

Avis du CMS sur la note de Jean Poulit du 3 octobre 2017 :

**« LA VALORISATION DE L'ACCESSIBILITE AUX TERRITOIRES
ET L'EVOLUTION DE L'URBANISATION DES TERRITOIRES »**

La lecture de la note du 3 octobre 2018 de Jean Poulit manifeste le dynamisme et la capacité de communiquer, qualités bien connues de son auteur. Encore faut-il s'assurer que les éléments d'analyse présentés sont fiables sur le plan scientifique et peuvent être utilisés comme outil d'aide à la décision. C'est la question qui est posée par la DGALN, et sur laquelle le présent texte fournit l'avis du Comité Méthodologique et Scientifique (CMS) de la DGTIM.

La note sous examen tourne autour du concept d'accessibilité, et Jean Poulit a été l'un des rares, dans les années 70, à avoir eu l'intuition de l'importance et l'intérêt de cette notion (et en particulier de sa mesure par le log-somme) bien avant qu'elle soit devenue d'un usage courant dans l'économie des transports.

Mais depuis, la notion a beaucoup évolué et s'est perfectionnée dans de multiples directions, et on peut regretter que les outils utilisés par Jean Poulit n'aient pas suivi cette évolution. L'auteur en est resté au concept de McFadden du milieu des années 70, auquel il se réfère volontiers, mais McFadden lui-même et ses co-auteurs l'ont considérablement enrichi et changé (passage du logit simple aux modèles emboîtés, GEV, modèles à coefficients aléatoires, ...), sans que J Poulit n'ait recherché comment ces nouvelles conceptions pouvaient modifier et enrichir son approche.

Son modèle est fondé sur des hypothèses qui semblent évidentes et naturelles mais sont inégalement vérifiées dans la réalité. C'est par exemple le cas de la succession temporelle des trois effets des infrastructures, peut-être confirmée dans certains cas, mais contredite par de nombreux exemples (cf les notes d'Yves Crozet « Evolution de l'emploi dans les zones des gares TGV : LGV EST et LGV Rhin-Rhône » et de Jean-Claude Prager « Analyse de la note du 3 octobre 2017 ») et qu'on ne peut considérer comme un résultat à portée universelle. C'est aussi le cas de la constance des budgets temps, la conjecture de Zahavi, qui a fait couler beaucoup d'encre dans le passé, mais qui n'est plus non plus considérée comme un résultat à portée universelle, n'est qu'imparfaitement réalisée en Ile de France - où on constate une augmentation des budgets temps de transport d'environ 10% depuis entre 1975 et 2000, comme le montre par exemple la note récente de l'IAU- note rapide n°74 et de près de 10% entre 2001 et 2010, même si des changements dans la définition des enquêtes rendent la comparaison 2001/2010 incertaine. Dans ces deux cas, l'auteur prend comme lois universelles des régularités approximatives autour desquels les variations sont importantes.

Jean Poulit les utilise en combinaison avec la notion élémentaire d'accessibilité pour en tirer des lois qu'il teste sur des données statistiques. Les tests économétriques sont peu probants ; les résultats qu'ils fournissent sont imprécis (les marges d'erreur d'évaluation des coefficients sont élevées), et les méthodes utilisées ne permettent pas de discerner s'il s'agit d'une corrélation entre les variables mises en relation que sont l'activité économique d'une zone et l'accessibilité de la zone, ou d'une causalité (cf les notes de Marc Gaudry –« réponse à la demande ... » et d'Olivier Bonin- «Corrélations entre utilité et salaires dans l'étude du 1er septembre 1994 de Jean Poulit »). Le résultat fondamental présenté par Jean Poulit, la relation entre l'accessibilité et l'activité économique, est donc entaché d'une grande incertitude, à la fois quant au niveau de l'élasticité

mise en évidence et quant au sens de la causalité entre accessibilité et activité économique, car les multiples exemples analysés dans la littérature montrent que cette causalité n'a rien de systématique.

Ce type de relation est depuis longtemps l'objet d'études nombreuses suscitées par les développements considérables que connaît l'économie géographique depuis le milieu des années 80, à la suite de l'impulsion donnée par Paul Krugman, mobilisant de nombreuses recherches et aboutissant à des résultats très divers et très riches (voir par exemple la synthèse récente de Florian Mayneris menée à la demande de la DGTIM), que Jean Poulit n'a pas utilisés dans son modèle. Ces résultats montrent que l'accessibilité peut influencer sur l'activité économique, mais n'est pas le seul vecteur, et en outre peut intervenir par de nombreux mécanismes, et pas seulement par l'accessibilité aux logements, le mécanisme fondamental mis en exergue par le modèle à la fois dans ses études sur l'accessibilité et dans le modèle « JPPays » (voir la note de Jean-Claude Prager déjà citée).

Même en améliorant la qualité de l'analyse économétrique sur laquelle ils sont fondés, ce qu'il faudrait faire en tout état de cause, les travaux présentés dans la note du 3 octobre mentionnée plus haut ne feraient qu'ajouter un résultat à un ensemble d'études et de résultats qui se comptent par plusieurs centaines, comme le montrent les surveys qui recensent les travaux reliant accessibilité et activité économique ; elles ne permettent de dégager que des ordres de grandeur, des précautions à prendre dans l'interprétation des résultats, et mettent en évidence la multiplicité de causalités.

On peut le regretter, mais la nature des choses fait qu'il n'y a pas en ce domaine de l'économie géographique de formule miracle qui, dans le cadre d'une théorie unitaire englobante, donnerait une vérité valable en toutes circonstances. La multiplicité des causes et la variabilité des effets s'opposent à une conception trop automatique ; ainsi un des résultats les plus partagés de l'analyse spatiale est que l'effet des infrastructures n'est pas mécanique, il dépend d'autres variables que la seule accessibilité, telles que le dynamisme des acteurs des zones qu'elles desservent ou le type d'activités exercées dans ces zones. Ainsi, comme l'ont montré en particulier Graham et ses co-auteurs en 2010, le secteur tertiaire et les services (dont les sièges sociaux d'entreprises) apparaissent beaucoup plus sensibles que le secteur manufacturier à l'effet de concentration en région ou ville centrale permis par de meilleures infrastructures de transport. Laisser penser que les effets des infrastructures sont automatiques aurait d'ailleurs un effet démobilisateur néfaste sur les acteurs du développement.

Il faut ajouter que les méthodes d'analyse coût-bénéfice sont actuellement suivies non seulement par le CMS mais également, sous l'égide de France Stratégie et du Commissariat Général à l'investissement, par un groupe d'experts présidé par Roger Guesnerie et qui compte bientôt aborder le cas des effets spatiaux.

Le CMS a soumis le texte de Jean Poulit à un examen de la part de deux scientifiques de premier plan en économie des transports et en économie géographique ; leurs conclusions vont dans le même sens que l'analyse présentée plus haut, l'un d'eux note toutefois l'apport que pourrait présenter l'expertise de Jean Poulit et sa connaissance de la situation française si elle était réalignée sur l'acquis de la science en matière économétrique et en matière d'économie géographique.

C'est en tenant compte de ces éléments que le CMS déconseille très nettement d'utiliser les outils proposés par Jean Poulit pour l'évaluation des projets ; cette méthode n'est pas suffisamment fondée scientifiquement et elle peut aboutir à des résultats déraisonnables (cf la note d'Yves Crozet dans le cadre de la commission « mobilité 21 » « quand les bornes sont franchies... »), alors que les outils traditionnels de l'analyse coût-bénéfices permettent déjà de répondre à de nombreuses questions des décideurs et peuvent être complétés si nécessaire par des analyses approfondies et circonstanciées ou des outils plus complexes comme les modèles LUTI décrivant les interactions entre occupation du sol et transport.

Concernant la poursuite éventuelle des travaux dans la ligne de la note du 3 octobre, le CMS est partagé. Pour certains membres, cette poursuite ne peut pas apporter de progrès dans la connaissance, compte tenu des résultats déjà obtenus par la communauté scientifique. Pour d'autres, elle peut avoir une valeur ajoutée à condition que les bases en soient repensées et modifiées dans un cadre scientifique prenant en compte les avancées considérables faites par l'économie géographique et par l'analyse économétrique depuis de nombreuses années.

Le comité méthodologique et scientifique de la DGTIM est composé de Yves Crozet, André de Palma, Marc Gaudry, Marc Ivaldi, Jean-Claude Prager et Stef Proost, et animé par Emile Quinet

Paris, le 3 octobre 2017

COMITE METHODOLOGIQUE ET SCIENTIFIQUE
DE LA DIRECTION GENERALE
DES INFRASTRUCTURES, DES TRANSPORTS ET DE LA MER

3 octobre 2017

LA VALORISATION DE L'ACCESSIBILITE
AUX TERRITOIRES
ET L'EVOLUTION DE L'URBANISATION
DES TERRITOIRES

JEAN POULIT

Ancien Préfet, directeur régional de l'équipement d'Île de France
Ancien directeur général de l'Institut géographique national

Chers collègues,

C'est avec grand plaisir que j'ai répondu à l'invitation du Directeur général des infrastructures, des transports et de la mer ainsi que du Directeur général de l'aménagement, du logement et de la nature de venir évoquer devant vous le thème des interactions entre les territoires et les transports comportant notamment : « La valorisation économique et environnementale de l'accessibilité aux territoires » et « l'évolution de l'urbanisation des territoires ». Il s'agit des deux phases qui prennent le relais des gains de temps observés à la mise en service d'une infrastructure de transport structurante.

Le thème de la valorisation de l'accessibilité aux territoires est un sujet qui, vous le savez, me tient à cœur depuis de longues années, depuis toujours, diront certains: comment des territoires bien desservis améliorent les contacts entre les hommes, favorisent ainsi les échanges de savoir-faire entre eux et créent de la valeur, source de prospérité ? Comment ces territoires, lorsqu'ils comportent des espaces naturels efficacement protégés par des documents d'urbanisme rigoureux permettent aux hommes de se ressourcer et de bénéficier d'un grand bien être environnemental tout en préservant la biodiversité, c'est-à-dire le bien

être de l'ensemble des espèces animales et végétales? Comment les hommes peuvent lutter efficacement contre les nuisances qu'ils induisent lorsqu'ils créent de la valeur économique et du bien-être, en investissant dans des infrastructures et des véhicules de haute qualité environnementale une partie de la richesse produite?

Le thème de l'évolution de l'urbanisation des territoires est tout aussi important. Comment concevoir des projets d'aménagement répondant aux besoins de logement des populations et des activités économiques ainsi que des services publics qui soient parfaitement respectueuses de l'environnement ?

Nous sommes là au cœur du développement durable et de l'écologie positive telle que la préconise notre ministre de la transition écologique et solidaire.

J'ai approfondi ce sujet au tout début des années 1970 lorsque j'ai été nommé directeur de la division urbaine du Setra, qui est devenue, à mon départ, le Centre d'études des transports urbains.

Avec Jean-Gérard Koenig, nous avons défini la notion de valorisation de l'accessibilité aux territoires et publié en 1973 et 1974 des documents de référence sur le sujet.

Pour ce qui me concerne, je citerai les documents suivants :

- janvier et novembre 1973 : approche économique de l'accessibilité,
- 20 septembre 1974 : Urbanisme et transport Accessibilité et développement urbain.

De 1982 à 1992, j'ai appliqué ces beaux principes à l'aménagement de la Ville nouvelle de Marne la Vallée et n'ai pas eu à le regretter car un développement puissant et harmonieux, respectueux de l'environnement, a été observé pendant ces dix années.

J'ai retrouvé Jean-Gérard Koenig lorsque j'ai été nommé Préfet, directeur régional de l'Équipement d'Île de France en 1992 pour refondre le schéma directeur de l'Île de France, refonte qui a été publiée à l'été 1994. J'ai appliqué à la conception du schéma directeur les principes de la valorisation de l'accessibilité aux territoires. A l'issue de ce bel effort, j'ai publié le 1^{er} septembre 1994 un document exprimant ma pensée profonde sur le sujet :

Efficacité économique et environnementale des territoires.

Puis j'ai été nommé pendant 5 ans directeur général de l'Institut géographique national.

La retraite venue à l'été 2002, j'ai obtenu l'accord du ministère de consacrer deux jours par semaine à l'approfondissement de ce sujet stratégique, d'abord auprès du directeur de la recherche et des affaires scientifiques et techniques puis auprès du directeur général de l'aménagement, du logement et de la nature (direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages).

En 2002 et 2003, j'ai fait réaliser par IGN Conseil le calcul de valorisation de l'accessibilité portant sur les 36 000 communes de France et les 50 000 communes de neuf pays voisins d'Europe. Le résultat de ces calculs a donné lieu à la publication de cartes extrêmement pédagogiques qui ont séduit le Ministre de l'équipement et des transports de l'époque, Gilles de Robien, dont le directeur et le directeur adjoint de cabinet étaient Patrick Gandil et Gilles Robin.

C'est dans ces circonstances qu'a été publiée la directive du 25 mars 2004 relative à l'évaluation des grands projets d'infrastructures de transport, comportant deux annexes, une annexe 1 sur la valorisation des gains de temps et une annexe 2 sur la valorisation de l'accessibilité aux territoires.

C'est en référence à cette annexe 2 que de nombreux projets d'infrastructures ont fait l'objet d'évaluations de l'accessibilité aux territoires, principalement à l'initiative des collectivités territoriales qui en ont perçu tout l'intérêt.

Au total, j'ai publié ou fait publier au cours des 40 dernières années plus d'une trentaine de réflexions méthodologiques et d'études appliquées sur le sujet.

Le débat sur le thème de la valorisation de l'accessibilité aux territoires n'étant pas apaisé, j'ai constitué un groupe de réflexion se réunissant tous les deux mois qui s'est consacré

pendant 2 ans, de juillet 2012 à juillet 2014, au thème de la valorisation de l'accessibilité aux territoires et pendant 3 ans au thème de l'évolution de l'urbanisation des territoires.

Le premier sujet a fait l'objet de la publication d'un rapport très complet le 31 juillet 2014 qui est déposé sur le site du service de documentation du ministère et peut être téléchargé.

Le second fera l'objet de la publication d'un rapport également très complet à la fin de l'année 2017 qui sera téléchargeable dans les mêmes conditions que le premier rapport.

Sur le thème de la valorisation de l'accessibilité au territoire dont les débats se poursuivent, je me suis entouré d'un Comité des Sages, comportant Marc Gaudry, Jacques Pavaux, Nicolas Coulombel, Olivier Bonin, Gilles Orzoni, Pierre Brender, Alain Sauvant, Jean Delons, Didier Révillon, Michel Munoz et récemment Hakim Lalhoul. Ce Comité des Sages se réunit tous les mois.

Les deux directeurs généraux connaissent très bien le contenu des travaux que je poursuis. Ils adhèrent d'ailleurs à ses conclusions.

Ils ont estimé qu'un échange avec la communauté scientifique était utile. C'est dans ce cadre que j'ai été invité par eux à présenter ces réflexions devant vous, ce dont je me réjouis.

L'exposé comporte en fait deux grandes parties qui font l'objet de deux exposés successifs, celui relatif à la valorisation de l'accessibilité aux territoires et celui relatif à l'évolution de l'urbanisation des territoires.

Ces deux parties sont précédées d'une partie introductive rappelant la chronologie des interactions entre les territoires et les transports

I : LA CHRONOLOGIE DES INTERACTIONS ENTRE LES TERRITOIRES ET LES TRANSPORTS

Les relations entre les territoires et les transports s'inscrivent dans le temps long. On identifie clairement trois phases qui s'enchaînent et se complètent :

- **Première phase** : à l'ouverture d'une infrastructure nouvelle, on gagne du temps et on valorise ces gains de temps.

C'est la tradition du ministère de l'équipement, et désormais celle du ministère de l'environnement, de valoriser ainsi l'impact des grandes infrastructures de transport qui desservent notre territoire.

- **Deuxième phase** : dès l'ouverture de l'infrastructure nouvelle, du fait de l'apparition d'univers de choix élargis, le phénomène de l'appariement entre actifs et emplois se manifeste. Les actifs, lorsqu'ils changent d'activité, recherchent un emploi mieux adapté à leurs compétences. Les employeurs recherchent de leur côté des actifs mieux adaptés aux spécificités des postes de travail qu'ils développent.

Ce phénomène crée une amélioration de la productivité, dont la valeur est supérieure aux gains de temps observés à la mise en service de l'infrastructure nouvelle.

Les gains de temps observés à l'ouverture de la voie disparaissent ainsi progressivement au profit de l'appariement des actifs et des emplois. Le phénomène met en moyenne 3 à 4 ans à s'épanouir puis à se stabiliser.

