



**CERTU**

# **Modèle multimodal de l'agglomération bordelaise**

Analyse des principales caractéristiques du modèle  
MOSTRA

Décembre 2007



*Liberté • Égalité • Fraternité*  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



**Centre d'Études  
Techniques  
de l'Équipement  
du Sud-Ouest**

## Historique des versions du document

---

Version	Auteur	Commentaires
V1	CETE SO	Transmis par mail au CERTU le 09/11/2007
V2	CETE SO	Réponse au mail du CERTU du 15/11/2007

## Affaire suivie par

---

Pierre SAMBLAT – CETE SO/DAI/GTST  
Tél. 05 56 70 66 51 fax 05 56 70 66 68  
Mél. Pierre.samblat@equipement.gouv.fr

## Référence Intranet

---

<http://>

---

<b>1. CADRAGE ET OBJECTIFS DU MODELE .....</b>	<b>4</b>
1.1. Les acteurs.....	4
1.2. Hystorique et Etat actuel du modèle.....	5
<b>2. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES.....</b>	<b>6</b>
2.1. Le zonage.....	6
2.2. Les modes de transport pris en compte .....	7
2.3. Les motifs de déplacements étudiés.....	7
2.4. Fonctionnement général.....	7
<b>3. LES DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES UTILISEES .....</b>	<b>8</b>
<b>4. LES DONNEES SUR L'OFFRE DE TRANSPORT .....</b>	<b>10</b>
4.1. L'offre TC .....	11
4.2. L'offre routière .....	13
4.3. L'offre « modes lents » .....	13
<b>5. MODELISATION DE LA DEMANDE .....</b>	<b>14</b>
5.1. Estimation des déplacements par mode.....	14
5.2. Fonctions d'utilité .....	16
5.2.1 Modes légers .....	16
5.2.2 Voiture particulière .....	17
5.2.3 Transports collectifs.....	18
<b>6. PROJETS TESTES ET ETUDES REALISEES A L'AIDE DE L'OUTIL .....</b>	<b>20</b>
6.1. Tests de sensibilité : .....	20
6.2. Projets testés : .....	21
6.2.1 Mise en place du tramway .....	21
6.2.2 Contournement de Bordeaux .....	23
<b>7. SATISFACTION GENERALE : ATOUTS ET CONTRAINTES.....</b>	<b>26</b>
7.1. Retour d'expérience : .....	26
7.2. Evolutions éventuelles du modèle.....	26
<b>8. EN SAVOIR PLUS .....</b>	<b>27</b>

## **1. CADRAGE ET OBJECTIFS DU MODELE**<sup>1</sup>

Le modèle a été conçu et développé sur Bordeaux en 1997-98 par la SEMALY, et le CETE du Sud Ouest, à partir des expériences antérieures menées à Lyon et Grenoble.  
Le terme MOSTRA signifie Modèle STRAtégique.

C'est une représentation sous forme mathématique des déplacements réalisés sur un territoire étudié qui permet de simuler des situations futures, à des horizons de l'ordre de 15 à 20 ans, dans le but d'évaluer un projet ou des mesures de gestion du réseau.

Il permet de traduire des hypothèses d'évolutions urbaines, sociologiques et d'offres de transport en terme de matrices de déplacements, distinguant notamment les modes VP (voiture particulière) et TC (transports collectifs) à un horizon futur.

Le modèle MOSTRA conçu pour l'agglomération bordelaise s'appuie donc sur la reconstitution fine des évolutions observées sur les vingt dernières années. Il s'agit de la phase de calage initiale du modèle qui permet de schématiser globalement le système d'interactions urbanisme / offre de transport / déplacements.

Globalement, il correspond dans le processus de modélisation établi sur l'agglomération bordelaise aux 3 premières étapes de la modélisation en 4 étapes (génération, distribution, choix modal). Les étapes d'affectation « fine » sont ensuite réalisées avec d'autres logiciels et d'autres modèles sur des zonages du territoire plus fins.

Enfin, le modèle fonctionne sur **tableur Microsoft Excel** pour Windows, avec des modules en macro-commandes Visual Basic.

### **1.1. LES ACTEURS**

Les membres disposant d'un droit de propriété du modèle sont : l'Etat, la Région Aquitaine, le Conseil Général de la Gironde et la Communauté Urbaine de Bordeaux ;  
Les membres disposant d'un droit d'usage sont : l'A'Urba et le CETE SO.

L'ensemble des organismes suscités conviennent :

- De partager, d'assurer la mise à jour et le référencement des modélisations des déplacements déjà effectuées à partir du modèle stratégique (MOSTRA) et les hypothèses qui y ont conduit ;
- D'assurer la diffusion des résultats d'études et de développement auprès des utilisateurs et de favoriser les échanges d'expériences ;
- D'assurer une fonction de veille technologique et scientifique.

---

<sup>1</sup> Ce rapport s'appuie en partie sur l'étude « Modèle stratégique de déplacements de l'agglomération de Bordeaux, novembre 2002, Direction Départementale de l'Équipement de Gironde »

## 1.2. HISTORIQUE ET ETAT ACTUEL DU MODELE

Dans les années 1998-1999, un financement relatif à la transposition du modèle stratégique à Bordeaux, d'un montant de 600 000 F HT, soit 723 600 F TTC, a été mise en place :

- Etat : 525 620 F TTC
- CUB : 200 000 F TTC

L'Etat a pris en charge en direct un marché passé par la DDE avec la SEMALY d'un montant de 325 620 F TTC ; la CUB a versé au titre du PDU, sur une ligne subventionnée par l'Etat à 50% 400 000 F TTC à l'A'Urba, qui a pris en charge des prestations avec le CETE et la SEMALY.

**En 2001-2002, le modèle a fait l'objet d'une réactualisation pour un montant de 175 000 € TTC dans le cadre des études générales de trafic du 4<sup>ème</sup> contrat de plan, financées à parts égales par l'Etat, la Région, le Département et la CUB.**

Cette version constitue l'état actuel du modèle.

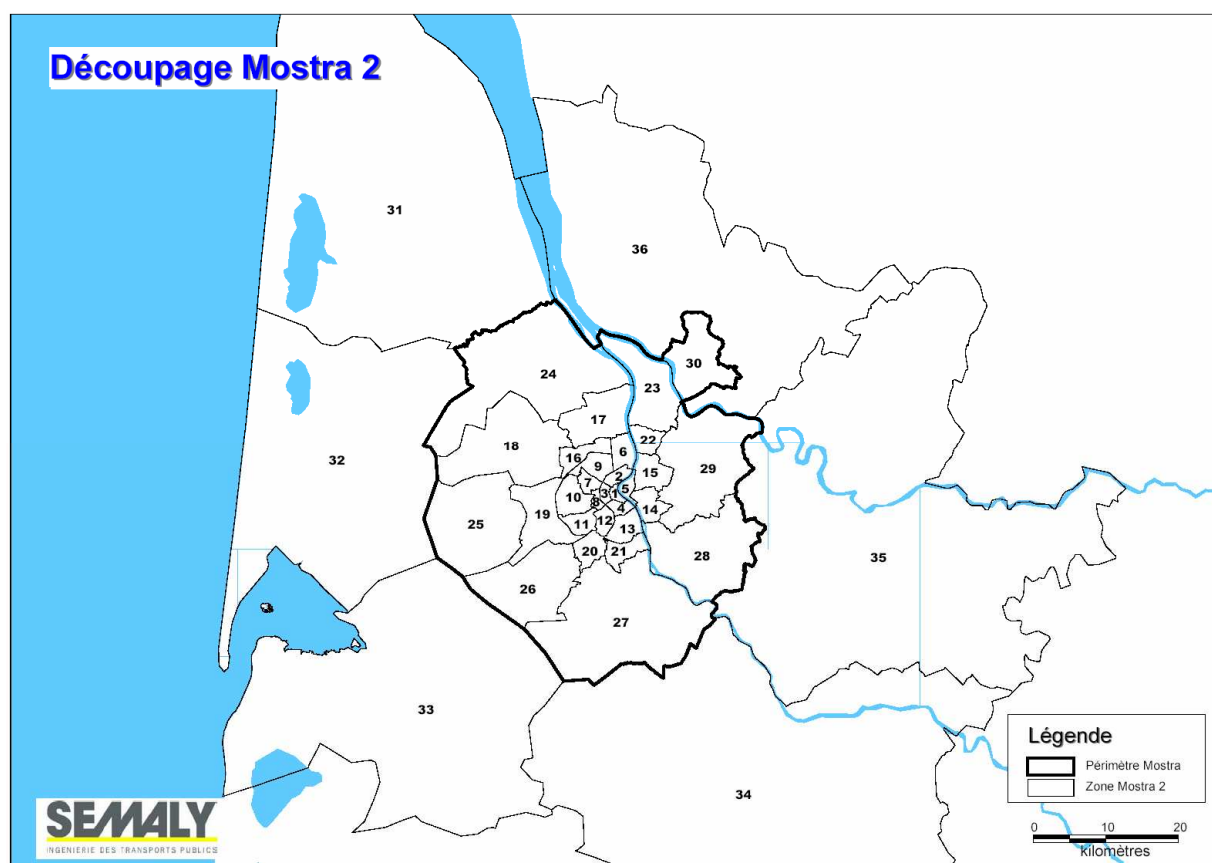
Actuellement, le modèle fait l'objet d'un bilan de son utilisation afin de préparer les prochaines adaptations qui découleront de la future Enquête Ménages Déplacements prévue pour 2008.

