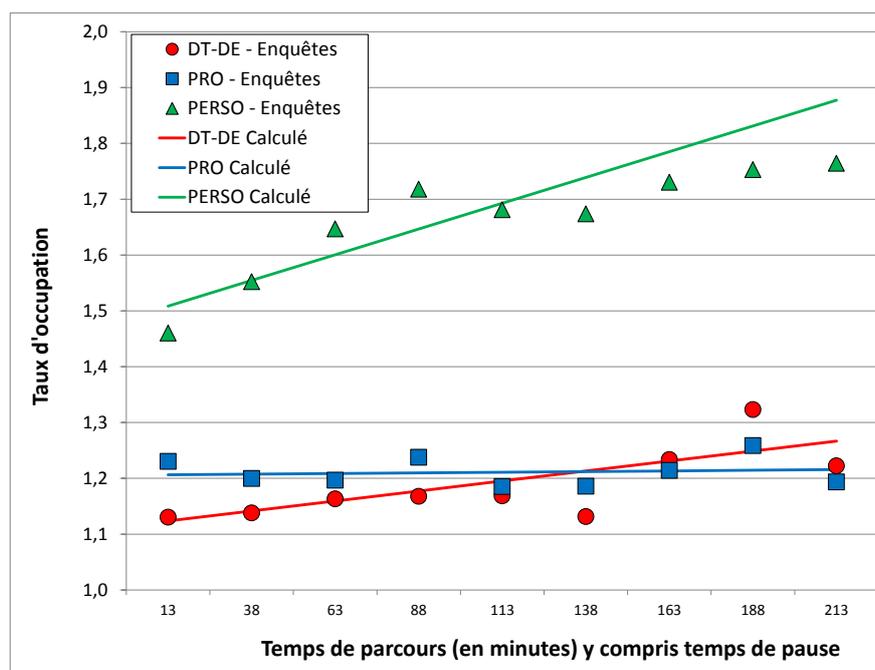
Figure 16 : Valeurs des coefficients de calcul du taux d'occupation du modèle courte distance

	DT-DE	PRO	PERSO
a	0,00072	0,00005	0,00015
b	1,11473	1,20563	0,01164

Coefficient de corrélation linéaire		
DT-DE	PRO	PERSO
0,65154568	-0,48410298	0,80822748

Le graphique suivant présente le taux moyen d'occupation observé lors des enquêtes pour différents temps de parcours et le taux d'occupation correspondant calculé, pour les 3 motifs.

Figure 17 : Taux d'occupation résultant des enquêtes et taux d'occupation calculé



4.1.3 Offre ferroviaire

Pour bien appréhender l'offre ferroviaire, plusieurs approches sont possibles. Pour le partage modal, l'offre doit être étudiée du point de vue du voyageur : ce sont les fréquences et les temps de parcours par origine-destination qui doivent être analysés et ces données doivent prendre en compte à la fois les liaisons directes et celles avec des correspondances intéressantes. Pour ces raisons, l'offre du point de vue du voyageur sera présentée dans la section concernant le calage (cf. §4.4).

Mais il est plus clair et plus compréhensible d'étudier l'offre du point de vue des transporteurs et du gestionnaire d'infrastructure : ce sont alors le nombre et le temps de parcours des missions qui sont détaillés. Cette analyse par mission est également complétée par une analyse en termes de sillons (deux missions différentes peuvent être couplées sur une partie de leur itinéraire de manière à ne constituer qu'un seul sillon, ce qui a évidemment un impact en termes de capacité ferroviaire, et de péage).

4.1.3.1 Offre du point de vue des transporteurs et gestionnaire d'infrastructure

Du point de vue des transporteurs et du gestionnaire d'infrastructure, la distinction entre longue distance et courte distance n'a pas grand sens, car elle est liée aux origines-destinations. Or, un même train peut être utilisé pour des relations de longue distance et de courte distance. A l'inverse, une origine-destination identique peut emprunter des trains nationaux ou des trains régionaux.

Desserte sur un JOB (Jour Ouvrable de base) 2008

L'offre ferroviaire de 2008 entre Rennes et la pointe bretonne est variée et permet d'assurer une desserte fine du territoire. De fait, elle se révèle complexe, avec une dissymétrie des sens et une grande variété des missions tant en termes de desserte que de temps de parcours. Elle se caractérise également par une complémentarité forte entre TGV et TER.

Ceci est notamment mis en évidence par les licornes présentées page suivante relatives au mardi 11 mars 2008 et caractérisant les trains circulant de bout en bout entre Paris (pour les TGV) - Rennes et Brest/Quimper.

On y constate que, pour un JOB 2008 (année de base de la modélisation) :

- le sens Paris-Rennes-Bretagne comprend, sur la branche nord, 8 TGV et 4 TER ; 4 TGV sont couplés entre Paris et Rennes avec des trains à destination de Quimper. Sur la branche Sud, circulent 7 TGV (dont les 4 couplés avec ceux de Brest) et 5 TER. Au total, ce sont donc 12 trains sur chaque branche qui desservent le Finistère.
- le sens Bretagne-Rennes-Paris diffère : seuls 3 TGV sont jumelés à Rennes. La branche nord compte un TER de moins (3 au lieu de 4) pour un nombre identique de TGV (8), soit 11 trains au total. La branche Sud a toujours un total de 12 trains, mais avec un TGV en moins et un TER en plus.

Il est également à noter que deux TGV supplémentaires circulent sur ces axes pour un JOB 2008 (pour les deux sens de circulation). Il s'agit d'un TGV terminus à Saint-Brieuc pour l'axe nord et d'un autre terminus à Vannes pour l'axe sud.

Il est à noter que l'offre a évolué entre 2008 et aujourd'hui avec notamment, en JOB, quelques trains en moins vers la Bretagne sud et une liaison supplémentaire entre Nantes et Rennes. Ces évolutions sont liées non seulement aux adaptations annuelles mais également à la réalisation des travaux d'amélioration.

Les deux licornes suivantes synthétisent l'offre ferroviaire en lien direct avec notre périmètre d'étude, par sens pour un JOB 2008. Tous les trains ne sont pas reproduits ici pour les besoins de la représentation schématique (TGV Paris-Nantes, TER omnibus de courte distance, liaison Nantes-Le Croisic).

Figure 18 : Desserte ferroviaire du mardi 11 mars 2008 dans le sens Rennes vers Finistère

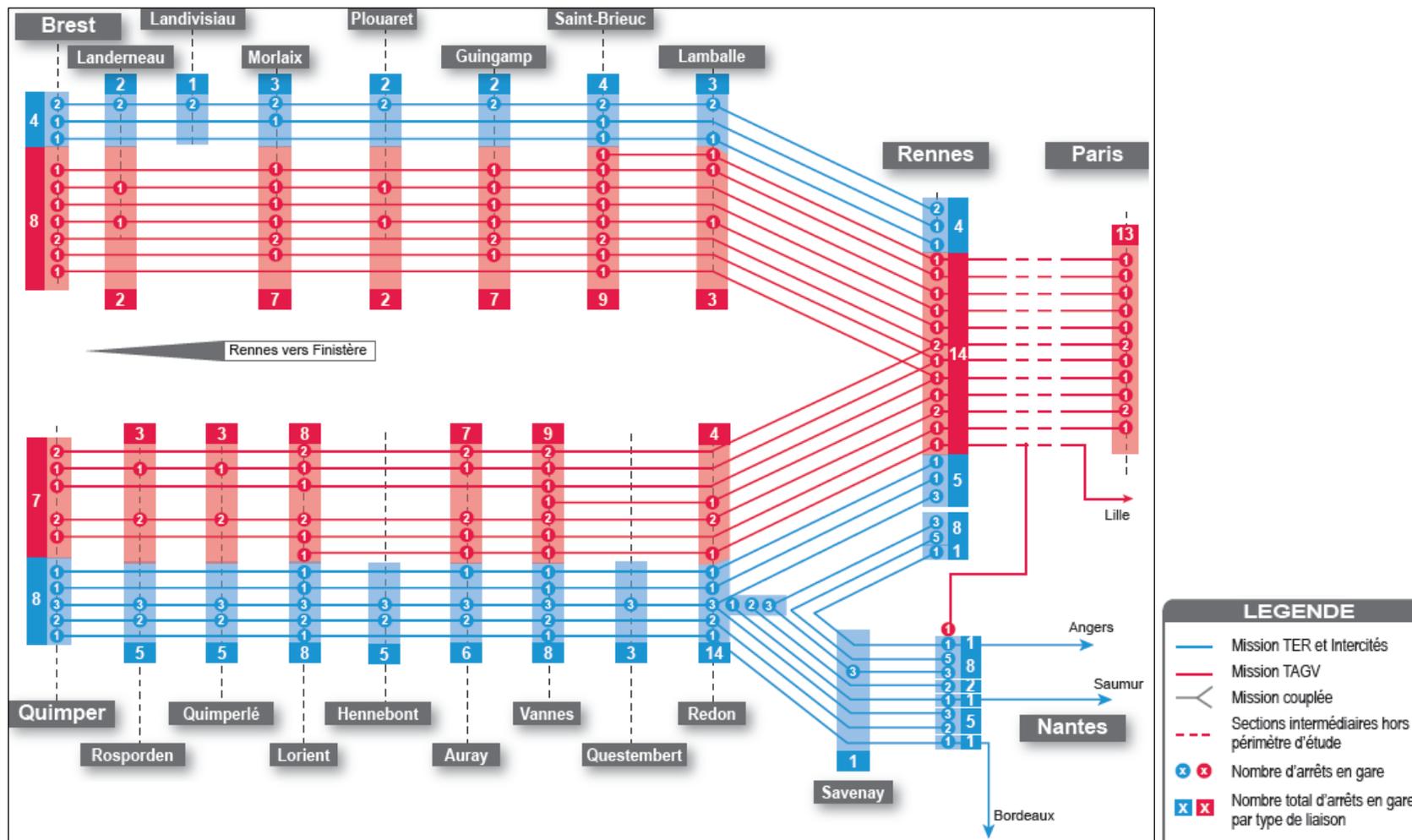
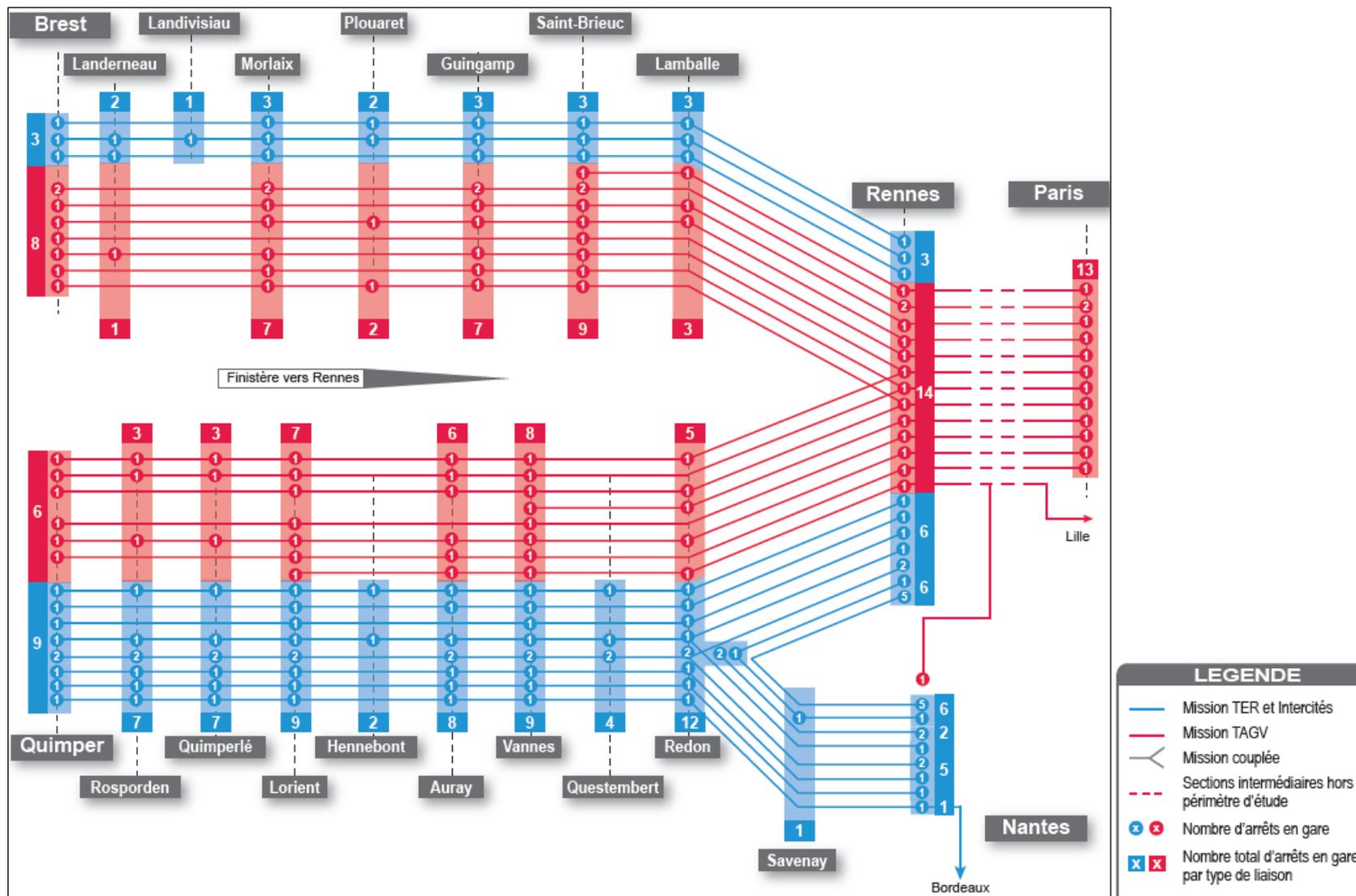


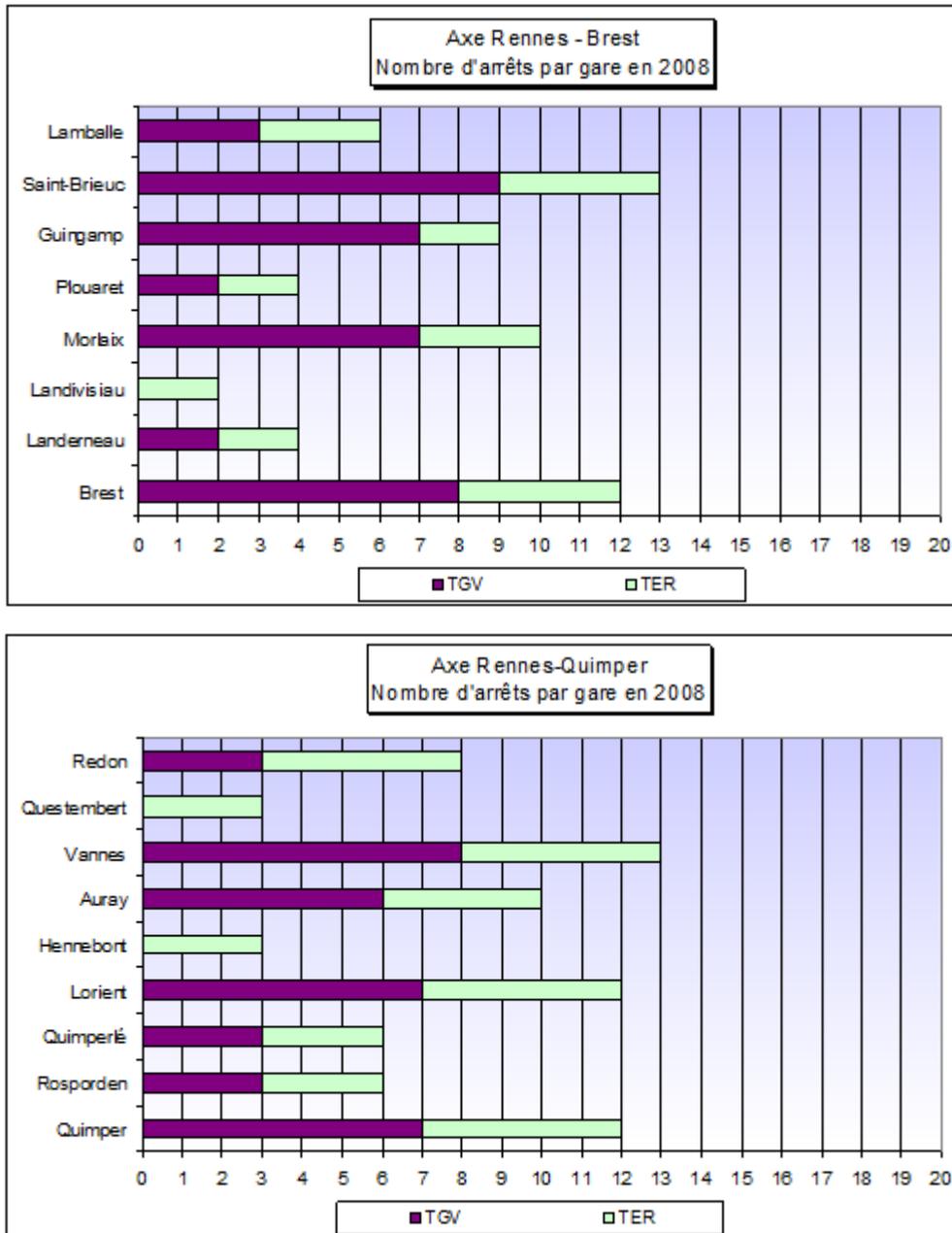
Figure 19 : Desserte ferroviaire du mardi 11 mars 2008 dans le sens Finistère vers Rennes



Sur cette base, les deux graphiques ci-dessous représentent le nombre d'arrêts en gare des trains desservant l'un des deux axes (y compris le TGV Paris-St Brieuc et le TGV Paris-Vannes) pour un JOB 2008 et pour le sens de circulation Rennes vers Finistère.

Ces valeurs évoluent à la marge si on considère le sens de circulation Finistère vers Rennes du fait de la dissymétrie des missions et de l'évolution des répartitions TER/TGV.

Figure 20 : Nombre d'arrêts par gare pour un Jour Ouvrable de Base en 2008



Le tableau suivant détaille le nombre total de trains par jour (les deux sens confondus) reliant différentes gares.

