

Laboratoire
d'Économie des Transports

Vincent BAGARD
Yves CROZET
Elsa LE VAN



Bertrand CHATEAU
Pierre GUILLIER
Bernard SANCHEZ



**Programme de recherche
et d'innovation dans les transports terrestres**

Groupe opérationnel 11 : Politique des transports

**Instruments pour l'évaluation des politiques,
prospective, économie et sociologie de l'innovation**

Phase 1 du programme de recherche

consacré à la construction de scénarios de mobilité durable

***Comment satisfaire les objectifs internationaux de la France en terme
d'émissions de gaz à effet de serre et de pollution trans-frontières ?***

Rapport final

Août 2004

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE	5
1 La problématique d'ensemble	5
1.1 Que faut-il entendre par mobilité durable ?	5
1.2 Quels positionnements au regard de la mobilité durable ?	6
1.3 La technologie "sauveur de l'humanité" ?	6
1.4 Comment construire des scénarios de mobilité durable pour un vrai débat démocratique ?	7
2 Les grandes étapes de la construction des scénarios de mobilité durable.....	8
2.1 Mieux définir la "mobilité durable"	8
2.2 Reprendre, améliorer et compléter les études prospectives menant aux scénarios de mobilité durable : études téléologiques et exploratoires	8
2.3 Construire des scénarios de mobilité durable pour nourrir le débat démocratique	10
2.4 Construire de nouveaux scénarios de mobilité durable ; déduire les implications décisionnelles.....	12
3 Bilan de synthèse de la première phase de la recherche	13
3.1 ACTION 1.1 : établir une synthèse sur la contribution des travaux de prospective à l'élaboration de scénarios de mobilité durable	13
3.2 ACTION 1.2 : Evaluer la contribution des études TEV à la définition de scénarios de mobilité durable utiles à la décision	14
3.3 ACTION 1.3 : <i>Evaluer la contribution des scénarios de mobilité durable de la DRAST à la prise de décision.....</i>	16
3.4 ACTION 1.4 : Identifier les grandes interrogations qui demeurent et formuler les problématiques de recherche afférentes	16
3.5 ACTION 1.5 : Etablir un état des lieux critique sur la perception de la contribution de la technologie à l'établissement des conditions de durabilité dans les études prospectives	18
 LA MOBILITÉ DURABLE : CONTINUITÉS ET RUPTURES	 19
LA CONTRIBUTION DES SCÉNARIOS "TEV" À L'ANALYSE DES TRAJECTOIRES "KYOTO" ET "FACTEUR 4"	20
1 Méthodologie.....	20
1.1 Passagers.....	20
1.2 Marchandises	21
1.3 Cohérence des méthodes	21
2 Quels trafics à l'horizon du protocole de Kyoto et à celui du "facteur 4" ?	22
2.1 Passagers 2050	22
2.2 Marchandises	23
2.3 Commentaires sur les trafics 2050	26
3 Qu'indiquent les projections de consommation énergétique et d'émissions par rapport aux objectifs de Kyoto et du "facteur 4" ?	29
3.1 Commentaires sur les émissions	34
 LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DES TRANSPORTS : BREF DESCRIPTIF ET HYPOTHÈSES RETENUES	 35
1 Avant propos	35
1.1 Les Véhicules à Moteur Thermique.....	35
1.2 Véhicules Electriques à Batteries.....	36
1.3 Véhicules Hybrides.....	37
1.4 La pile à combustible	38
1.5 Les Biocarburants	39
2 Récapitulatif des hypothèses techniques retenues dans la recherche.....	41
2.1 Véhicules légers.....	41
2.2 Véhicules lourds.....	42

2.3	"Well-To-Tank" : les émissions indirectes de CO2 dues aux nouvelles technologies	42
3	La technologie salvatrice : autopsie d'un mythe	44
3.1	Regard sur le passé	44
3.2	Quelles leçons pour la construction de scénarios de mobilité durable ?	46
4	Bibliographie et Webographie	49
LE MODÈLE DE BECKER : UNE MATRICE DE COMPRÉHENSION DE L'ALLOCATION DES TEMPS		51
1	L'approche de G.S. BECKER : le modèle générique	53
1.1	Le modèle générique	54
1.2	La fusion des contraintes : la notion de coût d'opportunité à ne pas travailler	55
2	Implications du modèle en statique	56
2.1	Hausse des coûts d'opportunité et mécanisme de substitution classique	57
2.2	Le double effet revenu : le paradoxe de la non-compensation	59
3	Implications du modèle en dynamique longue	61
3.1	Les indicateurs d'intensité temporelle et monétaire d'une commodité	61
3.2	Les premiers éléments de caractérisation de la commodité loisir	63
4	Bibliographie indicative	65
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE À LA MOBILITÉ DURABLE : QUELS OBJECTIFS, QUELS SCÉNARIOS POLITIQUES ?		66
1	Le développement durable : de l'évidence à la complexité	68
1.1	Une problématique ancienne : de la prise de conscience à la prise de responsabilités	69
1.2	Une problématique multi-facettes : de la sémantique à l'interprétation	72
1.3	Une problématique épistémologique : de la définition à sa transcription	76
1.4	Une problématique conceptuelle : de la convention au contrat	89
1.5	Une problématique à géométrie variable : du global au local	94
1.6	Une problématique de rationalité : de la rationalité procédurale à la rationalité substantielle	96
1.7	Une problématique politique : de l'idéologie à la décision	98
2	La mobilité durable : de la complexité à l'action	98
2.1	La banalisation de la motorisation et ses conséquences	100
2.2	Les stratégies d'actions concrètes	109
2.3	Le rôle clé de l'évaluation : du diagnostic au pronostic	111
2.4	Scénarios politiques et prospectives de la mobilité durable	121
3	Bibliographie et Webographie	137
CONCLUSION GÉNÉRALE		143

INTRODUCTION GENERALE

Cette recherche fait suite à plusieurs travaux entrepris dans le cadre du PREDIT 2, visant à cerner certains aspects de la "mobilité durable". Elle vise à combler les lacunes et assurer les liens nécessaires à l'établissement de scénarios de mobilité durable qui soient à la fois exhaustifs dans leur appréhension de la mobilité, et utiles à la décision.

Prévue pour couvrir trois années de travail, cette recherche a été séparée en trois phases. Nous présentons ici les résultats de la première phase. Avant de rentrer dans le détail de ces résultats, nous les replacerons dans la perspective d'ensemble de cette recherche. Pour cela, nous rappellerons d'abord la problématique générale de la recherche et ses modalités de mise en œuvre.

1 LA PROBLEMATIQUE D'ENSEMBLE

1.1 Que faut-il entendre par mobilité durable ?

Si le concept de "mobilité durable" revient fréquemment dans la littérature et dans les études, ce n'est pas pour autant qu'il traduit la même vision et répond à la même définition. Tant pour les commanditaires de cette recherche que pour ses utilisateurs futurs, il est indispensable d'approfondir ce concept et de le clarifier. Concrètement, il s'agit de bien comprendre la nature des différentes visions qui le sous-tendent, et de préciser comment cette recherche entend se placer parmi ces visions. On distingue ainsi :

- ➔ La vision environnementaliste : nécessaire mais réductrice, même à long terme ; elle se focalise aujourd'hui sur deux problématiques majeures, dont la seconde est effectivement au centre de la première phase de la recherche :
 - Qualité de l'air et santé publique ;
 - Effet de serre et changement climatique.
- ➔ La vision économiste : puissante pour les arbitrages à courts et moyens termes mais fragile, sinon trompeuse à longs termes ; elle est axée aujourd'hui sur deux préoccupations majeures :
 - Monétariser les externalités afin de les réinsérer dans les arbitrages des agents économiques ;
 - Optimiser sous contraintes.
- ➔ La vision sociologiste : met l'homme au cœur de la durabilité, mais butte sur les modalités d'établissement des priorités :
 - Comment s'expriment les arbitrages individuels au regard de la durabilité ?
 - Inégalités et consensus social.

Le développement durable est donc un thème qui tend aujourd'hui à se vulgariser. Ce thème, encore mal défini est source d'interrogations qui appellent alors à une mobilisation scientifique globale regroupant des disciplines multiples. Aujourd'hui encore, les principales initiatives en matière de développement durable ne se cantonnent que trop à des approches politiques et techniques, qui ne donnent en définitive qu'une approche schématique du problème. Le développement durable est approché comme un idéal à atteindre qui nécessite, de par sa définition, de concilier des objectifs environnementaux de biodiversité, des objectifs de justice et d'équité sociale et des objectifs d'optimalité économiques. Or, cette conciliation n'est pas spontanée et est au contraire source de conflit, de telle sorte que d'une définition

qui se veut unitaire on aboutit à des définitions plurielles dans lesquelles les intérêts manquent de cohérence et de compatibilité. De fait, en associant des disciplines différentes aux logiques tout aussi différentes, on se trouve confronté à un problème d'interprétation des termes dans lequel le développement durable devient polysémique. Ainsi, le développement durable devient non seulement difficile à définir (méthodes, indicateurs, temporalités, territoires...), mais est également confronté à un problème de représentation. Ces représentations suscitent alors des discours et des mesures (qu'elles soient réglementaires ou techniques) très différentes, voire en opposition. A la variété des représentations s'ajoutent des disparités profondes entre les échelles territoriales (différences entre les nations et à l'intérieur même des nations), qui rendent difficile l'appropriation du problème.

1.2 Quels positionnements au regard de la mobilité durable ?

Autant de conception de la mobilité durable, autant de positionnements des acteurs. Là aussi, la recherche doit permettre de clarifier à quoi correspondent les différents positionnements, et en quoi ils donnent des clés de lecture sur la dimension décisionnelle des scénarios de mobilité durable à construire. On distinguera plusieurs familles au sein des acteurs :

- ➔ Les experts : leur positionnement au travers des études prospectives indique à quelle "chapelle" et discipline ils appartiennent ; tous contribuent à éclairer les différents pans de la problématique d'ensemble, et l'inventaire de ces positionnements est nécessaire.
- ➔ Les politiques, ceux qu'il faudra convaincre *in fine* si l'on veut s'engager résolument sur la voie de la mobilité durable, sont la plupart du temps sujet à une forme de schizophrénie entre l'action à court terme et le discours à long terme. Ils ont généralement "la foi du charbonnier" dans la technologie pour résoudre les problèmes à long terme... Par ailleurs, il est vraisemblable que la voie de la mobilité durable demandera une modification profonde de paradigme dans le mode de production des politiques, du centralisé au participatif, seule capable de garantir le minimum de consensus social requis.
- ➔ Les autres acteurs : industriels, monde associatif, administrations publiques, seront les vrais acteurs des changements requis par la trajectoire de la mobilité durable. Il importe ici aussi de bien comprendre les positionnements des uns et des autres, leurs intérêts, leurs réticences et leurs oppositions.

1.3 La technologie "sauveur de l'humanité" ?

La technologie est l'alibi préféré des politiques pour éviter les décisions qui, bien que porteuses d'avenir à long terme, sont réputées trop douloureuses à court terme. Plus généralement, on peut établir deux constats quant au rôle qu'on attribue à la technologie pour "régler" les problèmes et assurer la "soutenabilité" à long terme.

- ➔ Premier constat : la technologie est au centre des visions "environnementalistes" ; elle interfère fortement avec la vision "économiste" ; elle est marginale dans la vision "sociologiste"... Le rôle attribué à la technologie est, avant tout, une question de point de vue. L'omniprésence de la technologie dans les études sur la durabilité montre un déséquilibre entre les points de vue. La prégnance de la technologie est aussi affaire d'expérience. La technologie a réglé les problèmes jusqu'ici, pourquoi ça ne continuerait pas ?
- ➔ Autre constat, plus préoccupant : l'absence quasi généralisée d'étude sur les effets rebonds, les effets induits, le déplacement des problèmes, mal connus et peu traités :
 - Performances énergétiques et comportements ;
 - Moins d'émissions par voitures, mais plus de voitures donc de bruit, d'usage de l'espace ;
 - La voiture génératrice d'inégalité.

Bien comprendre les apports et les limites de la technologie dans des scénarios de mobilité durable qui prennent bien en compte les différentes dimensions de la "durabilité" et qui soient utiles à la décision, tel est aussi un des enjeux de cette recherche.

1.4 Comment construire des scénarios de mobilité durable pour un vrai débat démocratique ?

Pour être utiles à la décision, les scénarios de mobilité durable à construire ne doivent pas être des constructions intellectuelles accessibles uniquement à des spécialistes et qui ne visent que les politiques. Ils doivent avant tout permettre de nourrir un véritable débat démocratique, préalable indispensable à l'obtention d'un minimum de consensus social sur la base duquel les politiques pourront prendre toutes les décisions nécessaires, y compris celles jugées aujourd'hui trop "douloureuses".

Un premier défi à relever pour atteindre un tel objectif : réconcilier le mode de pensée "exploratoire" et le mode de pensée "téléologique" .

- Le mode de pensée "exploratoire" consiste à construire des visions du possible à moyen/long terme à partir des germes de changement et d'inflexion que l'on a identifiés dans le présent et l'historique ; C'est le mode de pensée usuel à partir duquel sont prises la majorité des décisions.
- Le mode de pensée "téléologique" consiste à se donner d'abord des objectifs et un état souhaitable à long terme, et à construire à rebours le cheminement permettant de "remonter" de cet état au présent ; c'est un mode de pensée pas nécessairement nouveau, mais pour l'instant réservé à quelques domaines d'application où la dimension stratégique est capitale.

Réconcilier ces deux modes de pensée est un enjeu capital pour la construction de scénarios durables utiles au débat démocratique. Il faut d'abord montrer comment les trajectoires "téléologiques" peuvent s'ancrer dans les germes de changement observés dans le présent et le passé. Il faut ensuite créer une forme de consensus sur les "règles du jeu" : dites-nous où vous voulez aller, on vous dira quelles inflexions susciter, avec quels moyens.

Pour relever ce premier défi, il faudra répondre à des questions d'ordre théorique et procéder à des avancées méthodologiques.

Un second défi à relever : objectiver le concept de mobilité durable et le rendre opératoire, d'abord pour construire les scénarios, ensuite pour nourrir le débat démocratique :

- Quels indicateurs à l'appui du mode de pensée "exploratoire" et quels critères pour caractériser l'état souhaitable et les objectifs du mode de pensée "téléologique" ?
- Comment intégrer les différentes dimensions de la soutenabilité dans le débat démocratique et la prise de décision, quelle méthode d'évaluation multicritères ?
- Avec quelle formalisation ?

Un troisième défi, plus circonstanciel : articuler les scénarios de mobilité durable avec les objectifs politiques actuels en matière de durabilité :

- Les engagements internationaux de la France dans le cadre du Protocole de Kyoto (Programme National de Lutte contre le Changement Climatique-PNLCC) et l'objectif fixé par le Président de la République et le Premier Ministre de réduire les émissions de gaz à effet de serre de la France d'un facteur 4 par rapport à 1990 à l'horizon 2050 ;
- La Loi sur l'Air (PDU), la Loi SRU, ...

2 LES GRANDES ETAPES DE LA CONSTRUCTION DES SCENARIOS DE MOBILITE DURABLE

Le secteur des transports s'intègre dans la problématique générale du développement durable. La mobilité durable y est alors un cas particulier, ceci parce que la place considérable que la voiture particulière a prise ces dernières années suscite de nouveaux enjeux à la fois économiques, sociaux et environnementaux.

- ➔ **Economiques**, parce que premièrement, l'industrie, née de l'utilisation massive de la voiture, est source de gains considérables pour les économies ; et deuxièmement, parce que la voiture conditionne les rythmes de vie des habitants (travail, loisirs...).
- ➔ **Sociaux**, parce que la possession d'une voiture s'est largement banalisée, dans les pays développés notamment, et qu'outre le fait qu'elle véhicule une appartenance à un groupe social, elle est aussi l'outil indispensable aux modes de vie des citoyens et peut alors être à l'origine d'iniquité, renforçant alors les phénomènes de ségrégation déjà bien présents dans les sociétés contemporaines.
- ➔ **Environnementaux**, parce que l'utilisation massive de la voiture est alors sources de nuisances, de pollutions atmosphériques, d'utilisation massive d'énergie et d'espace, préjudiciables à la santé des hommes.

2.1 Mieux définir la "mobilité durable"

Ce sont les raisons pour lesquelles il est nécessaire de considérer que la mobilité durable s'intègre dans le concept de développement durable, notamment si l'on considère le transport routier, qui est utilisé de façon majoritaire dans tous les types de déplacements. Le développement du transport routier est-il alors soutenable ? Quels sont les arbitrages possibles ? Quel est le rôle du politique, du citoyen et des autres acteurs de la ville ? L'approche du développement durable peut-elle être unidimensionnelle ? Ou doit-elle être au contraire pluridimensionnelle et être approchée de façon systémique ?

Après avoir montré que le concept de développement durable est un concept mal maîtrisé et complexe , on s'attachera plus particulièrement à définir la mobilité durable sous ses dimensions environnementales, sociales et économiques.

2.2 Reprendre, améliorer et compléter les études prospectives menant aux scénarios de mobilité durable : études téléologiques et exploratoires

De nombreux travaux de prospective ont concerné les transports et leurs implications énergétiques et environnementales ¹. Certains de ces travaux apportent un éclairage particulier sur la problématique générale de la mobilité dans le cadre du développement durable, et l'idée est de partir de ces travaux pour construire *in fine* les scénarios de mobilité durable.

On cherche ainsi à s'appuyer d'une part sur des travaux dont la finalité est principalement quantitative, ceux-ci s'avérant nécessaires dès lors que l'on attache des indicateurs et des critères eux-mêmes quantitatifs à la notion de mobilité durable, d'autre part sur des travaux principalement qualitatifs, irremplaçables pour appréhender les dimensions politique et sociale de la mobilité durable.

2.2.1 Prospective quantitative

Parmi les travaux à finalité quantitative, ceux menés sous l'égide de l'O.C.D.E. dans le cadre de l'étude TEV-Alpes (Transports Ecologiquement Viables dans l'arc alpin), ainsi que leur déclinaison et leur prolongement pour la France (PREDIT 2) nous sont apparus les meilleurs candidats, car les plus complets

¹ Voir l'inventaire des travaux de prospective réalisé pour le PREDIT par le LET et Enerdata en 2002.

et les plus approfondis (ce qui n'exclue pas de nombreuses faiblesses). Les scénarios construits à cette occasion visaient d'emblée à décrire des situations et des trajectoires possibles, respectant en 2030 des seuils maximaux d'émission de CO₂ et de plusieurs gaz polluants, et de bruit. La méthode retenue (démarche téléologique) et le champ couvert par l'étude, de la projection quantitative jusqu'à l'évaluation des mesures politiques en vue de la décision, sont en effet des éléments forts dans la construction de scénarios de mobilité durable. Toutefois, des critiques ont été émises tant à l'encontre de la méthode que de certains de ses résultats dont il faut examiner le bien-fondé et les implications. Ensuite, une définition plus large et plus complète de la "mobilité durable" montrera inévitablement les faiblesses et les limites de ces travaux au regard de l'objectif final de cette recherche .

Parmi les **critiques** émises à l'égard des études TEV, une distinction claire doit être établie entre celles visant le mode d'élaboration des critères quantitatifs utilisés pour définir la "viabilité écologique", et celles visant la méthode d'investigation des inflexions nécessaires de la demande de transport, de la technologie et de l'organisation du système des transports pour satisfaire aux exigences de cette "viabilité écologique".

Les premières renvoient de fait à la question générale de la définition de la "mobilité durable", des critères et indicateurs à lui associer, et au mode de production de ces critères et indicateurs. C'est précisément l'objet visé dans "mieux définir la mobilité durable".

Les secondes critiques touchent pour l'essentiel à des questions d'ordre théorique, qu'il est nécessaire de clarifier et qui doivent mener à des actions spécifiques de recherche préalables à la construction finale des scénarios de mobilité durable.

2.2.2 Prospective qualitative

Parmi les travaux à finalité qualitative, ceux menés par la DRAST sur cinq scénarios de mobilité urbaine durable (étude dite du "Groupe de BATZ") nous paraît le plus fécond, tant du point de vue de la démarche que dans la typologie des scénarios de mobilité durable que l'on peut envisager. Etablis par un groupe d'experts à la suite d'un important travail de réflexion, ces scénarios ne constituent pas à proprement parler un exercice de prospective, au sens quantitatif du terme. Ne se fondant pas sur une modélisation, ils ne comportent pas de prévisions. Ils correspondent plutôt à des scénarios de "moyens" proposés en adéquation avec certaines tendances possibles de la politique suivie en matière de gestion de la mobilité. En présentant des caricatures de politiques de la mobilité, ils invitent à réfléchir, non seulement aux moyens, mais aux objectifs que se donne la collectivité. Va-t-on chercher à limiter la mobilité, voire à la réduire ? Ou poursuivra-t-on au contraire le trend d'une mobilité croissante ? Selon que l'on penche plutôt d'un côté ou de l'autre, les politiques les plus opportunes diffèrent et les plus pertinentes ne sont pas forcément celles que l'on croit. La vitesse apparaît comme un élément clé des déplacements quotidiens et de ce qui en découle en termes de distance, mais aussi de la question du prix pour les déplacements liés au loisir.

Une première investigation concerne l'utilisation possible de ces scénarios de mobilité durable dans le cadre de la définition des politiques et mesures de lutte contre le changement climatique. Il s'agit ici d'approfondir la compréhension des implications décisionnelles de ce type d'approche, notamment dans le cadre d'une démarche "téléologique".

Une seconde investigation consiste à étendre la démarche du "Groupe de BATZ" à d'autres segments de la mobilité et des transports : la mobilité régionale et interurbaine et le transport de marchandises.

Dans un cas comme dans l'autre, se pose la question de la "mise en conformité" de la conception de la mobilité durable du "groupe de BATZ" avec la définition générale retenue dans cette recherche, et du mode de production des décisions qu'elle sous-tend .

Se pose également la question de la mise en cohérence des visions qualitatives développées dans les scénarios du "groupe de BATZ" avec la prospective quantitative élaborée dans les études TEV, tant sur le plan de l'organisation et du fonctionnement du système de transports, que sur le plan de l'évaluation des politiques et mesures considérées de part et d'autre.

Cette mise en cohérence passe :

- Par des avancées sur la compréhension de la dynamique du système des transports dans le très long terme et son prolongement dans le formalisme des modèles de prospective ;
- Par l'adoption d'une méthode unique d'évaluation multicritère des décisions, simple et transparente quant à la fixation des critères d'évaluation, et compatible avec le mode de production des politiques.

2.3 Construire des scénarios de mobilité durable pour nourrir le débat démocratique

Le dernier volet de la recherche vise à formuler des propositions théoriques et méthodologiques pour améliorer significativement la construction des scénarios de mobilité durable utiles à la décision, et de proposer de nouveaux scénarios basés sur ces propositions.

2.3.1 *Mieux comprendre et mieux intégrer les phénomènes de saturation*

Sur de nombreux sujets entrant dans le champ de la prospective des transports et de ses relations à l'énergie et l'environnement, se pose la question de la pérennité des tendances, des possibles inflexions et de l'éventualité de phénomènes de saturation : relations des trafics à la croissance, usage du temps et équipement des ménages sont de toute évidence des sujets prioritaires dans ce domaine.

On notera que bien souvent, des conclusions alarmistes quant à la "poursuite des tendances" et aux efforts nécessaires pour créer les conditions de la durabilité, reposent sur la confusion entre "poursuite" et "poursuite à l'identique". Une prise en compte des possibles inflexions des tendances historiques, *a fortiori* des possibles phénomènes de saturation, donnerait probablement une mesure plus juste des efforts nécessaires et des messages plus crédibles sur le développement durable. A condition toutefois de s'entourer des précautions indispensables dans la manipulation de ces concepts d'inflexion et de saturation ².

2.3.2 *Des trafics aux "services" de transport : un nouveau mode de représentation*

La mobilité des biens et des personnes est le plus souvent exprimée en termes de trafics passagers et marchandises, eux-mêmes mesurés par des passagers ou des tonnes transportés, ou bien des passagers-km et des tonnes-km transportés, ou encore, pour les modes routiers, des véhicules-km. Simple et pratique, ce mode d'expression a toutefois l'inconvénient de dissimuler certaines propriétés essentielles, à la fois des objets transportés et des conditions requises pour ces transports. Or ces propriétés peuvent avoir des conséquences profondes tant sur la dynamique des activités de transport en général, que sur les conditions de compétition entre les modes et que sur les consommations

² Par exemple, le fait qu'un ménage américain puisse avoir jusqu'à 4 voitures pour deux personnes ayant un permis de conduire peut être interprété comme l'absence, à proprement parler, de phénomène de saturation dans l'équipement automobile. Pour autant, chaque personne ne conduit qu'un véhicule à la fois, et ne passe pas plus d'un certain nombre d'heures par an dans l'un ou l'autre de ces véhicules.

énergétiques et les impacts environnementaux. On ne transporte pas du minerai comme des ordinateurs, on ne choisit pas le même mode de déplacement si l'on va à 50 km, 500 km ou 5 000 km.

La segmentation statistique, généralement faite sur les marchandises transportées, ou sur les distances de transport, ou sur le milieu dans lequel s'effectue le transport, ou encore sur le type d'infrastructure ou de voirie, ne donne qu'une image très imparfaite et très partielle de ce qu'est la répartition des activités de transport selon les propriétés des objets transportés et des conditions de transport.

La réflexion prospective sur longue période, en particulier pour construire des scénarios de mobilité durable, demande de dépasser ce mode d'expression, classique mais assurément trompeur, et de lui substituer un mode d'expression intégrant à part entière ces notions de propriétés des objets transportés et des conditions de transport.

On propose d'appuyer ce nouveau mode d'expression sur le concept de "service" de transport, et de construire l'ensemble des outils conceptuels et le formalisme permettant de décrire et de quantifier le système de transport en termes de "services". Ceux-ci devraient en particulier permettre de mieux prendre en compte les dynamiques inter-modales à long terme, en s'appuyant sur les relations de complémentarité / substituabilité que peuvent entretenir les différents modes de transport selon les différents services.

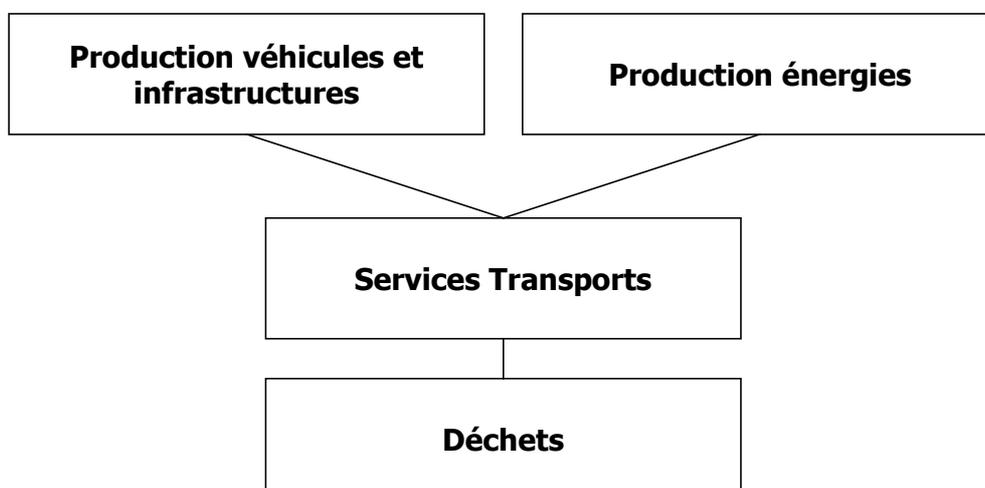
2.3.3 Globaliser l'approche technologique

Trop souvent, les impacts du transport sur l'énergie et l'environnement, actuels et futurs, sont estimés sur la seule base de la consommation énergétique des modes, des énergies mobilisées et des facteurs d'émission de ces énergies. Si cette façon de procéder donne des résultats globalement pertinents pour les carburants fossiles, où l'essentiel des émissions se produit à la combustion, elle ne l'est absolument plus pour l'électricité ou l'hydrogène, où l'essentiel des émissions a lieu à la production de ces énergies.

Plus généralement, lorsqu'on aborde d'autres aspects de la durabilité : bruit, prélèvement d'espace, etc., la seule observation des impacts directs des activités de transport peut biaiser gravement la perception.

On propose donc de compléter les méthodes et les formalismes d'évaluation des impacts des activités de transport, en prenant en compte explicitement les activités amont : production d'équipement, infrastructures, production d'énergie, et les activités aval : production et traitement des déchets.

Figure 1 : Evaluation des impacts des activités de transport



Par ailleurs, la prospective technologique dans le domaine des transports reste le plus souvent neutre par rapport aux activités de transport elles-mêmes. Or, on est en droit de penser qu'une telle attitude est erronée lorsque l'on se projette dans le long terme, en particulier dans la perspective de la mobilité durable. Ceci pour deux raisons essentielles :

- Il est patent que l'organisation actuelle du système de transport et les comportements actuels de déplacement sont très fortement déterminés par le paradigme technologique en place – aujourd'hui le paradigme pétrole-route -, et qu'un changement de paradigme (assez probable au cours des 50 prochaines années) pourrait modifier fondamentalement l'un et l'autre ;
- Parmi les facteurs déclenchants d'un changement de paradigme technologique, une plus forte spécialisation des modes, des véhicules et des énergies en fonction des services transport jouera vraisemblablement un rôle crucial.

On se propose donc d'examiner en profondeur quels pourraient être les évolutions techniques porteuses d'un tel changement de paradigme, ou celles au contraire renforçant le paradigme actuel, comment ces évolutions techniques "croisent" les différents services transport, et quels seraient leurs impacts sur l'environnement (en intégrant l'amont et l'aval des activités de transport). Dans cet examen, on attachera une attention particulière aux facteurs limitants des filières technologiques, limitants quant à leur champ d'application et quant aux ressources mobilisées.

2.4 Construire de nouveaux scénarios de mobilité durable ; déduire les implications décisionnelles

Les développements méthodologiques et les nouvelles formalisations issues des activités ci-dessus devront permettre de "revisiter" les conclusions des études TEV et "Groupe de BATZ" : ré-évaluation des apports possibles de la technologie à la mobilité durable; ré-évaluation de la contribution possible (et réaliste) des transferts modaux au développement durable.

A partir de là, on pourra reformuler la problématique de la maîtrise de la mobilité des personnes et des marchandises au regard de la mobilité durable: quel est son degré de nécessité ? Avec quelle ampleur ? Comment se situe-t-elle par rapport à la technologie et aux transferts modaux en termes de faisabilité, d'opportunité, d'impacts économiques et sociaux ?

Sur la base de la méthode d'évaluation multicritère adoptée dans le cadre de cette recherche, on sera *in fine* à même de définir et d'évaluer les "trajectoires" vers la mobilité durable, en termes de faisabilité, d'opportunité, d'impacts économiques et sociaux, etc... . On s'appuiera pour cela sur une claire identification des acteurs, de leurs positions et de leurs marges de manœuvre. Une attention particulière sera apportée aux phénomènes d'inertie (des comportements, des processus décisionnels, des structures industrielles,...) et à l'identification des "chemins critiques".

On s'attachera enfin à ce que l'ensemble des éléments constitutifs de ces scénarios de mobilité durable soit exposé d'une façon simple et transparente, à même de nourrir le débat démocratique préalable à la définition des politiques susceptibles de mener à la "durabilité"

3 BILAN DE SYNTHÈSE DE LA PREMIÈRE PHASE DE LA RECHERCHE

3.1 ACTION 1.1 : établir une synthèse sur la contribution des travaux de prospective à l'élaboration de scénarios de mobilité durable

Objectif

Le recensement préalable des travaux de prospective utiles à la réflexion à long terme sur les relations entre transport, énergie et environnement, constitue le point de départ de l'état des lieux sur les scénarios de mobilité durable. Il s'agit en premier lieu de proposer une grille de lecture de ces travaux de prospective au regard de la problématique de la mobilité durable : quels principes doit-on retenir pour définir la mobilité durable ? Quels critères quantitatifs retenir ? Quels critères pour évaluer la contribution des travaux de prospective à la définition de scénarios de mobilité durable ? Comment identifier et spécifier les lacunes et les faiblesses de ces études par rapport à cette problématique ?...

Résultats

Un recensement complémentaire des travaux centrés sur la problématique de la mobilité durable a été entrepris, notamment au niveau européen et Nord-Américain. Ces travaux ont fait l'objet de fiches de synthèse venues compléter celles réalisées à l'occasion de l'inventaire sur les travaux de prospective transport-énergie-environnement . Elles ont été transmises au secrétariat du groupe 11 du PREDIT en Mai 2003.

Par ailleurs, le travail sur la définition des indicateurs et critères à retenir pour définir la mobilité durable, et la constitution d'une grille d'évaluation associée s'est poursuivi pendant toute cette première phase, sans qu'on puisse pour autant considérer qu'il soit achevé. Il s'agit effectivement d'un travail interactif avec d'autres groupes de réflexion sur ce sujet, dont le résultat final sera plutôt une méthode qu'un jeu d'indicateurs et critères précis : en effet, la définition même de ces indicateurs et critères apparaît de plus en plus comme un élément constituant du débat démocratique, et non comme le produit intellectuel sous la seule responsabilité des experts. Les principales actions menées sur ce sujet ont été les suivantes:

- Participation aux différentes activités du PREDIT consacrées à la mobilité durable (séminaire de Mai 2003 ; workshop du GO 11 au Sappey, ...) ;
- Organisation du séminaire VLEEM sur "Développement humain et systèmes énergétiques soutenables" (Avril 2003) ;
- Constitution d'une documentation sur les indicateurs de mobilité durable.

Enfin, l'essentiel du travail de recherche mené dans le cadre de cette action est présenté dans cette recherche [*Du développement durable à la mobilité durable : quels objectifs, quels scénarios politiques ?*]. Cette contribution re-situe la problématique générale de la mobilité durable dans le contexte du développement durable, et présente l'approche retenue dans cette recherche ³.

³ Une version préliminaire de ce rapport a été remise aux commanditaires de la recherche en Décembre 2003.

3.2 ACTION 1.2 : Evaluer la contribution des études TEV à la définition de scénarios de mobilité durable utiles à la décision

Objectif

Parmi les travaux de prospective, on s'est attaché à approfondir plus spécialement les enseignements et les faiblesses de l'étude TEV-Alpes (Transports Ecologiquement Viables dans l'arc alpin) menée sous l'égide de l'OCDE, ainsi que sa déclinaison et son prolongement pour la France (PREDIT 2). Les scénarios construits à cette occasion visaient d'emblée à décrire des situations et des trajectoires possibles, respectant en 2030 des seuils maximaux d'émission de CO₂ et de plusieurs gaz polluants, et de bruit. La méthode retenue (back-casting) et le champ couvert par l'étude, de la projection quantitative jusqu'à l'évaluation des mesures politiques en vue de la décision, peuvent en effet apparaître comme des éléments forts dans la construction de scénarios de mobilité durable. Dans la première phase de cette recherche, on s'est intéressé principalement à la composante "réduction des émissions de CO₂" de cette étude.

Il s'agissait en premier lieu de procéder à une actualisation des résultats 2030 de cette étude à partir des données les plus récentes sur les performances des technologies alternatives (hybrides, piles à combustible,...) et de les prolonger à 2050 en concordance avec les travaux effectués par ailleurs sur le "facteur 4". Il s'agissait en particulier de vérifier quels changements attendre de cette actualisation sur la balance des efforts et sur les réductions effectives d'émissions de CO₂.

En second lieu, à partir de la méthodologie TEV développée dans le cadre du PREDIT 2, on s'est attaché à identifier et évaluer les "trajectoires" vers les deux objectifs de réduction des émissions de GES (Kyoto, Facteur 4), en termes de faisabilité, d'opportunité, d'impacts économiques et sociaux, etc... . On s'est appuyé pour cela sur une claire identification des acteurs, de leurs positions et de leurs marges de manœuvre. Une attention particulière a été apportée aux phénomènes d'inertie (des comportements, des processus décisionnels, des structures industrielles,...) et à l'identification des "chemins critiques".

Résultats

Les hypothèses technologiques des scénarios BAU et TEV3 retenues à 2030 dans l'étude TEV-PREDIT2 ont été reprises entièrement sur la base de l'étude General Motors "Well to Wheel" ⁴, fournie par l'ADEME.

Trois groupes d'hypothèses ont ainsi été reprises :

- Les rendements moteurs des véhicules routiers pour les différentes technologies considérées ;
- Les rendements systèmes pour les mêmes véhicules (hors influence du poids, de la vitesse, de la puissance et du facteur d'hybridation) ;
- Les émissions indirectes de CO₂, selon les différentes filières de production des énergies mobilisées.

Sur la base de ces nouvelles données technologiques, on a entrepris de recalculer toutes les consommations énergétiques et toutes les émissions à l'horizon 2030, pour les scénarios BAU et TEV3, sans toucher aux hypothèses socio-économiques.

⁴ GM Well-To-Wheel Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions of Advanced Fuel/Vehicle Systems - A European Study. Sept 2002

Par ailleurs, les projections de trafic, de consommation énergétique et d'émissions ont été prolongées à 2050, de façon à examiner leurs implications au regard de la stratégie "facteur 4 à 2050" mise en œuvre en France.

Les projections 2050 de trafics ont été établies en recourant au modèle VLEEM, spécifiquement conçu pour des horizons temporels aussi éloignés, de façon cohérente avec les hypothèses démographiques et macro-économiques retenues à 2050 dans la prospective "facteur 4" construite pour la DGEMP. Contrairement aux approches classiques retenues à 2030, l'approche VLEEM fait jouer un rôle central au facteurs temps et vitesse dans la dynamique de la mobilité, des trafics et des partages modaux à très long terme.

Nous n'avons pas cherché *a priori* à remettre en cohérence stricte les précédentes projections de trafic à 2030 avec les nouvelles projections 2050 : les révisions d'hypothèses démographiques et macro-économiques d'un côté, les différences de méthode de l'autre, nous auraient entraînés trop loin, sans apport réel à la compréhension du sens à attribuer aux scénarios TEV.

Les projections de trafic du BAU-2050 sont celles qui respectent à la fois les invariants retenus à ce stade sur le très long terme (en particulier le budget temps transport), et la poursuite des élasticités observées historiquement sur longue période entre vitesse moyenne de déplacement (des personnes et des marchandises) et croissance économique ; elles sont également cohérentes avec les niveaux de motorisation et les élasticités des trafics de marchandises et de passagers (collectifs) au PIB retenues par le Ministère de l'Équipement dans ses dernières projections, et reprises dans la prospective "facteur 4".

Les projections de trafics du scénario "TEV-3" sont définies à partir des projections BAU, en reprenant pour 2050, les rapports de trafics par rapports à ceux du BAU en 2030⁵. Elles respectent également les grands invariants, mais supposent des inflexions dans les élasticités des vitesses à la croissance, et des trafics au PIB, résultant des modifications générales dans les coûts et l'organisation du système de transports.

Les projections énergie et CO₂ du BAU-2050 ont été réalisées en postulant la poursuite des améliorations, sans rupture de concept, dans les voitures actuelles.

Les projections énergie et CO₂ de TEV3-2050 ont été réalisées en supposant deux cas de figures :

- Une généralisation des piles à combustibles à méthanol ;
- Le basculement de la moitié du parc sur des piles à combustibles à hydrogène commercial.

Les émissions indirectes ont été évaluées dans 7 cas de figure, caractérisés par des mix différents de filières de production des énergies : pétrole, gaz, énergies renouvelables et nucléaire.

Une version provisoire de ces résultats a été transmise aux commanditaires de l'étude dès l'été 2003. Les résultats définitifs sont présentés dans cette recherche [*La contribution des scénarios TEV à l'analyse des trajectoires "Kyoto" et Facteur 4*]. L'ensemble des bases de données et logiciels de calcul utilisés dans ce travail sont à la disposition des commanditaires de la recherche.

⁵ Voir PREDIT2, "Transport, énergie et contraintes environnementales en France à l'horizon 2030: apports de l'approche " back-casting " à la formulation des stratégies technologiques et organisationnelles", Rapport final de la première phase.

3.3 **ACTION 1.3 : *Evaluer la contribution des scénarios de mobilité durable de la DRAST à la prise de décision***

Objectif

Une autre investigation approfondie, de même nature, sera entreprise également pour une autre étude-clé en matière de prospective, celle des cinq scénarios de mobilité durable de la DRAST. Etablis par un groupe d'expert à la suite d'un important travail de réflexion, ces scénarios ne constituent pas à proprement parler un exercice de prospective. Ne se fondant pas sur une modélisation, ils ne comportent pas de prévisions. Ils correspondent plutôt à des scénarios de "moyens" proposés en adéquation avec certaines tendances possibles de la politique suivie en matière de gestion de la mobilité. En présentant des caricatures de politiques de la mobilité, ils invitent à réfléchir non seulement aux moyens mais aux objectifs que se donne la collectivité. Va-t-on chercher à limiter la mobilité, voire à la réduire ? Ou poursuivra-t-on au contraire le trend d'une mobilité croissante ? Selon que l'on penche plutôt d'un côté ou de l'autre, les politiques les plus opportunes diffèrent et les plus pertinentes ne sont pas forcément celles que l'on croit. Nous nous pencherons notamment sur la question clé de la vitesse pour les déplacements quotidiens et de ce qui en découle en termes de distance, mais aussi sur la question du prix pour les déplacements liés au loisir.

Avancement

Les travaux entrepris jusqu'à maintenant sont restés relativement marginaux, et ont surtout porté sur deux axes :

- La relecture des scénarios du groupe de BATZ à la lumière des éléments de méthode proposés pour cette recherche, au regard de la problématique de la mobilité soutenable ;
- Les modalités d'extension des scénarios du groupe de BATZ au transport interurbain de voyageurs et au transport de marchandises.

3.4 **ACTION 1.4 : Identifier les grandes interrogations qui demeurent et formuler les problématiques de recherche afférentes**

Objectifs

Au vu des travaux de prospective recensés à ce jour, il apparaît que quelques grandes interrogations prospectives se posent, qui soit ont été éludées jusqu'à ce jour, soit, dans le meilleur des cas, n'ont reçu qu'une réponse très qualitative et partielle. Parmi ces grandes interrogations, on peut évoquer, sans souci d'exhaustivité :

- le découplage de la croissance économique et de la mobilité,
- les relations entre budgets-temps, vitesse moyenne et structures modales
- l'influence des paradigmes technologiques sur l'organisation et les comportements de transports
- la qualification et la mesure des "services" du transport
-

Nous nous sommes donc attachés à identifier les grandes interrogations que les précédentes études prospectives n'ont pas traitées de façon significative, et pour certaines, à formuler les problématiques de recherche correspondantes.

On s'est attardé dans cette première phase plus spécifiquement sur la question du découplage et sur celle du temps et de la vitesse, qui, on l'a vu, recoupe étroitement les préoccupations d'extension à 2050 des projections TEV.

Il s'agit ici de contribuer à définir plus précisément le contenu opératoire des travaux à engager dans la seconde phase de cette recherche consacrée à l'établissement de nouveaux scénarios de mobilité durable.

Résultats

Sans remettre *a priori* en cause la conjecture de ZAHAVI sur la constance des budgets temps (qui fonde, rappelons le, un des invariants majeurs sur lesquels ont été établies les projections à 2050 des trafics passagers évoquées plus haut), V. BAGARD en a recherché la validation (ou la réfutation) théorique dans les travaux des économistes américains BECKER et LINDSAY sur l'incorporation du temps dans les fonctions d'utilité. L'enjeu est double :

- Savoir si l'augmentation du temps de loisir que l'on observe depuis de nombreuses années dans les sociétés industrielles aura tendance à se poursuivre indéfiniment tout en s'inscrivant ou non dans la conjecture de ZAHAVI, ou si un nouvel équilibre dans les budgets-temps, notamment entre travail et loisirs, viendra interrompre cette croissance ;
- Comprendre quelles conséquences cela aura sur le temps global de transport, selon quelles modalités, et par contrecoup sur les trafics, l'énergie et les émissions de CO₂, selon que l'on reste ou non dans la conjecture de ZAHAVI.

Au-delà de son intérêt intrinsèque, ce travail de thèse a permis de formuler plusieurs problématiques de recherche centrées sur la question du temps et de sa valeur en relation avec la croissance, dont on a vu qu'elle était au cœur des perspectives à très long terme de la mobilité. Les fondements théoriques de ce travail seront présentés et discutés.