## 2. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

### 2.1. LE ZONAGE

Un découpage en 36 zones a été établi dont 6 zones externes (contre 150 dans le modèle d'affectation routière sous Davisum et 300 dans Emme/2 qui sont les modèles d'affectation utilisés en aval de MOSTRA).

Ce découpage restreint permet un travail allégé de codage des réseaux et des préparations plus rapides de simulations. En outre il est compatible avec le découpage communal au niveau duquel sont disponibles les données socio-économiques et démographiques.



*Découpage en 36 zones*

Le modèle comprend :

- 30 zones internes correspondant à l'aire du SYSDAU (Syndicat Mixte du SCoT de l'Aire Métropolitaine Bordelaise) : elles correspondent au périmètre de l'EMD de 1998 prenant en compte une population de 828 000 personnes. Ce périmètre est inférieur à celui de l'aire urbaine de Bordeaux qui intègre entre autres les villes d'Arcachon et de Libourne.
- 6 zones externes permettant de couvrir l'ensemble du département de Gironde.

## 2.2. LES MODES DE TRANSPORT PRIS EN COMPTE

La décomposition des déplacements est réalisée en trois modes de transport :

- les *modes légers* (marche et deux-roues), non distingués au niveau de la demande mais avec la possibilité d'introduire un paramètre d'incitation à l'usage des deux-roues; le nombre de déplacements deux-roues enquêtés ne permet pas d'envisager de les traiter à part (nécessité de reconstituer des matrices 20 × 20 par motifs) ;
- les *transports collectifs*, non différenciés au niveau de la demande mais décomposés en trois "sous-modes" pour la description de l'offre (ferroviaire, TCSP urbain, modes partagés);
- les *véhicules particuliers*.

## 2.3. LES MOTIFS DE DEPLACEMENTS ETUDIES

Concernant la liste des motifs de déplacement, la décomposition assez simple et pertinente a été utilisée par croisement des motifs à l'origine et à la destination :

	D	T/AP	EPS	ESup	Ach	AL
Domicile		1	2	3	4	5
Travail / affaires prof.	7					
Ens. primaire et secondaire	8					
Enseignement supérieur	9					
Achats	10					
Autres lieux	11					

L'échange et le transit routiers sont considérés comme un 12ème motif.

## 2.4. FONCTIONNEMENT GENERAL

Le fonctionnement général du modèle stratégique conserve le principe de *pas à pas* :

Plutôt que de se projeter directement de la situation de calage à la situation envisagée à terme, la méthode consiste à simuler année après année les évolutions de la sociodémographie (population, emploi, revenus, motorisation...) et de l'offre de transport (considérés comme des déterminants externes), qui entraînent des évolutions des déplacements.

Une rétroaction est réalisée pour prendre en compte le fait que l'évolution des déplacements combinée à l'offre de transport modifie notamment les temps de parcours en tenant compte d'éventuelles congestions routières.

Les déplacements d'une année donnée sont ainsi fonction :

- des déplacements de l'année précédente,
- de la situation socio-démographique et d'offre de transport de l'année en cours,
- de l'historique des conditions de transport dont les effets peuvent se faire sentir avec plusieurs années de retard (historique pris en compte dans les fonction d'utilité – cf chapitre 5.2)

### 3. LES DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES UTILISEES

Les variables socio-démographiques utilisées sont les suivantes :

- en 36 zones, à l'échelle du département 33:
  - la population active ayant un emploi;
  - le nombre d'emplois ;
- en 30 zones, à l'échelle du périmètre modélisé :
  - la population totale ;
  - la population scolaire (primaire et secondaire) ;
  - la population étudiante ;
  - les emplois tertiaires ;
  - les emplois de commerce ;
  - les effectifs des établissements scolaires (primaire et secondaire) ;
  - les effectifs de l'enseignement supérieur ;
  - le nombre moyen de voitures par personne ;
  - la superficie urbanisée ;
- globalement, sans distinction de zones :
  - la valeur du temps par motif en euros constants ;
  - le taux d'occupation des VP par motif ;
  - l'évolution de la mobilité quotidienne par motif ;
  - l'évolution de l'indice des revenus annuels par personne en euros constants ;
  - les taux de pointe de la circulation routière par grandes liaisons (3 couronnes)

et selon 4 groupes de motifs.

Les données en volume par zone interviennent dans le calcul des émissions et attractions de déplacements par motif et par zone. Le tableau ci-dessous donne la correspondance entre les motifs et les données associées pour l'émission et l'attraction de déplacements :

Motif	Emission	Attraction
Dom. - travail / affaires prof.	Pop. active	Emplois
Dom. - ens. primaire et secondaire	Pop. scolaire	Effectifs scolaires
Dom. - enseignement supérieur	Etudiants	Effectifs ens. sup.
Dom. - achats	Pop. totale	Emplois commerce
Dom. - autres lieux	Pop. totale	Pop. totale & emplois tertiaires
Dépl. secondaires	Pop. totale & emplois tertiaires	Pop. totale & emplois tertiaires

La motorisation (nombre de voitures par ménage) intervient dans la fonction d'utilité VP : plus la motorisation est élevée, plus la compétitivité de la voiture s'élève par rapport aux autres modes (raisonnement agrégé).

La superficie urbanisée intervient dans le calcul de densité de population et d'emploi, qui elle-même sert au calcul de motorisation et au paramètre "stationnement". Elle permet de différencier le développement urbain d'une zone selon qu'il s'agit d'une densification de secteurs déjà urbanisés ou d'une extension des zones urbanisées. La valeur du temps permet de simuler de façon simplifiée les arbitrages entre temps et coûts monétaires. Le taux d'occupation des VP permet de passer du nombre de déplacements en voiture au nombre de voitures qui circulent.

*Illustration des données socio-économique pour l'année de base 1998*

Accueil	Pop. totale	Pop. scolaire	Étudiants	Pop. active	Emplois	Empl. commerce	Empl. tertiaire	Effectifs scolaires	Effectifs ens. sup.	Superficie urbanisée	Motorisation
1	31 385	4 947	6 669	11 275	36 560	5 144	21 940	6 517	7 973	2.6	0.36
2	35 379	5 862	2 168	13 869	19 785	2 784	11 873	8 412	1 668	5.1	0.43
3	32 315	5 500	4 012	12 690	27 210	3 829	16 329	8 096	1 279	3.5	0.48
4	39 162	6 796	6 867	13 762	15 952	2 245	9 573	12 734	2 012	5.2	0.43
5	13 074	2 308	475	4 941	7 830	1 102	4 699	5 404	420	4.3	0.41
6	11 000	2 450	377	3 204	13 954	1 964	8 374	1 833	169	3.8	0.32
7	33 541	5 735	1 660	13 752	9 178	1 291	5 508	7 212	771	6.3	0.58
8	18 936	3 265	2 189	7 608	17 861	2 513	10 718	2 758	5 111	3.3	0.53
9	39 964	7 605	1 613	16 612	10 507	1 184	5 259	5 037	115	10.3	0.53
10	56 868	10 740	3 551	24 302	19 280	2 459	9 727	9 512	791	14.2	0.55
11	34 917	7 014	4 821	12 512	11 824	1 508	5 966	6 601	24 449	8.9	0.48
12	36 922	7 394	6 139	13 252	12 620	923	9 689	9 152	10 203	6.7	0.51
13	29 212	5 407	1 149	11 426	13 750	2 410	6 233	5 085	192	10.4	0.48
14	19 429	4 409	807	7 687	5 794	936	2 641	3 710	36	5.1	0.45
15	48 591	11 044	1 812	17 578	14 823	2 171	8 340	11 065	82	10.4	0.42
16	10 981	2 309	444	4 539	5 914	778	2 960	2 510	89	5.2	0.51
17	20 277	4 948	959	9 113	9 952	1 561	2 612	5 604	192	8.0	0.53
18	45 881	10 902	1 875	19 877	14 681	1 228	5 134	9 482	376	19.5	0.56
19	25 249	6 151	1 230	10 528	25 478	3 795	12 854	4 206	246	19.4	0.51
20	22 129	4 229	2 034	8 673	7 282	1 289	4 205	4 249	2 444	6.7	0.54
21	20 613	4 644	825	8 412	2 539	519	1 151	2 523	138	7.4	0.52
22	13 450	2 796	421	5 365	4 900	668	1 439	2 185	19	5.4	0.50
23	16 789	3 824	530	6 773	5 081	743	1 561	2 898	24	7.2	0.48
24	24 224	5 234	808	10 679	5 052	607	1 984	3 891	162	8.8	0.53
25	10 663	2 600	455	4 862	2 833	347	1 240	1 966	91	6.6	0.56
26	22 022	4 723	1 121	10 129	7 323	946	2 579	3 129	187	10.2	0.57
27	31 153	6 384	1 142	13 566	7 261	1 158	3 068	5 860	190	10.6	0.55
28	24 445	4 736	894	10 265	5 391	690	2 521	4 710	40	5.0	0.55
29	39 022	7 964	1 516	16 879	9 408	1 749	3 311	5 704	68	12.8	0.55
30	15 485	3 107	465	6 152	3 905	1 064	1 630	3 826	21	4.5	0.49
<b>total</b>	<b>823 078</b>	<b>165 027</b>	<b>59 028</b>	<b>330 280</b>	<b>353 928</b>	<b>49 603</b>	<b>185 118</b>	<b>165 871</b>	<b>59 558</b>	<b>237.3</b>	<b>0.50</b>
31				17 835	16 203						
32				10 932	7 330						
33				30 421	25 034						
34				27 837	24 463						
35				55 189	53 801						
36				27 952	19 242						
<b>Gironde</b>				<b>500 447</b>	<b>500 001</b>						

Source des données :

Les données de population totale et active, de population scolaire, de nombre d'étudiants, les effectifs scolaires, les motorisations et les superficies urbanisées ont été établis dans le découpage du modèle par l'A'URBA (agence d'urbanisme de Bordeaux).