Le phénomène de l'appariement se manifeste également de manière symétrique en termes de consommation.

Il se manifeste enfin à l'égard de l'accessibilité aux espaces naturels, source de bien-être et de ressourcement.

- **Troisième phase** : Une troisième phase se dessine alors, celle de la création de postes de travail nouveaux et de résidences nouvelles, c'est-à-dire celle de la création d'un patrimoine nouveau résidentiel ou d'activité.

Cette étape ne se concrétise qu'au bout d'une période de 5 à 8 ans après l'ouverture d'une infrastructure majeure, comme en témoigne l'étude réalisée par Thierry Mayer, Sciences Po, et Corentin Trévien, Insee Sciences Po, pour le compte de la Société du Grand Paris, publiée le 12 avril 2012, et portant sur l'impact en matière de création d'emploi des lignes du RER en Île de France. Dans le sous chapitre 4-2, consacré à l'évolution temporelle de l'effet du RER, il est précisé : « L'impact du RER est tardif et stable dans le long terme. En effet, on ne détecte pas d'effet significatif avant huit ans pour l'ensemble des entreprises. Concernant les entreprises à capitaux étrangers, les effets sont significatifs moins tardivement, c'est-à-dire à partir de 5 ans et se stabilisent ensuite. »

Cette étape plus tardive est celle des modèles de développement urbain (en termes anglo-saxons, modèles Land Use Transportation Interaction, LUTI).

Dans ce cas-là, il y a une confrontation entre une demande globale de mètres carrés de planchers qui n'a rien à voir avec les transports et qui est liée à des phénomènes sociologiques tels que les séparations de couples, la fécondité des ménages ou le résultat de migrations interrégionales et internationales, et une offre locale de mètres carrés autorisés inscrite dans les documents d'urbanisme locaux.

La confrontation donne naissance à des tendances d'urbanisation dont le moteur est la qualité de l'appariement des zones ouvertes à l'urbanisation (résultats de la phase 2 des interactions entre les territoires et les transports) et dont le frein est le coût de viabilisation de ces zones.

Ce modèle a été évalué au sein des régions Aquitaine et Midi Pyrénées. Il a donné des résultats tout-à-fait significatifs.

On dispose, dès lors, **d'une chaîne complète des interactions** qui existent entre les transports et les territoires :

- le stade 1 de l'ouverture d'une voie nouvelle au cours duquel se manifestent les gains de temps,
- le stade 2 de l'appariement qui apparaît, à patrimoine résidentiel et d'activité inchangé, dès l'ouverture de la voie mais qui arrive à maturité à échéance de trois ou quatre ans,
- et enfin le stade 3 de la création d'un patrimoine résidentiel et d'activité nouveau qui, lui, apparaît plus tardivement, à un horizon de cinq à huit ans.

Les résultats des évaluations associées aux étapes 2 et 3 peuvent être illustrés par des cartes qui ont un grand pouvoir d'évocation et qui font clairement apparaître les relations profondes qui existent entre les territoires et les transports, au regard notamment des critères de création de richesse économique et de bien-être environnemental.

II : LA VALORISATION DE L'ACCESSIBILITE AUX TERRITOIRES.

La valorisation de l'accessibilité aux territoires porte sur la 2^e phase des interactions entre les territoires et les transports, celle qui succède à la première phase, reposant sur les gains d'heures ou de minutes à l'ouverture d'une infrastructure. Elle ne contredit pas cette première phase mais montre comment elle lui succède de façon harmonieuse, en mettant en évidence le phénomène de valorisation des biens convoités commodément accessibles qui se substitue aux gains de temps.

L'exposé comporte deux parties :

A : la présentation de la valorisation de l'accessibilité aux territoires elle-même,

B : l'application de cette approche à des projets d'infrastructure emblématiques.

II A : LA VALORISATION DE L'ACCESSIBILITE AUX TERRITOIRES. LES EFFETS ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

LES PERFORMANCES DES TERRITOIRES : L'ANALYSE DES FAITS

Pour bien apprécier comment les hommes interfèrent avec les territoires au sein desquels ils vivent, il convient d'observer le résultat des nombreuses enquêtes de transport effectuées depuis plus de 25 ans.

Le nombre de déplacements quotidiens ne varie pas

Depuis un quart de siècle, le nombre de déplacements motorisés ou effectués à pied sur des distances de plus de 300 mètres que les hommes consacrent à leurs activités quotidiennes est absolument invariant. Il est en Ile de France de 3,5 déplacements par habitant et par jour, dont environ 2,5 effectués en moyens motorisés et 1 en marche à pied.

Le temps consacré aux déplacements ne varie pas

Le temps qu'ils consacrent à ces déplacements est également stable aussi bien en valeur journalière qu'en valeur unitaire ou encore en distribution. Absolument invariant depuis 25 ans. Et cela dans tous les pays du monde.

La vitesse et la portée des déplacements augmentent

Lorsque les infrastructures de transport s'améliorent, les vitesses moyennes de déplacement motorisé progressent, les distances parcourues à temps de transport invariant, c'est-à-dire les portées de déplacement, croissent. Les territoires commodément accessibles s'épanouissent. Ce phénomène est universel. Il est le fait tout autant des transports collectifs que des transports individuels. A titre d'exemple, en Ile de France, la superficie des territoires accessibles dans une heure de transport a progressé de 70% en l'espace de 25 ans et le nombre de biens et services accessibles a augmenté dans une proportion semblable. Ce puissant phénomène a-t-il un sens en termes d'utilité et de service rendu. Et lequel ?

LES PERFORMANCES ECONOMIQUES

Si on s'intéresse à la création de richesse économique, on constate que la vitalité économique d'un pays repose sur quatre facteurs : « des cerveaux, bien formés, qui travaillent, en appariement ».

Seuls les cerveaux créent de la richesse. Il faut pour cela qu'ils soient bien formés. Il faut évidemment qu'ils travaillent. Le quatrième facteur : « en appariement » est celui qu'offrent les territoires épanouis.

On est plus efficace, entouré de talents, qu'isolé. Le face-à-face entre les hommes crée des conditions de communication des centaines de fois plus efficaces que les moyens électroniques modernes, aussi évolués soient-ils. C'est plutôt rassurant.

L'épanouissement du territoire est source de valeur économique

La possibilité pour un chef d'entreprise de faire appel à un actif ayant reçu une formation spécialisée dépend du nombre d'actifs commodément accessibles entre lesquels il peut effectuer un choix. Réciproquement, un actif hautement spécialisé trouvera plus aisément un emploi correspondant à sa formation s'il peut effectuer un choix au sein d'un grand nombre d'emplois commodément accessibles.

La productivité qui en découle relève de l'application de la théorie des choix discrets de Daniel McFadden, prix Nobel d'économie.

La théorie des choix discrets de Daniel McFadden se caractérise par deux formules de référence:

La probabilité d'effectuer un choix j parmi un ensemble de M opportunités de choix allant de 1 à M dont la valeur stricte de chaque choix j que lui attribue l'utilisateur est V_j est égale à:

$$p_j = e^{V_j/\sigma} / \sum_{j=1}^M e^{V_j/\sigma}$$

La valeur économique totale associée à la possibilité de pouvoir effectuer un choix entre l'ensemble des opportunités de choix allant de 1 à M est égale à:

$$S = \sigma \text{Log} \sum_{j=1}^M e^{V_j/\sigma}$$

Dans le cas des déplacements domicile travail, la probabilité qu'un actif résidant en i accède à un des emplois E_j de la zone j s'exprime sous la forme suivante:

$$p_{ij} = E_j \cdot e^{-\alpha^\circ (C_{ij}/C_{0i}^\circ)} / \sum_j E_j \cdot e^{-\alpha^\circ (C_{ij}/C_{0i}^\circ)} =$$

$$E_j \cdot e^{-\alpha^\circ (C_{ij}/C_{0i}^\circ)} / A_i,$$

$$\text{avec } A_i = \sum_j E_j \cdot e^{-\alpha^\circ (C_{ij}/C_{0i}^\circ)}.$$

On trouve bien la formulation de la probabilité d'occurrence d'un choix de type McFadden avec comme coefficient de dispersion $\sigma = C_{0i}^\circ / \alpha^\circ$.

En appliquant la formule de l'utilité telle que préconisée par Daniel McFadden dans le cas de choix discrets, on obtient, pour le fait de pouvoir, **au cours d'un déplacement à partir de i**, accéder à l'ensemble des emplois E_j implantés en j , l'utilité économique nette suivante :

$$S_i = \sigma \text{Log} \sum_j e^{V_j/\sigma} = (C_{0i}^\circ / \alpha^\circ) \cdot \text{Log} (A_i),$$

avec $A_i = \sum_j E_j e^{-\alpha^\circ (C_{ij}/C_{0i}^\circ)} = \text{Accessibilité aux emplois convoités } E_j$.

$\sigma = C_{0i}^\circ / \alpha^\circ$ est le coefficient de dispersion de la formule de Daniel McFadden appliquée aux transports.

C_{0i}° est, **dans le cas des déplacements domicile travail**, le coût généralisé d'une heure de transport. **Ce coût généralisé d'une heure de transport a la propriété d'être égal au salaire horaire net d'un actif**, propriété résultant de la minimisation des différences entre les simulations des déplacements obtenus par modélisation et les résultats des enquêtes globales de transport effectuées depuis plus de 40 ans.

α° est le facteur de pondération applicable aux déplacements domicile travail : 6.

Cette formulation, dite du « Log Somme », est celle qui était inscrite dans l'annexe 2 de l'instruction cadre du 25 mars 2004. **Le groupe de réflexion a considéré à l'unanimité que ce libellé était pertinent.**

Dans de cas de N_i déplacements issus de i effectués par l'actif à partir de i au cours d'une période de temps donnée (par exemple une année), il faut bien entendu multiplier ce résultat par le nombre de déplacements N_i effectués durant cette période de temps.

Cette formulation ne nous dit rien toutefois de la valeur économique concrète que l'on peut attribuer à cette formulation de **l'utilité nette**.

L'intérêt de définir une utilité brute

Il est donc raisonnable d'essayer de définir une **utilité brute** caractérisant l'intérêt que l'actif attache aux biens accessibles à la destination j , en l'occurrence ici un emploi au sein d'un ensemble, E_j , d'emplois.

L'utilité brute liée à la valorisation de la diversité des emplois commodément accessibles peut être définie comme la somme de l'utilité nette associée à un déplacement domicile travail et du coût généralisé moyen de ce type de déplacement.

Le coût généralisé C_{ij} du déplacement d'un actif entre i et j est égal au coût généralisé d'une heure de déplacement de cet actif, C_{0i}° , multiplié par le temps de parcours t_{ij} entre i et j .

Dans le temps de déplacement, t_{ij} , existe une part dite efficiente, t_{ij}^1 , celle liée à l'emploi des modes motorisés qui offrent des vitesses relativement élevées, et une part dite des trajets terminaux à pied, t_0 , proportionnellement beaucoup plus lente, et de valeur quasi constante, qu'il est utile d'individualiser.

p_{ij} , la probabilité de déplacement entre i et j, est **indifférente** à la prise en considération du temps total t_{ij} ou du temps efficient t_{ij}^1 en faisant l'hypothèse que le temps terminal à pied t_0 est quasi invariant.

On a en effet :

$$\begin{aligned} p_{ij} &= E_j \cdot e^{-\alpha^\circ t_{ij}} / \sum_j E_j \cdot e^{-\alpha^\circ t_{ij}} = \\ & E_j \cdot e^{-\alpha^\circ (t_{ij}^1 + t_0)} / \sum_j E_j \cdot e^{-\alpha^\circ (t_{ij}^1 + t_0)} = \\ & e^{-\alpha^\circ t_0} \cdot E_j e^{-\alpha^\circ t_{ij}^1} / \sum_j e^{-\alpha^\circ t_0} \cdot E_j \cdot e^{-\alpha^\circ t_{ij}^1} = \\ & E_j \cdot e^{-\alpha^\circ t_{ij}^1} / \sum_j E_j \cdot e^{-\alpha^\circ t_{ij}^1}. \end{aligned}$$

On montre par ailleurs que :

$$S_i = S_i^1 - C_{0i}^\circ \cdot t_0$$

En effet:

$$\begin{aligned} S_i &= (C_{0i}^\circ / \alpha^\circ) \cdot \text{Log} \sum_j E_j e^{-\alpha^\circ t_{ij}} = \\ & (C_{0i}^\circ / \alpha^\circ) \cdot \text{Log} \sum_j E_j e^{-\alpha^\circ (t_{ij}^1 + t_0)} = \\ & (C_{0i}^\circ / \alpha^\circ) \cdot \text{Log} e^{-\alpha^\circ t_0} \sum_j E_j e^{-\alpha^\circ t_{ij}^1} = \\ & (C_{0i}^\circ / \alpha^\circ) \cdot (\text{Log} e^{-\alpha^\circ t_0}) + (C_{0i}^\circ / \alpha^\circ) \text{Log} \sum_j E_j e^{-\alpha^\circ t_{ij}^1} = \\ & (C_{0i}^\circ / \alpha^\circ) \cdot (-\alpha^\circ t_0) + (C_{0i}^\circ / \alpha^\circ) \text{Log} \sum_j E_j e^{-\alpha^\circ t_{ij}^1} = \\ & -(C_{0i}^\circ t_0) + (C_{0i}^\circ / \alpha^\circ) \text{Log} \sum_j E_j e^{-\alpha^\circ t_{ij}^1} = \\ & S_i^1 - C_{0i}^\circ t_0 \end{aligned}$$

L'utilité nette est égale à l'utilité nette efficiente moins le coût généralisé des trajets terminaux à pied.

Lorsque le milieu est isotrope ou s'il respecte, en milieu anisotrope, le **critère de stabilité du facteur $d \cdot V^2$** , ce qui est le cas général, la vitesse augmentant lorsque la densité baisse, d étant la densité moyenne de la zone de chalandise commodément accessible et V la vitesse moyenne de déplacement, le temps moyen de déplacement à partir de toute zone i , $\underline{t_i}^1$, est invariant et égal à $2/\alpha^\circ$.

$$\text{On a en effet : } \underline{t_i}^1 = \int_0^\infty t^1 \cdot 2 \pi d_0 V_0^2 t^1 e^{-\alpha^\circ t^1} dt / \int_0^\infty 2 \pi d_0 V_0^2 t^1 e^{-\alpha^\circ t^1} dt^1$$

$2 \pi d_0 V_0^2$ apparait au numérateur et au dénominateur. Ce facteur s'élimine donc.

Le rapport des deux intégrales restantes, $\int_0^\infty t^1 e^{-\alpha^\circ t^1} dt / \int_0^\infty t^1 e^{-\alpha^\circ t^1} dt^1$, montre alors que :

$$\underline{t_i}^1 = 2/\alpha^\circ.$$

L'utilité brute efficiente U_i^1 excluant l'effet des trajets terminaux à pied est très proche de l'utilité brute totale U_i incluant les effets des trajets terminaux à pied.

En prenant un exemple extrême d'un trajet domicile travail de 20 minutes moyen correspondant à un 90^{ème} percentile de 40 minutes et des trajets terminaux de 6 minutes, qui augmentent de 15 % la durée du déplacement mais de **3,75 %** la portée de ce déplacement, la

vitesse de la marche à pied étant 4 fois plus faible que celle d'un déplacement motorisé, la superficie couverte, **marche à pied incluse**, augmente de **7,5 %** ainsi que le **nombre d'emplois accessibles**.

Le rapport du logarithme des emplois avec marche à pied incluse et sans marche à pied est de **1,00785** dans une agglomération de **10 000 emplois**, de **1,00628** dans une agglomération de **100 000 emplois** et de **1,00523** dans une agglomération de **1 000 000 emplois**. Les résultats diffèrent ainsi de **0,5 à 0,8 %**.

On peut donc considérer que U_i^1 , **utilité brute efficiente**, représente bien U_i , **utilité brute**, avec une sous-estimation d'à peine 0,5 à 0,8 %.

Par définition, l'utilité brute **efficiente** liée à un déplacement issu de i est égale à la somme de l'utilité nette **efficiente** liée à ce déplacement et du coût généralisé moyen de déplacement efficient issu de i .

$$U_i^1 = S_i^1 + C_{0i}^0 (2/\alpha^0).$$

On a donc:

$$U_i^1 = (C_{0i}^0/\alpha^0) (\text{Log } A_i^1 + 2) = (C_{0i}^0/\alpha^0) (\text{Log } e^2 A_i^1) = (C_{0i}^0/\alpha^0) (\text{Log } B_i^1), \text{ avec } B_i^1 = e^2 A_i^1$$

$B_i^1 = e^2 A_i^1$ est dénommée **accessibilité brute efficiente**.