L'autre grande problématique esquissée dans cette première phase de la recherche est celle du découplage.

Qu'il s'agisse des consommations énergétiques des transports ou des trafics de marchandises et de voyageurs qui en sont responsables, leurs profils historiques de croissance sont très proches de celui du PIB, en France comme dans la plupart des pays industriels, et cela depuis plusieurs décennies. Ce sont ces proximités dans les profils de croissance qui sont à la source du concept de couplage, couplage entre trafics et croissance d'un côté, couplage entre énergie des transports et PIB de l'autre.

Ce couplage historique, tel que révélé par l'analyse statistique menée à un certain niveau d'agrégation, est-il l'expression de quelque relation fondamentale entre le développement de l'économie et celui de la mobilité des personnes et des marchandises, ou sous-tend-il des évolutions plus contrastées selon des catégories plus fines de mobilité, que le niveau trop agrégé des statistiques et la relative brièveté de la période considérée empêchent de voir et de comprendre ? Ce parallélisme est-il une composante structurelle des économies industrielles, où une résultante transitoire de la généralisation du transport routier, appelée à se modifier substantiellement quand les phénomènes de maturité et de saturation commenceront à se manifester ?

L'étude OCDE-EST "Arc Alpin" a montré clairement, dans le cas des relations internationales, le caractère changeant et transitoire du couplage en fonction de la maturité des relations commerciales : L'élasticité liant le trafic de marchandises entre deux pays à leur PIB consolidé épouse historiquement une courbe en cloche dont les deux extrémités sont à zéro, et dont le pic pouvait atteindre des valeurs proches de 3.

"Dé-coupler" l'évolution de l'énergie consommée par les transports de celle du PIB est un enjeu capital des stratégies d'efficacité énergétique, et par-là du développement durable. Un tel découplage est dit "absolu" s'il consiste à modifier le lien entre l'évolution de l'activité économique et celle des transports dans le sens d'une baisse de l'élasticité du second au premier. Il est dit "relatif" s'il s'agit simplement de modifier le lien entre l'évolution de la mobilité et celle de la consommation d'énergie dans le sens d'une baisse tendancielle de l'énergie par unité de trafic.

Si la problématique du découplage est donc tout à fait centrale dans la prospective à très long terme des transports, notamment au regard du développement durable, il reste néanmoins nécessaire d'affiner les termes de cette problématique, en particulier en procédant au préalable à l'inventaire des travaux menés de par le monde sur ce thème.

3.5 **ACTION 1.5 : Etablir un état des lieux critique sur la perception de la contribution de la technologie à l'établissement des conditions de durabilité dans les études prospectives**

Objectif

Parmi les réflexions et les propositions concernant le développement durable - et ceci vaut pour la mobilité durable - la technologie joue toujours un rôle central. Beaucoup continuent de penser et d'agir comme si la technologie pouvait à elle seule apporter, en fin de compte, les solutions à la "durabilité". Avant d'engager plus avant la réflexion sur de nouveaux scénarios de mobilité durable, il est apparu nécessaire de tirer un bilan sur ce que les travaux de prospective recensés au préalable (en particulier l'étude TEV et les scénarios DRAST) permettent de conclure sur ce sujet : Quels sont leurs "messages" au regard du rôle potentiel de la technologie dans l'établissement de conditions de durabilité ? Quel crédit accorder à ces messages ? Quelle est leur domaine de validité ? Quelle robustesse lorsqu'on s'éloigne de ce domaine ? Comment compléter et renforcer l'évaluation de la contribution de la technologie dans les scénarios de mobilité durable ? Pour établir ce bilan, il est convenu d'établir un état de lieux des travaux de recherche portant notamment sur la dynamique du changement technologique et des relations qu'entretiennent changement technologique, croissance économique et comportements.

Dans cette première phase de la recherche, nous avons voulu aborder cette question sous deux aspects :

- ➡ **Un aspect pratique** tout d'abord : montrer comment a été traitée l'option technologique dans la composante "réduction des émissions de CO₂" de l'étude TEV, et quelles conclusions on peut en tirer au regard des stratégies de lutte contre le changement climatique (Kyoto et Facteur 4). Une attention particulière devait être portée à la prise en compte de l'ensemble des filières énergétiques incriminées dans le développement des technologies alternatives de transport, notamment au regard de la production d'électricité et d'hydrogène.
- ➡ **Un aspect plus stratégique** ensuite : montrer le caractère "mythique" de la technologie comme "sauveur de l'humanité", et les risques d'une confiance trop aveugle dans les capacités salvatrices de la technologie.

Résultats

Comme on l'a indiqué plus haut, la reprise des scénarios TEV a intégré la prise en compte de l'ensemble des filières de production des énergies de transport mobilisées dans les technologies d'aujourd'hui et de demain. Les descriptions de filières et les données utilisées sont celles de l'étude GM "Well-to-Wheel". Une synthèse des principales technologies considérées dans cette recherche et des principales hypothèses techniques sera alors présentée. Par ailleurs, un argumentaire a été établi quant aux dangers d'une perception trop "angélique" de la contribution de la technologie au développement durable.

LA MOBILITE DURABLE : CONTINUITES ET RUPTURES

L'expression mobilité durable est en elle même problématique. Elle rapproche en effet deux termes dont la combinaison n'est pas évidente. D'une certaine façon, il y a dans cette expression mariage des contraires. S'agit-il alors d'une simple formule, d'un concept fourre tout, comme lorsque l'on parle de classes moyennes ou d'entreprises citoyennes. La réponse est évidemment positive, mais ce n'est pour cette raison que l'expression ne doit pas être prise au sérieux puisque comme c'est souvent le cas dans ce cas là, nous sommes en présence d'une vraie question, d'une formule qui évoque des enjeux importants.

Les pages qui suivent s'efforcent, dans quatre parties successives, de prendre au sérieux la notion de mobilité durable et d'en montrer toutes les facettes. Cela dans le but d'aider à la décision publique dans ce domaine éminemment sensible.

- ➡ La première façon de s'interroger sur la mobilité durable consiste à cerner le problème. En quoi les prévisions de trafic à l'horizon 2020, ou 2050, sont-elles problématiques au regard des objectifs que s'est fixés la France en matière d'émissions de gaz à effet de serre ? Les prévisions établies dans le cadre des études dites TEV montrent pourquoi la simple continuation des tendances conduit à une situation où les engagements auront du mal à être tenus, sauf à introduire dans les règles du jeu de la mobilité des changements importants.
- ➡ Parmi ces changements, la technologie occupe un rôle clé. Il est évident que la majorité des décideurs publics, et sans doute des électeurs, compte sur elle pour résoudre les problèmes posés. Il ne faut pourtant pas perdre de vue le caractère problématique des "solutions" technologiques. changement technologique n'est pas seulement fait de continuités, il comporte aussi des ruptures dans les branches d'activité concernées mais aussi dans les comportements. Ce qui revient à dire que la technologie à elle seule ne peut suffire à traiter les problèmes de la mobilité durable.
- ➡ Puisque le comportement des individus est en cause, il n'est pas inutile de rappeler ce qu'en sont les ressorts dans les sociétés modernes, marquées par une certaine abondance des biens et des services, et symétriquement par une rareté relative croissante du temps dont nous disposons pour produire et consommer ces biens et ces services. Pourquoi ce phénomène se traduit-il, depuis deux siècle par une tendance à l'accroissement permanent de la mobilité et de la vitesse moyenne des déplacements, pour les personnes mais aussi pour les marchandises ?
- ➡ Cette tendance à la croissance exponentielle de la mobilité peut-elle être infléchie ? Et par quelles politiques ? C'est à ces questions que se consacre la dernière partie de ce travail. Après avoir pris le temps de rappeler la diversité des théories du développement durable, elle propose des scénarios de mobilité durable dont le principal objectif est d'ouvrir le champ des possibles, de rappeler que l'avenir n'est pas écrit et que les politiques à mettre en œuvre peuvent piocher dans une boîte à outils beaucoup plus riche qu'on le croit généralement. Mais pour s'en convaincre, il est nécessaire de prendre au sérieux la notion de rupture et ne pas hésiter à changer de point de vue.

La contribution des scénarios "TEV" à l'analyse des trajectoires "Kyoto" et "Facteur 4" ⁶

1 METHODOLOGIE

Les projections mises en œuvre dans les scénarios TEV et leur extension à l'horizon 2050 s'articulent autour de trois référents méthodologiques :

- ➔ De 1990 à 2020, la méthode utilisée est celle inscrite dans le modèle MEDEE-ME transport. Il s'agit d'une approche technico-économique exploratoire, dans laquelle le système de transport est représenté de façon détaillée, à la fois sur le plan sectoriel (marchandises versus passagers, types de marchandises et motifs de déplacements, modes en compétition) et sur le plan spatial (urbain versus régional versus inter-régional versus international ; méta-régions ; catégories de villes ; infrastructures). Les projections sont assises sur des hypothèses socio-économiques et technologiques, en l'occurrence celles retenues dans le scénario "marché" du CGP (Energie 2010-2020). C'est le référent méthodologique approprié pour examiner les implications des scénarios TEV au regard des engagements pris par la France dans le cadre du protocole de Kyoto à l'horizon 2010.
- ➔ De 2020 à 2030, la méthode repose sur le formalisme précédent, avec les mêmes paramètres (notamment les élasticités), et avec une simple extrapolation à 2030 des hypothèses socio-économiques retenues à l'horizon 2020. Les hypothèses technologiques sont celles qui ont été établies dans le cadre de l'étude OCDE-EST (scénario "Business-As-Usual").
- ➔ Les extensions 2050 des scénarios TEV sont établies selon une méthode radicalement différente, celle développée dans le cadre du programme de recherche VLEEM (Very Long Term Energy-Environment Modelling)⁷. Dans cette méthode, les budgets-temps et les vitesses moyennes de mouvement jouent un rôle central dans la détermination de la mobilité et des trafics par modes à très long terme. De nature strictement téléologique, ce référent méthodologique est tout à fait approprié à l'examen des conditions de réalisation du "facteur 4" dans les transports.

On indiquera ci-dessous les principaux apports de cette méthode dans le cas des projections de trafic des passagers, et dans celui des marchandises.

1.1 Passagers

Le budget-temps de déplacement des personnes est supposé rester constant, à une heure par jour en moyenne (conjecture de ZAHAVI) ; la vitesse moyenne détermine donc strictement les trafics de passagers. Chaque mode ayant une vitesse maximale admissible, la croissance de la vitesse moyenne impose, au-delà d'un certain seuil, la substitution de modes plus rapides à des modes plus lents.

Vitesse moyenne de déplacement et croissance économique sont liées par deux mécanismes : l'augmentation de la valeur du temps avec la productivité qui induit une propension à se déplacer plus vite ; une augmentation du revenu avec la productivité qui permet de recourir à des services transports plus rapides et plus onéreux.

⁶ Réduction par quatre des émissions de gaz à effet de serre en 2050, par rapport au niveau de 1990

⁷ Cf www.VLEEM.org

Dès lors, la croissance économique a deux conséquences inévitables :

- Le déplacement des points d'équilibre des choix modaux vers les modes les plus rapides, lorsque le choix existe ;
- Le raccourcissement des distances de parcours pour une accessibilité identique quand il devient impossible de gagner en vitesse (saturation des vitesses).

En d'autres termes, il existe un rapport manifeste entre l'élasticité de la vitesse moyenne au PIB et le développement des infrastructures de transport. C'est l'existence même de ce rapport qui fonde la possibilité de découpler la mobilité du PIB. C'est sur lui que l'on s'appuie pour fonder les différences de projections de trafic de passagers entre les scénarios BAU et TEV-3.

1.2 Marchandises

L'augmentation de valeur à la tonne des marchandises transportées conduit un à un accroissement de la vitesse moyenne d'acheminement par deux mécanismes :

- la baisse du coût relatif du transport par rapport à la valeur de la marchandise transportée
- La hausse du coût d'immobilisation par heure de transport.

Le premier mécanisme joue en fait en deux temps. Dans un premier temps, la baisse du coût relatif du transport par rapport à la valeur de la marchandise transportée repousse la frontière d'équilibre entre coûts de transport et coûts de fabrication : grâce aux différentiels de coûts de main d'œuvre, il est plus économique de fabriquer un ordinateur à Taiwan et de l'exporter en France par avion que de le produire en France ; tel n'est pas le cas du ciment, pour lequel la frontière d'équilibre est beaucoup plus proche ! Dans un second temps, la baisse du coût relatif du transport par rapport à la valeur de la marchandise transportée permet de résoudre la contradiction entre éloignement et qualités de service, parmi lesquelles le délai d'acheminement joue une place importante, en autorisant le recours à des modes de transport plus onéreux mais plus rapides : un délai d'acheminement de 2 mois par bateau pour un ordinateur de Taiwan serait tout à fait incompatible avec les exigences actuelles de clients commandant leurs ordinateurs par INTERNET.

Le second mécanisme vient renforcer le premier, dans au moins dans son second temps. En effet, un long délai d'acheminement peut n'être pas pénalisant pour le client si ce délai s'inscrit dans une gestion de stock telle que le client est livré dans un délai jugé acceptable. Le transport est dans ce cas un élément à part entière de la gestion des stocks et participe au coût global du stockage, dont la longueur du délai d'immobilisation est un élément constitutif important. Le raccourcissement du délai d'immobilisation par une accélération du transport devient alors un enjeu stratégique de la réduction des coûts et de l'augmentation des marges.

Les cinquante dernières années dans les pays industriels, notamment en France, illustrent bien ce phénomène : la généralisation du flux tendu et du transport routier participe pleinement au raccourcissement des délais de stockage et à l'augmentation corrélative des vitesses d'acheminement. Par exemple, sur la base d'un calcul relativement sommaire, on montre que la vitesse moyenne d'acheminement des marchandises a cru en France de près de 25% entre 1975 et 2000. Dans le même temps la distance moyenne par tonne transportée a plus que doublé.

1.3 Cohérence des méthodes

Les différences de méthodologie utilisées selon les horizons de temps ont des incidences inévitables sur les projections et le sens qu'il faut leur attribuer. Ceci est particulièrement clair quand on compare 2030 et 2050 : en effet, l'extrapolation à 2030 du formalisme et des hypothèses de MEDEE-ME introduit des

biais inévitables du fait de l'absence de prise en compte de certains phénomènes liés à l'évolution de la structure démographique, à la tertiarisation de l'économie, à l'usage du temps, etc...

2 QUELS TRAFICS A L'HORIZON DU PROTOCOLE DE KYOTO ET A CELUI DU "FACTEUR 4" ?

On s'intéresse en fait à deux projections de trafics pour les deux horizons stratégiques : une projection tendancielle, voisine de celle dite "Business-As-Usual (BAU)" pour reprendre la terminologie de l'étude TEV, et une projection alternative voisine de celle dite "Transport Ecologiquement Viable (TEV)" selon la même terminologie. Pour cette dernière, on s'intéresse plus particulièrement à la variante dite TEV-3, où les conditions de viabilité écologique sont remplies par une combinaison de mesures visant la technologie et l'organisation générale des transports.

Les projections retenues pour 2010 (Protocole de Kyoto) sont celles des scénarios BAU et TEV3 pour la France réalisées lors de l'étude TEV dans le cadre du PREDIT 2 ; elles incluent les trafics de transit terrestres, mais pas les trafics aériens. Elles reposent sur des hypothèses démographiques anciennes, révisées récemment à la baisse par l'INSEE, et l'on suppose que la révision, marginale en 2010, est sans incidence sur les projections de trafics à cet horizon.

La projection 2050 "tendancielle" s'inscrit dans la logique du scénario BAU de l'étude TEV (mêmes références concernant la technologie et l'organisation générale des transports fondée sur le primat de la route et de la voiture). Elle indique pour mémoire les trafics aériens, mais n'inclue pas les trafics de transit.

Dans cette projection, les vitesses moyennes de déplacement des personnes et des marchandises augmentent avec le PIB, selon des élasticités constantes, celles calibrées sur la période 1975-2000.

L'équipement des ménages en voiture est supposé être saturé pour toutes les catégories de ménages retenues (personnes vivant seules, ménages monoparentaux, couples sans enfant, autres familles), ainsi que le kilométrage annuel moyen des voitures (15000 km/an). Les vitesses moyennes des voitures sont supposées bornées à 110km/h en inter-régional, 80km/h en régional et 30km/h en urbain. L'adéquation des vitesses par mode à la vitesse moyenne de déplacement s'effectue par la répartition modale.

Pour les marchandises, on a retenu une élasticité du trafic (en tkm) par habitant au PIB, cohérente avec les nouvelles projections du Ministère de l'Équipement et des Transports.

La projection alternative 2050 s'inscrit dans la logique générale du scénario TEV3. Cela revient en particulier à considérer que l'ensemble des contraintes d'espace-temps indiquées plus haut, stipulées immuables par rapport à la tendance historique dans BAU, sont susceptibles de s'infléchir de façon à s'inscrire dans la ligne générale du développement des trafics de TEV3. En clair, les élasticités des vitesses moyennes de déplacement des personnes et des marchandises au PIB sont revues à la baisse (effet sur la mobilité des personnes et les parts modales), l'élasticité du trafic de marchandises à la production est également revue à la baisse, ainsi que le niveau de saturation de l'équipement automobile des ménages et de distance moyenne des voitures. Toutes ces révisions sont entreprises de façon à retrouver en 2050 les écarts relatifs de trafics que l'on avait obtenus en 2030 entre BAU et TEV3 dans la précédente étude TEV. On examine ci-dessous les modalités et les implications de ces révisions par rapport à la logique d'ensemble retenue à l'horizon 2050.

2.1 Passagers 2050

Les trafics de passagers dans le scénario TEV3 étaient réputés ne pas dépasser respectivement 76% et 80% des trafics du scénario BAU pour le régional-local et le longue distance en 2030. On garde ces

mêmes écarts pour 2050, considérant que les inflexions de trafics correspondantes s'étalent sur 50 ans au lieu de 30.

La vitesse moyenne de déplacement dans TEV3 doit croître moins vite que la tendance historique, l'écart relatif de vitesse en 2050 entre les deux scénarios devant être identique et de sens opposé à l'écart relatif de trafic global pour respecter la constance des budgets temps: 39km/h en 2000, 60km/h en 2050 dans le scénario tendanciel, 46 km/h en 2050 dans le scénario alternatif. En conséquence, il faut stipuler une baisse de l'élasticité de la vitesse moyenne au PIB/hab par rapport aux valeurs historiques .

Deux mécanismes sont nécessaires pour obtenir un tel résultat sans toucher à l'accessibilité :

- ➔ Pour les déplacements locaux, l'urbanisme doit évoluer de façon à favoriser les déplacements de proximité et les modes doux et lents d'un côté, susciter un recours plus important aux transports collectifs qui, bien que plus lents en moyenne que la voiture, peuvent avoir des délais d'acheminement nettement plus courts sur certains trajets plus directs ;
- ➔ Pour les déplacements de longue distance, l'offre de services doit évoluer de façon à rendre la complémentarité TGV-vitesse classique plus attractive que la voiture sur des liaisons de plus en plus nombreuses, malgré une vitesse moyenne globale de l'offre de transports collectifs inférieure à celle de la voiture.

Dans les deux scénarios, la valeur du temps marginal est multipliée par 4 environ entre 2000 et 2050 du fait de la croissance économique et de la productivité du travail. L'heure économisée dans les transports "vaut" de ce fait 4 fois plus en 2050 qu'en 2000. Les conséquences en sont toutefois radicalement différentes selon les scénarios :

- ➔ **tendanciel** : on repousse systématiquement le niveau de saturation des vitesses par le développement de nouvelles infrastructures (notamment en local – régional) et on accompagne le développement des modes très rapides (notamment en longue distance) en tant que de besoin ;
- ➔ **alternatif** : on joue sur la saturation des vitesses pour que l'espace urbain et les relations régionales se réorganisent dans le sens d'une réduction des distances à accessibilité égale, et on développe systématiquement les complémentarités très grande vitesse / autres transports collectifs pour concurrencer l'usage de la voiture.

2.2 Marchandises

On reprend pour 2050 les différences relatives de trafics entre les scénarios TEV3 et BAU stipulées précédemment pour 2030 : les trafics longue distance sont réputés ne pas dépasser 90% de ceux du BAU, et les trafics régionaux 60% ; corrélativement la part de la route dans TEV 3 est supposée ne pas dépasser 55% du trafic total, contre 80-85% dans BAU.

Ces hypothèses s'inscrivent de façon cohérente dans une double perspective :

- La frontière économique de production se rapproche (baisse relative de la distance moyenne parcourue) et participe d'une réorganisation spatiale de la production industrielle et de la distribution ;
- Dans ce nouvel espace de production-distribution, la route perd en compétitivité globale (délais d'acheminement et coûts) par rapport notamment aux nouveaux services ferroviaires.

Globalement, la vitesse moyenne d'acheminement des marchandises (sur le territoire français) doit être plus faible dans le scénario alternatif, puisque fondamentalement liée à la valeur des marchandises transportées d'un côté (identique dans les deux scénarios) et au coût relatif d'immobilisation dans les transports par rapport au coût du transport de l'autre (distance moyenne plus faible et coût de transport plus élevé dans le scénario alternatif).

Tableau 1 : Hypothèses générales des scénarios**Hypothèses générales BAU**

	2000	2010	2030	2050
Population	58,2	62,6	69,2	64
PIB (indice)	100	126	198	295
Parc VP	28,5	32,7	40,7	42,6
Vitesse moyenne, passagers	39			60
Vitesse moyenne, marchandises	44			67

Hypothèses générales TEV-3

	2000	2010	2030	2050
Population	58,2	62,6	69,2	65
PIB (indice)	100	126	198	313
Parc VP	28,5	32,7	40,7	33,7
Vitesse moyenne, passagers	39			46
Vitesse moyenne, marchandises	44			58

*vitesses moyennes 2000 estimées à partir de vitesses types par modes/milieu

	Source: ODYSSEE
	Source: PREDIT2
	Source VLEEM

Tableau 2 : Trafics

Trafics BAU

Scénario S1	1990	2010	2030	2050
Trafic marchandises (Gtkm)	255	362	558	685
. Route	202	314	497	462
. Fer	47	42	56	213
. Voie d'eau	5,9	6,0	5,0	10,0
Trafic passagers longue distance (Gpkm)	306	420	609	797
. Voitures particulières (Gpkm)	244	336	489	336
. Voitures particulières (GVkm)	104	143	208	171
. Transports collectifs routiers (Gpkm)	19	29	38	57
. Transports collectifs routiers (GVkm)	0,6	1,0	1,3	1,9
. Fer (Gpkm)	43	54	82	324
. dont TGV (Gpkm)				190
. Air (Gpkm)				80
Trafics passagers régionaux et urbains	478	650	768	665
. Voitures particulières (Gpkm)	391,6	559,7	684,3	556,5
. Voitures particulières (GVkm)	247,2	308,9	404,6	395,3
. Transports collectifs routiers (Gpkm)	57,1	65,9	72,0	32,6
. Transports collectifs routiers (GVkm)	4,0	5,7	5,4	2,4
. Fer (Gpkm)	29,1	24,7	11,5	76,1
Ensemble du transport passagers	784	1070	1377	1463
. Voitures particulières (Gpkm)	636	896	1174	893
. Voitures particulières (GVkm)	351	452	613	567
. Transports collectifs routiers (Gpkm)	76	95	110	90
. Transports collectifs routiers (GVkm)	5	7	7	4
. Fer (Gpkm)	72	79	93	400
. dont TGV (Gpkm)				190
. Air (Gpkm)				80

Trafics TEV-3

Scénario S1	1990	2010	2030	2050
Trafic marchandises (Gtkm)	255	362	493	605
. Route	202	314	287	344
. Fer	47	42	190	245
. Voie d'eau	5,9	6,0	16,8	15,0
Trafic passagers longue distance (Gpkm)	306	420	470	635
. Voitures particulières (Gpkm)	244	336	201	282
. Voitures particulières (GVkm)	104	143	80	130
. Transports collectifs routiers (Gpkm)	19	29	7	48
. Transports collectifs routiers (GVkm)	0,6	1,0	0,2	1,4
. Fer (Gpkm)	43	54	263	274
. dont TGV (Gpkm)				163
. Air (Gpkm)				32
Trafics passagers régionaux et urbains	478	650	502	429
. Voitures particulières (Gpkm)	391,6	559,7	418,6	307,0
. Voitures particulières (GVkm)	247,2	308,9	257,7	241,1
. Transports collectifs routiers (Gpkm)	57,1	65,9	72,0	36,7
. Transports collectifs routiers (GVkm)	4,0	5,7	5,4	1,7
. Fer (Gpkm)	29,1	24,7	11,5	85,6
Ensemble du transport passagers	784	1070	972	1065
. Voitures particulières (Gpkm)	636	896	620	589
. Voitures particulières (GVkm)	351	452	338	371
. Transports collectifs routiers (Gpkm)	76	95	79	84
. Transports collectifs routiers (GVkm)	5	7	6	3
. Fer (Gpkm)	72	79	274	360
. dont TGV (Gpkm)				163
. Air (Gpkm)				32

2.3 Commentaires sur les trafics 2050

2.3.1 Marchandises

La comparaison des projections tendanciennes 2050 et celles du scénario BAU 2030 semble indiquer un plafonnement du trafic routier, voire une réduction, après 2030. Il s'agit là d'un "effet d'optique" lié à deux phénomènes :

- La non prise en compte du transit dans les projections 2050 ;
- La probable contradiction entre la part de la route et l'évolution nécessaire de la vitesse moyenne de déplacement des marchandises en 2030.

La projection 2050 indique en effet que pour respecter la contrainte sur la vitesse, une part importante du trafic marchandises (23%) devra nécessairement se faire sur des modes beaucoup plus rapides que la route, comme l'avion ou le TGV marchandises (probablement sur un mode combiné). Cette contrainte devrait commencer à jouer significativement dès 2030 (probablement de l'ordre de 5% du trafic devra se faire sur des modes très rapides), mais les projections à cet horizon ne l'ont pas prise en compte. L'évolution historique de cette contrainte de vitesse au cours du temps, estimée sur 1975-2000 à partir d'une estimation de l'évolution des vitesses-types par modes, nécessitera certainement un approfondissement. Néanmoins, les résultats obtenus à ce jour montrent clairement une incompatibilité croissante entre transport routier et exigences de vitesse moyenne à mesure que l'on s'éloigne dans le futur, laquelle devient irréductible à l'horizon 2050 : il faudrait en effet que la vitesse moyenne du trafic routier de marchandises, tous trafics confondus, atteigne quelques 75 km/h pour que la route continue à dominer le transport de marchandises à hauteur de 85%.

Tableau 3 : Projections de trafic BAU 2050

	2000		BAU-2050	
	vitesse km/h	trafic Gtkm	vitesse km/h	trafic Gtkm
Route	60	270	65	462
Fer "classique"	50	50	50	55
Combiné rapide	150		150	158
Voie d'eau	10	7	10	10
Ensemble	44,5	327	67	685

Les projections de trafic du scénario alternatif indiquent un développement un peu plus important du trafic rapide de marchandises à l'horizon 2050, sans pour autant que ce développement constitue un point de rupture entre les deux scénarios. C'est là un résultat qui pourrait surprendre, tant l'idée est ancrée que le tendanciel c'est la route, et que le rail c'est la "soutenabilité". La vraie différence entre les scénarios se situe en fait à un autre niveau : dans une optique tendancielle, la demande de modes de transports très rapides sera là en tout état de cause, et pourra aussi bien être satisfaite par l'avion si l'offre ferroviaire n'est pas au rendez-vous ; dans la vision alternative, la demande de transport rapide sera là également, mais il est exclu qu'elle soit satisfaite par l'avion du fait des contraintes environnementales : le ferroviaire rapide, alimenté par une électricité elle-même non émettrice de CO₂, n'a pas d'alternative.

L'autre enseignement du scénario alternatif est le fait qu'un trafic routier à peine supérieur au niveau actuel est susceptible de répondre en 2050 à l'ensemble des exigences d'une économie et d'un système de production d'un volume trois fois supérieur à celui d'aujourd'hui.

Tableau 4 : Projections de trafic TEV-3-2050

	2000		TEV-3-2050	
	vitesse km/h	trafic Gtkm	vitesse km/h	trafic Gtkm
Route	60	270	50	344
Fer "classique"	50	50	50	30
Combiné rapide	150		150	215
Voie d'eau	10	7	10	15
Ensemble	44,5	327	58	605

2.3.2 Passagers

Le même effet d'optique joue, dans le scénario tendanciel, pour le trafic longue distance des voitures entre 2030 et 2050, mais pour des raisons différentes :

- L'évolution de la structure démographique, bien prise en compte dans la projection 2050, influe à la fois sur le volume du parc automobile et, surtout, sur le taux moyen de remplissage des voitures, ce qui n'est pas ou peu pris en compte dans les projections 2030 ;
- Il y a une probable contradiction entre la part de la voiture dans le trafic longue distance, la constance du budget-temps de transport et l'évolution nécessaire de la vitesse moyenne de déplacement des personnes dans les projections 2030.

La projection 2050 indique en effet que pour respecter la contrainte sur le budget-temps et la vitesse, une part importante du trafic passagers longue distance (34%) devra nécessairement se faire sur des modes beaucoup plus rapides que la route, comme l'avion ou le TGV. Cette contrainte devrait commencer à jouer significativement dès 2030, mais les projections à cet horizon ne l'ont pas prise en compte. Comme pour les marchandises, l'évolution historique de la contrainte de vitesse au cours du temps, estimée sur 1975-2000 à partir d'une estimation de l'évolution des vitesses-types par modes, nécessitera certainement un approfondissement.

En 2050, la proportion importante de ménages d'une personne et de couples de personnes âgées agira comme un frein au développement de la motorisation, et surtout fera chuter sensiblement le taux moyen d'occupation des voitures par rapport à la situation actuelle. On évalue ainsi que le taux moyen de remplissage, sur les trajets longue distance, devrait mécaniquement baisser à 2,0 pkm/vkm (environ 2,35 en 2000), alors que la projection 2030 considère au contraire une stabilité de ce taux à 2,35.

Tableau 5 : Evolution de la motorisation – BAU 2050

BAU 2050	Vitesse , km/h		Traffics, Gpkm	
	tous modes	VP	tous modes	VP
Urbain	28	29	418	338
Régional	80	80	193	164
Inter-régional	130	110	797	336
<i>Car, train classiques</i>	90		191	
<i>TGV</i>	250		190	
<i>Avion</i>	500		80	
Ensemble	60		1408	838

Le même problème se pose d'ailleurs pour les déplacements urbains et régionaux.

Il est remarquable de constater que les projections de trafics dans le scénario alternatif accordent une place aux transports ferroviaires voisine (très légèrement inférieure) de celle résultant de la tendance, que ce soit pour le TGV ou le transport ferroviaire classique, et des places considérablement plus faibles pour la voiture et le transport aérien. Ce résultat, également surprenant et contraire aux idées reçues, s'explique en fait par deux phénomènes .

- ➡ Les complémentarités entre modes ferroviaires, et entre ceux-ci et transports collectifs locaux, se développeront en tout état de cause du fait du TGV, lequel augmentera les opportunités ferroviaires plus rapides que la voiture : les périmètres de concurrence réelle entre voiture et modes collectifs vont donc s'étendre en tout état de cause, réduisant d'autant la part des usages captifs de la voiture.
- ➡ Le phénomène sera accentué dans le scénario alternatif . Le rythme de développement des infrastructures TGV devrait être sensiblement le même dans tous les cas pour répondre au besoin d'accroissement de vitesse dans le déplacement des personnes, avec des incidences semblables sur le reste du transport ferroviaire. La modération de la vitesse moyenne de déplacement dans le scénario alternatif résultera , en longue distance, d'un recours moindre à l'avion, et en local, d'une réduction de la distance moyenne des déplacements locaux avec pour corollaire un recours accru aux modes "doux". Ce deuxième phénomène, fortement lié à l'évolution de l'urbanisme supposée dans le scénario alternatif jouera dans le sens d'une forte réduction de l'usage de la voiture, selon deux mécanismes : par une modération du multiéquipement, qui en retour se traduira par une baisse mécanique de l'usage de la voiture sur tous les types de trafics, et par une substitution plus marquée en urbain par les modes doux.

Tableau 6 : Evolution de la motorisation – TEV-3 2050

TEV-3 2050	Vitesse , km/h		Trafics, Gpkm	
	tous modes	VP	tous modes	VP
Urbain	19	27	312	218
Régional	70	78	136	89
Inter-régional	119	110	635	282
<i>Car, train classiques</i>	75		191	
<i>TGV</i>	250		190	
<i>Avion</i>	500		80	
Ensemble	46		1084	589

2.3.3 *Commentaire général*

On se gardera bien de conclure des résultats précédents que la dynamique tendancielle des transports va considérablement s'infléchir après 2030, et conduire à une forme de stabilisation des consommations d'énergie et des émissions en tout état de cause. La projection BAU 2030 apparaît en effet certainement exagérée à la hausse (quant au poids de la route et ses incidences sur l'énergie et les émissions), car n'intégrant pas –ou peu – toute une série de phénomènes qui contribueront à infléchir les tendances beaucoup plus tôt, vraisemblablement avant même 2020 de façon sensible.

Ce que ces résultats indiquent aussi, c'est la nécessité de mettre en place les infrastructures adaptées aux exigences de vitesses croissantes de déplacement des personnes et des marchandises en tout état de cause, indépendamment des préoccupations environnementales, faute de quoi des effets en retour

négatifs sur la croissance économique seront vraisemblablement au rendez-vous. Selon que ces infrastructures se portent sur le ferroviaire à grande vitesse ou sur l'aérien, et selon qu'elles s'accompagnent ou non d'évolutions urbaines économes en espace et en déplacements, les conséquences sur le volume global de trafic et sur sa répartition modale à l'horizon 2050 seront radicalement différentes, avec des impacts sur l'énergie et l'environnement eux même très différents.

3 QU'INDIQUENT LES PROJECTIONS DE CONSOMMATION ENERGETIQUE ET D'EMISSIONS PAR RAPPORT AUX OBJECTIFS DE KYOTO ET DU "FACTEUR 4" ?

Les projections de consommation énergétique et d'émissions en 2010, pour les scénarios BAU et TEV-3, sont celles reprises de la précédente étude TEV (PREDIT 2). Les projections 2050 de consommations énergétiques et d'émissions sont données, pour chacun des deux scénarios tendanciel et alternatif, avec deux variantes technologiques majeures au niveau des véhicules, et plusieurs combinaisons possibles de filières pour produire les énergies requises (pour les émissions indirectes).

Les données technologiques utilisées s'appuient en partie sur l'étude "GM Well-to-Wheel Study"⁸ pour :

- ➡ Les rendements moteurs et les rendements systèmes à véhicule et performances normalisés ;
- ➡ Les facteurs d'émissions indirectes pour les différentes filières de production des énergies.

Pour le reste (influence du poids, de l'hybridation, de la vitesse, etc..), les données technologiques utilisées sont celles produites par l'ADEME lors de l'étude OCDE-TEV. Les données relatives à l'influence de l'hybridation sur l'efficacité globale des véhicules ont été toutefois revue à la baisse pour les déplacements longue distance (0,8 au lieu de 0,6). Toutes ces nouvelles données ont été analysées et reprises dans la base de données technologique du modèle utilisé dans l'étude TEV.

⁸ GM Well-To-Wheel Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions of Advanced Fuel/Vehicle Systems – A European Study. Germany, 2002

Tableau 7 : Projections des consommations énergétiques et des émissions, BAU

Scénario BAU-S1	1990	2010	2050-V1	2050-V2
Trafic marchandises				
. émissions de CO2 (Mt)	35,2	68,5	69,0	94,8
. émissions de NOx (kt)	304,2	168,5	147,9	256,4
. émissions de COV (kt)	90,9	34,9	21,2	52,1
. émissions de particules (kt)	31,2	9,0	7,9	13,8
Trafic passagers longue distance				
. émissions de CO2 (Mt)	19,9	24,0	44,2	46,4
. émissions de NOx (kt)	189,9	17,7	38,5	56,2
. émissions de COV (kt)	112,0	10,2	11,8	24,2
. émissions de particules (kt)	7,9	2,0	2,5	2,9
Trafics passagers régionaux				
. émissions de CO2 (Mt)	52,5	62,2	29,1	58,4
. émissions de NOx (kt)	236,7	65,7	25,5	67,7
. émissions de COV (kt)	235,1	39,0	9,1	36,1
. émissions de particules (kt)	14,4	3,6	1,4	3,3
Ensemble du transport				
. Carburants (Mtep)	34,7	52,8	45,5	64,4
. Electricité (TWh)	4,0	4,2	22,9	22,9
. émissions directes de CO2 (Mt)	107,6	154,7	142,2	199,6
. émissions de NOx (kt)	730,8	251,9	211,9	380,4
. émissions de COV (kt)	438,1	84,2	42,1	112,4
. émissions de particules (kt)	53,6	14,5	11,8	19,9
Ensemble du transport (indices)				
. émissions de CO2 (Mt)	100,0	143,7	132,1	185,5
. émissions de NOx (kt)	100,0	34,5	29,0	52,0
. émissions de COV (kt)	100,0	19,2	9,6	25,7
. émissions de particules (kt)	100,0	27,1	22,0	37,2

Tableau 8 : Projections des consommations énergétiques et des émissions, TEV3

Scénario TEV3	1990	2010	2050-V1	2050-V2	2050-V3
Trafic marchandises					
. émissions de CO2 (Mt)	35,2	68,5	35,8	15,5	33,9
. émissions de NOx (kt)	304,2	168,5	14,1	15,9	76,1
. émissions de COV (kt)	90,9	34,9	2,5	2,8	16,5
. émissions de particules (kt)	31,2	9,0	0,2	0,2	1,2
Trafic passagers longue distance					
. émissions de CO2 (Mt)	19,9	24,0	25,9	13,1	28,8
. émissions de NOx (kt)	189,9	17,7	3,8	3,8	33,9
. émissions de COV (kt)	112,0	10,2	0,6	0,6	6,6
. émissions de particules (kt)	7,9	2,0	0,3	0,3	3,3
Trafics passagers régionaux					
. émissions de CO2 (Mt)	52,5	62,2	6,9	3,4	7,9
. émissions de NOx (kt)	236,7	65,7	0,0	0,0	10,5
. émissions de COV (kt)	235,1	39,0	0,0	0,0	2,1
. émissions de particules (kt)	14,4	3,6	0,0	0,0	0,8
Ensemble du transport					
. Carburants (Mtep)	34,7	52,8	16,7	16,7	16,7
. Electricité (TWh)	4,0	4,2	25,4	25,4	25,4
. émissions directes de CO2 (Mt)	107,6	154,7	68,6	32,0	70,7
. émissions de NOx (kt)	730,8	251,9	17,9	19,6	120,5
. émissions de COV (kt)	438,1	84,2	3,1	3,4	25,2
. émissions de particules (kt)	53,6	14,5	0,4	0,5	5,3
Ensemble du transport (indices)					
. émissions de CO2 (Mt)	100,0	143,7	63,7	29,8	65,6
. émissions de NOx (kt)	100,0	34,5	2,4	2,7	16,5
. émissions de COV (kt)	100,0	19,2	0,7	0,8	5,8
. émissions de particules (kt)	100,0	27,1	0,8	0,9	9,8

3.1 Commentaires sur les émissions

La variante 2 du scénario tendanciel est celle correspondant aux engagements volontaires des constructeurs automobiles (accord ACEA) renforcé à 120gCO₂/vkm, modulo un effet de la climatisation et des accessoires non compris dans l'accord. Cette variante amène à un accroissement de plus 50% des émissions de CO₂ à l'horizon du Protocole de Kyoto (2010), et à près d'un doublement des émissions de CO₂ de 1990 à 2050 si l'on reste massivement dans un système de production des carburants à partir du pétrole, et de l'électricité à partir de cycles combinés gaz. Au cas où il deviendrait nécessaire de fabriquer massivement des carburants à partir de gaz selon le procédé Fischer-Tropsch, l'accroissement des émissions de CO₂ pourrait atteindre 230%.

La variante 1 du scénario tendanciel correspond aux mêmes technologies moteurs de base (Combustion interne, injection directe), mais avec des véhicules différenciés selon les utilisations (urbain versus non urbain) et redéfinis et réoptimisés en fonction de vitesses plus basses, de moindre poids et de possibilités d'accélération réduite. Cette variante (sans objet à 2010) réduit considérablement les émissions de CO₂ en 2050: +40% par rapport à 1990 dans la filière pétrole, +70% avec synthèse des carburants à partir de gaz.

La variante 1 du scénario alternatif s'inscrit dans le prolongement technologique du scénario TEV3-2030 : il consiste en une généralisation des piles à combustibles avec réformeur embarqué, consommant un carburant tel que le GPL, le GNV ou le méthanol. Cette variante **n'est pas compatible** avec le facteur 4 à 2050 même si le carburant consommé est produit entièrement à partir de la biomasse (biogaz ou méthanol produit à partir de la biomasse), et l'électricité produite entièrement à partir de renouvelables ou de nucléaire. Même constat pour la variante 3, qui repose sur une généralisation des hybrides sans développement des piles à combustibles.

La variante 2 de TEV3 s'inscrit dans l'émergence d'une économie de l'hydrogène à partir de 2030 et d'un basculement de la moitié du parc de véhicules vers les PAC alimentées par de l'hydrogène distribué (sous forme comprimée ou liquide). Cette variante est compatible avec le facteur 4 à condition que de l'hydrogène, l'électricité et le méthanol (ou du GNV) soient produits à partir de renouvelables (ou, pour l'hydrogène et l'électricité, à partir de nucléaire). On notera qu'en émissions directes, la variante 2 s'approche du facteur 4, sans toutefois l'atteindre pleinement.

En conclusion, la reprise de l'étude TEV avec les données technologiques les plus récentes montre que si l'on veut effectivement respecter une division par 4 de l'ensemble des émissions de CO₂ dues au secteur des transports d'ici 2050, sans aller au-delà des inflexions considérées dans le scénario TEV 3 en matière d'organisation des transports, certaines options technologiques seront insuffisantes, et d'autres obligatoires :

- La filière biomasse ne sera pas suffisante par elle-même du fait des émissions indirectes, quelque soit la technologie de motorisation ;
- Le recours aux piles à combustibles alimentées directement par de l'hydrogène, lui-même produit sans émission de CO₂, est inéluctable, et dans des proportions importantes (de l'ordre de 40% des véhicules routiers).

L'autre conclusion à ce stade est que si l'on ne pense pas pouvoir maîtriser complètement la filière hydrogène-pile à combustible à des coûts acceptables (dans l'univers du facteur 4) d'ici 2050, il faut d'ores et déjà envisager des transformations plus profonde de l'organisation des transports, qui passent nécessairement par une maîtrise forte de la demande de transport pour atteindre l'objectif "facteur 4".

Les nouvelles technologies des transports : bref descriptif et hypothèses retenues

1 AVANT PROPOS

Les monographies présentées ci-dessous sont des synthèses provenant de trois contributions :

- L'étude OCDE-TEV et son prolongement pour PREDIT 2, laquelle s'appuie largement sur l'expertise et le modèle impact de l'ADEME ;
- L'étude GM "Well-To-Wheel" ;
- La constitution d'une base de données sur les technologies innovantes conduite par Enerdata pour le compte du CNRS.

Les sources additionnelles d'information, utilisées notamment dans cette troisième contribution sont indiquées pour chaque monographie.

Sont passées en revue les technologies suivantes :

- moteur à combustion interne innovant
- véhicule électrique pur
- hybrides
- piles à combustibles
- biocarburants

Les hypothèses détaillées finalement retenues dans les projections à 2050 sont résumées à la suite.

1.1 Les Véhicules à Moteur Thermique

Les principales technologies de réduction de la consommation sont l'injection directe à haute pression et la turbo-suralimentation qui améliorent le rendement, le "downsizing" qui consiste à réduire la cylindrée en conservant les performances, et la réduction de la masse du véhicule avec l'utilisation de nouveaux matériaux (plastiques, aluminium...). L'apparition du contrôle électronique des paramètres du moteur accroît encore leur efficacité.

Les moteurs diesel sont déjà équipés de la plupart de ces technologies et sont donc très efficaces (30% plus efficaces que les moteurs essences de même puissance). Les industriels concentrent donc leurs efforts sur la réduction des émissions de particules et de NO_x en développant la combustion homogène (HCCI) qui consiste en de multiples injections permettant une meilleure combustion. Parallèlement ils continuent le "downsizing" afin de réduire encore la consommation.