Pour les emplois, un travail de reconstitution des chiffres a été réalisé à partir de données communales (lieux de travail déclarés dans le recensement 1999 de l'Insee) en éclatant au besoin par zones plus fines en fonction des lieux de travail déclarés dans l'enquête ménages.

Pour les emplois de commerce et tertiaires, des données communales 1990 ont été utilisées pour estimer des taux d'emplois de commerce et d'emplois tertiaire par commune, qui ont ensuite été appliqués uniformément aux zones Mostra.

Les effectifs d'enseignement supérieur ont été repris des lieux de cours déclarés par les étudiants dans l'enquête ménages, avec reventilations internes par grands secteurs en fonction de données A'URBA et, pour les grands secteurs qui n'accueillent que très peu d'étudiants, en fonction du nombre d'étudiants au lieu de résidence.

## **4. LES DONNEES SUR L'OFFRE DE TRANSPORT**

Les temps généralisés de déplacements utilisés reposent sur la description suivante de l'offre, au niveau zonal.

L'offre en transports collectifs (TC) est représentée à travers les liaisons directes existantes de zone à zone : elle tient compte du temps d'accès moyen au réseau dans la zone origine, estimé d'après la densité du réseau, du temps d'attente, du temps de parcours et du temps d'accès moyen à la destination finale. Les temps de parcours pour toutes les origines-destinations sont obtenus par un algorithme de recherche du meilleur itinéraire.

L'offre routière est également représentée sous forme d'une offre globale de zone à zone (réseau primaire). L'offre est décrite par la capacité horaire globale de zone à zone, la vitesse à vide et la distance de zone à zone. Le modèle analyse les flux et l'offre de transport pour l'heure de pointe. Le passage à l'heure de pointe consiste à transformer les flux quotidiens de personnes en voiture, en flux de véhicules à l'heure de pointe du matin, en fonction de taux d'occupation des véhicules.

L'offre de stationnement est très mal connue et le stationnement payant très marginal, comme en témoignent les enquêtes, sauf dans les zones hypercentrales. En l'absence de données plus fines, la difficulté de stationnement est représentée par un critère de densité urbaine (population et emplois) qui permet d'améliorer les modèles de choix modal : ce critère synthétique qui représente à la fois le temps de recherche moyen d'une place et l'inconfort qui lui est lié, est transformé en un temps généralisé.

Au total le temps généralisé d'un déplacement en voiture comprend le temps de parcours, le temps de recherche d'une place de stationnement, son coût éventuel et le coût lié à la distance parcourue. Les coûts sont transformés en temps au moyen d'une valeur du temps qui évolue au cours du temps au même rythme que les revenus, dans le scénario de référence.

### Sources :

Chaque Autorité Organisatrice des Transports (CUB, CG, CR) a transmis les informations afin de prendre en compte les services qui lui sont associées. La prise en compte de l'offre étant macroscopique (indicateurs par OD), la définition des niveaux de services peut être réalisées sans SIG.

Les capacités routières entre zones contiguës ont été définies à l'aide du modèle routier du CETE sous Davisum.

Les vitesses pratiquées pour les TC et les VP sont estimées en ordre de grandeur. Un ajustement a été réalisé afin de s'assurer que les temps de transport par origine destination du modèle correspondent aux temps de transport indiqués dans l'EMD.

### Mises à jour :

D'après la convention d'utilisation, la mise à jour des données doit être réalisées par chacune des AOT pour les informations la concernant.

Cette mise à jour n'est pas réalisée de façon satisfaisante car certains partenaires sont peu actifs dans la démarche.

#### 4.1. L'OFFRE TC

La description de l'offre TC utilisée indique *pour chaque sous-mode TC et pour chaque couple de zones entre lesquelles il existe une liaison directe* (c'est-à-dire sans nécessité de correspondance) :

- le nombre de points d'arrêts desservant la liaison, dans la zone origine ;
- le nombre cumulé de passages desservant la liaison dans la zone origine entre 7h et 9h ; on cumule à la fois dans l'espace et dans le temps : 3 passages à un arrêt et 6 passages à un autre font 9 passages en tout, même si cela conduit à compter plusieurs fois le même bus ou le même train ;
- la vitesse commerciale moyenne sur la liaison ; il s'agit d'une moyenne sur les différentes lignes et les différents services (directs ou omnibus) ; dans le cas des sites partagés, la vitesse commerciale est indiquée "en condition année de départ", c'est-à-dire qu'il s'agit de la vitesse commerciale qu'on obtiendrait si le niveau de congestion routière était celui que l'on connaît aujourd'hui ; la vitesse est ajustée année par année en considérant qu'elle évolue en proportion de la vitesse de la circulation générale ;
- la distance de zone à zone ;
- une matrice de tarification donnant le coût moyen subi par l'utilisateur dans un déplacement en transport collectif sur une liaison donnée. Il s'agit d'une moyenne tous modes TC, toutes lignes et tous titres de transport confondus.

À ces données s'en ajoute une autre permettant de mieux caractériser la desserte de la zone Mostra par le sous-mode TC concerné. Il s'agit, pour chaque zone, de la proportion de population et d'emplois directement desservis par le sous-mode TC ("taux de couverture"). Le critère de desserte correspond à une distance de moins de 300 m d'un arrêt pour les modes partagés, de moins de 500 m pour un TCSP urbain et de moins de 1 km pour une gare ferroviaire. Le calcul précis de cette proportion pour chaque zone et chaque sous-mode serait un travail très long et nécessitant beaucoup de données, pas forcément disponibles sur l'ensemble du périmètre. Cette proportion est donc évaluée en ordre de grandeur pour la situation initiale, sachant que ce qui compte dans le modèle est moins cette valeur initiale que son évolution dans le temps.

L'objectif en est simplement de permettre une distinction sommaire entre une offre TC concentrée sur un corridor ou une autre offre pouvant avoir les mêmes caractéristiques (nombre d'arrêts, nombre de passages, vitesse commerciale) mais répartie sur l'ensemble de la zone.

Ce paramètre est également utilisé pour introduire un critère d'intermodalité pour les TCSP urbains et le train. À l'échelle du modèle stratégique, on ne peut utiliser directement des hypothèses de taille de parcs relais ou de réseau de rabattement bus. En particulier, l'impact d'un parc relais dépend fondamentalement de critères fins tels que les conditions de stationnement aux environs, l'accessibilité fine et le jalonnement, l'aménagement du parc, son gardiennage, sa tarification...

Le principe consiste à introduire zone par zone un *coefficient d'intermodalité* défini comme la proportion d'utilisateurs de la zone qui disposent d'une possibilité de rabattement satisfaisante en voiture ou en bus, parmi ceux qui sont situés au-delà de l'aire d'influence directe des gares ou des stations de TCSP de la zone. Ce paramètre influe sur le calcul du temps d'accès au réseau. Jouer sur ce paramètre permet de tester l'enjeu d'une politique d'intermodalité.

Illustration : description d'une partie de l'offre TC pour les bus et cars.