L'utilité brute d'un déplacement issu de i est ainsi égale à :

$$U_i = S_i + C_{0i}^0 2/\alpha^0$$

$$U_i = (C_{0i}^0/\alpha^0) (\text{Log } A_i^1 + 2) = (C_{0i}^0/\alpha^0) (\text{Log } e^2 A_i^1) = (C_{0i}^0/\alpha^0) (\text{Log } B_i^1) \text{ avec } B_i^1 = e^2 A_i^1.$$

$B_i^1 = e^2 A_i^1$ est dénommée **accessibilité brute**.

On peut également identifier une accessibilité brute efficiente approchée en dénombrant les biens convoités au sein d'un territoire délimité par une isochrone pertinente à partir du lieu de résidence étudié.

On montre qu'en première approximation, le territoire pertinent est celui qui n'est dépassé que par **10% des résidents de la zone i** .

Il s'agit du territoire délimité par le **90^{ème} percentile** des déplacements issus de i .

On pourra donc en première approximation pour déterminer l'accessibilité brute efficiente B_i^1 , délimiter un territoire qui n'est dépassé que par **10% des résidents** issus de la zone i , et dénombrer à l'intérieur de ce territoire les biens convoités, par exemple des emplois, E_i^{90} .

L'accessibilité brute efficiente sera désignée : $B_i^1 = Q_i^{90}$

On aura : $U_i^1 = (C_{0i}^0/\alpha^0) \cdot \text{Log } B_i^1 = (C_{0i}^0/\alpha^0) \cdot \text{Log } Q_i^{90}$.

Dans le cas des déplacements domicile travail, $B_i^1 = E_i^{90}$

$$U_i^1 = (C_{0i}^\circ / \alpha^\circ) \cdot \text{Log } E_i^{90}.$$

Le **90^{ème} percentile** correspond, à très peu près, au **double du temps moyen** de déplacement efficient.

Pour un déplacement moyen efficient de 20 minutes, le 90^{ème} percentile correspond ainsi à **40 minutes de déplacement efficient**.

Pour un déplacement moyen efficient de 30 minutes, le 90^{ème} percentile correspond ainsi à **une heure de déplacement**.

On peut, dès lors, donner de l'univers des choix accessibles dans une heure une formulation facile à retenir. En une heure, on parcourt une distance égale à la vitesse de déplacement. Le territoire couvert est égal au carré de la vitesse. Et le nombre de destinations convoitées, par exemple celle des emplois entre lesquels un choix peut être effectué, dans le cas des déplacements domicile travail, est égal à la densité, d , d'emplois multipliée par la surface, c'est-à-dire le carré de la vitesse.

L'univers de choix est ainsi égal à $d \cdot V^2$. C'est une forme d'énergie, celle des échanges de savoir faire entre les hommes qui se rencontrent en « face à face ».

Le logarithme de cette énergie, $\text{Log } (d \cdot V^2)$, illustre la performance économique du territoire. Les autres motifs de déplacement liés à des activités économiques tels que recevoir un enseignement, faire des affaires, effectuer des achats de biens ou de services sont liés à des univers de choix d'emplois spécifiques : enseignants, emplois tertiaires, emplois de vente qui, à des coefficients près, peuvent être rapportés aux emplois totaux. On trouve à nouveau des performances de type $\text{Log } (d \cdot V^2)$.

Une corrélation impressionnante entre utilités brutes liées aux destinations économiques commodément accessibles et suppléments de salaire ou de PIB.

Le libellé de l'utilité économique brute annuelle des déplacements domicile travail

Le nombre N_{it} de déplacements annuels pour le motif domicile travail et travail domicile est égal à **396**.

Le coefficient α° pour les déplacements domicile travail et travail domicile est égal à **6**.

On obtient donc :

$$U_i = U_i^1 = (C_{0i}^\circ / \alpha^\circ) \cdot \text{Log } E_i^{90} = (C_{0i}^\circ / 6) \cdot \text{Log } E_i^{90}.$$

$$U_{it} = U_{it}^1 = N_{it} \cdot (C_{0i}^\circ / \alpha^\circ) \cdot \text{Log } E_i^{90} = 396 \cdot (C_{0i}^\circ / 6) \cdot \text{Log } E_i^{90} = 66 \cdot C_{0i}^\circ \cdot \text{Log } E_i^{90}$$

Le libellé de l'utilité économique brute annuelle associée à tous les déplacements à vocation économique

La performance économique liée à tous les déplacements à vocation économique s'exprime sous la forme :

$$U_i^{te} = U_i^{1te} = N_i^t.(C_{0i}^o/\alpha^o).\text{Log } E_i^{90} + N_i^m.(C_{0i}^o/\alpha^o_m).\text{Log } E_i^{90}_m + N_i^n.(C_{0i}^o/\alpha^o_n).\text{Log } E_i^{90}_n + \dots)$$

Pour chaque motif de déplacement m, il existe un nombre de déplacements annuels, un coefficient α_m spécifique et un nombre d'emplois adapté à l'intérieur de l'isochrone 90 (emplois tertiaires pour le motif affaires, emplois d'enseignants pour le motif instruction, emplois de vendeurs pour le motif achat, ...).

C'est ainsi que le nombre de déplacements annuels par ménage effectués en jour ouvrable pour motifs économiques est de 1432 :

- 396 pour le motif travail,
- 215 pour le motif affaires professionnelles,
- 222 pour le motif éducation
- 599 pour le motif achats de biens, services et loisirs urbains.

et, pour mémoire, 88 déplacements pour motif loisirs verts effectués en jour ouvrable portant le nombre de déplacements totaux annuels par ménage en jour ouvrable à 1520.

Le coefficient α^o_m est de :

- 6 pour le motif travail,
- 7 (7,02) pour le motif affaires professionnelles,
- 10 (10,02) pour le motif enseignement,
- 10,9 (10,86) pour le motif achats, services et loisirs urbains
- (9,54 pour la moyenne harmonique de ces trois motifs),

et pour mémoire: 8,76 pour le motif loisirs verts.

Afin d'établir une comparaison entre l'utilité de tous les déplacements à vocation économique et l'utilité des seuls déplacements domicile travail, on peut chercher à déterminer un nombre moyen annuel de déplacements domicile travail équivalents, N_i^{te} , qui, appliqué à $(C_{0i}^o/\alpha^o).\text{Log } E_i^{90}$, permet de retrouver une valeur très proche du résultat obtenu par addition des utilités de chacun des motifs de déplacement à vocation économique.

On trouve, en procédant ainsi, les résultats suivants.

Le nombre de déplacements totaux annuels à vocation économique est de 1432.

Il est composé de **396** déplacements domicile travail et travail domicile et de 1036 déplacements à vocation économique de type affaires, enseignement, achats, services.

Les 1036 déplacements à vocation économique autres que domicile travail donnent naissance à 651 déplacements équivalents, en maintenant les attracteurs originaux $E_i^{90}_m, E_i^{90}_n \dots$, et en adoptant $\alpha^o = 6$, et à **568** déplacements équivalents, en adoptant, de plus, comme attracteur de référence, le nombre d'emplois totaux E_i^{90} .

Le nombre de déplacements annuels équivalents, en maintenant les attracteurs originaux $E_i^{90}_m, E_i^{90}_n \dots$, et en adoptant $\alpha^o = 6$, est ainsi de $396 + 651 = 1047$.

En se référant à l'attracteur E_i^{90} et en adoptant $\alpha^o = 6$, il est de $396 + 568 = \mathbf{964}$.

Le rapport entre ce dernier nombre et celui des déplacements pour le motif domicile travail et travail domicile est égal à **2,4343**, soit exactement **le rapport moyen entre le supplément de salaire annuel net et le supplément de PIB par actif par rapport aux zones rurales isolées effectivement observé (2,4310 : la différence est de 1,25 pour mille)**.

Des observations effectuées par mes soins en 1994 sur seize agglomérations françaises de taille croissante font apparaître **une corrélation remarquable** entre l'utilité des déplacements calculée selon la méthode du Log Somme appliquée aux déplacements domicile travail et à tous les déplacements à vocation économique dans ces différentes agglomérations et les suppléments de salaire ou de PIB publiés par l'INSEE par rapport aux zones rurales profondes où les choix sont réduits.

L'étude a été publiée le 1^{er} septembre 1994 sous le titre « Evaluation de l'efficacité économique et environnementale des infrastructures desservant des espaces de vie économiques et récréatifs. Influence de la taille des agglomérations ».

Les **utilités économiques brutes calculées** donnent, dans le cas des déplacements domicile travail, des résultats identiques aux **suppléments de salaires** payés aux actifs lorsqu'on passe d'une zone très faiblement urbanisée à une zone de plus en plus densément occupée et bien desservie. Elles donnent des résultats identiques aux **suppléments de PIB** lorsqu'on prend en considération tous les déplacements à vocation économique : travail, affaires, formation, achat, ... Il y a bien création effective de valeur.

Le salaire résulte, comme on l'a vu, de facteurs tels que **le niveau de formation de l'actif**, le **temps qu'il consacre** à son activité et **la qualité de l'appariement entre ses compétences et les spécificités des emplois commodément accessibles**, c'est-à-dire auxquels il peut accéder dans un temps de transport donné.

Dans un pays comme la France qui a fait son unité au cours de centaines d'années, **le niveau de formation est largement identique** quel que soit le point du territoire considéré. **La durée du travail est également identique**. Elle est même fixée par la loi.

Le salaire des zones rurales isolées W_{or} illustre la valeur de ces deux facteurs et permet, de ce fait, en faisant l'hypothèse réaliste que cette valeur est stable d'un point à l'autre du territoire, de la placer en facteur commun. On peut, dès lors, identifier **l'impact du seul facteur accessibilité**.

En faisant la seule hypothèse que l'utilité brute associée à un déplacement domicile travail : $U_i = (W_{oi}/6) (\text{Log } E_i^{90})$ est égale au supplément de salaire par rapport au salaire des zones rurales isolées, W_{or} , pendant les **4,166 heures de travail liées à ce déplacement**, on peut établir la formule donnant le salaire horaire moyen d'un actif en tout point du territoire.

On a : $4,166 (W_{oi} - W_{or}) = (W_{oi}/6) \text{Log } E_i^{90}$.

D'où:

$$\begin{aligned} W_{oi} - W_{or} &= (W_{oi}/25) \text{Log } E_i^{90} . \\ W_{oi} - (W_{oi}/25) \text{Log } E_i^{90} &= W_{or} . \\ W_{oi} (1 - (\text{Log } E_i^{90}/25)) &= W_{or} . \end{aligned}$$

$$W_{oi} = W_{or} (1/(1 - \text{Log}E_i^{90}/25)) .$$

$W_{0i} = W_{0r} (1 + \text{Log}E_i^{90}/25 + (\text{Log}E_i^{90}/25)^2 + \dots)$, W_{0r} étant le salaire d'un actif dans une zone rurale isolée, illustrant l'impact des facteurs formation et durée de travail sur l'ensemble du pays.

La formulation $W_{0i} = W_{0r} (1/(1 - \text{Log}E_i^{90}/25)) = W_{0r} (1 + \text{Log}E_i^{90}/25 + (\text{Log}E_i^{90}/25)^2 + \dots)$ atteint, sur les seize agglomérations de taille croissante étudiées, un **taux de détermination très élevé: $R^2 = 0,99$, avec une qualité statistique de l'estimation exceptionnelle (***)**.

Toutefois, cette formulation découle de l'équation: $4,166 (W_{0i} - W_{0r}) = (W_{0i}/6) \text{Log} E_i^{90}$ qui présente la caractéristique de comporter le terme W_{0i} à gauche et à droite de l'équation. On peut donc considérer qu'elle présente le risque d'être endogène.

On peut supprimer ce **caractère endogène** en évaluant une solution dans laquelle le salaire dans la partie droite de l'équation est pris égal à la valeur constante, W_{0r} , des zones rurales isolées.

Le taux de détermination obtenu dans ce cas atteint: **$R^2 = 0,78$, avec une qualité statistique de l'estimation exceptionnelle (***)**. Il s'agit encore d'un excellent résultat.

La formulation devient: $W_{0i} = W_{0r} (1 + \text{Log}E_i^{90}/25)$.

Elle correspond en fait au **premier terme** du développement en série de la formulation complète: $W_{0i} = W_{0r} (1 + \text{Log}E_i^{90}/25 + (\text{Log}E_i^{90}/25)^2 + (\text{Log}E_i^{90}/25)^3 \dots)$.

On peut également supprimer ce **caractère endogène** en remplaçant W_{0i} dans la partie droite de l'équation par une valeur W_{0i} obtenue, dans chacune des seize agglomérations étudiées, en adoptant comme base le salaire observé en 1966, c'est-à-dire 24 ans avant 1990 (variable instrumentale).

On trouve dans ce cas un **taux de détermination $R^2 = 0,65$, plus faible mais témoignant encore d'une nette régression statistique, avec toujours avec une qualité statistique de l'estimation exceptionnelle (***)**.

La formulation $W_{0i} = W_{0r} (1/(1 - \text{Log}E_i^{90}/25)) = W_{0r} (1 + \text{Log}E_i^{90}/25 + (\text{Log}E_i^{90}/25)^2 + \dots)$ présente donc bien les caractéristiques d'une corrélation de haute qualité avec les salaires observés.

Quant aux relations de causalité, le bon sens peut servir en l'occurrence de guide.

Les débats, à dire d'experts, conduit à une forte probabilité que la causalité aille dans le sens de l'accessibilité vers les salaires et non l'inverse, sauf à considérer que les populations à forts revenus se concentrent sur des territoires à faible accessibilité afin d'exercer une influence suffisante permettant d'améliorer les infrastructures de ces territoires et d'accroître ainsi leur accessibilité.

Il faut dans ce cas faire l'hypothèse que ces personnes acceptent au moment de leur installation une qualité de desserte inférieure à celle qu'elles souhaiteraient dans l'espoir hypothétique d'un développement futur de ces infrastructures.

On pourra compléter cette règle de bon sens par des **études ex post au moment de la mise en service d'infrastructures afin d'apprécier l'apparition de création de valeur au moment de ces mises en service.**

C'est ce que les études sur A87 et A89, présentées ci-après, ont fait clairement apparaître.

En multipliant le salaire horaire par le nombre d'heures travaillées annuellement, soit 1650 heures, produit de 396 déplacements annuels domicile travail par 4,1666 heures de travail associées à un déplacement, on trouve:

- $Sal_{oi} = Sal_{or} (1/(1 - LogE_i^{90}/25))$.
- $Sal_{oi} = Sal_{or} (1 + LogE_i^{90}/25 + (LogE_i^{90}/25)^2 + \dots)$, Sal_{or} étant le salaire d'un actif dans une zone rurale isolée.

Cette formule permet de reconstituer avec une très haute précision le salaire moyen annuel d'un actif au sein des seize agglomérations étudiées et plus généralement au sein de l'ensemble des agglomérations françaises.

En appliquant le même type de raisonnement que pour le Domicile Travail à tous les déplacements à vocation économique, travail, affaires, achats, enseignement, dont l'utilité brute cumulée est égale à la différence entre le PIB par actif des zones étudiées et celui des zones rurales isolées, on obtient:

- $PIB_{oi} = PIB_{or} (1/(1 - LogE_i^{90}/25))$.
- $PIB_{oi} = PIB_{or} (1 + LogE_i^{90}/25 + (LogE_i^{90}/25)^2 + \dots)$, PIB_{or} étant le PIB par actif dans une zone rurale isolée.

Cette formule permet de reconstituer avec une très haute précision le PIB moyen annuel d'un actif au sein des seize agglomérations étudiées et plus généralement au sein de l'ensemble des agglomérations françaises.

Une illustration de cette corrélation sur l'ensemble des communes de France et de neuf pays voisins d'Europe : les cartes des performances économiques des territoires.

En utilisant des bases de données géographiques permettant de déterminer les territoires accessibles en une heure à partir du centre de chaque commune de France et de neuf pays voisins d'Europe et en décomptant, à l'intérieur de chacun de ces territoires, les actifs publiés par l'INSEE ou par EUROSTAT, on peut déterminer la valeur de l'utilité des déplacements à vocation de travail et plus généralement des déplacements à vocation économique incluant les affaires, les achats, l'enseignement. Chaque commune est illustrée par la valeur de l'utilité annuelle des déplacements à vocation économique ayant comme origine ou destination un emploi de cette commune (accessibilité aux actifs et aux membres du ménage associés). Le résultat de ces calculs fait l'objet de représentations cartographiques particulièrement pédagogiques.