Figure 21 : Nombre de liaisons directes (GL et TER) entre gares

	Liaisons directes gare-gare	Paris		Rennes			Nantes	
		TGV	TOTAL	TGV	TER	TOTAL	TER	TOTAL
	Rennes	19,5	19,5	-	-	-	7,5	7,5
Branche Nord	Lamballe	3	3	3	10	13	-	-
	Saint Briec	9	9	9	10,5	19,5	-	-
	Guingamp	7	7	7	3	10	-	-
	Plouaret	2	2	2	2	4	-	-
	Morlaix	7	7	7	3	10	-	-
	Landerneau	1,5	1,5	1,5	2	3,5	-	-
	Brest	8	8	8	3,5	11,5	-	-
Branche Sud	Redon	3,5	3,5	4,5	16,5	21	9,5	9,5
	Vannes	8	8	9	8,5	17,5	5,5	5,5
	Auray	6	6	7	7	14	5,5	5,5
	Lorient	7,5	7,5	8,5	8	16,5	5,5	5,5
	Quimperlé	3	3	3	4,5	7,5	3,5	3,5
	Rosporden	3	3	3	4,5	7,5	3,5	3,5
	Quimper	7	7	7	7	14	5,5	5,5

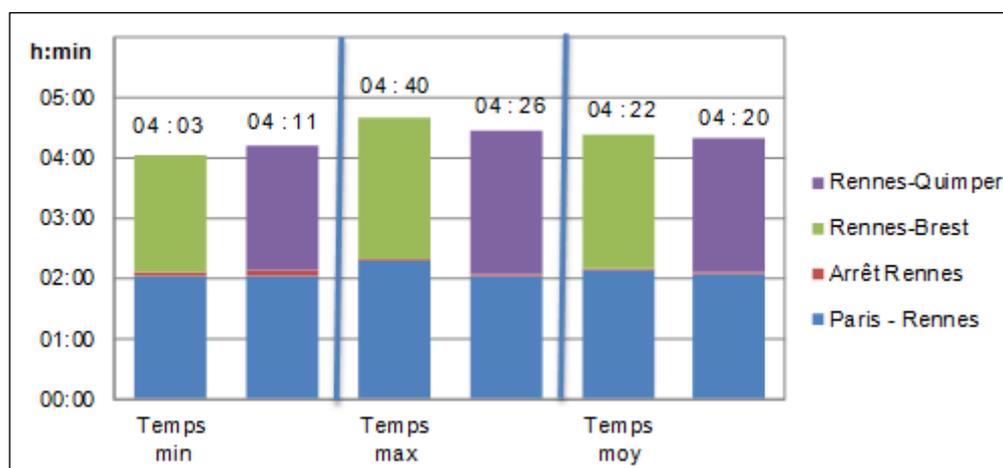
Temps de parcours pour un JOB 2008

Le paragraphe ci-dessous présente quelques éléments de temps de parcours pour un JOB 2008.

Pour les TGV, les temps de parcours moyens en 2008 de Paris vers Brest/Quimper sont similaires et de l'ordre de 4h20 pour un JOB. L'amplitude entre les temps de parcours minimaux et maximaux est néanmoins plus importante pour la branche nord que pour la branche sud en raison :

- d'un nombre d'arrêts pour le TGV le plus rapide plus restreint sur l'axe nord que sur l'axe sud (2 versus 3),
- d'arrêts TGV en amont de Rennes plus fréquents pour les TGV allant vers Brest que pour ceux allant vers Quimper.

Figure 22 : Caractéristiques de l'offre TGV Paris vers Finistère pour un Jour Ouvrable de Base en 2008



Détail des arrêts TGV Paris — Finistère : Branche nord										
Nb TGV	Le Mans	Laval	Vitré	Rennes	Lamballe	St Brieuc	Guingamp	Plouarec	Morlaix	Landerneau
8 TGV	3	2	1	8	2	8	7	2	7	2

Détail des arrêts TGV Paris — Finistère : Branche sud										
Nb TGV	Le Mans	Laval	Vitré	Rennes	Redon	Vannes	Auray	Lorient	Quimperlé	Rosporden
7 TGV	1	0	0	7	2	7	6	7	3	3

Notes : - Calculs n'intégrant pas les TGV terminus à St Brieuc et Vannes

- Les temps indiqués sont ceux constatés en JOB 2008, des missions avec temps de parcours plus courts pouvant exister à d'autres dates

Quant aux TER, les plus rapides pour un JOB de 2008 comptent 2 arrêts sur la branche nord (Saint-Brieuc et Lamballe ou Morlaix) et 3 arrêts sur la branche sud (Redon, Vannes et Lorient) avec des temps de parcours légèrement supérieurs à 2 heures, assez proches des TGV. Le nombre total d'arrêts peut concerner jusqu'à 10 gares pour la branche nord et 9 gares pour la branche sud, certaines villes ne faisant l'objet d'aucun arrêt TGV (Plounerin, Plouigneau, Landivisiau et La Roche Maurice pour l'axe nord / Messac Guipry, Questembert et Hennebont pour l'axe sud).

4.1.3.2 Offre du point de vue du voyageur

Calcul des prix

Les prix sont un paramètre important du choix modal. Les prix ferroviaires de la SNCF sont fixés selon des règles internes à l'entreprise et répondent notamment à une logique commerciale. Ils connaissent une forte variabilité en fonction notamment des abonnements, tarifs spéciaux, période de voyage...

Pour les besoins de la modélisation, une reconstitution des prix payés par les voyageurs a été réalisée en deux temps :

- Reconstitution de pleins tarifs, sur la base d'une fonction de la distance,
- Calcul des prix moyens. Il s'agit des prix moyens tenant compte des différentes réductions, abonnement, variation horaires... Ils sont établis sous forme de coefficient d'abattement des pleins tarifs, qui s'appliquent par motif, classe et type de trains.

Ce travail a été réalisé à partir des enquêtes ferroviaires menées par RFF.

Détail de l'offre ferroviaire

Taux de voyageurs en 1^{ère} classe

Le taux de première classe (par rapport au total première + seconde classe) retenu dans le MCD dépend du motif. Les valeurs sont présentées dans le tableau suivant :

Figure 23 : Taux de 1^{ère} classe MCD

Motif	Tx_1ereClasse
DT-DE	2,2%
PRO	7,9%
PERSO	4,1%

Le taux de première classe (par rapport au total première + seconde classe) retenu dans le MLD dépend du motif et du type de train. Les valeurs sont présentées dans le tableau suivant :

Figure 24 : Taux de 1^{ère} classe MLD

Motif	Type	Tx_1ereClasse
DT-DE	Radial	35%
	Intersecteur (Jonction)	25%
	Intersecteur (Échange)	12%
	Intersecteur (Transit)	12%
PRO	Radial	32%
	Intersecteur (Jonction)	45%
	Intersecteur (Échange)	36%
WE	Intersecteur (Transit)	32%
	Radial	10%
	Intersecteur (Échange)	29%
	Intersecteur (Transit)	37%
PERSO	Intersecteur (Jonction)	10%
	Radial	31%
	Intersecteur (Échange)	26%
VAC	Intersecteur (Transit)	10%
	Radial	28%
	Intersecteur (Jonction)	20%
	Intersecteur (Échange)	20%
	Intersecteur (Transit)	33%

Temps de parcours

Les temps de parcours sont estimés par le logiciel TransCad en fonction des grilles horaires donnant les services directs de gare à gare et des correspondances possibles.

4.1.3.3 Rabattements ferroviaires

Les gares de rabattement et les temps de rabattement vers ces gares sont issus des résultats des enquêtes réalisées par RFF dans la zone d'étude, puis sont ajustés lors de la modélisation afin de reconstituer au mieux les émissions et attractions observées par gare.

4.1.4 Offre aérienne

L'offre aérienne est issue de la bande OAG 2009.

Sur les cinq aéroports de la zone d'étude (Brest, Quimper, Lorient, Rennes et Nantes), l'offre a été vérifiée, à partir des trafics d'Eurostat, de l'offre LowCost (Bas Coûts) 2010 et des descriptions d'offre dans l'historique Wikipédia.

L'offre relevée est constituée par :

- Le nombre de dessertes quotidiennes directes et avec escale offertes ;
- Le temps de parcours (en min) ;
- Le nombre moyen de correspondances ;
- Un tarif moyen aller-retour en classe économique, taxes incluses.

Par ailleurs un temps de précaution a été pris en compte dans le temps de parcours aérien (en plus du temps de vol et du temps d'accès). Celui-ci dépend à la fois du motif et du type de trajet (radial, jonction, échange ou transit) et varie entre 1h30 et 2h20 environ.

4.1.4.1 Offre dans les aéroports de la zone d'étude

Le tableau de la page suivante détaille les dessertes des aéroports de la zone d'étude, avec la compagnie aérienne, la fréquence et le temps de parcours,

L'offre aérienne la plus importante est celle à partir de Nantes, avec 6 vols quotidiens vers Paris, 9 autres destinations françaises avec au moins 1 vol par jour et 6 destinations européennes.

A partir de Brest, les seules destinations avec au moins 1 fréquence par jour sont Paris (9 fréquences au total), Lyon (3) et Marseille (1).

L'aéroport de Quimper ne dessert qu'Orly (4 vols / jour) tandis que celui de Lorient offre une desserte vers Paris (4) et une vers Lyon (3).

Rennes dessert Paris (3), ainsi que Lyon (3), Nice (1), Marseille (2) et Toulouse (3).

Figure 25 : Offre aérienne des aéroports de la zone d'étude

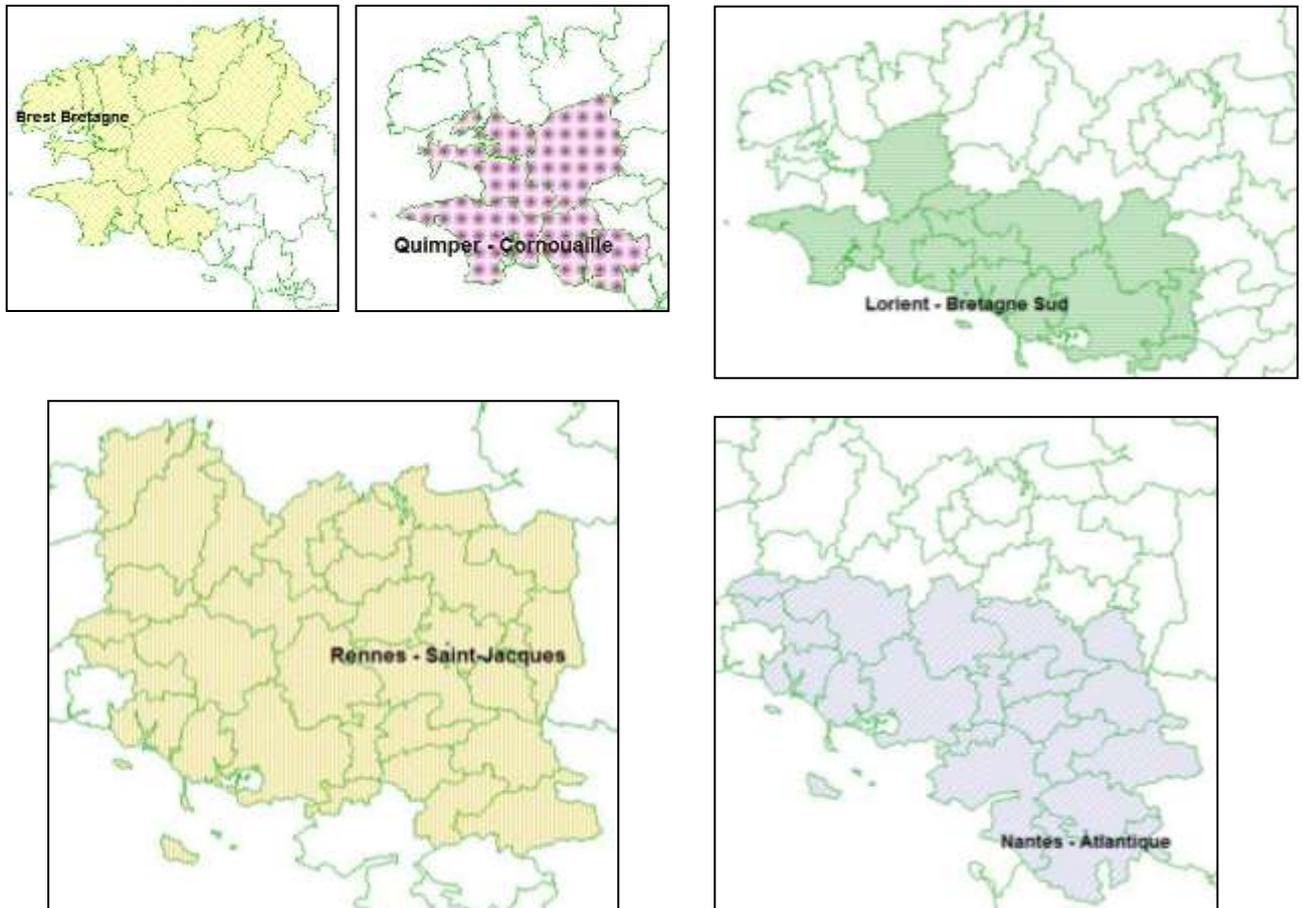
Brest Bretagne						
	<i>Destination</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Type</i>	<i>Freq.</i>	<i>Temps</i>	
CDG	Paris Charles de Gaulle	Air France	Traditionnelle	3	80	
CDG	Paris Charles de Gaulle	easyJet	Bas Coûts	1	80	
ORY	Paris Orly	Air France	Traditionnelle	4,4	75	
ORY	Paris Orly	Brit Air	Traditionnelle	1	75	
LYS	Lyon-Saint Exupery	Brit Air	Traditionnelle	3	88	
LYS	Lyon-Saint Exupery	easyJet	Bas Coûts	0,6	93	
NCE	Nice Cote d'Azur	Brit Air	Traditionnelle	0,3	105	
TLN	Toulon - Hyeres	Jetairfly	Bas Coûts	0,3	105	
MRS	Marseille Provence	Ryanair	Bas Coûts	1	100	
LTN	London Luton	Ryanair	Bas Coûts	0,4	70	
Quimper Cornouaille						
	<i>Destination</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Type</i>	<i>Freq.</i>	<i>Temps</i>	
ORY	Paris Orly	Brit Air	Traditionnelle	4	71	
Lorient Bretagne Sud						
	<i>Destination</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Type</i>	<i>Freq.</i>	<i>Temps</i>	
ORY	Paris Orly	Brit Air	Traditionnelle	4	70	
LYS	Lyon-Saint Exupery	Regional	Traditionnelle	3	85	
Rennes						
	<i>Destination</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Type</i>	<i>Freq.</i>	<i>Temps</i>	
CDG	Paris Charles de Gaulle	Brit Air	Traditionnelle	3	75	
LYS	Lyon-Saint Exupery	Brit Air	Traditionnelle	3	75	
NCE	Nice Cote d'Azur	Brit Air	Traditionnelle	1	95	
MRS	Marseille Provence	Brit Air	Traditionnelle	2,2	90	
TLS	Toulouse-Blagnac International	Brit Air	Traditionnelle	3	70	
Nantes Atlantique						
	<i>Destination</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Type</i>	<i>Freq.</i>	<i>Temps</i>	
CDG	Paris Charles de Gaulle	Air France	Traditionnelle	5	65	
ORY	Paris Orly	Air France	Traditionnelle	1	75	
LIL	Lille - Lesquin	Regional	Traditionnelle	2	65	
SXB	Strasbourg	Brit Air	Traditionnelle	2	80	
CFE	Clermont-Ferrand Auvergne	Regional	Traditionnelle	2	55	
LYS	Lyon-Saint Exupery	Air France	Traditionnelle	4,6	70	
LYS	Lyon-Saint Exupery	easyJet	Bas Coûts	1,2	75	
NCE	Nice Cote d'Azur	Regional	Traditionnelle	2	85	
MRS	Marseille Provence	Brit Air	Traditionnelle	4	80	
MPL	Montpellier - Méditerranée	Regional	Traditionnelle	3	70	
TLS	Toulouse-Blagnac International	Airlinair	Traditionnelle	1,8	110	
TLS	Toulouse-Blagnac International	Brit Air	Traditionnelle	3	60	
BOD	Bordeaux - Mérignac	Regional	Traditionnelle	1	45	
LCY	London City , Royaume-Uni	CityJet	Traditionnelle	2	98	
LGW	London Gatwick , Royaume-Uni	Flybe	Bas Coûts	1	85	
AMS	Amsterdam Schiphol , Pays-Bas	Regional	Traditionnelle	1,6	90	
GVA	Geneva International Airport , Suisse	Easyjet Switzerland	Bas Coûts	1	80	
MPX	Milan Malpensa , Italie	Regional	Traditionnelle	1	90	
BCN	Barcelona El Prat , Espagne	Air Nostrum	Traditionnelle	1	90	
BCN	Barcelona El Prat , Espagne	Regional	Traditionnelle	2	140	
MAD	Madrid Barajas , Espagne	Air Nostrum	Traditionnelle	2	95	

4.1.4.2 Zone de chalandise des aéroports

La zone de chalandise des chacun des aéroports a été définie en tenant compte des dessertes offertes. Pour Nantes, les données du débat public de l'Aéroport du Grand Ouest ont été également utilisées.

Les rabattements vers les aéroports se font à l'aide du réseau routier, avec un temps minimum de 20 minutes.

Figure 26 : Zone de chalandise des aéroports



4.1.4.3 Coûts aériens

Les prix aériens sont issus du Modèle National Voyageurs.

En ce qui concerne les coûts de rabattement en véhicule particulier, le coût kilométrique retenu pour 2008 est de 0,137 €₂₀₁₂ ; le taux d'occupation utilisé est de 1,52.

4.2 Offre de transport pour le modèle d'accès à l'AGO

Les paramètres d'offre dans le modèle sont ceux pris en compte dans les enquêtes SP de TTK :

- Pour la voiture particulière, le taxi et la dépose :
 - Le temps de trajet (porte à porte, sans temps de précaution)
 - Le prix
- Pour les TC et le train :
 - Le temps de trajet (porte à porte, sans temps de précaution ni temps d'attente initial)
 - Le prix
 - La fréquence journalière
 - Le nombre de correspondances

4.2.1 Voiture particulière

L'offre d'accès en voiture particulière est extraite du site internet Mappy qui fournit les distances et temps de parcours depuis l'ensemble des zones vers l'aéroport de Nantes-Atlantique.

4.2.1.1 Temps

Les temps issus de Mappy sont utilisés directement pour les employés. Pour les passagers, on procède à un redressement des temps à partir des enquêtes pour prendre en compte le temps d'accès au parking.

4.2.1.2 Prix

Le prix comprend le coût kilométrique, les frais de parking et les péages.

Le coût kilométrique est constitué des coûts de carburant en valeur 2005 (0,093 €₂₀₁₂ / km).

Les enquêtes permettent de modéliser les coûts de parking des passagers à partir de leurs choix de parking et de la durée de leur séjour. On peut alors par régression ramener ces coûts à la durée du séjour. Si on prend en compte une durée moyenne de séjour, on peut alors estimer un coût de parking uniforme par classe de passagers.

Ce prix de parking est de 53,4 €₂₀₁₂ pour les « pro » et 75,7 €₂₀₁₂ pour les « perso ». On considère que les employés ne payent pas de parking.