Accue	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
Nombre de points d'arrêt dans la zone origine																																			
Nombre de passages 7h-9h																																			
Vitesse moyenne (km/h) en heure de pointe du matin avec les conditions de circulation de l'année de départ																																			
1	23 597 10	3 463 12	18 632 12	17 436 12	4 15	4 108	9 293	14 269	4 234	12 304	9 77	14 147	14 271		2 15	4 141	3 38	4 50	6 30	2 7	7 51				3 8	4 4			3 11	2 8	2 6	1			
2	35 ### 8	48 ### 10	20 304 10	24 230 10		39 318	23 324	19 192	19 570	2 52	23 224	15 15			11 15	12 34	15 182	4 61	75 75					2 35									2		
3	44 941 8	24 356 10	46 981 10	29 488 10		11 80	32 581	38 596	20 475	34 580	14 147	35 332	13 162			11 239	8 46	10 106	6 98	2 35	7 36					1 39						3			
4	43 721 8	15 203 10	58 813 10	39 927 15	10 27	14 88	30 325	44 559	14 176	17 149	11 92	40 496	54 639						5 20		19 157				1 30	1 24						4			
5	5 20 10			5 32 15	20 737								5 17	20 286	36 330								14 21	14 27						3 34	3 30	3 35	5		
6	30 356 10	44 651 10	13 96 10	13 96 10		42 935	15 96	13 96	42 549	16 48		13 96			22 119		12 56	10 50															6		
7	52 723 10	23 500 10	50 766 10	14 139 10		4 18	27 753	16 206	25 400	39 542	3 48	12 61			24 246		4 196	4 36															7		
8	29 403 10	8 128 10	32 549 10	16 231 10		8 64	16 199	15 436	8 128	20 311	12 140	15 190	5 45						17 84	5 35												8			
9	82 ### 10	73 ### 10	48 469 10	9 104 10		36 258	31 328	9 104	86 ###	23 174	7 37	16 141			4 22	76 584	30 130	23 158							4 14								9		
10	99 868 10	4 98 10	99 868 10	9 63 10		10 27	40 585	82 734	32 208	124 ###	38 278	23 168	9 43		11 70		11 60	104 487	4 12							7 41							10		
11	65 415 10		56 361 10	28 270 10				54 361	12 87	36 197	78 ###	49 512	12 63					60 380	24 124														11		
12	41 400 10	5 65 10	26 356 10	52 476 10		5 24	5 56	16 196	12 90	7 34	35 171	38 734	50 345					6 16	14 161	11 60												12			
13	73 598 10		43 363 10	74 708 10	16 48			9 80			9 48	35 349	56 992																				13		
14					58 323 12									55 537 15	34 257 15													8 18 31	3 3 51				14		
15	13 44 10	13 110 10		63 481 12	13 110 15			13 110 15						56 455 15	123 ### 15					9 91 21	8 61 27							1 43	11 36	5 39			15		
16	49 308 12	35 240 12	41 155 12				27 155 14	49 234 14	24 90 20							36 456 20	19 34 30	21 96 27	1 3 30							3 45							16		
17	60 259 16	70 314 16				31 100 16		67 269 18								57 154 20	75 623 30	11 55 30								9 18 38							17		
18	122 628 14	106 628 14	122 628 14			20 100 14	32 628 16	136 728 16	109 567 16							138 588 18	15 100 25	147 72 22	36 36 22							7 65							18		
19	30 197 12		30 197 12	4 12 12			13 133 14	30 197 14	52 262 14	75 484 14	24 107 14				5 8 14		5 25 22	91 ### 20	13 33 20							10 69							19		
20	12 96 12		12 96 12					12 96 15	27 44 17	68 306 14										27 44 20	55 717 20											20			
21	38 307 12		33 241 12	38 307 12	9 66 12										35 235 14	39 367 14																	21		
22					6 24 14											71 666 14																6 6 25	4 12 39		22
23					24 96 18											123 607 18																2 2 46	6 18 41		23
24	46 84 25	39 66 29		1 1 30				46 84 33								39 66 38	35 63 34	11 21 55									45 62 40							24	
25	10 20 22		10 20 24	10 10 24				10 20 26	27 46 27																									25	
26	4 12 30			4 12 36																														26	
27	21 38 22			24 41 26																														27	
28	68 194 21				67 190 31																											68 124 40	18 44 45		28
29	65 184 21				64 180 24																													29	
30	16 65 26				16 65 32																													30	

## 4.2. L'OFFRE ROUTIERE

La description de l'offre routière comprend :

- capacité horaire de passage, par sens, entre zones contiguës ;
- vitesse à vide normative entre zones contiguës ;
- distances sur réseau zone à zone.

Le coût d'usage de la voiture est réparti en trois types de coûts, exprimés en euros constants :

- coût kilométrique marginal pour ce qui est proportionnel à la distance parcourue;
- coût origine-destination pour ce qui dépend du lieu d'origine et/ou du lieu de destination, indépendamment de l'itinéraire (stationnement payant, péage urbain);
- coût par liaison entre zones contiguës, appliqué à tous les véhicules dont l'itinéraire franchit la coupure entre deux zones.

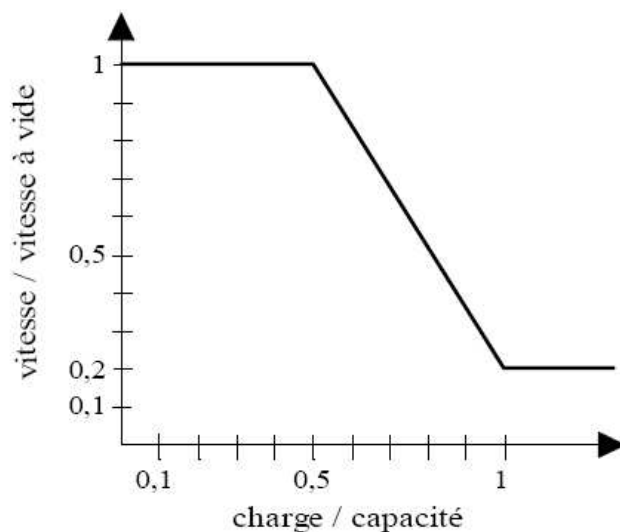
La motorisation intervient dans le calcul de la fonction d'utilité VP.

La prise en compte du stationnement est décrite de la façon suivante : pénalité basée sur la densité population + emplois, paramètre d'offre permettant de moduler cette pénalité en % pour introduire une restriction ou une extension de l'offre dans une zone, avec distinction entre courte et longue durée.

### *L'affectation des déplacements en voiture particulière*

L'affectation est enfin réalisée en agrégeant les déplacements pour tous les motifs, ainsi que les trafics de transit et d'échanges externes à l'agglomération : ces derniers sont estimés selon des hypothèses exogènes au modèle, à partir de l'enquête cordon réalisée en 2006.

L'affectation se fait en cinq tranches, avec recherche d'itinéraire de plus court chemin à chaque itération. Une relation débit-vitesse de forme classique a été adoptée.



## 4.3. L'OFFRE « MODES LENTS »

La distance du déplacement est certainement le paramètre le plus important qui décrit l'offre de transport « modes lents » pour aller d'un point A à un point B du territoire.

On a toutefois été pris en compte un paramètre "deux-roues" défini comme la "contribution des deux-roues à l'attractivité des modes légers".

En 2005, ce paramètre est défini comme le % de déplacements en deux-roues parmi l'ensemble des déplacements en modes légers émis par la zone. Il intervient dans le calcul de la vitesse moyenne de déplacement en modes légers (moyenne pondérée marche / deux-roues), y compris dans les temps d'accès aux TC.

## 5. MODELISATION DE LA DEMANDE

Dans Mostra, la modélisation de la demande est réalisée de façon intégrée : c'est-à-dire que les 3 premières étapes de la modélisation classique sont réalisées dans une même étape par un processus itératif année après année.

Ainsi l'estimation du trafic pour une année est estimée par pivot par rapport à l'année précédente.

Le modèle simule les déplacements **à la journée** (sauf pour l'affectation routière qui est en Heure de Pointe du Matin).

L'année de base est l'année 1998 : année de la dernière Enquête Ménages Déplacements de l'agglomération bordelaise.

### 5.1. ESTIMATION DES DEPLACEMENTS PAR MODE

On considère que le flux de déplacements d'une zone  $i$  à une zone  $j$  par un mode  $m$  pour un motif donné varie selon :

- la variation de l'émission de déplacements  $E_i$  dans la zone  $i$  ;
- la variation de l'attraction de déplacements  $A_j$  dans la zone  $j$  ;
- la variation de performance du mode  $m$  entre  $i$  et  $j$ .

Ce dernier terme est mesuré par une "fonction d'utilité"  $U_{ijm}$ , basée sur les temps généralisés (temps, coûts, pénibilités) et pouvant englober, pour le mode VP, des critères de motorisation et de stationnement. La forme mathématique du modèle, conforme aux principes généraux du modèle gravitaire et des modèles logit multinomiaux de choix modal, s'écrit alors :

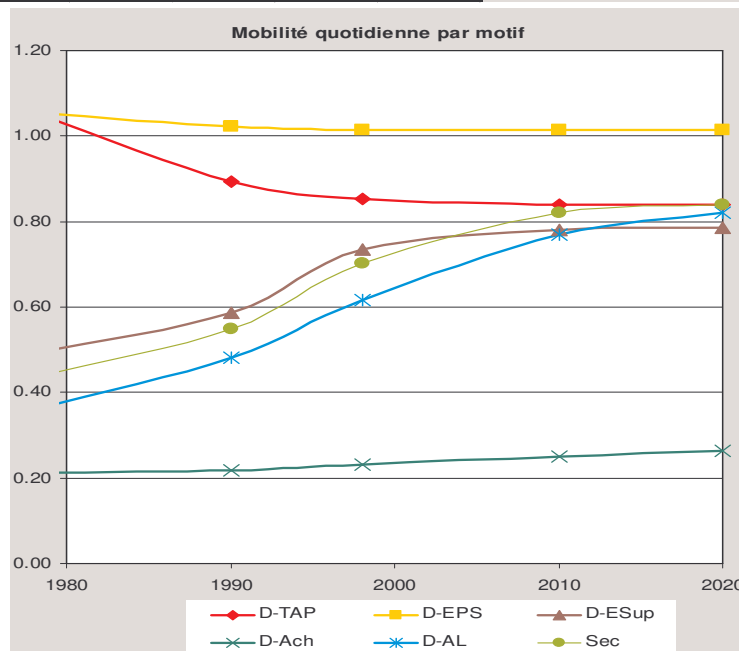
$$D_{ijm}^A = D_{ijm}^{A-1} \times \frac{E_i^A \cdot A_j^A}{E_i^{A-1} \cdot A_j^{A-1}} \times \exp(U_{ijm}^A - U_{ijm}^{A-1})$$

où  $D_{ijm}$  représente le nombre de déplacements de  $i$  à  $j$  par le mode  $m$ , et les indices  $A$  et  $A-1$  les années considérées.