En France, la carte des utilités économiques des déplacements illustre la puissance de l'Ile de France et celle des grandes métropoles régionales. On voit également que les zones rurales proches des zones urbaines tirent bénéfice de leurs univers de choix et atteignent des pertinences économiques satisfaisantes. Seules les zones rurales profondes dont les densités de population sont très faibles ne bénéficient pas de cet effet.

On trouve une très bonne corrélation entre les PIB calculés et les PIB publiés par l'INSEE au niveau de chaque région de programme.

Lorsqu'on prend comme référence les départements, des disparités apparaissent. C'est ainsi qu'en Île de France, le département des Hauts-de-Seine offre un PIB supérieur à celui calculé. En Seine-Saint-Denis, c'est l'inverse qui se produit.

Une simulation des salaires annuels effectuée par la SETEC sur 4800 communes françaises de plus de 2000 habitants fait clairement apparaître cette dispersion au niveau communal. On a pu en établissant le rapport entre le salaire observé et le salaire calculé déterminer un coefficient de spécificité locale qui traduit statistiquement le rapport des facteurs formation et durée de travail par rapport à la base nationale. On retrouve bien ainsi les disparités ressenties au sein de certaines communes défavorisées ou a contrario au sein de communes favorisées.

Dans les pays voisins, l'Espagne présente une structure voisine de celle de la France, c'est-à-dire celle d'un pays faiblement peuplé dont les agglomérations sont le moteur du développement. L'Italie du nord, l'Allemagne, le Benelux et l'Angleterre témoignent de la puissance des zones densément peuplées, très bien irriguées par des infrastructures modernes. Les études de corrélation avec les PIB n'ont pas été effectuées dans ces pays voisins.

Une cohérence avec les résultats obtenus par Daniel G Graham sur les 50 plus grandes métropoles US

Daniel J Graham, avec 3 autres chercheurs, a publié en Décembre 2015, un article sur le thème : « Agglomeration, accessibility and productivity: evidence for large metropolitan areas in the US »

Il a étudié au sein des 50 métropoles les plus importantes des Etats-Unis les relations entre le salaire des actifs, w_{it} et des facteurs tels qu' U_{it} , agglomération urbaine, déclinée sous deux formes, D_{it} , densité d'emplois, ou A_{it} , accessibilité aux emplois, E_{it} , éducation, K_i , spécificité de l'activité dans la zone, H_{it} , coût de la vie, λ_t , hétérogénéité temporelle annuelle, μ_i , effets d'hétérogénéité spatiale non pris en compte. $w_{it} = f(U_{it}, E_{it}, K_i, H_{it}, \lambda_t, \mu_i)$

D J Graham a fait appel à des variables instrumentales qui se sont avérées assez proches des variables réelles et a pu ainsi identifier les effets liés aux différents facteurs testés.

Il a clairement montré les effets de l'accessibilité sur les salaires.

Sur les 50 plus grandes aires urbaines des Etats Unis, il a ainsi trouvé qu'une augmentation de l'accessibilité de 10%, en termes de nombre d'emplois accessibles dans un temps de transport donné, conduisait à une augmentation des salaires de **0,96%**.

L'application de la formule $W_{oi} = W_{or} (1/(1 - \text{Log } E_i^{90}/25))$ donne de son côté les résultats suivants:

Cas d'une agglomération dont l' E_i^{90} de 1 000 000 d'emplois passe à 1 100 000 emplois (+ 10%) :

Hypothèse de 1 000 000 emplois : $W_{oi} = W_{or} \times 2,23524$

Hypothèse de 1 100 000 emplois : $W_{oi} = W_{or} \times 2,25445$

Différence en valeur absolue : $W_{or} \times 0,01921$

Différence en valeur relative : $W_{or} \times 0,01921 / W_{or} \times 2,23524 = 0,00859 = \mathbf{0,859\%}$.

Cas d'une agglomération dont l' E_i^{90} de 5 000 000 emplois passe à 5 500 000 emplois (+ 10%):

Hypothèse de 5 000 000 emplois : $W_{oi} = W_{or} \times 2,61095$

Hypothèse de 5 500 000 emplois : $W_{oi} = W_{or} \times 2,63720$

Différence en valeur absolue : $W_{or} \times 0,02625$

Différence en valeur relative : $W_{or} \times 0,02625 / W_{or} \times 2,61095 = 0,01005 = \mathbf{1,005\%}$.

On obtient ainsi une progression de **0,859 %** des salaires dans le cas de l'augmentation de l'accessibilité de 10 % au sein d'une agglomération dont le nombre d'emplois commodément accessibles est de 1 000 000 et de **1,005 %** dans le cas d'une augmentation de l'accessibilité de 10 % au sein d'une agglomération dont le nombre d'emplois commodément accessibles est de 5 000 000, à comparer à **0,96%**.

La concordance est ainsi d'une très grande qualité.

Cette concordance est clairement à porter au crédit de la formule : $W_{oi} = W_{or} (1/(1 - \text{Log } E_i^{90}/25))$.

Des contrôles a posteriori qui confirment la création de valeur

On retrouve de façon différentielle la création de valeur lorsqu'on met en service de nouvelles infrastructures de transport pertinentes : autoroutes par exemple. A l'ouverture de telles infrastructures, les entreprises, à nombre d'emplois donnés, c'est-à-dire sans créer de nouveaux établissements, deviennent plus performantes et créent de la valeur ajoutée.

Des contrôles a posteriori de la création de valeur ont été notamment réalisés avec beaucoup de soin sur deux autoroutes récemment mises en service. Il s'agit de l'autoroute A87 entre Angers et la Roche sur Yon et de l'autoroute A89 entre Bordeaux et Clermont Ferrand. L'analyse a porté sur l'évolution dans le temps de la TVA par emploi payée par les entreprises, donc sur l'évolution de la valeur ajoutée, au sein des cantons situés à proximité de l'autoroute, à moyenne distante ou à distance éloignée. Les données ont été fournies par la Direction générale des finances publiques sur une période de temps de 8 ans encadrant la mise en service des autoroutes.

Les effets conjoncturels ont été effacés en prenant en considération les évolutions enregistrées dans les régions englobant ces autoroutes.

A l'ouverture des ouvrages, les entreprises implantées à proximité, par exemple à moins de 20 minutes d'un échangeur autoroutier, à nombre d'emplois donnés, paient effectivement davantage de TVA par emploi, ce qui illustre la création d'un supplément de valeur ajoutée.

Entre 20 et 40 minutes d'un échangeur, la progression est plus faible. Sur les territoires situés entre 40 et 80 minutes, le rythme de progression ne change pas, ce qui témoigne du fait que la création de richesse à proximité des ouvrages ne se fait pas aux dépens des territoires plus éloignés. L'autoroute induit bien de la richesse endogène, parfaitement identifiable.

Par contre, le rythme de création des emplois est le même quelques soient les territoires concernés. Ce n'est que dans un deuxième temps que le patrimoine résidentiel et d'activité est influencé par la nouvelle infrastructure mise en service.

LES PERFORMANCES NATURELLES

Les destinations à vocation de « loisirs verts »

Si on se penche sur le deuxième aspect, celui du bien-être associé à l'accès à des espaces naturels de qualité, on observe que les résidents sont sensibles à la possibilité d'accéder, dans un temps de transport donné, à une grande diversité d'espaces aquatiques, agricoles ou forestiers. On sait évaluer l'intérêt que les résidents attachent à cet environnement naturel. Cet intérêt varie de façon linéaire lorsque les superficies d'espaces naturels accessibles dans une heure croient multiplicativement.

Rappelons que le nombre de déplacements annuels par ménage effectués en jour ouvrable pour motifs économiques est de 1432 (396 pour le travail, 1036 pour autres motifs économiques (affaires, formation, achats))

Il faut y ajouter 88 déplacements pour motif loisirs verts effectués en jour ouvrable portant le nombre de déplacements totaux annuels par ménage en jour ouvrable à 1520.

Si on tient compte des 132 déplacements pour motif loisirs verts effectués en week-ends, on obtient 220 déplacements annuels pour motif loisirs verts.

Dans le cas des déplacements pour motif loisirs verts, les biens convoités Q_n sont les espaces naturels.

Ce type de déplacement conduit à un sentiment de bien-être.

Lorsque le nombre d'espaces naturels auquel un résident peut commodément accéder double, la satisfaction « ergonomique » qu'il ressent croît d'une quantité donnée. Il y a amélioration de son confort de vie.

Le coefficient α_n° correspondant aux déplacements pour motif « Loisirs verts » est égal à **8,76**.

Le temps moyen de déplacement efficient $2/\alpha_n^\circ$ est de $2/8,76 = 0,2283$ heure $\times 60 = 13,6986$ minutes, très proches de **13,5** minutes efficientes. Le temps du 90^{ème} percentile est de $13,6986 \times 1,92225 = 26,3321$ minutes, très proches de **26,5** minutes efficientes.

L'utilité brute efficiente d'un déplacement pour motifs loisirs verts est ainsi égale à :

$$U_i^1 = (C_{0i}^\circ / \alpha_n^\circ) \text{Log } Q_{ni}^{90}$$

L'utilité nette efficiente correspondante est, de son côté, égale à :

$$S_i^1 = (C_{0i}^\circ / \alpha_n^\circ) (\text{Log } Q_{ni}^{90}) - C_{0i}^\circ 2 / \alpha_n^\circ$$

Dans cette formule, la quantité de biens convoités Q_{ni} est la quantité d'espaces naturels exprimés en ares dénombrables au sein du territoire délimité par l'isochrone qui n'est dépassée que par 10% des résidents de la zone i pour le motif loisirs.

L'unité représentée par un **are** correspond à la situation de référence où le choix du ménage est réduit à celle de l'accès à son logement (en moyenne un are), ce qui est l'illustration d'un **choix d'espace limité au minimum fonctionnel**.

Les espaces naturels n'ont pas tous le même pouvoir d'attraction. Une étude du 13 février 2006 de la Direction régionale de l'équipement d'Ile de France, reposant sur l'analyse des résultats de l'enquête globale de transport de 2001, fait apparaître le besoin de pondérer de la façon suivante les surfaces d'espaces naturels aquatiques, agricoles et forestiers :

- Espaces aquatiques : **9,2048**
- Espaces agricoles : **1,1395**
- Espaces forestiers : **0,1794**

On multipliera donc les surfaces aquatiques, agricoles et forestières, exprimées en ares, par ces coefficients respectifs pour déterminer le nombre d'ares d'espaces naturels équivalents, à introduire dans la quantité Q_i^{88} servant à la formulation de l'utilité des espaces naturels.

Le libellé de l'utilité ergonomique brute annuelle associée à tous les déplacements à vocation Loisirs verts.

Il convient de multiplier le résultat associé à un déplacement pour loisirs verts à partir d'une zone i par le nombre de déplacements annuels effectués pour ce motif à partir de cette zone, soit 220.

$$\text{On obtient ainsi : } U_{iv}^1 = 220. (C_{0i}^\circ / \alpha_n^\circ) \text{ Log } Q_{ni}^{90}$$

Le calcul a été effectué **pour chaque commune de France** en déterminant les territoires accessibles dans le **90^{ème} percentile** et en dénombrant les espaces naturels au sein des territoires ainsi délimités. Chaque commune est illustrée par la valeur de **l'utilité annuelle des déplacements à vocation de « loisirs verts »** effectués à partir de cette commune.

Les **zones rurales** offrent **des valeurs de haut niveau**, ce qui est naturel. Mais les grandes métropoles donnent des résultats très satisfaisants alors qu'on pouvait s'attendre au contraire.

En réalité, les schémas d'urbanisme **des grandes métropoles** comportent de vastes espaces naturels protégés.

Compte tenu de la puissance des infrastructures de transport, **la diversité des espaces naturels commodément accessibles y est élevée.**

L'univers des choix d'espaces naturels peut être ainsi exprimé sous une forme analogue à celle obtenue pour les destinations à fonction économique. Le territoire commodément accessible est proportionnel au carré de la vitesse de déplacement. La quantité d'espaces naturels accessibles est égale à la densité d'espaces naturels, s , multipliée par le carré de la vitesse, $s.V^2$.

Le logarithme de cette énergie spatiale, **Log (s.V²)**, traduit le sentiment de bien-être. Les schémas d'urbanisme, lorsqu'ils sont bien conçus, réservent des espaces naturels abondants, protégés par le droit. Lorsque les réseaux de transport sont puissants, on observe que la quantité d'espaces naturels à laquelle un résident urbain peut accéder, dans un temps de transport donné, n'est guère différente de celle auquel peut prétendre un résident d'une zone rurale. L'accès à la nature est ainsi relativement bien équilibré au sein du territoire national.

LE POIDS DES NUISANCES : LE CERCLE VERTUEUX

Si on se penche enfin sur le troisième aspect, celui des nuisances induites, on observe qu'il s'agit là d'un facteur qui peut être bien maîtrisé, si on affecte à cette action une partie raisonnable des richesses produites grâce à une bonne desserte des territoires.

Il est en effet important de bien prendre conscience de certains ordres de grandeur.

Le poids des nuisances

Au niveau de l'ensemble de la France, lorsque la création des richesses produites par l'échange de savoir faire entre les hommes pèse 750 MM€ par an (en euros 2000) (base 100), la valorisation des coûts de transport (temps et argent cumulés) représente 250 MM€ (33%), dont 167 MM€ (22%) de valorisation du temps passé dans les transports et 83MM€ (11%) de dépenses monétaires, y compris 30 MM€ (4%) de dépenses énergétiques, et le poids des nuisances représente 26 MM€ (3,5%), dont 15 MM€ (2%) pour l'insécurité routière, 7,5 MM€ (1%) pour le bruit et la pollution et 3,75 MM€ (0,5%) pour l'effet carbone, sur la base de 100 € par tonne de gaz carbonique émis, soit 366 € par tonne de carbone, ce qui constitue une valorisation unitaire très élevée, quatre fois supérieure à celle envisagée par le gouvernement au moment de l'élaboration du projet de taxe carbone.

Le cercle vertueux

Il suffit donc d'affecter à la lutte contre les nuisances une part raisonnable de la création de richesse pour obtenir des effets bénéfiques très significatifs. C'est le cercle vertueux. On peut à la fois obtenir une économie florissante et créer un cadre environnemental de très haute qualité.

Par contre, au nom du facteur 3,5 %, on ne peut envisager de porter atteinte au facteur 100 %. En tout état de cause, les infrastructures nouvelles doivent être de haute qualité environnementale afin d'éviter d'induire des nuisances. Il convient également d'associer à leur réalisation la requalification des rues et avenues traditionnelles dans le but de réaliser de véritables projets d'urbanisme et d'environnement urbain.

COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS PAR LA VALORISATION DE L'ACCESSIBILITE AUX TERRITOIRES ET PAR LES GAINS DE TEMPS

Cette comparaison a été faite par la Direction régionale de l'équipement d'Île de France en 1994 sur l'autoroute A16 au nord de l'Île de France.

Elle a été faite par le Centre d'études technique de l'équipement du Sud-Ouest en 2011 sur l'autoroute A65 entre Langon et Pau.

Le cas de l'autoroute A16 au nord de l'Île de France

Gains de coût généralisés par rapport aux flux de déplacement prévus à l'ouverture de l'autoroute (identiques aux flux observés avant l'ouverture de l'autoroute) :

2,117 MF/Jour

Gains de coût généralisés par rapport aux flux de déplacement prévus après l'ouverture de l'autoroute (tenant compte de l'augmentation des portées de déplacement à nombre de déplacements inchangé) :

4,195 MF/Jour

Moyenne : 3,156 MF/Jour

Méthode de valorisation de l'accessibilité aux territoires

Gains d'utilité nette : $S^2 - S^1 = 2,905$ MF/Jour

Augmentation des coûts généralisés de déplacement : $C^2 - C^1 = 0,858$ MF/Jour

Gains d'utilité brute : $U^2 - U^1 = 3,763$ MF/Jour

On constate que la moyenne (3,156 MF/jour) des gains de coûts généralisés observés le jour de l'ouverture de l'autoroute (2,117 MF/jour) et des gains censés être observés quelques années après l'ouverture (4,195 MF/jour), moyenne qui caractérise le résultat de l'évaluation traditionnelle tenant compte des gains à l'ouverture et des phénomènes d'induction des portées de déplacement intervenant quelques années après (phase 2) est **très proche des gains d'utilité nette** calculés directement en application de la théorie des choix discrets (2,905 MF/jour) (phase 2).