Les moteurs essences sont aujourd'hui propres grâce à la catalyse trois voies (NO_x, HC et CO) et émettent très peu de particules. En revanche leur rendement est faible, ils consomment plus et émettent plus de CO₂. Les industriels développent donc l'injection directe mais ils doivent par ailleurs conserver un taux d'émissions faible. Trois solutions sont étudiées et vont apparaître progressivement

- Injection directe stœchiométrique + catalyse trois voies (La stœchiométrie est nécessaire pour la catalyse trois voies)
- Injection directe stratifiée (excès d'air) + piège à NO_x
- Injection directe et combustion par auto-inflammation (CAI) qui ne nécessite aucune catalyse.

L'injection directe haute pression permet une meilleure homogénéité du mélange et donc une meilleure combustion avec moins de carburant.

Le "downsizing", en réduisant la cylindrée, diminue la quantité de carburant à injecter et donc la consommation tout en préservant les performances. Il permet aussi de réduire la masse du moteur

Enfin la réduction de masse du véhicule contribue significativement à la réduction de la consommation mais reste limitée à cause des attentes des consommateurs en matière de sécurité et de confort (Les véhicules sont de plus en plus lourds mais cet alourdissement est limité par l'utilisation de nouveaux matériaux)

Ces technologies ne présentent quasiment aucun inconvénient si des systèmes de post-traitement des émissions sont utilisés (catalyse et filtre à particules). Cependant ces systèmes de post-traitement augmentent légèrement la consommation car ils doivent être nettoyés périodiquement en modifiant le cycle de combustion. Ils nécessitent aussi l'utilisation de carburant à faible teneur en soufre.

Ces nouvelles technologies sont amenées à être généralisées à tous les véhicules dans un avenir proche. De plus, ces technologies peuvent être utilisées pour des motorisations hybrides et alimentées par des biocarburants, ce qui encourage encore leur développement.

1.2 Véhicules Electriques à Batteries

Les véhicules électriques fonctionnent selon un principe simple : un pack de batteries alimente un moteur électrique qui entraîne les roues. Les véhicules électriques sont donc non polluant (Zero Emission Vehicle) et aussi très silencieux. Les moteurs électriques sont aujourd'hui au point avec de bons rendements alors que les batteries posent de nombreux problèmes de capacité, de taille et de durée de charge.

L'essentiel des recherches se tourne vers le développement de nouvelles batteries mais malgré de récentes avancées leur autonomie reste limitée et certains constructeurs se tournent désormais vers d'autres solutions comme la pile à combustible ou le moteur hybride.

Cependant les véhicules électriques restent d'actualité en particulier pour équiper des flottes captives urbaines (facilité de recharge) ou même plus récemment pour des projets de location en libre service comme à La Rochelle.

L'avantage premier des véhicules électriques est l'absence totale de pollution ainsi qu'un grand silence de fonctionnement. Ils ne nécessitent aucun carburant ce qui réduit les risques d'incendie ou d'explosion. Enfin les coûts d'entretien et d'usage sont faibles : environ 2€/100km avec les dernières batteries pour l'alimentation en énergie et une réduction de 40% des frais d'entretien (peu de pièce d'usure, pas de vidange...).

En revanche, les véhicules électriques ont aujourd'hui une autonomie limitée : entre 100 et 150 km selon le type de batteries utilisées et leurs performances sont faibles : vitesse max < 100 km/h.

Les batteries sont très volumineuses et lourdes ce qui réduit d'autant les performances et l'habitabilité. Les durées de charge restent longues par rapport à l'alimentation en carburant d'un véhicule. Le nombre de cycles de recharge maximum (environ 1500 pour les meilleures piles) peut limiter la durée de vie des véhicules si les batteries ne sont pas remplaçables à faible coût. Les batteries utilisées ne sont pas toujours recyclables et soulèvent donc des problèmes environnementaux.

Enfin, il y a la nécessité de développer un réseau de bornes de recharges en ville si l'on veut que les particuliers s'intéressent à de tels véhicules.

Les véhicules électriques sont freinés dans leur progression par les limites technologiques des batteries et en particulier par leur faible énergie spécifique par rapport aux carburants conventionnels. Leur utilisation restera donc cantonnée aux zones urbaines et périurbaines où les distances parcourues restent faibles (<200 km)

Du fait de ces limites d'autonomie le véhicule électrique ne peut occuper que des niches comme c'est le cas actuellement. La modification des modes de transport urbain peut cependant augmenter leur diffusion, par exemple la mise en location de véhicules électriques à la périphérie des villes et la restriction de la circulation aux véhicules non polluants favorise le développement des véhicules électriques.

Les performances des batteries sont très variables en fonction des matériaux employés, voici un tableau récapitulatif des performances selon le type de batterie :

Tableau 9 : Performances des véhicules selon les types de batteries

Type	Capacité	Energie spécifique	Densité d'énergie	Puissance spécifique	Densité de puissance	Durée de vie (nbre de recharge)	Domaine de température (°C)	Autonomie
Ni-Cd	100 Ah	55 Wh/kg	90 Wh/l	120 W/kg	200 W/l	>2000	-20° / +40°	≈ 100 km
Ni-MH	100 Ah	69 Wh/kg	145 Wh/l	160 W/kg	370 W/l	>1200	-10° / +45°	≈ 150 km
Li-ion	84 Ah	114 Wh/kg	162 Wh/l	340 W/kg	480 W/l	>1500	-25° / +60°	≈ 250 km

Dernièrement une toute dernière génération de batterie au lithium vient d'être mise au point : les batteries Lithium-polymère qui promettent des performances encore meilleures que les Li-ion avec la potentialité d'être fabriquées en grand nombre, à bas prix et selon toutes les tailles et formes souhaitées. Les véhicules électriques atteindraient une autonomie de proche de 300 km. Ce sont les hypothèses retenues dans la recherche.

1.3 Véhicules Hybrides

Un véhicule hybride est un véhicule possédant plusieurs sources d'énergie embarquées. On utilise aujourd'hui ce terme principalement pour les véhicules qui associent un moteur électrique pour une utilisation à faible puissance et un moteur thermique conventionnel pour les sollicitations plus importantes et pour recharger les batteries.

De manière plus générale il existe de nombreuses façons d'associer ces moteurs en fonction de leurs puissances respectives et de leurs fonctions à bord du véhicule. Le véhicule peut aussi être un véhicule tout électrique auquel on associe un petit moteur thermique pour recharger les batteries (ex : Renault Kangoo électrique).

C'est parce qu'ils offrent des avantages substantiels au niveau de la consommation et des émissions polluantes que ces véhicules sont intéressants. La technologie promet de plus des évolutions rapides sans réels verrous technologiques.

De par sa conception, le véhicule hybride est capable de faire fonctionner le moteur thermique sur la plage d'utilisation optimale. Conséquences : un meilleur rendement, moins de consommation, moins de bruit et surtout une réduction importante des émissions polluantes même en ville. Mieux, le rechargement des batteries se fait par l'intermédiaire du moteur thermique et de l'énergie récupérée au freinage, il n'y a donc besoin d'aucun réseau de distribution d'énergie supplémentaire. Les véhicules hybrides peuvent être commercialisés à grande échelle dès aujourd'hui avec la même polyvalence que les véhicules conventionnels.

Le coût des batteries, des moteurs et des systèmes de couplages restent malgré tout élevés. Le véhicule hybride reste donc encore cher par rapport à un véhicule classique de même puissance : environ 30% à 40% plus cher. Des progrès sur le poids et sur l'encombrement reste à faire afin d'augmenter encore l'efficacité des véhicules hybrides. Enfin les véhicules hybrides ne sont pas totalement propres et utilisent encore des carburants fossiles.

Les voitures hybrides ont prouvé leur fiabilité, agrément de conduite et sobriété. Désormais ce ne sont plus des prototypes commercialisés à faible échelle mais bel et bien des véhicules de série. Les nouvelles générations abordent un design fait pour séduire et non plus basé sur les performances aérodynamiques et les contraintes techniques, ainsi Honda vient d'annoncer la commercialisation aux US de la Honda Accord Hybrid dotée d'un moteur V6 et dont la puissance totale est de 240CV pour une consommation équivalente à un petit moteur 4 cylindres. Les perspectives de développement sont donc bonnes à court et moyen terme même si à long terme la pile à combustible est un concurrent sérieux.

1.4 La pile à combustible

La pile à combustible (PAC) est un générateur d'électricité qui utilise l'hydrogène et l'oxygène comme carburant et ne rejette que de l'eau. La PAC, une fois couplée à un moteur électrique, permet la création de véhicule électrique totalement "propre", on parle alors de ZEV (Zero Emission Vehicle).

Parmi les nombreuses piles, la PEMFC (Polymer Exchange Membran Fuel Cell) est la pile la plus développée pour une application dans le domaine des transports. En effet cette pile fonctionne à basse température (80°C) et affiche un rendement élevé par rapport à un moteur thermique traditionnel tout en permettant des performances similaires.

Cependant de nombreux obstacles technologiques et financiers limitent le développement et la diffusion des véhicules fonctionnant sur ce principe.

Selon le type de carburant utilisé, les émissions polluantes sont nulles (hydrogène) ou relativement faibles (autres carburants). Les émissions sonores sont très limitées car la pile ne fait aucun bruit en soi, seuls les éléments auxiliaires et le moteur électrique émettent un faible bruit. Le rendement propre de la pile est excellent : plus de 80% ; et le rendement global (avec moteur et auxiliaires) est bon : de l'ordre de 30% à 40% selon le carburant utilisé (de 20% à 23% pour les moteurs thermiques conventionnels). Une mise en température rapide est impérative pour l'utilisation dans les transports. Les dernières générations de PAC peuvent fonctionner de -20°C à 95°C (Ex : Honda, Toyota)

Si la PAC est alimentée en hydrogène distribué, se posent alors tous les problèmes liés à la fabrication, au transport et au stockage de l'hydrogène. Par ailleurs, les piles à combustibles et les nombreux auxiliaires posent des problèmes d'encombrement et de poids. Leur durée de vie des piles n'est pas encore assez longue (3000 à 4000 heures). Enfin, la pile doit être alimentée en hydrogène très pur (sensibilité au CO).

La quasi-totalité des fabricants automobiles travaillent sur le développement de voitures à piles à combustible. Seuls quelques-uns ont commencé à équiper des flottes captives depuis 2002-2003 : Daimler-Chrysler et Toyota (Voir la section "Projets").

Les bus à pile à combustible sont à un stade de diffusion légèrement plus avancé puisque depuis l'année 2003 les premiers bus du projet CUTE sont entrés en circulation dans neuf grandes villes européennes. En effet le prix est un facteur moins décisif que pour les voitures individuelles, de nombreuses collectivités sont prêtes à investir dans des autobus propres et silencieux car elles ont les moyens et le devoir de promouvoir les transports écologiques au travers de projets ambitieux (Voir la section "Projets").

Toutefois, la pile à combustible dans les transports doit encore surmonter de grands défis technologiques pour pouvoir être commercialisée à grande échelle.

Outre les problèmes de coût liés à l'utilisation de matériaux très récents et très onéreux (par exemple la membrane en polymère), le principal verrou à la diffusion des PAC est le **platine** utilisé comme catalyseur de la réaction. Il est utilisé actuellement à hauteur de 10 à 15 g/m² sur les surfaces réactionnelles et même avec une diminution de 60% de cette quantité, la production de 2 millions de véhicules (à peu près la production française) consommerait 80% de la production mondiale de platine. Le remplacement du platine ou la réduction de plusieurs ordres de grandeur de son utilisation est donc un enjeu crucial pour que les véhicules à PAC ne restent pas marginaux.

Le **stockage de l'hydrogène** à bord des véhicules n'est pas encore totalement maîtrisé en particulier en ce qui concerne la place prise par le réservoir et la sécurité en cas d'accident. De plus, le réseau de distribution est encore inexistant. Une des solutions envisagées est la production embarquée d'hydrogène par reformage de GNV, de méthanol, ou de carburants conventionnels ce qui entraînerait des émissions de CO₂ et une baisse du rendement global.

1.5 Les Biocarburants

Les biocarburants désignent tous les carburants alternatifs produits à partir de la biomasse. Les biocarburants font donc partie des sources d'énergie renouvelables. Ils se répartissent dans trois grandes catégories :

- Le biodiesel qui désigne les produits utilisables (seuls ou mélangés au gasoil) dans les moteurs diesel tels que les esters méthyliques d'huile végétale (EMHV) ou les huiles végétales pures.
- Le bioéthanol et l'ETBE (Ethyl Tertio Butyl Ether) qui peuvent être utilisés comme additifs au super dans les moteurs essence ou comme carburants dans des moteurs adaptés.
- Le biogaz (Méthane) identique au GNV mais obtenu à partir de la fermentation de la biomasse nécessite des véhicules adaptés comme les bus au GNV actuellement en circulation.

Les biocarburants, d'abord utilisés pour leur moindre pollution, connaissent aujourd'hui un regain d'intérêt dû à leur faible bilan d'émissions de CO₂.

Les avantages des biocarburants sont nombreux mais varient en fonction du type de carburant considéré. Le principal avantage est la réduction des émissions polluantes en particulier le CO₂ : 31% de réduction pour l'ETBE, 75% pour le bioéthanol, 80% pour l'EMVH et plus de 85% pour les huiles végétales pures. Ils ont aussi de nombreux autres avantages environnementaux, ils sont non toxiques, non cancérigènes, biodégradables et ne contiennent pas de soufre ni d'aromatiques.

Ils sont par ailleurs disponibles dès aujourd'hui sans modification des moteurs ni des structures de distribution de carburant tant qu'ils restent utilisés comme additifs dans les carburants pétroliers (entre 5% et 10%).

Enfin dans de nombreux pays (en Europe par exemple) ils contribuent à limiter l'exode rural en valorisant les terres en jachères et en créant ou maintenant des emplois agricoles. Ils limitent aussi la dépendance énergétique des pays vis-à-vis de l'extérieur.

La production de biocarburants mobilise de grandes surfaces agricoles ce qui limite les capacités finales de production des pays de faible superficie (par exemple les pays européens). Néanmoins les estimations du potentiel de production mondial, bien que variant beaucoup selon les études, semblent suffisantes pour couvrir la totalité des besoins en carburant sans attenter aux productions alimentaires. Le risque de pollution des sols et des nappes est accru par l'utilisation excessive d'engrais et de pesticides afin d'augmenter les rendements.

Plus spécifiquement les huiles végétales pures posent des problèmes liés à leur viscosité importante (besoin de les chauffer à 80°C), on leur préfère donc l'EMHV plus polyvalent mais avec un bénéfice énergétique et environnemental moindre.

Le bioéthanol augmente la volatilité de l'essence lorsqu'il y est mélangé. En Europe, où la volatilité est réglementée, on utilise de l'ETBE qui ne présente pas cet inconvénient mais dont la production nécessite l'utilisation d'isobutylène issu de la pétrochimie (47% d'éthanol et 53% d'isobutylène).

La production mondiale de biocarburants est largement dominée par le bioéthanol (plus de 380 millions d'hectolitres en 2003) et les deux pays leader dans la production sont le Brésil : 141 millions d'hectolitres issus de la canne à sucre en 2003 et les Etats-Unis : 112 millions d'hectolitres issus du maïs en 2003. L'Europe ne produit que 12,7 millions d'hectolitres d'origine agricole. De plus le coût de revient des bioéthanol brésilien et américain sont respectivement 50% et 20% moins élevés qu'en Europe (en partie à cause des économies d'échelle).

Le biodiesel est surtout produit en Allemagne (7 millions d'hectolitres en 2002) et en France (3,5 millions d'hectolitres en 2002), mais son développement est très rapide car les moteurs diesels à injection directe sont de plus en plus répandus et très efficaces en terme de consommation et de pollution.

Le bioéthanol est utilisé comme additif à hauteur de 5% en Europe (sous forme d'ETBE), de 5% à 10% aux USA et de 25% au Brésil. De plus environ 3 millions de véhicules utilisent 100% d'éthanol au Brésil et la majorité du biodiesel allemand est utilisé pur à bord des véhicules.

Il existe de nouvelles technologies de production de biocarburants comme la production d'éthanol à partir de cellulose et de lignine, deux molécules présentes dans tous les végétaux ; mais aussi la fabrication d'hydrocarbures selon le procédé Fischer-Tropsch qui utilise tous les types de biomasse. Elles ont l'avantage de ne pas utiliser de biomasse dédiée à l'alimentation (coût des matières premières plus bas) mais reviennent encore trop cher par rapport aux procédés classiques..

2 RECAPITULATIF DES HYPOTHESES TECHNIQUES RETENUES DANS LA RECHERCHE

2.1 Véhicules légers

VP, urbain	Essence innovante	Gazole innovant	Hybride gazole	Hybride GPL	PAC - hybride GPL	PAC méthanol	PAC H2	Electrique pur
Masse moyenne (kg)	650	650	680	700	720	700	720	750
Vitesse moyenne maximale (km/h)	120	120	120	120	120	120	120	120
Rendement du réformeur	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00
Rendement de la charge des batteries	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Masse / masse référence 1990	72%	62%	65%	77%	80%	77%	80%	83%
Vitesse max moy/ vitesse max 1990	72%	72%	72%	72%	72%	72%	72%	72%
rapport effet de masse/puissance installée	75%	66%	70%	80%	82%	80%	82%	85%
rapport effet de vitesse max/puissance installée	59%	59%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
Effet des auxiliaires (air cond. etc..)	103%	103%	103%	103%	103%	103%	103%	103%
Effet de puissance installée	0,457	0,405	0,433	0,493	0,505	0,493	0,505	0,524
Effet d'hybridation	1,00	1,00	0,60	0,60	0,70	0,60	0,60	0,60
Rendement moteur	0,25	0,28	0,28	0,31	0,42	0,42	0,54	0,80
Rendement de transmission	0,90	0,89	0,94	0,95	0,90	0,90	0,88	0,95
Rendement du système complet	0,488	0,614	0,803	0,797	0,762	0,913	1,260	1,935
Consommation réelle (l/100km eq. essence)	3,04	2,63	2,01	1,86	1,95	1,63	1,18	0,77
Consommation réelle (l/100km)	3,04	2,63	2,01	2,43	2,54	3,40	3,59	

VP, longue distance	Essence innovante	Gazole innovant	Hybride gazole	Hybride GPL	PAC - hybride GPL	PAC méthanol	PAC H2
Masse moyenne (kg)	720	840	770	770	790	770	790
Vitesse moyenne maximale (km/h)	166	166	166	166	166	166	166
Rendement du réformeur	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	1,00
Rendement de la charge des batteries	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Masse / masse référence 1990	80%	80%	86%	86%	88%	86%	88%
Vitesse max moy/ vitesse max 1990	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
rapport effet de masse/puissance installée	82%	83%	87%	87%	89%	87%	89%
rapport effet de vitesse max/puissance installée	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Effet des auxiliaires (air cond. etc..)	103%	103%	103%	103%	103%	103%	103%
Effet de puissance installée	0,845	0,851	0,897	0,897	0,917	0,897	0,917
Effet d'hybridation	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Rendement moteur	0,26	0,30	0,36	0,36	0,44	0,44	0,58
Rendement de transmission	0,90	0,89	0,94	0,95	0,90	0,90	0,88
Rendement du système complet	0,277	0,312	0,379	0,381	0,392	0,401	0,556
Consommation réelle (l/100km eq. essence)	5,35	4,85	4,00	3,89	3,79	3,70	2,67
Consommation réelle (l/100km)	5,35	4,85	4,00	5,07	4,93	7,73	8,14

VUL, local	Essence innovante	Gazole innovant	Hybride gazole	Hybride GPL	PAC - hybride GPL	PAC méthanol	PAC H2	Electrique pur
Masse moyenne (kg)	1 030	1 700	1 700	1 700	1 700	1 700	1 700	1 700
Vitesse moyenne maximale (km/h)	90	80	80	80	80	80	80	80
Rendement du réformeur	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00
Rendement de la charge des batteries	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Masse / masse référence 1990	94%	114%	113%	114%	114%	114%	114%	114%
Vitesse max moy/ vitesse max 1990	75%	73%	72%	72%	72%	72%	72%	72%
rapport effet de masse/puissance installée	95%	112%	112%	112%	112%	112%	112%	112%
rapport effet de vitesse max/puissance installée	63%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
Effet des auxiliaires (air cond. etc..)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	103%
Effet de puissance installée	0,596	0,670	0,669	0,670	0,670	0,670	0,670	0,690
Effet d'hybridation	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Rendement moteur	0,25	0,30	0,30	0,36	0,43	0,43	0,57	0,80
Rendement de transmission	0,95	0,95	0,95	0,95	0,90	0,90	0,88	0,95
Rendement du système complet	0,398	0,425	0,568	0,681	0,693	0,693	0,998	1,469
Consommation réelle (l/100km eq. essence)	5,37	5,34	4,00	3,34	3,28	3,28	2,28	1,55
Consommation réelle (l/100km)	5,37	5,34	4,00	4,73	4,64	7,45	7,54	

2.2 Véhicules lourds

Bus, local	Gazole innovant	Hybride gazole	Hybride turbine	Hybride turbine GNV	PAC - hybride GPL	PAC méthanol	PAC H2	Electrique pur
Rendement du réformeur	100%	100%	100%	100%	90%	90%	100%	100%
Rendement de la charge des batteries	100%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Effet de puissance installée	1,000	1,050	1,000	1,100	1,150	1,100	1,150	1,050
Effet d'hybridation	1,00	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Rendement moteur	0,42	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,57	0,80
Rendement de transmission	0,95	0,95	0,95	0,95	0,90	0,90	0,88	0,95
Rendement du système complet	0,399	0,465	0,489	0,444	0,362	0,379	0,498	0,827
Consommation réelle (l/100km eq. essence)	32,3	27,7	26,4	29,0	35,5	34,0	25,8	15,6
Consommation réelle (l/100km)	32,3	27,7	26,4	29,1	50,4	77,3	85,6	
Bus, longue distance	Gazole innovant	Hybride gazole	Hybride turbine	Hybride turbine GNV	PAC - hybride GPL	PAC méthanol	PAC H2	
Rendement du réformeur	100%	100%	100%	100%	90%	90%	100%	
Rendement de la charge des batteries	100%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	
Effet de puissance installée	1,000	1,050	1,000	1,100	1,150	1,100	1,150	
Effet d'hybridation	1,00	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
Rendement moteur	0,42	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,57	
Rendement de transmission	0,95	0,95	0,95	0,95	0,90	0,90	0,88	
Rendement du système complet	0,399	0,465	0,489	0,444	0,362	0,379	0,498	
Consommation réelle (l/100km eq. essence)	26,0	22,3	21,2	23,3	28,6	27,4	20,8	
Consommation réelle (l/100km)	26,0	22,3	21,2	23,4	40,6	62,3	68,9	
Camions, local	Gazole innovant	Hybride gazole	Hybride turbine	Hybride turbine GNV	PAC - hybride GPL	PAC méthanol	PAC H2	Electrique pur
Rendement du réformeur	100%	100%	100%	100%	90%	90%	100%	100%
Rendement de la charge des batteries	100%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Effet de puissance installée	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Effet d'hybridation	1,00	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Rendement moteur	0,42	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,57	0,80
Rendement de transmission	0,95	0,95	0,95	0,95	0,90	0,90	0,88	0,95
Rendement du système complet	0,399	0,489	0,489	0,489	0,417	0,417	0,573	0,869
Consommation réelle (l/100km eq. essence)	22,8	18,6	18,6	18,6	21,9	21,9	15,9	10,5
Consommation réelle (l/100km)	22,8	18,6	18,6	18,7	31,0	49,7	52,6	
Camions, longue distance	Gazole innovant	Hybride gazole	Hybride turbine	Hybride turbine GNV	PAC - hybride GPL	PAC méthanol	PAC H2	
Rendement du réformeur	100%	100%	100%	100%	90%	90%	100%	
Rendement de la charge des batteries	100%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	
Effet de puissance installée	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Effet d'hybridation	1,00	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,95	
Rendement moteur	0,42	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,57	
Rendement de transmission	0,95	0,95	0,95	0,95	0,90	0,90	0,88	
Rendement du système complet	0,399	0,489	0,489	0,489	0,417	0,417	0,422	
Consommation réelle (l/100km eq. essence)	20,8	17,0	17,0	17,0	19,9	19,9	19,7	
Consommation réelle (l/100km)	20,8	17,0	17,0	17,1	28,3	45,4	65,2	

2.3 "Well-To-Tank" : les émissions indirectes de CO₂ dues aux nouvelles technologies

Les émissions indirectes de CO₂ dues aux nouvelles technologies des transports sont celles induites par les carburants ou énergies utilisés, tout au long de la chaîne de production, depuis la ressource primaire jusqu'au réservoir du véhicule. Ces émissions indirectes dépendent de trois facteurs principaux :

- Le carburant ou l'énergie utilisé par la nouvelle technologie ;
- La ressource énergétique primaire à partir de laquelle ce carburant ou cette énergie est produit ;
- Le processus de transformation entre la ressource primaire et l'énergie finale.

L'étude GM "Well-To-Wheel" a procédé à une investigation complète de l'incidence de tous ces facteurs à un grand niveau de détail, avec les informations techniques les plus récentes : elle constitue donc la base de notre estimation des émissions indirectes de CO₂ dans notre recherche.

La définition des technologies nouvelles de transport retenues dans la recherche (cf supra) croise un procédé et une énergie finale, mais ne s'intéresse ni à la ressource primaire, ni au procédé de transformation. Pour compléter nos projections des émissions directes de CO₂ par les émissions indirectes induites, il est donc nécessaire de croiser la définition initiale des technologies par celle des énergies primaires mobilisables et les procédés de transformation.

Pour ne pas alourdir inutilement le travail quantitatif et la présentation des résultats, nous avons choisi de simplifier fortement la définition des énergies primaires, et de ne retenir qu'un procédé moyen de transformation pour chaque couple "énergie primaire-énergie finale".

Trois "familles" d'énergies primaires ont été ainsi retenues :

- Le pétrole
- Le gaz naturel
- La biomasse et le nucléaire.

Le tableau ci-dessous indique les ratios d'émissions indirectes moyens pour tous les croisements pertinents entre ces familles d'énergies primaires et les énergies finales mobilisables par les technologies nouvelles indiquées plus haut.

Tableau 10 : Emissions indirectes selon les énergies finales et primaires

gCO ₂ equiv/MJ	Essence	Gazole	GPL	Methanol	Hydrogène	Electricité	GNV
Pétrole	13,2	10,4	8			118	
Gaz naturel	32	29		27	147	118	16
Biomasse, nucléaire				-60	0	0	-57

Lorsque les chiffres sont négatifs, ils expriment simplement le fait que l'énergie primaire est un capteur net de carbone, et que les émissions de CO₂ dans la chaîne de transformation sont inférieures au carbone piégé dans l'énergie primaire.

Mix	1	2	3	4	5	6	7
oil, conventional	100%						
gas , average		100%		80%	60%	40%	20%
renewable, nuclear			100%	20%	40%	60%	80%

Les mêmes énergies finales utilisées dans les technologies nouvelles peuvent être produites à partir de plusieurs familles d'énergie primaire. Dans l'évaluation des émissions indirectes, il faut donc préciser la contribution respective de chacune des familles. On distingue ainsi dans le travail prospectif 7 variantes possibles, résumées dans le tableau ci-dessous.

3 LA TECHNOLOGIE SALVATRICE : AUTOPSIE D'UN MYTHE

Dans les sphères décisionnelles, fortement empreintes de la culture d'ingénieur, la foi en la technologie est omniprésente et largement inébranlable. La technologie est perçue à la fois comme le moteur principal sinon le levier du développement économique et social (via l'innovation et la productivité) et comme le principal rempart contre les agressions de la nature et des activités humaines.

Une des conséquences remarquables de cette attitude, dans le domaine de la prospective transport-énergie-environnement, est le poids exacerbé attribué à la technologie : soit, elle constitue l'objet même de la prospective, soit, elle en constitue le cœur, rarement elle en est absente. Ainsi la réflexion prospective s'articule-t-elle souvent autour des questions suivantes : quel système technologique pour répondre à tels besoins ? Quelles meilleures technologies selon tels critères ?

On a vu, dans l'inventaire des études prospectives⁹, quels biais pouvait entraîner une telle attitude, avec quelles conséquences sur le sens à donner aux résultats de ces études.

Ces critiques prennent une dimension particulière dans le cas des études prospectives traitant de la mobilité durable, comme nous allons le voir maintenant.

3.1 Regard sur le passé

La foi dans la technologie est bien affaire de culture, mais trempée à l'épreuve des faits. Les extraordinaires progrès matériels accomplis par la civilisation industrielle, l'éradication de la faim et de nombreuses maladies dans de très nombreuses régions du monde, l'allongement substantiel de l'espérance de vie, sont autant d'ingrédients qui alimentent cette foi en la technologie progressiste et salvatrice. La technologie ayant si merveilleusement contribué au progrès et réglé les problèmes dans le passé, pourquoi n'en serait-il pas de même dans le futur ? Le CO et les NOx en trop grande quantité représentent une menace pour la santé ? Les pots catalytiques sont la solution !

A première vue, cette impression générale paraît robuste, bien étayée par les faits, crédible. Mais quelques grands "loupés" de l'histoire technologique nous oblige à aller plus loin que les premières impressions. L'assèchement de la mer d'Aral, Tchernobyl ou Bhopal sont-ils les inévitables avatars d'une aventure technologique globalement positive, ou la manifestation la plus visible d'effets pervers inéluctables et mal cernés de cette aventure ?

Si l'on se rallie à l'idée d'un bilan apparemment globalement positif de l'aventure technologique dans le passé – malgré les avatars en question – cela constitue-t-il un fait en soi, immuable, ou le produit de circonstances historiques particulières, pas nécessairement reproductibles en l'état dans le futur ? Par exemple la formidable croissance des émissions anthropiques de gaz à effet de serre qui a accompagné cette aventure technologique a, pour l'instant, laissé peu d'empreintes sur le climat et le niveau des mers, et ne ternit pas le bilan. Mais qu'en sera-t-il dans 30, 50, 100 ans ?

Une première série de questions se posent donc quant à l'aventure historique de la technologie : les technologies qui se sont développées ont-elles été les meilleures (au regard du progrès, de la résolution des problèmes...), ou simplement globalement positives (effets positifs supérieurs aux effets induits négatifs), y avait-il une alternative ?

⁹ Inventaire des prospectives transport-énergie-environnement. Questions transversales. Rapport d'étude au PREDIT, GO11

D'innombrables ouvrages, essais, thèses ont été consacrés à l'évolution de la technologie, sous l'angle historique, économique, sociologique etc...Loin de nous l'idée d'essayer d'en faire une synthèse !

On retiendra toutefois deux idées fortes, relativement consensuelles, quant aux moteurs de cette évolution :

- ➡ Les grandes avancées technologiques naissent le plus souvent de l'imaginaire ou du génie de quelques individus, dont les motivations à l'origine coïncident rarement avec l'interprétation qui en est faite après-coup au regard de la contribution au développement ou à la résolution des problèmes.
- ➡ Dans le foisonnement des idées et des innovations issues de ces grandes avancées, seules quelques technologies génériques s'imposent durablement, mais pas nécessairement parce qu'elles sont les meilleures (en terme d'efficacité par rapport à un problème donné) ni parce qu'elles sont les moins chères, ni parce qu'elles limitent les effets pervers négatifs¹⁰. Linux est puissant et gratuit, mais Word continue à dominer le marché.

On pourrait ainsi dresser un mémorial des innovations technologiques prometteuses et avortées ; l'intérêt en serait limité, sinon que subsiste la lancinante question de ce qui se serait passé si...

Deux exemples toutefois, relatifs à la problématique générale des transports et de l'énergie :

Le nucléaire tout d'abord. Perçu au début des années 70 comme la solution au problème des ressources d'énergie fossile, le nucléaire ne s'est en fait imposé que dans quelques pays, caractérisé notamment par une organisation énergétique très centralisée et étatisée. Que le diagnostic sur l'intérêt intrinsèque du nucléaire soit ou non fondé, le constat est là : ce n'est pas ça qui a joué, mais l'organisation sociale et politique. Le nucléaire a des effets pervers via l'épuisement des ressources d'uranium et la production de déchets radiotoxiques à vie longue ? Le surgénérateur est naturellement la solution ! Mais la solution est avortée du fait de la pression économique et sociale, et les effets pervers demeurent.

Le tramway est un autre exemple intéressant. Innovation majeure dans le transport des personnes à l'aube de l'électricité dans tous les pays industriels, il sera "tué" dans de nombreux pays par le pétrole et le moteur à combustion interne. Des milliers de km de réseau ferré urbain et périurbain seront démantelés ou noyés dans le goudron. Il faudra attendre la fin du 20^e siècle pour que la technologie revienne significativement sur le devant de la scène, mais à quel coût !

Ce bref aperçu incite à penser que la "logique" du développement technologique n'est pas nécessairement celle à laquelle on aurait pu s'attendre, qu'elle n'est pas nécessairement dirigée par un quelconque souci commun de développement socio-économique ou de résolution des problèmes, et qu'elle est finalement essentiellement le "produit hybride" d'un contexte socio-économique et d'un contexte entrepreneurial à un moment donné de l'histoire. Le fait que le bilan historique apparaisse globalement positif ne peut pas être définitivement mis au compte d'une vertu cardinale du processus d'évolution technologique, et en cela il ne peut préjuger en rien du bilan futur.

Une deuxième série de questions se posent à propos des effets négatifs induits par les technologies et la façon dont ils sont "comptabilisés" dans le bilan global de l'évolution technologique. Une remarque préalable : la création des "offices d'évaluation technologique" ou structures similaires dans un nombre croissant de pays industriels démocratiques, montre que le problème d'une évaluation globale des technologies se pose et que l'arbitrage démocratique quant à l'industrialisation des technologies est nécessaire. Est-il pour autant réellement possible ?

¹⁰ cf Shumpeter.

L'expérience montre en effet que l'évaluation complète des technologies se heurte généralement à deux limites :

- Seuls les effets négatifs induits qui sont quantifiables et traductibles en termes économiques sont intégrés de fait à l'évaluation ;
- Les effets induits non quantifiables et/ou non traductibles en termes économiques sont réputés devoir être réglés par les avancées technologiques futures.

Sont ainsi exclus généralement des évolutions technologiques :

- L'incidence des technologies sur les comportements et l'organisation sociale ;
- Les impacts environnementaux à long terme (effet de serre, déchets nucléaires à vie longue, épuisement des ressources etc...).

Le bilan de la voiture apparaît par exemple comme globalement très positif (croissance, emploi, liberté, mobilité, ...), mais à quel moment les effets induits négatifs, qui existent bien mais que l'on ne sait pas toujours mesurer, prennent-ils le pas sur les effets positifs ?

Ce n'est souvent qu'après coup et parfois longtemps après, que l'on "découvre" les effets négatifs des technologies.

Quel bilan-santé global de la talidomine ? Quel bilan économique global de Concorde ou de Superphénix ? Quel bilan écologique global de la mer d'Aral ou de Tchernobyl ?

Judiciarisation aidant, la prise de conscience des effets pervers des technologies et de la nécessité de s'en prémunir, la montée progressive du contrôle démocratique sur le développement des technologies, renforcent le sentiment que l'on va dans le sens d'un bilan toujours plus positif du développement technologique. Sentiment fondé... ou fatalisme optimiste au regard de ce que l'on ne sait pas mesurer ?

Ce regard sur le passé nous oblige à nuancer notre jugement globalement positif sur l'évolution technologique. Certes, le prodigieux essor de la technologie depuis 150 ans a bien été le moteur de la croissance économique et du recul de nombre de fléaux dont l'humanité est victime. Mais la question demeure de savoir si tout cela n'est pas qu'une coïncidence historique heureuse, et, surtout, de savoir si les menaces qui s'accumulent du fait de ce développement technologique ne l'emporteront pas à terme sur les effets bénéfiques.

3.2 Quelles leçons pour la construction de scénarios de mobilité durable ?

Les scénarios de mobilité durable construits à ce jour ont souvent la technologie comme épine dorsale. Pour deux raisons essentielles : parce que la dimension environnementale de la durabilité est généralement prépondérante, sinon exclusive ; parce que la croissance de la mobilité des biens et des personnes est perçue comme le corollaire inéluctable de la croissance. Comment concilier croissance, progrès et durabilité, sinon en résolvant par la technologie les atteintes à l'environnement ?

Quand bien même on s'en tiendrait à une acception réductrice de la durabilité, le regard critique que l'on vient de poser sur la perception positive du rôle de la technologie dans le passé, oblige à quelques prudenances sur le rôle qu'on peut lui assigner quant à la durabilité dans le futur.

3.2.1 *Le syndrome du château de cartes*

Il n'est pas illégitime de considérer que la technologie peut régler les problèmes qui nous assaillent, mais nous n'avons aucune certitude qu'elle ne crée pas – ou amplifie – d'autres problèmes ailleurs, et que le bilan global soit loin du compte.

Pour imaginer ce propos, on peut comparer le développement d'une technologie à la construction d'un château de cartes. Plus l'empilement des cartes s'élève, plus on devient habile à poser les cartes supplémentaires mais plus l'ensemble de l'édifice devient fragile. Et quand il s'avère que la base est trop étroite pour la hauteur que l'on veut atteindre, il n'y a pas d'autre solution que de reconstruire à côté sur une base nouvelle. Aussi, chaque nouveau composant d'une filière technologique augmente les effets induits négatifs et fragilise l'ensemble. On sait, à force d'habileté technologique amoindrir ces effets négatifs et retarder l'échéance finale, mais celle-ci est inéluctable du fait du socle même de la filière technologique.

Faire jouer un rôle trop important à la technologie dans la durabilité relèverait ainsi soit d'une certaine myopie quant au devenir possible des filières technologiques existantes, soit d'un optimisme un peu naïf quant à la disponibilité, à temps, des filières nouvelles.

La route est un bon exemple. Chaque nouveau véhicule ajouté au parc fragilise un peu plus l'ensemble de l'édifice de la mobilité : pollution locale, effet de serre, accident, encombrement de l'espace, bruit, prélèvement sur les ressources fossiles.

Les pots catalytiques, l'injection directe, l'hybridation, les PAC, les nouveaux matériaux, etc... sont autant de conquêtes technologiques qui repoussent toujours plus loin le seuil de non-acceptabilité de la route sur certains aspects (qualité de l'air, effet de serre...).

Mais ils restent impuissants à diminuer les effets pervers sur d'autres aspects (encombrement de l'espace, bruit...). La fragilisation de l'ensemble est ralentie – l'habileté permet d'ajouter des cartes – mais viendra inexorablement le moment où globalement, l'acceptabilité ne sera plus au rendez-vous.

Autre exemple lié à la route : la course-poursuite avec la vitesse. A force de rocades et d'autoroutes, on a su concilier la vitesse des déplacements routiers avec les exigences croissantes imposées par le développement de l'économie, malgré le nombre croissant de véhicules en circulation. L'effet pervers de la congestion a été repoussé à force d'occupation croissante de l'espace, elle-même génératrice d'effets négatifs sur l'économie et la société. Le seuil de non-acceptabilité paraît encore bien loin, mais les exigences de sécurité (repousser les effets de la densité de véhicules sur les accidents) imposeront formellement (et dans un avenir proche) un arrêt – puis un retournement - de la progression des vitesses, rendant la route de moins en moins compatible avec les exigences de vitesse liées à la croissance économique. La base de l'édifice "technologies routières" apparaît ainsi trop étroite par rapport aux ambitions de la croissance économique à long terme.

3.2.2 *Les effets structurants des technologies*

La technologie, surtout dans le domaine des transports, a des effets structurants sur l'organisation de la société, l'aménagement de l'espace et les comportements des individus. Ce qui pose, à propos de la construction de scénarios de mobilité durable, deux questions majeures :

- ➡ En quoi les effets structurants des filières technologiques que l'on connaît aujourd'hui contribuent-ils à la fragilisation de l'édifice, où sont les limites ? En quoi peuvent-ils pénaliser ou favoriser l'émergence et le développement des filières alternatives qui sont nécessaires ?
- ➡ Quels seront les effets structurants de ces nouvelles filières technologiques, avec quels impacts sur les mobilités et les vitesses ?

Comme on l'a souligné dans l'inventaire sur les études prospectives transport-énergie-environnement, la pauvreté de l'analyse des rétroactions de la technologie sur les comportements de mobilité et les structures modales, est un trait commun à la plupart des études. Imaginer que l'on puisse construire des

scénarios de mobilité durable sans aborder au fond cette question relèverait d'une légèreté coupable. Ou, dit autrement, imaginer que l'on puisse traiter de la contribution de la technologie à la durabilité, à mobilité, comportements et structures modales donnés, relèverait d'une certaine forme de myopie sinon de naïveté.

3.2.3 *Les limites des stratégies d'adaptation*

Dans une acception large de la durabilité, où les critères économiques et sociaux viennent côtoyer les critères environnementaux, le mythe de la technologie universelle salvatrice doit donc être impérativement démonté.

Comment se manifeste ce mythe ? Dans la croyance que la technologie sera à même de s'adapter continuellement et systématiquement de façon à limiter les effets contraires qu'elle engendre, et de souscrire ainsi aux exigences de soutenabilité quel qu'elles soient, pour peu qu'on prenne les décisions adéquates.

Ce mythe de la technologie salvatrice, qui est au cœur des stratégies d'adaptation vers le développement durable, se heurte à deux obstacles infranchissables :

- ➡ Le syndrome du château de cartes décrit plus haut ;
- ➡ Le processus d'évolution des technologies, où le changement de technologie peut se préparer (via la r&d, la réglementation, etc...), mais où il ne se décrète pas.

Un exemple pour illustrer ce point. Dans le programme national de lutte contre le changement climatique, l'accord ACEA (réduction de 25% des émissions de CO₂ par véhicule-km pour la moyenne des véhicules neufs en 2008) est réputé contribuer à hauteur de 25 % aux réductions d'émissions de CO₂ à terme. Mais une analyse des rétroactions de cette baisse de consommation spécifique sur les comportements de mobilité indique qu'à prix identique des carburants, il faut s'attendre à un effet rebond qui compensera les efforts de réduction d'émissions de CO₂. Les gens achèteront de plus grosses voitures et rouleront plus. Si l'on s'en tient à la vision purement technologique, on surestime donc fortement la réduction à attendre des émissions de CO₂.

Autre exemple : la technologie nucléaire est à coup sûr l'une de celle qui contribue le plus significativement à la réduction des émissions de CO₂ tout en réduisant les risques d'approvisionnement énergétique. Ce n'est pourtant ni celle qui est portée par le processus de sélection technologique dans la plupart des pays (pourtant engagés à réduire leurs émissions), ni celle qui est spontanément plébiscitée par les populations. "Idéale" sur le papier, ignorée ou rejetée dans la réalité.

Introduire la technologie de façon pertinente dans les scénarios de mobilité durable, c'est d'abord s'interroger sur la nature de l'objectif social qui sous-tend cette notion, et d'évaluer les potentialités des technologies au regard de cet objectif.