Une phase d'équilibrage est ensuite nécessaire afin de reconstituer les contraintes d'ensemble du système de déplacements (par exemple, les déplacements qui apparaissent sur une liaison et un mode donné peuvent provenir d'une autre liaison et/ou d'un autre mode de transport). Cette phase s'appuie sur les hypothèses d'évolution de la mobilité globale précisée ci-dessous.

Les **évolutions de la mobilité globale** par motif sont introduites dans le calcul des émissions et attractions par zone, sous forme d'hypothèses par défaut (poursuite des tendances observées) modifiables par l'utilisateur pour des tests de sensibilité.

	1978	1990	1998	2010	2020	
D-TAP	1.05	0.89	0.85	0.84	0.84	par actif
D-EPS	1.06	1.02	1.01	1.01	1.01	par scolaire
D-ESup	0.49	0.59	0.74	0.78	0.79	par étudiant
D-Ach	0.21	0.22	0.23	0.25	0.27	par personne
D-AL	0.36	0.48	0.62	0.77	0.82	par personne
Sec	0.44	0.55	0.70	0.82	0.84	par personne
<b>Total</b>	<b>2.83</b>	<b>3.13</b>	<b>3.57</b>	<b>4.04</b>	<b>4.19</b>	par personne (moyenne estimée)



La modélisation du motif travail / affaires professionnelles se fait en 36 zones, mais :

- les déplacements pour affaires professionnelles ne sont traités que pour le périmètre Mostra;
- l'offre de transport n'est décrite qu'à l'intérieur du périmètre Mostra + description des liaisons routières entre les 6 zones externes et les zones internes.

La modélisation du transit et des échanges routiers est également faite en 36 zones. Elle se fait comme actuellement par l'application de fonctions de croissance par liaison. En dehors de ces deux motifs, le périmètre modélisé est celui des 30 zones internes (périmètre Mostra).

Le passage des flux routiers à la journée aux flux de pointe du matin pour les besoins de l'affectation se fait par des coefficients :

- dépendant du motif ;
- par grandes liaisons.

## 5.2. FONCTIONS D'UTILITE

Les paramètres des fonctions d'utilité sont repris du modèle développé sur l'agglomération bordelaise. On suppose donc ici que des résidents de Bordeaux et de Pau, ayant les mêmes caractéristiques sociodémographiques et étant confrontés à des alternatives de transport similaires, ont la même sensibilité pour réaliser leur déplacement et choisir leur mode de transport.

Les fonctions d'utilité proposées sont basées sur les *temps généralisés* (temps éventuellement péniblisés + coûts) pour les modes motorisés, et sur la distance à parcourir pour les modes légers. Il faut retenir que seule les *différences* d'utilité d'un mode donné d'une année à l'autre interviennent dans le calcul.

### 5.2.1 Modes légers

L'utilité "modes légers" est avant tout une fonction de la distance à parcourir. En cas de politique incitative à l'usage des deux-roues, cette distance devient "moins pénible" à parcourir. On considère qu'à l'extrême, si la totalité des déplacements en modes légers allant d'une zone  $i$  à une zone  $j$  correspondaient à des deux-roues, la distance serait à diviser par 3 dans le calcul de l'utilité (vitesse approximativement triple en deux-roues qu'à pied). On utilise pour modéliser cela le paramètre de "contribution des deux-roues à l'attractivité des modes légers" ( $P2R$ ) définit pour chaque zone, en divisant la distance par  $1 + P2R_i + P2R_j$ . Il faut cependant considérer que cet "effet deux-roues" n'est sensible que sur des distances inférieures à 10 km (rappelons que la grande majorité des déplacements en deux-roues correspond à des deux-roues non ou faiblement motorisés). On ne le compte donc pleinement que pour les distances inférieures à 5 km. Au-delà, l'effet est progressivement atténué jusqu'à disparaître pour une distance de 10 km.

L'utilité "modes légers" de la zone  $i$  à la zone  $j$  pour le motif  $m$  s'écrit :

$$UML_{ij}^m = \frac{a_m \cdot Dist_{ij}}{1 + c2r(Dist_{ij}) \cdot (P2R_i + P2R_j)}$$

où :

- $a_m$  est un paramètre numérique négatif dépendant du motif;
- $Dist_{ij}$  est la distance de  $i$  à  $j$  (distance intrazone si  $i = j$ ) ;
- $c2r(Dist_{ij})$  est une fonction de la distance valant  $\begin{matrix} 1 & \text{si } Dist_{ij} < 5 \text{ km} \\ 2 - 0,2 \cdot Dij & \text{si } 5 < Dist_{ij} < 10 \text{ km} \\ 0 & \text{si } Dist_{ij} > 10 \text{ km} \end{matrix}$
- $P2R_i$  et  $P2R_j$  sont les contributions des deux-roues à l'attractivité des modes légers pour les zones  $i$  et  $j$ .

## 5.2.2 Voiture particulière

L'utilité VP est la somme d'un terme de temps + coût, d'un terme de densité et d'un terme de motorisation.

Les deux derniers termes sont spécifiques au mode VP. L'un est lié à la densité d'urbanisation de l'extrémité non-domicile du déplacement (moyenne des deux extrémités pour les déplacements secondaires). Il permet de prendre en compte empiriquement les contraintes de stationnement. Le dernier terme permet de prendre en compte l'accessibilité réelle au mode VP ; il est lié à la motorisation moyenne de la zone domicile (ou des deux extrémités pour le motif 6).

Pour définir ce dernier terme, on peut suivre le raisonnement ci-dessous.

1. Dans le modèle, à émetteurs / attracteurs constants, le nombre de déplacements VP est proportionnel à l'exponentielle de l'utilité (modèle logit). Dans la réalité, seule une proportion  $p$  des personnes qui se déplacent ont effectivement la possibilité d'effectuer ce déplacement en VP. Si  $U$  est la fonction d'utilité VP ne tenant pas compte des restrictions d'accès (situation imaginaire où  $p$  serait égal à 1), le nombre de déplacements VP est dans les faits proportionnel à  $p \cdot \exp(U)$ , soit  $\exp(U + \ln(p))$ . La fonction d'utilité doit donc être enrichie du terme  $\ln(p)$ .

2. Quel est le lien entre  $p$  et la motorisation ? Un raisonnement simplifié permet de conclure à une relation de la forme :  $p = 1 - \exp(-\text{motorisation})$ . Les tests en reconstitution permettent de préciser le terme de motorisation, sous la forme  $x \cdot \text{voitures/personne}$ .

La fonction d'utilité VP sera donc complétée par un terme du type :

$$\ln(1 - \exp(-a \cdot \text{voitures/personne})).$$

L'utilité "voiture particulière" de la zone  $i$  à la zone  $j$  pour le motif  $m$  s'écrit :

$$UVP_{ij}^m = b_m \cdot \left( TVP_{ij} + \frac{CVP_{ij}}{Tocc_m \cdot Vtps_m} \right) + \frac{c_m \cdot \text{Dens}}{1 + \text{Stat}_m} + \ln(1 - \exp(d_m \cdot \text{Mot}))$$

où :

- $b_m$ ,  $c_m$  et  $d_m$  sont des paramètres numériques négatifs dépendant du motif ;
- $TVP_{ij}$  est le temps de parcours VP total de  $i$  à  $j$ , somme du temps passé sur le réseau et d'un temps additionnel recouvrant les temps incompressibles d'accès au véhicule, de sortie de stationnement, de stationnement et de trajet terminal ;
- $CVP_{ij}$  est le coût monétaire VP total de  $i$  à  $j$  ;
- $Tocc_m$  est le taux d'occupation VP pour le motif  $m$  ;
- $Vtps_m$  est la valeur du temps pour le motif  $m$  ;
- $\text{Dens}$  est la densité d'habitants et d'emplois de la zone non-domicile (moyenne des 2 extrémités pour le motif 6) ;
- $\text{Stat}_m$  est la variation relative du nombre de places de stationnement par rapport à l'année de départ, selon le motif  $m$  : longue durée pour les trajets entre le domicile et le travail ou un lieu d'étude, courte durée pour les autres motifs ;
- $\ln()$  est la fonction logarithme népérien et  $\exp()$  la fonction exponentielle ;
- $\text{Mot}$  est la motorisation de la zone domicile (moyenne des 2 extrémités pour le motif 6), corrigée du facteur de densité.