Le cas de l'autoroute A65 entre Langon et Pau

Par la **méthode traditionnelle de valorisation des gains de temps** à la mise en service puis après induction des déplacements, le CETE du Sud-ouest trouve, à l'horizon 2020, la valeur suivante : 88 millions d'euros (en euros 2000).

Méthode de valorisation de l'accessibilité aux territoires. Evaluation de l'utilité brute réalisée par le CETE du Sud-Ouest

Horizon d'évaluation : 2000, résultats exprimés en euros 2000 : 56 millions d'euros,

Horizon d'évaluation : 2010 (date de mise en service de l'autoroute), résultats exprimés en euros 2000 : 70 millions d'euros

Horizon d'évaluation : 2020, résultats exprimés en euros 2000 : 88 millions d'euros

Méthode de valorisation de l'accessibilité aux territoires. Evaluation de la valorisation de l'utilité nette (environ 80% de l'utilité brute)

Horizon d'évaluation : 2000, résultats exprimés en euros 2000 : 45 millions d'euros,

Horizon d'évaluation : 2010 (date de mise en service de l'autoroute), résultats exprimés en euros 2000 : 56 millions d'euros

Horizon d'évaluation : 2020, résultats exprimés en euros 2000 : 70,5 millions d'euros

La méthode de valorisation de l'accessibilité aux territoires donne ainsi **des résultats légèrement plus faibles** que ceux de l'évaluation des gains de coûts généralisés de déplacement selon la méthode traditionnelle, tout en restant dans des ordres de grandeur semblables. Il faut remarquer que le cas de l'A65 est le cas ultime d'une autoroute interurbaine desservant un territoire très peu urbanisé.

Comparaison de la valorisation de l'accessibilité aux territoires et de celle des gains de temps

La valorisation de l'accessibilité aux territoires **conduit bien à remplacer au bout de quelques années** la valorisation des gains de temps enregistrés **à la mise en service d'une infrastructure.**

On ne peut envisager, sous aucune forme, d'ajouter à la valorisation des gains de temps à l'ouverture d'une infrastructure de transport tout ou partie de la valorisation de l'accessibilité aux territoires. Les deux phénomènes **sont substitutifs et non additifs**, même partiellement.

II B : L'APPLICATION A DE GRANDS PROJETS D'INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

Montrons sur 4 exemples l'intérêt de ces méthodes d'évaluation. Je ne ferai que présenter les cartes illustrant les résultats obtenus, sans en commenter l'élaboration.

L'ÉVALUATION DE LA DOUBLE BOUCLE DE METRO RAPIDE DU GRAND PARIS

Globalement la double boucle provoque un accroissement de richesse, à l'horizon 2025, en euros et base par actif 2008, de 2 076 Millions d'euros par an, soit, en euros et base par actif 2000, de 1 620 Millions d'euros par an (1/1,28116).

A l'horizon 2020, horizon de référence adopté pour tous les autres projets d'Île de France décrits ci-après, les performances économiques s'élèvent à 1474,87 millions d'euros (1620,41/1,09868 sur la base d'une progression en volume du PIB, retenue dans l'étude, de 1,9 % par an entre 2020 et 2025)

Le total des performances économiques et naturelles s'élève à 1644,48 millions d'euros par an à l'horizon 2020, les résultats étant exprimés en euros et base économique 2000.

L'investissement, en euros 2000, est estimé de son côté à $19\,230/1,3828 = 13\,907$ millions d'euros HT et à 16 633 millions d'euros HT, en intégrant la part actualisée des gros renouvellements.

Le taux de rentabilité annuel est ainsi de 9,89 % et le temps de retour de 10,11 années.

LES PROBLEMES EN SUSPENS : LA LIGNE A GRANDE VITESSE PARIS NORMANDIE

Le gouvernement a décidé de réaliser une ligne ferrée à grande vitesse entre Paris et la Normandie. Il a confié à Réseau ferré de France le soin d'effectuer les études préalables. La solution recommandée prévoit une liaison entre la gare Saint-Lazare, Nanterre la folie et la gare actuelle de Mantes la Jolie avant que la liaison à grande vitesse rejoigne Rouen par la rive gauche puis se dirige vers le Havre. Une branche est prévue en direction de Caen.

En euros 2000, à l'horizon 2020, le projet ainsi défini crée 598,41 millions d'euros de richesses économiques par an et 66,71 millions d'euros de richesse naturelles par an, les résultats étant exprimés en euros 2000. Le total des performances économiques et naturelles s'élève ainsi à 665,12 millions d'euros par an. L'investissement en euros 2000 est estimé à

6862,1 millions d'euros HT. Le taux de rentabilité annuel est de 8,10% et le temps de retour de 12,3 ans. La rentabilité atteinte reste ainsi relativement modérée.

On peut évaluer une solution d'avenir visant à implanter une ligne à grande vitesse unifiant l'Île de France et la Normandie, constituant ainsi une agglomération de 14 millions d'habitants.

Le projet relie Roissy Charles-de-Gaulle à Rouen en 32 minutes, le Havre en 45 minutes et Caen en 1h05. La gare Saint-Lazare est elle-même reliée à Rouen, via La Défense, en 32 minutes. 7 millions d'habitants sont reliés dans l'heure. Rouen est à 32 minutes de Caen.

Le projet ainsi défini crée 4383,3 millions d'euros de richesses économiques par an et 502,7 millions d'euros de richesses naturelles à l'horizon 2020, les résultats étant exprimés en euros 2000. Le total des performances économiques et naturelles s'élève ainsi à 4886,0 millions d'euros par an. L'investissement en euros 2000 est estimé à 7514,5 millions d'euros HT et à 8987,4 millions d'euros HT, en intégrant la part actualisée des gros renouvellements. Le taux de rentabilité annuel est de 54,37% et le temps de retour de 1,8 année.

Cette solution s'avère particulièrement performante car elle connecte toutes les agglomérations importantes de la Normandie avec le coeur de la capitale parisienne et l'aéroport Roissy Charles-de-Gaulle.

Ce projet pourrait être conjugué avec l'implantation d'une LGV raccordant les pôles existants ou à créer au sein de la grande couronne Est d'Île de France.

La LGV Paris Normandie, élargie à la LGV de contournement par l'Est de l'Île de France, devrait présenter une rentabilité socioéconomique plus faible que la seule LGV Paris

Normandie mais atteignant encore environ 39%, ce qui conduit à la possibilité de concéder la totalité du projet.

LES PROBLEMES EN SUSPENS : LA QUATRIEME TANGENTIELLE AUTOROUTIERE DE L'ÎLE DE FRANCE ENTRE L'A6 ET L'A1

Dans les zones de faible densité, seul le transport individuel est apte à désenclaver ces zones et à les raccorder aux pôles structurants reliés par LGV. C'est dans le cadre de cette stratégie que s'inscrit la réalisation de la quatrième tangentielle autoroutière de l'Île de France entre l'autoroute A1 et l'autoroute A6.

Le projet induira 273,97 millions d'euros de richesses économiques supplémentaires par an, 68,99 millions d'euros de création de richesses touristiques et 90,41 millions d'euros de performances logistiques, soit un total de 433,36 millions d'euros par an à l'horizon 2020, les valeurs étant exprimées en euros 2000.

Le coût de l'ouvrage est estimé à 826,5 millions d'euros HT, en euros 2000, et à 988,5 millions d'euros HT en intégrant la part actualisée des gros renouvellements.

Le taux de rentabilité immédiate atteint ainsi la valeur de 43,84 % par an, ce qui témoigne de l'exceptionnelle rentabilité de ce type d'ouvrage.

Le temps de retour est d'à peine 2,28 années.

LES PROBLEMES EN SUSPENS : L'ÉLARGISSEMENT DES AUTOROUTES : L'EXEMPLE DE LA FRANCILIENNE ENTRE L'AUTOROUTE A6 ET L'AUTOROUTE A1.

Au cours des 10 dernières années, de faibles dotations budgétaires ont été consacrées à l'amélioration des autoroutes en service. La situation se dégrade régulièrement à tel point qu'un accès satisfaisant aux gares du Grand Paris Express est lui-même menacé. Il apparaît donc nécessaire d'améliorer le réseau autoroutier existant en l'élargissant au sein des emprises actuelles tout en réduisant les nuisances phoniques en implantant des écrans anti-bruit généralisés. Dans cette optique et à titre d'exemple d'un programme de cette nature, a été évalué l'élargissement à deux fois quatre voies de la Francilienne entre l'autoroute A1 et l'autoroute A6.

L'évaluation s'effectue en comparant deux situations, celle qu'on observerait si aucun élargissement n'était entrepris, conduisant à une réduction de la vitesse d'écoulement sur la francilienne à l'horizon 2020 et celle qu'on observerait si on réalisait un élargissement à 2 fois 4 voies, susceptible de répondre aux besoins à moyen et long terme.

Le projet induira, à l'horizon 2020, 449,74 millions d'euros de richesses économiques supplémentaires par an, 123,44 millions d'euros de richesses touristiques supplémentaires et 148,41 millions d'euros de performances logistiques, soit un total de 721,59 millions d'euros par an, ce qui témoigne de l'exceptionnel impact d'un tel projet.

Le coût de l'ouvrage est estimé à 1001,5 millions d'euros HT en euros 2000 et à 1197,8 millions d'euros HT en intégrant la part actualisée des gros renouvellements.

Le taux de rentabilité immédiate s'établit ainsi à la valeur exceptionnelle de 60,25 % par an, ce qui correspond à un temps de retour de 1,66 année.

II C : EN GUISE DE CONCLUSION

A l'issue de cette réflexion sur la valorisation de l'accessibilité aux territoires, en prenant notamment l'exemple de la région capitale, on constate que des transports performants et écologiquement vertueux peuvent être un puissant facteur de vitalité économique de notre pays tout en permettant une protection efficace de notre planète. Il faut donc poursuivre simultanément les deux objectifs d'une économie prospère et d'une écologie ambitieuse.

III: L'EVOLUTION DE L'URBANISATION DES TERRITOIRES

L'évolution de l'urbanisation des territoires porte sur la 3^e phase des interactions entre les territoires et les transports, celle qui succède à la deuxième phase, reposant sur la valorisation de l'accessibilité aux territoires, à patrimoine bâti donné. Elle ne contredit pas cette deuxième phase mais montre comment elle lui succède harmonieusement, illustrant le phénomène de création d'un patrimoine résidentiel ou d'activité nouveau dont la vitalité dépend très fortement de la valorisation de l'accessibilité aux territoires.

L'exposé comporte trois parties :

A : la présentation du modèle d'évaluation de l'urbanisation des territoires « JP Pays »,

B : la reconstitution des tendances d'urbanisation au cours des dix dernières années,

C : la prévision des tendances d'urbanisation en Béarn et en Bigorre entre 2010 et 2030.

III A: LE MODELE D'EVALUATION DE L'URBANISATION DES TERRITOIRES « JP PAYS »

0 : Les modèles de développement urbain

De nombreux modèles de développement urbain existent, la plupart inspirés de modèles anglo-saxons, et l'un d'entre eux développé par un grand groupe français. Ces modèles sont peu pratiqués en France.

Ils sont généralement assez complexes car ils traitent à la fois de phénomènes relevant de la phase 2 des interactions entre les territoires et les transports tels que l'évolution dans le temps de l'occupation d'un patrimoine d'activité donné (« firmographie » des entreprises) ou de l'occupation d'un patrimoine résidentiel donné (évolution socioéconomique de l'occupation d'un patrimoine donné) et de phénomènes relevant de la phase 3 des interactions, celle de la création d'un patrimoine donné, qu'il soit d'activité ou qu'il soit résidentiel.

On peut citer notamment les modèles :

- Urbansim,
- Pirandello.

Il est proposé ci-après de présenter un modèle de développement relativement simple, dénommé JP Pays, qui ne traite que de la phase 3 des interactions entre les territoires et les transports, celle de la création d'un patrimoine nouveau d'activité ou résidentiel. Il vise à déterminer les tendances d'urbanisation dans chacune des zones composant le territoire étudié en prenant en considération l'offre d'urbanisation inscrite dans les documents d'urbanisme et en mettant en œuvre, pour évaluer le rythme de transformation de cette offre juridique en urbanisation effective, des facteurs positifs tels que la valorisation de l'accessibilité aux territoires des zones étudiées et des facteurs négatifs tels que le coût de viabilisation de ces zones pour les rendre physiquement urbanisables. La valorisation de l'accessibilité aux territoires qui détermine les performances économiques et de bien-être des zones étudiées découle de la mise en œuvre de la méthode d'évaluation des interactions entre les territoires et les transports de phase 2. Il y a ainsi une continuité méthodologique dans l'approche proposée.

1 : Les caractéristiques générales du modèle de développement urbain JP Pays

Le modèle de développement urbain JP Pays repose sur la confrontation entre une demande d'urbanisation globale qui s'exprime en besoins de mètres carrés de plancher résidentiels ou d'activité à construire au niveau d'un vaste périmètre d'étude, par exemple une région, et une offre d'urbanisation qui est locale et qui s'exprime au niveau d'une multitude de décisions politiques communales prises au moment de l'élaboration des plans locaux d'urbanisme sous la forme de mètres carrés de planchers résidentiels ou d'activité autorisés à la construction.

Soit A l'aire d'étude sur laquelle porte l'évaluation de la demande globale de construction D exprimée en besoins de mètres carrés de planchers **sur une période de temps donnée**.

Soit j les zones au sein desquelles s'expriment les offres locales d'urbanisation O_j sous la forme de mètres carrés de planchers autorisés à ce même horizon de temps, produit des surfaces ouvertes à l'urbanisation et des coefficients d'occupation des sols autorisés.

Soit C_j le nombre de mètres carrés susceptibles d'être construits sur cette période au sein d'une zone j ouverte à l'urbanisation.

C_j est par définition proportionnel à la demande D globale et à la probabilité P_j que cette demande s'exprime au sein de la zone j .

On a $C_j = D.P_j$

On se place dans l'hypothèse où il n'y a pas de pénurie d'offre, c'est-à-dire dans l'hypothèse où la somme des capacités d'accueil O_j des zones j ouvertes à l'urbanisation est supérieure à la demande globale D .

On s'assure ainsi que la demande peut être entièrement satisfaite :

$\sum_j C_j$ est égal à $\sum_j D.P_j = D < \sum_j O_j$

Le modèle repose sur le calcul de la **probabilité P_j d'affectation de la demande globale D à l'offre O_j au cours d'une période de temps donnée.**

Cette probabilité s'écrit :

$$P_j = O_j e^{\beta(S_j + Q_{ej} - V_{iaj})} / \sum_j O_j e^{\beta(S_j + Q_{ej} - V_{iaj})},$$

formule dans laquelle :

- P_j désigne la probabilité d'affectation de la demande globale D à la zone j à un horizon de temps donné ;
- O_j désigne l'offre de la zone j en m^2 de planchers autorisés dans cette zone j à cet horizon;
- S_j désigne les performances économiques et naturelles nettes de la zone j au sens de la deuxième phase des interactions entre les territoires et les transports, celle des appariements entre actifs et emplois et celle des appariements entre actifs (et membres du ménage associés) et espaces naturels, qui s'expriment, pour les performances par actif (ou par ménage), sous la forme d'une utilité économique et naturelle nette annuelle par actif au sein de la zone j , en euros/an/actif, et pour les performances par emploi, en euros/an/emploi;
- Q_{ej} désigne la qualité environnementale de proximité de la zone j . Elle se traduit par une valorisation environnementale de proximité qui s'exprime généralement sous la forme d'un pourcentage, en plus ou en moins, de la valorisation annuelle nette de l'accessibilité;
- V_{iaj} désigne l'amortissement annuel du coût de viabilisation de la zone j pour la rendre urbanisable, exprimé en euros par an et par actif, auquel est ajouté l'amortissement annuel des charges foncières ;
- β est un coefficient qui permet de reconstituer dans le temps les évolutions urbaines observées et qui permet donc de calibrer le modèle ;

$\sum_j O_j e^{\beta(S_j + Q_{ej} - V_{iaj})}$, placé au dénominateur de la probabilité d'urbanisation de chaque zone j , permet, sur l'ensemble des zones j , d'obtenir un cumul des probabilités égal à 1.

La probabilité d'affectation de la demande globale D à la zone j va donc dépendre de l'étendue de l'offre d'urbanisation de cette zone j et de trois facteurs, l'un positif, l'autre positif ou négatif, le troisième négatif.

Le premier facteur est constitué par les performances économiques et naturelles annuelles de la zone j. Plus ces performances sont élevées, plus l'intérêt qu'elle présente pour un candidat résident ou employeur est élevé.