4 BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

- [1] ADEME, contribution à l'étude OCDE-TEV
- [2] California Fuel Cell Partnership, <http://www.fuelcellpartnership.org>
- [3] Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne :
- [4] EDF, "Véhicules utilitaires et particuliers, la gamme électrique", 2002
- [5] Fuel Cell Bus Club, <http://www.fuel-cell-bus-club.com>
- [6] Georgia Plouchart (IFP), Les piles à combustible et leurs applications, "Gaz d'aujourd'hui N°5", Septembre-Octobre 2003
- [7] <http://lasen.epfl.ch/page40003.html>
- [8] <http://library.iea.org/dbtw-wpd/textbase/papers/2004/transporthree.pdf>
- [9] <http://library.iea.org/dbtw-wpd/textbase/papers/2004/transporthree.pdf>
- [10] <http://library.iea.org/dbtw-wpd/textbase/papers/2004/transporthree.pdf>
- [11] <http://library.iea.org/dbtw-wpd/textbase/papers/2004/transporthree.pdf>
- [12] <http://library.iea.org/dbtw-wpd/textbase/papers/2004/transporthree.pdf>
- [13] <http://www.assemblee-nationale.fr/12/rap-info/i1622.asp>
- [14] http://www.biocarburant.com/eth_auj_3.asp
- [15] http://www.ineva-cnrt.com/ACTUALITE/synthese_PAC.doc
- [16] IEA/EET Working Paper, "Reducing Oil Consumption in Transport: Combining Three approaches", Lew Fulton, Avril 2004,
- [17] IEA/EET Working Paper, "Reducing Oil Consumption in Transport: Combining Three approaches", Lew Fulton, Avril 2004,
- [18] IEA/EET Working Paper, "Reducing Oil Consumption in Transport: Combining Three approaches", Lew Fulton, Avril 2004,
- [19] IEA/EET Working Paper, "Reducing Oil Consumption in Transport: Combining Three approaches", Lew Fulton, Avril 2004,
- [20] IEA/EET Working Paper, "Reducing Oil Consumption in Transport: Combining Three approaches", Lew Fulton, Avril 2004,
- [21] L'ensemble des sites internet des constructeurs automobiles cités.
- [22] Le marché mondial de biocarburants : extraits du rapport du Conseil Economique et Social. Juin 2004
- [23] Office Of Fossil Energy, <http://www.fe.doe.gov/programs/fuels>
- [24] Rapport d'information de la commission des finances sur les biocarburants, M. Alain Marleix, 26 Mai 2004 :
- [25] Rapport IEA "Energy Policies of IEA Countries", 2003 Review.
- [26] Rapport IEA "Energy Policies of IEA Countries", 2003 Review.
- [27] Rapport IEA "Energy Policies of IEA Countries", 2003 Review.
- [28] Rapport IEA "Energy Policies of IEA Countries", 2003 Review.
- [29] Rapport IPTS "Dynamics of the introduction of new passenger car technologies", Juin 2003
- [30] Rapport IPTS "Dynamics of the introduction of new passenger car technologies", Juin 2003
- [31] Rapport IPTS "Dynamics of the introduction of new passenger car technologies", Juin 2003
- [32] Rapport IPTS "Dynamics of the introduction of new passenger car technologies", Juin 2003
- [33] Rapport IPTS "Trends in vehicle and fuel technologies", Mars 2003
- [34] Rapport IPTS "Trends in vehicle and fuel technologies", Mars 2003

-
- [35] Rapport IPTS "Trends in vehicle and fuel technologies", Mars 2003
- [36] Rapport IPTS "Trends in vehicle and fuel technologies", Mars 2003
- [37] Rapport, "Futures évolutions des motorisations dans l'automobile", Philippe Pinchon, Directeur Moteurs-Énergie, Mai 2004
- [38] Site Honda, <http://world.honda.com>
- [39] Site Internet des biocarburants :
- [40] Site Internet du CEA, <http://www.cea.fr>
- [41] Site internet du CEA, <http://www.cea.fr>
- [42] Site internet du CEA, <http://www.cea.fr>
- [43] Site Internet du CEA, <http://www.cea.fr>
- [44] Site Internet du National Biodiesel Board : http://www.biodiesel.org/resources/biodiesel_basics
- [45] Site internet EIA, données de l'Annual Energy Outlook 2004
<http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/demand.html#trans>
- [46] Site internet EIA, données de l'Annual Energy Outlook 2004
<http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/demand.html#trans>
- [47] Site Internet EIA, données de l'Annual Energy Outlook 2004
<http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/demand.html#trans>
- [48] Site Internet EIA, données de l'Annual Energy Outlook 2004
<http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/demand.html#trans>
- [49] Site PSA, <http://www.psa.fr>
- [50] Site SAFT, <http://www.saft.com>
- [51] Site Toyota, <http://www.toyota.com/about/news/product/2003/04/16-1-prius.html>
- [52] Synthèse Ineva/UTBM sur la PAC, Septembre 2002,
- [53] US Department of Energy, Energy efficiency and Renewable Energy,
<http://www.eere.energy.gov/consumerinfo/factsheets/fa1.html>

Le modèle de Becker : une matrice de compréhension de l'allocation des temps ¹¹

Vincent BAGARD

*L'argent, vous pouvez le gaspiller,
L'argent se regagne;
Vous pouvez l'entasser dans votre coffre,
Et ainsi le garder,
Mais le temps, le temps hélas,
Une fois passé,
Ne revient jamais;
Aucun scellé,
Aucune serrure, aucune clef,
Ne pourront jamais le retenir
J.O. WALLIN*

Cette partie a pour objectif d'appliquer la théorie des choix économiques à l'allocation de la ressource temporelle. Une série de conséquences est envisagée sur le temps de loisir.

L'existence d'un flux temporel, peut se définir comme un flux constant d'unités horaires que l'individu ne peut utiliser qu'au rythme de leur écoulement. Contrairement à d'autres ressources, le temps ne peut être accumulé, et il nous est impossible de le stocker comme nous le ferions pour un bien matériel. En s'écoulant toutefois, il constitue pour les individus une ressource disponible. En terme économique, il existe une certaine "offre de temps".

Mais il y a aussi une "demande de temps". Pour atteindre l'objectif ultime de bien-être matériel et spirituel, chacun doit combiner du temps aux autres ressources dont il dispose. Fondamentalement, la consommation, comme la production, demandent du temps. Une maison de campagne, ou une bonne pièce de théâtre n'apportent aucune satisfaction si l'on ne dispose pas d'un temps suffisant pour les apprécier.

La rareté d'un bien est fonction du rapport de l'offre à la demande, et elle se traduit normalement par un prix. La demande du bien particulier, qu'est le temps, est suffisamment élevée, en particulier de nos jours, pour en faire une ressource "rare" au sens économique du terme. Le temps est donc nécessairement soumis aux lois économiques. Cela signifie que nous sommes contraints de le répartir entre diverses utilisations – diverses activités – selon les principes généraux de la théorie des choix.

Dans le cadre néo-classique standard, appliqué à l'allocation de la ressource monétaire, la satisfaction est maximale lorsque le principe d'équimarginalité des dépenses est respecté. A l'équilibre, l'utilité marginale du dernier euro dépensé pour chaque bien sera identique à l'utilité marginale du dernier euro dépensé pour n'importe quelle autre bien. Pour cela, l'acheteur préférera probablement répartir ses dépenses entre plusieurs biens et services de manière à atteindre un niveau de satisfaction tel qu'il ne puisse être augmenté par une modification de ses choix.

Ce raisonnement peut s'appliquer pour le temps. En effet, chacun va essayer de répartir ses ressources temporelles non extensibles, de sorte que le rendement marginal de la dernière unité de temps soit

¹¹ Extrait du travail de thèse de V. BAGARD, [*provisoire*]

identique dans chacune des activités. Si les rendements du temps dans ses diverses activités n'est pas le même, alors, deux possibilités seront envisagées pour égaliser les rendements marginaux :

- ➡ Réduire le temps passé à une activité à faible rendement pour le consacrer à une activité à plus haut rendement ;
- ➡ Elever le rendement de l'activité qui avait un rendement faible jusqu'à ce que l'équilibre soit de nouveau atteint.

Bien entendu, cet optimum Parétien est toujours fictif, mais il permet d'expliquer les ajustements mis en œuvre pour atteindre la satisfaction et le plaisir maximal¹². A l'équilibre à l'instant t , les rendements marginaux pondérés par les prix de chacune des minutes marginales consacrés à chacune des activités s'égalisent. Nous entendons par le rendement du temps, l'utilité marginale que l'individu retire des unités de temps qu'il affecte à telle ou telle activité. La vision réductionniste considère que ces satisfactions sont seulement pécuniaires. Ce cas de figure est possible, mais notre vision est bien plus large.

L'étude de la dynamique du temps de loisir et de ses implications en terme de demande de transport peuvent s'inscrire dans ce cadre. Jusqu'à présent, l'étude du transport a été considérée comme un objet de recherche en soi. L'étude de la mobilité récréative ne peut être dissociée de l'étude de la demande de loisir hors du domicile, et il est grand temps, de comprendre comment s'articulent les trois composantes de ce loisir : la composante matérielle, temporelle et spatiale. La demande d'espace (comme une fin en soi, ou comme moyen de rehausser le rendement des activités de loisirs outdoor) entraîne un coût d'accès en temps, et donc une demande de transport. Le transport est donc le sous-basement logistique du loisir hors domicile, tout comme il permet de produire ce loisir, il s'inscrit dans les contraintes d'ensemble de l'allocation des temps.

Ce premier chapitre s'attache donc à décrire et expliquer le faisceau de contraintes dans lequel s'inscrit la consommation de loisir et les dynamiques d'adaptations à ces contraintes. Trois points seront discutés :

1. Le loisir nécessite du temps, il est dit *"time intensive"*. La satisfaction éprouvée est indissociable du flux temporel consommé. Contrairement au temps domestique, il est difficile de demander à un domestique de partir en vacances à sa place. Par conséquent, la substitution productive (machine) tout comme la substitution équivalente (tiers) n'est pas possible.
2. Toutefois, le loisir ne peut être réduit à sa seule composante temporelle. En effet, l'intensité du temps de loisir, [i.e le rendement en satisfaction par unité de temps], joue un rôle fondamental. Cette intensité peut être rehaussée par une quantité et/ou une qualité et/ou variété plus grande de biens et services de marché, mais de paysages, de lieux historique, consommés par unité de temps de loisir.
3. La combinaison loisir i.e "commodité pour Becker" composée de temps et de biens et services de marché et d'espace est élastique au revenu. Le voyage étant pour Linder le bien supérieur par excellence dont la demande augmente plus vite que le revenu.
 - La première section permettra de poser le cadre d'intelligibilité emprunté à l'approche de BECKER qui pose les fondements micro-économiques de l'allocation du temps ;
 - La deuxième section permettra d'amender, de préciser et de discuter ce cadre à partir d'apports ultérieurs.

¹² De plus, le rendement d'une activité peut être différé dans le temps, comme c'est le cas pour l'investissement en éducation, dans ce cas, le taux d'actualisation est faible.

1 L'APPROCHE DE G.S. BECKER : LE MODELE GENERIQUE

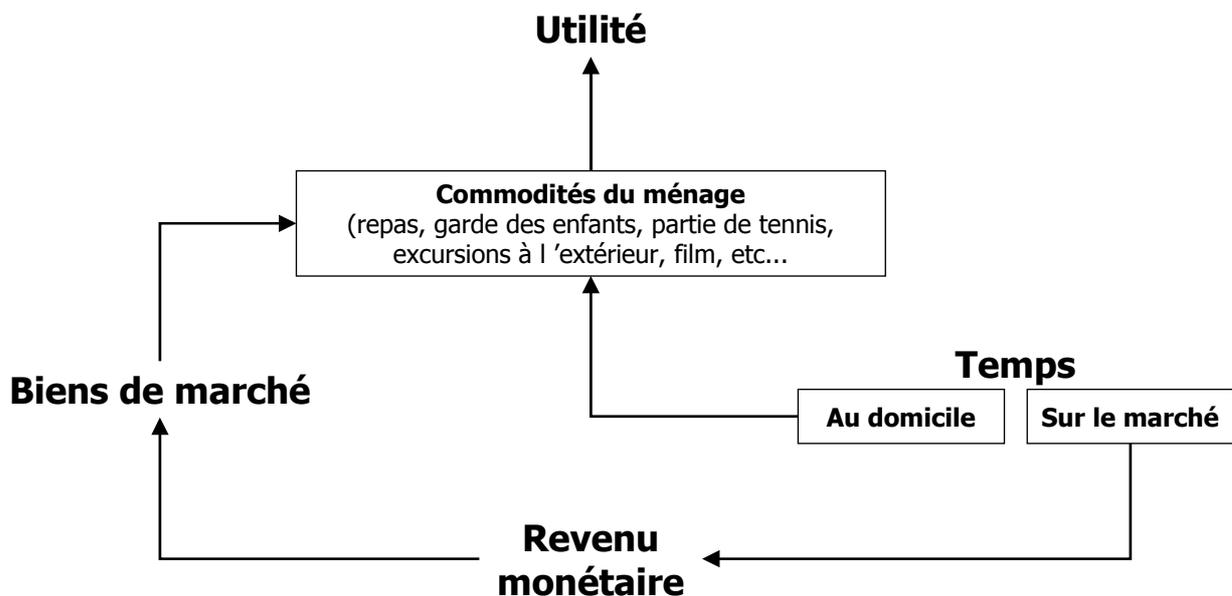
L'article de Gary. S BECKER "*Time and Household Production : A theory of the allocation of Time*" daté de 1965, sera le premier point d'appui de notre analyse de la demande de loisir. Sans être particulièrement ciblé sur le loisir, l'intérêt de cet article est de mettre en place une matrice de compréhension à travers laquelle peuvent être cernées les principales pistes de questionnement propre à la définition opératoire de la "commodité" loisir, et des questions liées à la dynamique de sa consommation.

Le principal apport de cette matrice Beckerienne est d'introduire de façon systématique la dimension temporelle dans les choix des individus. En s'inscrivant dans le cadre de la nouvelle théorie du consommateur, inspirée au même moment par Lancaster en 1966, BECKER postule que la satisfaction d'un individu ne provient pas des biens consommés directement à l'état brut, mais des commodités finales "*commodities*" dont la production et/ou la consommation nécessite du temps et des biens. Par exemple, le sommeil est une commodité qui produit un service à partir de temps, et de biens (un lit, un oreiller, une tisane). De même le loisir est une commodité produite à partir de temps, (la durée du séjour), et de biens (chaussures de marche, résidence secondaire...). Ces deux inputs peuvent avoir ou non des substituts ou des coûts d'accès sur le marché.

Le modèle de BECKER vise donc à calculer le *coût généralisé* de la consommation / production d'un service en affectant une valeur au temps. Cette approche peut être appliquée aux loisirs comme nous le verrons par la suite.

L'approche de BECKER a initié le concept de la "*new home economics*" explicité dans le schéma ci-dessous.

Figure 2 : Le Concept de la "*new home economics*"



1.1 Le modèle générique

Le modèle générique se présente comme suit :

Equation 1: La formulation du problème de maximisation dans la théorie Beckerienne

$$\begin{aligned}
 & \underset{X, T}{\text{Max}} U(X, T) & \sum_i P_i X_i & \leq V + T_w \bar{w} \\
 & Z_i = f_i(x_i, t_i) & \sum_i T_i & = T_c = \tau - T_w \\
 & g(Z_1, \dots, Z_m) = Z \\
 & U = U(Z_1, \dots, Z_m) \equiv U(f_1, \dots, f_m) \equiv U(x_1, \dots, x_m; t_1, \dots, t_m) \\
 & \text{s.c.}
 \end{aligned}$$

Où :

$i = (1, 2, \dots, I)$ est un ensemble de commodités

X_i, T_i sont des vecteurs, ils correspondent respectivement aux inputs en biens de marché et en temps pour consommer et produire une unité de commodité i .

Z_i est une commodité produite à partir des vecteurs biens de marché x_i et temps t_i

P_i est le prix de marché de l'input i .

V est un revenu fixé exogène.

\bar{w} est le taux de salaire.

T_w est le temps de travail sur une période donnée

T_c est le temps de consommation ou plus généralement temps hors travail sur une période donnée

τ est le temps total disponible sur une période donnée

La dimension temporelle, au cœur de l'analyse de BECKER, constitue un vecteur fondamental en particulier à l'heure actuelle, d'orientation des choix des individus. En effet, le temps est un facteur de production pour produire ou consommer un service. La contrainte temporelle τ va donc venir s'ajouter à la contrainte classique de revenu $V + T_w \bar{w}$. L'utilité procurée (U), est fonction de la quantité de commodités consommée $U(Z_1, \dots, Z_m)$. La consommation de commodités est fonction de l'intégration des inputs temps et biens nécessaires à leur production/consommation $U(x_1, \dots, x_m; t_1, \dots, t_m)$. La consommation/production de commodités Z est soumise à la contrainte de revenu et de temps $g(Z_1, \dots, Z_m) = Z$.

1.2 La fusion des contraintes : la notion de coût d'opportunité à ne pas travailler

L'hypothèse forte de BECKER est que les deux contraintes n'en forment en fait qu'une seule et unique : le temps peut être converti en monnaie, et donc en biens ou services de marché, en assignant moins de temps à la consommation et plus de temps au travail (potentiellement la totalité du budget temps). Par la fusion des contraintes, le premier concept d'une valeur du temps émerge. Cette valeur se traduit **par le coût d'opportunité que représente l'allocation de temps à une activité autre que le travail rémunéré et le potentiel manque à gagner qui en découle**. Néanmoins, dans l'optique de ce modèle, et plus généralement des modèles d'arbitrage travail/loisirs néoclassiques, on considère que le temps passé au travail n'a pas d'utilité intrinsèque¹³. Sa seule utilité est dérivée du revenu qu'il génère.

A l'équilibre, une égalité s'impose entre d'une part la somme *des coûts généralisés* correspondant à l'ensemble des commodités produites et consommées - utilisant dans des proportions diverses du temps et des biens - et d'autre part *un revenu généralisé*. BECKER retient le terme de *full income*¹⁴. La ressource temporelle est donc monétisée *via* une valeur du temps qui est ici le taux de salaire moyen. T_w est la variable pivot permettant cette fusion des contraintes car elle apparaît dans les deux équations. Le modèle peut se reformuler à l'équilibre tel que :

¹³ Cf. L'apport de JOHNSON et OORT, 1969, montrera que la valorisation du temps hors travail au taux de salaire à l'équilibre est un cas particulier qui implique une utilité de l'activité travail nulle.

¹⁴ Sur la suggestion de Milton FRIEDMAN, comme l'auteur le souligne.

Equation 2 : Modèle de BECKER à l'équilibre avec $c_i = 0$

$$\sum \left(\underbrace{(p_i x_i + c_i)}_{\text{Quantité et prix des biens incorporés dans une unité de } Z_i \text{ avec } C_i \text{ variable de coût indirect}} + \underbrace{t_i \bar{w}}_{\text{Quantité et coût du temps incorporés dans la consommation production d'une unité de } Z_i} \right) Z_i = \underbrace{V + T_w \bar{w}}_{\text{Ressource monétaire}} + \underbrace{T_c \bar{w}}_{\text{Ressource psychique}}$$

V est exogène
 $T_w \bar{w}$ est endogène
 T_c est le temps hors travail valorisé au taux de salaire \bar{w}

Il y a égalité si les C_i , soit le coût des biens utilisés sur plus d'une période, est nul

- **La partie gauche de l'équation** correspond au "full price/cost" de l'ensemble des commodités Z_i consommées. Les deux composantes du "full price/cost", le temps et les biens et services de marché, sont symétriques. Selon BECKER, il n'y a donc aucune raison d'insister plus sur l'une que sur l'autre du point de vue analytique.
- **La partie droite de l'équation** correspond au "full income" ou revenu généralisé qui fusionne les ressources monétaires et temporelles. Ces deux ressources peuvent totalement être substituées l'une à l'autre. Par exemple, si tout le flux temporel est consacré au travail, T_c diminue dans la même proportion qu'augmente T_w puisque par construction $T_w = \tau - T_c$. Dans ce cas, le revenu sera intégralement dépensé sur le marché en achat de biens.

A l'inverse, une partie du flux temporel peut être consacré à des activités non rémunérées. L'individu augmentera alors sa *ressource psychique*¹⁵ (temps hors travail), qui lui sera "facturée" à hauteur de la diminution de T_w que multiplie son taux de salaire \bar{w} . Le "trad off" d'une partie de la ressource monétaire pour de la ressource temporelle traduit la *préférence pour le temps libre*. Ainsi, le montant du revenu sacrifié $T_c \bar{w}$ ou "forgone earning" dans la terminologie de BECKER, mesure le coût d'obtention d'une utilité additionnelle qui n'est pas du revenu.

2 IMPLICATIONS DU MODELE EN STATIQUE

Il s'agit dans un premier temps de présenter le mécanisme central du modèle. La hausse des taux de salaire affecte les prix relatifs des inputs. Une compensation s'opère dans l'usage des biens et du temps

¹⁵ Ce terme utilisé par BECKER est décalé mais retrouve à la lumière de nos analyses une certaine pertinence.

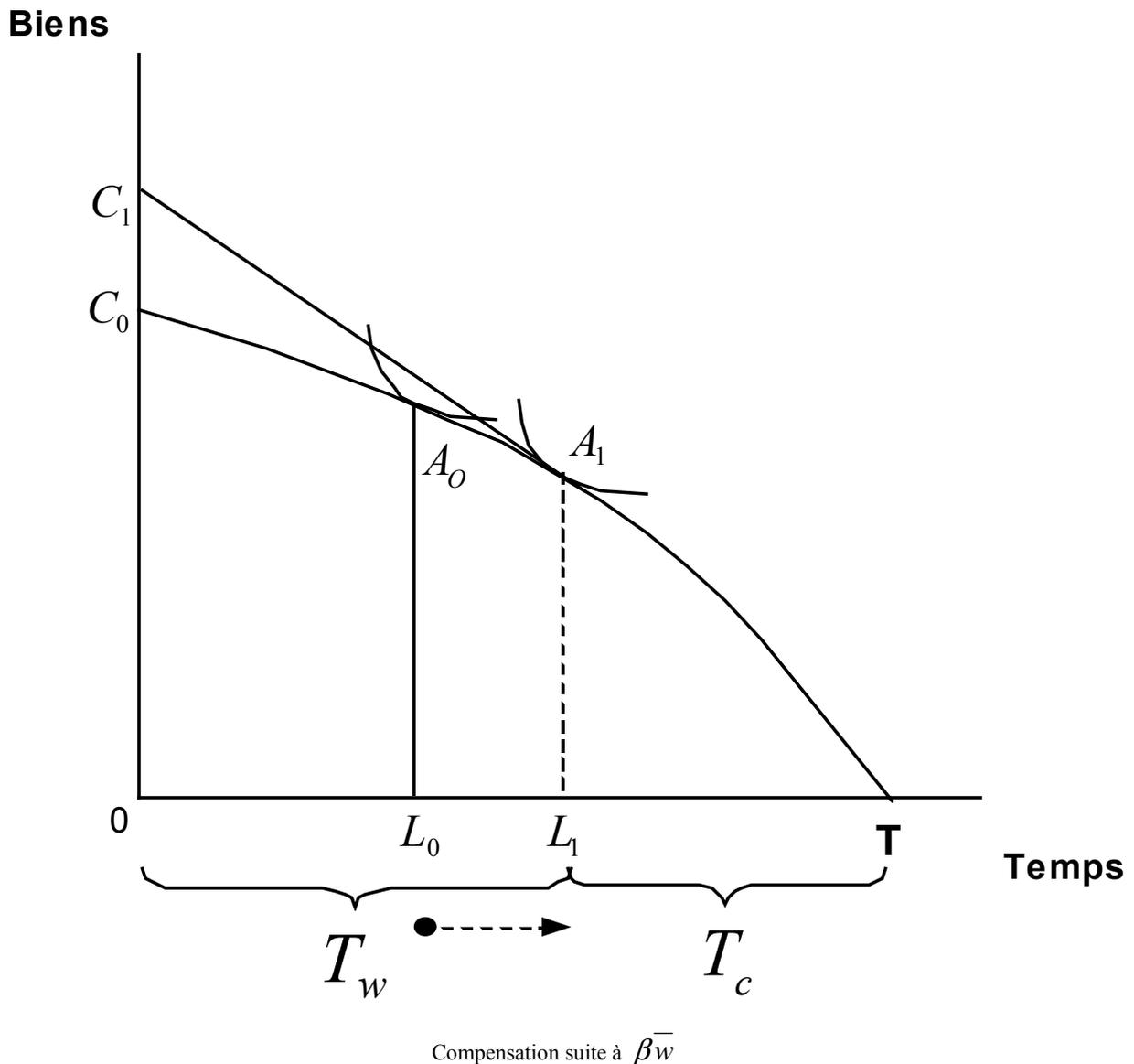
pour produire des commodités. Cette compensation repose sur le mécanisme de substitution entre les deux inputs. En théorie, lorsque le taux de salaire augmente avec un temps de travail constant, la valeur du temps potentiel converti en travail de marché augmente, les prix relatifs des inputs des commodités s'en trouvent affectées. L'incitation à économiser du temps touchera toutes les activités, et une partie du flux temporel tendra à s'allouer vers le support qui lui offre le rendement le plus élevé. Le temps de travail devrait augmenter.... Mais dans les faits, le temps de travail a connu une baisse séculaire. BECKER explique cette contradiction par un *double effet revenu*.

2.1 Hausse des coûts d'opportunité et mécanisme de substitution classique

Reprenons l'équation générale du modèle à l'équilibre avec $c_i = 0$:

$$\sum \left((p_i x_i + c_i) + t_i \bar{w} \right) Z_i = V + T_w \bar{w} + T_c \bar{w}$$

Soit une hausse de \bar{w} d'un certain pourcentage β avec V (revenu exogène) stable. Cette hausse de \bar{w} va entraîner une augmentation du même pourcentage β des coûts d'opportunités des heures passées en T_c . Comme toutes les commodités n'ont pas la même intensité en temps, le prix relatif des commodités ayant les plus fortes intensités temporelles comme le loisir va augmenter plus rapidement que les autres. Dès lors, et si conformément à la théorie de la demande du consommateur, cette hausse des prix relatifs est *compensée* de manière à revenir à l'équilibre, l'individu va chercher à diminuer T_c le temps passé à ces activités lorsque \bar{w} augmente. Pour ce faire, il va mobiliser moins de temps dans la composante temporelle du "full price" $\sum (t_i \bar{w}) Z_i$. Par conséquent, et *mécaniquement*, le temps qu'il ne passera plus en T_c , sera passé au travail dans la mesure où $T_w = \tau - T_c$. Le temps de travail augmentera pour passer de L_0 à L_1 . Du fait de l'augmentation de $T_w \bar{w}$, la croissance relative de la composante des biens de marché x_i dans le "full price" $\sum (p_i x_i + c_i) Z_i$ sera possible. L'individu va substituer des commodités incorporant des biens de marché, à des commodités incorporant du temps, il va passer de C_0 à C_1 . Le nouvel équilibre, suite à cette compensation, passera de A_0 à A_1 . La hausse du temps de travail apparaît ici comme la conséquence de la compensation impulsée par une hausse du taux de salaire qui a incité à réduire le temps affecté aux autres activités.

Figure 3 : Hausse de \bar{w} et compensation : effet de substitution

Mais pourquoi donc, le temps de loisir n'a-t-il pas baissé ?

Réinterprétons cet ajustement dans un cadre plus large : la croissance économique – qui se traduit par une somme d'effets revenu successifs pour un individu - va introduire un différentiel dans le rendement des temps en faveur du temps de travail de marché- dont la productivité horaire va augmenter - et en défaveur du temps hors travail ou temps de consommation, dont le rendement horaire va baisser relativement à celui du temps de travail.

Ce mécanisme est puissant, pour autant, il ne traduit aucunement la baisse séculaire du temps de travail, particulièrement pour les salariés, et surtout la hausse du temps de loisir (du moins en Europe et sauf sur la période récente soit la dernière décennie). Dès lors, ce constat signifie que la hausse du temps de travail n'a pas été mise en œuvre comme levier de retour à l'équilibre. Cela signifie que d'autres mécanismes ont joué pour les activités hors travail pour tendre sur le long terme vers cet équilibre de l'allocation optimale du temps.

La réponse à ce qui apparaît à première vue comme un paradoxe, se fera en plusieurs étapes. Dans la section suivante où nous précisons le modèle générique en gardant à l'esprit les questions qu'il a fait émerger. Toutefois, à ce stade, la première étape consiste à proposer l'interprétation de BECKER de la baisse séculaire du temps de travail.

2.2 Le double effet revenu : le paradoxe de la non-compensation

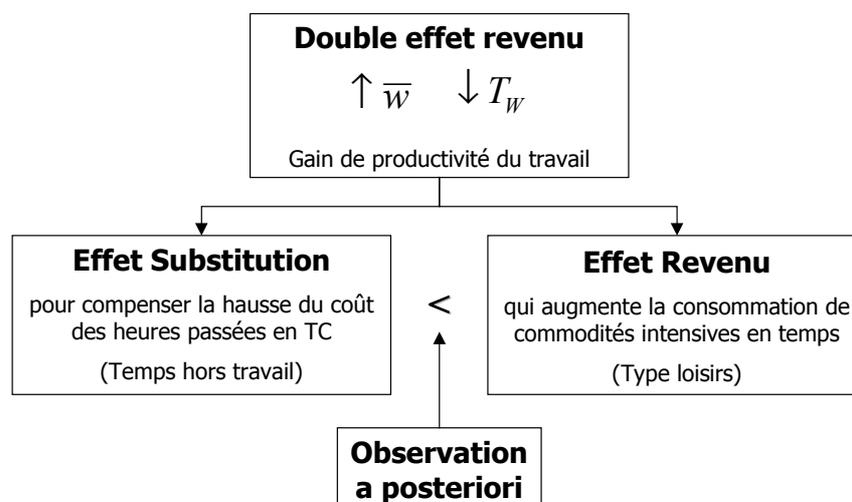
La réinterprétation économique du transfert de temps en faveur des temps de consommation soit l'arbitrage en faveur du revenu psychique pour BECKER, implique que les activités "psychiques" ou les activités de consommation comme le loisir, ont eu un rendement au moins égal à celui des activités de production, sinon supérieur puisque le temps que l'on y consacre, a augmenté : le temps de loisir quotidien ayant augmenté en France sur le siècle de 3.5 heures pour les actifs. Ce temps supplémentaire alloué aux loisirs a normalement contribué à augmenter la satisfaction globale. (bien entendu, dans la réalité, le salarié ne choisit pas sa durée de travail. Notre raisonnement est donc plus valable pour un artisan, une profession libérale que pour un salarié). En ne pouvant désagréger à l'intérieur du temps de consommation T_c , les différentes activités et leur rendement respectif, nous touchons bien entendu, une limite importante du modèle générique. Nous aborderons ce point ultérieurement.

Pour le moment, il importe de présenter l'interprétation de BECKER de la baisse séculaire du temps de travail comme la conséquence d'un *double effet revenu*.

En effet, à la différence de la théorie standard qui explique cette baisse du temps de travail par un effet revenu supérieur à l'effet de substitution, BECKER défend la thèse inverse :

Ce n'est pas l'effet revenu qui a permis de libérer du temps de loisir mais l'effet substitution dans la mesure où l'effet revenu augmente en priorité la consommation des commodités supérieures (très élastiques). Par conséquent, ces commodités gourmandes en temps évincent les commodités inférieures (comme les activités domestique) dans la compétition pour le temps, et font pression *à la baisse* sur le temps de travail.

Figure 4 : Le double effet revenu selon BECKER

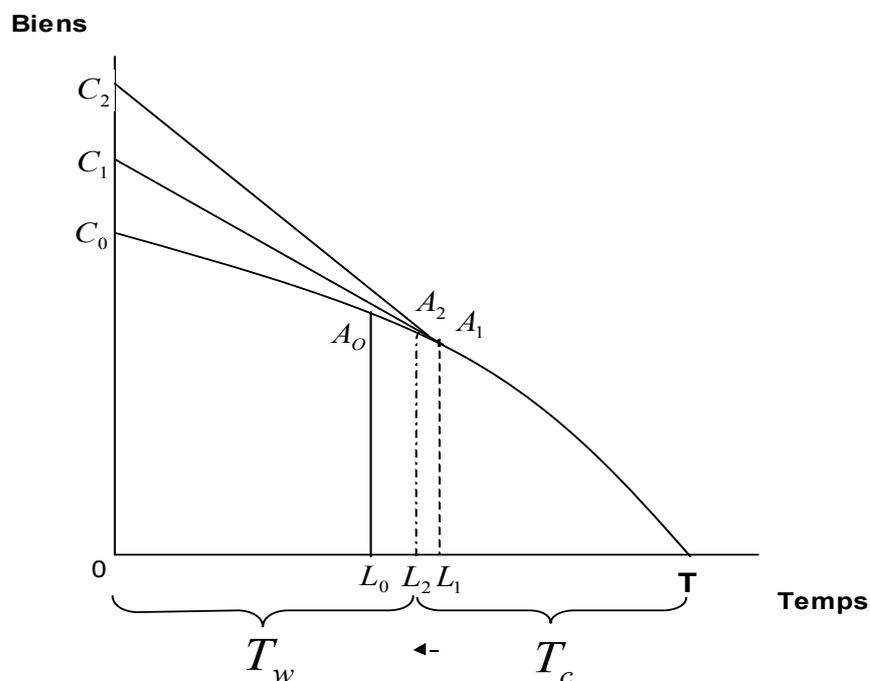


Selon Becker, l'économie de temps domestique ne permet pas, à elle seule, d'expliquer la baisse du temps de travail ¹⁶, thèse pourtant soutenue dans la littérature.

Le premier effet du revenu a permis certes d'augmenter significativement le taux d'équipement des ménages, et donc d'augmenter la consommation sans pour autant nécessiter des heures supplémentaires passées au travail pour gagner sa machine à laver. Mais ce premier effet revenu n'explique pas à lui seul la baisse du temps de travail et la hausse du temps de loisir.

Le deuxième effet revenu a pour conséquence de d'augmenter fortement la consommation de loisir. Mais contrairement au domestique, la machine à loisir n'a pas permis d'économiser du temps de loisir, mais au contraire, à multiplier le temps nécessaire pour consommer les biens et services de loisirs. La hausse du revenu avec temps de travail inchangé, induit en effet des consommations de commodités *intensives en temps*, comme les loisirs ? Si ces commodités sont élastiques au revenu, il n'y aura pas compensation avec hausse de T_w . Au contraire, T_c va venir bloquer la hausse de T_w , puis à partir d'un certain niveau de revenu compresser T_w . Le travail ne diminue pas de manière autonome mais sous la pression des commodités intensives en temps, passage de L1 à L2. Celle-ci est de plus en plus forte au fur et à mesure que le revenu augmente sauf si l'individu parvient à augmenter la productivité de son loisir. Pour cela, il travaille d'avantage pour se payer "des jouets" encore plus cher et plus nombreux, qui lui donneront une très grande satisfaction par unité de temps de loisir, satisfaction équivalente et supérieure pour lui à disposer d'un temps de loisir plus important mais plus oisif, moins stimulant. C'est donc cette double détente de l'effet revenu qui comprime le temps de travail pour dilater le temps de loisir bien au delà du minimum de temps nécessaire à la reconstitution de la force de travail. Ce mécanisme est représenté dans le graphe ci-dessous, qui complète la Figure 3.

Figure 5 : Le double effet revenu : incidence sur T_c / T_w



¹⁶ En effet, s'il y a eu compression de certains temps domestique (linges, vaisselles, repas), en revanche, d'autres temps ont augmenté notamment les temps de transports et les temps de course. Gershuny J. et Kimberly F (1999). *Leisure in the UK across the 20th century*. *British Social Trends : the Twentieth Century*. A. H. Halsey. London, Macmillan Ltd.

Rappelons que "l'hérésie" économique réside ici dans la non-compensation d'un prix relatif en hausse en l'occurrence celui de la ressource temporelle qui devrait en théorie nécessiter une moindre consommation de temps de loisir. Cette hérésie est propre au loisir puisque pour le temps domestique, et les activités inférieures, il y a eu dégraissage temporel et donc compensation. Le prix de ce temps augmente car la productivité du travail augmente, et si l'utilité marginale du revenu ne faiblit pas, l'équivalent en consommation de toute sorte de chaque heure travaillée augmente. C'est parce que cette équivalent augmente qu'il est de plus en plus dur de renoncer à une heure de travail pour une heure de loisir. Toutefois, pour que le temps de loisir ne soit pas aspiré par le temps de travail, son rendement doit également augmenter...sans baisse de temps. La productivité du temps de travail agit comme une locomotive qui tire à la hausse le rendement des activités hors travail. Pour le moment, la caractéristique générique du modèle masque les dessous de ces ajustements en regroupant sous la variable composite T_c le temps domestique, physiologique et le temps de loisir.

Mais c'est aussi l'intérêt du cadre réductionniste qui permet la mise en lumière des mécanismes clés de l'ajustement et des interprétations des contradictions constatées par rapport à ceux-ci.

D'autres facteurs jouent également sur cet arbitrage qui a conduit à une baisse du temps de travail :

- ➔ Le caractère transitoire ou durable de la hausse du revenu. Lorsque l'agent sait que l'effet revenu est *transitoire* (du fait du type de contrat de travail à durée déterminée et de la nature du travail ex : projet), il tendra à augmenter son effort courant (effet d'aubaine), et dans ce cas le temps de travail augmentera, la hausse des coûts d'opportunité du temps passé en loisir sera compensée par une réduction du temps de loisir. En revanche si l'effet revenu est *durable*, l'agent va pouvoir diminuer son effort courant. La hausse des prix relatifs du temps de loisir ne sera pas compensée par une hausse du temps de travail et le temps de loisir augmentera. Ce mécanisme de longue période correspond à l'effet de la croissance économique sur les revenus ;
- ➔ L'arbitrage exogène de l'Etat pour imposer une quantité obligatoire de temps libre. En effet, lorsque l'Etat se substitue à l'arbitrage de l'agent pour le loisir, il contribue en partie à faciliter la libération de temps libre. Nous verrons que cet effet n'est pas aussi clair qu'il n'y paraît.

3 IMPLICATIONS DU MODELE EN DYNAMIQUE LONGUE

Si nous pouvons expliquer *à posteriori* la baisse du temps de travail par un double effet revenu, il apparaît en réalité très difficile de prédire le sens de l'évolution des effets de la productivité sur le choix du temps libre. Il est impossible en effet de dire *à priori* quelle est de l'effet prix/ substitution ou de l'effet revenu, la force qui va être dominante. L'analyse des implications du modèle en dynamique longue va nous permettre de mieux cerner les différents paramètres qui agissent sur l'incitation à compenser ou à ne pas compenser la hausse des prix du temps pour égaliser les rendements entre les activités.

Jusqu'à présent, le mécanisme de compensation et la substitution qu'il engendre étaient seulement liés à la montée du taux de salaire. Or, si l'incitation à économiser du temps dépend des prix relatifs du temps, elle dépend aussi de *l'intensité temporelle* d'une commodité comme l'explique plus rigoureusement les indicateurs d'intensité. Par conséquent, pour étudier la dynamique de long terme de l'incitation à compenser la hausse des prix du temps, il est nécessaire de prendre en compte *symétriquement* l'évolution des gains de productivité à la fois dans le travail mais également pour le loisir.

3.1 Les indicateurs d'intensité temporelle et monétaire d'une commodité

Le niveau des coûts d'opportunité à ne pas travailler, ainsi que l'intensité temporelle du "full price" d'une activité déterminent le contenu en "forgone earning" d'une commodité ou activité.

La question se pose de savoir comment maintenir stable le contenu en "forgone earning" et donc les coûts d'opportunité à ne pas travailler alors que la hausse du contenu en "forgone earning" affecte toutes les activités hors travail. Le contenu en "forgone earning" est déterminé par l'intensité en unité de temps du "full price":

Equation 3 : Intensité temporelle du "full price"

$$\gamma_i = \frac{t_i}{p_i x_i + t_i \bar{w}}$$

L'intensité temporelle définit la quantité de temps incorporée dans le "full price" d'une commodité. Pondérée par les taux de salaire moyen, elle donne le contenu en "forgone earning" du "full price" d'une commodité. Soit :

Equation 4 : Intensité en revenu sacrifié du "full price"

$$\alpha_i = \frac{t_i \bar{w}_i}{p_i x_i + t_i \bar{w}}$$

L'intensité en "forgone earning" α_i , d'une commodité Z_i est donc liée à la quantité de temps t_i nécessaire à la production/consommation d'une unité de Z_i soit γ_i que multiplie la valeur du temps \bar{w} . Par conséquent, dans un raisonnement symétrique, les coûts d'opportunité à ne pas travailler, ou l'incitation à économiser du temps ne dépendent pas seulement du niveau de \bar{w} mais de l'importance relative des t_i . Par exemple, si les t_i baissent du fait de gains de productivité dans la consommation de temps, ils pourront compenser la hausse de \bar{w} et le contenu en "forgone earning" restera le même, soit l'incitation à économiser du temps restera la même.

Toutefois ce raisonnement implique une baisse des t_i (composante de T_c) sans contrepartie. Cela peut être le cas, lorsque suite à une meilleure organisation, le temps domestique est réduit et non réinvesti¹⁷. Mais, la plupart du temps, la baisse des t_i s'accompagne d'une hausse de l'intensité en biens ($p_i x_i$) du "full price". Soit :

Equation 5 : Intensité en biens du "full price"

$$\phi_i = \frac{p_i x_i}{p_i x_i + t_i \bar{w}}$$

¹⁷ Cette baisse de l'unité marginale de t_i peut aussi être réinvesti (effet rebond) par exemple pour le loisir : le temps gagné dans un séjour de vacance par un touriste expérimenté qui s'évitera des temps inutiles sera réinvesti dans d'autres visites de sites et donc du temps. Ce temps gagné ne lui permettra pas de réduire la durée de son séjour qui dans la plupart des cas est pré-calibrée.

Cette hausse de l'intensité en bien recouvre un effet qualité, ($\uparrow p_i$ avec x_i constant) soit une hausse des prix unitaires des biens, et un effet volume ($\uparrow x_i$ avec p_i constant) qui correspond à une hausse du nombre de biens consommés.

Indirectement, la hausse de l'intensité en biens permet de stabiliser le contenu en "forgone earning" et de retrouver l'équimarginalité des rendements entre différentes utilisations du temps. En effet, *lorsque le temps est combiné avec plus de biens, son rendement augmente.*

Cet arbitrage entre les t_i, p_i, x_i , avec \bar{w} qui augmente de manière exogène du fait de la productivité du travail, est supposé total dans le modèle de BECKER. Cependant, la hausse de l'intensité en biens ne peut compenser la baisse de l'intensité en temps *seulement si la condition de substituabilité entre les biens et le temps est remplie.* Dans le cas contraire, le niveau d'utilité est affecté. Pour cette raison la stabilisation du "forgone earning" pour le temps hors travail est plus délicate qu'il n'y paraît.

En résumé, suite à une hausse exogène de \bar{w}_i , la stabilisation de α_i requiert théoriquement un double mouvement à la fois une baisse de γ_i qui entraîne une hausse de ϕ_i . Toutefois ce retour à l'équilibre implique implicitement que l'incitation à économiser du temps existe d'une part. ...ce qui n'est pas le cas pour toutes les commodités et que la hausse de l'intensité en biens compense la baisse de l'intensité en temps afin de rester sur un même niveau d'utilité.