### 5.2.3 Transports collectifs

L'utilité TC est une fonction du temps + coût. Le temps TC est composé du temps d'accès au réseau dans la zone origine, du temps d'attente au départ et à chaque correspondance, du temps passé à bord des véhicules TC et du temps de trajet entre la descente du TC et la destination finale. Les temps autres que celui passé à bord des véhicules TC sont pondérés pour tenir compte de leur caractère pénible (par défaut, coefficient 2 pour les temps d'accès et 1,8 pour les temps d'attente). À ces temps s'ajoutent des pénalités d'accès au départ et à chaque correspondance, dépendant du mode TC concerné (par défaut, 5' pour les trains, 7' pour les TCSP et 10' pour les sites partagés).

Pour le calcul du temps d'accès au réseau, on distingue les usagers desservis directement, c'est-à-dire situés à moins de la "distance critique" DC (1 km pour une gare, 500 m pour une station TCSP, 300 m pour un arrêt de bus ou d'autocar), et les autres.

On considère que ceux qui sont desservis directement ont une distance moyenne d'accès au réseau égale à la moitié de la distance critique (donc respectivement 500, 250 et 150 m) et que leur vitesse moyenne est celle des modes légers dans la zone, soit  $V_{map} / (1 + 2 \cdot P2R)$  où  $V_{map}$  est la vitesse de la marche (5 km/h par défaut) et  $P2R$  est la contribution des deux-roues à l'attractivité des modes légers dans la zone.

Pour les usagers non desservis directement, on considère que la distance d'accès est la moyenne entre la distance critique DC et une distance maximale  $(S / 2 \cdot NA)^{(1/2)}$ , où  $S$  est la superficie urbanisée et  $NA$  est le nombre d'arrêts dans la zone pour la liaison et le mode TC considéré. Leur vitesse est celle des modes légers si le coefficient d'intermodalité est égal à 0 et celle de la voiture si ce coefficient est égal à 1 ; entre 0 et 1, la vitesse prise en compte est interpolée entre les valeurs modes légers et VP.

Enfin, pour les usagers non desservis directement, on intègre au temps d'accès un "temps de transbordement" correspondant au temps de passage d'un moyen de transport à l'autre (3' par défaut).

La moyenne de temps d'accès entre les usagers desservis directement et les autres est pondérée en utilisant le taux de couverture.

Le temps d'attente est égal à l'intervalle de passage moyen (nombre d'arrêts divisé par le nombre cumulé de passages entre 7h et 9h et multiplié par 120 minutes) multiplié par 0,5 pour les trains, 0,6 pour les TCSP et 0,9 pour les bus et les autocars. Cette différence de valeurs sert à prendre en compte les différences de régularité de ces modes. Le temps d'attente est plafonné à 20 minutes.

L'utilité "transports collectifs" de la zone  $i$  à la zone  $j$  pour le motif  $m$  s'écrit :

$$UTC_{ij}^m = e_m \cdot \left( TTC_{ij} + \frac{CTC_{ij}}{V_{tps}_m} \right)$$

où :

- $e_m$  est un paramètre numérique négatif dépendant du motif ;
- $TTC_{ij}$  est le temps de parcours TC total de  $i$  à  $j$ , y compris pénalités, pénibilités ;
- $CTC_{ij}$  est le coût monétaire TC de  $i$  à  $j$  ;
- $V_{tps}_m$  est la valeur du temps pour le motif  $m$ .

Il est à noter que pour tenir compte de l'inertie des réactions des déplacements à l'offre de transport, les utilités sont *lissées*, c'est-à-dire moyennées sur 5 ans (motifs travail et enseignements) ou 2 ans (autres motifs).

Pour l'interprétation concrète des paramètres numériques a, b, c, d, et e qui interviennent dans les fonctions d'utilité, on pourra se reporter au tableau ci-dessous.

Motifs	T/AP	EPS	ESup.	Ach.	Aut.	Sec.
<b>Paramètres d'utilités ML</b>						
Distance (km <sup>-1</sup> )	-0,300	-0,469	-0,469	-1,321	-0,290	-0,476
<b>Paramètres d'utilités VP</b>						
Temps généralisé (mn <sup>-1</sup> )	-0,0300	-0,0230	-0,0230	-0,0270	-0,0190	-0,0060
Densité (ha)	-0,0033	-0,0020	-0,0020	-0,0096	-0,0030	-0,0033
Motorisation (-)	-5,0	-1,0	-3,0	-2,3	-2,3	-99,0
<b>Paramètres d'utilités TC</b>						
Temps généralisé (mn <sup>-1</sup> )	-0,0375	-0,0250	-0,0250	-0,0450	-0,0325	-0,0425

Interprétation des valeurs :

- Paramètres de distance ou de temps généralisés : le paramètre représente la variation relative du nombre de déplacements du mode considéré, obtenue pour une augmentation de 1 km de la distance (modes légers) ou de 1 minute du temps généralisé (VP ou TC) ; par exemple, 1 minute en plus sur une liaison TC entre deux zones entraîne une baisse de 4,5 % des déplacements TC domicile-achats sur cette liaison. Cette interprétation n'est toutefois valable que pour de petites variations relatives de la distance ou du temps généralisé. Ces paramètres sont nécessairement négatifs.

Le paramètre de distance joue principalement sur les achats (paquets à porter...), et les motifs qui y sont les moins sensibles sont le domicile-travail (habitude du trajet, marcher plutôt qu'acheter une deuxième voiture...) et le domicile-autres (effet des loisirs, de la promenade...). Les déplacements secondaires sont les moins sensibles au temps VP, la souplesse de ce mode suffisant à en faire le plus attractif pour les déplacements en boucle. Les déplacements domicile-travail sont le plus sensibles au temps VP (effet temps qui se répète deux fois par jour !). Les effets sont moins contrastés pour les réactions au temps TC ; on notera surtout que le domicile-enseignement y est le moins sensible (captivité).

- Paramètre de motorisation : terme nécessairement négatif. Plus il tend vers 0, plus la sensibilité est forte. Inversement, plus il tend vers  $-\infty$ , moins la sensibilité est forte. La sensibilité ressort comme nulle pour les déplacements secondaires ; ceci s'explique par le fait que les zones extrémités du déplacement secondaire ne correspondent en général pas à la zone domicile, et que donc la motorisation associée à ces zones n'est pas pertinente vis-à-vis du déplacement. La sensibilité paraît particulièrement forte pour les déplacements d'enseignement primaire ou secondaire (forte propension à l'accompagnement). Sur une échelle de sensibilité des déplacements VP à la motorisation 8, les déplacements secondaires sont à 0, les domicile-travail à 4, les domicile-autres à 10 et les domicile-enseignement primaire/secondaire à 15.
- Paramètre de densité : interprétation similaire à celle des paramètres distance / temps généralisés. L'augmentation de la densité de 1 personne ou de 1 emploi par hectare conduit par exemple à une diminution des déplacements VP domicile-autres de 0,3 %. Paramètre nécessairement négatif. La densité joue au minimum pour domicile-enseignement (part importante de la dépose sans stationnement) et au maximum pour les déplacements domicile-achat.

## 6. PROJETS TESTES ET ETUDES REALISEES A L'AIDE DE L'OUTIL

### 6.1. TESTS DE SENSIBILITE :

Nous avons réalisé certains tests dans le but d'évaluer les sorties du modèle.

Variable	Situation du test	Résultats
<b>offre de stationnement</b>	-20 % sur zone 1	-9% de déplacements VP sur cette zone; déplacements VP domicile vers cette zone: Travail -6%, ens. supérieur -8%; Achats -44%, autres -2%
<b>Motorisation</b>	+30 % sur motorisation zone 5	+2% de déplacements liés a la zone 5, -2% TC, - 4% ML
<b>Superficie urbanisée</b>	Doublement de la superficie urbanisée zone 17	+0,7 % de déplacements liés à la zone 17, -2% de ML, +1% de VP, -2% de TC

#### Offre de stationnement :

L'élasticité des déplacements VP à l'offre de stationnement est importante (-0,5). C'est essentiellement les déplacements VP pour motif achats qui sont impactés avec une élasticité à l'offre de stationnement supérieur à -2.

#### Motorisation :

Logiquement, une hausse du taux de motorisation des ménages influence les comportements de déplacements dans le sens d'une hausse de la mobilité VP et d'une baisse des autres modes notamment des modes légers. Mais la sensibilité à ce paramètre reste faible.

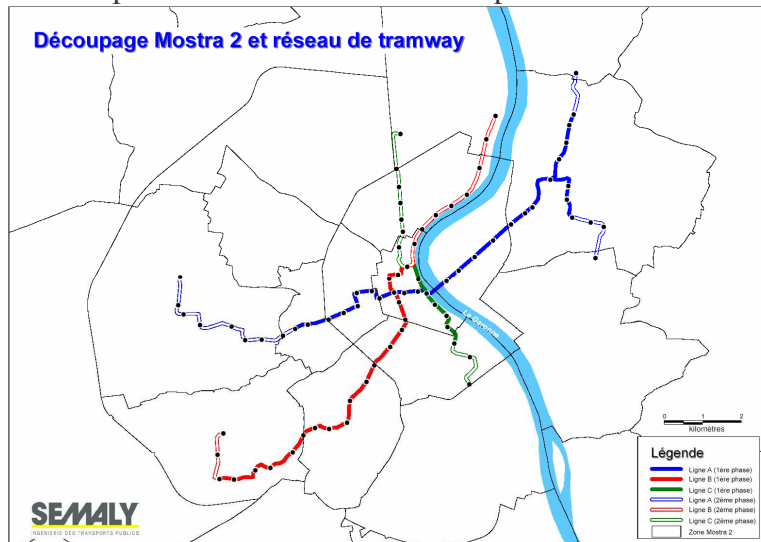
#### Superficie urbanisée :

Les déplacements sont peu sensibles à ce paramètre. Toutefois, si l'on double la superficie urbanisée pour une population équivalente, c'est-à-dire si on est dans une logique d'étalement urbain plutôt que de densification urbaine, on favorise l'augmentation du nombre de déplacements (+0,7%). Cette augmentation de la mobilité est due à l'augmentation des déplacements VP malgré une baisse des déplacements en modes légers et en transports collectifs.