Enfin, le coût des péages est directement issu de Mappy.

On divise enfin ces coûts par le taux d'occupation des véhicules. Pour les passagers, ce taux d'occupation est donné par les enquêtes : on compte 1,34 personne par voiture pour les « pro » et 2,12 pour les « perso ». Pour les employés, on prend en compte le taux de 3% d'employés covoitureurs issu du Plan de Déplacements d'Entreprise de l'aéroport Nantes-Atlantique, ainsi qu'une hypothèse de 2,1 personnes par voiture « covoiturée », pour obtenir un taux d'occupation moyen de 1,02.

4.2.2 Taxis

L'offre en taxi est également issue de Mappy.

4.2.2.1 Temps

De même que pour la voiture particulière, un redressement est effectué à partir des enquêtes.

4.2.2.1 Prix

Les prix d'accès en taxi sont évalués à partir de la grille tarifaire des taxis de Loire Atlantique appliquée à ces distances, en prenant compte également du prix de prise en charge et d'un facteur lié aux temps d'arrêts pour les zones internes à Nantes. Ce facteur est calé sur les résultats des enquêtes de préférences révélées de 2005.

On prend en compte un taux d'occupation de 1,35 issu des enquêtes.

4.2.3 Dépose

L'offre de dépose est aussi issue de Mappy.

4.2.3.1 Temps

De même que pour la voiture particulière, un redressement est effectué à partir des enquêtes.

On cherche toutefois à prendre en compte la gêne occasionnée par le déplacement de la personne accompagnante. Pour cela, on additionne le temps de parcours de chacun des usagers de la voiture (le temps aller pour les passagers, le temps aller-retour pour l'accompagnateur), que l'on divise ensuite par le nombre de personnes de la voiture (le nombre de passagers plus l'accompagnateur).

Cela consiste à considérer que le temps passé par l'accompagnateur comme les passagers est mutualisé, et que l'accompagnateur prend en charge sa part du total.

On considère d'après les enquêtes qu'il y a 1,72 passager par voiture.

4.2.3.2 Prix

On considère que le prix de la dépose est le prix en carburant et en péages de l'aller-retour, divisé par le nombre d'occupants de la voiture (passagers et accompagnateur).

4.2.4 *Trains*

L'aéroport de Nantes-Atlantique n'étant pas desservi par le train, ce mode n'est pas pris en compte dans l'offre de base.

4.2.5 *Transports Collectifs*

4.2.5.1 Temps

L'aéroport Nantes-Atlantique est desservi par deux lignes de bus :

- Une navette express qui relie l'aéroport à la gare :
 - Fréquence : 30 minutes
 - Tarif : 6,7 €₂₀₁₂
 - Temps de trajet : 20 minutes
- Une ligne de bus qui dessert la zone de l'aéroport.

Ces deux offres de transport sont intégrées dans le système de recherche d'itinéraires « Destineo » (www.destineo.fr), qui donne des informations (durée, nombre de correspondances) sur les trajets en TC à toute heure depuis l'ensemble de la région Pays de la Loire.

Ainsi, l'offre en transports collectifs est déterminée à partir :

- Des extractions du site de Destineo (<http://www.destineo.fr>), pour les zones de Loire Atlantique, Vendée et Maine et Loire, que l'on compile sur une journée pour obtenir des informations de fréquence.
- Des données des modèles MCD et MLD pour les autres zones en y ajoutant le trajet terminal vers l'aéroport : une correspondance supplémentaire, le temps de correspondance -demi-intervalle du mode le plus fréquent – trajet du modèle ou trajet terminal aéroport), et le temps de trajet de la navette express gare-aéroport.

4.2.5.2 Prix

Passagers

Le ticket de la navette aéroportuaire donne accès à l'ensemble du réseau de Transports urbains nantais (Tan), ainsi qu'au réseau de bus interurbain "Lila" et aux TER dans l'agglomération Nantaise.

Ainsi, pour toutes les zones situées dans l'agglomération Nantaise, on considère le prix des TC comme constant, et égal à 6,7€₂₀₁₂.

Pour les zones dont l'offre est issue du site "Destineo", on cherche à déterminer si le mode de rabattement vers la navette est le bus (en quel cas, on prendra un coût de 6,7 €) ou s'il s'agit du train.

Le site Destineo donne pour chaque trajet une indication des modes utilisés, mais pas de la distance parcourue avec chacun d'eux. On calculera, en compilant les trajets issus de Destineo pour une journée, la fréquence d'utilisation de chaque mode, qui permettra de moduler la part de chaque mode dans le prix total du trajet.

On calculera un tarif « fer » de rabattement à partir des règles SNCF de calcul des prix TER et de la distance routière issue de Mappy entre la gare de Nantes et la zone (qu'on aura redressée pour

approximer la distance ferroviaire correspondante). Aucune réduction n'est appliquée à ces tarifs, et le tarif 1^{ère} classe est pris pour les passagers « pro ».

Ce tarif « fer » sera ensuite pondéré par la fréquence d'utilisation du train, avant d'être ajouté au tarif de la navette bus.

Pour les zones issues des modèles MCD et MLD, on calculera simplement le prix TER sur les distances ferroviaires issues du modèle, qu'on ajoutera au prix de la navette bus.

Employés

On considère que les employés bénéficient tous d'un abonnement aux transports collectifs.

La navette bus est accessible aux abonnements transports publics depuis l'arrêt de tram Neustrie. La ligne de bus 98, qui dessert aussi la zone aéroportuaire est également accessible.

On sait que :

- Depuis Nantes, l'abonnement « Tan Annuel » coûtait 516 €₂₀₁₂ par an en 2012 et permettait de circuler sur le réseau Tan et le TER dans l'agglomération Nantaise. Il était remboursé à 50% par les entreprises, pour 440 trajets domicile-travail par an, ce qui représente un prix de 0,58 €₂₀₁₂ par trajet.
- Pour les trajets sur le réseau interurbain « Lila », l'abonnement « Lila mensuel » coûtait 66 €₂₀₁₂ par mois en 2012, et permettait de circuler sur le réseau Lila, le TER dans l'agglomération Nantaise et le réseau Tan. En comptant 440 trajets domicile-travail par an et un remboursement à 50% par les entreprises, on arrive à un prix par trajet de 0,90 €₂₀₁₂.
- Pour les trajets utilisant le train, on a estimé que le coût de l'abonnement TER coûtait $0,0159 \times \text{distance} + 0,22$ €₂₀₁₂, pour un prix du ticket réduit de 50%. Ce coût s'ajoute à celui de l'abonnement Tan.

4.3 Elaboration de la demande par mode

4.3.1 Demande routière

Les données disponibles pour l'élaboration de la demande routière sont :

- La matrice route des études précédentes (MNV affiné avec les études LNMP ou POCL) pour les déplacements longue distance,
- Les enquêtes routières effectuées au cours des dernières années sur la zone d'étude :
 - Enquête sur la RN137 en 2005,
 - Enquêtes sur la RN165 en 2005,
 - Enquêtes sur la RN165 entre Brest et Quimper en 2008,
 - Enquêtes du CETE sur la RN12 en 1998, 1999 et 2003,
 - Enquêtes du CETE de 2010 sur une vingtaine de postes.

Le tableau ci-dessous récapitule les nombres d'enquêtes et la répartition selon la segmentation MCD et MLD par poste et la carte de la page suivante permet de localiser les différents postes d'enquête.

Figure 27 : Nombre d'enquêtes routières par poste

Enquête			Localisation			Nombre d'enquêtes			
Source	Poste	Année	Route	Position	Sens (vers)	MCD		MLD	
envoi DREAL 1	220	1998	RN12	Guingamp - St Briec	Est	1295	87%	178	12%
envoi DREAL 1	221	1999	RN12	St Briec - RN164 (Caulnes)	Est	1381	69%	604	30%
envoi DREAL 1	249	2003	RN12	RN164 - Rennes	Est	964	77%	177	14%
envoi DREAL 1	329	2009	RN157	2km avant péage A81 (la Gravelle)	Est	14	1%	1550	97%
envoi DREAL 1	330	2010	RN164	Merdrignac - St Méen le Grand	Est	512	61%	164	19%
enquêtes NR	1	2005	RN137	sortie RD537	Nord	495	97%	11	2%
enquêtes NR	2	2005	RN137	sortie RD16	Nord	1058	96%	39	4%
enquêtes NR	3	2005	RN137	sortie RD164	Nord	1276	96%	43	3%
enquêtes NR	4	2005	RN137	entrée RD35	Nord	584	94%	9	1%
enquêtes NR	5	2005	RN137	aire de Puceul	Nord	1377	72%	472	25%
enquêtes NR	6	2005	RN137	entrée RD771	Nord	647	92%	50	7%
enquêtes NR	7	2005	RN137	entrée RD56	Nord	371	93%	22	6%
enquêtes NR	8	2005	RN137	entrée RD52	Nord	553	97%	17	3%
enquêtes NR	9	2005	RN137	entrée RD777	Nord	954	90%	30	3%
enquêtes NR	10	2005	RN137	entrée RD48	Nord	615	91%	5	1%
enquêtes NR	11	2005	RN137	entrée L'Hermitière	Nord	1101	96%	21	2%
enquêtes NR	12	2005	RN137	entrée RD39	Nord	1125	95%	23	2%
enquêtes NR	13	2005	RN171	après Bouvron	Sud	847	86%	129	13%
enquêtes NR	1	2005	RN165	avant Muzillac	Ouest	940	75%	231	18%
enquêtes NR	2	2005	RN165	Auray - Hennebont	Ouest	1626	86%	137	7%
enquêtes NR	3	2005	RD7654	après Quimperlé	Ouest	1724	92%	128	7%
enquêtes NR	4	2005	RN165	avant Quimperlé	Est	2061	86%	314	13%
enquêtes BQ	1	2008	RN165	Briec	Nord	1232	100%	0	0%
enquêtes BQ	2	2008	RN165	Le Faou	Sud	1144	97%	0	0%
envoi DREAL 2	1	2010	RN165	Briec	Sud	941	80%	30	3%
envoi DREAL 2	2	2010	RN165	avant Quimperlé	Est	1009	70%	170	12%
envoi DREAL 2	3	2010	RN12	Plounérin	Ouest	965	70%	213	16%
envoi DREAL 2	4	2010	RN176	avant Dinan	Est	611	54%	297	26%
envoi DREAL 2	5	2010	RN24	après Guer	Est	538	50%	368	34%
envoi DREAL 2	6	2010	RN12	après Landivisiau	Ouest	1256	82%	50	3%
envoi DREAL 2	7	2010	RD785	Pleyber-Christ	Sud	677	75%	23	3%
envoi DREAL 2	8	2010	RD768	après RN24	Nord	939	77%	6	0%
envoi DREAL 2	10	2010	RD177	St Just	Nord	457	81%	37	7%
envoi DREAL 2	11	2010	RN137	après RD794	Nord	1050	81%	123	9%
envoi DREAL 2	12	2010	RD769	Le Flaouët - Gourin	Sud	449	72%	20	3%
envoi DREAL 2	13	2010	RD790	avant RD7	Sud	641	77%	15	2%
envoi DREAL 2	14	2010	RN164	Mur-de-Bretagne - Loudéac	Ouest	322	47%	63	9%
envoi DREAL 2	15	2010	RD700	après RD7	Nord	866	85%	9	1%
envoi DREAL 2	16	2010	RD41	St-Armel	Nord	687	77%	124	14%
envoi DREAL 2	17	2010	RD175	Romazy	Sud	375	64%	118	20%
envoi DREAL 2	18	2011	RN164	avant RD36	Est	844	74%	27	2%
envoi DREAL 2	19	2011	RN164	avant RD36	Ouest	838	85%	31	3%
envoi DREAL 2	20	2011	RD36	avant Châteauneuf-du-Faou	Nord	408	37%	6	1%
envoi DREAL 2	22	2010	RN164	Merdrignac - St Méen le Grand	Est	514	61%	164	19%

La demande routière **Courte distance** par motif a été construite directement à partir des enquêtes :

- le trafic des différents postes a été assemblé de façon à éviter les double-comptes et à prendre en compte les itinéraires concurrents,
- pour les enquêtes sans motif, une répartition moyenne par motif a été estimée,
- de même lorsque le nombre d'occupants n'était pas renseigné, le taux par poste et par motif a été appliqué,
- le trafic des Origines-Destinations (OD) sans enquête routière mais avec du trafic ferroviaire a été estimé sur la base des parts modales de relations du même type pour lesquelles une comparaison entre le trafic enquêté et le trafic des migrations alternantes permettait de valider les données d'enquête.

Figure 28 : Localisation des postes d'enquêtes routières



La matrice routière Longue Distance est construite à partir du MNV (mis à jour avec les études LNMP et PACA). Les trafics en Bretagne et Loire-Atlantique ont été éclatés par motif d'après les enquêtes.

4.3.2 Demande ferroviaire

Les sources de données ayant servi à la construction de la demande ferroviaire sont :

- La matrice MNV (mise à jour avec l'étude LNMP),
- Les enquêtes ferroviaires réalisées en 2011 par RFF,
- Les données de fréquentation TER gare à gare, fournies par la Région Bretagne.

La base de données des enquêtes a été retravaillée pour :

- Corriger les incohérences sur les motifs, le tarif et la durée du séjour,
- Revoir de façon fine la codification du zonage,
- Recaler les trafics Région x Région pour tenir compte du fait que les trafics entre la Bretagne et les Pays de la Loire n'avaient été que partiellement enquêtés,
- Recaler les trafics internes de la zone d'étude sur les données de fréquentation TER gare à gare disponibles (comptages *Aristote*).

La matrice MCD est ensuite construite à partir de la matrice gare à gare issue des enquêtes (gare origine – gare destination du trajet) et éclatée par zone et motif en fonction des enquêtes.

Après le recalage des enquêtes sur les données Région x Région, la matrice MLD des trafics d'échange avec la Bretagne est construite à partir de modèles d'éclatement expliquant le trafic d'une catégorie (Radial/Jonction, Professionnel/Personnel) par des variables de population, d'emploi, et d'indicateur touristique.

4.3.3 Demande aérienne

La demande aérienne a été élaborée selon le schéma suivant :

- Reprise de la demande aéroport – aéroport du MNV (mise à jour avec les études LNMP et PACA);
 - base MIDT 2009 (extraction Travelport), contenant le détail des voyages vendus en agence, soit environ 50% du trafic aérien,
 - estimation du trafic low-cost d'après l'offre de la bande OAG 2009 et un taux de remplissage moyen (trafic supposé essentiellement sans correspondance),
 - utilisation des données Eurostat (trafics par vols), après déduction des trafics low-cost, pour redresser les données MIDT,
 - obtention d'une demande aéroport-aéroport 2009
- Ajustement pour les aéroports bretons :
 - Ajustement fin du trafic de quelques OD d'après l'analyse de l'offre et l'évolution des trafics Eurostat entre 2008 et 2009,
- Eclatement par motif, selon le type de trafic (radial, jonction, échange)
- Eclatement par zone, basé sur le MNV (affiné avec les enquêtes GPSE) :
 - Eclatement par aéroport, indépendamment du motif et de l'OD,
 - Dépendant du temps de connexion de la zone à l'aéroport et de la somme des populations et des emplois par zone.

4.4 Elaboration de la demande du modèle d'accès à l'AGO

4.4.1 Passagers aériens

Le trafic passagers de l'aéroport Nantes-Atlantique en année de base est repris des données de la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) : 2 161 177 voyageurs en 2005.

La répartition de ces voyageurs par zone et par motif est fondée sur les données de l'étude IATA de 2001, reprises dans les rapports de l'étude de TTK.

Ces données permettent de définir une demande par département et par type de passagers.

Une correction des volumes de passagers « perso » est faite pour retirer les passagers se rendant à l'aéroport Nantes-Atlantique (ANA) en car de tourisme, et qui ne sont donc pas éligibles au choix modal :

La répartition des passagers entre les différentes zones de chaque département est faite au prorata :

- De la population totale pour les passagers « perso »
- De la population active « cadre » pour les passagers « pro ».

La répartition de la demande de base par mode d'accès à l'aéroport est tirée des enquêtes de préférence révélée réalisées par TTK à l'aéroport Nantes-Atlantique en 2005, en agrégeant les zones lorsque le nombre d'enquêtes sur une zone est insuffisant.

4.4.2 Employés

En 2009, 2 100 personnes travaillaient sur la plateforme aéroportuaire de Nantes, d'après le rapport réalisé en 2011 par le CETE de l'Ouest (« Transfert de l'aéroport Nantes-Atlantique vers Notre-Dame-des-Landes : conséquences pour les entreprises et estimation des mouvements potentiels »). En considérant que le nombre d'employés évolue comme le trafic aérien, et en considérant que chaque employé travaille en moyenne 220 jours par an (issu du Plan de Déplacements d'Entreprise de l'aéroport Nantes-Atlantique), on obtient une demande annuelle de 696 777 voyages.

La répartition par zone de la localisation des employés est réalisée à partir du Plan de Déplacements d'Entreprise de l'aéroport Nantes-Atlantique et des données de migrations alternantes publiées par l'INSEE avec le recensement de la population de 2006.

Pour répartir cette demande par mode d'accès, on se fonde sur les données de migrations alternantes publiées par l'INSEE avec le recensement de la population de 2006.

Les cinq modes repris par l'INSEE sont répartis entre « TC » et « VP » :

4.4.3 Demande totale du modèle d'accès à l'AGO

Les graphiques suivants donnent la répartition de la demande d'accès à l'aéroport de Nantes-Atlantique entre types de passagers, zones géographiques et modes de rabattement.

La demande totale annuelle est de 2 783 000 passagers. Elle se compose de 38% de passagers « perso », 35% de passagers « pro », et de 27% d'employés.

On constate que pour les trois types de passagers, la Loire Atlantique concentre la majorité des déplacements (53% des passagers « perso », 75% des passagers « pro », 93% des employés). Elle représente ainsi 71% de la demande. La Bretagne représente quant à elle 12% de la demande totale, dont 68% de passagers « perso ».