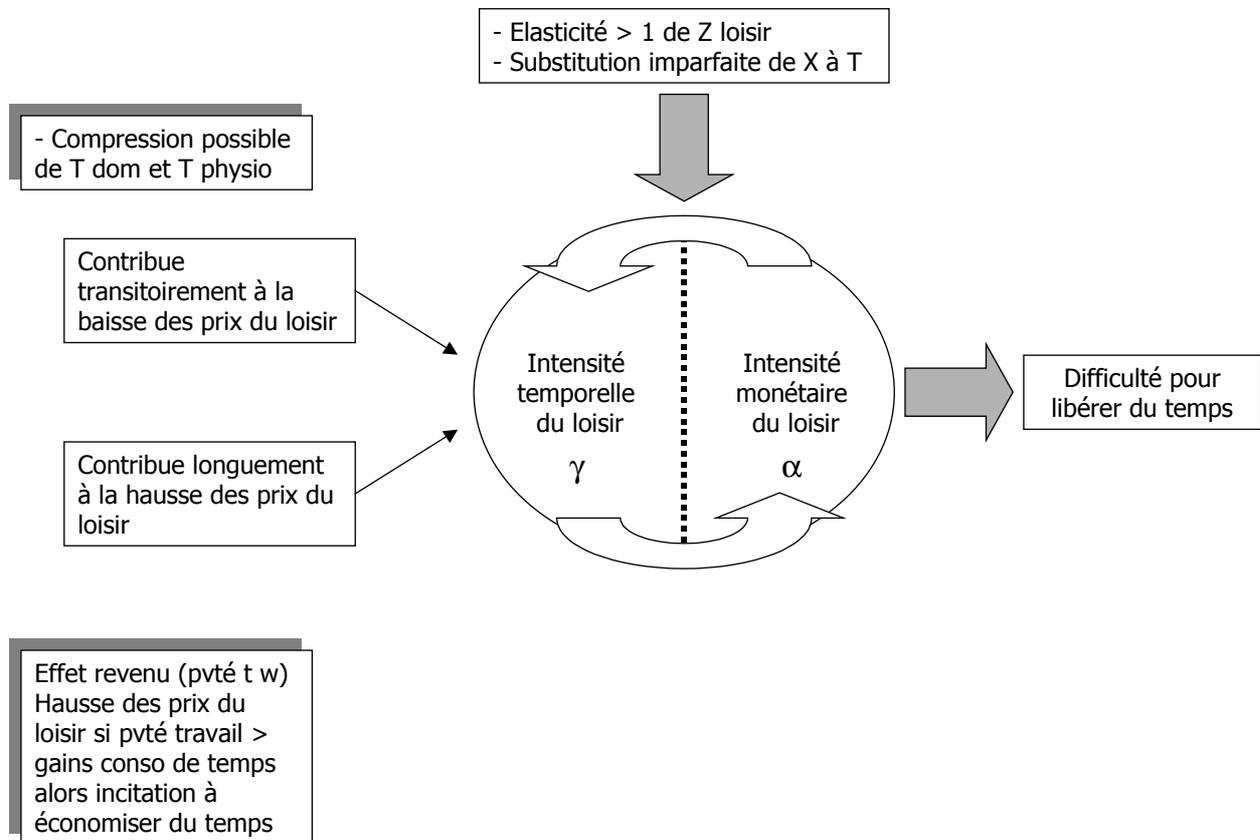
Bien entendu, l'incitation à économiser du temps n'est jamais nulle lorsque les salaires augmentent, et la substituabilité complémentarité n'est jamais absolue ou nulle. L'intérêt du modèle est de donner la direction des forces, ce qui ne doit pas occulter les degrés d'inflexion possible. Ainsi, entre la force qui pousse à économiser du temps pour maintenir α_i stable (contenu en "forgone earning"), et le besoin de "psychic income" par nature très intensif en "forgone earning", *il existera un conflit pour maintenir et accroître le niveau d'utilité au moindre coût temporel. N'est pas toute la problématique actuelle du loisir : to be hedonist in a hurry ? Etre hédoniste tout en étant pressé ?*

3.2 Les premiers éléments de caractérisation de la commodité loisir

Les indicateurs d'intensité monétaire et temporelle sont pour BECKER un moyen d'évoquer les caractéristiques de la commodité loisir. Ainsi, **BECKER définit le "full price" de la commodité loisir comme composée quasi exclusivement de "forgone earning"** même si cette caractéristique ne recoupe qu'une partie de la différence avec les autres commodités¹⁸. En outre, selon BECKER, **γ_i et α_i sont corrélées positivement la plupart du temps pour le loisir.** Cela signifie que le contenu en "forgone earning" croît avec l'intensité temporelle du loisir (les t_i sont importants) et que par conséquent, le loisir coûte de plus en plus cher au fur et à mesure que \bar{w} augmente. Ce couplage s'explique par une substitution imparfaite entre le temps et les biens dans la fonction de production de la commodité de loisir. Ce couplage est auto-alimenté par la double détente de l'effet de revenu.

¹⁸ En effet, la garde d'enfant n'a pas de part relativement importante en biens de marché comparativement à son intensité temporelle forte. A l'inverse, une sortie en boîte de nuit pourra comporter une très large composante dépenses de consommation bien que ne durant qu'une soirée.

Figure 6 : Auto-alimentation des intensités monétaires et temporelles du fait de la non substituabilité et du caractère de bien supérieur de Z (loisir)



L'intensité temporelle du loisir est :

$$\gamma_{loisir} = \frac{t_{loisir}}{p_i x_i + t_i w}$$

L'intensité monétaire du loisir est :

$$\alpha_{loisir} = \frac{t_{loisir} \bar{w}}{p_i x_i + t_i w}$$

Résumé : les trois apports fondamentaux de l'analyse de BECKER

La mise en lumière du mécanisme central selon lequel, la compensation d'une hausse des coûts d'opportunité (hausse de \bar{w}) engendre la substitution des commodités à forte intensité temporelle par des commodités incorporant des biens de marché si $\Delta \frac{\bar{w}}{T_w} > \Delta \frac{Z_i}{t_i}$, soit l'effet revenu est supérieur à l'effet substitution.

L'introduction du *double* effet revenu explique cette absence de compensation et la baisse séculaire du temps de travail. Il ne s'agit pas seulement de considérer le loisir comme une commodité spéciale fortement élastique mais une commodité dont le contenu en temps et donc en *forgone earnings* est plus grand que d'autres commodités.

4 BIBLIOGRAPHIE INDICATIVE

- [1] BECKER, G. (1965). "A Theory of the Allocation of Time." *The economic Journal* 75: 493-517.
- [2] CHENU, A. et N. HERPIN (2002). "Une pause dans la marche vers la civilisation des loisirs ?" *Economie et statistiques* n°352-353(mars): 37 pp.
- [3] DESERPA, A. C. (1971). "A Theory of the Economics of Time." *Economic Journal* 81 : 828-846.
- [4] DUMAZEDIER, J. (1962). *Vers une civilisation des loisirs ?* Paris.
- [5] DUMAZEDIER, J. (1988). *Révolution culturelle du temps libre 1968-1988*. Paris.
- [6] EVANS, A. (1972). "On the theory of the valuation and allocation of time." *Scottish Journal of Political Economy* 19(February): 1-17.
- [7] GERSHUNY, J. et F. KIMBERLY (1999). *Leisure in the UK across the 20th century*. British Social Trends : the Twentieth Century. A. H. Halsey. London, Macmillan Ltd.
- [8] GERSHUNY, J. et O. SULLIVAN (2000). "Cross-national Changes in Time-use : some Sociological (Hi)stories Re-examined." .
- [9] GRONAU, R. (1977). ""Leisure, Home Production, and Work - the Theory of the Allocation of Time Revisited"." *Journal of Political Economy* 85(6): 1099-1123.
- [10] HOCHSCHILD, A. (1996). *The Time Bind*. New York.
- [11] JOHNSON, M. B. (1966). "Travel Time and the Price of Leisure." *Western Economic Journal*(Spring): pp. 135-145.
- [12] LANCASTER, K. J. (1966). "A New Approach to Consumer Theory." *The Journal of Political Economy* 74 : 132-57.
- [13] LINDER.S.B (1970). *The Harried Leisure Class*. New York.
- [14] PRONOVOST, G. (1997). ""Manquons nous de temps ? Structure et conceptions du temps"." *International Review of Sociology* vol 7(n°3): pp.365-373.
- [15] *La consommation des ménages depuis 1959*. Données Sociales 1996. INSEE: 383-388.

Du développement durable à la mobilité durable : quels objectifs, quels scénarios politiques ?

Yves CROZET
Elsa LE VAN

La question de la mobilité durable occupe une place de choix sur l'agenda des politiques publiques. A l'échelle internationale, nationale ou locale, de nombreux projets liés aux transports et à la mobilité sont articulés à la problématique du développement durable. A tel point qu'en première analyse, on pourrait avoir le sentiment que de nouvelles recherches sur les politiques de mobilité durable ont peu d'utilité. Les plus hautes autorités de l'Etat n'affichent-elles pas leurs craintes à l'égard de l'avenir de la planète ? Le bloc constitutionnel ne va-t-il pas être élargi par adjonction d'une "Charte de l'Environnement ?" Les effets de plus en plus visibles des dérèglements climatiques ne sont-ils pas devenus connaissance commune ? Malgré les réponses affirmatives qui s'imposent pour toutes ces questions, un examen plus approfondi nous rappelle que les choses ne sont pas si simples.

Les débats autour de la "Charte de l'Environnement" ont montré que de profonds désaccords subsistent sur les meilleurs outils susceptibles de promouvoir le développement durable. Des divergences continuent à se manifester sur des questions cruciales comme le principe pollueur – payeur, ou surtout le principe de précaution. Comme en écho aux tensions explicites qui ont traversé la commission présidée par Yves COPPENS, les comportements en matière de mobilité ne font pas vraiment apparaître d'inflexion par rapport aux tendances passées. Les distances parcourues par les individus ne cessent de progresser, notamment parce qu'ils recourent à des modes plus rapides comme l'avion et la voiture particulière. Le résultat en est un partage modal toujours plus favorable à la route, pour le transport de personnes comme pour celui de marchandises. Même dans les agglomérations où ont été effectués des choix explicites en faveur des transports publics, les données les plus récentes montrent, au mieux, une stabilisation des parts modales¹⁹. Tout se passe donc comme si une certaine schizophrénie s'emparait des pays d'Europe en général et de la France en particulier. Alors que les questions de développement durable sont considérées comme majeures dans la communication politique comme dans celle des grands annonceurs, les incitations politiques à la mobilité durable sont modestes, voire contraires au bon sens²⁰.

Même si, face à une telle situation, la tentation est grande de dénoncer le double langage, celui des élus mais aussi, parce qu'il le fonde, celui des électeurs, nous éviterons d'emprunter cette voie. Il nous semble plus opportun de nous interroger sur les raisons structurelles d'un tel décalage entre les discours et les comportements.

La notion de couplage est un premier élément de réponse à examiner de près car il s'agit d'une spécificité du secteur des transports. Dans l'industrie, le premier choc pétrolier a débouché sur une complète réorganisation des processus productifs dont le résultat concret a été un réel découplage entre consommation énergétique et croissance des quantités produites. Il n'en a pas été de même dans le secteur des transports.

¹⁹ Voir par exemple les données récentes sur la ville de Nantes ; et aussi les travaux de V. KAUFMANN et Ch. GEMELIN remettant en cause le caractère flatteur, pour la part modale des TC, du modèle suisse de mobilité quotidienne

²⁰ Que penser par exemple d'une hausse de la taxe sur le gazole dont les poids lourds sont exemptés ? Que dire des résultats du dernier CIADT qui annonce la construction de nombreuses nouvelles voies autoroutières ? Que dire des subventions accordées au maintien de lignes aériennes comme Saint-Etienne – Paris, alors qu'un TGV permet de faire l'aller et retour en moins de trois heures et que les résultats commerciaux de telles lignes sont désespérément mauvais ?

Même si les consommations unitaires des véhicules de transport (automobiles, camions, trains, avions...) ont sensiblement décliné, la progression de la mobilité globale a fait plus qu'absorber les gains issus du progrès technique. Ainsi, la consommation de carburant par les véhicules routiers n'a pas cessé d'augmenter en France depuis le premier choc pétrolier. Celle de kérosène fait de même, dans des proportions supérieures. Dans les deux cas, les émissions de CO₂ ne cessent de progresser, avec les conséquences que l'on connaît. Dans le même temps, les autres coûts externes du transport comme le bruit, les effets de coupure et la consommation d'espace sont de moins en moins bien acceptés par la population. Ce qui nous ramène à l'incohérence apparente des comportements, symbolisée par les phénomènes de NIMBY.

Mais plutôt que de fustiger l'incohérence, nous voudrions souligner ce qu'elle révèle en matière de rythme d'évolution des préférences collectives. Le fait que les comportements ne s'adaptent que lentement est une évidence qui tient à l'ampleur relativement limitée des inflexions que connaissent les variables clés de la décision individuelle et collective. Ainsi, le premier choc pétrolier, par son importance, a donné naissance à des changements importants : lancement du programme nucléaire en France, économies d'énergie dans l'habitat, réduction de la consommation unitaire des véhicules etc. Mais par la suite, surtout depuis le contre choc pétrolier, les incitations à la modification des comportements de mobilité ont été relativement modestes. Le prix d'un litre de carburant automobile n'est-il pas, en monnaie constante, plus faible en janvier 2004 qu'en janvier 1974 ?

En d'autres termes, évitons de montrer du doigt des comportements considérés comme incohérents alors qu'ils sont au contraire tout à fait rationnels si l'on prend en compte les données réelles à partir desquelles les individus décident de leurs arbitrages. Nous pouvons conduire la même analyse pour les politiques publiques. Là aussi, les variables qui jouent un rôle crucial (c'est-à-dire celles qui permettent d'être élu et réélu) ne sont pas de façon évidente en faveur de décisions incitant à une mobilité durable. Que l'on se souvienne des protestations qui ont accompagné la hausse des prix des carburants à la fin de l'année 2000, ou des engagements, assez vite abandonnés, sur le rapprochement progressif des prix de l'essence et du gazole.

Ne soyons donc pas naïfs et ne nous trompons pas sur la signification d'un travail de recherche sur les politiques de la mobilité durable. Trop souvent, on attend de tels travaux qu'ils fassent émerger les changements de contexte qui pourraient aisément conduire à une modification radicale des arbitrages individuels et collectifs. Jusqu'à solliciter parfois des résultats inquiétants, destinés à faire peur pour convaincre les élus et les électeurs de la nécessité de modifier leurs habitudes. Or, ce que nous enseigne l'Histoire en général et l'histoire de la relation transport – énergie des trente dernières années en particulier, est que les changements se font à la fois sous forme de continuités et de discontinuités, de permanences et de ruptures. Celles-ci étant souvent en germes dans celles-là, il faut donc s'intéresser non pas aux événements en tant que tels, mais au fait que les unes et les autres renvoient aux mêmes mécanismes fondamentaux d'arbitrage. Ce sont donc ces derniers qui doivent retenir notre attention, plutôt que l'ampleur, plus ou moins forte, des changements de contexte.

Nous nous interrogerons donc sur les mécanismes d'arbitrage, dans le domaine du développement durable en général et de la mobilité durable en particulier. Non pas pour oublier que le contexte énergétique peut connaître des changements brutaux dans les années à venir, mais tout simplement pour nous y préparer. De notre point de vue, il n'est pas très pertinent de tenir des discours alarmistes, de crier au loup alors même que les prix du carburant sont relativement faibles et que se multiplient les incitations à la mobilité, sur les grandes et les petites distances. Il est préférable de s'intéresser aux mécanismes qui président aux arbitrages individuels et collectifs. C'est par-là qu'il faut commencer si l'on souhaite ensuite aider la décision publique dans ce domaine.

Si nous avons décidé de nous concentrer sur les questions d'arbitrage, plus que sur les contextes, c'est tout simplement parce que ce choix est aussi celui de ceux qui se sont intéressés à la notion de développement durable. Il est vrai qu'au début des années 70, le rapport MEADOWS et le premier choc pétrolier ont plutôt incité à se focaliser sur les contraintes du contexte énergétique. Mais l'expérience a montré que si cela avait permis une sensibilisation de l'opinion, les recommandations du Club de Rome, par leur caractère simpliste, s'étaient révélées inadaptées. Avec les années 80 et le rapport BRUNDTLAND, il est apparu clairement que le développement durable allait prendre la forme non pas du rationnement promis par les tenants de la croissance zéro, mais d'une lente évolution des pondérations entre les variables implicites de nos arbitrages. L'intérêt de cette période a donc été de rappeler que nous devons prendre conscience des multiples implications de nos choix, et de nous inviter à modifier le contenu de nos arbitrages. D'abord il a fallu prendre conscience du fait que l'on ne pouvait pas toujours compter sur les seuls progrès techniques pour résoudre les contradictions entre nos préférences. Ensuite il a fallu prendre conscience du fait qu'il existe différentes formes d'arbitrage. Si l'économie peut inspirer certaines formes, la logique politique peut aussi être mobilisée, avec des résultats différents. Dans cette perspective, après avoir rappelé en quoi le choc pétrolier a marqué une prise de conscience, nous nous intéresserons aux écoles de pensée qui ont tenté de modéliser et d'orienter nos arbitrages. Le développement durable et les arbitrages qu'il suppose entre les dimensions économiques, sociales et environnementales, ne sont pas évidents. Les établir en se référant à la théorie économique standard ne conduit pas au même résultat que si l'on se réfère à l'école de Londres (David PIERCE) ; et ils diffèrent encore avec les recommandations de l'école française (René PASSET), laquelle doit être elle-même distinguée de l'écologie profonde (*deep ecology*) qui s'est développée dans certains cercles nord américains (1^o partie).

Une fois opéré ce rappel analytique, nous resserrerons notre propos pour nous intéresser à la mobilité durable. Nous le ferons en nous intéressant d'abord à la mobilité urbaine. En reprenant les travaux du groupe de BATZ, nous verrons que ces derniers s'inscrivent tout à la fois dans les perspectives tracées par les écoles de pensée présentées préalablement, et dans une logique globale de réflexion sur les formes et les contenus des arbitrages individuels et collectifs. Nous montrerons ensuite que cette logique de scénarios heuristiques peut s'appliquer à la mobilité interurbaine des voyageurs et à la mobilité des marchandises. Dans tous les cas, nous verrons que les politiques publiques ne sont pas la transposition d'une école de pensée, mais un compromis entre diverses logiques. Le rôle clé du travail de recherche est alors de montrer que l'avenir n'est PAS écrit. Les pondérations entre les logiques peuvent varier assez fortement. C'est cela qui doit être montré. L'idée essentielle n'est donc pas d'orienter les décideurs vers telle ou telle politique, mais de souligner qu'ils ont des marges de manœuvre (2^o partie).

1 LE DEVELOPPEMENT DURABLE : DE L'EVIDENCE A LA COMPLEXITE

Apparu dès le début des années 1970, le concept de développement durable émane d'une prise de conscience des effets potentiellement néfastes de l'économie sur l'environnement. L'existence de ressources rares et limitées a permis de prendre conscience que leur utilisation devait se faire avec précaution. La croissance économique comme principal leitmotiv des pays a donc été remise en question dès lors que l'on s'est rendu compte qu'elle engendrait des conséquences importantes et préjudiciables pour la société. La prise en compte des ressources limitées conditionne les possibilités de croissance économique, celle-ci ne pouvant alors plus être considérée comme illimitée. Ce bouleversement dans la façon d'appréhender l'économie a alors des répercussions immédiates sur les dimensions sociales et environnementales. Les référents traditionnels de santé économique des pays ont alors été, sinon renversés, du moins remis en question, notamment la prise en compte du PIB comme déterminant de la qualité de vie et du développement des pays est alors largement discutée. Ainsi, le développement durable, devient plus qu'une notion ou un concept, il remet en cause des théories depuis longtemps

adoptées par les sociétés, il intègre des dimensions moins monétarisables que sont notamment le bien-être des hommes et des citoyens. Le développement durable devient alors pluridimensionnel, tant d'un point de vue des concepts qu'il regroupe, mais aussi d'un point de vue géographique, puisque sa prise en compte doit être mondiale et universelle. Le développement durable a bouleversé l'ensemble de la société, puisqu'il a d'abord donné naissance à un nouveau courant écologique, mais a aussi bouleversé la scène publique suscitant de vifs débats politiques. D'une définition apparemment simple, nous verrons comment celle-ci se complexifie dès lors qu'il s'agit d'en faire une analyse fine et multidimensionnelle.

1.1 Une problématique ancienne : de la prise de conscience à la prise de responsabilités

S'il fallait donner une date à l'émergence du concept de développement durable, celle-ci varierait en fonction des territoires pris en compte. Ainsi, pour la France, la montée des partis "écologistes" dans les cercles politiques ayant suscité de vifs débats autour de la mondialisation et de ses conséquences sur l'environnement, peut être fixée au début des années 1990. Dans les pays plus au nord, et paradoxalement plus libéraux, tels que les pays anglo-saxons, la prise en compte de l'écologie comme thème majeur du discours politique remonte aux années 1970. La traduction de cette prise de conscience s'est alors fait ressentir de différentes manières et à des degrés différents : les anglo-saxons ont rapidement considéré les problèmes environnementaux comme faits majeurs de l'économie, les pays plus latins, peut être plus cartésiens et ayant un optimisme technologique plus développé, ont mis davantage de temps à prendre en considération les effets potentiellement néfastes de l'économie. Certains ont alors rejeté en bloc le nucléaire, d'autres ont gelé son développement. Mais d'une façon générale les questions de l'environnement se limitaient aux problèmes de la couche d'ozone, aux émissions de gaz à effets de serre, à la pollution des mers et des océans... A des enjeux environnementaux globaux, cette globalisation des effets néfastes sur l'environnement a peu à peu posé la question du développement et de son éventuelle relation avec l'environnement. C'est lorsque la croissance a été remise en cause, comme ayant des effets délétères sur la nature, que les différentes contradictions ont été montrées du doigt.

Déjà présentes dans les philosophies grecques et romaines, les réflexions portant sur les relations entre les activités humaines et les écosystèmes ont d'une manière générale, toujours fait partie des préoccupations. Réellement problématisées à partir du XX^{ème} siècle, ces questions se sont surtout développées depuis trente ans, date à laquelle le concept de développement durable est introduit. Dès 1951, l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) publie le premier Rapport sur l'Etat de l'Environnement dans le Monde, rapport précurseur dans sa recherche de réconciliation entre économie et écologie.

Deux grandes périodes caractérisent l'évolution du concept du développement durable : les années 60 – 70, date à laquelle, suite au double choc pétrolier, la croissance économique comme moteur de l'activité est remise en cause ; et les années 80 – 90 qui commencent à intégrer de façon systématique l'écologie dans les préoccupations économiques, sociales et environnementales. Ainsi, sur une période de quarante ans passe-t-on de la prise de conscience à la prise de responsabilité.

1.1.1 Du double choc des années 70... à la remise en cause de la croissance économique

- A - Les années 60 - 70 : La prise de conscience

Les années 60 sont caractérisées par le constat que les activités économiques peuvent avoir des effets sur l'environnement. Ainsi, de préoccupations nouvelles apparaissent, et c'est en 1971 que le club de Rome jette un "pavé dans la marre" en prônant la croissance zéro. Le développement économique est alors perçu comme antinomique à la protection de l'environnement et le slogan de l'époque "halte à la croissance" est de rigueur. De nombreuses contraintes réglementaires sont alors instaurées

(loi sur l'eau, loi sur les installations classées...). Ces fortes réglementations, subies par les industriels, imposées par le législateur et prônées par certains mouvements associatifs ont pour objectifs de stopper les dégradations du milieu naturel et ont donc pour vocation unique la protection de l'environnement. Le duo économie – écologie est donc appréhendé dans un climat de confrontation plus que dans un climat de conciliation. C'est dans cette atmosphère que se déroule la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement humain, à Stockholm, en 1972. Conférence qui sera à l'origine du premier vrai concept de développement durable, baptisé à l'époque éco-développement.

- B - *Les années 80 - 90 : La prise de responsabilités*

Dans les années 80, le rapport BRUNTLAND vient nuancer les conclusions du Club de Rome. En effet, l'environnement est un facteur à prendre en compte dans le processus de croissance, néanmoins, il ne doit pas être un frein à celle-ci. Le développement doit alors être durable, c'est-à-dire qu'il doit permettre le développement économique dans le respect des préoccupations environnementales et sociales.

1.1.2 *jusqu'à la controverse des années 90 aux ambitions actuelles*

Peu à peu, la question de l'environnement devient un véritable débat de société. La contre-offensive se manifeste surtout après RIO, qui pointe les risques de dérapages idéologiques, c'est-à-dire, les risques de la prise en compte systématique de l'environnement sur les économies. Ainsi de nombreux scientifiques, dénoncent l'obscurantisme et condamne "l'écologisme irrationnel". L'origine de ces manifestations est l'existence de nombreuses incertitudes liées aux effets potentiellement néfastes. Les incertitudes étant trop fortes quant à la réalité des dégradations. Les opposants pointent du doigt le manque de certitudes sur l'efficacité des actions, pour eux *la science n'est pas en mesure de fournir systématiquement, en temps et en heure, les certitudes nécessaires pour l'action*, et ils prônent le fait que de ces incertitudes naissent non pas un rejet de la science et de la civilisation technique, mais plutôt un réaménagement des rapports en science et décision publique ²¹.

- A - *Institutions et acteurs du développement durable*

La problématique du développement durable s'inscrit dans des domaines aussi multiples que variés. Cette variété suppose alors la multiplication des acteurs concernés : les entreprises, les ONG, les associations, les citoyens sont des acteurs impliqués dans cette problématique. Les institutions sont également largement diversifiées, ce qui finit par complexifier davantage l'approche du développement durable ²².

Concernant plus particulièrement la France, la volonté de prendre en compte efficacement le développement durable dans la politique s'est traduit par la mise en place d'un secrétaire d'Etat au développement durable qui, depuis juin 2003 a exprimé sa stratégie nationale sur le sujet. Ainsi, deux organisations sont chargées explicitement de sa mise en œuvre : le Comité interministériel du développement durable ²³ qui réunit ministres et hauts fonctionnaires concernés, et le Conseil national du développement durable (CNDD), instance consultative multi-partite, qui dépend du Premier ministre. Ainsi, la stratégie nationale mise en place par le gouvernement RAFFARIN s'appuie sur un plan d'action (d'une durée de cinq ans : 2003-2008). Ces actions réunissant l'Etat et la société civile, représentant les entreprises, les ONG, les syndicats et les collectivités locales, s'inspirent des recommandations formulées par le CNDD. En associant la société civile au débat politique, le 1er ministre a créé une très forte attente

²¹ Voir le site http://www.centre-cired.fr/perso/hourcade/Nego_Climat_PDF/ProjetT95.pdf

²² Les principales institutions, leurs propositions et leurs responsabilités sont présentées en annexes.

²³ Le CIDD se substitue à trois instances : le comité interministériel de l'environnement, la commission interministérielle de lutte contre l'effet de serre et le comité interministériel des risques naturels majeurs. Il est chargé de veiller à la mise en œuvre et à l'actualisation de la stratégie nationale du développement durable.

de la part de ces acteurs, fortement investis dans les travaux du CNDD²⁴. La charte de l'environnement a alors été mise en place, mais celle-ci ne donne pas lieu à un consensus général faisant l'objet de profonds désaccords entre les scientifiques et les défenseurs de l'environnement. La question du développement durable est un vrai problème idéologique. Les principaux clivages se trouvent dans la façon de concevoir certains termes tels que "principe de prévention et principe de précaution" et le principe du "pollueur - payeur"... Par exemple, les scientifiques représentant les académies de Médecines et des Sciences s'opposent fondamentalement, et vraisemblablement de façon irréversible à l'inscription du principe de précaution dans la Charte. La justification de cette position étant que ce principe est "un frein à toute innovation" et qu'il sera sans aucun doute "source de conflits juridiques sans fin" qui risque alors de mettre en péril l'Etat "puisque chaque citoyen pourra à tout moment se retourner contre lui". Leur conviction est que "l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles". Au terme de "précaution" ils privilégient le terme "d'anticipation". Ajouter à leurs convictions, ils affirment qu'il est inutile d'inscrire ces termes dans la Charte (précaution et pollueur - payeur), puisqu'ils font déjà l'objet d'un projet d'inscription dans la constitution²⁵.

- B - *Les préconisations pour le développement durable*

La volonté de prendre en compte les critères de développement durable devient donc de plus en plus systématique, mais ces critères restent toutefois mal définis. En effet, depuis le sommet de Johannesburg, le Premier ministre a affiché sa volonté de faire du développement durable un axe majeur porteur, et de l'afficher sur la scène internationale. Pour ce faire, et étant donné que le concept est encore tâtonnant, le gouvernement a mis en place un plan d'actions privilégiant trois axes principaux quant à sa mise en œuvre. Les trois axes principaux sont : l'environnement, les services publics et l'action internationale. Sur ce projet, l'Etat affirme sa volonté "d'être exemplaire", et Tokia SAÏFI (Secrétaire d'Etat au développement durable) a annoncé les **objectifs** fixés pour **2008** : d'une part, la réduction de 20% de la consommation d'eau et de 10% des émissions de gaz carbonique, le recyclage de 60% du papier utilisé par les administrations (chaque ministère sera soumis chaque année à un rapport d'activité environnemental), d'autre part, les **objectifs environnementaux** seront inscrits dans la loi de finance qui fixe le budget de l'Etat, à travers les contrats de plans et les marchés publics. D'ici 2008, 1/5 des constructions publiques devront répondre aux normes HQE (Haute Qualité Environnementale). Les incitations fiscales et les programmes éducatifs sont les outils à privilégier par le gouvernement français pour atteindre les objectifs. La fiscalité favorable au développement durable prendra la forme soit de taxes ou d'avantages fiscaux. Les programmes éducatifs prendront la forme d'accords volontaires signés par le secteur industriel concernant le développement des énergies alternatives ou renouvelables, et concernant les transports en commun, l'objectif est de les rendre "plus attractifs". Les programmes éducatifs seront également élargis au domaine scolaire, et Xavier DARCOS (Secrétaire d'Etat à l'éducation), prévoit d'intégrer des programmes spécifiquement consacrés au développement durable dans le primaire et le secondaire. D'un autre côté, le programme international prévoit d'intégrer les questions de lutte contre la pauvreté.

Nous le voyons les ambitions concernant la prise en compte du développement durable sont réelles et louables, il n'en reste pas moins que les actions concrètes sont encore tâtonnantes, et que les indicateurs, et les critères de durabilité sont encore mal définis.

²⁴ Sources NOVETHIC : <http://www.novethic.fr/novethic/site/dossier/index.jsp?id=35887>, consulté en mars 2004

²⁵ NOVETHIC : <http://www.novethic.fr/novethic/site/dossier/index.jsp?id=34212&dos=35887>, consulté en Mars 2004

- C - Quels indicateurs de la durabilité ?

En fonction de l'Agenda 21 décidé à Rio, 134 indicateurs ont été définis, en 1995, par les Nations Unies. Destinés à prendre en compte les activités et les processus humains ayant une influence sur le développement durable, ils sont extrêmement divers. Cela va du taux de croissance démographique à celui de la scolarisation en passant par l'accès à l'eau potable et les émissions de gaz à effet de serre ²⁶.

1.2 Une problématique multi-facettes : de la sémantique à l'interprétation**1.2.1 Le développement durable : un problème de sémantique**

Le sens qu'il faut donner à "durable" doit être entendu au sens de "pérenne". Les anglo-saxons lui attribuent le terme de "*sustainable*" qui signifie "*que l'on peut maintenir*". Le terme de durabilité sous-entend que certains paramètres économiques, écologiques et sociaux puissent être entretenus dans le temps, voire dans l'espace. Paramètres qu'il reste alors à définir. La définition des paramètres, lorsque l'on s'intéresse au développement, rencontre alors, de fait, trois principales difficultés parce que les économistes, les écologistes et les sociologues n'abordent pas le terme de durabilité sous le même angle. Si l'économie consiste à étudier les mécanismes de la vie économique, que la sociologie consiste à étudier les phénomènes sociaux et que l'écologie a pour but d'examiner le rapport des êtres vivants avec le milieu naturel, comment un développement peut-il être pérenne sous toutes ces contraintes ? Ainsi, pour les économistes, la durabilité est souvent abordée sous l'aspect quantitatif, qui se résume, pour faire vite, à l'optimalité et donc à la recherche de la meilleure rentabilité possible ; les sociologues quant à eux associent le concept de durabilité à la viabilité, qui consiste à étudier les aptitudes des groupes sociaux à vivre entre eux ; pour les écologistes la durabilité doit être vue sous un angle de stabilité et d'immuabilité. Ainsi le sens de durabilité est plus ou moins fort selon l'angle d'approche. Si l'on veut faire un peu de sémantique, et que l'on considère le terme de durable associé à la croissance par exemple, une croissance optimale n'a pas le même sens qu'une croissance viable, ou qu'une croissance stable. De même que considérer le rapport à la nature sous un aspect de viabilité est très réducteur de la pensée écologique. Ainsi, d'un point de vue épistémologique, la définition de la durabilité diffère en fonction de la science étudiée. Le terme de durabilité est donc polysémique. Aussi, d'une définition finalement floue et souvent tâtonnante, on arrive à un concept mal maîtrisé, mal compris et alors mal interprété ou interprété de différentes façons.

Tableau 11 : Développement durable : variations sur un même terme

Le développement <u>DURABLE</u> est :		
<u>SOUTENABLE</u>	Anglo-saxon	<i>Sustainable development</i>
	Espagnol	<i>desarrollo sustentable</i>
	Portugais	<i>desenvolvimento sustentável</i>
	Italien	<i>Sviluppo Sostenibile</i>
<u>DURABLE</u>	Roumain	<i>dezvoltare durabila</i>
	Hollandais	<i>Duurzame Ontwikkeling</i>
	Vietnamien	<i>Phat triên bền vững</i>
<u>PERSISTANT</u>	Allemand	<i>Nachhaltige Entwicklung</i>
<u>DURABLEMENT SOUTENABLE</u>	Tchèque	<i>trvale udržitelný rozvoj</i>

²⁶ Les principaux indicateurs mondiaux du développement durable sont présentés en annexes.

La question que l'on peut se poser est de savoir pourquoi avoir choisi le terme de durable, plutôt qu'éternel, permanent, pérenne, immuable... ? Quelles qu'en soient les raisons, ce qu'il faut retenir, c'est qu'il n'est pas possible de donner une définition universelle au terme de "durable" (différemment traduit dans les langues, cf. [Tableau 11](#)), et qu'il faut alors se contenter d'en délimiter les contours et d'en spécifier les différents degrés. Kerry TURNER [1993] ²⁷ établit une **typologie** de la durabilité qui prend alors quatre degrés : *très faible, faible, forte, très forte*. Les variations de degré dépendent de la prise en compte plus ou moins importante des contraintes propres à l'environnement. **Si la durabilité se cantonne à satisfaire les règles économiques, elle sera définie comme faible et deviendra de plus en plus forte au fur et à mesure que les contraintes écologiques y seront intégrées pour atteindre un maximum lorsqu'elles s'y substitueront.** Il n'y a donc pas de conception unique et universelle du développement durable. Si cela paraît maintenant une évidence, il n'en reste pas moins que chaque discipline est en mesure d'intégrer, de façon intrinsèque, la définition proposée par le rapport BRUNDTLAND. La difficulté est de donner une définition interdisciplinaire qui satisfasse simultanément à toutes les disciplines concernées. C'est donc ici que l'approche en terme de degré est intéressante et qu'elle intègre les théories anthropocentrées et les théories écocentrées.

La problématique du développement durable s'inscrit autour de trois axes principaux, que sont la prise en compte de la dimension temporelle, l'équité entre les générations et dans les générations, et l'environnement. La prise en compte de la **dimension temporelle suppose une rupture avec les logiques économiques traditionnelles, dont la base du raisonnement est fondée sur des argumentations de courts termes.** Or, le développement durable suppose que le long terme soit intégré à la construction économique. L'équité inter et intra générations suppose d'une part, que les conditions de vie des générations futures ne soient pas lésées par rapport aux générations présentes, et d'autre part, que les mêmes générations bénéficient d'un même traitement (ce qui suppose qu'il n'y a pas de situations de sous-développement, lors d'une même génération). La base du développement durable repose également et principalement sur la prise en compte de l'environnement. En vertu des deux précédents principes, le milieu naturel doit être préservé, et l'intensité de son utilisation doit être limitée. Les phénomènes d'irréversibilités, écologique notamment, mais technologique également doivent être intégrés à la construction d'une économie durable.

Ces trois axes principaux du développement durable, ont implicitement des répercussions sur des sous-ensembles de la société, notamment la prise en compte de l'aménagement du territoire, le rôle du foncier, la localisation des activités... Le triptyque économie – écologie – société constitue la base du développement durable, sans pour autant nous éclairer sur leurs relations d'inclusion, c'est-à-dire quelles sont les sphères à prendre en considération en priorité ? Quelles sont les répercussions de l'une sur l'autre ? Pour éviter de rentrer dans une situation du serpent qui se mord la queue, il s'agit de trouver la bonne clé d'entrée pour appréhender au mieux toutes les répercussions d'une action "durable" sur les autres. Le concept de développement durable a traversé les théories et a été différemment interprété par celles-ci, chacune apportant des nuances et des interprétations à la définition et aux conséquences du développement durable. Quatre grandes écoles se distinguent alors dans l'approche qu'elles font du développement durable ²⁸ : la théorie néoclassique de la croissance durable, l'Ecole de Londres, l'Ecole française et l'approche écologique radicale. Ces théories se distinguent essentiellement par leurs fondements plus ou moins anthropocentriques, c'est à dire par leurs facultés à rapprocher toutes les choses de l'Univers à l'homme, par opposition aux fondements écocentriques, qui privilégient les faits et mécanismes économiques dans l'explication des phénomènes sociaux.

²⁷ TURNER K. (1993), *Sustainable Environmental Economics and Management : principles and practice*, Belhaven, London

²⁸ CHABAS L. (1997), *Le développement durable : de la théorie à la pratique – Le cas du transport routier*, Mémoire pour le D.E.A. d'Economie des Transports, présenté et soutenu le 25/9/1997, 96 pages.

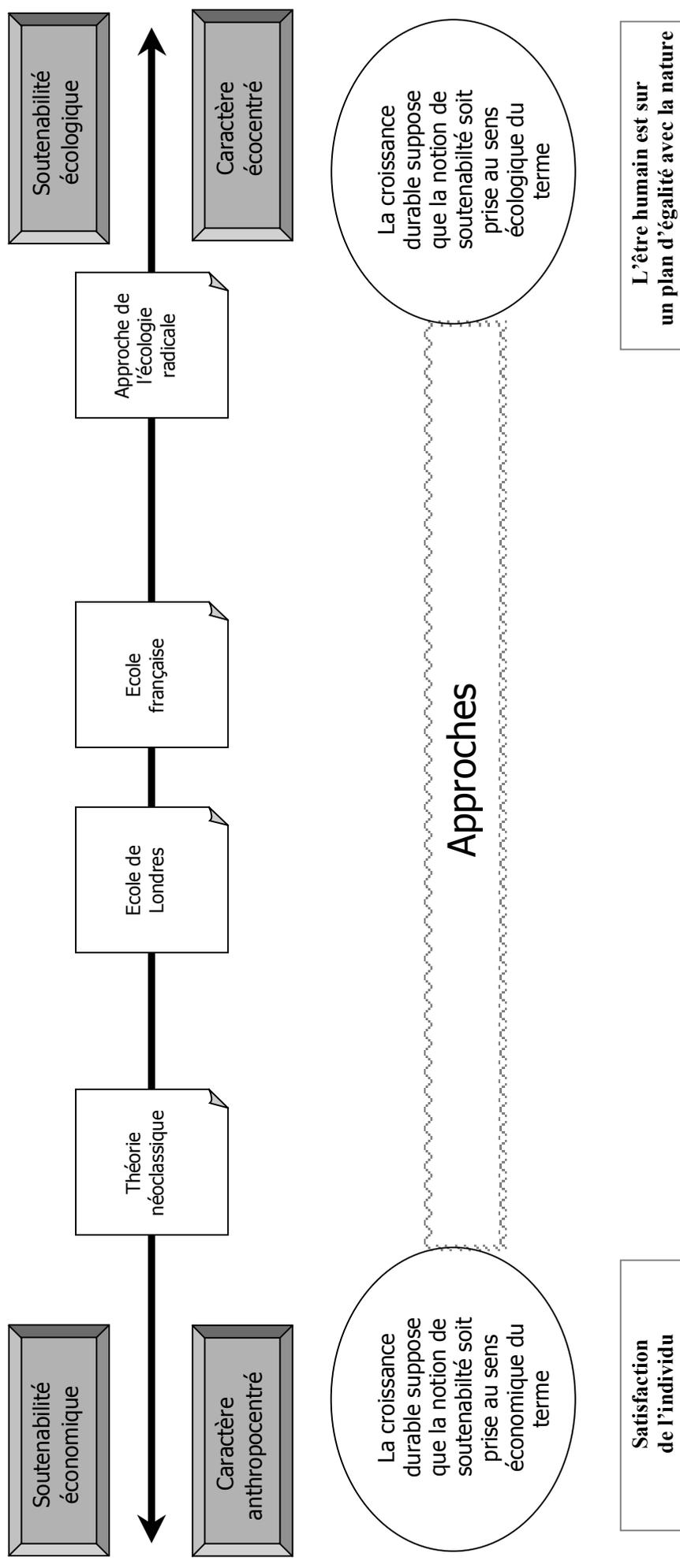
1.2.2 De l'anthropocentrisme à l'écocentrisme : quels degrés de liberté ?

L'approche néoclassique prend une forme particulièrement extrême, dans laquelle l'homme est un déterminant essentiel d'une croissance soutenable. L'économie est alors considérée comme durable dès lors que l'utilité individuelle est non décroissante dans le temps. Cette définition, donnée par la règle de PEZZEY [1989]²⁹, suppose une parfaite substituabilité entre les facteurs de production (capital technique et capital naturel), voire entre les biens eux-mêmes (biens matériels et biens naturels). En terme de degré, cette approche anthropocentrique extrême, est considérée comme *très faible*, car elle n'intègre absolument pas les paramètres propres à l'environnement, et il n'existe aucune contrainte environnementale incontournable. A l'opposé, et de manière tout aussi extrême, l'approche écocentrique, dont l'approche la plus radicale est proposée dans la *Deep Ecology*, fonde son analyse sur l'importance de la nature et rejette fondamentalement le principe de substitution. La nature n'y est pas un bien commun et au contraire dispose d'une valeur propre et singulière, et de fait est irremplaçable. Le degré de durabilité est alors *très fort*, et le rôle de l'homme est fortement contesté.

Entre ces deux extrêmes, certaines approches intermédiaires intègrent de façons différentes la place de la nature dans la durabilité. On trouve notamment l'école de Londres et l'école française dans lesquelles la notion de substitution est plus ou moins influente, leur conférant alors des degrés de durabilité plus ou moins importants.

²⁹ PEZZEY J., (1989), "Economic Analysis of Sustainable Growth And Sustainable Development", World Bank, Environment Department Working Paper n°15, Washington, March.

Figure 7 : les différentes approches du développement durable



Source : Ludovic CHABAS

1.3 Une problématique épistémologique : de la définition à sa transcription

L'objectif essentiel de cette section est de se doter de repères analytiques pertinents sur le développement durable. Pour se frayer un chemin dans la forêt des écoles de pensée, nous présenterons quelques grands axes de classification en soulignant les points communs et les divergences. Nous nous concentrerons sur les approches économiques, regroupées en trois catégories principales : la théorie standard (néoclassique), l'école de Londres, et l'école française. Cette gradation est une façon d'introduire progressivement la logique politique d'arbitrage, plus complexe que la logique économique.

La prise en compte de l'environnement dans les théories économiques a historiquement évolué. Pendant longtemps les économistes n'ont pas tenu compte du fait que les ressources naturelles étaient limitées. Or, l'approche traditionnelle de la croissance économique, théorisée par les économistes néoclassiques et diffusée par les défenseurs de la globalisation et de la pensée unique, peut ne pas être soutenable.

Toujours est-il que les ambitions ont le mérite d'exister, et que la prise de conscience des enjeux du développement durable est réelle. Ainsi, le gouvernement affiche sa volonté de satisfaire au mieux les exigences du développement durable, les enjeux étant à la fois environnementaux, sociaux et économiques.

1.3.1 Les enjeux environnementaux du développement durable

Le bilan global des écosystèmes naturels montre que les ressources naturelles ont fortement diminué depuis les années 1970. En effet, la diminution des richesses naturelles est évaluée à 30% entre 1970 et 1995, avec une diminution des richesses biologiques dans les forêts de 12% et de 30% pour les écosystèmes marins [[source](#) : WWF, 2004]. Le secteur le plus en cause est le secteur des transports, et notamment la part des transports routiers dans les émissions de polluants urbains y est prépondérante. Malgré les efforts technologiques et législatifs sur certains polluants la tendance ne semble pas se renverser. La responsabilité du secteur des transports dans les émissions de gaz à effets de serre et des pics d'ozone est évaluée à 70%. Les rejets de CO₂ liés à ce secteur atteignent près de 40% des émissions nettes en France en 2000. Ce constat, est d'autant plus alarmiste qu'il est estimé que près de 500 millions de véhicules roulent à l'essence dans le monde, a donné lieu à un calcul permettant de mesurer la part des ressources naturelles utilisées par une population donnée, et à l'échelle mondiale, l'exploitation des ressources dépasse de 20% les capacités biologiques de la terre (selon l'organisation écologique WWF). Ce sont essentiellement les comportements d'achat et d'usage de la VP, caractérisés par une forte croissance du trafic voyageurs et marchandises aussi bien que l'allongement des distances moyennes de déplacements qui sont mis en cause [[source](#) : IFEN, 2000].

1.3.2 Trois logiques d'arbitrage et une variable : les 4 R

Historiquement, la prise en considération de l'environnement dans le système économique a connu des évolutions importantes. Les économistes classiques comme MALTHUS, ont introduit la notion de rareté des ressources naturelles comme variables à prendre en considération dans le système productif. En 1798, il introduit les risques consécutifs à la croissance géométrique de la démographie confrontés à la croissance arithmétique des ressources naturelles. La vitesse de la croissance démographique étant supérieure à la vitesse de la croissance des ressources naturelles, les situations de famines sont inévitables. Dans la lignée de MALTHUS, RICARDO montre que l'augmentation de la population entraîne une pénurie des terres productives, expliquant la rente foncière différentielle perçue par les exploitations où les conditions de production sont les plus favorables. La prise en compte des ressources naturelles comme déterminant des capacités productives n'a pas ratifié tous les économistes. Pour SAY, les ressources naturelles ne sont en aucun cas une variable à prendre en compte dans le système

économique, puisqu'elles sont "inépuisables, car sinon nous ne les obtiendrions pas gratuitement". Dans la mesure où les ressources naturelles sont gratuites, elles sont pour SAY forcément inépuisables, puisque la rareté des biens détermine leur valeur (cf. valeur d'échange, valeur d'usage => rationalité économique, rationalité de la valeur => théorie de l'eau et du diamant). Malgré ces remises en cause, la plupart des économistes classiques envisagent les ressources naturelles comme des facteurs de production non reproductibles par le travail humain.