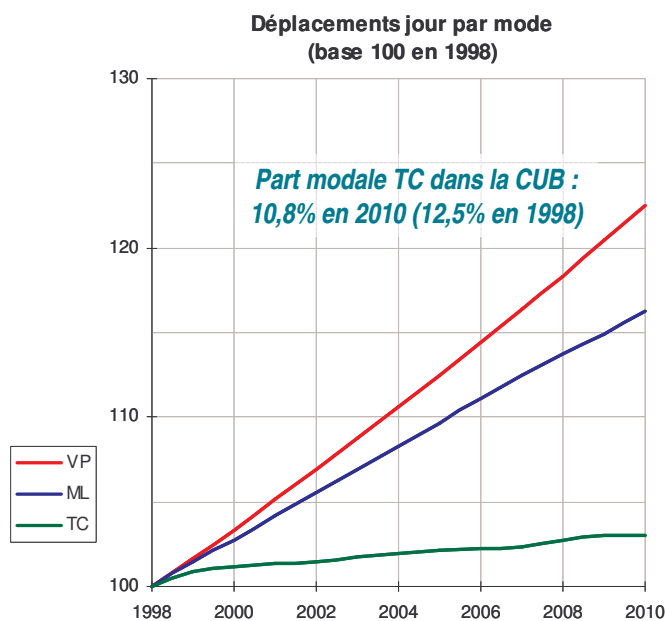
## 6.2. PROJETS TESTES :

### 6.2.1 Mise en place du tramway

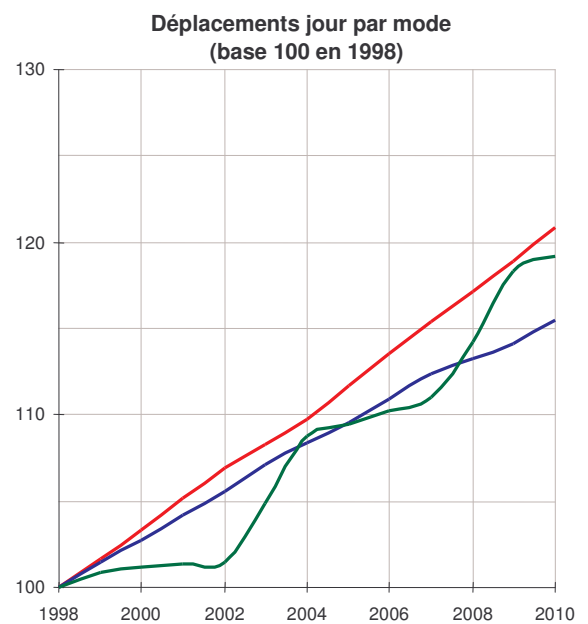
Un des principaux projets testés a consisté à l'évaluer l'impact de la mise en service progressive des différentes lignes de Tramway de l'agglomération bordelaise. MOSTRA a permis de mettre en évidence les gains en terme de parts de marché TC de la mise en place d'un tel service de transport.



Situation 2010 sans tramway



Situation 2010 avec tramway  
Phases 1 et 2



Evolution relative des déplacements entre 1998 et 2020

<b>Déplacements tous modes, tous motifs</b>						
<i>dépl</i>	<b>hyperc</b>	<b>int bvds</b>	<b>int rocade</b>	<b>reste CUB</b>	<b>reste aire</b>	<b>total</b>
<b>hyperc</b>	+34%	+38%	+39%	+35%	+25%	<b>+36%</b>
<b>int bvds</b>	+38%	+33%	+37%	+36%	+30%	<b>+35%</b>
<b>int rocade</b>	+37%	+37%	+42%	+43%	+42%	<b>+41%</b>
<b>reste CUB</b>	+36%	+35%	+42%	+38%	+45%	<b>+39%</b>
<b>reste aire</b>	+19%	+25%	+40%	+45%	+47%	<b>+45%</b>
<b>total</b>	<b>+36%</b>	<b>+35%</b>	<b>+41%</b>	<b>+39%</b>	<b>+45%</b>	<b>+40%</b>
<b>Déplacements modes légers</b>						
<i>dépl</i>	<b>hyperc</b>	<b>int bvds</b>	<b>int rocade</b>	<b>reste CUB</b>	<b>reste aire</b>	<b>total</b>
<b>hyperc</b>	+36%	+39%	+44%	+54%	+84%	<b>+37%</b>
<b>int bvds</b>	+40%	+36%	+43%	+28%	+45%	<b>+37%</b>
<b>int rocade</b>	+42%	+43%	+37%	+34%	+41%	<b>+37%</b>
<b>reste CUB</b>	+52%	+27%	+35%	+30%	+35%	<b>+31%</b>
<b>reste aire</b>	+75%	+47%	+39%	+34%	+24%	<b>+25%</b>
<b>total</b>	<b>+37%</b>	<b>+37%</b>	<b>+37%</b>	<b>+30%</b>	<b>+25%</b>	<b>+35%</b>
<b>Déplacements VP</b>						
<i>dépl</i>	<b>hyperc</b>	<b>int bvds</b>	<b>int rocade</b>	<b>reste CUB</b>	<b>reste aire</b>	<b>total</b>
<b>hyperc</b>	+13%	+19%	+13%	+22%	+19%	<b>+16%</b>
<b>int bvds</b>	+19%	+24%	+27%	+29%	+30%	<b>+26%</b>
<b>int rocade</b>	+14%	+27%	+42%	+41%	+42%	<b>+39%</b>
<b>reste CUB</b>	+19%	+29%	+42%	+40%	+47%	<b>+40%</b>
<b>reste aire</b>	+17%	+25%	+41%	+47%	+54%	<b>+49%</b>
<b>total</b>	<b>+16%</b>	<b>+25%</b>	<b>+39%</b>	<b>+40%</b>	<b>+50%</b>	<b>+39%</b>
<b>Déplacements TC</b>						
<i>dépl</i>	<b>hyperc</b>	<b>int bvds</b>	<b>int rocade</b>	<b>reste CUB</b>	<b>reste aire</b>	<b>total</b>
<b>hyperc</b>	+58%	+69%	+90%	+76%	+42%	<b>+78%</b>
<b>int bvds</b>	+69%	+48%	+73%	+75%	+29%	<b>+64%</b>
<b>int rocade</b>	+87%	+75%	+73%	+75%	+32%	<b>+75%</b>
<b>reste CUB</b>	+82%	+84%	+65%	+42%	+13%	<b>+55%</b>
<b>reste aire</b>	+16%	+21%	+31%	+7%	+24%	<b>+22%</b>
<b>total</b>	<b>+76%</b>	<b>+65%</b>	<b>+75%</b>	<b>+56%</b>	<b>+25%</b>	<b>+67%</b>

## 6.2.2 Contournement de Bordeaux

Mostra a également été utilisé afin de projeter les déplacements sur le périmètre du SDAU (SCOT de l'aire métropolitaine bordelaise) dans le cadre du projet de contournement autoroutier de Bordeaux.

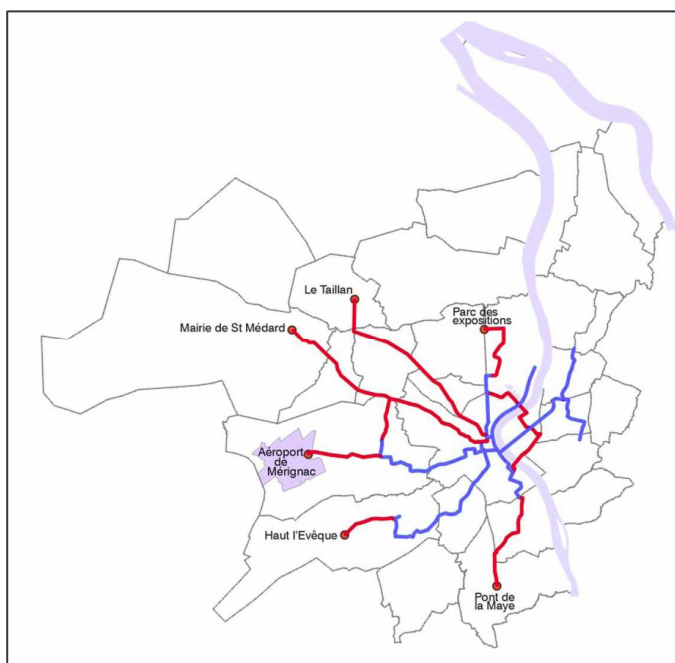
Ainsi, les déplacements internes à l'agglomération bordelaise ont été projetés à l'horizon 2020 suivant les hypothèses du scénario « SDAU réussi ».