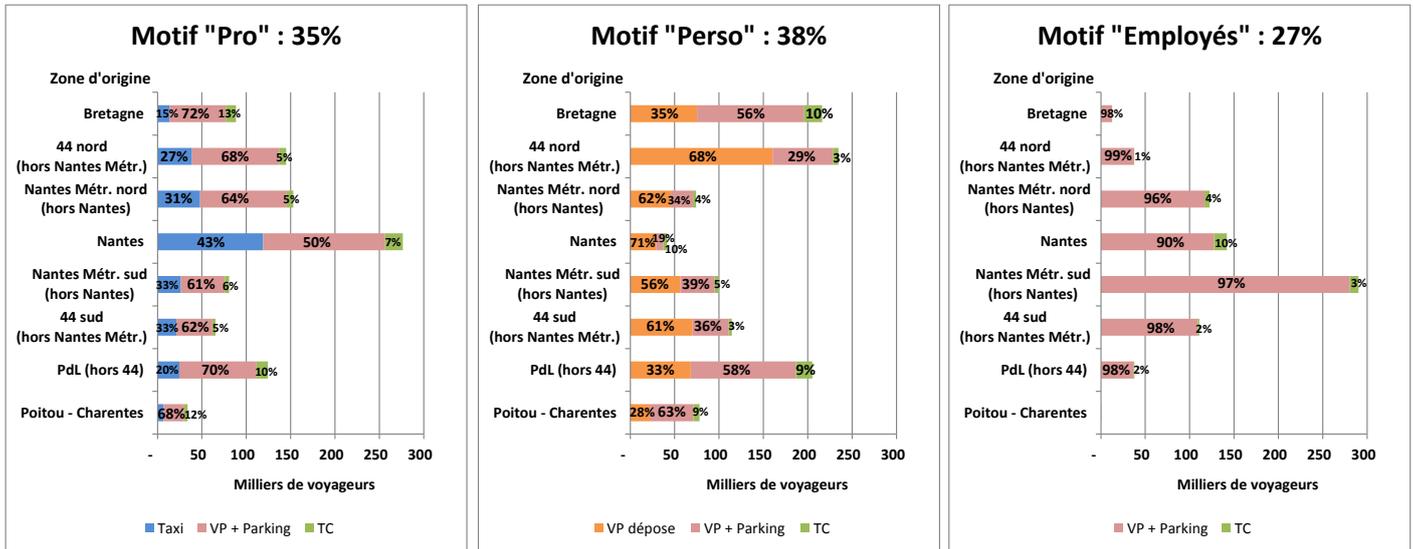
La ville de Nantes représente 29% (53% pour l'agglomération) de la demande « pro », et 19% (73% pour l'agglomération) de la demande « employés ». Elle ne représente par contre que 4% (20 pour l'agglomération) de la demande « perso ». Du fait de la proximité de l'aéroport, la moitié sud de l'agglomération nantaise représente 38% de la demande « employés ».

On remarque d'autre part que pour les employés, l'accès en voiture particulière est largement prédominant, notamment du fait de l'accès à des parkings réservés. Le recours à la voiture particulière est également majoritaire pour les passagers « pro » (60%), du fait de leur moindre durée de stationnement et du remboursement des frais par les entreprises, alors qu'il est minoritaire pour les passagers « perso » (42%).

Pour les passagers, « pro » ou « perso », la part modale des TC diminue à mesure qu'on s'éloigne de Nantes à l'intérieur de la Loire Atlantique, du fait de l'accès difficile à la navette aéroportuaire, mais est plus forte pour les autres départements, pour lesquels le rabattement à Nantes en train devient compétitif.

La part du taxi ou de la dépose pour les passagers diminue à mesure qu'on s'éloigne de Nantes et de la Loire Atlantique car le prix de l'un, et la gêne occasionnée à l'accompagnateur de l'autre augmentent fortement.

Figure 29 : Répartition de la demande de base pour le modèle d'accès à l'AGO



4.5 Offre et demande en situation de base

Les tableaux suivants synthétisent la demande 2008 utilisée pour caler le modèle LNOBPL, par mode et par type d'OD (demande annuelle en milliers de voyageurs), ainsi que les parts modales correspondantes.

BLA désigne l'ensemble constitué de la région Bretagne et du département de Loire-Atlantique

IdF désigne l'Île-de-France

Figure 30 : Synthèse de la demande 2008

	Trafics de base 2008			Total
	Route	Fer	Air	
BLA - IdF	8 318	9 458	596	18 372
BLA - Reste France et étranger	26 819	4 743	1 386	32 948
Interne BLA	57 861	5 024	-	62 885
Total	92 998	19 225	1 982	114 205
Parts modales	Trafics de base 2008			
	Route	Fer	Air	
BLA - IdF	45%	51%	3%	
BLA - Reste France et étranger	81%	14%	4%	
Interne BLA	92%	8%		

Près de la moitié de la demande fer concerne les liaisons avec l'Île-de-France.

Le trafic fer avec le reste de la France et l'étranger et le trafic interne à la zone d'étude sont proches (de l'ordre de 5 millions de voyageurs annuels).

La demande aérienne concerne essentiellement des relations avec les régions autres que l'Île-de-France et l'étranger, tandis que le mode routier est fortement utilisé pour les OD de plus courte distance.

4.5.1 Modèle longue distance

L'offre par mode des principales OD longue distance intéressées par le projet et les trafics correspondants sont présentés ci-dessous.

Figure 31 : Offre longue distance en 2008

Offre	Route	Air			Fer		
	Temps	Temps	Fréquence journalière 2 sens	Nb. moyen corresp.	Temps moyen	Fréquence journalière 2 sens	Nb. moyen corresp.
Paris - Brest	5:46	1:16	7		4:23	8,9	0,1
Paris - St Brieuc	4:21	1:15	9		3:05	11,0	0,2
Paris - Quimper	5:28	1:07	8		4:29	8,8	0,2
Paris - Vannes	4:30	1:10	4		3:16	9,9	0,2
Lille - Brest	7:22	2:34	6	0,6	7:03	5,2	1,1
Lille - Quimper	7:26	2:26	6	0,6	6:57	5,0	1,2
Strasbourg - Brest	9:38	3:00	4	1,0	8:10	10,3	1,0
Strasbourg - Quimper	9:19	2:32	4	1,0	8:20	4,3	1,5
Lyon - Brest	9:20	1:32	3		7:29	6,0	1,1
Lyon - Quimper	8:50	1:30	5		7:20	4,5	1,1

Figure 32 : Synthèse de la demande 2008 – Modèle Longue Distance

Trafics (annuels deux sens)	Part Route	Part Air	Part Fer	Trafic Fer en milliers	Trafic Total en milliers
Paris - Brest	17%	12%	72%	279	390
Paris - St Brieuc	32%	1%	67%	177	265
Paris - Quimper	32%	11%	57%	180	316
Paris - Vannes	39%	1%	60%	256	425

Trafics avec l'Île de France

IdF - Bretagne nord	39%	9%	52%	1 736	3 355
IdF - Bretagne sud	44%	6%	50%	1 609	3 208

Trafics longue distance hors Île de France

Bretagne nord via Rennes	81%	5%	13%	760	5 646
Bretagne sud via Rennes	80%	5%	15%	660	4 449
Bretagne nord via Nantes	91%	0%	9%	90	1 025
Bretagne sud via Nantes	96%	0%	4%	97	2 511

Nota : dans la première partie du tableau les résultats sont de zone MLD à zone MLD

On constate que les trafics de la Bretagne *nord* et de la Bretagne *sud* sont relativement équilibrés, que ce soit vis-à-vis de l'Île-de-France ou pour le reste du trafic longue distance. En revanche, la part du fer est plus importante dans les échanges entre les villes de Bretagne *nord* et Paris qu'entre les villes de Bretagne *sud* et Paris. La part modale de l'aérien, de manière classique, augmente avec la distance, alors que celle de la route diminue.

Concernant les déplacements longue distance hors Île-de-France, la part du fer est bien plus faible que pour les relations avec l'Île-de-France, au profit du mode routier essentiellement. Ceci s'explique par la qualité de l'offre ferroviaire radiale, largement supérieure à l'offre existant avec les autres métropoles régionales. Les trajets s'effectuant via Nantes sont relativement courts (ils concernent principalement des déplacements vers la Vendée ou les Charentes et Deux-Sèvres), ce qui explique la part modale nulle de l'aérien.

4.5.2 Modèle courte distance

L'offre par mode des principales OD courte distance intéressées par le projet et les trafics correspondants sont présentés ci-dessous.

Figure 33 : Offre courte distance en 2008

Offre	Route	TER			GL		
	Temps	Temps moyen	Fréquence journalière 2 sens	Nb. moyen corresp.	Temps moyen	Fréquence journalière 2 sens	Nb. moyen corresp.
Rennes-Brest	2:36	2:11	3,4		2:12	8,0	
Rennes-Guingamp	1:30	1:05	2,7		1:05	7,0	
Rennes-St Brieuc	1:11	1:01	10,5		0:50	9,0	
Rennes-Quimper	2:18	2:13	6,9		2:15	7,0	
Rennes-Lorient	1:49	1:35	7,5		1:31	8,5	
Rennes-Vannes	1:21	1:07	7,8		1:02	9,0	
Nantes-Rennes	1:20	1:22	7,2				
Nantes-Quimper	2:29	2:25	3,4		2:33	2,4	
Nantes-Vannes	1:21	1:28	5,1	0,3			
Nantes-Brest	3:10	4:41	4,9	1,2	4:44	3,0	1,0

Figure 34 : Synthèse de la demande 2008 – Modèle Courte Distance

Trafics (annuels deux sens)	Part Route	Part TER	Part GL	Trafic Fer en milliers	Trafic Total en milliers
Rennes-Brest	83%	11%	6%	126	746
Rennes-Guingamp	86%	8%	6%	82	579
Rennes-St Brieuc	90%	8%	3%	259	2 467
Rennes-Quimper	85%	11%	4%	86	579
Rennes-Lorient	86%	9%	5%	103	746
Rennes-Vannes	83%	12%	6%	210	1 220
Nantes-Rennes	95%	5%	0%	182	3 370
Nantes-Quimper	88%	9%	3%	57	471
Nantes-Vannes	94%	4%	2%	72	1 263
Nantes-Brest	89%	4%	6%	36	339

Nota : Les résultats sont donnés de zone MLD à zone MLD

La part du fer (TER et GL, en l'occurrence TGV essentiellement) oscille suivant les OD considérées entre 17% et 5% en situation de base, la route captant la totalité du trafic restant. Le TER assure environ les deux tiers du trafic fer entre Rennes et les principales autres villes de Bretagne.

Concernant les liaisons avec Nantes, les principales sont celles avec Rennes et les villes de Vannes, Quimper et Brest. La liaison Nantes – Rennes est exclusivement assurée par des TER. En revanche, la présence d'une mission Intercités (considérée comme Grande Ligne) Bordeaux – Quimper, desservant notamment Nantes, Vannes et Quimper, explique la proportion du GL plus importante dans le trafic fer entre Nantes et les villes de Bretagne *sud*.

Le tableau suivant présente les parts modales du fer issues du modèle courte distance pour les trafics interdépartementaux et intra départementaux.

Figure 35 : Part modale du fer dans les déplacements courte distance en 2008

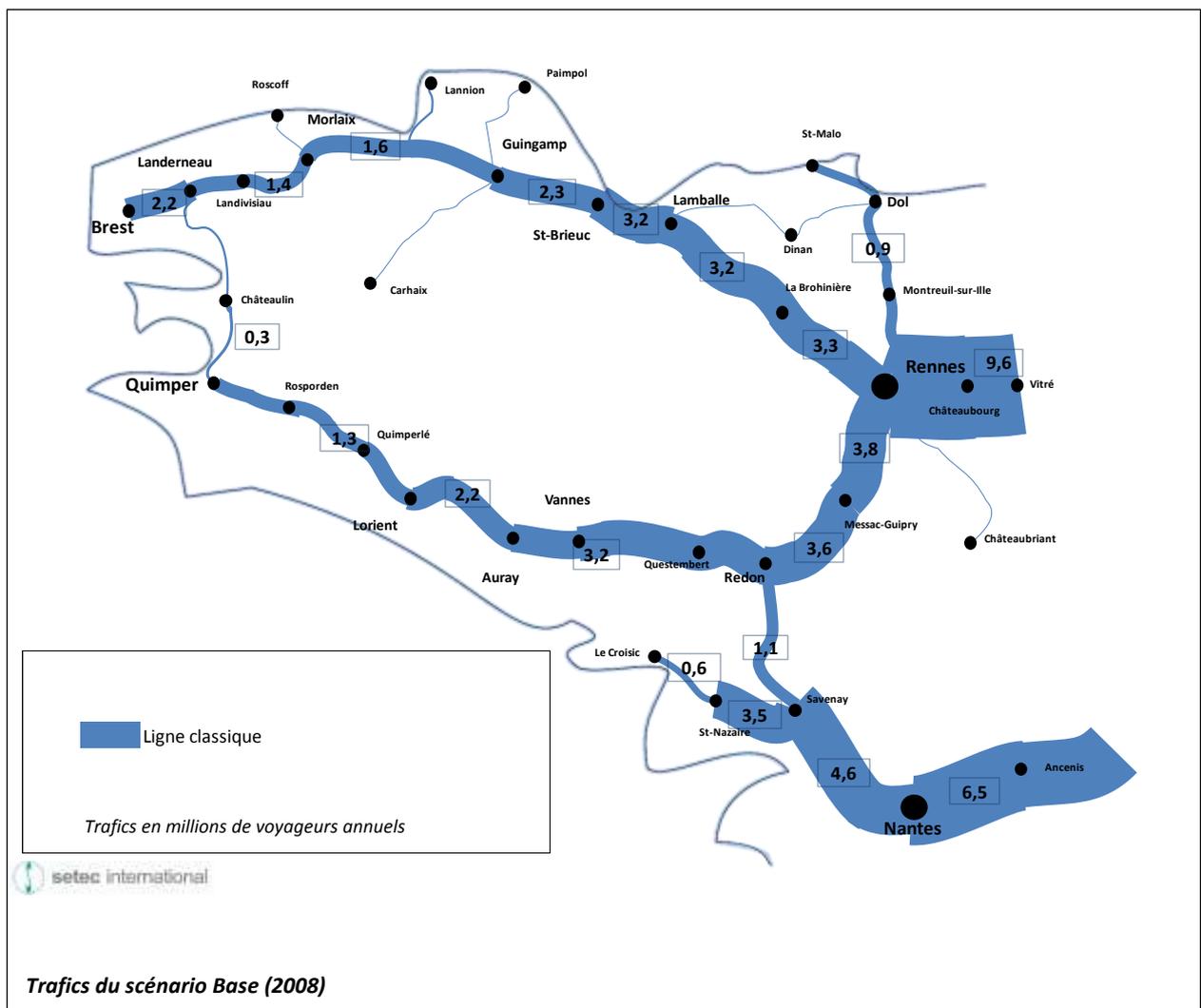
Part modale du fer dans les déplacements courte distance						
	Côtes d'Armor	Finistère Nord	Finistère Sud	Ille-et-Vilaine	Loire-Atlantique	Morbihan
Côtes d'Armor	4,3%	-	-	-	-	-
Finistère Nord	7,2%	6,3%	-	-	-	-
Finistère Sud	4,8%	1,4%	9,2%	-	-	-
Ille-et-Vilaine	9,4%	16,4%	15,4%	15,6%	-	-
Loire-Atlantique	5,3%	10,7%	11,4%	6,4%	7,6%	-
Morbihan	9,2%	7,0%	3,6%	12,0%	5,9%	7,0%

La place particulière de l'agglomération rennaise implique que les relations bénéficiant de la part fer la plus importante sont celles en relation avec l'Ille-et-Vilaine. Cette part du fer augmente également avec la distance ; ainsi elle est plus élevée pour les échanges avec le Finistère qu'avec les autres départements.

4.5.3 Synthèse des trafics ferroviaires

La figure suivante présente une synthèse des trafics ferroviaires en Bretagne et Loire-Atlantique en 2008.

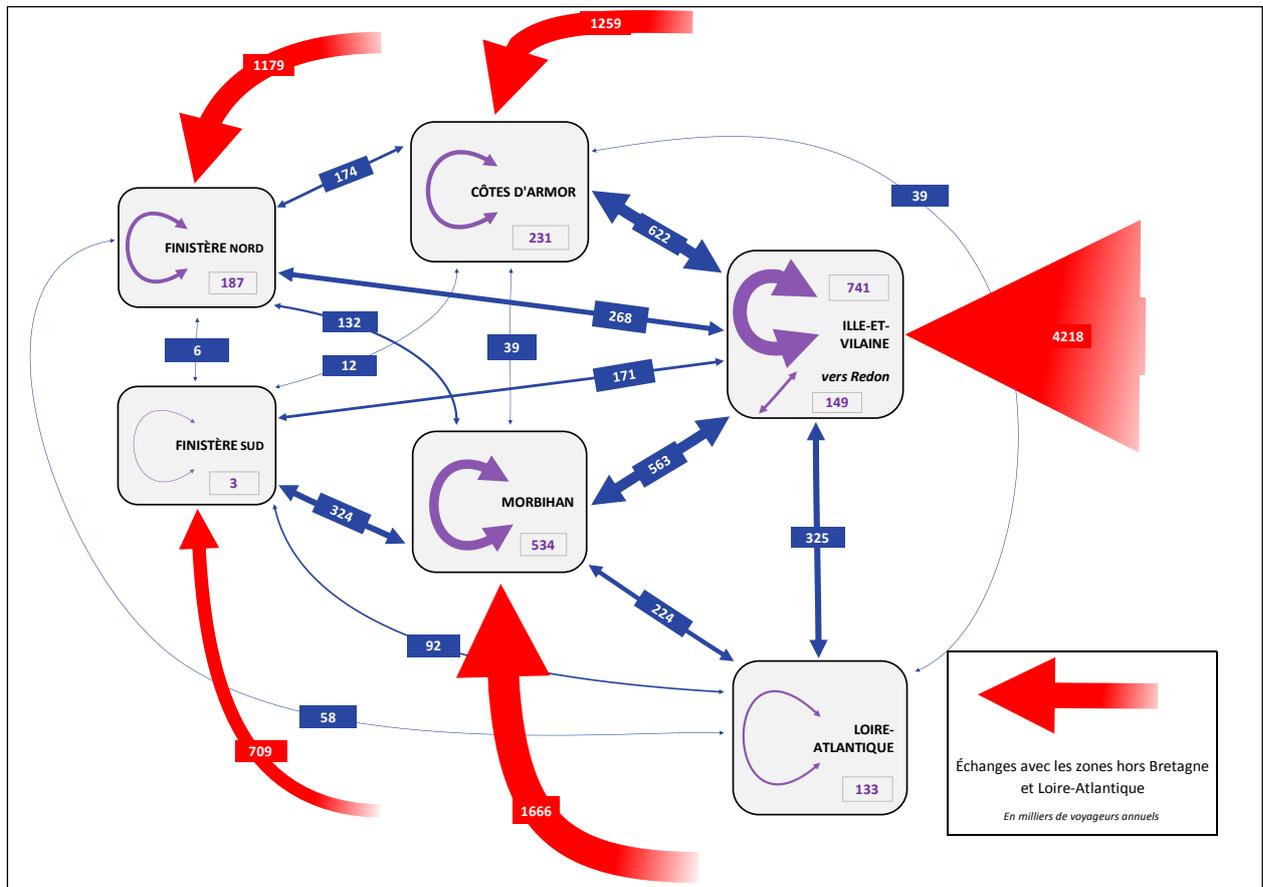
Figure 36 : Trafics ferroviaires en situation de base (2008)



La charge du réseau diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de Rennes vers le Finistère, avec cependant sur la branche nord une augmentation de trafic à l'arrivée à Brest, due à la relation Brest-Landerneau. Au départ de Rennes, les trafics des deux branches sont relativement équilibrés, avec 3,3 millions de voyageurs sur la branche nord et 3,8 millions sur la branche sud.