Le deuxième facteur est constitué par la qualité environnementale de proximité de la zone j. Plus cette qualité est élevée, plus la zone j est attractive. Plus elle est médiocre, moins elle est attractive.

Le troisième facteur est constitué par les charges annuelles de viabilisation et de foncier de la zone j. Plus les charges de viabilisation et de foncier sont élevées, plus l'intérêt porté à la zone baisse.

2 : L'évaluation de la demande globale de mètres carrés de planchers, D, au sein du périmètre d'étude

La demande de mètres carrés de planchers correspond d'une part aux besoins de logement des résidents à satisfaire, d'autre part aux besoins de locaux industriels, commerciaux et publics à prendre en considération.

On peut, dans le premier cas, identifier les besoins de logements individuels et les besoins de logements collectifs.

On peut, dans le deuxième cas, identifier les besoins de mètres carrés de planchers pour activités industrielles ou logistiques, activités tertiaires, activités commerciales, équipements et services publics.

Dans chacun des cas, cette demande est composée de trois termes D1, D2 et D3.

La demande D1 est liée à la compensation de l'obsolescence du patrimoine bâti.

La demande D2 est liée à la prise en compte de l'augmentation de mètres carrés de planchers par habitant ou par emploi, à population et emplois constants.

La demande D3 est liée à la prise en considération de l'augmentation de la population et des emplois.

Cette demande s'exprime sous la forme de besoins de mètres carrés de planchers à construire au cours de la période d'évaluation des tendances d'urbanisation prise en considération : 10 ou 20 ans par exemple. Elle repose sur la détermination de tendances annuelles que l'on multiplie par le nombre d'années que comporte la période d'évaluation retenue.

3 : La détermination de l'offre locale O_j de mètres carrés de planchers autorisés dans les plans locaux d'urbanisme.

La détermination de l'offre d'urbanisation repose sur l'analyse détaillée du contenu des plans locaux d'urbanisme.

La recherche est relativement complexe car, si les plans locaux d'urbanisme comportent très généralement les surfaces ouvertes à l'urbanisation, les coefficients d'occupation des sols ne sont pas toujours identifiés.

Or, on a besoin des coefficients d'occupation des sols (COS) pour déterminer les mètres carrés de planchers autorisés, selon la nature des locaux envisagés : logement (appartements ou maisons individuelles) locaux d'activité (bâtiments tertiaires, équipements publics, bâtiments industriels et logistiques)

Il faut principalement s'adresser, pour obtenir ces renseignements, aux responsables des communautés d'agglomération et des communautés de communes.

Toutefois les données sont rarement disponibles sous forme de bases de données géo localisées.

L'offre locale de mètres carrés de planchers autorisés n'est pas en effet accessible par lecture directe dans les documents d'urbanisme établis et publiés par les collectivités locales.

Il faut extraire cette information d'autres bases de données en les croisant, lorsqu'elles existent, avec les documents d'urbanisme numérisés.

La plus riche d'information est la base de données BD Topo de l'Institut géographique national. Elle décrit le territoire national à la résolution de 50 cm et à la précision de localisation d'un mètre. Elle permet d'identifier les espaces bâtis et les espaces non bâtis. On peut croiser cette information avec le zonage urbain numérisé des documents d'urbanisme dont disposent les directions départementales des territoires et de la mer.

Il faut, pour procéder à ces analyses, faire appel à un système d'information géographique.

Il convient de procéder tout d'abord à la détermination des surfaces constructibles brutes.

Trois cas de figure sont à distinguer :

- Les communes relevant du règlement National d'Urbanisme (RNU) ;
- Les communes relevant d'une carte communale ;
- Les communes relevant d'un Plan Local d'Urbanisme (PLU).

Ayant déterminé les surfaces constructibles brutes, intégrant les voiries et les infrastructures de transport qui desservent ces espaces, on détermine les surfaces constructibles nettes, c'est-à-dire, les surfaces constructibles, exclusion faite des espaces de voirie et de transport.

On détermine ensuite la part de ces surfaces constructibles nettes affectées à des fonctions résidentielles et à des fonctions d'activité.

On détermine enfin, à partir des surfaces constructibles nettes, les mètres carrés de plancher constructibles, en utilisant les coefficients d'emprise au sol des bâtiments et les coefficients d'occupation des sols, que la Base de données BD Topo permet d'établir en utilisant un système d'information géographique performant, travaillant en 3 dimensions.

4 : La détermination des performances économiques et naturelles S_j des zones j.

La détermination des performances économiques et naturelles des zones j ouvertes à l'urbanisation s'effectue en appliquant la méthode de valorisation de l'accessibilité aux territoires qui est au cœur de la phase 2 des interactions entre les territoires et les transports, celle des appariements à patrimoine d'activité et résidentiel donné.

Ces performances illustrent l'effet positif qui résulte de l'établissement de relations entre les hommes et de l'amélioration des conditions d'accès à la nature grâce aux infrastructures de transport qui irriguent un territoire.

Cet effet traduit le bénéfice que l'homme retire de la possibilité d'accéder à un univers de destinations convoitées en augmentation constante dans un temps de transport qui ne varie pas. Le choix qu'apporte la diversité des destinations constitue un amplificateur de la richesse produite grâce aux « cerveaux, bien formés qui travaillent », socle de l'activité des hommes. Il s'agit d'un quatrième facteur « en synergie » qui constitue le facteur amplificateur d'efficacité qu'apporte un territoire correctement desservi. Ce facteur explique l'attractivité d'un site bien desservi car l'actif résident peut percevoir, s'il s'implante au sein d'un tel site, un salaire amélioré comme en témoignent les relations observées entre les performances économiques et les suppléments de salaires perçus dans les zones bien desservies par rapport aux zones rurales isolées.

De même, un territoire bien desservi permet aux hommes d'accéder commodément à la nature et d'en retirer un sentiment de bien-être d'autant plus élevé que l'univers des espaces naturels accessibles dans un temps donné est important et diversifié.

Les performances économiques et naturelles peuvent faire l'objet de deux familles d'évaluation.

Elles peuvent être évaluées en adoptant comme référence un actif (ou un ménage). Dans ce cas, pour les performances économiques, les univers de destinations évalués sont constitués par le nombre d'emplois accessibles dans un temps de transport donné à partir du lieu de résidence. Pour les performances naturelles, il s'agit de la quantité d'espaces naturels accessibles à partir du lieu de résidence.

Les résultats obtenus qualifient alors l'intérêt économique et naturel qu'un actif attache à la zone j étudiée. Ce critère sera donc employé pour évaluer les tendances d'urbanisation associées à l'évolution du patrimoine résidentiel.

Les performances économiques et naturelles peuvent être également évaluées en adoptant comme référence un emploi. Dans ce cas, pour les performances économiques, les univers de destinations évalués sont constitués par le nombre d'actifs accessibles dans un temps de transport donné à partir du lieu de travail. Pour les performances naturelles, il s'agit de la quantité d'espaces naturels accessibles à partir du lieu de travail.

Les résultats obtenus qualifient alors l'intérêt économique et naturel qu'un employeur attache à la zone j étudiée. Ce critère sera donc employé pour évaluer les tendances d'urbanisation associées à l'évolution du patrimoine d'activité.

En fait, si on désire réaliser des études fines de localisation des patrimoines d'activité, il apparaît souhaitable de déterminer les performances économiques associées à différents motifs de déplacement (achats, services, travail industriel, travail tertiaire), ce que l'on peut réaliser en identifiant les emplois associés à ces différents motifs.

Ce sont les utilités nettes annuelles qui sont prises en considération dans la modélisation du développement urbain, notamment les utilités nettes liées à l'ensemble des déplacements à vocation économique et les utilités nettes liées à l'ensemble des déplacements à vocation loisirs verts.

Pour la détermination des performances économiques et naturelles des zones j ouvertes à l'urbanisation, il convient de se reporter aux développements de la phase 2.

Par exemple, pour un déplacement domicile-travail issu de j , la formulation est du type : S_j (utilité nette) = $C_{0j}^{\circ}/\alpha^{\circ} \text{Log } A_j$, avec $A_j = \sum_k E_k e^{-\alpha^{\circ} C_{jk}/C_{0j}^{\circ}}$, et de la forme : U_j (utilité brute) = $C_{0j}^{\circ}/\alpha^{\circ} \text{Log } e^2 A_j = C_{0j}^{\circ}/\alpha^{\circ} \text{Log } E_j^{90}$. E_j^{90} est le nombre d'emplois convoités dénombrés au sein du territoire qui n'est dépassé que par 10% des actifs de la zone j (ou symétriquement 10% des employés de cette zone). U_j , multiplié par le nombre de déplacements annuels effectués par un actif, est corrélée au supplément de salaire observé par rapport aux zones rurales isolées. Le coût généralisé moyen d'un déplacement domicile travail issu de j est égal à $(C_{0j}^{\circ}/\alpha^{\circ}) \cdot 2$. L'utilité brute annuelle défalquée du coût généralisé des déplacements annuels donne l'utilité nette annuelle (pour l'ensemble des déplacements à vocation économique, dont l'utilité brute est corrélée au supplément de PIB par rapport aux zones rurales isolées, et pour les déplacements à vocation de loisirs verts, source de bien-être, bien vouloir consulter les développements de la phase 2).

5 : La détermination de la qualité environnementale locale Q_{e_j} des zones j .

Il est souhaitable pour rendre encore plus pertinent le modèle de développement urbain d'introduire comme facteur positif d'attractivité la qualité environnementale Q_{e_j} des zones j ouvertes à l'urbanisation.

La qualité de l'environnement local peut être estimée en procédant à des enquêtes auprès des résidents ou des entreprises, procédé long et coûteux. On dispose en fait d'une méthode bien plus rapide qui a été mise au point à l'occasion d'une étude en date d'Octobre 2010 réalisée sous maîtrise d'ouvrage de la sous-direction du développement durable de la direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages, portant sur la valorisation foncière résultant des infrastructures de transport.

Cette étude fait clairement apparaître une corrélation linéaire entre les prix des maisons individuelles et des appartements et l'utilité nette ou brute découlant de la valorisation de l'accessibilité aux zones étudiées.

La corrélation est de bonne qualité sous réserve de prendre en considération, dans la détermination de l'utilité, le salaire horaire net publié par l'INSEE de l'actif résidant dans la zone étudiée. Or ce salaire va lui-même dépendre à la fois du niveau d'accessibilité physique offert par la zone j étudiée et de la qualité de son environnement local. En identifiant dans le salaire C_{0j}° la part qui résulte strictement du niveau d'accessibilité physique, c'est-à-dire en appliquant la corrélation observée entre C_{0j}° et $\text{Log } E_j^{90}$ sous la forme : $C_{0j}^{\circ} = C_{0r}^{\circ} (1 + \text{Log } E_j^{90}/25 + (\text{Log } E_j^{90}/25)^2 + \dots)$, on peut déterminer un coefficient supérieur ou inférieur à 1, Q_{e_j} , qui illustre la qualité ou le faible niveau de qualité de l'environnement local.

On peut considérer que les facteurs ainsi identifiés aujourd'hui grâce à ces corrélations perdurent à horizon de 10 ou 20 ans. On peut également envisager de les faire évoluer en fonction de l'effort d'amélioration de l'environnement décidée par les pouvoirs publics. Si ces facteurs dits d'environnement ne peuvent pas être déterminés, on peut en première approximation tenir compte exclusivement dans le modèle de développement urbain des performances économiques et naturelles telles que définies par la méthode d'évaluation des interactions de phase 2 entre territoires et transports.

6 : La détermination des charges annuelles de viabilisation et de foncier, V_{ia_j}

Les charges annuelles de viabilisation et de foncier de chaque zone j constituent le facteur résistant dans la fonction d'appariement entre la demande globale de mètres carrés de plancher et l'offre locale de mètres carrés de plancher autorisés dans les documents d'urbanisme locaux.

Il est toutefois relativement difficile d'obtenir les charges annuelles de viabilisation des terrains ouverts à l'urbanisation, commune par commune.

On constate par ailleurs que les coûts de réalisation des patrimoines bâtis sur les terrains ouverts à l'urbanisation ne sont pas indépendants du site sur lequel ils sont réalisés. Au-delà d'une constante, la densité de la zone concernée a un effet significatif sur le coût de construction lui-même. La valeur du foncier intervient en fait également comme facteur résistant.

Il a donc été jugé pertinent de prendre en considération l'amortissement annuel sur longue période (25 ans) du patrimoine bâti lui-même, incluant les coûts de foncier et de viabilisation, ce qui constitue un ordre de grandeur du poids de l'amortissement sur 10 ans des coûts associés à ce foncier et à cette viabilisation.

Cette orientation est d'autant plus justifiée que les prix des patrimoines bâtis sont directement accessibles dans la base Perval de Notaires de France, tout au moins pour un nombre significatif de communes, suffisant pour établir une formule de régression permettant d'estimer le coût d'amortissement des patrimoines bâtis dans l'ensemble des communes françaises.

La base Perval permet de disposer des prix des appartements anciens et neufs, des maisons anciennes et des terrains à bâtir sur environ 600 communes du territoire français. Seulement 180 parmi les 5316 communes de la zone d'étude des régions Aquitaine et Midi Pyrénées disposent d'informations dans cette base.

Afin d'obtenir des valeurs immobilières moyennes pour les communes qui ne disposent pas d'information dans la base Perval, on réalise une régression sur les données disponibles, en cherchant à déterminer si des facteurs tels que la densité de la population de la commune et la proximité de la mer ont une valeur explicative.

Pour le prix des maisons anciennes (par actif/ménage) on obtient par exemple, à l'horizon 2010, une régression significative en fonction de la densité de population de la commune et de la proximité de la mer.

III B : LA RECONSTITUTION DES TENDANCES D'URBANISATION AU COURS DES 10 DERNIERES ANNEES

L'application du modèle JP Pays a été effectuée au sein des régions Aquitaine et Midi Pyrénées au cours de l'année 2013.

1 : Caractéristiques du territoire d'évaluation et objectifs poursuivis

Les caractéristiques du territoire évalué sont rappelées ci-dessous :

Caractéristiques de la zone d'études

	Aquitaine	Midi-Pyrénées	Ensemble
Superficie (km ²)	41 300	45 347	86 647
Population (2010)	3 232 352	2 881 756	6 044 108
Nombre de communes	2 296	3 020	5 316

Source : INSEE.

L'objectif poursuivi consiste à calculer, selon le modèle d'évaluation préconisé, le nombre de mètres carrés de plancher construits, commune par commune, au cours de la période 2000 2010, d'une part pour les logements, d'autre part pour les locaux d'activité, et de comparer cette évaluation de mètres carrés prévus aux mètres de carrés réellement construits au cours de la période 2000 2010 tels que recensés dans la base Sitadel.

Cet objectif est donc ambitieux puisqu'il concerne un vaste territoire et un nombre de communes très important de 5316 communes.

2 : L'évaluation de la demande globale de mètres carrés de plancher au cours de la période 2000 2010

L'évaluation de la demande globale de mètres carrés de plancher est réalisée:

- d'une part pour les logements
- d'autre part pour les locaux d'activité.

Cette évaluation est faite département par département, puis globalisée au niveau de chaque région et enfin au niveau des deux régions, c'est-à-dire au niveau du territoire d'étude.

2-1 : La demande globale de mètres carrés de plancher de logements sur la période 2000 2010

Pour illustrer le calcul de la demande, on peut prendre le cas du département des Pyrénées Atlantiques.

La demande totale sur 10 ans résultant de la prise en compte des termes D1, D2 et D3 s'élève à 6 271 328 m² de plancher à satisfaire au titre des besoins globaux des résidents du département des Pyrénées Atlantiques.

On peut ex post contrôler le réalisme de cette estimation globale des besoins de mètres carrés de plancher de logements en observant le nombre de mètres carrés construits pendant ces 10 ans au sein des Pyrénées Atlantiques. Si certains de ces besoins trouvent satisfaction dans les départements voisins, la réciproque est vraie. Certains des besoins des départements voisins trouvent place dans le département des Pyrénées Atlantiques. On peut estimer que ces flux s'équilibrent. Les mètres carrés construits au sein du département devraient ainsi donner une idée réaliste des besoins des résidents du département lui-même.