On rappelle ci-après les hypothèses prises en compte dans le cadre de la modélisation MOSTRA à 2020.

### Hypothèses sur le réseau de transport collectif

Les hypothèses prises en considération sont les suivantes :

- Phases 1, 2 et 3 du réseau tram + développement des TER.
- Le niveau de réalisation de tramway se ferait selon un principe de poursuite du rythme actuel constaté entre 1997 et 2007 soit une moyenne annuelle de 4 km par an. Cet indice appliqué à l'horizon 2020 donne 52 kilomètres supplémentaires de TCSP (Transport Collectif en Site Propre).
- Mise en place dans le modèle du réseau de bus restructuré, conformément aux travaux de la Communauté Urbaine de Bordeaux.



### Les éléments clefs en 2020

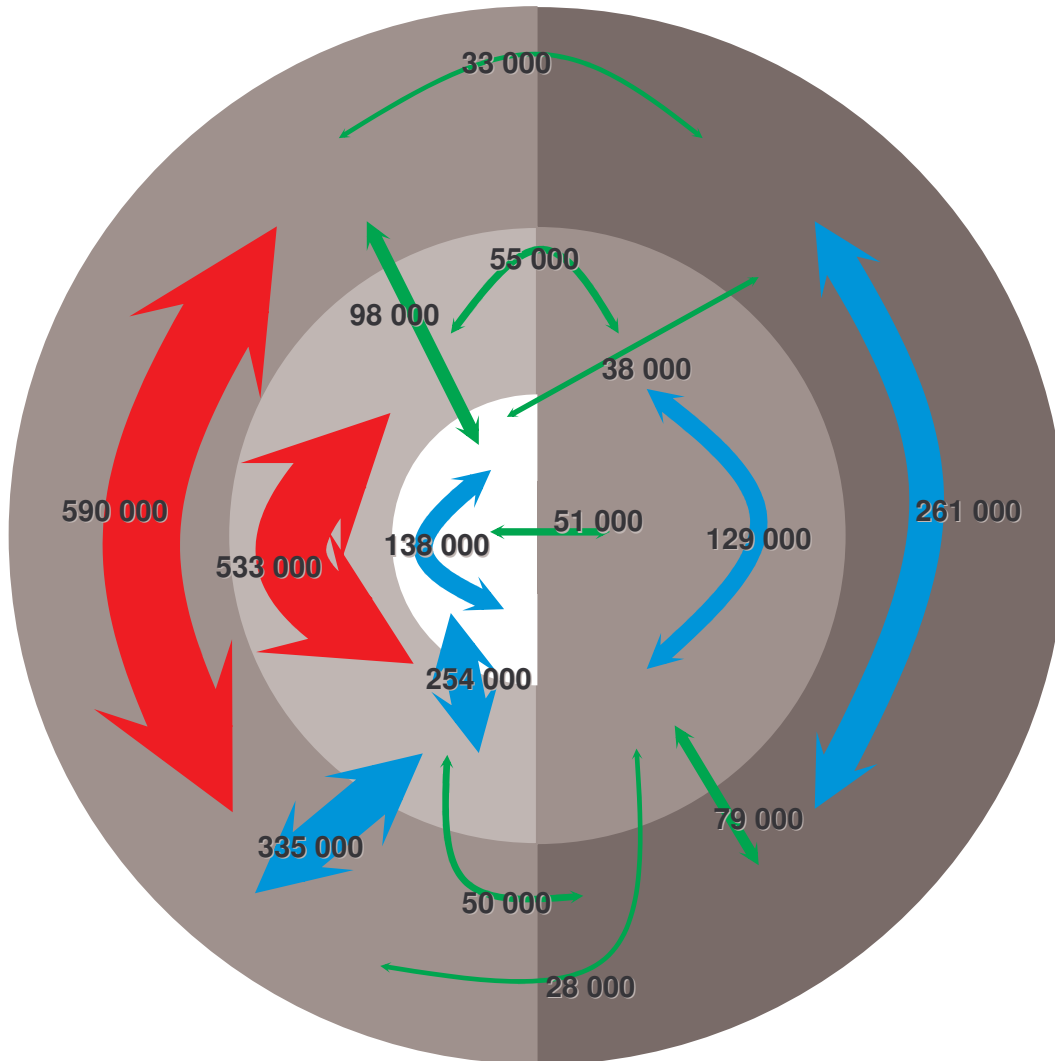
370 000 déplacements sont effectués chaque jour en transports en commun, 2 700 000 en véhicules particuliers pour 3 980 000 déplacements au total sur l'aire du Schéma Directeur (y compris les déplacements en mode « légers »).

Les effets d'anticipation d'un contournement autoroutier à l'Ouest favoriseraient une explosion des déplacements internes sur le Nord-Ouest / Médoc (sans que les transports en commun ne réussissent à prendre une part élevée de cette augmentation) et dans une moindre mesure une augmentation des déplacements d'échange de ce secteur avec l'intra rocade et l'hyper centre dont une très faible part attribuable aux transports collectifs.

## Analyse détaillée des flux

On trouvera ci-après, sur la base du découpage MOSTRA, deux types d'évaluation :

- les relations internes exprimées en nombre de déplacements journaliers en Voiture Particulière (VP) en situation 2020 sur un découpage de l'agglomération en 5 zones,
- l'évolution en terme de déplacement et en pourcentage de ces relations par rapport à 2003.



Nombre total de déplacements journaliers internes à l'agglomération en 2020 : **2 700 000 (VL)**

**■** : Flux > 400 000  
**■** : 400 000 > Flux > 100 000  
**■** : Flux < 100 000

*Flux journaliers en véhicule particulier en 2020 sur l'agglomération découpée en 5 zones*



## **7. SATISFACTION GENERALE : ATOUTS ET CONTRAINTES**

### **7.1. RETOUR D'EXPERIENCE :**

- La construction des scénarios est aisée.

Une fois renseigné l'horizon final – c'est à dire l'année jusqu'à laquelle les tests de scénarios ou « simulations » doivent être effectués – des paramètres d'entrée sur lesquels il est possible de jouer sont utilisés pour définir différents scénarios :

- la localisation des populations, des étudiants, des emplois ;
- les réseaux de transports collectifs (bus, transports collectifs en sites propres, train) ;
- les grandes infrastructures routières ;
- l'évolution de la mobilité selon les motifs de déplacement
- le taux de motorisation ;
- le coût de déplacement selon les modes.

- Des résultats d'une lecture immédiate proposés année après année. Chaque phénomène peut être observé pas à pas, l'interaction entre l'offre et la demande est visible dès l'arrivée d'un changement profond de l'organisation de la ville. Les résultats suivants peuvent être obtenus :

- nombre de déplacements à un horizon défini,
- matrices origine-destination des déplacements à la journée par mode et par motif à l'horizon final et tous les paramètres qui en découlent (mobilités, parts modales...).

- Des « macro-zones »

La contrepartie de la diversité des phénomènes modélisés et du réalisme de leur enchaînement est le caractère simplifié du découpage spatial. MOSTRA se fonde en effet sur un découpage de l'agglomération en trente zones qui ne permet pas une appréhension précise des aspects spatiaux mais, à l'inverse, offre une plus grande lisibilité dans le nombre de paramètres comme de scénarios à tester.

Ce dernier point est un point négatif important pour les partenaires locaux qui souhaitent avoir un découpage plus fin du territoire.

### **7.2. EVOLUTIONS EVENTUELLES DU MODELE**

Actuellement, le modèle fait l'objet d'un bilan de son utilisation afin de préparer les prochaines adaptations qui découleront de la future Enquête Ménages Déplacements prévue pour 2008.

Les réflexions actuelles privilégient trois pistes pour l'avenir :

- maintien du modèle existant en intégrant les éléments de la nouvelle EMD,
- maintien du concept MOSTRA mais découpage plus fin de l'aire d'étude avec prise en compte de la future EMD,
- passage à un modèle 4 étapes « classique ».

## **8. EN SAVOIR PLUS**

### Références :

- Modèle stratégique de déplacements de l'agglomération de Bordeaux, novembre 2002, Direction Départementale de l'Équipement de Gironde.
- Tempo'cité n° 13, MOSTRA et les différentes réflexions stratégiques, juin 2005, A'urba
- Contournement autoroutier de Bordeaux - étude préliminaire – la modélisation des trafics, avril 2006, direction régionale de l'équipement d'Aquitaine.

### Sites Internet :

[http://www.cete-sud-ouest.equipement.gouv.fr/article.php3?id\\_article=59](http://www.cete-sud-ouest.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=59)

### Contact CETE pour en savoir plus :

Pierre BAILLET  
Pierre SAMBLAT

Département  
Aménagement  
Infrastructure

Centre  
d'Études  
Techniques  
de  
l'Équipement  
du Sud-Ouest

Rue Pierre  
Ramond  
Caupian  
BP C  
33165  
Saint-Médard-  
en-Jalles  
Cedex  
Téléphone :  
05 56 70 66 33  
télécopie :  
05 56 70 67 33