Au départ de Nantes, le trafic s'élève à 4,6 millions de voyageurs, mais il n'est que de 1,1 million entre Savenay et Redon.

Figure 37 : Synthèse des déplacements ferroviaires en situation de base 2008



Ce graphique montre l'impact des trafics longue distance sur la charge du réseau de l'aire d'étude. Sur la branche nord, ces trafics représentent 1,26 million de passagers annuels vers les Côtes d'Armor et 1,18 million vers le Finistère nord, et sur la branche sud 1,67 million vers le Morbihan et 0,71 million vers le Finistère sud.

Hormis les échanges internes à une grande zone (0,74 million en Ile et Vilaine), les échanges les plus importants sont entre Ile et Vilaine et Côtes d'Armor (0,62 million) et ceux entre Ile et Vilaine et Morbihan (0,56 million).

4.6 Calage du modèle

Le calage d'un modèle est l'ensemble des processus d'ajustement des paramètres de la confrontation de l'offre et de la demande modélisées, afin d'obtenir un niveau satisfaisant de comparabilité avec la situation observée en réalité.

4.6.1 Calage du modèle longue distance (MLD)

4.6.1.1 Modèle de partage modal : méthode du pivot

Les formules de partage modal sont calculées à partir des valeurs des utilités par mode.

Pour chaque mode m (route, fer 1^e classe, fer 2^e classe et air) et pour chaque OD, l'utilité est calculée comme la somme des contributions des différents paramètres de l'offre (prix, temps, ...) à partir de la formule suivante :

$$u_m = \sum_j c_{mj} \cdot \frac{X_{mj}^{\lambda_{mj}} - 1}{\lambda_{mj}} + c_{mj} \cdot Y_{mj} + C_m$$

Où :

c_{mj} représente le coefficient appliqué à la variable j pour le mode m ,

X_{mj} représente une variable traitée de manière non linéaire,

λ_{mj} représente le coefficient du Box-Cox pour la variable X_{mj} ($0 < \lambda_{mj} < 1$),

Y_{mj} représente une variable traitée de manière linéaire,

C_m représente la constante modale.

Pour les variables du type temps de rabattement, nombre de correspondances, la contribution est calculée de façon linéaire (deuxième membre de la somme ci-dessus)

Pour la fréquence, la contribution est calculée linéairement à partir du logarithme de la fréquence.

En revanche pour les coûts et les temps de parcours, on applique une transformation de Box-Cox (premier membre de la somme ci-dessus), exprimant un effet de saturation (un gain de temps de parcours d'une heure aura plus d'effets sur un trajet de 2h que de 5h).

Le tableau suivant présente les coefficients retenus en base (le coefficient du temps évolue entre base et référence sur la base des recommandations de RFF) dans le MLD, pour chacun des motifs. Ils sont repris du Modèle National Voyageurs affiné avec l'étude LNMP.

Figure 38 : Coefficients des fonctions d'utilité du modèle longue distance en situation de base

	MOTIF				
	DT/DE	PRO	WE	VAC	PERSO
Exposant Cox-Box					
λ coût	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3
λ temps	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4
Coefficients MLD					
coefficient du coût aller (€)	-0,387	-0,343	-0,669	-0,967	-0,332
coefficient du temps à bord du train (min)	-0,255	-0,369	-0,213	-0,319	-0,153
coefficient du temps en voiture (min)	-0,347	-0,529	-0,257	-0,391	-0,222
coefficient du temps en avion (min)	0,000	-0,297	-0,077	-0,257	-0,137
coefficient du temps d'accès en train (min)	-0,006	-0,011	-0,011	-0,011	-0,006
coefficient du temps d'accès en avion (min)	0,000	-0,011	-0,003	-0,005	-0,008
coefficient de la fréquence (ln (nbre trains/jour))	0,237	0,422	0,103	0,181	0,141
coefficient de la fréquence (nbre avions/jour)	0,000	0,076	0,064	0,059	0,071
coefficient du nombre de correspondances	-0,502	-0,366	-0,324	-0,397	-0,308
coefficient du cadencement	0,089	0,129	0,000	0,000	0,000
coefficient de densité pour les OD radiales (hab/km ²)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
coefficient de densité pour OD jonction (hab/km ²)	0,000	0,001	0,001	0,003	0,000
coefficient de densité pour les OD radiales et jonction (hab/km ²)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
coefficient de la motorisation	0,000	0,750	0,586	0,923	0,744

Les constantes modales C_m ont été recalées. Elles sont détaillées dans l'annexe 2. Elles diffèrent selon le type d'OD (radiale ou jonction) et sont différenciées par région.

Après avoir calculé les utilités pour chaque mode, on procède au partage de la demande par mode, sur la base du rapport entre l'exponentielle de l'utilité de chaque mode et la somme des exponentielles des utilités de tous les modes :

$$P_j(i) = \frac{\exp(U_{ij})}{\sum_i \exp(U_{ij})}$$

On utilise ensuite une méthode de pivot au niveau de chaque OD (application du delta de part modale théorique entre les situations à la part modale initiale observée). Concrètement, si :

P_{iObs}^{FdE} est la part modale observée du mode i (ou son extrapolation au fil de l'eau pour les scénarios futurs) ;

P_{iCalc}^{FdE} est la part modale calculée par le modèle de choix modal avec les caractéristiques d'offre du fil de l'eau ;

P_{iCalc}^{Test} est la part modale calculée par le modèle de choix modal avec les caractéristiques d'offre du scénario testé ;

alors la part modale finale obtenue P_i^{Test} pour le scénario testé sera :

$$P_i^{Test} = (P_{iCalc}^{Test} - P_{iCalc}^{FdE}) + P_{iObs}^{FdE}$$

4.6.1.2 Analyse du calage

Le tableau suivant présente les résultats du calage du MLD, selon les modes et les OD, par motif. Il présente ainsi :

- Pour le trafic radial : pour chaque département breton (les départements de Côte d'Armor et du Morbihan ont été joints), les trafics observés et calculés des quatre modes étudiés, pour les relations avec l'Île-de-France ;
- Pour le trafic jonction : pour la région Bretagne, les trafics observés et calculés des quatre modes étudiés pour les relations avec la Basse-Normandie, les Pays de la Loire (hors Loire-Atlantique), un regroupement Poitou-Charentes – Aquitaine et les autres régions françaises.

L'écart relatif entre les parts modales observées et calculées indique la qualité du calage.

NB : Dans ce qui suit, le trafic dit « observé » est le trafic issu des matrices de demande de base et les trafics « calculés » sont ceux obtenus après le partage modal et avant l'application du pivot.

Le modèle, avant application du pivot, reconstitue bien au niveau départemental agrégé les trafics radiaux et jonction, et ce pour les différents modes. L'écart relatif des parts modales est de manière générale inférieur à 1%, hormis pour quelques départements pour des modes représentant une faible part modale. Ceci est par exemple le cas en radial pour le mode aérien en Ille-et-Vilaine pour le motif « Perso » (écart de 2,5%). L'écart absolu entre les parts modales observées et calculées est quant à lui toujours inférieur à 0,1%.

Figure 39 : Résultats du calage du modèle longue distance

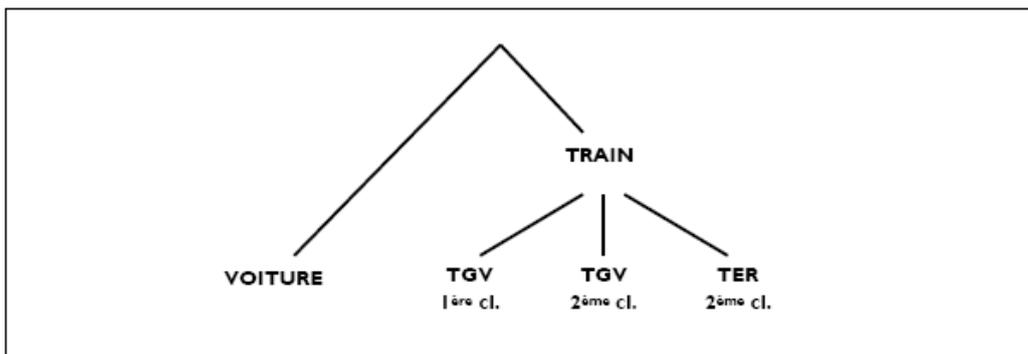
Motif	Trafics observés										Trafics calculés										Calage							
	Trafics					Parts					Trafics					Parts					Écart relatif des parts				Ecart en part modale			
	Rte	Fer1	Fer2	Air	Total	Rte	Fer1	Fer2	Air	Total	Rte	Fer1	Fer2	Air	Total	Rte	Fer1	Fer2	Air	Rte	Fer1	Fer2	Air	Rte	Fer1	Fer2	Air	
Radial																												
Ille-et-Vilaine	DTDE	228	174	319	0	722	32%	24%	44%	-	228	175	320	0	722	32%	24%	44%	-	-0,2%	0,1%	0,1%	-	-0,1%	0,0%	0,1%	-	
	PRO	1 197	595	719	9	2 519	47%	24%	29%	0%	1 197	595	719	9	2 519	48%	24%	29%	0%	0,0%	0,0%	-0,1%	-0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	WE	1 141	209	509	2	1 860	61%	11%	27%	0%	1 143	208	507	2	1 860	61%	11%	27%	0%	0,2%	-0,4%	-0,3%	0,0%	0,1%	0,0%	-0,1%	0,0%	
	VAC	641	117	241	1	1 001	64%	12%	24%	0%	642	118	240	1	1 001	64%	12%	24%	0%	0,1%	0,1%	-0,4%	0,1%	0,1%	0,0%	-0,1%	0,0%	
	PERSO	812	56	126	2	996	82%	6%	13%	0%	812	56	125	2	996	82%	6%	13%	0%	0,0%	0,0%	-0,1%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Côtes d'Armor et Morbihan	DTDE	52	113	208	0	373	14%	30%	56%	-	52	113	208	0	373	14%	30%	56%	-	-0,3%	0,0%	0,1%	-	0,0%	0,0%	0,0%	-	
	PRO	214	290	350	57	911	23%	32%	38%	6%	213	290	351	57	911	23%	32%	38%	6%	-0,4%	0,1%	0,1%	0,4%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	
	WE	962	153	374	10	1 499	64%	10%	25%	1%	963	153	373	10	1 499	64%	10%	25%	1%	0,2%	-0,3%	-0,3%	-1,1%	0,1%	0,0%	-0,1%	0,0%	
	VAC	540	116	238	9	902	60%	13%	26%	1%	541	115	238	8	902	60%	13%	26%	1%	0,0%	-0,4%	0,1%	-0,1%	0,0%	-0,1%	0,0%	0,0%	
	PERSO	264	55	124	15	458	58%	12%	27%	3%	264	55	124	15	458	58%	12%	27%	3%	0,1%	-0,4%	-0,1%	-0,3%	0,1%	-0,1%	0,0%	0,0%	
Finistère	DTDE	16	65	119	0	201	8%	32%	59%	-	16	65	119	0	201	8%	32%	59%	-	-1,1%	0,1%	0,1%	-	-0,1%	0,0%	0,0%	-	
	PRO	93	212	257	267	829	11%	26%	31%	32%	92	213	257	267	829	11%	26%	31%	32%	-0,4%	0,2%	0,1%	0,1%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	
	WE	233	76	186	48	544	43%	14%	34%	9%	234	76	186	48	544	43%	14%	34%	9%	0,3%	-0,3%	-0,1%	-0,4%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	
	VAC	131	76	157	40	404	32%	19%	39%	10%	131	76	157	40	404	33%	19%	39%	10%	0,3%	-0,3%	-0,1%	-0,1%	0,1%	-0,1%	0,0%	0,0%	
	PERSO	87	35	79	70	270	32%	13%	29%	26%	87	35	78	70	270	32%	13%	29%	26%	0,1%	0,0%	-0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Jonction																												
Basse-Normandie	DTDE	184	12	35	0	231	80%	5%	15%	-	184	12	35	0	231	80%	5%	15%	-	0,0%	-0,8%	0,3%	-	0,0%	0,0%	0,0%	-	
	PRO	428	15	25	1	469	91%	3%	5%	0%	428	14	25	1	469	91%	3%	5%	0%	0,0%	-0,2%	-0,1%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	WE	310	7	12	0	329	94%	2%	4%	0%	310	7	12	0	329	94%	2%	4%	0%	0,0%	0,3%	-0,1%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	VAC	255	8	21	0	285	90%	3%	8%	0%	255	8	22	0	285	89%	3%	8%	0%	0,0%	0,1%	0,2%	-0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	PERSO	656	3	9	0	669	98%	0%	1%	0%	656	3	9	0	669	98%	0%	1%	0%	0,0%	0,3%	0,2%	-0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Pays de la Loire hors Loire-Atlantique	DTDE	544	42	125	0	712	76%	6%	18%	-	544	42	125	0	712	76%	6%	18%	-	0,0%	-0,3%	0,0%	-	0,0%	0,0%	0,0%	-	
	PRO	2 527	52	92	1	2 671	95%	2%	3%	0%	2 527	52	92	1	2 671	95%	2%	3%	0%	0,0%	-0,4%	0,5%	-0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	WE	895	30	51	0	975	92%	3%	5%	0%	895	29	51	0	975	92%	3%	5%	0%	0,0%	-0,2%	0,0%	-0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	VAC	857	36	93	0	986	87%	4%	9%	0%	857	36	93	0	986	87%	4%	9%	0%	0,0%	-0,2%	0,2%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	PERSO	1 684	14	40	0	1 738	97%	1%	2%	0%	1 684	14	40	0	1 738	97%	1%	2%	0%	0,0%	-0,3%	0,1%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Poitou-Charentes et Aquitaine	DTDE	263	7	22	0	292	90%	3%	7%	-	263	7	21	0	292	90%	3%	7%	-	0,0%	0,4%	-0,4%	-	0,0%	0,0%	0,0%	-	
	PRO	564	9	16	8	597	95%	2%	3%	1%	564	9	16	8	597	94%	2%	3%	1%	0,0%	0,2%	0,3%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	WE	424	18	31	1	475	89%	4%	7%	0%	424	18	31	1	475	89%	4%	7%	0%	0,0%	0,1%	0,3%	-0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	VAC	355	22	57	1	435	82%	5%	13%	0%	355	22	57	1	435	82%	5%	13%	0%	0,0%	0,3%	0,2%	-0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	PERSO	322	9	24	1	356	90%	2%	7%	0%	322	9	24	1	356	90%	2%	7%	0%	0,0%	-0,5%	-0,3%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Autres régions	DTDE	209	110	324	0	643	33%	17%	50%	-	209	110	324	0	643	33%	17%	50%	-	0,2%	-0,2%	-0,1%	-	0,1%	0,0%	0,0%	-	
	PRO	993	135	237	361	1 727	58%	8%	14%	21%	993	135	237	361	1 727	58%	8%	14%	21%	0,0%	-0,2%	-0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	WE	1 486	102	177	55	1 820	82%	6%	10%	3%	1 486	102	177	55	1 820	82%	6%	10%	3%	0,0%	-0,1%	-0,1%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	VAC	1 180	124	323	43	1 670	71%	7%	19%	3%	1 181	123	323	43	1 670	71%	7%	19%	3%	0,0%	-0,5%	0,1%	-0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	PERSO	1 211	50	138	54	1 452	83%	3%	9%	4%	1 212	50	137	54	1 452	83%	3%	9%	4%	0,0%	0,3%	-0,5%	-0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	

4.6.2 Calage du modèle courte distance (MCD)

4.6.2.1 Modèle de partage modal

Le modèle de choix modal, dans le modèle courte distance, est un logit hiérarchique dans lequel les modes TER, GL 1^e classe et GL 2^e classe sont considérés comme des sous-modes du mode fer.

Figure 40 : Organisation du modèle hiérarchique



Contrairement au modèle longue distance, les variables sont ici toutes traitées linéairement (à l'exception près des fréquences, qui sont traitées linéairement sur la base de leur logarithme) : il n'y a pas de box-cox dans les formulations. Les coefficients utilisés en situation de base (le coefficient du temps évolue entre base et référence sur la base des recommandations de RFF) sont répertoriés dans le tableau suivant. Ils sont repris du Modèle National Voyageurs affiné avec l'étude LNMP.

Figure 41 : Coefficients des fonctions d'utilité du modèle courte distance en situation de base

	MOTIF		
	DT/DE	PRO	PERSO
Coefficients MCD			
coefficient du coût aller pour d <= 100 km (€)	-0,582	-0,310	-0,554
coefficient du coût aller pour d > 100 km (€)	-0,447	-0,239	-0,426
coefficient du temps à bord du train pour d <= 100 km (min)	-0,064	-0,077	-0,077
coefficient du temps à bord du train pour d > 100 km (min)	-0,040	-0,047	-0,047
coefficient du temps en voiture pour d <= 100 km (min)	-0,055	-0,063	-0,047
coefficient du temps en voiture pour d > 100 km (min)	-0,070	-0,077	-0,056
coefficient du temps d'accès en train (min)	-0,144	-0,144	-0,144
coefficient de la fréquence (ln (nbre trains/jour))	2,231	2,008	1,004
coefficient du nombre de correspondances	-0,428	-0,538	-0,863
coefficient de la réservation	-1,712	-0,659	-0,962
coefficient de l'intégration tarifaire	0,206	0,000	0,000
coefficient utilités	0,148	0,299	0,149
coefficient de la densité (en hab/km2)	0,001	0,001	0,000
coefficient du taux de motorisation	5,600	5,600	4,620

Comme pour le MLD, les constantes modales du MCD ont été recalées. Elles sont détaillées en annexe 3, et diffèrent selon le mode et le type d'OD (une constante pour chaque *mode* x « OD Rég-Rég »).

Ces réajustements ont permis de diminuer les différences entre les trafics modélisés et les trafics observés, et donc de s'assurer de la robustesse du modèle de partage modal, celui-ci étant également élaboré selon la méthode du pivot.