On obtient les comparaisons suivantes :

Ecarts entre les demandes observées (mètres carrés globaux construits) et calculées

Période	Population	Demande calculée (m2)	Constructions observées (m2)	Ecart (%)
2000	604 249			
2001	609 605	628 701	508 164	24%
2002	614 850	627 470	498 590	26%
2003	620 208	638 412	456 544	40%
2004	625 669	649 393	528 922	23%
2005	631 335	666 358	528 793	26%
2006	636 849	663 532	604 903	10%
2007	643 090	712 485	687 926	4%
2008	647 420	607 707	719 046	-15%
2009	650 356	530 127	561 068	-6%
2010	653 515	547 143	479 058	14%
		6 271 328	5 573 014	13%

D'après le tableau de résultat ci-dessus, on remarque un écart de 13% entre la demande calculée et la demande dite observée (flux Sit@del). Cet écart varie entre 10% et 17% dans les autres départements.

Cet écart se justifie car, selon le chef de bureau adjoint, au Commissariat général au développement durable, les valeurs disponibles dans la base Sit@del sont sous-estimées d'environ 15% par rapport à la réalité. Le fait d'aménager les combles d'une maison, par exemple, ne nécessite pas toujours un permis de construire mais augmente tout de même les m² habitables dans cette maison.

Il faut par ailleurs remarquer que la demande dite « observée » est identifiée par les m² construits effectivement, qui ne correspondent pas forcément exactement à la satisfaction des besoins. On constate traditionnellement que la demande n'est pas totalement couverte par l'offre.

2-2 : La demande globale de mètres carrés de plancher d'activités sur la période 2000 2010

L'évaluation de la demande en utilisant les trois facteurs d'obsolescence, de confort et d'augmentation du nombre d'emplois au cours des dix années écoulées s'avère plus difficile que dans le cas de la prévision de la demande globale de mètres carrés de plancher pour les logements.

En appliquant des formes linéaires d'évaluation des demandes de mètres carrés de planchers par nature d'activité et en additionnant les valeurs obtenues, on peut estimer les demandes de mètres carrés de planchers au cours des années 2000-2010, (hors locaux agricoles).

Le total de la demande estimée sur les deux régions Aquitaine-Midi Pyrénées s'élève à 31 411 842 m² de plancher.

Le total des mètres carrés construits au cours de la période s'élève à 28 710 879 m².

La demande estimée est ainsi globalement supérieure de 9,4% au nombre de mètres carrés construits au cours de la période tels qu'indiqués dans Sitadel.

3 : L'évaluation de l'offre locale de mètres carrés de plancher inscrite dans les documents d'urbanisme à l'horizon 2000

L'évaluation de l'offre de mètres carrés de plancher inscrits dans les documents d'urbanisme locaux est effectuée selon la méthode faisant principalement appel à l'interprétation, grâce à un système d'information géographique, de la base de données BD Topo de l'Institut géographique national.

Le calcul des surfaces constructibles dépend du règlement qui s'applique à chaque commune. Trois cas de figure se présentent :

Communes relevant du Règlement National d'Urbanisme (RNU).

Communes relevant d'une Carte Communale.

Communes relevant d'un Plan Local d'Urbanisme (PLU).

Le système d'information géographique et les bases de données utilisées sont les suivantes :

- Système d'information géographique : Logiciel professionnel ArcGis.

- Base de données décrivant la composition physique des communes : Base de Données Topographiques (BD TOPO) de l'Institut géographique national, relative aux régions Aquitaine et Midi-Pyrénées. Cette base contient une description en 3D, à la résolution de 50 cm et à la précision d'un mètre, de tout l'espace bâti et naturel.

- Base de données décrivant le zonage urbain dans les communes dotées d'un Plan local d'urbanisme : description sous forme numérique du zonage avec indication notamment des zones « U » et « AU » des communes relevant d'un PLU ou d'un POS.

La procédure mise en œuvre grâce à ce système d'information géographique et à ces bases de données a permis d'identifier les surfaces constructibles au sein des 5316 communes composant les régions Aquitaine et Midi Pyrénées, dont 1087 relevant du règlement national d'urbanisme, 1815 de cartes communales et 2409 d'un Plan local d'urbanisme ou d'un Plan d'occupation des sols.

4 : L'évaluation de la valorisation nette et brute de l'accessibilité aux biens convoités (emplois, actifs, espaces naturels) à partir de chaque commune j

Dans le cas des régions Aquitaine et Midi Pyrénées, la valorisation de l'accessibilité aux territoires a été calculée préalablement à la mise au point du modèle « JP Pays ». Elle l'a été dans le cadre de l'évaluation des grandes infrastructures de transport autoroutières ou ferroviaires envisagées pour desservir le Piémont Pyrénéen.

On n'a donc pas besoin de procéder à cette évaluation, qui est déjà réalisée tant pour l'ensemble des déplacements à vocation économique que pour les déplacements à vocation de loisirs verts.

Il faut simplement prendre en considération l'évaluation de la valorisation de l'accessibilité aux territoires d'Aquitaine et de Midi Pyrénées à l'horizon 2000, date du début de la période de reconstitution des tendances d'urbanisation. Cela implique de prendre comme référence de

la valorisation de l'accessibilité le réseau autoroutier ne comportant pas l'autoroute A65 mise en service au cours de l'année 2010.

Comme, dans l'évaluation de l'autoroute A65, l'horizon de référence pris en considération est l'horizon de mise en service de l'ouvrage, 2020, il convient de diviser par 1,5758 l'ensemble des valorisations de l'accessibilité aux territoires calculées pour cette évaluation, afin de les situer à l'horizon 2000, en euros 2000.

Rappelons qu'on peut, en première approximation, adopter la valorisation brute de l'accessibilité aux territoires plutôt que la valorisation nette prévue dans la formulation de la probabilité d'urbanisation de chaque zone j .

En effet, la valorisation brute est la somme de la valorisation nette et du coût généralisé de déplacement moyen $(C_{0j}^{\circ}/\alpha^{\circ}) \times 2$, qui est une constante K .

Dans l'expression $P_j = O_j \times e^{\beta(S_j + Q_{ej} - V_{iaj})} / \sum_j O_j \times e^{\beta(S_j + Q_{ej} - V_{iaj})}$, $S_j + K$ donne naissance à un facteur $e^{\beta K}$ apparaissant au numérateur et au dénominateur, ce qui n'influe pas sur le résultat.

En toute rigueur, il faudrait que C_{0j}° soit identique quel que soit la zone j considérée, ce qui n'est pas exactement le cas. Mais l'erreur ainsi commise est du second ordre.

Dans le cas de l'évaluation du modèle « JP Pays », c'est la valorisation brute de l'accessibilité aux biens convoités pour tous motifs économiques et pour loisirs verts qui est prise en considération.

5 : L'évaluation de la qualité de l'environnement local de chaque commune j

Les facteurs qualifiant la qualité de l'environnement local de chaque commune n'ont pas été pris en considération, pour des questions d'absence de disponibilité de cette information. Seules les communes de l'agglomération bordelaise avaient en effet fait l'objet préalablement d'une telle évaluation.

Il est certain que la qualité de la reconstitution des tendances d'urbanisation aurait été positivement influencée par la prise en considération de tels facteurs.

La valorisation brute de l'accessibilité aux territoires calculée au moment de l'évaluation de l'A65 l'a été en prenant en compte une valeur du salaire horaire net de l'actif résultant du calcul strict de l'impact de l'accessibilité sur ce salaire, en adoptant comme base de référence le salaire horaire net d'un actif résidant au sein d'une zone rurale isolée. Cette valorisation ne tient donc pas compte du salaire horaire net publié par l'INSEE au niveau communal, qui intègre de fait la qualité de l'environnement local.

Il serait sûrement utile de procéder à une reconstitution des tendances d'urbanisation en intégrant ces facteurs caractérisant l'environnement local.

6 : L'évaluation des charges annuelles de viabilisation de chaque commune j et d'amortissement des valeurs foncières

L'évaluation du patrimoine bâti au sein de la commune qui intègre les charges de viabilisation, les charges foncières et la valeur du bâti lui-même sur les espaces ouverts à l'urbanisation repose sur l'emploi de la base Perval, base des références immobilières du Notariat.

Cette base permet également de passer des références de prix 2010 aux références de prix 2000 à prendre en considération dans la présente reconstitution.

Rappelons que le choix adopté pour le calcul de l'amortissement annuel des charges foncières et de la viabilisation de l'espace ouvert à l'urbanisation, V_{iaj} , est celui d'amortir sur longue période (25 ans) le patrimoine bâti lui-même incluant non seulement les charges de viabilisation, les charges foncières mais également les coûts de construction, ce qui donne un ordre de grandeur du poids de l'amortissement sur 10 ans des charges foncières et des coûts

de viabilisation (représentant en moyenne 40% de la valeur annuelle de l'amortissement du patrimoine bâti sur 10 ans).

Extrait du calcul des coûts Via par actif et par an (2000 et 2010)

Code commune	Commune	Surface urbaine calculée (km ²)	Population 2010	Densité (hab/km ²)	Proximité de la mer	Valeur patrimoniale bâtie total par actif	Via par année par actif par an 2010	Via par année par actif par an 2000
INSEE	LIB-GEO	Aire Urbaine	2010	2010	1 ou 0	2010	2010	2000
9003	L'Aiguillon	0.63	392	616	0	166 749	6 670	3 335
31555	Toulouse	86.03	441802	5 135	0	305 733	12 229	6 115
33063	Bordeaux	33.44	239157	7 151	0	397 350	15 894	7 947
64122	Biarritz	8.65	25306	2 925	1	842 937	33 717	16 859
64445	Pau	19.24	81166	4 218	0	301 401	12 056	6 028
65440	Tarbes	12.88	43034	3 340	0	214 365	8 575	4 287

7 : La qualité de la reconstitution des tendances d'urbanisation, commune par commune

7-1 : Le calage du modèle pour les logements

La somme des écarts absolus $\sum_j E_{c_j}$ ne représente **que 2%** de la somme de la demande globale observée (flux sit@del), **ce qui est satisfaisant**.

L'objectif est de diminuer la somme des carrés des écarts ($\sum_j E_{c_j}^2$), en faisant varier le paramètre β . Soit ($E_{c_j}^2$) l'écart absolu au carré pour une commune j entre les mètres carrés calculés par le modèle (C_j) et celui qui est réellement construit entre (2000 et 2010) flux sit@del.

Les premiers résultats obtenus sont :

$$\beta = 0,043627$$

$$\sum_j E_j^2 = 784\,152\,016\,805$$

La somme des carrés des écarts, ($\sum_j E_{c_j}^2$), reste significatif entre les mètres carrés construits calculés et les mètres carrés construits observés par commune. Cet écart est en grande partie engendré par la commune de Toulouse.

Compte tenu des résultats précédents, on introduit un nouveau coefficient d'ajustement lié aux « capitales régionales » noté M_1 . En effet les grandes villes comme Toulouse ont des spécificités qui les rendent un peu plus attractives et qui ne sont pas prises en compte de manière spécifique dans la formulation de référence.

La nouvelle équation de la probabilité se présente sous la forme suivante :

$$P_j = O_j \times e^{[S_j \times (\beta + C_{M1} \times M_1) - \beta \times V_{ia}]} / \sum_j O_j \times e^{[S_j \times (\beta + C_{M1} \times M_1) - \beta \times V_{ia}]}$$

Avec $C_{M1} = 1$ pour la commune de Toulouse, et $C_{M1} = 0$ pour le reste des communes de notre zone d'étude.

Les résultats obtenus sont :

$$\beta = 0,032045$$

$$M_1 = 0,004767$$

$$\sum_j E_j^2 = 542\,477\,401\,980$$

L'ajustement porte ensuite sur les communes périphériques de Bordeaux et de Toulouse (coefficient M_2).

Il porte enfin sur les communes touristiques (T_1), notamment sur les communes côtières.

Le résultat final obtenu est le suivant :

$$\beta = 0,032827$$

$$M_1 = 0,005939$$

$$M_2 = 0,005710$$

$$T_1 = 011756$$

$$\sum_j E_j^2 = 402\,067\,960\,893$$

7-2 : Le calage du modèle pour les locaux d'activité

On suit la même méthodologie que celle utilisée pour le calage du modèle de développement urbain appliqué aux logements.

Le calage respecte les cinq étapes d'ajustement afin de pouvoir diminuer la somme des carrés des écarts ($\sum_j E_c j^2$) entre la demande de m^2 de planchers calculée entre 2000 et 2010 (C_j) et les m^2 de planchers réellement construits entre (2000 et 2010) (flux $sit@del$ observé) pour les locaux d'activité.

On peut ainsi déterminer les coefficients β , M_1 , M_2 et T_1

Le résultat final obtenu est le suivant :

$$\beta = 0,049651$$

$$M_1 = 0,008831$$

$$M_2 = 0,006812$$

$$T_1 = 008982$$

$$\sum_j E_j^2 = 244\,153\,454\,329$$

III C : LA PREVISION DES TENDANCES D'URBANISATION EN BEARN ET EN BIGORRE ENTRE 2010 ET 2030

0 : Les trois scénarios d'offres d'urbanisation et de desserte

Après la mise au point du modèle d'évaluation des tendances d'urbanisation sur la période 2000-2010 au sein des régions Aquitaine et Midi Pyrénées, le maître d'ouvrage a souhaité évaluer, au sein des territoires du Béarn et de la Bigorre :

- sur la période 2010-2020, les tendances d'urbanisation prévisibles dans le cadre des décisions déjà prises en matière d'offre d'urbanisation et de réalisation d'infrastructures de transport

- sur la période 2020-2030, les tendances d'urbanisation prévisibles selon les ambitions plus ou moins grandes des autorités publiques tant en matière d'offres d'urbanisation inscrites dans les documents d'urbanisme que de réalisation des infrastructures de transport associées.

C'est ainsi que sur cette période 2020-2030, trois scénarios S0, S1, S2 ont été proposés, dont on souhaitait connaître les conséquences sur le rythme de construction de logements et de locaux d'activités.

La plus ou moins grande volonté d'urbanisation reposait sur la possibilité de promouvoir tout ou partie de 4 grands pôles d'aménagement en Béarn et de 4 grands pôles d'aménagement en Bigorre, principalement orientés vers l'accueil d'activités technologiques ou tertiaires.

Concernant l'agglomération de Pau, les pôles structurants étaient les suivants :

- pôle « Porte des Gaves » aux abords de la gare actuelle de Pau au sud,
- pôle « Porte de Béarn », centre tertiaire à hauteur de l'échangeur autoroutier de Pau

Centre au nord,

- pôle « Total » autour du centre de recherche actuel du groupe Total,
- pôle « aéroportuaire » à proximité de l'Aéroport Pau Pyrénées.

Concernant l'agglomération du Grand Tarbes, les pôles structurants étaient les suivants :

- consolidation du « pôle actuel » de Tarbes,
- consolidation du « pôle actuel » de Lourdes,
- pôle « Porte de Bigorre », centre tertiaire à hauteur de Tarbes Ossun,
- pôle « aéroportuaire » à proximité de l'aéroport « Tarbes-Lourdes Pyrénées ».

Scénario 0 : ce scénario, dit au fil de l'eau, repose sur l'idée qu'aucune infrastructure structurante ne sera réalisée d'ici 2020 en Béarn et en Bigorre et que l'offre d'urbanisation sera très légèrement augmentée par rapport à celle inscrite aujourd'hui dans les documents d'urbanisme locaux. Aucun pôle structurant nouveau n'est envisagé.

Scénario 1 : ce scénario prévoit la mise en place partielle de deux des pôles d'urbanisation structurants en Béarn (pôle « Porte des Gaves », et partiellement pôle « Total ») et de deux des pôles d'urbanisation structurants en Bigorre (consolidation des « pôles actuels » de Tarbes et de Lourdes) et d'associer à ces projets la variante B du tracé de la desserte ferroviaire à grande vitesse du Béarn et de la Bigorre, celle desservant par une liaison directe la gare actuelle de Pau au sud et celle desservant la gare actuelle de Tarbes, en réalisant entre ces deux agglomérations une simple déviation ferroviaire à hauteur de Lourdes.

Scénario 2 : il s'agit d'un scénario nettement plus volontariste prévoyant la mise en place intégrale des 4 pôles structurants en Béarn et des 4 pôles structurants en Bigorre et d'associer à ces projets la variante B++ du tracé de la desserte ferroviaire à grande vitesse du Béarn et de la Bigorre, prévoyant notamment une ligne à grande vitesse directe desservant une nouvelle gare au nord de Pau, longeant l'autoroute A64 et desservant directement les pôles structurants.

Le but est de comparer les scénarios en termes de prévisions de mètres carrés de planchers effectivement construits sur la période 2020 2030, afin d'apporter aux décideurs les éléments chiffrés illustrant les conséquences concrètes des orientations d'aménagement envisagées.