La rupture idéologique est introduite par les néoclassiques qui assimilent les ressources naturelles à du capital. A partir de ce postulat, les ressources naturelles peuvent être reproduites par l'homme grâce aux facteurs de production travail et capital. La seule distinction se fait entre les ressources épuisables et les ressources renouvelables. La combinaison des facteurs de production (ressources épuisables et renouvelables, capital et travail) permettent la production.

Les enjeux de protection de l'environnement et, dans de moins grandes proportions ceux de l'équité, ont progressivement soulevé la question de la durabilité dans la théorie néoclassique générale. Les néoclassiques ont alors tenté d'incorporer des critères de durabilité dans leur théorie.

Suite au pavé dans la marre du *Club de Rome* de 1972, la tentation est alors d'approcher le duo économie – écologie de façon radicale. Le développement durable dans l'écologie radicale est alors présenté de façon relativement idéologique, selon une approche écocentrée. Les questions de l'environnement sont au cœur des préoccupations dont la protection est une fin en soi. En opposition fondamentale avec l'approche anthropocentrée, la protection de l'environnement est la condition *sine qua non* du bien-être des individus. Poussé à l'extrême, l'idéologie de l'économie radicale suppose un droit légal à l'environnement.

Encadré 1 : La réponse de Luc FERRY à la *deep ecology*

A propos de l'écologie, Luc FERRY écrit : "Le danger interne qui ronge la pensée écologique, c'est le réductionnisme. La pensée qui réduit tous les problèmes au seul problème écologique devient incapable de saisir les autres dimensions de l'existence et de la société". Luc FERRY veut concilier l'écologie et l'humanisme, c'est-à-dire concilier les rapports de l'homme avec la nature : "A travers la nature, c'est encore et toujours l'homme qu'il s'agit de protéger, fût-ce de lui-même lorsqu'il joue les apprentis sorciers". Ainsi, Luc FERRY distingue trois écologies : démocratique, utilitariste et profonde. Dans son ouvrage, il conclut que "*entre la barbarie et l'humanisme, c'est à l'écologie démocratique qu'il appartient de trancher*". Ainsi, pour aborder la question du développement durable, et ensuite l'extrapoler à la question de la mobilité, il est nécessaire de mieux appréhender les concepts qui le définissent. Plusieurs visions peuvent être dégagées du concept de développement durable : la vision environnementaliste, la vision écologiste et la vision sociologiste.

1.3.3 *La vision économiste du développement durable*

Selon le Plan National pour un Développement Durable, la vision économiste du développement durable suppose que "face aux besoins en hausse d'une population mondiale en augmentation constante, la croissance économique est nécessaire mais elle doit être responsable". Dans le cadre d'une économie durable, il faut que notre société vive de ses revenus et non pas de ses réserves en capital. Les budgets privés et publics, mais aussi ceux des entreprises, doivent s'équilibrer à long terme, de manière à assurer les mêmes chances économiques aux générations futures". Les objectifs économiques s'expriment sous forme de (non exhaustif): croissance, efficacité, stabilité. La vision économiste peut être abordée sous deux angles :

- ➡ un angle micro-économique dans lequel le concept de développement durable a des répercussions sur les entreprises, et où les impératifs liés au développement durable se déclinent de différentes façons ;

→ Un angle macro-économique, dans lequel le développement durable a des répercussions sur les différents agrégats économiques.

- A - *L'analyse économique standard et la logique unidimensionnelle : la Restauration*

La théorie néoclassique, fondée sur une logique prix-quantité, place l'homme au cœur de son raisonnement (\neq la nature est au cœur du raisonnement). La satisfaction de l'individu, dont le but est de maximiser son utilité, est l'objectif final puisque cela aboutit à la maximisation de l'utilité collective. La prise en compte de la détérioration de l'environnement n'est pas une variable explicite en-soi, puisqu'elle agit mécaniquement sur l'utilité des individus. L'environnement est alors une variable secondaire, qui a des répercussions sur l'homme et sa satisfaction. L'approche anthropocentrée de la théorie néoclassique fonde essentiellement son argumentation sur, d'une part, le comportement individuel des acteurs, dont la rationalité est limitée (à l'optimisation), et d'autre part, à la coordination des acteurs sur les marchés économiques.

Partant du caractère anthropocentré de l'économie, le concept fondamental est alors l'allocation optimale (ou efficace) des ressources. A partir des ressources existantes, et en fonction des contraintes, les possibilités de production dans l'économie sont toujours réalisées de façon la plus réalisable possible, donc de façon la plus efficace. Toute production est alors systématiquement Pareto-optimale, c'est-à-dire la situation n'est dominée par aucune autre. Or, ainsi défini, le système n'intègre absolument pas les problématiques de durabilité des ressources naturelles. C'est en élargissant l'horizon temporel que la variable de durabilité a pu être intégrée. Ainsi, la croissance est efficace si elle est optimale, et elle devient soutenable dès lors que l'augmentation du bien-être des générations présentes n'altère pas le bien-être des générations futures. D'un espace à deux dimensions, on passe alors à un espace à trois dimensions dans lequel le temps est une variable clé.

a - Les critères de durabilité dans l'analyse économique standard

Les variables environnementales sont alors intégrées dans la fonction de production (donc dans la fonction d'utilité collective). La vocation des ressources naturelles est alors double, soit la ressource est un output à elle seule, c'est-à-dire qu'elle fait l'objet d'une consommation finale, et entre directement dans la fonction d'utilité des individus (déterminée par son flux), soit, elle est un input qui concourt à la production de l'output. Ainsi, la non-décroissance, dans le temps, du revenu et donc du bien-être, sera un critère de soutenabilité. Ceci étant, cela suppose implicitement, que les facteurs puissent être, dans une certaine mesure, substituables.

Confrontés à la réalité de l'épuisement des ressources, les néoclassiques ont alors intégré les questions relatives à l'environnement, dans le modèle d'équilibre général. La théorie néoclassique suppose que, dès lors que le stock de capital (humain, technique et naturel) est entretenu d'une génération à l'autre, les critères de durabilité sont respectés. Ils ont également admis qu'une dégradation de l'une des trois formes de capital ne pouvait pas systématiquement et efficacement être compensée par une augmentation d'une autre forme de capital. La problématique est alors de savoir comment le stock de capital peut-il être maintenu au cours du temps ? D'une allocation efficace des ressources, les néoclassiques introduisent la notion d'allocation efficiente de ces ressources. Celle-ci, formalisée dans un premier temps par le modèle d'HOTELLING, débouche sur une proposition de conditions de satisfaction de la durabilité, selon la règle d'HARTWICK.

b - L'utilisation optimale des ressources rares : HOTELLING

Lorsque le stock d'une ressource est supposé connu et fini, et que l'objectif est la maximisation intertemporelle³⁰, HOTELLING propose que :

- Le prix de vente doit être supérieur au coût marginal de la production => la différence correspond alors à une rente de rareté ;
- Cette rente doit être croissante dans le temps, et cette croissance doit être égale au taux d'actualisation. Il n'y a alors aucun intérêt de spéculation d'une période à l'autre ;
- Le prix augmente (et la demande diminue) en fonction de l'épuisement de la ressource rare.

c - Conditions de satisfaction de la durabilité : HARTWICK

Le stock de ressources naturelles non-renouvelables étant, par définition, épuisable, HARTWICK propose une solution pour prendre en compte ce facteur tout en assurant le principe de durabilité. Comment maintenir de façon intertemporelle le stock de capital, sachant que l'une des variables de ce capital est épuisable ? L'auteur propose alors "d'investir l'ensemble des rentes tirées des ressources non renouvelables dans du capital reproductible". La croissance du capital naturel étant limitée, elle doit être compensée par l'utilisation du capital physique, ce qui permettra alors une constance du revenu global. Cette règle suppose évidemment une possible substituabilité entre les capitaux (naturels et physiques). Reste à savoir dans quelles mesures les capitaux sont substituables.

d - Environnement et temporalités : l'actualisation

Nous l'avons vu, la variable temporelle permet aux néoclassiques d'introduire le principe de durabilité de la croissance économique. Or, à partir du moment où la variable temporelle est introduite, se pose la question de l'actualisation et de la pertinence du taux.

Deux raisons ont poussé les économistes à introduire le taux d'actualisation :

- ➡ L'actualisation permet de prendre en compte l'effet richesse : dans la mesure où, en général, le revenu par tête augmente au fil du temps, impliquant que les conditions de vie futures sont toujours meilleures que les conditions présentes, la valeur d'un bien actuel sera moins importante dans le futur, ce qui nécessite alors le recours à l'actualisation ;
- ➡ La préférence pour le présent : les incertitudes pesant sur l'avenir, les dépenses présentes sont souvent préférées aux dépenses futures.

Le principe de l'actualisation permet d'homogénéiser les valeurs des différents biens au fil du temps, à des fins de comparaisons. Le choix du taux d'actualisation est un exercice difficile, puisqu'il va se répercuter sur les décisions économiques (l'investissement notamment). Par exemple un taux d'actualisation élevé suppose une forte dépréciation du futur par rapport au présent, et décourage alors les investissements. Ainsi, le choix du taux d'actualisation concernant les questions d'environnement joue un rôle crucial pour la détermination des effets (néfastes en général) de long terme. Un taux d'actualisation mal évalué, peut amenuiser les risques environnementaux futurs, et alors conduire vers un développement non soutenable. D'autre part, un taux d'actualisation élevé a pour conséquence de déprécier le futur et va alors à l'encontre du principe d'équité inter-génération. Inversement un taux d'actualisation faible peut conduire à penser que les investissements de longs termes seront rentables, et donc avoir des conséquences négatives sur l'environnement.

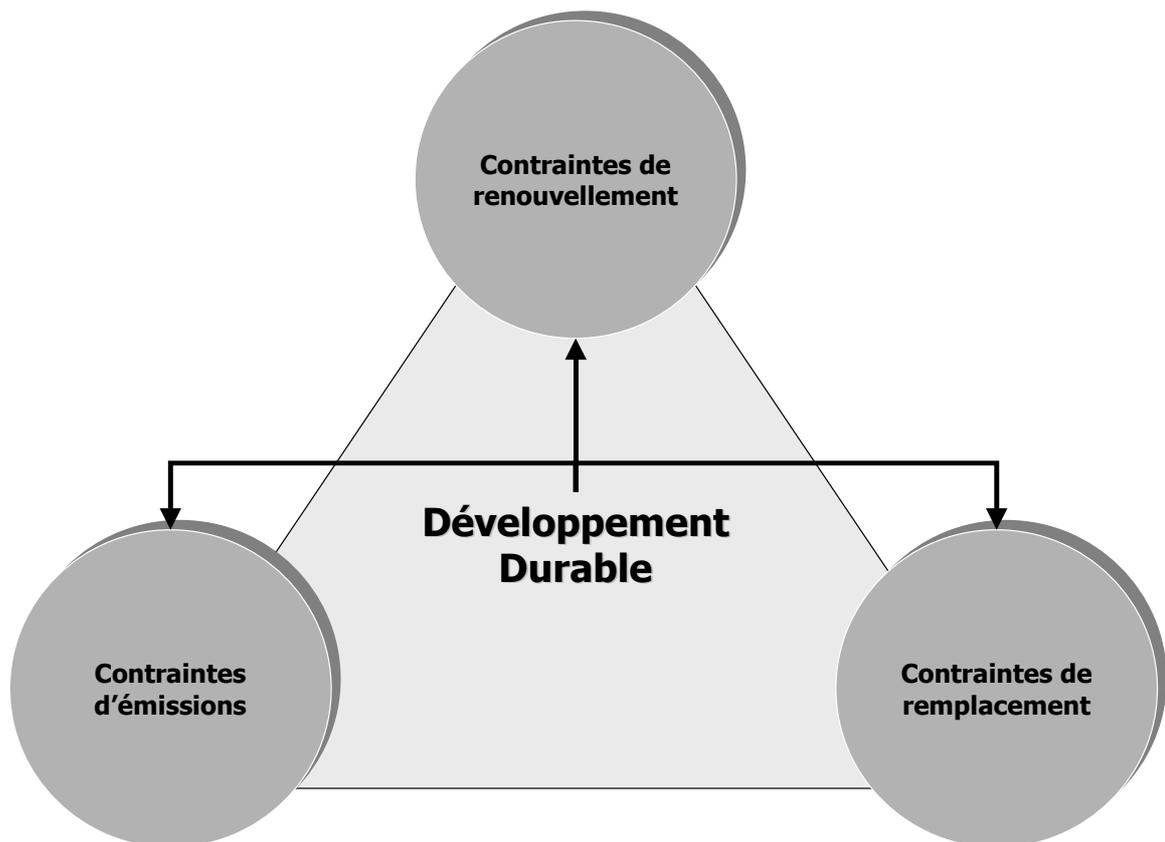
³⁰ La maximisation intertemporelle est définie par HOTELLING comme la somme des recettes nettes actualisées de toutes les périodes.

- B - L'école de Londres et la logique de backcasting : la Rénovation ³¹

L'Ecole de Londres s'inscrit dans la lignée de la théorie néoclassique de la croissance durable en reformulant certains des principes de la durabilité. L'Ecole de Londres tente d'articuler les exigences environnementales avec celles du système économique. Plutôt que de fixer des normes environnementales en fonction d'un objectif économique, la démarche de l'Ecole de Londres est de rendre compatibles l'optimisation économique et la reproduction des ressources naturelles. Leur approche propose d'introduire les contraintes environnementales comme variables exogènes. Introduites comme variables exogènes, ces "contraintes écologiques", permettent de fixer les limites dans le raisonnement économique et dans les choix de décisions.

a - Les critères de durabilité

La contrainte écologique est alors intégrée au modèle de développement. Le modèle propose de fixer un seuil de qualité de l'environnement au-delà duquel le système économique risque d'être affecté. La fonction d'utilité intègre alors trois types de contraintes dans un objectif de développement soutenable :

Figure 8 : Les contraintes du développement durable dans l'Ecole de Londres

- ➡ Contrainte de renouvellement : l'utilisation des ressources naturelles renouvelables ne doit pas être supérieure à leur taux de renouvellement ;
- ➡ Contrainte de remplacement : les ressources naturelles non-renouvelables doivent pouvoir être extraites à un taux permettant leur remplacement par des ressources renouvelables ;

³¹ Rénovation : Remettre à neuf, Changement en mieux, Transformation, Modernisation (Larousse 2004)

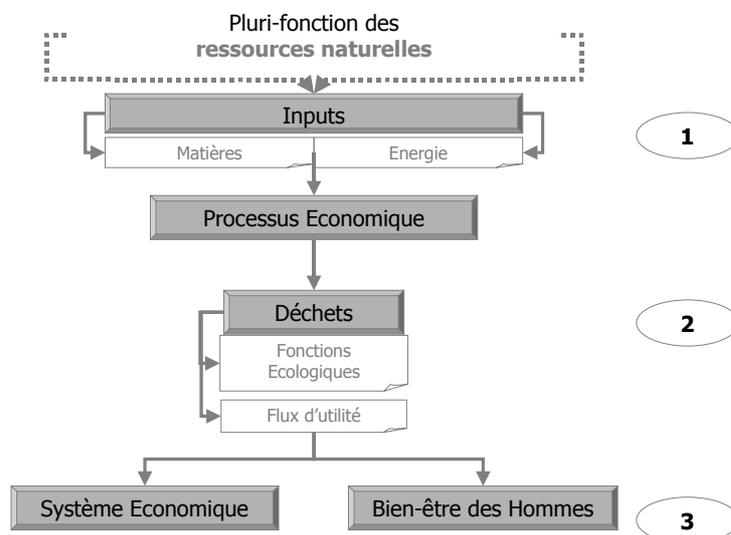
- ➔ Contraintes d'émissions : les déchets émis doivent être inférieurs à la capacité d'assimilation par le milieu naturel.

D'autres part, les économistes de l'Ecole de Londres mettent l'accent sur le fait que les ressources naturelles et les effets de l'économie sur celles-ci ne sont pas monétarisés. L'absence de valorisations économiques des ressources naturelles conduit alors à une surconsommation puis un risque de gaspillage. Ces propos reprennent alors le paradoxe de la théorie de la valeur, d'Adam SMITH, selon lequel il existe une distinction entre la valeur d'usage d'un bien et sa valeur d'échange. Les ressources naturelles, telles que l'eau et l'air, ont effectivement une valeur d'échange nulle alors même que leur valeur d'usage est infinie.

En rupture avec les néoclassiques, l'Ecole de Londres refuse la condition selon laquelle le maintien constant du stock de capital est suffisant pour affirmer que le système économique est soutenable. Il n'y a pas de substituabilité possible entre le capital physique et le capital naturel, il est alors nécessaire de préserver systématiquement un stock de ressources naturelles. Selon eux, si cela est vrai pour le développement économique, c'est également vrai pour le bien-être des individus, pour qui les ressources naturelles n'ont pas la même utilité que les biens privés. Les économistes de l'Ecole de Londres remettent alors en cause le principe de substituabilité pour plusieurs raisons :

- ➔ La pluri-fonction des ressources naturelles, ce qui restreint les possibles substitutions entre le capital technique et le capital naturel, dans le sens où seul la partie productive du capital naturel est prise en compte alors même qu'il rend d'autres services (bien-être, services vitaux...) ;
- ➔ L'irréversibilité des ressources naturelles : alors que le capital technique peut être soumis à des variations, le capital naturel connaît peu de variation (sinon à la baisse).

Figure 9 : Les fonctions des ressources naturelles dans l'Ecole de Londres ³²



BARBIER (1990)

"premièrement, ainsi que l'affirme la théorie conventionnelle, l'environnement fournit des inputs en matière ou en énergie au processus économique

deuxièmement, l'environnement assimile les déchets engendrés par ce processus

troisièmement, l'environnement naturel fournit un certain nombre de services représentant des flux d'utilité ou des fonctions écologiques qui sont essentiels au maintien du système économique et au bien-être humain".

Pour les économistes de l'Ecole de Londres, l'individu n'est pas un *homoeconomicus* pur et simple, dans le sens où il n'a pas pour simple objectif de maximiser son utilité, mais intègre d'autres paramètres plus subjectifs. Ainsi, les économistes redonnent un sens à la notion de valeur. La valeur économique totale se doit d'intégrer les différentes valeurs d'usage d'un bien, telles que les valeurs d'option³³, de legs,

³² BARBIER E.B. (1990), "Alternative approaches to Economic Environmental Interaction", *Ecological Economics*, pp. 7-26

³³ Valeur d'option exprime le consentement à payer d'un individu pour garder l'option d'une utilisation éventuelle dans le futur.

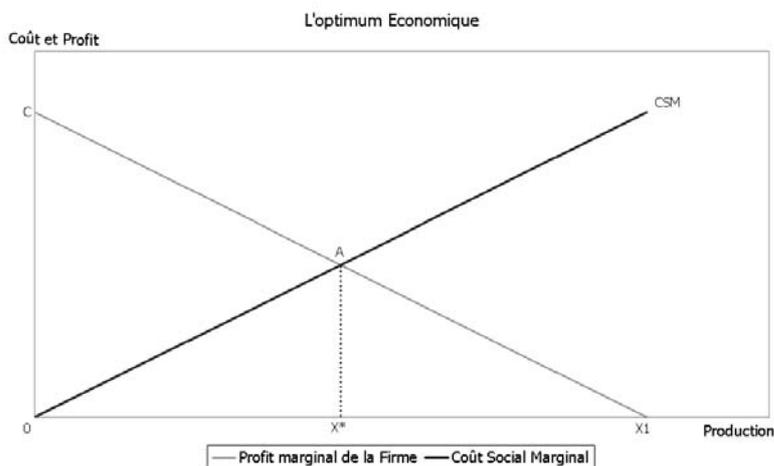
d'existence³⁴ et de voisinage. D'autres paramètres, non liés à l'utilité y sont associées et doivent être pris en compte dans les critères de décision.

Les ressources naturelles étant à la fois pluri-fonctionnelles et irréversibles, il n'y a pas pour l'Ecole de Londres de possibilité de compensation entre les générations. Aucune équivalence n'est possible entre bien environnementaux et produits industriels. Ils rejettent la possibilité de compenser la perte de ressources naturelles par une dotation en capital plus importante. Selon ce postulat, la sauvegarde d'un stock de capital naturel est indispensable dans un objectif de développement durable. Il est alors nécessaire de définir des normes environnementales (émissions, énergie, consommation...), qui soient fixées indépendamment de toute logique d'optimisation économique.

b - Remise en cause de l'internalisation des effets externes

Pour les néoclassiques, la croissance durable est possible dès lors que sont **internalisés les effets externes**. La définition du taux optimal d'externalités est défini lorsque le coût social marginal (dû à l'externalité) et le coût marginal des actions visant à réduire cette externalité, sont égaux. C'est-à-dire, lorsque les coûts visant à réduire les effets nocifs sont égaux aux effets eux-mêmes. Or, pour les théoriciens de l'Ecole de Londres, le processus d'internalisation n'est pas efficace pour garantir le développement durable, puisque même s'il contribue à retarder la dégradation de l'environnement il ne l'empêche pas *in fine*. Pour David PEARCE [1992]³⁵, il n'y a pas d'égalité possible entre l'optimum économique et l'équilibre écologique.

Graphique 1 : L'optimum économique

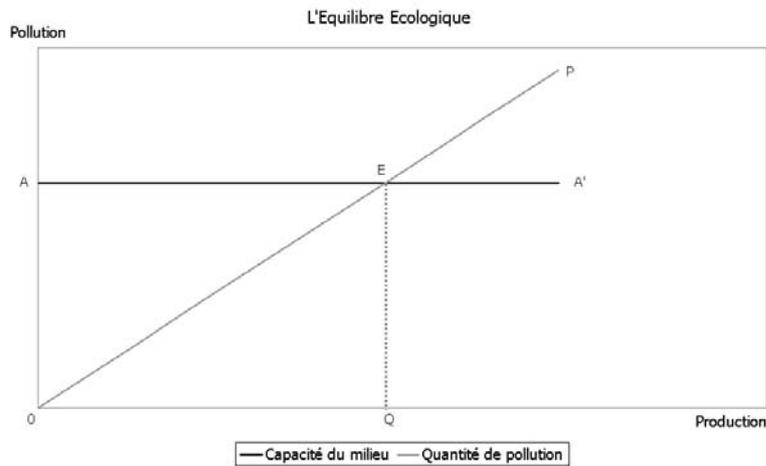


CX1 = Profit marginal de la firme
 Les rendements décroissants expliquent la décroissance de la courbe.
 CSM = Coût social marginal dû à l'émission de polluant.
 A = Avantage social maximal

³⁴ Valeurs de legs et d'existence expriment un consentement à payer indépendamment d'une utilisation actuelle de l'environnement.

³⁵ PEARCE D., (1992), "Economie et environnement : vers un développement durable", *Problèmes économiques* n°2278, juin 1992. pp. 1-7.

Graphique 2 : L'équilibre écologique

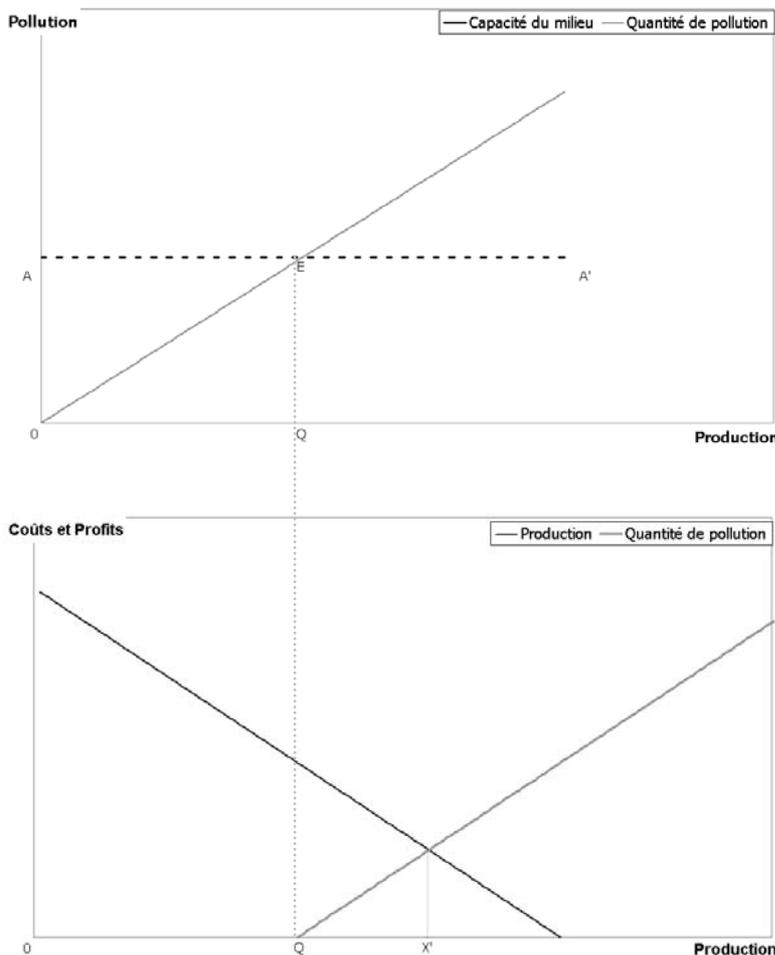


AA' = Capacité du milieu
 OP = Quantité de pollution
 E = Rupture de l'équilibre
 Q = Flux maximal que peut supporter le milieu au cours d'une période

Source : Ludovic CHABAS

La pollution annonce alors un choc qui peut engendrer un déséquilibre. Lorsque la quantité de pollution est supérieure à la capacité d'assimilation du milieu, il n'y a plus d'équilibre.

Graphique 3 : Confrontation entre l'optimum économique et l'équilibre écologique



E étant le point à partir duquel la capacité d'assimilation du milieu est dépassée, c'est à ce niveau que les effets de la pollution commencent à être ressentis. A partir du point E, le coût social pour la collectivité commence à être important. Or, d'un point de vue économique, il est encore rentable de continuer à produire au-delà de ce seuil, et donc de continuer à polluer. L'optimum économique n'est pas compatible avec l'équilibre écologique. Si le mécanisme se reproduit sur plusieurs périodes, l'activité économique épuise alors totalement les ressources naturelles. Dans ces conditions, la croissance économique n'est pas soutenable. C'est la raison pour laquelle, l'Ecole de Londres recommande d'imposer une norme environnementale indépendante des préoccupations de rentabilité économique.

c - Les recommandations pour un développement durable dans l'Ecole de Londres

L'Ecole de Londres donne certaines recommandations pour que le développement durable puisse être réalisable :

- ➡ Les questions d'environnement et leurs incidences sur l'homme doivent systématiquement faire l'objet d'une évaluation économique ;
- ➡ Une comptabilité de l'environnement doit être rigoureusement et périodiquement être tenue à jour ;
- ➡ Les politiques économiques doivent être conçues de façon à ce qu'elles n'entraînent pas de nuisance (incitations fiscales...).

d - L'école française et la logique multidimensionnelle : La Révolution³⁶

Le concept de développement durable est complexe et **pluridimensionnel**, aux logiques contradictoires. Confrontés à l'incertitude et l'irréversibilité des actions, les économistes de l'Ecole française prônent la recherche d'une nouvelle rationalité. La rationalité économique ne peut consister à optimiser une décision en fonction de contraintes, puisque l'optimisation n'est pas possible dans un ensemble à plusieurs dimensions (contraintes trop nombreuses et contradictoires). Les choix ne pouvant plus être optimaux, ils devront alors être satisfaisants. Pour ce faire, il s'agit de diviser l'objectif global à atteindre, dont la portée n'est pas mesurable, en sous-objectifs, qui eux pourront être observables et mesurables. Le processus est alors itératif.

Les théoriciens de l'Ecole française proposent alors de coordonner les soutenabilités économiques et écologique grâce à un arbre de soutenabilité.

Pour René PASSET, il existe un lien évident entre l'activité économique et l'usage que l'on fait de l'environnement. Or, cet usage est souvent synonyme de dégradation plutôt que d'amélioration. En effet, il existe peu de cas où l'activité économique crée des effets positifs sur l'environnement. Le développement (durable) est un phénomène pluridimensionnel qu'il faut distinguer du phénomène de croissance, qui est unidimensionnelle. Le développement intègre, en effet, des dimensions économiques, sociales et environnementales, que n'intègre pas le concept de croissance.

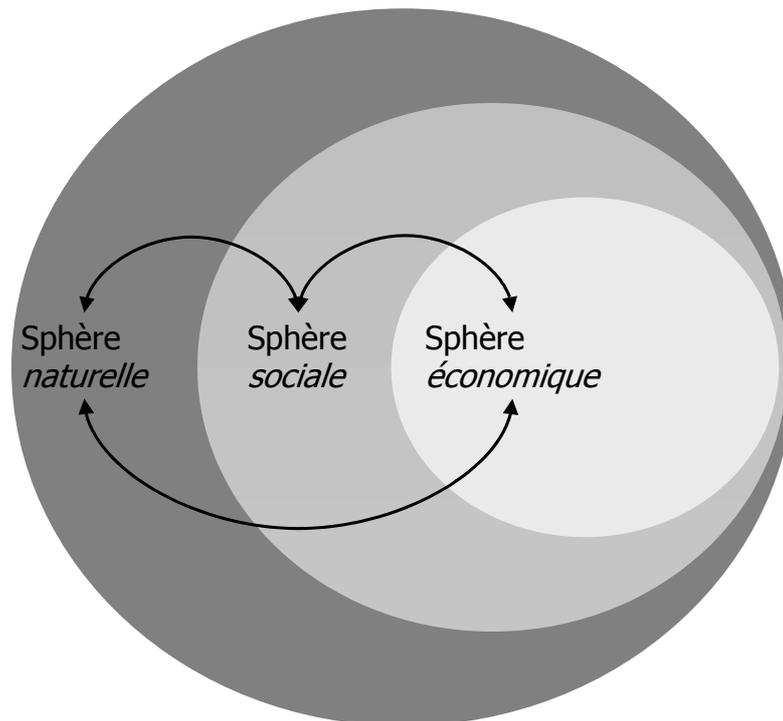
e - Hiérarchisation des trois dimensions du développement durable

René PASSET établit une hiérarchie entre les trois sphères : la sphère naturelle, la sphère sociale et la sphère économique.

Se dessinent trois sphères régies par une relation d'inclusion en fonction de laquelle ce qui se passe au sein de chacune d'elles concerne les autres sans que cela remette en cause leur spécificité. René PASSET³⁷.

³⁶ Révolution : Changement brusque et violent dans la structure politique et sociale, Bouleversement profond (Larousse 2004)

³⁷ PASSET R., (1997), *Le développement durable : De la transdisciplinarité à la responsabilité*, Congrès de Locarno, 30 avril - 2 mai 1997 : Annexes au document de synthèse CIRET-UNESCO

Figure 10 : Le développement : un concept en trois dimensions

La question du développement durable implique aujourd'hui un passage aux franges de chacune des sphères. Se pose alors la question du système économique en transition, dans lequel son mode de fonctionnement et ses mécanismes régulateurs vont se modifier. René PASSET introduit alors de nouvelles limites à cette économie en transition, qui intègre les exigences du développement durable :

- ➡ Limite de saturation de besoins à partir de laquelle aucune augmentation de consommation d'un bien surabondant ne peut compenser la perte d'une unité d'un autre bien, lorsqu'un produit est surabondant, son accumulation ne crée aucune satisfaction nouvelle et la destruction des excédents n'en supprime aucune (distinction entre le qualitatif et le quantitatif)
- ➡ Limite de reproductibilité à partir de laquelle aucune réduction du flux de prélèvement d'une ressource naturelle ne peut être compensée par une intensification de l'effort en capital technique ; une telle compensation ne peut, lorsque les taux de reproduction du premier sont dépassés par les prélèvements, et même si cela contribue pour un temps très court à maintenir un flux de production constant, qu'accélérer l'épuisement de la ressource, la thèse néoclassique de la substitution devient ici une illusion néfaste complice de l'épuisement de multiples ressources.

La sphère économique doit alors se mettre en relation avec les autres sphères, alors même qu'elle est contenue par ces mêmes sphères. La régulation de la sphère économique a alors des incidences sur les autres, ce qui suppose alors qu'elle doit comprendre leur propre logique.

f - La sphère économique incluse dans les sphères sociale et naturelle

La sphère sociale est le lieu où vont se façonner les différentes valeurs socioculturelles et alors guider les activités humaines. Cette sphère sociale, est alors gouvernée par les comportements des acteurs, la prise en compte des groupes sociaux et alors les arbitrages que les orientations politiques doivent faire.

La sphère naturelle (ou la biosphère) est le lieu où se sont les flux physiques et matériels qui conditionnent les cycles, par opposition aux flux monétaires de l'économie." Du point de vue de l'environnement, ce sont les aspects physiques de l'activité économique qui importent directement : prélèvement de ressources, accumulation et dispersion de déchets ou rejets polluants, transformation de l'espace et des écosystèmes qui s'y logent" [C.G.P."L'économie face à l'écologie"- 1993].

Chaque sphère est conditionnée par sa propre logique et ses propres référents de performance. Il s'agit alors de trouver comment respecter simultanément les logiques propres de chacune des sphères. Notamment, les sphères naturelle et économique ont des logiques différentes, voire même en contradiction. René PASSET, illustre ces différences de logiques dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Les logiques contradictoires des sphères naturelle et économique

Différenciation des logiques	Sphère naturelle	Sphère économique
<i>Les stocks et les flux</i>	Maximisation des stocks à partir d'un flux	Maximisation d'un flux (marchand) à partir d'un stock naturel (non marchand)
<i>Relations de causalité</i>	Il n'existe pas de relations de causalité entre les cycles (interdépendance)	Il existe une relation causale entre investissement et profit
<i>La prise en compte du temps</i>	L'échelle de temps est "des millions d'années", avec harmonisation des rythmes	L'échelle de temps est "dizaines d'années", avec harmonisation par l'actualisation
<i>La diversification et l'uniformité</i>	Diversification spontanée du système => hausse de la stabilité	Diversification due à la sélection des variétés les plus performantes => uniformisation

Aujourd'hui, la sphère économique se caractérise par le télescopage de deux stades d'évolution :

- ➡ D'une part, un système de croissance dont les fondations s'appuient sur le développement énergétique et matériel. Ce qui suppose un système de production fondé sur la hiérarchie et l'organisation, permettant de mettre l'homme (dans une certaine mesure) au cœur des préoccupations. Ce système n'est alors plus reproductible dans le temps et donc non adapté aux exigences du développement durable ;
- ➡ D'autre part, un système de croissance dont les fondations s'appuient sur le développement immatériel (comme l'informatique ou le monde de l'information). Ce qui suppose l'émergence de nouvelles formes de production, moins destructrices pour les milieux naturels, mais moins centré sur l'homme.

Dans cette période de transition entre les deux systèmes économiques, le concept de développement ne peut être confondu avec celui de croissance quantitative, qui se mesure par les variations du produit national. René PASSET parle plutôt de "croissance complexifiante multidimensionnelle", qu'il définit comme suit :

- ➡ La croissance est **complexifiante** parce qu'elle s'accompagne à la fois d'un mouvement de diversification et d'un mouvement d'intégration. Cette forme de croissance permet alors au système de se développer, de s'organiser, tout en restant cohérent. L'auteur donne l'exemple de la Nation, qui diversifie ses activités et ses structures tout en préservant son homogénéité grâce aux relations qu'elles entretiennent entre elles. L'interconnexion entre toutes les structures permet de préserver une cohésion d'ensemble ;
- ➡ La croissance est "**multidimensionnelle**", parce qu'elle intègre des préoccupations qui vont au-delà des enjeux économiques purs, et prend en compte les relations entre les hommes d'une part entre

les hommes et la nature. L'auteur donne l'exemple d'une croissance du PIB accompagnée d'exclusion sociale, d'une dégradation milieu naturel n'est pas un développement.

Ainsi définit, le processus de développement a pour vocation de permettre aux mécanismes économiques de fonctionner tout en garantissant la reproduction des milieux naturels et humains.

Encadré 2 : Le développement durable dans la pensée française

Pour Daniel LEBEGUE, le développement durable est une préoccupation qui n'est pas totalement nouvelle, qui s'enracine sur des problématiques parfois très anciennes. Ce qui est nouveau c'est le changement d'échelle, la complexité du problème, l'apparition de nouveaux "biens publics", les partenariats "public/privé" le souci de satisfaire les besoins des pays les moins avancés (PMA), notamment dans les domaines de l'eau, l'énergie, la santé

Pour Jean-Michel CHARPIN, le développement durable est un concept flou et cotonneux, qui se prête merveilleusement à la rhétorique à l'exhortation voire à l'incantation ... mais il a les qualités de ses défauts et, l'important c'est que dans l'expression développement durable il y a le mot développement et que l'on pose enfin le problème de la solidarité intergénérationnelle

Pour Michel DIDIER : s'emploie à nous débarrasser de deux idées fausses : la croissance du niveau de vie devrait obligatoirement se faire au détriment du mode de vie par ses nuisances (toute l'histoire économique prouve le contraire) la croissance économique mondialisée devrait obligatoirement entraîner la pauvreté de certaines régions du monde or la mondialisation est un progrès et non une régression et ce sont les pays qui s'isolent qui régressent.

Marc GUILLAUME craint que cet enthousiasme en faveur du développement durable ne soit pour les entreprises l'occasion de s'acheter pour pas cher une bonne conscience.

Christian de PERTHUIS voit trois leviers d'action pour plus de durabilité du développement : synergie, innovation, partenariat ...pour lui, le partenariat public/privé offre l'occasion de donner aux pays les plus pauvres l'accès à l'eau, à l'énergie, à la santé ...

Christian STOFFAËS évoque les peurs millénaristes : le développement durable a désormais son mythe fondateur cautionné par la science, le changement climatique ... le développement durable c'est aussi la voie d'une réconciliation dans la perspective d'un dépassement didactique du conflit entre l'économie et l'écologie

1.3.4 La vision environnementaliste du développement durable

Selon le Plan National pour un Développement Durable, la vision environnementaliste (ou écologique) du développement durable suppose que :

- ➡ L'exploitation des ressources naturelles non renouvelables ne doit pas excéder la vitesse de leur remplacement par de nouvelles ressources de substitution;
- ➡ L'exploitation des ressources naturelles renouvelables ne doit pas excéder leur capacité de régénération;
- ➡ Les émissions de polluants doivent être maintenues en deçà de la capacité de la nature à les absorber et à les transformer en substances sans danger.

Dans la vision environnementaliste, le concept de développement durable suppose que soient abordées les questions relatives : aux émissions de polluant ; bruits ; à l'aménagement du territoire ; ...

Les objectifs environnementaux s'expriment sous forme de (non exhaustif) : utilisation rationnelle des ressources naturelles renouvelables ; limitation de l'utilisation des ressources non renouvelables

Si l'on s'intéresse à la vision environnementaliste du développement durable, c'est parce que l'environnement est mis en péril par les activités humaines. La question est alors de savoir si le développement est compatible ou non avec les préoccupations environnementales. Il semble que l'opposition entre les deux notions doit être dépassée. La maîtrise des effets nocifs sur l'environnement n'est pas un frein au développement. En revanche, si volonté il y a de maîtriser ces effets, ceux-ci doivent faire l'objet d'un consensus mondial et être mis en place par des politiques internationales.

1.3.5 *La vision sociologiste du développement durable*

Selon le Plan National pour un Développement Durable, la vision sociologiste du développement durable suppose que :

- La préservation de la paix sociale est mise en péril par la pauvreté extrême de plus d'un milliard d'êtres humains au niveau mondial. Ce problème se pose aussi au niveau local avec le phénomène du chômage croissant qui est un facteur d'exclusion sociale. Les activités qui sont socialement durables seront davantage axées sur les individus et répondront mieux aux besoins de l'être humain.

Les objectifs sociaux s'expriment sous forme de (non exhaustif): équité ; cohésion ; mobilité

1.3.6 *La vision politologiste du développement durable*

- A - *La gouvernance et le développement durable*

Selon Pierre CALAME et André TALMANT³⁸, la gouvernance est "la capacité des sociétés humaines à se doter de système de représentation, d'institutions, de processus, de corps sociaux, pour se gérer elles-mêmes dans un mouvement volontaire". Pour Pascale LAMY, la gouvernance est "un ensemble de transactions par lesquelles des règles collectives sont élaborées, décidées, légitimées, mises en œuvre et contrôlées les champs de la gouvernance sont alors multiples et variés, et touchent aussi bien "la finance, l'environnement, le commerce, la santé, les normes sanitaires et sociales, la lutte contre le crime et la défense des droits de l'homme". Les zones de pertinence de la gouvernance diffèrent selon les champs, et certains nécessitent une gouvernance régionale, ou mondiale comme l'environnement par exemple. Le principe directeur de la gouvernance est alors celui de la transparence et consiste alors à arbitrer entre les préférences collectives.

Le concept de développement durable pose implicitement des questions sur la gouvernance. En effet, l'évolution des comportements individuels et sociaux, ainsi que l'évolution des valeurs remet en question l'articulation de la sphère politique avec les sphères économique et sociale. Que se soit à l'échelle mondiale, nationale ou régionale, la question de la gouvernance s'impose, et elle suppose alors, pour que soient gérées les contradictions, une approche volontariste, car comme l'affirment Pierre CALAME & André TALMANT, "il faut cesser de croire que le marché, la science et la technique permettront presque automatiquement, d'assurer les équilibres que nous aurions renoncé à assurer par la mise en place d'une gouvernance avisée".

a - La gouvernance un défi pour le développement durable

Au vu de ce que nous venons de décrire à l'égard de la gouvernance, il s'agit alors de voir quelles sont les formes les plus adaptées au développement durable. Afin de donner pleine légitimité à la gouvernance, celle-ci doit être abordée dans un processus à la fois consultatif et participatif ayant pour finalité d'impliquer tous les acteurs concernés par les politiques de mise en œuvre du développement durable. Ce processus a pour dessein de permettre et favoriser l'apprentissage collectif. Les exigences du développement durable ont changé la donne notamment en ce qui concerne l'élaboration des réglementations, des normes, des choix politiques et des méthodes à mettre en place pour atteindre certains objectifs. Plus qu'un changement de fond, le développement durable implique un changement de méthodologie de l'action. La diversité des acteurs et des situations selon les pays et les échelles considérées suppose évidemment qu'il ne peut y avoir une normalisation des méthodes, qui serait incapable de rendre compte à la fois de la diversité, mais aussi de garantir l'équité. La gouvernance, loin

³⁸ in Les Cahiers Millénaires 3, n°9 (1998), *La gouvernance*, Grand Lyon, Mission Prospective et Stratégie d'agglomération, 68 pages.

s'en faut, ne permettra pas à elle seule à parvenir à un degré acceptable de développement durable, mais elle aura pour mérite de poser les jalons et de fournir un statut homogène à tous les acteurs. Un tel système, qui est préconisé par le Cinquième Programme d'Action de la Commission Européenne implique la participation de tous les acteurs économiques à différent degré, pourtant, il n'en reste pas moins qu'il ne fournit que peu de méthode et d'outil pour y parvenir. Il s'agit alors non seulement d'identifier les priorités en ce qui concerne les innovations technologiques, dites environnementales, mais également d'en évaluer, quasi instantanément, les risques. Comment va alors se construire l'espace de négociation entre les différents acteurs ? Il est possible qu'une approche en terme de théorie des jeux, fondé sur une démarche en terme de principal – agent puisse fournir une esquisse de ce qui pourrait se produire, pour peut que celle-ci se base sur une approche multicritère. Néanmoins, comment apprécier le poids des différents acteurs ? Comment parvenir à un compromis acceptable collectivement dès lors que les angles d'approches sont à la fois économiques, sociaux, institutionnels, écologiques et que les enjeux sont multiples. Cette imbrication interdisciplinaire de contraintes pose le problème de la question du développement durable. Le processus décisionnel en matière de développement durable doit composer avec une approche intégrée qui doit prendre en compte non seulement les interactions et les feed-back mais aussi tenir compte des divers niveaux d'échelle temporelle et spatiale. Le développement durable est alors non seulement un puzzle qu'il faut assembler, mais qu'il faut assembler dans un ordre cohérent où chacune des pièces est dépendante d'une autre. La complexité du développement durable est alors à la fois un problème d'assemblage et un problème d'articulation.