Les tableaux suivants présentent les résultats du calage :

Figure 42 : Résultats du calage du modèle courte distance

Echanges interdépartementaux			
Ille-et-Vilaine - reste de la Bretagne			
Zone MLD de Rennes vers zones MLD situées sur la branche Nord et la branche Sud			
Type 1	Zones MLD de Saint-Brieuc, Vannes et Lamballe	Nombre d'O/D/Motif par Type	Trafic Fer par Type
Type 2	Autres zones des Côtes-d'Armor	39	192 811
Type 3	Autres zones du Morbihan	34	211 213
Type 4	Zones du Finistère	69	358 144
Autres déplacements			
Type 5		443	300 753
Loire-Atlantique - Bretagne			
Type 6	Loire-Atlantique - Ille-et-Vilaine et Côtes-d'Armor	152	268 865
Type 7	Loire-Atlantique - Morbihan et Finistère (+ zone MCD de Redon)	308	410 570
Echanges interdépartementaux entre Morbihan, Finistère et Côtes-d'Armor			
Type 8		451	600 607
Trafics intradépartementaux			
Type 9	Trafics internes à l'Ille-et-Vilaine	129	890 111
Type 10	Trafics internes aux autres départements (+Quimperlé - Lorient)	335	1 092 484
Type 11	Saint-Brieuc - Guingamp	3	80 266

Type OD	Trafics observés				Parts modales observées					Trafics calculés				Parts modales calculées				
	Route	GL1	GL2	TER	Route	GL1	GL2	TER	Fer	Route	GL1	GL2	TER	Route	GL1	GL2	TER	Fer
1	3 804 201	7 343	133 971	419 692	87%	0,2%	3,1%	9,6%	12,9%	3 828 281	7 203	128 310	401 414	87,7%	0,2%	2,9%	9,2%	12,3%
2	919 430	4 568	91 095	97 148	83%	0,4%	8,2%	8,7%	17,3%	848 734	6 410	123 406	133 691	76,3%	0,6%	11,1%	12,0%	23,7%
3	1 345 113	2 952	57 623	150 638	86%	0,2%	3,7%	9,7%	13,6%	1 332 784	2 682	55 975	164 884	85,6%	0,2%	3,6%	10,6%	14,4%
4	1 597 079	7 166	120 532	230 445	82%	0,4%	6,2%	11,8%	18,3%	1 624 308	10 691	117 679	202 545	83,1%	0,5%	6,0%	10,4%	16,9%
5	4 789 647	3 730	71 859	225 164	94%	0,1%	1,4%	4,4%	5,9%	4 787 485	3 759	72 639	226 517	94,0%	0,1%	1,4%	4,4%	6,0%
6	5 217 311	575	14 322	253 968	95%	0,0%	0,3%	4,6%	4,9%	5 245 550	26 360	21 530	192 736	95,6%	0,5%	0,4%	3,5%	4,4%
7	4 884 167	4 629	111 734	294 207	92%	0,1%	2,1%	5,6%	7,8%	4 921 635	7 368	131 752	233 982	93,0%	0,1%	2,5%	4,4%	7,0%
8	12 670 040	4 440	237 206	358 960	95%	0,0%	1,8%	2,7%	4,5%	12 664 308	4 474	241 287	360 577	95,4%	0,0%	1,8%	2,7%	4,6%
9	4 838 264	413	18 930	870 769	84%	0,0%	0,3%	15,2%	15,5%	4 837 604	531	18 872	871 368	84,4%	0,0%	0,3%	15,2%	15,6%
10	15 239 842	5 476	288 790	798 218	93%	0,0%	1,8%	4,9%	6,7%	15 235 567	5 343	262 088	829 328	93,3%	0,0%	1,6%	5,1%	6,7%
11	2 448 214	276	16 966	63 023	97%	0,0%	0,7%	2,5%	3,2%	2 447 775	344	17 184	63 177	96,8%	0,0%	0,7%	2,5%	3,2%

Motif	Route	GL1	GL2	TER	Route	GL1	GL2	TER	Fer	Route	GL1	GL2	TER	Route	GL1	GL2	TER	Fer
DT/DE	17 178 930	14 281	627 413	2 566 131	84%	0,1%	3,1%	12,6%	15,7%	17 261 513	20 001	634 284	2 470 956	84,7%	0,1%	3,1%	12,1%	15,3%
Pro	17 369 597	7 674	77 103	294 127	98%	0,0%	0,4%	1,7%	2,1%	17 398 660	7 379	69 900	272 561	98,0%	0,0%	0,4%	1,5%	2,0%
Perso	23 204 783	19 614	458 513	901 976	94%	0,1%	1,9%	3,7%	5,6%	23 113 859	47 785	486 539	936 704	94,0%	0,2%	2,0%	3,8%	6,0%

Ecart de parts modales

Type d'OD	OD ayant servi au calage				Toutes OD			
	Route	GL1	GL2	TER	Route	GL1	GL2	TER
1	-0,08%	0,00%	0,04%	0,04%	0,55%	0,00%	-0,13%	-0,12%
2	0,00%	0,00%	-0,02%	0,02%	-6,36%	0,17%	2,91%	3,29%
3	-0,05%	0,00%	0,04%	0,01%	-0,79%	-0,02%	-0,11%	0,92%
4	0,04%	0,00%	-0,04%	0,00%	1,39%	0,18%	-0,15%	-1,43%
5	sans objet				-0,04%	0,00%	0,02%	0,03%
6	-0,03%	0,00%	0,00%	0,03%	0,51%	0,17%	0,13%	-1,12%
7	-0,05%	0,00%	0,03%	0,03%	0,71%	0,05%	0,38%	-1,14%
8	sans objet				-0,04%	0,00%	0,03%	0,01%
9	-0,05%	0,01%	0,01%	0,04%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,01%
10	-0,06%	0,00%	0,02%	0,05%	-0,03%	0,00%	-0,16%	0,19%
11	sans objet				-0,02%	0,00%	0,01%	0,01%

Motif	OD ayant servi au calage				Toutes OD			
	Route	GL1	GL2	TER	Route	GL1	GL2	TER
DT/DE	-0,09%	0,00%	0,03%	0,06%	0,41%	0,03%	0,03%	-0,47%
Pro	-0,03%	0,00%	0,00%	0,02%	0,16%	0,00%	-0,04%	0,12%
Perso	-0,05%	0,00%	0,02%	0,03%	-0,37%	0,11%	0,11%	0,14%

4.6.3 Calage du modèle d'accès à l'AGO

4.6.3.1 Modèle de partage modal

Le modèle de partage modal choisi pour le modèle d'accès à l'AGO est un modèle logit multinomial, basé sur des fonctions d'utilité prenant en compte pour chaque mode les paramètres d'offre.

Ce partage modal n'est appliqué qu'à une partie de la demande jugée éligible au choix modal, le reste de la demande faisant son choix de mode pour des raisons indépendantes des caractéristiques d'offre.

On utilise ensuite une méthode de pivot au niveau de chaque OD (application du delta de part modale théorique entre les situations à la part modale initiale observée).

4.6.3.1 Analyse du calage

Pour une partie de la demande, l'usage d'un mode de transport est indépendant de l'offre des autres modes. C'est le cas notamment:

- Des transports collectifs pour les personnes non motorisées ou n'ayant pas le permis de conduire
- De la voiture personnelle pour les personnes qui l'utilisent pour des tâches annexes (transport de bagages, achats sur le trajet, etc...)

Cette part de la demande ne réagissant pas en fonction de l'offre doit être exclue du modèle de choix modal, et donc être préalablement estimée. Nous les appellerons « parts fixes ».

Les parts fixes sont estimées pour chaque mode comme la part de passagers enquêtés qui font le même choix de mode pour chacune des alternatives qui leurs sont proposées dans les enquêtes de préférences déclarées (SP).

On choisit d'estimer cette part fixe par zone ou par regroupement de zones lorsque le nombre de personnes enquêtées par zone est insuffisant. Les parts fixes obtenues sont les suivantes :

Figure 43 : Parts modales fixes retenues pour le modèle d'accès à l'AGO

	Pro	Perso	Emp
Nantes	Taxi : 0-2 % VP : 3-6 % Train : 1-2 %	Dépose : 5-7 % VP : 2-4%	VP : 9%
Reste Loire Atlantique	VP : 28-29 %	Dépose : 9% VP : 3% TC : 1%	VP : 9%
Reste Modèle	Taxi : 2% VP : 29% Train : 4%	Dépose : 11% VP : 23% TC : 3%	VP : 9%

La part fixe est estimée par zone ou par regroupement de zones lorsque le nombre de personnes enquêtées par zone est insuffisant

Ces parts fixes sont exclues de la demande de base au moment du calage du modèle.

Pour les simulations, on affecte au préalable à chaque mode sa part fixe, avant de répartir la demande résiduelle au pro-rata des résultats du modèle de choix modal. En cas d'indisponibilité du mode train pour une OD, on applique sa part fixe au mode TC, et inversement.

Les formulations choisies pour les différents modes sont :

- Pour les passagers « pro » :

Taxi :	$\ln(U_{zone,taxi,pro}) =$	$B_{tps_TI,pro} * Tps_{zone,taxi,pro} + B_{prix,pro} * Prix_{zone,taxi,pro} + K_{zone,taxi,pro}$
VP :	$\ln(U_{zone,vp,pro}) =$	$B_{tps_TI,pro} * Tps_{zone,vp,pro} + B_{prix,pro} * Prix_{zone,vp,pro} + K_{zone,vp,pro}$
Train :	$\ln(U_{zone,train,pro}) =$	$B_{tps_TC,pro} * Tps_{zone,train,pro} + B_{prix,pro} * Prix_{zone,train,pro} + B_{freq,pro} * Freq_{zone,train,pro} + B_{nbcrr,pro} * Nbcrr_{zone,train,pro} + K_{zone,taxi,pro}$
TC :	$\ln(U_{zone,tc,pro}) =$	$B_{tps_TC,pro} * Tps_{zone,tc,pro} + B_{prix,pro} * Prix_{zone,tc,pro} + B_{freq,pro} * Freq_{zone,tc,pro} + B_{nbcrr,pro} * Nbcrr_{zone,tc,pro} + K_{zone,tc,pro}$

- Pour les passagers « perso » :

Dépose :	$\ln(U_{zone,dépose,perso}) =$	$B_{tps_TI,perso} * Tps_{zone,dépose,perso} + B_{prix,perso} * Prix_{zone,dépose,perso} + K_{zone,dépose,perso}$
VP :	$\ln(U_{zone,vp,perso}) =$	$B_{tps_TI,perso} * Tps_{zone,vp,perso} + B_{prix,perso} * Prix_{zone,vp,perso} + K_{zone,vp,perso}$
Train :	$\ln(U_{zone,train,perso}) =$	$B_{tps_TC,perso} * Tps_{zone,train,perso} + B_{prix,perso} * Prix_{zone,train,perso} + B_{freq,perso} * Freq_{zone,train,perso} + B_{nbcrr,perso} * Nbcrr_{zone,train,perso} + K_{zone,taxi,perso}$
TC :	$\ln(U_{zone,tc,perso}) =$	$B_{tps_TC,perso} * Tps_{zone,tc,perso} + B_{prix,perso} * Prix_{zone,tc,perso} + B_{freq,perso} * Freq_{zone,tc,perso} + B_{nbcrr,perso} * Nbcrr_{zone,tc,perso} + K_{zone,tc,perso}$

- **Pour les employés :**

VP :	$\ln(U_{zone,vp,emp}) =$	$B_{tps_TI,emp} * Tps_{zone,vp,emp} + B_{prix,emp} * Prix_{zone,vp,emp} + K_{zone,vp,emp}$
Train :	$\ln(U_{zone,train,emp}) =$	$B_{tps_TC,emp} * Tps_{zone,train,emp} + B_{prix,emp} * Prix_{zone,train,emp} + B_{freq,emp} * Freq_{zone,train,emp} + B_{nbcorr,emp} * Nbcorr_{zone,train,emp} + K_{zone,taxi,emp}$
TC :	$\ln(U_{zone,tc,emp}) =$	$B_{tps_TC,emp} * Tps_{zone,tc,emp} + B_{prix,emp} * Prix_{zone,tc,emp} + B_{freq,emp} * Freq_{zone,tc,emp} + B_{nbcorr,emp} * Nbcorr_{zone,tc,emp} + K_{zone,tc,emp}$

Pour faciliter le calage des coefficients d'utilité du fait du faible nombre d'enquêtes, les coefficients liés au prix, au temps, à la fréquence et au nombre de correspondances ont été considérés comme uniques pour chaque segment de demande.

Par contre, on distingue les constantes :

- Par grand domaine géographique :
 - Domaine dont l'offre TC vient de Destineo (Loire-Atlantique, Vendée et Maine-et-Loire)
 - Domaine dont l'offre TC vient des modèles MCD et MLD (autres départements)
- Par mode :
 - Taxi/Dépose,
 - VP (fixée à 0 ; on rappelle que pour pouvoir estimer un modèle, il faut au moins un mode avec une constante nulle)
 - Mode ferroviaire (concerne le train et les TC pour les zones desservies par le TTNAGO en situations futures)
 - Mode bus (concerne les autres TC)

Pour chaque segment de demande (« pro », « perso » et « emp »), deux jeux de données sont entrés séparément dans BIOGEME (logiciel gratuit pour l'estimation de modèles de choix discret, développé par Michel Bierlaire, de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne) :

- Le jeu d'enquêtes de préférences déclarées (SP), auquel on a retiré les personnes choisissant toujours le mode qu'ils utilisent en préférences révélées (RP). La pondération est uniforme entre les lignes.
- L'offre et la demande de base, avec une ligne pour chaque zone et chaque mode, pondérée par la demande hors part fixe de la zone ayant choisi ce mode.

La pondération de ces deux jeux est redressée pour que la somme des pondérations de chacun soit égale au nombre de lignes.

L'estimation des coefficients d'utilité est effectuée séparément pour les deux jeux de données.

On cherche à choisir autant que possible les coefficients d'utilité trouvés par BIOGEME pour le jeu de données des enquêtes de préférences révélées (RP). Toutefois, lorsque le coefficient « RP » est du mauvais signe, ou d'une valeur absurde, on le remplace par le coefficient « SP » avant de relancer BIOGEME. Dans les faits, la plupart des coefficients sont issus des enquêtes de préférences déclarées (SP).

Quant aux constantes, on choisit celles des enquêtes de préférences révélées (RP) pour :

- Le taxi/dépose
- La VP
- Le mode bus (fixée = 0)

La constante des modes « train » et « TTNAGO » ne peuvent pas être calculées à partir des enquêtes de préférences révélées (RP), puisque qu'il n'y a pas d'offre ferroviaire d'accès à l'aéroport Nantes-Atlantique en base.

On reprend donc les constantes « train » et « TTNAGO » trouvées dans les enquêtes de préférences déclarées (SP).

Les coefficients choisis sont les suivants selon la codification présentée dans le détail des formulations présentées ci-dessus :

Figure 44 : Coefficients d'utilité pour le modèle d'accès à l'AGO

	Pro	Perso	Emp
B_Tps_TI (/min)	-0.0124	-0.0248	-0.0269
B_Tps_TC (/min)	-0.00339	-0.0152	-0.0342
B_Prix (/€₂₀₀₅)	-0.007	-0.0153	-0.166
B_Freq (/train.jour)	+0.361	+0.382	+0.252
B_Nbcorr (/corr)	-0.152	-0.343	-0.585

Compte tenu de ces coefficients, les constantes retenues à partir des enquêtes de préférences révélées sont :

Figure 45 : Constantes modales pour le modèle d'accès à l'AGO

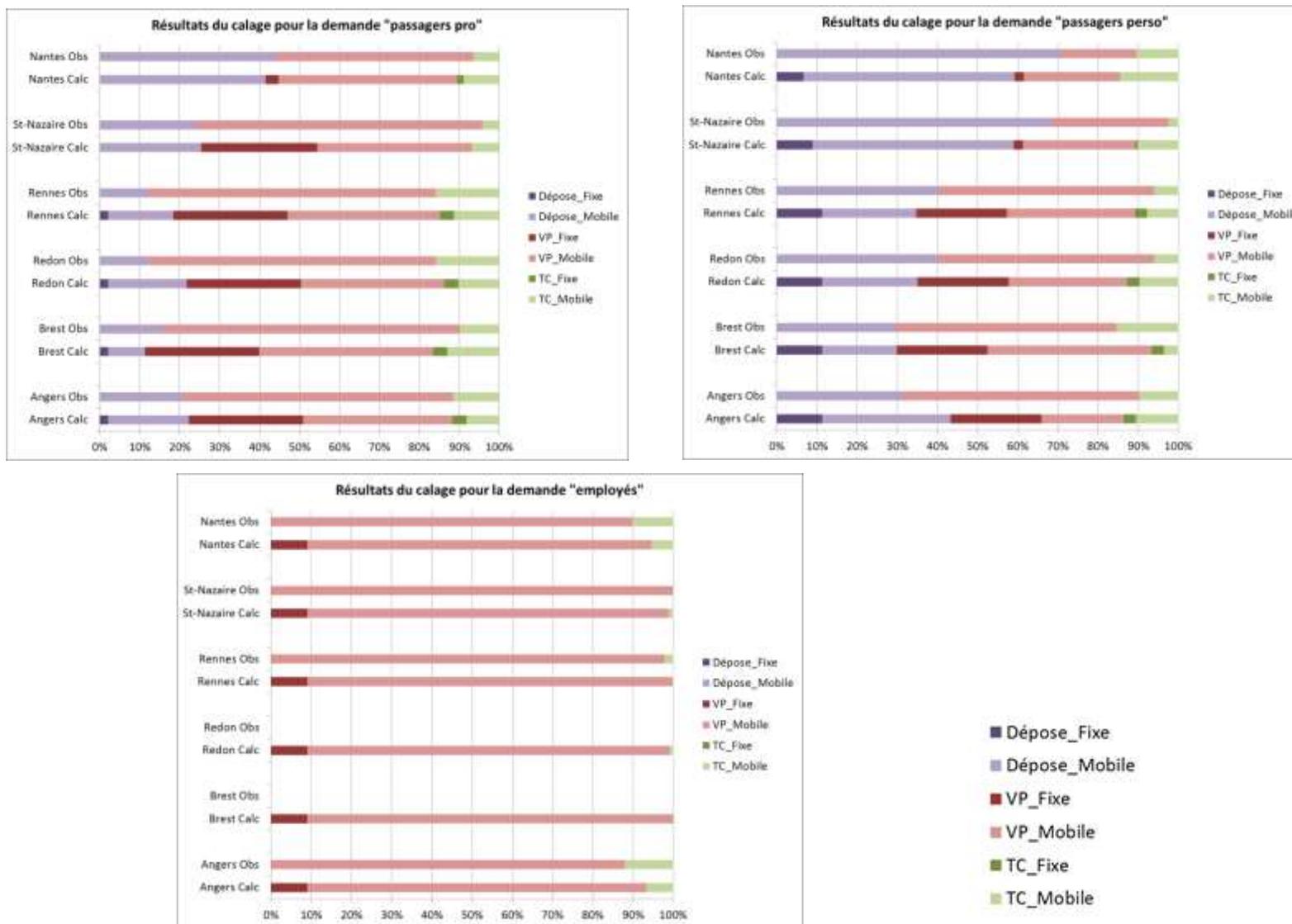
Domaine Destineo	Pro	Perso	Emp	Domaine Modèle	Pro	Perso	Emp
K_Taxi/Dépose	2,89	2,93	-	K_Taxi/Dépose	2,10	2,07	-
K_VP	3,14	2,05	2,43	K_VP	2,47	1,89	2,43
K_Train	0,25	0,85	0,57	K_Train	0,25	0,85	0,57
K_TTNAGO	0,37	0,45	-0,12	K_TTNAGO	0,37	0,45	-0,12
K_Bus	0	0	0	K_Bus	0	0	0

4.6.3.2 Analyse du calage

Les trois graphiques suivants présentent les résultats du calage du modèle pour les trois segments de demande et pour plusieurs zones significatives de la région. On y distingue les parts modales « observées », issues des bases de demande, et les parts modales « calculées », qui sont la somme pour chaque mode de la part modale fixe et de la part modale issue du modèle de choix modal.