L'application du modèle se déroule selon une démarche en 4 étapes :

- Prévision des demandes globales de mètres carrés de logements d'une part et de mètres carrés d'activité de l'autre sur les périodes 2010-2020 et 2020-2030 au sein des régions Aquitaine et Midi Pyrénées,

- Définition de l'offre de mètres carrés de planchers autorisés en Béarn et en Bigorre selon les scénarios S0, S1, S2 appliqués à ces deux territoires,

- Valorisation de l'accessibilité offerte par les infrastructures actuellement en service (Scénario 0), par les infrastructures actuelles, complétées par la variante B de desserte ferroviaire du Béarn et de la Bigorre par une ligne à grande vitesse (Scénario 1), par les infrastructures actuelles, complétées par la variante B++ de desserte ferroviaire du Béarn et de

la Bigorre par une ligne à grande vitesse (Scénario 2). Ces évaluations sont reprises d'études effectuées antérieurement,

- Utilisation du modèle et analyse des résultats.

1 : La prévision des demandes globales de mètres carrés de logements et d'activité sur les périodes 2010-2020 et 2020-2030 au sein des régions Aquitaine et Midi Pyrénées

Cette prévision repose sur les prévisions de croissance de la population et de l'emploi au cours des périodes 2010-2020 et 2020-2030 définies par l'INSEE et sur l'application à ces données économiques de la méthode d'évaluation de la demande de mètres carrés de planchers qui en découle.

1-1 : Les prévisions de croissance de la population et de l'emploi au cours des périodes 2010-2020 et 2020-2030 en Aquitaine et Midi Pyrénées

Ces prévisions sont définies par l'INSEE.

Le taux de croissance annuel moyen (TCAM) de la population par région fait apparaître une croissance future un peu moins soutenue que celle observée sur la période 2000-2010 mais encore importante et plus dynamique que la croissance moyenne pour l'ensemble de la France métropolitaine.

Taux de croissance annuel moyen de la population		
Période	Midi-Pyrénées	Aquitaine
2000-2010	1,1%	1,0%
2010-2020	0,8%	0,6%
2020-2030	0,8%	0,5%

En matière d'emploi, en comparant l'évolution par le passé des deux régions étudiées par rapport à l'évolution de l'emploi en France, on parvient aux prévisions suivantes :

Taux de croissance annuel moyen de l'emploi		
Période	Midi-Pyrénées	Aquitaine
2000-2010	1,2%	1,0%
2010-2020	0,9%	0,7%
2020-2030	0,8%	0,7%

1.2 : La demande globale de mètres carrés de logements et de mètres carrés de locaux d'activités au cours des périodes 2010-2010 et 2020-2030

Deux démarches sont suivies :

Pour le logement : application du modèle analytique de prévision de la demande globale de m² à construire sur la base des prévisions d'évolution de la population présentées au paragraphe précédent,

Pour les locaux d'activité, il s'avère difficile de développer un modèle analytique fiable et les tentatives pour la mise en œuvre d'autres types de modèle n'ont pas abouti. Pour les deux périodes futures, on fait donc l'hypothèse d'une demande constante analogue à celle observée sur 2000-2010, car même si la croissance de l'emploi est un peu moins forte que sur la période passée, les termes d'obsolescence et de confort basés sur le stock identifiés par la méthode analytique sont amenés à contrebalancer cet effet.

Observation et prévision de demande globale de m ² de plancher		
Midi-Pyrénées Aquitaine		
Période	Logement	Activité
2000-2010	49 000 000 m ²	26 000 000 m ²
2010-2020	42 000 000 m ²	26 000 000 m ²
2020-2030	43 000 000 m ²	26 000 000 m ²

2 : L'offre de mètres carrés de planchers autorisés en Béarn et en Bigorre selon les scénarios S0, S1, S2 appliqués à ces deux territoires

Cette offre dépend :

- de la réceptivité en termes de mètres carrés de planchers autorisés dans les documents d'urbanisme des pôles d'urbanisation structurants projetés en Béarn et en Bigorre
- de la part de cette offre programmée selon les scénarios S0, S1, S2 envisagés.

2.1 : La réceptivité des pôles d'urbanisation structurants projetés en Béarn et en Bigorre

Pour l'agglomération Paloise, quatre projets structurants sont envisagés :

- Porte des Gaves :
- Porte du Béarn
- L'aménagement du pôle Total
- L'aménagement d'une zone logistique au sud de l'aéroport « Pau Pyrénées »

Les surfaces de m² de plancher des pôles constructibles **supplémentaires** en 2020, au-delà de la simple compensation du patrimoine nouveau construit durant la période 2010-2020, c'est-à-dire servant de principal support à l'urbanisation entre 2020 et 2030, sont les suivantes :

Pôle	Logement	Activité	Total
Porte des Gaves	14 318 m ²	9 998 m ²	24 316 m ²
Porte du Béarn	80 000 m ²	370 000 m ²	450 000 m ²
Pôle Total	151 894 m ²	279 970 m ²	438 864 m ²
Sud Pau Pyrénées	0 m ²	627 322 m ²	627 322 m ²

Sur les agglomérations de Tarbes Lourdes ainsi que d'Ossun, quatre projets sont également envisagés :

- L'extension de l'urbanisation du centre de la commune de Tarbes
- L'extension de l'urbanisation du centre de la commune de Lourdes
- Le projet Porte de Bigorre
- Le projet d'extension de la zone logistique de l'aéroport Tarbes-Lourdes Pyrénées

Pôle	Logement	Activité	Total
Ext centre Tarbes	128 677 m ²	54 036 m ²	183 713 m ²
Ext centre Lourdes	54 703 m ²	23 526 m ²	78 229 m ²
Porte de Bigorre	0 m ²	150 000 m ²	150 000 m ²
Zone Log aéroport	0 m ²	89 880 m ²	89 880 m ²

2.2 : La part de la réceptivité des pôles structurants d'urbanisation prise en considération selon les scénarios S0, S1, S2

Période 2010-2020

Pour la période 2010-2020, la réceptivité des espaces ouverts à l'urbanisation servant de base à l'identification de l'offre de mètres carrés de planchers autorisés est celle existant aujourd'hui dans les documents d'urbanisme en vigueur.

L'offre est ainsi unique. Les tendances d'urbanisation à l'horizon 2020 sont de ce fait quasiment déterminées. On ne peut envisager de scénarios différenciés qu'après la période 2010-2020.

Période 2020-2030

Pour la période 2020-2030, trois scénarios d'offres d'urbanisation sont envisagés.

Scénario au fil de l'eau, S0

Dans ce scénario qui ne témoigne d'aucune ambition tant au plan de l'offre d'urbanisation que de la réalisation d'infrastructures nouvelles structurantes, la réceptivité des espaces ouverts à l'urbanisation à l'horizon 2020 est supposée identique à celle identifiée à l'horizon 2010. Cela suppose donc que les documents d'urbanisme locaux, tels que les plans locaux d'urbanisme, compensent strictement, par une offre d'urbanisation supplémentaire, la perte de réceptivité des zones actuelles, du fait de la construction d'un patrimoine nouveau durant la période 2010-2020.

Scénario moyennement ambitieux, S1

Ce scénario, au-delà de la simple compensation du patrimoine nouveau construit durant la période 2010-2020, prend en considération une partie de la réceptivité des pôles d'urbanisation structurants tant au sein de l'agglomération de Pau que de celle du Grand Tarbes.

- Concernant l'agglomération de Pau : ce scénario prend en compte le projet « Portes des Gaves » au sud de l'agglomération ainsi qu'une partie de l'aménagement du nouveau Pôle Total au Nord Est de l'agglomération (hors aménagements sur la commune d'Idron et la zone du Hameau).

- Concernant l'agglomération du Grand Tarbes : ce scénario prend en compte l'extension de l'urbanisation des centres des communes de Lourdes et de Tarbes.

Scénario fortement ambitieux, S2

Ce scénario, au-delà de la simple compensation du patrimoine nouveau construit durant la période 2010-2020, prend en considération la totalité de la réceptivité des pôles d'urbanisation structurants tant au sein de l'agglomération de Pau que de celle du Grand Tarbes.

- Concernant l'agglomération de Pau : ce scénario vise à aménager non seulement les abords de la gare actuelle de Pau, projet « Porte des Gaves » mais à créer un deuxième pôle au nord de l'agglomération à hauteur de l'échangeur autoroutier de Pau Centre dénommé « Porte du Béarn ». Ce scénario prévoit aussi l'aménagement de la totalité du pôle Total et la création d'une base logistique au sud de l'aéroport Pau Pyrénées.

- Concernant l'agglomération du grand Tarbes : ce scénario prévoit une consolidation des pôles actuels de Tarbes et de Lourdes tout en promouvant un puissant pôle technologique commun à hauteur de Tarbes Ossun, dénommé « Porte de Bigorre ». Ce scénario prévoit aussi l'extension de la zone logistique de l'aéroport « Tarbes-Lourdes Pyrénées ».

En termes d'offre de m² de plancher supplémentaires, c'est-à-dire au-delà de la simple compensation du patrimoine nouveau construit durant la période 2010-2020, ces scénarios conduisent aux valeurs suivantes à l'horizon 2020, offre qui sert principalement de support aux réalisations entre 2020 et 2030 :

Scénarios	Agglo de Pau	Agglo Grand Tarbes	Total
S0	0 m ²	0 m ²	0 m ²
S1	336 861 m ²	260 942 m ²	597 803 m ²
S2	1 533 502 m ²	500 822 m ²	2 034 324 m ²

3 : La valorisation de l'accessibilité offerte par les infrastructures selon les scénarios S0, S1, S2

Le niveau d'accessibilité aux territoires constitue le moteur des tendances d'urbanisation. La valorisation de cette accessibilité sous la forme du logarithme de la somme des biens convoités accessibles dans un temps de transport donné est le facteur qui est introduit dans le modèle de confrontation de la demande globale de mètres carrés de plancher à construire au cours d'une période donnée et l'offre d'urbanisation au sein des différentes zones accessibles en début de période.

Ces études de valorisation de l'accessibilité ont été réalisées, à l'initiative du maître d'ouvrage, préalablement à l'évaluation des tendances d'urbanisation dans le cadre des études de justification économique et environnementale des différents projets de desserte routière ou ferroviaire du Béarn et de la Bigorre. Ce sont les résultats de ces évaluations qui sont introduits dans le modèle « JP Pays » de détermination des tendances d'urbanisation à horizon de 10 ans et de 20 ans.

Période 2010-2020

Les valorisations de l'accessibilité aux territoires introduites dans le modèle pour déterminer les tendances d'urbanisation à l'horizon 2020 sont celles relatives aux infrastructures de transport en service en début de période, c'est-à-dire à l'horizon 2010.

Il n'existe donc qu'une seule hypothèse de réseau d'infrastructures à prendre en considération. Pour le Béarn et la Bigorre, ce réseau intègre l'autoroute A65 Langon Pau mise en service en 2010. Aucune amélioration du réseau ferroviaire n'est intervenue avant 2010.

Période 2020-2030

Pour la période 2020-2030, comme on l'a déjà indiqué, trois hypothèses d'infrastructures de transport différentes à l'horizon 2020 sont prises en considération. Chacune d'entre elle est associée à chacune des trois hypothèses d'offre d'urbanisation décrites précédemment S0, S1, S2.

C'est principalement sur la nature de la desserte ferroviaire du Béarn et de la Bigorre que les variantes d'infrastructure se différencient.

Le scénario S0, au fil de l'eau, qui n'intègre, en termes d'infrastructures de transport, aucune solution de desserte ferroviaire nouvelle du Béarn et de la Bigorre, repose sur l'accessibilité associée aux infrastructures historiques complétée par l'autoroute A65 mise en service en 2010 ainsi que l'autoroute A650 qui est supposée réalisée en 2020.

Le scénario S1 qui intègre la variante de tracé B de la ligne à grande vitesse de desserte du Béarn et de la Bigorre fait clairement apparaître une accessibilité améliorée des agglomérations de Mont-de-Marsan et de Pau.

Le scénario S2 qui est associé à la variante de tracé B++ de la ligne à grande vitesse de desserte du Béarn et de la Bigorre est celui qui conduit à une accessibilité très largement améliorée des agglomérations de Mont-de-Marsan, de Pau et de Tarbes, c'est-à-dire du Piémont pyrénéen. C'est réellement le scénario qui sert de support à la promotion du Piémont pyrénéen.

4 : L'évaluation de l'amortissement annuel des charges foncières et de la viabilisation de chaque commune j

La détermination des charges de viabilisation est difficile à réaliser directement, sauf lorsqu'existent des zones d'aménagement concerté disposant de bilans précis, ce qui est exceptionnel. Il convient de plus de tenir compte des charges foncières.

Il a donc été jugé préférable de s'appuyer sur les informations disponibles en matière de valeur des patrimoines bâtis dans la base Perval des Notaires et de diviser les valeurs ainsi identifiées par une longue période d'amortissement de 25 ans.

Pour les communes non couvertes par la Base Perval, (elles sont majoritaires), on utilise la formule de régression permettant de trouver la valeur d'un patrimoine bâti à partir de quelques facteurs simples tels que la densité et la proximité de la mer.

Ce sont ces valeurs qui, divisées par 25, conduisent à une estimation de l'amortissement annuel sur 10 ans des charges foncières et des coûts de viabilisation.

5 : Les résultats de la modélisation

Période 2010-2020

Locaux d'activité

Les m² construits sont avant tout localisés au sein des villes centre des agglomérations concernées.

Les prévisions 2010-2020 sont très proches des chiffres observés au cours de la période précédente, 2000-2010, ce qui montre la robustesse de l'outil de prévision.

Logements

Pour la majorité des communes, la prévision de construction de m² de logements sur 2010-2020 est légèrement inférieure à la réalisation observée sur la période 2000-2010 du fait d'une demande globale également inférieure. On reste assez proche cependant du réalisé 2000-2010, ce qui traduit, là aussi, la robustesse du modèle développé.

Période 2020-2030

Locaux d'activité

On constate que la prévision 2020-2030 dans le scénario **S0** est très proche de la prévision 2010-2020, ce qui est conforme aux hypothèses retenues et traduit une situation sans évolution notable de l'offre ou de l'accessibilité.

Pour le scénario **S1**, la prévision de m² construits pour 2020-2030 est supérieure **de 7%** à celle de S0.

Pour le scénario **S2**, l'accroissement de surface construite par rapport à S0 est **très important** et de l'ordre **de 40%**. Ceci est à mettre en relation avec :

- l'offre de m² supplémentaires associée aux projets d'aménagement futurs (2020-2030) qui est plus importante dans le scénario volontariste S2,
- l'impact de l'accessibilité qui est plus important dans le cas du tracé B++ plus performant

L'impact de l'accessibilité est nettement plus sensible pour les locaux d'activités que pour les logements.

Comme on peut le constater, dans certaines communes (Lescar, Ossun), les écarts entre le scénario S2 et le scénario S0 peuvent être **bien supérieurs à l'écart moyen de +40%** obtenu pour l'ensemble des agglomérations concernées.

C'est bien le scénario qui a un puissant impact sur le développement urbain du Piémont pyrénéen et qui devrait être promu si on souhaite éviter le lent décrochage de ce territoire.

Logements

On constate que la prévision 2020-2030 dans le scénario **S0** est très proche de la prévision 2010-2020, ce qui est conforme aux hypothèses retenues et traduit une situation sans évolution notable de l'offre ou de l'accessibilité.

Pour le scénario **S1**, la prévision de m² construits pour 2020-2030 est supérieure **de 4%** à celle de S0.

Pour le scénario **S2**, l'accroissement de surface construite par rapport à S0 est important et de l'ordre de **8%**. Ceci est à mettre en relation avec :

- l'offre de m² supplémentaire associée aux projets d'aménagement futurs (2020-2030) qui est plus importante dans le scénario volontariste S2,
- mais surtout un effet moins sensible par rapport à l'évolution de l'accessibilité pour les logements que pour les locaux d'activités.

Les écarts entre les scénarios S2 et S0 sont relativement homogènes d'une commune à l'autre.

III D : EN GUISE DE CONCLUSION

Des offres d'urbanisation composées de pôles structurés et de trames vertes et bleues associées à des politiques de transport volontaristes et diversifiées permettent de créer une dynamique positive de création d'immeubles de logement de qualité et d'immeubles d'activité accueillants

On peut de la sorte conduire une politique d'aménagement du territoire valorisant à la fois les agglomérations dynamiques au plan économique et les espaces ruraux préservés.

Les outils de simulation de l'évolution de l'urbanisation des territoires peuvent être précieux pour concevoir et qualifier les différentes politiques envisageables.