Pour donner un exemple de la gouvernance on peut montrer que ce processus est en voie de développement dans les entreprises (le plus souvent privées, mais également publiques), dans lesquelles le développement durable renvoie à différentes dimensions. La dimension sociale d'une part, combinée avec la dimension économique ; la dimension responsabilité qui renvoie à un concept de droits et de devoirs entre les entreprises et ses partenaires (contrats) ; la dimension équilibre sous-entend que soient garanties les objectifs des parties prenantes ; la dimension harmonie des processus de décisions qui suppose que soient mis en place des dispositifs de coordination, de concertation et d'arbitrage ; la dimension environnement et la dimension performance. Pour atteindre le développement durable l'entreprise internalise ces "externalités" dont les coûts sont évidemment élevés. Les coûts élevés ne permettent alors pas de garantir un optimum de premier rang, mais au moins s'approche de celui de second rang.

1.4 Une problématique conceptuelle : de la convention au contrat

Le concept de durabilité est, nous l'avons vu, à la fois multi-facettes, polysémique, épistémologique, interprétatif et idéologique. Il ne s'agit pas pour autant de savoir qu'elle est l'approche la plus adaptée à nos sociétés actuelles, parce que cette recherche, si elle est dénuée de tout fondement, n'est pas constructive. Ainsi, est-il préférable, comme le propose Bertrand ZUINDEAU [2000]³⁹ dans son "essai sur la durabilité", de considérer la durabilité dans un contexte différent de celui des théories. Il s'agit alors de savoir comment s'évalue la durabilité, doit-on la constater et agir, ou l'anticiper et prévenir ? Dans le premier cas, c'est le constat d'un dysfonctionnement qui pousse à l'action, dans le deuxième c'est une évaluation de l'avenir qui introduit des critères d'évaluation et les paramètres d'actions. ZUINDEAU s'interroge d'une part sur la durabilité comme un fait ou comme une norme, et d'autre part sur le caractère plus ou moins particulariste (par opposition à universel) de la durabilité. En d'autres termes, il s'agit de s'interroger sur les symptômes de la "maladie" et sur les remèdes à prescrire pour aboutir à un bon état de santé (durabilité) : doivent-ils être préventifs ou curatifs ? Faire l'objet de soins individuels au cas par cas, ou d'un vaccin généralisé ?

³⁹ ZUINDEAU B., (2000), *Développement durable et territoire*, éd. B. ZUINDEAU, Villeneuve d'Ascq : Presse Universitaire du Septentrion, 299 p

Ce dilemme, déjà largement débattu entre l'économie positive et l'économie normative pose la question de savoir si l'économie doit se rapporter aux faits ou aux valeurs. L'action est alors soit régulatrice, soit anticipatrice, fondée sur des standards. La science positive s'intéresse à ce qui "est" (le constat d'un dysfonctionnement suppose alors des actions curatives ou correctrices), alors que la science normative s'intéresse à ce qui "devrait être" (les dysfonctionnements sont anticipables et relèvent d'actions préventives). Loin de pouvoir clore aujourd'hui le débat, il est possible que l'économie et la prise en compte du développement durable, se trouve dans une situation mixte de sciences positive et normative. Ainsi la question du développement durable peut se traduire à la fois dans les faits et dans un référentiel de valeur, c'est-à-dire entre le constat d'un fait et son jugement (implicitement sa condamnation).

1.4.1 *Du concept à la convention*

Le développement durable, souvent perçu comme un concept flou, peut être approché comme une convention (en principe universelle). L'économie des conventions propose alors deux approches : l'approche à l'américaine et l'approche à la française [P.Y. GOMEZ, 1994]⁴⁰. La première s'appuie sur le rôle de la coordination entre les individus et fonde son analyse sur la théorie des jeux, la deuxième s'appuie sur les comportements individuels face aux règles sociales. Cette deuxième approche se scinde également en deux courants : fonctionnaliste, dans lequel la convention est une composante réelle de l'organisation sociale, et structuraliste dans laquelle la convention est une catégorie analytique permettant de lire le réel [ZUINDEAU, 2000]⁴¹. Pour Pierre-Yves GOMEZ, la convention :

- ⇒ Est une **procédure** de résolution de problèmes indécidables par le calcul individuel. Elle est collectivement établie par la libre adhésion des agents.
- ⇒ Est une **régularité** : elle permet de résoudre identiquement des problèmes similaires. Substitue à une intention subjective un cadre collectif de comportement ; à une rationalité substantive, une rationalité procédurale.
- ⇒ Est un **système d'information**, et comprendre son évolution dans le temps, sa dynamique revient à étudier la variation de sa complexité comprise ici au sens de la théorie des systèmes, soit la quantité d'information émise par le système en tant que structure.

- A - *Convention et dimension temporelle*

Si la définition du développement durable est difficile, il s'agira alors de l'admettre en tant que convention. S'il n'est pas possible de le définir rationnellement la situation **d'incertitude** est alors validée, et le définir de façon conventionnelle permettra de l'insérer dans la **régularité** et dans un **modèle de représentation général**.

Aborder le développement durable comme une convention, suppose implicitement l'acceptation de celle-ci par les individus, qui acceptent explicitement de s'y conformer. Or, jusqu'à aujourd'hui il n'existe pas de convention "universelle" sur le terme de développement durable, mais davantage des accords ponctuels et limités, qui prennent la forme de contrat entre les partenaires. La question, loin d'être résolue, est de savoir s'il est possible d'aboutir à une convention "universelle" de la durabilité. Or, la dimension temporelle de la durabilité rend difficile à mettre en place une telle convention, car cela suppose que soient identifiées et évaluées toutes les évolutions futures du système économiques ou que soient supposées tolérées toutes les corrections *ad hoc*, ce qui est incompatible avec la définition d'une convention. La dimension temporelle de la durabilité rend donc difficile son approche en tant que convention, qu'en est-il de la dimension spatiale de la durabilité ?

⁴⁰ GOMEZ P.Y., (1994), *Qualité et théorie des conventions*, Economica, collection Recherche en gestion, Paris

⁴¹ ZUINDEAU B., (2000), *op cit*, p 45

- B - Convention et dimension spatiale

La notion de durabilité, nous l'avons vu, s'inscrit dans une perspective temporelle, mais cette notion entretient également des rapports avec l'espace dans lequel elle s'inscrit. En effet, c'est sous certaines contraintes économiques, sociales et écologiques que la notion de durabilité prend corps. Ainsi l'étendue spatiale de la durabilité est à prendre en compte. Le raisonnement en terme de globalisation, suppose que soit pris en compte un ensemble de situations locales. L'espace prit en compte pour définir le caractère durable ou non d'une situation influence directement les différentes formes que la durabilité peut prendre. L'espace n'est pas une variable neutre, mais il est un facteur qui détermine la structure de la durabilité. Les dimensions territoriales ont donc une influence sur la définition du développement durable et les règles universelles deviennent alors particulières [ZUINDEAU, 2000]. Pour Olivier GODARD [1994]⁴², *Le développement durable n'est pas une structure fractale*⁴³. Ce qui sous-entend que ce qui est vrai au niveau global peut s'avérer faux pour des niveaux locaux. La question de la prise en compte des échelles spatiales pour définir le développement durable peut alors être posée. Considérer la durabilité dans une dimension uniquement temporelle c'est estimer que les conséquences de changement d'échelle (du global au local) répondent à un rapport homothétique. Pour reprendre l'exemple donné par ZUINDEAU (*op cite*) dans son essai sur la durabilité, il s'agit de montrer que la prise en compte de la configuration géographique a des répercussions considérables sur la nature de la durabilité et que le raisonnement a-spatial n'est pas pertinent. Pour sa démonstration il montre que les règles de PEZZEY et les règles de l'Ecole de Londres ont une portée réductrice incompatible avec la définition du développement durable.

Encadré 3 : Les règles universelles de la durabilité**Rappel des règles :**

PEZZEY : la non-décroissance de l'utilité par tête dans le temps a une portée universelle, c'est-à-dire que son application est possible quelle que soit la dimension spatio-temporelle considérée.

R1 : Les taux de prélèvements relatifs aux ressources renouvelables sont inférieurs aux taux de régénération naturelles desdites ressources ;

R2 : Les taux de prélèvements relatifs aux ressources non-renouvelables sont limités par le progrès technique et la substitution des facteurs ;

R3 : Les flux de pollution restent en deçà de la capacité d'assimilation des écosystèmes.

Source : ZUINDEAU, (2000)

a - L'inapplication spatiale des règles universelles

Les principales conclusions sont alors⁴⁴ :

- ⇒ le passage du global au local tend à affaiblir la durabilité, puisque les mécanismes de compensation d'un territoire à l'autre sont de plus en plus restreints ;
- ⇒ au niveau global, les critères de durabilité environnementale s'attachent essentiellement à deux variables que sont les ressources naturelles et les phénomènes de pollution, et occulte toute variable spécifique des territoires étudiés (géomorphologie, paysage, ...)

Définir la durabilité dans le seul contexte global revient alors à occulter une large partie de la problématique de développement durable. La dimension spatiale joue un rôle suffisamment déterminant pour que des règles spécifiques, internes soient définies. De règles générales uniquement déclinées selon des critères économiques, sociaux et environnementaux larges sont insuffisantes et réductrices pour approcher et définir le développement durable. L'identité des territoires est alors une variable à prendre

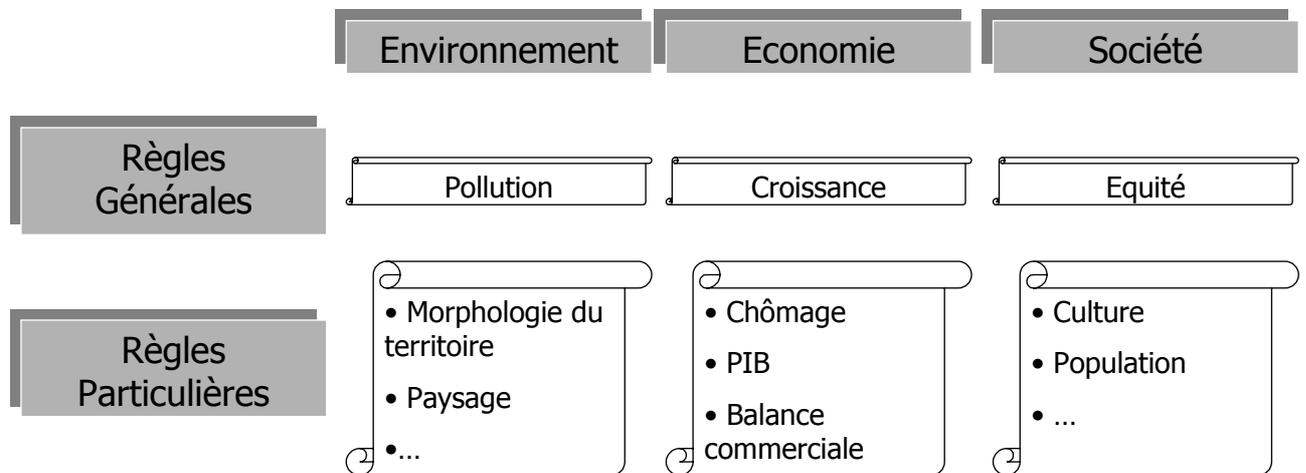
⁴² GODARD O., (1994), "Le développement durable : paysages intellectuels", *Nature – Sciences – Sociétés*, 2, p. 309– 322.

⁴³ Un fractal est un objet dont les propriétés géométriques sont invariantes par changement d'échelle.

⁴⁴ Pour la démonstration complète voir ZUINDEAU (*op cite*) p 57-62.

en compte, ce qui complexifie d'autant plus la définition du développement durable. Des règles globales déjà mal définies, il faut passer à des règles particulières en fonction des territoires concernés.

Figure 11 : Les critères de durabilité : du général au particulier



b - L'appropriation de l'espace

L'ambition du développement durable est de construire, à partir de règles économiques, environnementales et sociales un cadre général. Considéré dans une approche temporelle uniquement, le développement durable finit par se résumer à une optimisation des différents critères économiques, sociaux et environnementaux. Or, cette optimisation, dénuée de tout critère identitaire risque rapidement d'être limitée dès lors que l'on considère les territoires. La définition du développement durable global ne peut être la somme arithmétique des situations locales. Les particularismes des situations géographiques, culturelles... sont trop complexes pour être occultés. Chaque situation locale produit ses propres règles et normes qui doivent à un moment donné être prises en compte. Certes, il s'agit bien entendu de donner une définition générale au développement durable, mais il s'agit également d'adapter les situations particulières, ou d'au moins de s'en laisser la possibilité sans alors rendre incompatibles les règles générales.

1.4.2 *Espace contractuel ou espace conventionnel ?*

Les règles afférentes au concept de développement durable peuvent, nous l'avons vu, être très complexes. De règles générales, on voit rapidement la nécessité d'inclure des règles particulières dès lors que les territoires sont pris en compte. A partir de règles générales, satisfaisant aux critères économique, environnemental et social, on voit l'importance de prendre en compte le niveau spatial et de ne pas se contenter de la dimension temporelle qui restreint alors son application. Une analyse a-spatial et universelle limite le champ d'actions du développement durable. Les enjeux de la durabilité doivent donc être élargis et prendre en compte des règles particulières propres à chaque territoire. Cette complexification des règles (ou des normes) rend plus difficile l'approche de la durabilité comme une convention. En effet, la convention s'applique en général à des choix dont les enjeux économiques ne sont pas ou peu importants (le choix de rouler à droite ou à gauche n'a pas à proprement parler d'impacts économiques majeurs). Pourtant, comme le montrent A. SMITH et J.M. KEYNES, les

conventions ne s'appliquent pas qu'aux petites décisions ⁴⁵, et de grandes décisions économiques peuvent également être éclairées en s'appuyant sur la notion de convention ⁴⁶. Toutefois, pour bien éclairer le domaine, il faut insister sur le caractère polymorphe du terme "convention" qui ne trouve pas les mêmes fondements selon la discipline étudiée.

La théorie des conventions et l'économie des conventions proposent deux analyses distinctes ⁴⁷ :

La théorie des conventions propose deux approches de la convention :

L'approche stratégique trouve ses fondements dans la théorie des jeux, dans laquelle la convention est un équilibre de NASH d'un jeu statique de coordination. Les individus étant supposés rationnels, la convention est alors un moyen de satisfaire à l'intérêt collectif, puisqu'ils vont choisir de se conformer à la convention, on parle alors de conformisme rationnel [LEWIS, 1969] ⁴⁸.

L'approche mécanique de la convention considère la rationalité limitée des agents et suppose implicitement un caractère récurrent de la convention. La convention est alors un phénomène qui s'impose progressivement, et qui guident alors les choix des agents [YOUNG, 1993 ; SUGDEN, 1998] ⁴⁹.

L'économie des conventions considère quant à elle que la convention n'est ni mécanique ni stratégique, mais qu'elle est essentiellement interprétative et trouve son origine dans l'incomplétude des règles existantes [ORLEAN, 1994 ⁵⁰ ; SALAIS et STORPER, 1993 ⁵¹]. La convention a pour fonction *ex ante* d'introduire des règles dans un contexte déterminé, et des les évaluer *ex post*. Ainsi, la convention permet la coordination des comportements dans un contexte donné. La convention permet alors de compléter les règles. L'hypothèse étant que les comportements ne peuvent se coordonner spontanément et que la convention est "un système d'attentes réciproques sur les compétences et les comportements, conçus comme allant de soi et pour aller de soi". C'est "l'organisation sociale au travers de laquelle la communauté se dote d'une référence commune, produit une représentation collective extériorisée qui fonde les anticipations individuelles" [ORLEAN]. Alors que le contrat explicite chaque détail et préfigure alors les résultats attendus, la convention n'introduit pas de notion de résultats attendus, et soustrait donc toutes notions de déviance et de soupçon, puisqu'elle sous-entend que chaque partie fera de son mieux pour arriver au meilleur résultat en fonction des contraintes existantes ⁵². Ainsi, la notion de convention suppose implicitement la prise en compte de l'instabilité du système et donc l'adaptation possible face à cette instabilité. Le futur étant incertain, il n'est pas possible *a priori* de prévoir toutes les conditions et les termes sous forme de contrat ⁵³. Au contraire, la convention suppose la possibilité d'adapter les relations entre les acteurs, et introduit alors la possibilité de négocier constamment les accords, et de les adapter en fonction du contexte. La convention permet alors de

⁴⁵ "C'est par la convention qui se fait habituellement entre les deux personnes, dont l'intérêt n'est nullement le même, que se détermine le taux commun des salaires" Richesse des nations (p. 90, édition française de 1976 ; Idées/Gallimard)

⁴⁶ Voir par exemple, les travaux d'A. ORLEAN sur les marchés financiers, ceux d'O. FAVEREAU et F. EYMARD-DUVERNAY sur le marché du travail ou encore ceux de R. SALAIS sur les politiques publiques, in BATIFOULIER P., BIENCOURT O., (de) LARQUIER G. (2003), "L'Economie des conventions et les théories des conventions", Université Paris 10-Nanterre, FORUM.

⁴⁷ Pour plus de détails voir le site INTERNET <http://forum.u-paris10.fr/telecharger/wpapers/WP03-02.pdf>

⁴⁸ LEWIS D., (1969), *Convention. A Philosophical Study*, Cambridge, Harvard University Press

⁴⁹ YOUNG H. P., (1993), "Evolution of conventions", *Econometrica*, 61, pp. 57-84 et SUGDEN R., (1998), "The role of inductive reasoning in the evolution of conventions", *WP School of Economic and social studies*. University of East. Norwich NR4 7TJ

⁵⁰ ORLEAN A. (éd.), (1994), *Analyse économique des conventions*, PUF.

⁵¹ SALAIS R. et M. STORPER, (1993), *Les mondes de production*, éditions de l'EHESS.

⁵² FAVEREAU O., (1989), "Marchés internes, marchés externes", 1989, *Revue économique* n°2

⁵³ L'objet de la théorie des contrats est "d'appréhender les relations d'échange entre des parties en tenant compte des contraintes institutionnelles et informationnelles dans lesquelles elles évoluent" (B.SALANIE).

savoir comment agir dans un contexte donné alors que le contrat donne des objectifs à atteindre et s'attache à savoir pourquoi agir ⁵⁴.

La question est alors de savoir si le développement durable est un espace conventionnel ou un espace contractuel ? Quelles que soient les échelles spatiales considérées, et les dimensions temporelles étudiées, il n'existe pas aujourd'hui de "convention de durabilité". Est-ce parce que le terme est encore mal défini ? ou parce que les lignes directrices sont mal identifiées ? Ou plus simplement parce que la durabilité est encore interprétée de multiples façons et ne donne lieu à aucun consensus ? De cette définition, qui multiplie les nuances, naît une complexité difficile à aborder. Dès lors, la durabilité, en mal d'objectifs et de méthodes, nécessite le recours dans un premier temps à la fixation d'actions à mener qui prennent, de fait, la forme d'un contrat. La pluralité des acteurs territoriaux suppose tacitement une nécessaire coordination, d'autant plus difficile à mettre en place que les idéologies sont différentes. Par manque de conviction de la part de ces acteurs, et aussi louable que puisse être le recours à la convention, celle-ci ne peut spontanément se mettre en place. Un accord, fixant certains objectifs "incontournables" doit être conclu entre les différentes (et nombreuses) parties.

1.5 Une problématique à géométrie variable : du global au local

Le concept de développement durable, nous l'avons vu, met en relation (hiérarchiques) les dimensions environnementales, sociales et économiques. Or chacune de ces sphères suppose que soient prises en compte d'autres dimensions souvent occultées. Nous verrons notamment comment les dimensions territoriales et humaines jouent un rôle prépondérant dans le concept de développement durable.

1.5.1 *Le développement durable et la dimension territoriale*

La question du développement durable englobe un concept large et mal défini notamment en ce qui concerne son champ théorique et ses **dimensions**, mais aussi concernant les différentes implications qu'il regroupe. Bien entendu, le concept de développement durable dépasse largement le seul territoire de l'urbain, néanmoins celui-ci est largement impliqué dans la mise en place du développement durable. En effet, la question du développement durable soulève des questions à mettre en relation avec le territoire urbain, que sont notamment la consommation ou la destruction des biens non renouvelables (air, eau, espaces naturels...) les questions d'approvisionnement, de santé publique, d'aménagement équilibré des territoires, de solidarité, d'équité... Il est alors nécessaire, sinon de redéfinir les implications du développement durable sur la ville, au moins d'en évaluer les aspirations qualitatives et d'en estimer les satisfactions quantitatives. Il s'agit de voir comment le territoire urbain d'une part, puis interurbain d'autre part assimile le concept de développement durable, en prenant en compte les composants spatiaux afin de vérifier s'ils sont compatibles avec sa recomposition et son adaptation aux générations futures.

- A - *La prise en compte des aires urbaines*

Le concept de développement durable suppose que soit mis en relation les domaines sociaux, économiques et environnementaux. Or, la question du développement durable dans la ville suppose plusieurs enjeux, notamment parce que ces trois domaines sont à la fois en interrelation mais aussi en concurrence, parce qu'ils s'expriment à des échelles, des territoires et des moments différents. Comment répondre à ces interdépendances spatiales et temporelles ? Comment analyser l'étalement urbain et ses conséquences ? Quels peuvent être les indicateurs permettant de les observer ? Quel est le rôle des actions publiques et comment peuvent-elles être évaluées et suivies ? Ce sont toutes ces questions qui permettront d'analyser les enjeux de la ville face au développement durable.

⁵⁴ voir en l'occurrence le site <http://www.crisis.uqam.ca/9608c.htm>

- B - *Le rôle de l'urbanisme sur la ville*

L'urbanisme, entendu comme Science se rapportant à la construction et à l'aménagement harmonieux des agglomérations et des villes [Larousse, 2004], est généralement utilisé pour maîtriser et gérer la croissance périphérique des villes. Si l'on considère la question et la définition du développement durable (triptyque économie, environnement et société), quel est alors le rôle de l'urbanisme ? Est-il la cause ou l'effet à l'étalement ?

- C - *La prise en compte du foncier*

La question du foncier est également un paramètre à prendre en compte dans la mise en place d'actions pour un développement durable. En effet, il est non seulement un déterminant dans la structuration des villes, puisqu'il influe directement sur l'intégration ou l'exclusion des populations, et de fait il en est un composant essentiel. Comment le foncier, peut-il être intégré au développement durable ? Une politique foncière peut-elle être durable ?

- D - *La relation entre les espaces ruraux et urbains*

La ville actuelle est, pour les pays développés notamment, caractérisée par un étalement urbain qui s'intensifie générant alors une périurbanisation des espaces ruraux. La question est alors de savoir comment ces espaces doivent-ils être gérés dans le cadre du développement durable. Quels sont notamment les fonctions qui leur incombent ? (résidentielles, industrielles...) ?

1.5.2 *Le développement durable et la dimension humaine et éthique*

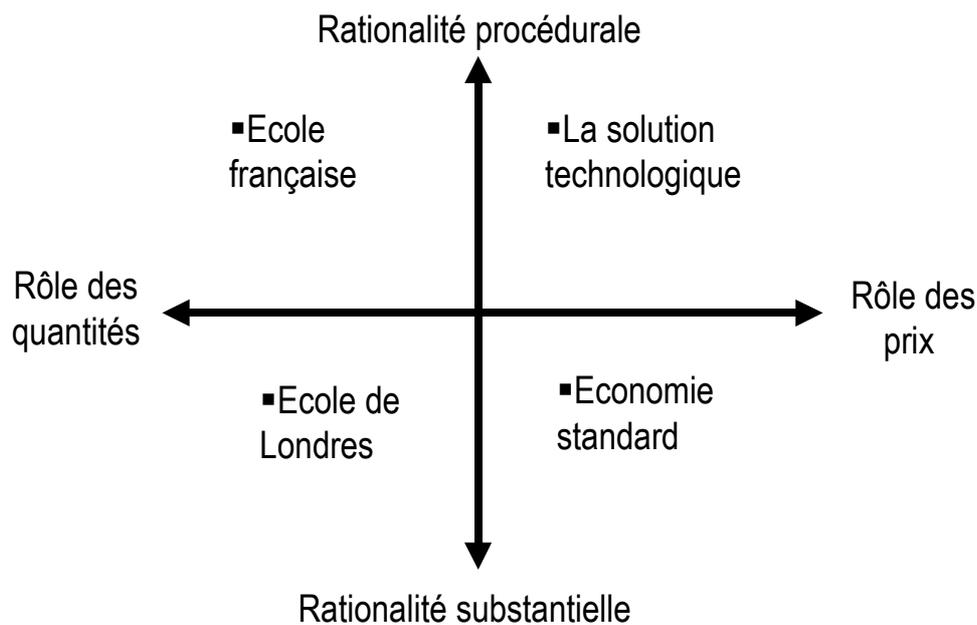
Le concept de développement durable commence peu à peu à se vulgariser et à être pris en compte de façon plus systématique dans les discours mais moins généralement dans les pratiques. Néanmoins, la notion de développement durable n'est souvent cantonnée qu'à la dimension environnementale de la question. Principe de précaution, de prudence sont souvent utilisés pour ce qui concerne les écosystèmes, et les actions proposées sont alors orientées vers la soutenabilité du développement ou de la croissance. Or, si effectivement la recherche de soutenabilité environnementale est un objectif louable, il n'en demeure pas moins que le concept de développement durable ne peut se limiter à cette dimension. Il existe effectivement une relation hiérarchique entre les trois aspects du développement durable, sans laquelle la sphère de l'écologie est primordiale, néanmoins de cette relation hiérarchique naît également une relation d'inclusion dans laquelle chaque sphère est incluse dans l'autre. Alors, si les priorités s'orientent généralement vers la maîtrise des effets néfastes pour l'environnement, et si les répercussions de celle-ci sont plus ou moins bien intégrées à la sphère économique, la question du développement humain et du développement social est plus souvent laissée pour compte.

La dimension sociale ne peut être considérée comme indépendante de la dimension environnementale. La dimension humaine du développement durable suppose alors la recherche d'un développement qui assure l'amélioration de l'être humain, et donc des actions sur l'éducation, la santé, les libertés individuelles, la répartition des richesses... Les recherches sur le développement humain sont encore récentes et tâtonnantes. Les principaux indicateurs de développement humain sont encore très larges, et on trouve notamment certains indicateurs de "capital humain" qui permettent de définir le niveau de santé, d'éducation et de connaissance, et d'autres indicateurs permettant d'évaluer le développement social, celui-ci étant encore mal défini. Les dimensions sociales et humaines du développement durable doivent être plus clairement évaluées, ce qui nécessite de mieux les appréhender du point de vue de leur définition et de leur spécialisation. La complexité des relations entre les différentes dimensions d'une part, et les effets de réciprocités d'une dimension à l'autre montrent que les dimensions sociales et humaines ne peuvent être durablement occultées, et qu'au contraire elles constituent le lien entre les dimensions étudiées.

1.6 Une problématique de rationalité : de la rationalité procédurale à la rationalité substantielle

En rapprochant les trois écoles de pensée économiques et l'approche technologique, on aboutit au schéma suivant qui, parce que caricatural, a l'avantage de souligner les divergences et les proximités, y compris les plus inattendues. C'est à partir de ce graphe que la deuxième partie montrera que les politiques de mobilité durable s'inspirent des écoles de pensée présentées préalablement et qu'elles sont conduites à les combiner dans leurs arbitrages.

Graphique 4 : Rationalité procédurale et rationalité substantielle



Finalement, face au triptyque : économie – écologie – société, des arbitrages sont à faire. Ces arbitrages dépendent des exigences intrinsèques de chaque participant et des visions du développement durable.

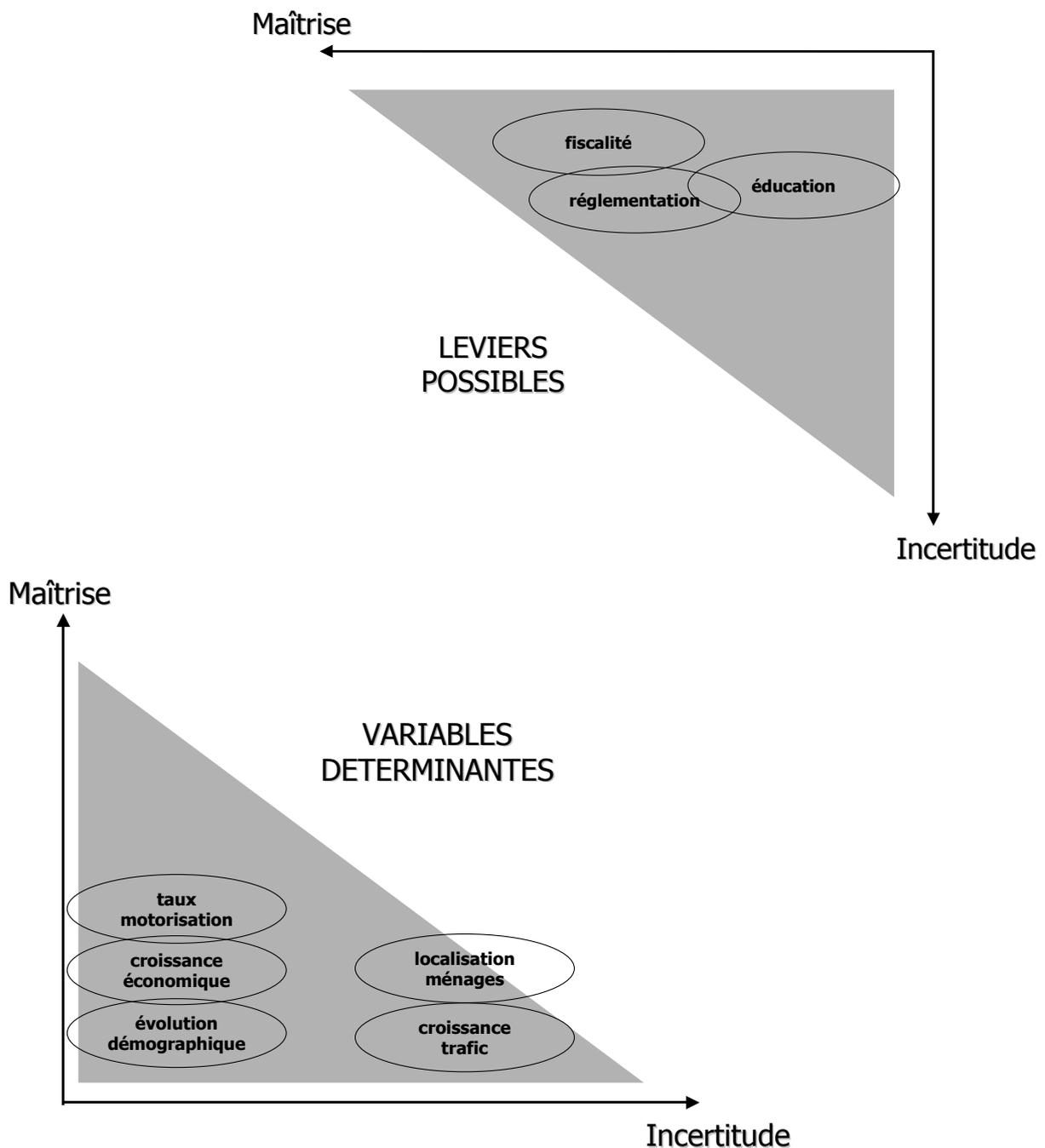
Des questions préalables sur le développement durable et la mobilité durable doivent être posées :

- l'aspect environnement ne doit pas se limiter à la question énergétique
- quel est l'horizon temporel à prendre en compte pour les indicateurs de développement durable ?
- quelles approches privilégier ? forecasting, backcasting, scénarios tendanciels ?
- quelles relations entre le transport, l'habitat et l'énergie ?
- quelles sont les finalités du développement durable et de la mobilité durable ? finalités politiques, scientifiques, commerciales ?
- quels sont les champs d'observation du développement durable ? énergie, transport, habitat, localisation
- quelles sont les principales hypothèses d'évolution :
 - *hypothèses générales* sur les évolutions : démographiques, taille des ménages, croissance économique, politiques, comportements ?
 - *hypothèses sectorielles* sur les évolutions : énergétiques (quantités produites et consommées, fiscalité, développement de nouvelles ressources...) ; transport (offre d'infrastructures, volume des déplacements, tarification, part modale, taux de motorisation, caractéristiques techniques de la voiture, réglementation des politiques publiques

(stationnement, TC...)... ; habitat (croissance des logements, amélioration technique des logements...) ; localisation (évolution de l'étalement urbain...).

- quelles sont les variables déterminantes des variations ? quelles variables sont négligeables / déterminantes, maîtrisées / mal maîtrisées, prévisibles / imprévisibles ? => quelles sont les incertitudes qui pèsent sur ces variables ?
- quelles sont les évolutions démographiques et les conséquences du vieillissement de la population ?
 - évolutions des modes de vie des plus de 60 ans ? : bi-motorisation ou démotorisation ? évolution de l'usage de la voiture ? évolution des revenus ? évolution mobilité résidentielle ? impact de la double résidence ? évolution du tourisme ? m² de logement par habitant ?
- quelles sont les évolutions en matière de consommation d'énergie liée au logement ?

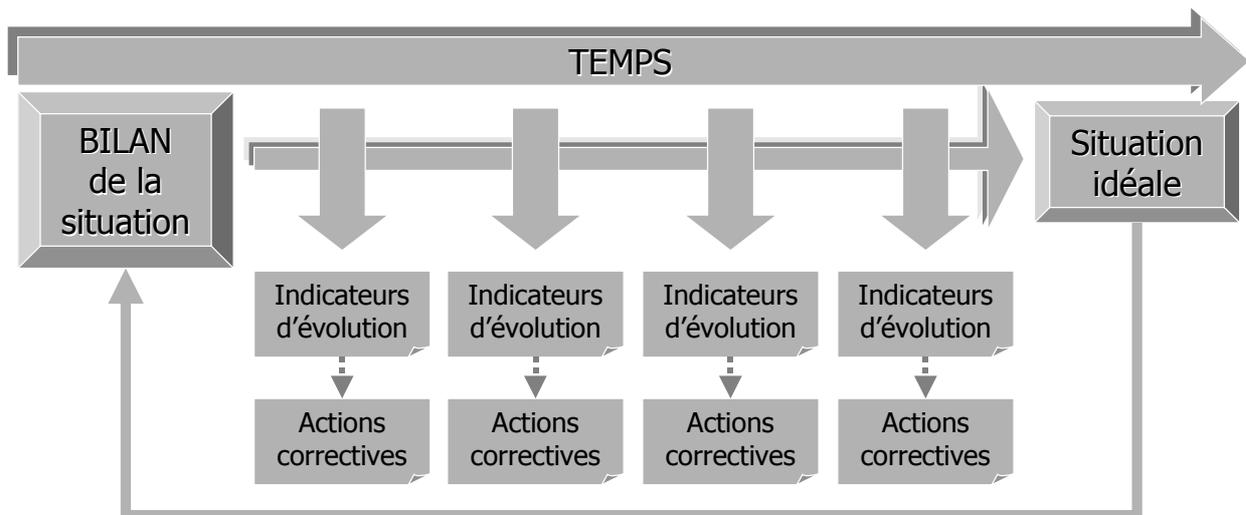
Graphique 5 : Variables déterminantes et leviers possibles



1.7 Une problématique politique : de l'idéologie à la décision

La mise en place d'actions ou de programmes satisfaisants aux critères du développement durable suppose la réalisation préalable d'un bilan (où en sommes nous ?), ce qui permet alors de confronter les réalités aux enjeux portés par le développement durable. Au niveau micro-économique les entreprises s'appuient sur le bilan sociétal du CJDES. Le diagnostic étant alors posé, il s'agit alors d'avoir une vision globale du projet (où voulons nous aller ?). En fonction des objectifs, il s'agit alors de définir une ligne de conduite idéale, vertueuse, en phase avec la logique du développement durable. Ces objectifs, pour peu qu'ils soient admis par les décideurs et qu'ils fassent l'objet d'un consensus global de la part de la population permettent alors de définir un "modèle" intégrant les opportunités valorisantes vers lequel le projet va évoluer. Les actions à mener pour le développement durable, s'inscrivent en effet dans une logique de projet qui nécessitera des corrections et des adaptations. C'est à partir de la mise en place d'indicateurs que les actions correctives au fil du temps interviennent. Le projet développement durable s'inscrit dans une logique de progression se déclinant en différentes étapes permettant de passer de la situation en un temps t à la situation "idéale". La logique est de considérer ces indicateurs comme un tableau de bord qui permet l'évaluation des différentes phases (mesurer ce qui a été accompli et ce qu'il reste à faire).

Figure 12 : Le processus du développement durable : du bilan à la situation idéale



Ces indicateurs risquent de ne pas être "scientifiquement exactes", mais doivent être "développement durablement corrects" en ce sens qu'ils "indiquent" la progression du projet vers ses objectifs du développement durable et viennent alors alimenter l'aide à la décision.

2 LA MOBILITE DURABLE : DE LA COMPLEXITE A L'ACTION

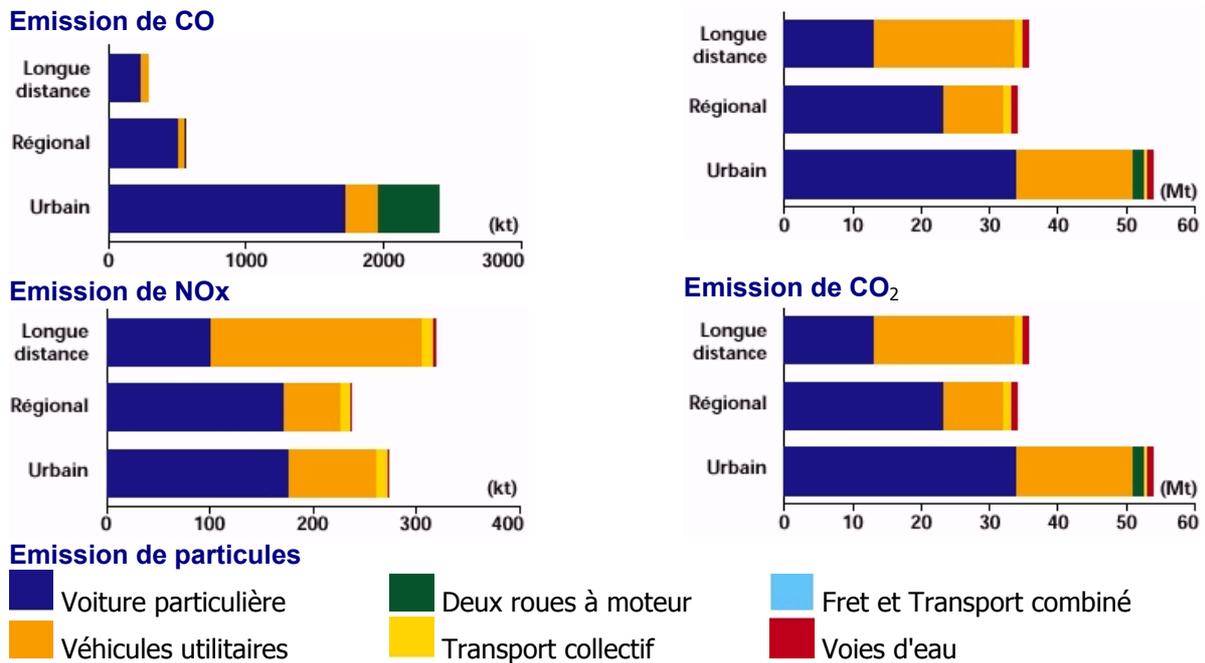
Nous venons de le voir, la problématique du développement durable nécessite une approche transversale et multidisciplinaire. Domaine complexe et mal maîtrisé le terme tend pourtant à se vulgariser, et nécessite alors de voir quelles sont les actions possibles pour s'y approcher et se l'approprier. Evidemment, les actions se manifestent dans plusieurs champs, mais c'est dans le domaine du transport et de la mobilité que nous concentrerons maintenant notre réflexion et ceci pour différentes raisons : tout d'abord, nous l'avons déjà évoqué, le domaine du transport participe largement aux émissions de polluants et s'inscrit alors dans la logique environnementale du problème : en France, les transports

représentent 35% de la consommation d'énergie qui est pour a moitié consommée en ville. Cette situation a des impacts environnementaux importants (contribution au réchauffement climatique, dégradation de la qualité de l'air...), et des impacts pour la santé notables (pollution, bruits...) ; mais aussi, le transport, de par sa banalisation conditionne les modes de vie des citoyens (accès à l'emploi, ségrégation spatiale...) ; le transport est également une manne économique qui participe largement à la santé économique des territoires. La question du transport et de la mobilité s'inscrit alors dans le triptyque environnement – économie – société. Pourtant, en France notamment, peu de villes s'en sont réellement saisies, et à l'exception de l'élaboration de l'Agenda 21, la concrétisation des actions reste faible voire inexistante.

La difficulté vient sans doute de la délicate transcription d'un concept global vers des échelles locales variées. Car à cette échelle, les grandes idées se concrétisent de façon souvent contraignantes pour les habitants, ce qui éclaire une certaine frilosité des villes à s'inscrire véritablement dans une logique de développement durable. Ou plutôt, ce qui revient à souligner le caractère ambigu de cette notion, la forme concrète que doit prendre le développement durable demeure indéterminée. Contrairement à ce qui est parfois implicitement ou explicitement avancé, il n'y a pas d'évidence dans ce domaine. Le développement du transport public par exemple n'est pas forcément une bonne chose pour l'environnement si le taux de remplissage des bus est faible. Et ce qui peut apparaître bon d'un certain point de vue (par exemple la baisse de la consommation unitaire des véhicules) ne l'est plus si l'on prend en compte les effets secondaires d'une solution donnée (ici, la croissance du nombre de kilomètres parcourus).

- ➡ Nous commencerons donc par faire le point sur la problématique, somme toute récente, de la mobilité durable, notion qui demeure encore très floue.
- ➡ Ceci expliquant cela, nous verrons, dans une deuxième section, les difficultés que peuvent rencontrer les collectivités à s'approprier le thème et à développer des actions concrètes en ce sens. Nous étudierons donc différentes stratégies qui peuvent se nouer autour de la question de la mobilité durable.
- ➡ La diversité des voies choisies nous conduira à une interrogation sur l'évaluation. Qu'il s'agisse de l'évaluation *a priori* des effets sur l'environnement des différents types de mobilité, ou de l'évaluation *a posteriori* des politiques mises en place ici où là, il est de plus en plus nécessaire de forger des indicateurs de mobilité durable. Nous présenterons les efforts qui ont été conduits dans ce sens par la recherche, en France et à l'étranger.
- ➡ Sur ces bases, diversité des stratégies, sensibilité aux évaluations, choix de certains types d'indicateurs, nous reviendrons à la question clé des arbitrages, et donc à la dimension politique de la mobilité durable. En reprenant les travaux du groupe de BATZ, puis en les élargissant à la mobilité interurbaine des voyageurs et des marchandises, nous serons en état de présenter la boîte à outils politique dans laquelle les décideurs publics pourront piocher pour traiter dans les années à venir les exigences issues de la montée en puissance de la question de la mobilité durable.

Après avoir fait un bref point sur la problématique somme toute récente de la mobilité durable, nous verrons dans une deuxième section les difficultés que peuvent rencontrer les collectivités à s'approprier le thème et à développer des actions concrètes en s'y référant, et quelles sont les différentes stratégies qui peuvent se nouer autour de la question de la mobilité durable.