Conformément à la méthode du pivot, les écarts entre parts modales observées et calculées sont conservés et réappliqués aux résultats de partage modal dans les situations futures.

Figure 46 : Résultats de calage du modèle d'accès à l'AGO pour les zones de Nantes-Centre-Ville, St-Nazaire, Rennes, Redon, Brest et Angers, pour les trois segments de demande



4.6.4 Composition des utilités

4.6.4.1 Composantes des utilités du modèle longue distance

Les histogrammes suivants présentent pour cinq OD (Rennes – Paris, Quimper – Paris, Rennes – Nord, Rennes – Bas-Rhin et Rennes – Rhône) et pour les quatre modes étudiés, le poids relatif de chaque composante dans l'utilité totale. Ils permettent de vérifier que la constante modale ne représente pas une part trop importante de l'utilité.

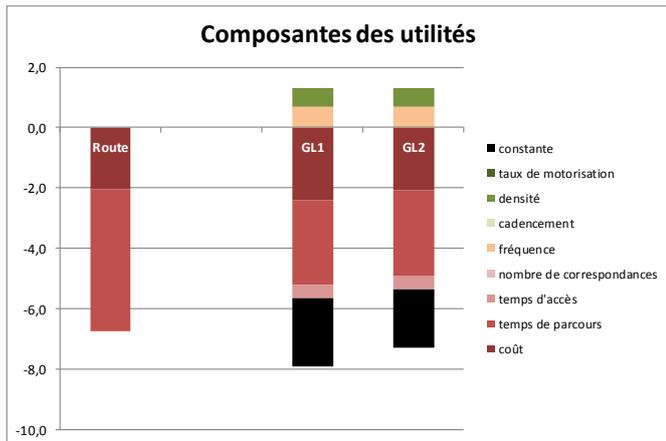
Nota : La constante modale intègre la part de l'utilité qui n'est pas expliquée par les variables retenues. Une constante modale élevée signifierait que d'autres facteurs, quantifiables ou non, mais importants n'ont pas été pris en compte dans le modèle alors qu'ils influent sur le choix modal. On aboutirait alors à des modèles plus rigides, dans lesquelles la variation des paramètres d'offre aurait un impact moindre sur le choix modal.

Les graphiques ci-après montrent que les variables retenues représentent la plus grande partie de l'utilité.

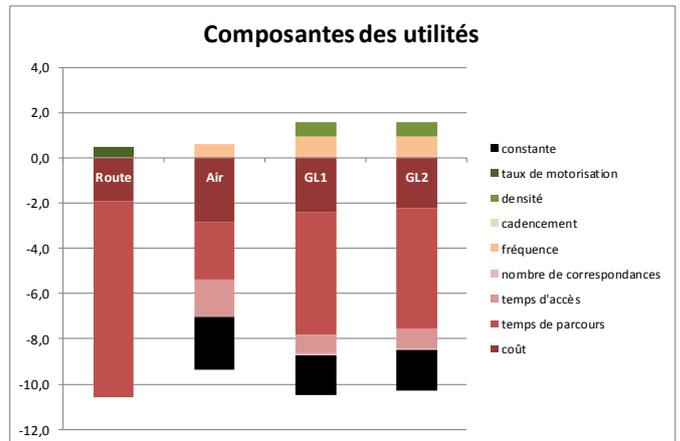
Ce sont généralement le coût et le temps de parcours qui sont les composantes principales des utilités.

Figure 47 : Composantes des utilités pour quelques OD du Modèle Longue Distance

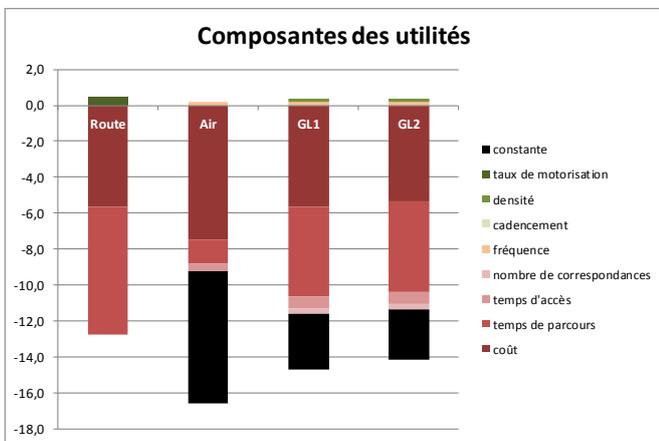
Rennes - Paris (Motif : DTDE)



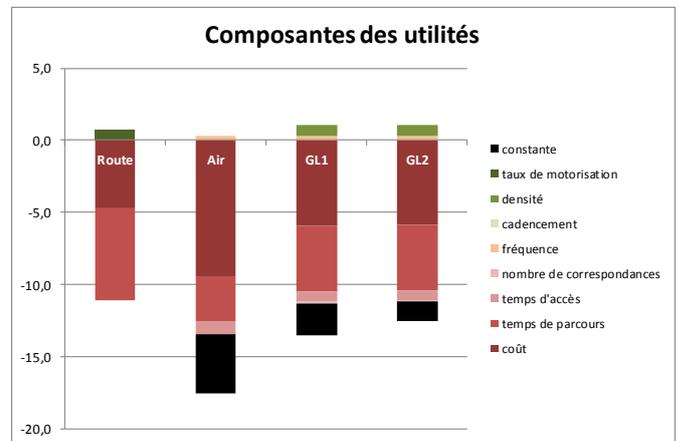
Quimper - Paris (Motif : PRO)



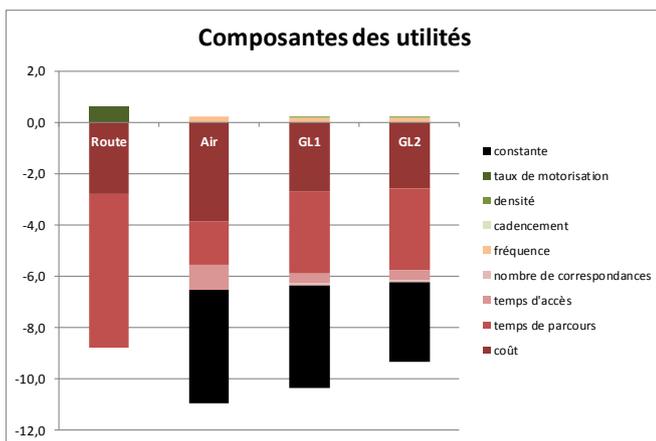
Rennes - Bas-Rhin (Motif : WE)



Rennes - Nord (Motif : VAC)



Rennes - Rhône (Motif : PERSO)



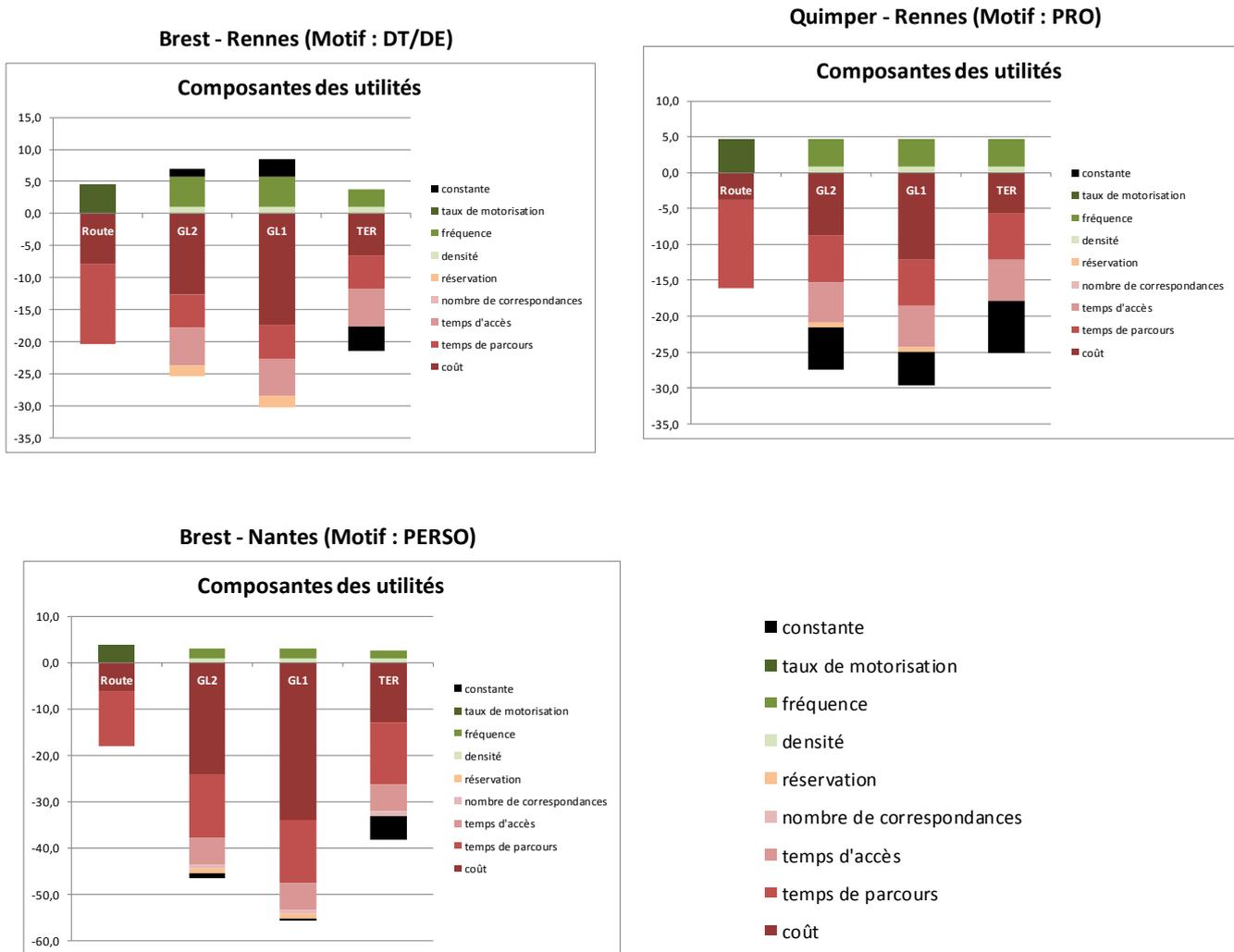
- constante
- taux de motorisation
- densité
- cadencement
- fréquence
- nombre de correspondances
- temps d'accès
- temps de parcours
- coût

4.6.4.2 Composantes des utilités du modèle courte distance

Les histogrammes suivants présentent pour trois OD (Rennes – Brest, Rennes – Quimper et Brest - Nantes) et pour les quatre modes étudiés, le poids relatif de chaque composante dans l'utilité totale.

Comme pour le modèle longue distance, ils permettent de vérifier que la constante modale ne représente pas une part trop importante de l'utilité. Ce sont généralement le coût et le temps de parcours qui sont les composantes principales des utilités.

Figure 48 : Composantes des utilités pour quelques OD du Modèle Courte Distance



4.6.4.1 Composantes des utilités du modèle d'accès à l'AGO

La contribution des différents paramètres d'offre à l'utilité des différents modes dans une situation de projet est présentée ci-dessous. Elle est donnée pour la situation 2030 en projet (scénario A1, détaillé dans le rapport de prévisions de trafic) afin d'en présenter tous les modes.

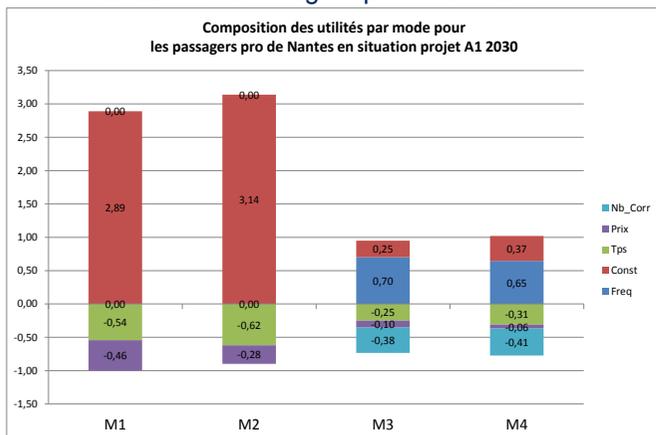
Alors que dans les enquêtes de préférences déclarées (SP), les passagers « pro » ont souvent fait des choix différents d'une alternative d'offre à l'autre, il s'avère que la plupart ont choisi la voiture pour se rendre à l'aéroport Nantes-Atlantique, comme le montrent les enquêtes de préférences révélées (RP), quelle que soit leur zone d'origine.

Du fait de cette contradiction entre les déclarations lors des enquêtes et des comportements observés actuellement, le calage des paramètres de choix modal conduit à des constantes modales particulièrement fortes pour ce motif, amortissant les différences d'offre d'une zone à l'autre.

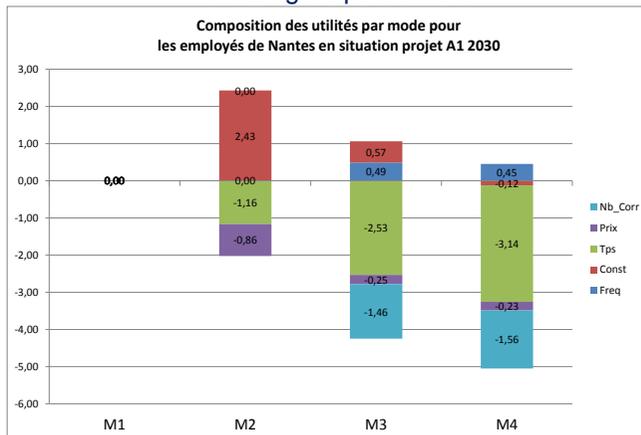


Figure 49 : Composition des utilités du modèle d'accès à l'AGO depuis Nantes et Rennes en situation de projet – Scénario A1 – 2030

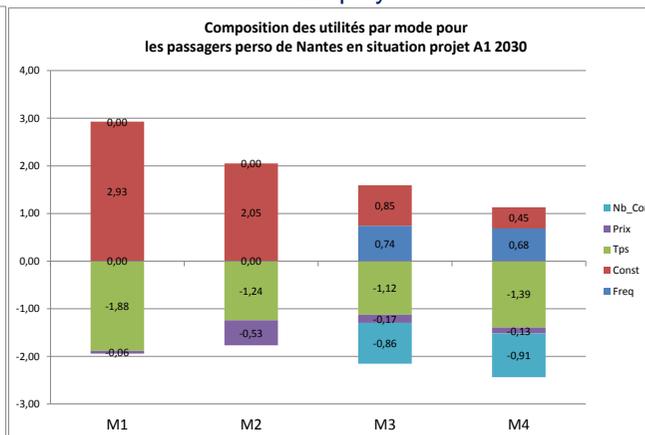
Nantes - Passagers professionnels



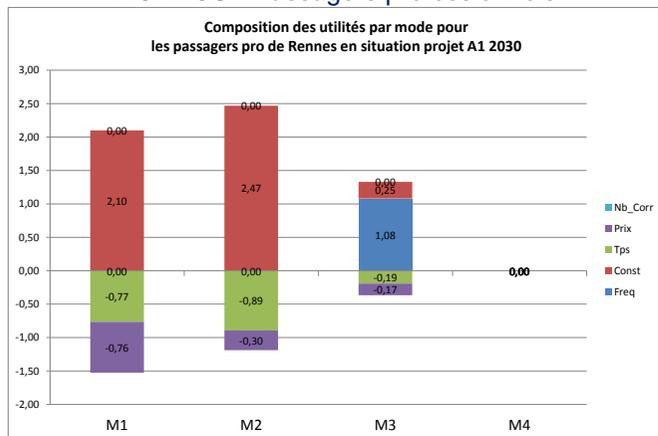
Passagers personnels



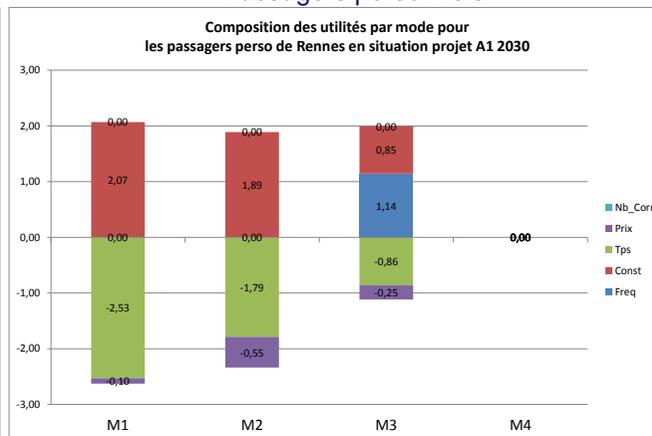
Employés



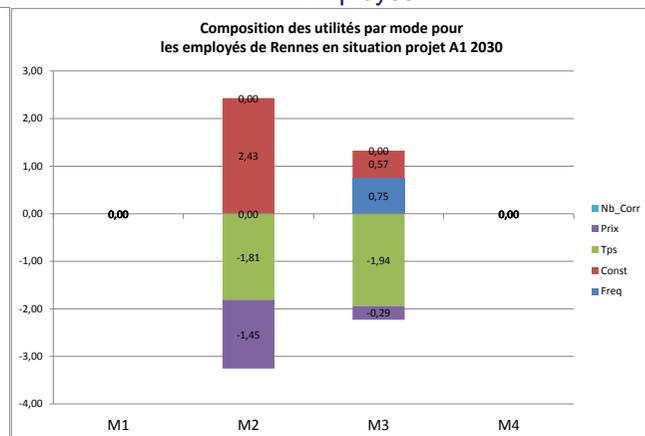
Rennes - Passagers professionnels



Passagers personnels



Employés



	Voyageurs "pro"	Voyageurs "perso"	Employés
M1	Taxi	VP dépose	
M2	VP + parking	VP + parking	VP+ parking
M3	Train	Train	Train
M4	TC	TC	TC



5 HYPOTHESES DE PREVISION DE TRAFIC

Nous présentons dans cette partie les hypothèses de prévision de trafic issues du référentiel RFF de janvier 2014.

Les hypothèses de prévision de trafic spécifiques au modèle d'accès à l'AGO font l'objet d'un sous-chapitre particulier.

5.1 Hypothèse d'évolution tarifaire

5.1.1 Coûts routiers

L'évolution des coûts routiers provient du référentiel RFF daté de janvier 2014

Le taux d'évolution annuel (en euro constant) du coût kilométrique du carburant a été pris égal à 1,8% pour la période 2008-2030 et 0,0% au-delà, celui du péage autoroutier est nul sur toute la période de prévision.

Le coût kilométrique est de 0,124 €₂₀₁₂ pour les situations de référence à partir de 2030.

5.1.2 Prix ferroviaires

L'évolution des prix ferroviaires provient du référentiel RFF daté de janvier 2014.

Il prévoit une augmentation jusqu'en 2030 des TGV radiaux de 1%/an, et des autres trains (TGV autres, TER et GL) de 0,7%/an. Au-delà les prix sont stables.

En plus de l'évolution annuelle des prix, un « prix à la minute gagnée » augmente les tarifs des TGV sur les sections où le temps de parcours s'améliore. Il est déterminé par type de train (radial ou intersecteur) et par motif, pour la première et la seconde classe. Il est calculé sur la base de la valeur du temps (distinguée par motif) et d'un coefficient modulant la part de la valeur du temps que l'on capte. Celui-ci dépend du type de train (0,25 pour les trafics internes hors Ile-de-France et 0,33 pour les trafics radiaux, d'échange et de transit).

5.1.3 Prix aériens

L'évolution des prix aériens provient du référentiel RFF daté de janvier 2014.

Le taux d'évolution annuel des prix aériens a été pris égal à 0,15% pour la période 2008-2030 et 0,0% sur au-delà de 2030.

5.2 Hypothèses d'évolution macro-économique

5.2.1 Elasticité de trafic au PIB

Conformément au référentiel RFF de janvier 2014 l'élasticité de la demande au PIB est de 0,9.

5.2.1 Evolution économique et démographique

Les valeurs retenues du PIB sont celles exposées dans le référentiel RFF de janvier 2014, elles tiennent donc compte de la crise.

Les tableaux suivants présentent les hypothèses de croissance annuelle du PIB puis de la population, par région française et par pays.

Figure 50 : Hypothèses de croissance annuelle du PIB et de la population par région française

Région	PIB		Population		PIB / Population	
	2013-2030	2031-2055	2013-2030	2031-2055	2013-2030	2031-2055
Alsace	1,77%	1,21%	0,48%	0,33%	1,28%	0,88%
Aquitaine	2,53%	1,91%	0,40%	0,33%	2,12%	1,57%
Auvergne	1,44%	0,91%	-0,16%	-0,27%	1,60%	1,18%
Bourgogne	1,45%	0,81%	-0,11%	-0,17%	1,56%	0,98%
Bretagne	2,57%	1,91%	0,29%	0,23%	2,27%	1,68%
Centre	1,69%	1,11%	0,24%	0,13%	1,45%	0,98%
Champagne-Ardenne	1,32%	0,61%	-0,30%	-0,37%	1,63%	0,98%
Corse	2,83%	2,31%	-0,08%	-0,07%	2,90%	2,38%
Franche-Comté	1,85%	1,31%	0,08%	-0,07%	1,77%	1,38%
Ile-de-France	1,43%	1,21%	0,25%	0,13%	1,18%	1,08%
Languedoc-Roussillon	2,39%	1,71%	1,01%	0,93%	1,37%	0,77%
Limousin	1,67%	1,01%	-0,04%	-0,17%	1,70%	1,18%
Lorraine	2,09%	1,41%	-0,24%	-0,37%	2,34%	1,79%
Midi-Pyrénées	2,57%	1,91%	0,65%	0,53%	1,91%	1,37%
Nord-Pas-de-Calais	2,07%	1,51%	-0,08%	-0,17%	2,15%	1,68%
Basse-Normandie	1,90%	1,31%	-0,02%	-0,07%	1,92%	1,38%
Haute-Normandie	1,41%	1,01%	-0,02%	-0,07%	1,43%	1,08%
Pays de la Loire	3,59%	2,90%	0,40%	0,33%	3,17%	2,57%
Picardie	1,54%	1,01%	0,00%	-0,07%	1,55%	1,08%
Poitou-Charentes	2,27%	1,71%	0,24%	0,13%	2,02%	1,58%
Provence-Alpes-Côte d'Azur	1,73%	1,31%	0,72%	0,53%	1,01%	0,78%
Rhône-Alpes	1,86%	1,41%	0,41%	0,33%	1,44%	1,08%
France métropolitaine	1,91%	1,50%	0,29%	0,20%	1,62%	1,30%

Figure 51 : Hypothèses de croissance annuelle du PIB et de la population par pays

Pays	PIB		Population		PIB / Population	
	2013-2030	2031-2055	2013-2030	2031-2055	2013-2030	2031-2055
Belgique	1,59%	1,70%	0,59%	0,30%	1,00%	1,40%
Bulgarie	1,65%	1,10%	-0,60%	-0,60%	2,26%	1,71%
République tchèque	1,96%	1,30%	0,10%	-0,10%	1,86%	1,40%
Danemark	1,29%	1,60%	0,40%	0,10%	0,88%	1,50%
Allemagne	0,91%	0,70%	-0,32%	-0,50%	1,24%	1,21%
Estonie	1,68%	1,30%	0,01%	-0,30%	1,67%	1,60%
Irlande	2,31%	2,00%	0,83%	0,70%	1,47%	1,29%
Grèce	1,11%	1,20%	0,11%	-0,10%	1,00%	1,30%
Espagne	2,10%	1,30%	0,40%	0,10%	1,69%	1,20%
France	1,79%	1,60%	0,40%	0,20%	1,39%	1,40%
Italie	1,31%	1,30%	0,43%	0,00%	0,87%	1,30%
Chypre	2,04%	1,90%	1,01%	0,30%	1,01%	1,60%
Lettonie	1,30%	0,90%	-0,45%	-0,50%	1,75%	1,41%
Lituanie	1,28%	1,20%	-0,44%	-0,40%	1,72%	1,61%
Luxembourg	2,33%	1,70%	0,81%	0,50%	1,51%	1,19%
Hongrie	1,47%	1,10%	-0,18%	-0,30%	1,65%	1,40%
Malte	1,85%	1,20%	-0,03%	0,00%	1,89%	1,20%
Pays-Bas	1,34%	1,30%	0,29%	-0,10%	1,04%	1,40%
Autriche	1,43%	1,40%	0,31%	0,00%	1,11%	1,40%
Pologne	2,43%	0,90%	-0,11%	-0,50%	2,54%	1,41%
Portugal	1,35%	1,30%	0,12%	-0,20%	1,22%	1,50%
Roumanie	1,55%	0,80%	-0,29%	-0,50%	1,84%	1,31%
Slovénie	1,84%	1,10%	0,20%	-0,20%	1,64%	1,30%
Slovaquie	2,75%	0,90%	0,20%	-0,30%	2,55%	1,20%
Finlande	1,64%	1,50%	0,29%	0,00%	1,35%	1,50%
Suède	1,85%	1,70%	8,00%	-4,10%	-5,69%	6,05%
Royaume-Uni	1,89%	1,80%	0,59%	0,40%	1,29%	1,39%
Suisse	1,00%	0,60%	0,15%	-0,10%	0,84%	0,70%

Sources : « Cadrage macro pour bilans » (RFF, 2014-01). Eurostat

Le différentiel régional de PIB pour la Bretagne et les Pays de la Loire est donc, de :

- Jusqu'en 2030 :
 - + 0,66 point pour la Bretagne ;
 - + 1,68 point pour les Pays de la Loire.
- A partir de 2031 :
 - + 0,41 point pour la Bretagne ;
 - + 1,40 point pour les Pays de la Loire.

5.3 Hypothèses d'évolution de la demande dans le modèle d'accès à l'AGO

5.3.1 Passagers

5.3.1.1 Volume de demande

Le syndicat mixte aéroportuaire a fourni des données de trafic de l'AGO aux horizons futurs. Ces données, plus récentes que celles de l'enquête publique, ont été utilisées dans le modèle d'accès à l'AGO. Dans les études d'évaluations socioéconomiques ce sont les données de l'enquête publique qui ont été prises en compte, dans leurs valeurs basse, moyenne et haute.

Les prévisions de trafic transmises par le Syndicat mixte aéroportuaire sont, aux horizons futurs, les suivantes :

- 2030 : 5 700 000 passagers par an
- 2040 : 7 410 000 passagers par an
- 2055 : 9 960 000 passagers par an

5.3.1.2 Répartition par zone et par motif

La répartition des passagers par motif et par département est reprise des estimations de l'étude IATA citée plus haut. Leur répartition par zone est la même que celle de l'année de base.

5.3.2 Employés

5.3.2.1 Volume de demande

Le nombre d'emplois sur le futur AGO est évalué à partir du nombre d'emplois actuel sur le site de l'aéroport de Nantes-Atlantique et de l'évolution prévisible du trafic aérien. On considère qu'à l'horizon de mise en service du projet LNOBPL, tous les emplois associés à l'activité aéroportuaire du futur AGO se trouveront sur le site de l'AGO.

5.3.2.2 Répartition par zone

La répartition des employés par zone d'habitation est estimée comme intermédiaire entre la situation de base, évaluée à partir de la base de données de navettes domicile-travail de l'INSEE, et une situation « stabilisée » à partir de 2027 que l'on estime.

Cette situation stabilisée est liée aux stratégies de relocalisation des employés du futur AGO en fonction de la proximité de leur emploi et de l'attractivité des différents lieux d'habitation.

Cette stratégie est modélisée par une équation de la forme suivante :

$$\ln(Emp_{zone}) = A * \ln(Pop_{zone}) + B * Dist_{zone-aéroport} + C * Var_{zone}$$

Avec :

- Emp_{zone} : le nombre d'employés de la zone
- Pop_{zone} : la population de la zone, représentant son attractivité intrinsèque
- $Dist_{zone-aéroport}$: la distance routière entre la zone et l'aéroport
- Var_{zone} : une variable muette égale à 1 pour les zones voisines de l'aéroport et à égale à 0 sinon

On cale les coefficients de cette équation sur la répartition actuelle des employés de l'aéroport Nantes-Atlantique.

La répartition des employés dans les différentes zones correspond aux résultats de cette équation redressés pour obtenir le volume total défini à partir du trafic de l'aéroport. Toutefois, on conserve le poids des zones nantaises comme constant dans la répartition totale des employés entre l'état initial et l'état stabilisé.

6 CONCLUSION

La méthodologie appliquée pour la réalisation des études de prévision de trafic résulte des développements faits par le groupement SETEC International / STRATEC au cours des précédentes études réalisées pour RFF. Cette méthodologie – classique et reconnue – a toutefois été affinée pour s'adapter aux particularités du projet LNOBPL, avec en particulier le développement de trois modèles visant à simuler des segments de trafics complémentaires avec précision.

La modélisation mise en œuvre s'appuie sur de nombreuses données d'entrée, telles que des données de demande actuelle basées sur des enquêtes et comptage et la description fine des réseaux de transport par mode. Elle s'appuie également sur des hypothèses socio-économiques (issues du référentiel de RFF) afin d'établir la demande de déplacements future, ou encore sur des prévisions de trafic de l'AGO.

L'objectif d'un tel modèle est au final d'estimer comment les déplacements seront modifiés aux horizons futurs entre une situation de référence (état de l'offre la plus probable à l'horizon d'étude, sans le projet étudié) et une même situation avec le projet. Plus précisément, le modèle permettra de quantifier les volumes de trafic par mode et par liaison, d'évaluer les gains de trafic et de part modale ferroviaire apportés par les différents scénarios de projet, et de caractériser ces gains en termes de provenance (nouveaux trafics ou report de trafic d'autres modes vers le train), de localisation...

Les résultats de l'étude de trafic sont présentés dans un rapport dédié.

ANNEXE 1 : LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES UTILISES DANS LE RAPPORT

AGO	Aéroport du Grand Ouest
ANA	Aéroport Nantes Atlantique
APS	Avant-Projet Sommaire
BPL	Bretagne-Pays de la Loire
CETE	Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement
CGDD	Commissariat général au développement durable
CNM	Contournement de Nîmes-Montpellier
DGAC	Direction Générale de l'Aviation Civile
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DT/DE	Domicile-Travail / domicile-Etudes
FE	Fil de l'Eau
GL	Grandes Lignes
GPSE	Grands Projets du Sud-Est
IATA	International Air Transport Association
JOB	Jour Ouvrable de Base
LGV	Ligne à Grande Vitesse
LN	Ligne Nouvelle
LNMP	Ligne nouvelle Montpellier-Perpignan
LNOBPL	Liaisons Nouvelles Ouest Bretagne Pays de la Loire
MCD	Modèle Courte Distance
MIDT	Media Information Data Tapes
MLD	Modèle Longue Distance
MNV	Modèle National Voyageurs
OAG	Official Airline Guide
OD	Origine-Destination
PACA	Provence-Alpes Côte d'Azur
PTV	Bureau d'études : Planung Transport Verkehr AG
RFF	Réseau Ferré de France
RP	Revealed Preferences – Préférences Révélées
SP	Stated Preferences – Préférences déclarées
Tan	Transports urbains nantais
TC	Transport en Commun
TER	Train Express Régional
TGV	Train à Grande Vitesse
TTK	Bureau d'études : TransportTechnologie-Consult Karlsruhe GmbH
TTNAGO	Tram-Train Nantes-Aéroport-du-Grand-Ouest
VP	Voiture particulière
WE	Week-End

ANNEXE 2 : CONSTANTES DES FONCTIONS D'UTILITE (MLD)

	Fer 1ère classe	Fer 2nde classe	Avion
Liaisons radiales			
Ille-et-Vilaine			
DTDE	-2,236	-1,928	0
PRO	-3,5	-3,51	-6,39
WE	-1,625	-0,895	-6,825
VAC	-1,255	-0,794	-4,85
PERSO	-3,6	-2,965	-5,765
Côtes-d'Armor et Morbihan			
DTDE	-1,152	-0,85	0
PRO	-2,451	-2,466	-3,751
WE	-1,72	-1	-5,8
VAC	-0,98	-0,515	-3,7
PERSO	-2,68	-2,045	-3,57
Finistère			
DTDE	-0,452	-0,165	0
PRO	-1,765	-1,79	-2,3425
WE	-1,095	-0,385	-3,89
VAC	-0,033	0,414	-1,78
PERSO	-2,04	-1,42	-1,85
Liaisons jonctions			
Basse Normandie			
DTDE	-2,17	-1,32	0
PRO	-2,85	-2,55	-4,03
WE	-0,34	-0,25	-5,23
VAC	0,38	0,95	-3,14
PERSO	-3,89	-3,03	-4,83
Pays-de-la-Loire			
DTDE	-2,66	-1,8	0
PRO	-4,24	-3,91	-6,3
WE	-1,11	-0,95	-6,04
VAC	-0,66	-0,01	-4,2
PERSO	-3,97	-3,1	-6,01
Poitou-Charente et Aquitaine			
DTDE	-3,53	-2,66	0
PRO	-4,55	-4,21	-5,18
WE	-0,85	-0,63	-7,07
VAC	-0,3	0,52	-3,94
PERSO	-3,49	-2,61	-5,39
Autres régions			
DTDE	-1,755	-0,885	0
PRO	-4,06	-3,725	-3,945
WE	-3,05	-2,83	-7,35
VAC	-2,19	-1,35	-4,09
PERSO	-3,96	-3,1	-4,39

ANNEXE 2 (SUITE) : CONSTANTES DES FONCTIONS D'UTILITE (MCD)

	GL1	GL2	TER
Echanges interdépartementaux			
Ille-et-Vilaine - reste de la Bretagne			
Zone MLD de Rennes vers zones MLD situées sur la branche Nord et la branche Sud			
Type 1 - Zones MLD de Saint-Brieuc, Vannes et Lamballe			
DTDE	-3,85	-2,83	-5,24
PRO	-7,02	-6,55	-6,92
PERSO	-5,975	-5,89	-7,21
Type 2 - Autres zones des Côtes-d'Armor			
DTDE	1,92	2,39	0,34
PRO	-6,75	-6,65	-4,7
PERSO	5,11	4,5	2,04
Type 3 - Autres zones du Morbihan			
DTDE	-0,71	-0,29	-3,65
PRO	-6,22	-6,28	-7,46
PERSO	0,16	-0,13	-2,36
Type 4 - Zones du Finistère			
DTDE	2,74	1,25	-3,86
PRO	-4,59	-5,9	-7,29
PERSO	5,27	2,26	-3,73
Autres déplacements			
Type 5			
DTDE	-3,87	-3	-6,7
PRO	-5,79	-5,78	-6,44
PERSO	-4,95	-5,15	-8,3
Loire-Atlantique - Bretagne			
Type 6 - Loire-Atlantique - Ille-et-Vilaine et Côtes-d'Armor			
DTDE	-3,8	-3,63	-9,95
PRO	-6,03	-5,77	-8,5
PERSO	0,31	-0,9	-5,9
Type 7 - Loire-Atlantique - Morbihan et Finistère (+ zone MCD de Redon)			
DTDE	-8,5	-5,73	-10,725
PRO	-10,84	-11,33	-10
PERSO	-0,98	-1,65	-4,96
Echanges interdépartementaux entre Morbihan, Finistère et Côtes-d'Armor			
Type 8			
DTDE	-6,76	-4,45	-8,725
PRO	-9,17	-7,77	-9,6
PERSO	-11,3	-10,1	-14,05
Trafics intradépartementaux			
Type 9 - Trafics internes à l'Ille-et-Vilaine			
DTDE	-4,28	-2,45	-4,7
PRO	-7	-6,3	-6,45
PERSO	-6,8	-5,65	-6,9
Type 10 - Trafics internes aux autres départements (+Quimperlé - Lorient)			
DTDE	-8,82	-5,65	-8,1
PRO	-10,07	-7,85	-8,14
PERSO	-11,02	-8,85	-10,5
Type 11 - Saint-Brieuc - Guingamp			
DTDE	-15,06	-11,5	-11,15
PRO	-15	-14,65	-12,15
PERSO	-24,73	-22,1	-22,43

RÉSEAU FERRÉ DE FRANCE
92 avenue de France 75 013 Paris

www.rff.fr

RÉSEAU FERRÉ DE FRANCE
Direction Régionale Bretagne - Pays de la Loire

Immeuble Le Henner – 1, rue Marcel Paul
BP 11802 – 44008 Nantes Cedex 1