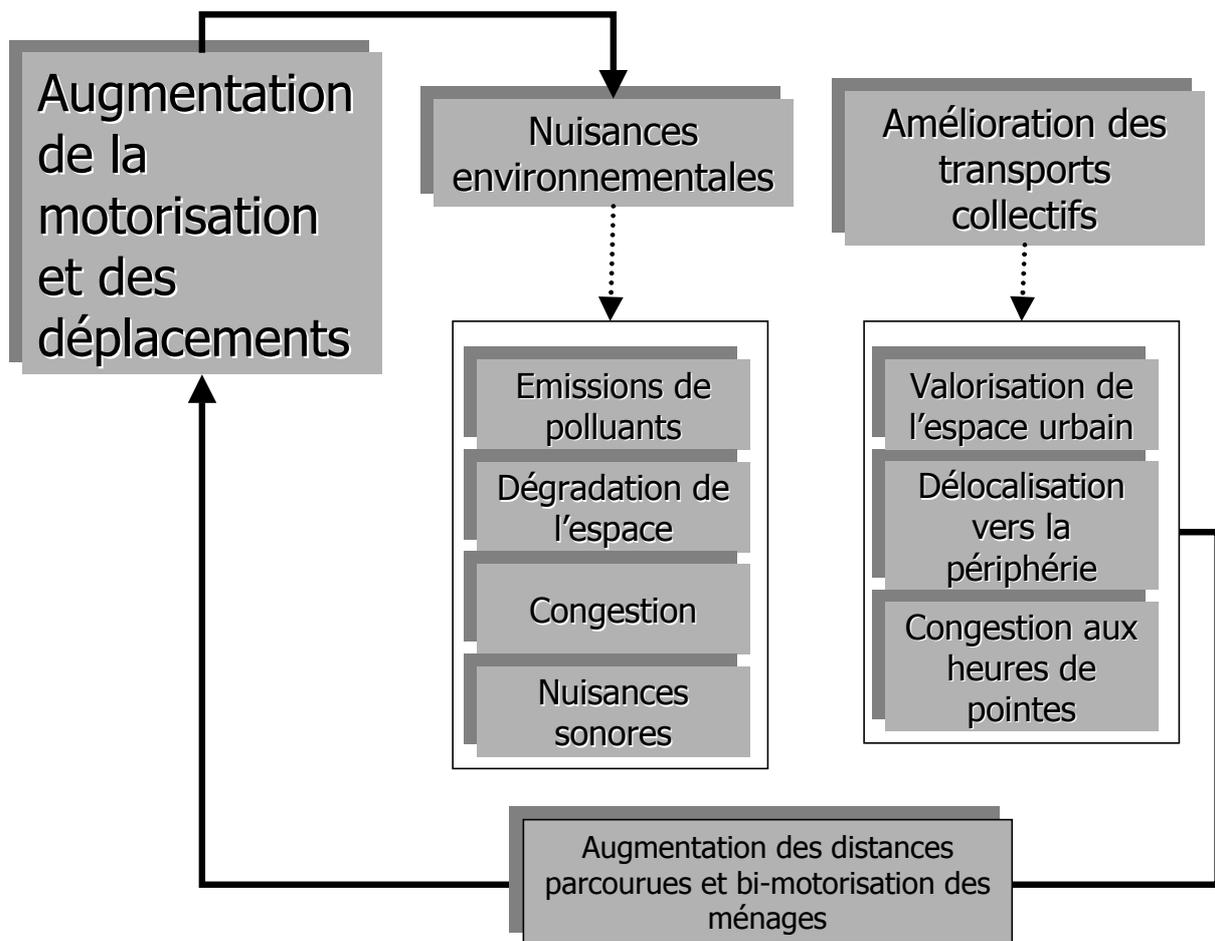
Graphique 6 : Responsabilités des modes de transport terrestre dans les émissions de polluants⁵⁵

Source : DAEI/SES/ADEME/Impact COPERT, 1998

2.1 La banalisation de la motorisation et ses conséquences

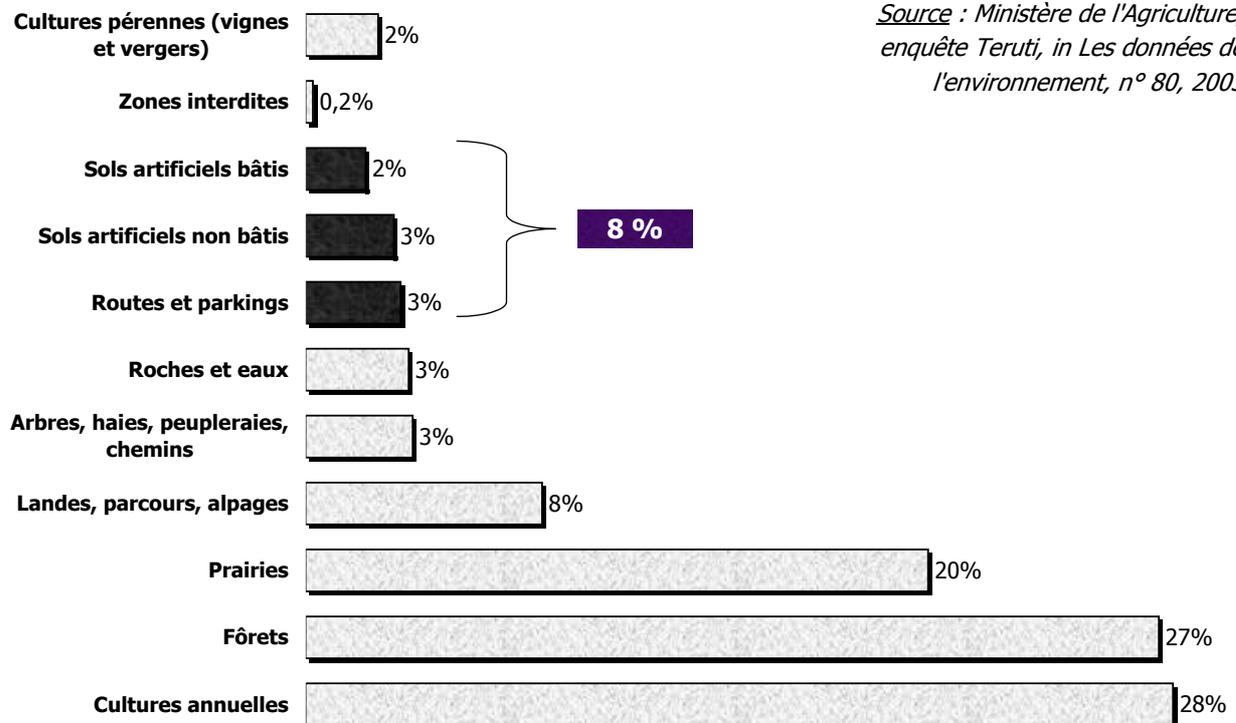
En dépit des efforts technologiques et législatifs concernant les émissions de polluants, le secteur des transports, routiers notamment, est le secteur qui contribue le plus à la dégradation de l'environnement. Cette dégradation ne se mesure pas uniquement par les émissions de polluants, mais aussi par les problèmes plus spécifiques liés au secteur, et notamment les problèmes de congestion (même si les vitesses moyennes en centre-ville tendent à augmenter), les nuisances sonores, l'occupation de l'espace (au dépend des espaces verts), la dégradation des routes... L'ensemble de ces nuisances a alors des conséquences d'une part sur la santé des citoyens, mais également sur les choix (relatifs) de localisation des habitants et alors sur la ségrégation spatiale. En effet, on se trouve dans le cercle vicieux de l'urbanisme, de la mobilité et de l'habitat, car l'amélioration des qualités de vie dans les centres-ville (mise en place de transport collectif dans les centres-ville) a pour conséquence directe une augmentation du foncier qui pousse les habitants les moins favorisés à la périphérie augmentant alors leur besoins de déplacement (augmentation des distances parcourues...). Les principes de gouvernance urbaine peuvent alors remettre en cause l'équité sociale, et / ou jouer sur la santé publique, surtout si la performance économique reste l'objectif principal des villes.

⁵⁵ Les données de l'environnement n° 69 (Septembre 2001) : http://www.ifen.fr/pages/5sc69_1.htm

Figure 13 : Le cercle vicieux des déplacements

Outre les problèmes liés aux déplacements, la question des territoires, des espaces verts et de l'habitat doit être posée, puisque l'artificialisation des terres est un phénomène irréversible. Aujourd'hui, en France, l'emprise artificielle augmente rapidement et la superficie des espaces bâtis a augmenté de 12% depuis 1992, les routes et parkings de 10% et les sols artificiels non bâtis (jardins, pelouses) de 17%. L'espace agricole cède peu à peu la place à l'habitat individuel, avec une augmentation annuelle moyenne de 330 km² depuis 1992 [source : IFEN, 2003] ⁵⁶. L'IFEN et le service statistique du ministère de l'agriculture pointent de façon alarmante les statistiques suivantes concernant l'évolution de l'occupation et de l'usage du territoire depuis dix ans :

⁵⁶ Voir <http://www.ifen.fr/pages/de80.pdf>, visité en mars 2004

Graphique 7 : Répartition du sol métropolitain en 2000**Répartition du sol métropolitain en 2000 (en km²)**

Les 550 000 km² de la France métropolitaine, sont occupées à 8% par les activités humaines. Cette emprise artificielle peut paraître faible, mais c'est en réalité sa progression qui est alarmante et son impact proportionnel sur l'environnement. Les 8% d'activités humaines génèrent à elles seules près des $\frac{3}{4}$ des nuisances environnementales, et leur progression est redoutable : leur croissance est passée de 38 000 km² à 43 000 km² entre 1992 et 2000, soit une progression de 1,6% par an, contre 1,2% par an entre 1981 et 1990.

L'augmentation des surfaces de construction et des infrastructures joue un rôle important dans la géologie des villes puisqu'elles contribuent fortement à l'imperméabilisation des sols, facteur des risques d'inondation. L'augmentation des surfaces liées à l'habitat, les espaces et jardins qui y sont associés ainsi que les voies d'accès et les infrastructures sont les premières sources de l'artificialisation des terres. Ce phénomène, lié à l'évolution des modes de vie (nombre de personne par ménage) va sans doute encore s'aggraver dans les années à venir. Cet étalement de l'habitat engendre alors une augmentation des besoins en transport, et donc en infrastructure. Les effets de coupure liés à cette artificialisation des espaces provoquent également des effets néfastes sur les espaces naturels d'une part et sur les espèces animales d'autre part.

2.1.1 Qu'est ce que la mobilité ?

Les transports urbains font aujourd'hui l'objet de profonds bouleversements. L'augmentation à la fois quantitative et qualitative des déplacements dans la ville se traduit par des transformations des modes de vie des citoyens, et une diversification des pratiques de mobilité mettant en jeu une pluralité des modes utilisés. Cette évolution complexe des pratiques modales suppose de les prendre en compte, de repenser

leur gestion et de considérer les liens existants entre les transformations urbaines, les déplacements et les rythmes de vie. Il s'agit alors d'évaluer les tendances de la mobilité actuelle et ses implications :

Complexification des espaces urbains : La ville d'aujourd'hui n'est plus la ville d'antan qui se caractérisait par une forme et des fonctions spécifiques. Aujourd'hui le phénomène de développement des espaces à la périphérie des agglomérations (périurbanisation) rend les espaces illimités avec un agencement de la ville multipolaire. Cette évolution est sans doute la cause et la conséquence de l'augmentation des déplacements, avec des pratiques de mobilité beaucoup moins modélisables, imprévisibles et presque sans rationalité (non pas irrationnels).

Complexification de l'espace – temps : La mobilité n'est plus tant fonction de la distance kilométrique entre les lieux, mais plutôt le temps pour les parcourir. Ainsi, la proximité physique n'est plus le principale leitmotiv du choix des déplacements et des localisations. Cette modification du rapport à la distance a donc des répercussions sur les pratiques de mobilité, celle-ci s'exprimant à des nouvelles échelles spatiales.

Complexification de la vitesse – temps parcours : la conjecture de ZAHAVI montre que les déplacements sont plus nombreux mais que le temps passé à se déplacer reste constant. La vitesse des déplacements étant en augmentation (malgré le temps de congestion), les citoyens vont alors plus loin en moins de temps. C'est ce que Marc WEIL appelle la transition urbaine, qui grâce à la mobilité facilitée entraîne un transfert de la ville piétonne vers la ville automobile, procurant plus d'autonomie et d'indépendance dans les pratiques de mobilité.

Complexification des rythmes urbains : les déplacements quotidiens, s'ils étaient auparavant caractérisés par une logique binaire de type domicile – travail, sont aujourd'hui caractérisés par une désynchronisation. On assiste en effet d'une part à un étalement des heures de pointe et d'autre part à une diversification des motifs de déplacements.

La mobilité quotidienne urbaine est aujourd'hui caractérisée par une complexification multiple. Elle est également l'un des déterminants de la structure de la ville, et par conséquent de son évolution. La mobilité ne peut être prise en compte uniquement dans sa dimension technique, qui se résumerait au transport, mais également dans une dimension économique (étude de l'optimisation des localisations), sociale (équité, intégration des individus dans la ville) et bien sûr environnementale. Les enjeux de la mobilité sont multidimensionnels et mettent en interaction les transports, la société, le paysage, l'urbanisme, la politique et la structure urbaine. Ainsi, ville, transport et mobilité sont intimement liés, aussi faut-il les aborder dans leur transversalité commune et leurs influences réciproques, c'est-à-dire aussi bien spatialement que socialement, afin, sinon d'en maîtriser, au moins d'en approcher les enjeux.

Face à cette complexification de la mobilité urbaine, il semble que deux impératifs soient nécessaires : approcher la mobilité d'un point de vue spatial d'une part dans un but de favoriser l'accessibilité, et d'un point de vue temporel dans une logique de mobilité durable. En effet, l'accessibilité, qui assure la diffusion spatiale de la mobilité, est garant d'un équilibre entre les territoires et permet à la fois de lutter contre toute forme d'exclusion, défavorable d'un point de vue économique et social. La mobilité durable permet alors d'introduire la dimension temporelle, et la favoriser permettra d'assurer la mobilité dans le temps. Face à cette nouvelle conception de la mobilité urbaine, plusieurs pistes de réflexion peuvent être envisagées dans cette logique d'accessibilité et de durabilité :

- ➡ Aménager l'intermodalité : la multiplication des modes de transport dans la ville n'est pas un mal en soi, au contraire, elle constitue des opportunités. Cependant il est nécessaire de les réorganiser, de développer de nouvelles stratégies de "cohabitation" des modes et de faciliter le passage d'un mode à l'autre. Les stratégies de transport peuvent être fondées sur la complémentarité modale en fonction

de l'efficacité de chaque mode. Ce qui nécessite alors de définir les zones de pertinence de la mobilité et de créer des pôles d'échange.

→ Assurer la mobilité pour tous.

La question de la mobilité durable n'est pas uniquement une question de transport et de problèmes environnementaux liés aux pollutions émises par les véhicules, elle revêt également une dimension économique, sociale et politique.

2.1.2 *La mobilité à tout prix, mais à quels coûts ?*

Les déplacements sont de plus en plus nombreux et procurent aux automobilistes un indéniable sentiment de liberté. S'ils n'ont pas de prix pour les utilisateurs, ils ont en revanche un coût important pour l'ensemble de la collectivité. En effet, les déplacements engendrent des coûts qui ne sont pas toujours pris en charge par les usagers. Ces coûts, dits externes, sont notamment les coûts d'infrastructure, de congestion, d'insécurité et d'environnement. Ces coûts peuvent alors faire l'objet d'une fiscalité spécifique telle que la taxe sur les carburants, les vignettes, les péages... Toutefois, cette fiscalité, loin de faire l'unanimité, ne parvient pas à équilibrer les coûts et les recettes liés aux déplacements, et ceux-ci sont en général sous-tarifés. En effet, si dans les trajets interurbains, les recettes peuvent combler les coûts, il n'en est pas de même pour les déplacements urbains et les transports routiers de marchandises en ville. Ces deux segments du secteur des transports connaissent une croissance très importante, et souffrent alors d'une sous-tarifcation. Ainsi, la mobilité si elle est largement subventionnée, suppose alors que le développement des transports est supérieur à l'utilité sociale réelle. Au-delà des enjeux financiers, ce choix s'inscrit dans un processus irréversible puisqu'il conditionne les choix d'urbanisme et d'aménagement du territoire dont les logiques s'inscrivent inévitablement sur le long terme. La gratuité de la mobilité, subventionnée peut engendrer des conséquences néfastes et perverses sur l'urbanisme. De plus, "l'automobilité" en ville, largement banalisée, peut être la conséquence du coût élevé des transports collectifs urbains :

- Enterrés pour échapper à la congestion, les transports collectifs engendrent des coûts d'investissement importants ;
- En surface, s'ils souffrent de la congestion, leur attractivité est affaiblie et les coûts d'exploitation augmentent ;
- S'ils sont efficaces, ils captent quelques usagers de la route, ce qui libère de l'espace pour les automobilistes résistants, ce qui engendre une nouvelle attractivité pour la route.

- A - *Subvention de la mobilité et périurbanisation*

Cette subvention de la mobilité associée à la décroissance des prix des terrains fonciers en fonction de leur éloignement au centre-ville induit alors une incitation à la périurbanisation. Cette incitation à l'éloignement renforce le besoin de mobilité au profit de la voiture puisque les transports collectifs n'y sont pas compétitifs. L'argument généralement avancé par les élus pour justifier cette mobilité subventionnée est que les prix des loyers, étant très élevés en centre-ville, ils sont dissuasifs pour les ménages aux revenus plus faibles, et qu'il est alors indispensable de leur permettre d'habiter plus loin. L'argument est en effet recevable, sauf que d'une part, les coûts engagés pour financer les achats de terrains, les constructions d'immeubles et les infrastructures reliant les centres-ville aux franges sont colossaux, et que d'autre part, cette politique conduit à une différenciation des catégories sociales dans le tissu urbain (ségrégation et exclusion). Aujourd'hui cette forme de politique conduit donc à une forte périurbanisation, à une forme d'exclusion de certaines catégories sociales, et ces populations sont alors très dépendantes de l'automobile. Si aujourd'hui il est possible de satisfaire les besoins de mobilité par le jeu des subventions, qu'en sera-t-il dans cinquante ans, lorsque ces populations vieillissantes, auront une capacité de mobilité réduite, des revenus décroissants et un coût d'usage de la voiture croissant ? Est-il

juste de penser que ce sont les préférences des citoyens pour la voiture et le logement pavillonnaire qui conduit les urbanistes à de tels aménagements, ou est-il plus réaliste de croire que ce sont les mécanismes institutionnels, par le jeu des subventions et de la fiscalité, qui de façon subtile orientent les choix individuels ? Ces mécanismes ne risquent-ils pas d'être en contradiction avec les objectifs du développement urbain durable ?

Comme nous l'avons vu dans la première partie de ce rapport, le retour à l'équilibre peut se faire soit par un ajustement par les quantités (réduire le nombre d'infrastructure) soit par un ajustement par les prix (mise en place d'un péage par exemple). Pour certains, le rationnement par les quantités n'est évidemment pas possible du fait du caractère irréversible des constructions. En revanche, couplée avec une limitation de ces constructions, la mise en place d'un péage urbain ou d'une autre forme de tarification, est une solution inévitable pour réguler l'usage de l'automobile en ville. Il semble que la politique des transports, avec ses influences sur l'urbanisme et l'aménagement du territoire soit l'un des piliers du développement durable. Or, en France notamment, la mise en œuvre de programmes d'actions territoriaux, (selon les exigences de l'Agenda 21 et recommandés par la conférence de RIO) reste encore très discrète. L'expérience est encore tâtonnante, et les responsables prudents, parce que les mesures pratiques, les outils et les leviers d'actions sont encore hésitants, et nécessitent des pré-requis encore mal identifiés, notamment certaines questions doivent être soulevées ⁵⁷ :

- Quel est l'horizon temporel à prendre en compte dans la mobilité durable ?
- Quel est l'horizon spatial à prendre en compte dans la mobilité durable ?
- Une fois les horizons "choisis", quels sont les effets prévisibles, imprévisibles, directs, indirects, corrigibles ou non des actions sur l'économie, l'aménagement du territoire, l'environnement, la consommation d'énergie (renouvelable ou non), l'équité sociale... ?
- Quelles sont les incertitudes et les risques de long terme ? Dans quelles mesure est-il possible d'appliquer le principe de la minimisation des regrets ⁵⁸ ?
- Une fois éclaircis ces points, quelle est la rentabilité financière des projets, et les modes de financement ? Quel est alors le taux d'actualisation à prendre en compte ?
- Quel est le degré d'irréversibilité du projet ? quelles sont les conséquences d'une interruption volontaire ou non du projet ?
- L'équité générale entre les catégories socio-économiques est-elle respectée ? Quels sont les effets particuliers pour certaines catégories, comment les pallier en cas de distorsions ?
- EXISTE T-IL DES ALTERNATIVES AUX REPONSES A CES QUESTIONS ?

Nous voyons que les transports sont caractérisés par une évolution croissante du mode routier de personnes et de marchandises et cela malgré des efforts importants d'investissements dans les transports collectifs. Or, ces transports individuels utilisent une large part du pétrole consommé. Certaines études montrent qu'en dépit des progrès technologiques attendus concernant la consommation d'énergie et les émissions de polluants, la multiplication des émissions de CO₂ d'ici 2030 est inévitable et pourrait être de l'ordre de 2 ou 3. Outre les effets sur l'environnement, les effets sur la santé sont largement pressentis

- B - *Les politiques territoriales comme réponse ?*

La loi sur l'aménagement et le développement du territoire oblige désormais à introduire l'intermodalité dans les villes. L'objectif étant, d'une part de reporter dans une certaine mesure les usagers de la route vers les transports collectifs, et d'autre part de mieux utiliser les ressources naturelles et financières. Or, ce projet se heurte à de nombreuses difficultés qui sont notamment le relatif cloisonnement sectoriel des circuits financiers, les clivages existants dans les processus de décisions, mais aussi et surtout les

⁵⁷ Voir notamment le page Internet http://www.x-environnement.org/Jaune_Rouge/JR97/chassande.html

⁵⁸ Décision qui minimise le regret maximal

prévisions de croissance du trafic qui font perdre tout espoir de rentabilité des investissements. D'un autre côté, les documents d'urbanisme permettent désormais de mieux faire l'interface entre le transport et l'urbanisation, et permettent alors de mieux appréhender la spirale de l'étalement urbain.

Nous l'avons vu, les distances domicile – travail ont fortement augmenté, induite par une mobilité contrainte par la recherche d'un logement abordable à la périphérie des villes. C'est à ce niveau que se trouvent les enjeux de la mobilité urbaine durable, quels sont alors les leviers pour la maîtriser ?

- planification plus rigoureuse afin d'éviter le gaspillage d'espace ;
- Une action sur l'offre de transport collectif ;
- L'amélioration technologique des voitures et des carburants
- La réglementation concernant la limitation des émissions de polluants ;
- L'optimisation de l'existant ;
- Limitation des nouvelles créations d'infrastructures pour éviter le trafic induit ;
- Encouragement aux déplacements non motorisés pour les déplacements de courte distance (action sur le stationnement par exemple) ;

Ces objectifs peuvent avoir pour conséquence de sélectionner les usagers de la route et de créer de fait une forme de ségrégation. Alors même qu'aujourd'hui déjà la possession de la voiture est un symbole d'appartenance sociale, l'autorisation de se mouvoir viendra-t-elle renforcer cette forme d'exclusion ? La mobilité est un droit et une liberté, mais est surtout synonyme d'activité et de potentialité, comment alors orienter le choix des usagers ? Les questions que se posent aujourd'hui les responsables en charge des transports et de l'urbanisme sont : *"Sommes-nous capables de mieux maîtriser la répartition spatiale des activités et des logements, mieux contenir les limites de la ville et infléchir les effets déstructurants de la mobilité sans pénaliser les droits qu'a tout citoyen de se déplacer ? Avec quels moyens de régulation, quelles forces de rappel ?" ou : "Ne devons-nous pas adapter nos politiques de déplacements à nos villes telles que nous les voulons aujourd'hui et demain ? Et non, à l'inverse, chercher à adapter les villes à nos besoins de déplacements."* La recommandation de Bernard ESAMBERT, ancien président de la Commission française du développement durable est la suivante : *"Le développement durable doit être pensé comme une transition dans laquelle il faut s'engager résolument en reconnaissant que l'action peut enrichir le concept". Nous devons donc avancer même sans avoir la réponse à toutes nos questions. Et dans un domaine comme celui des transports et de la mobilité, intimement lié à la vie quotidienne, nous devons avancer sur tous les fronts à la fois : l'approche globale, l'offre, la demande, sous peine de voir les efforts d'un côté annihilés par les tentations de la facilité de l'autre."*

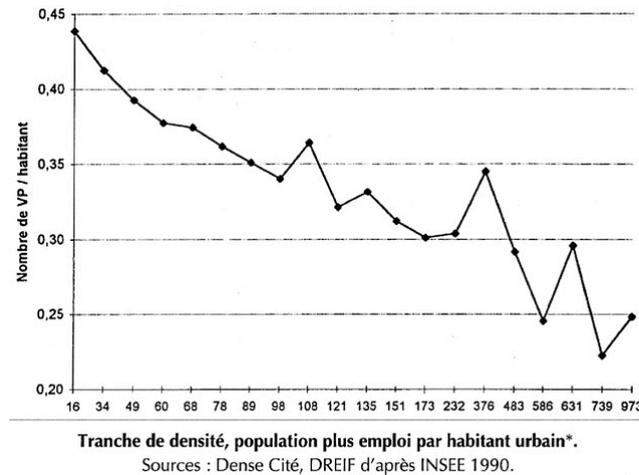
- C - *La planification urbaine comme remède ?*

La question de la limitation de l'usage de la voiture dans les agglomérations dépasse les aspects environnementaux, et a des implications immédiates sur l'occupation de l'espace, l'aménagement du territoire, le mode de vie des citoyens, et c'est finalement tout un choix de société qui est en jeu. Ainsi, les choix de planification urbaine concernant la place à accorder à la voiture en ville sont et seront lourds de conséquences.

Les actions planificatrices, pour limiter la dépendance à la voiture, pourraient être de plusieurs formes. Sachant qu'il existe une relation croissante entre consommation de carburant par habitant et la densité urbaine, comme l'a montré une étude comparative réalisée par P. NEWMAN et J. KENWORTHY, il en résulte que l'usage de l'automobile dans les agglomérations est d'autant plus important que les densités urbaines sont faibles. A travers cette étude les auteurs ont montré que certaines grandes villes (Tokyo, Hong Kong, Paris et Berlin...31 grandes villes étudiées au total) sont beaucoup moins consommatrices d'énergie que ne le sont les villes américaines de taille comparable, et concluent alors que les villes urbaines compactes favorisent la préservation des ressources d'énergie. Ces résultats ont largement influencé les politiques de développement durable, et il est aujourd'hui préconisé par les institutions

internationales de pratiquer un développement urbain plus dense qui favorise la mixité. Une étude réalisée par Vincent FOUCHIER (1997⁵⁹) sur l'Ile-de-France (1300 communes étudiées), en 1996 confirme ces résultats à l'échelle régionale : la comparaison des taux de motorisation des ménages selon la densité humaine nette (population plus emplois par hectare urbain) montre que plus les communes sont denses, moins les ménages sont motorisés.

Graphique 8 : Nombre de voitures par habitant selon la tranche de densité humaine nette communale



L'auteur montre également que le facteur de la densité est encore plus significatif que la distance au centre, avec un coefficient de corrélation du taux de motorisation avec la densité humaine nette ($r = -0,62$) beaucoup plus fort que celui avec la distance au centre de Paris ($r = +0,31$). Alors que le taux de motorisation des ménages est inférieur à 1 à Paris et dans les communes de la proche banlieue, il est de 1,31 dans les 673 communes rurales (370 000 habitants). Si l'on veut tenir compte du fait que les ménages sont de taille plus petite à Paris, l'auteur montre que le taux de motorisation par habitant est de 0,27 voiture par habitant à Paris et de 0,45 dans les communes rurales.

Le facteur densité joue un rôle sur la motorisation des habitants, même s'il n'est pas le seul, et qu'il faut bien entendu tenir compte des caractéristiques locales, telles que les structures socio-économiques, la morphologie et la géographie... La relation inverse entre la densité et la place de la voiture en ville permet de comprendre que les impacts écologiques varient selon le contexte de densité. Toutefois, même si la ville dense produit moins de pollution par individu, la concentration d'un grand nombre d'individus dans l'espace limité de la ville entraîne non seulement une concentration des nuisances (pollution atmosphérique et bruit), mais aussi un plus grand nombre de personnes qui y sont exposées. En résumé, la ville dense est moins polluante mais plus polluée, et l'effet quantité temporise l'effet qualité. Face à ce constat écologique, plusieurs discours viennent nuancer ou relativiser les impacts (nocifs) de la voiture en ville :

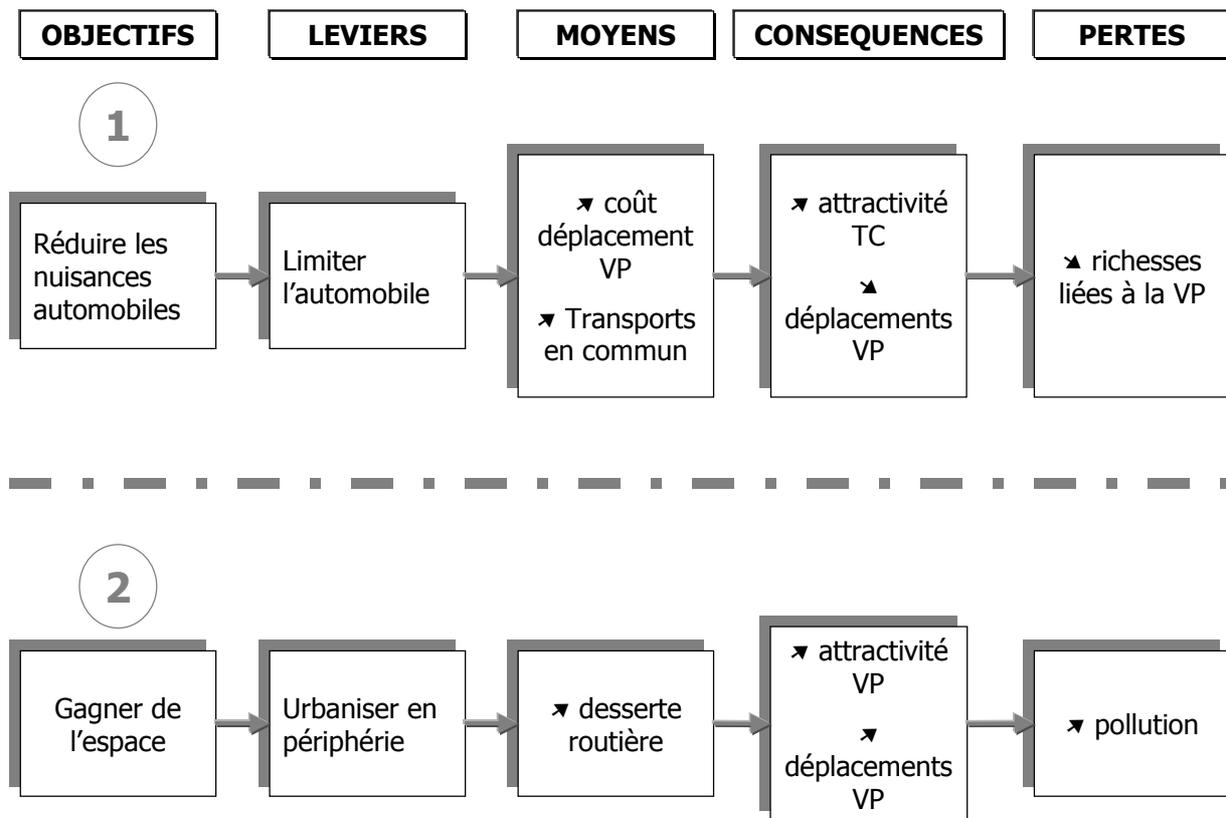
- d'un point de vue économique certains affirment que la voiture est plus rentable que coûteuse pour la collectivité ;
- d'un point de vue organisationnel, l'efficacité de l'automobile serait incontestable et incomparable aux modes collectifs, puisqu'elle est le garant de l'accessibilité ;
- d'un point de vue technologique, le progrès technique serait un remède aux nuisances actuelles.

⁵⁹ FOUCHIER V., (1997), urbaniste - chercheur, *La planification urbaine peut-elle conduire à une mobilité durable ?*, La Jaune et Rouge, Mars 1997, EPEVRY.

Ces divergences d'opinions et d'idéologies, et le scepticisme qui entoure la question du développement durable (pour certains les nuisances ne sont qu'hypothétiques) expliquent pourquoi les arbitrages sont difficiles.

Une question pourtant doit aujourd'hui être posée et faire l'objet d'une réponse consensuelle pour que soient définitivement écartés les conflits d'intérêts et d'idéologie : Que souhaite t-on ? 1/ étendre les villes, et augmenter la mobilité ? ; 2/ densifier les villes, organiser les centralités et augmenter l'usage des transports collectifs ? De la réponse à ces deux philosophies opposées dépend l'aménagement que l'on fera de l'espace. C'est la définition de ces objectifs qui va déterminer les orientations stratégiques urbaines.

Figure 14 : Les orientations de la mobilité durable



Evidemment, il est difficile de concevoir **une** centralité pour les villes. La taille de celle-ci imposant un polycentrisme, et le développement des grandes agglomérations se fait alors par homothétie.

Comment arbitrer entre les deux objectifs ? D'un côté la limitation de l'usage de la voiture permettrait de modérer les impacts environnementaux, d'atténuer la consommation des énergies renouvelables et de cadenciser l'expansion urbaine ; d'un autre côté cette limitation aurait des impacts sur les échanges et donc sur le développement économiques, la qualité de vie et les libertés fondamentales. A partir des controverses sur la mobilité urbaine durable naissent finalement des interrogations plus générales et plus profondes sur le devenir de la société. Néanmoins, il est évident que l'amélioration des potentialités de déplacement (amélioration des infrastructures, maillage du réseaux...) sont des avantages à la fois économiques et récréatifs garants pour l'un de la vie urbaine et pour l'autre de la qualité urbaine. Si les échanges comportent des facteurs positifs, ils sont contre balancés par les facteurs négatifs (pollutions, nuisances, coûts des déplacements...).

2.2 Les stratégies d'actions concrètes

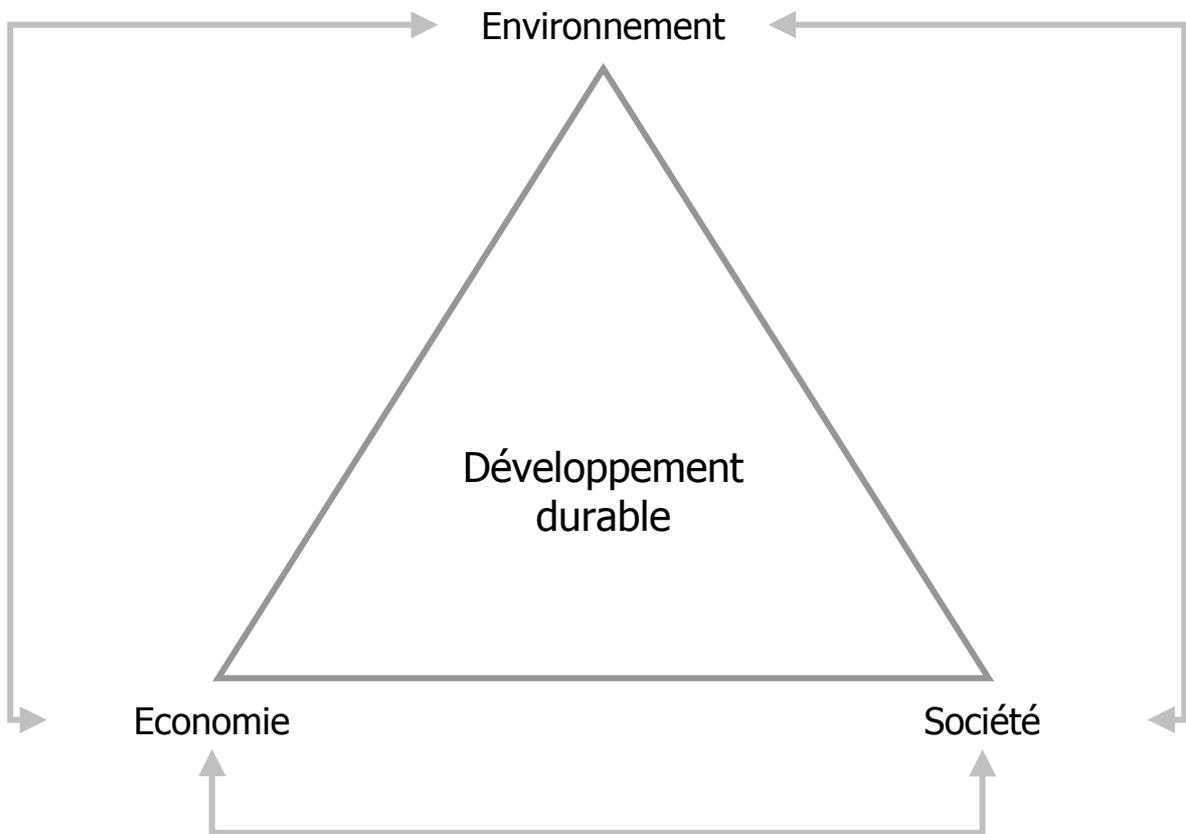
Vouloir appliquer le développement durable à la mobilité suppose implicitement que les collectivités ont un rôle actif à jouer. Les leviers d'actions se traduisent généralement soit par des réglementations, soit par des incitations. Déjà, les collectivités ont clairement exprimé leur volonté de traduire les impératifs de développement durable dans les différents documents juridiques d'urbanisme. Les villes de plus de 100 000 habitants doivent se doter de schémas de cohérence territoriale (SCOT) dans lesquels s'inscrivent les PDU, et la loi SRU consolide les moyens pour qu'une politique globale de déplacements se mette en place. Le programme national de relance de la maîtrise de l'énergie propose un catalogue d'actions qui permet d'intégrer les impacts environnementaux liés aux déplacements dans les instruments de planification (SCOT, PDU, PLU...). Ces actions se traduisent par la restriction du trafic automobile en zones denses, la complémentarité entre les modes de transport et le partage de la voirie, le développement de transport de marchandises en véhicules propres, la mise en place de plan de déplacements d'entreprises, la mise en place de zones piétonnières, l'amélioration de l'accès des transports dans les zones périurbaines, l'inscription de la lutte contre le réchauffement climatique, avec une approche globale, cohérence entre l'offre de stationnement et les transports collectifs, le recours à l'énergie propre par les flottes publiques, l'internalisation des coûts de transports...⁶⁰

Voilà pour la théorie, et les ambitions sont louables, mais qu'en est-il en réalité ? Il se trouve que finalement peu de villes ont réellement concrétisé ces actions, et celles-ci restent alors sous forme de projets qui traduisent mal leur réelle adhésion aux principes de durabilité. L'insertion du développement durable dans leurs projets ne correspond-elle pas finalement davantage à une stratégie de communication plutôt qu'à une volonté de répondre à un problème d'environnement manifeste. La question mérite d'être posée. En effet, la multiplicité des acteurs de la ville entraîne des intérêts nécessairement contradictoires, quelle est alors la stratégie de ces acteurs à l'égard du développement durable en général et de la mobilité durable en particulier ? Se sentent-ils vraiment investis d'une mission ? ou développent-ils des stratégies servant leurs propres intérêts ?

2.2.1 Une problématique de cohérence : le triangle d'incompatibilité

Pour être durable, le développement doit alors concilier ces trois objectifs. Relâcher l'un des objectifs du triangle peut aboutir à compromettre la croissance économique. Les différents scénarios de la mobilité durable dépendent des objectifs politiques forts (non idéologiques et fortement dépendant des gouvernements en place). Selon les objectifs poursuivis, plusieurs scénarios peuvent être identifiés. Quels en sont alors les conséquences ?

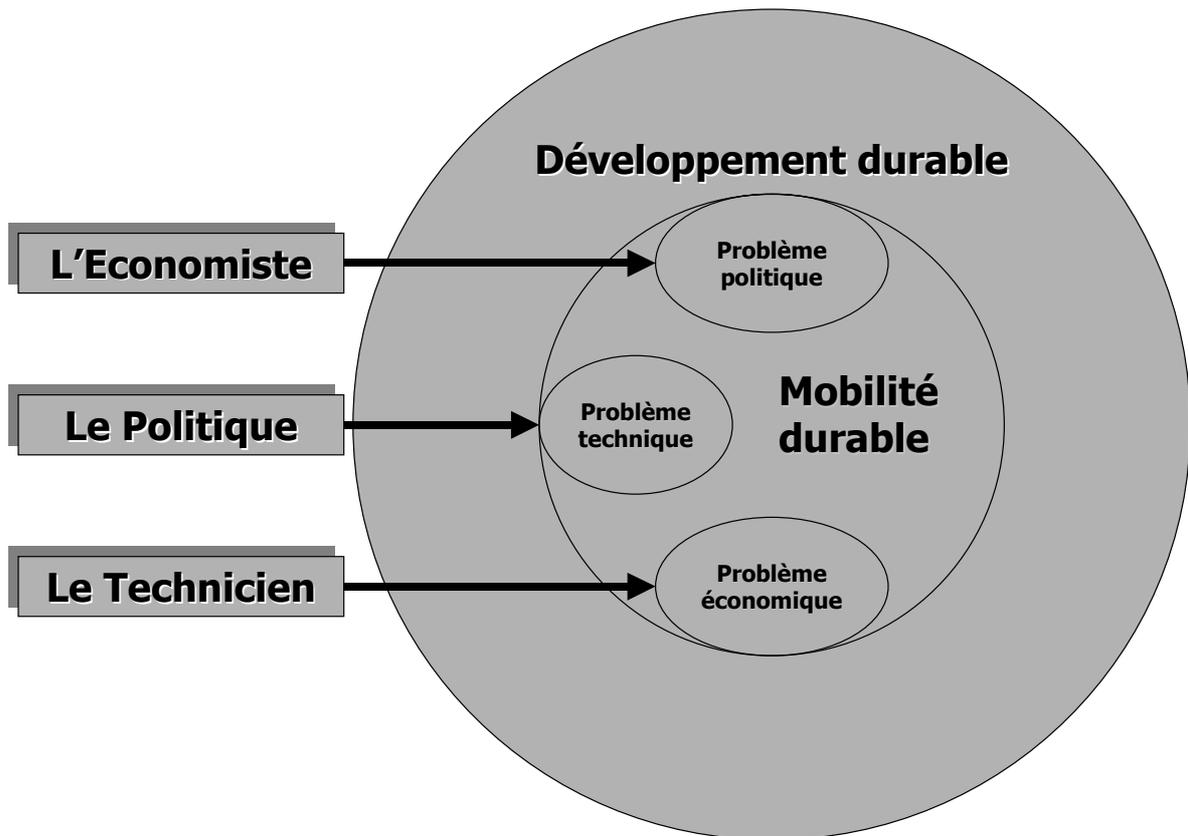
⁶⁰ Pour plus de précisions voir le site <http://www.planetecologie.org/JOBOURG/Francais/Transpo.htm>, visité en mars 2004

Figure 15 : Contraintes du développement durable

Quel est alors le duo à privilégier sachant que les incertitudes concernant le développement durable sont plus ou moins importantes en fonction des variables prises en compte ?

2.2.2 Une problématique de coordination : le triangle des clivages

Pour le politique la mobilité durable est un problème technique : l'amélioration des technologies permettra de respecter les contraintes de la mobilité durable. Pour le technicien la mobilité durable est un problème économique : l'amélioration des systèmes économiques permettra de respecter les contraintes de la mobilité durable. Pour l'économiste la mobilité durable est un problème politique : l'amélioration des réglementations et des incitations permettra de respecter les contraintes de la mobilité durable.

Figure 16 : Le politicien, l'économiste et le technicien face au développement durable

Quels sont les intérêts des différents acteurs de faire émerger les principes répondant aux objectifs du développement durable ? Le concept général et global du développement durable, élaboré à une échelle mondiale, doit être transposé à l'échelle locale. Les motivations des acteurs sont alors différentes et correspondent à une approche stratégique. Les objectifs de durabilité ne sauraient répondre à une simple approche idéologique sans être détournés à des fins d'intérêts personnels et sectoriels. Il en résulte alors de véritables conflits d'objectifs, d'autant plus importants que le concept de développement durable, est multidimensionnel, et qu'il peut être interprété et donné lieu à des multitudes d'approches, chacun alors pouvant finalement revendiquer son adhésion au concept. Les problèmes soulevés par le développement durable et la mobilité durable prennent des formes si multiples qu'ils ne peuvent donner lieu à une seule interprétation et donnent alors des solutions non homogènes. C'est essentiellement la pluralité des acteurs, aux interprétations et aux intérêts divergeants, qui donne lieu à des solutions tout aussi divergeantes, parce que la hiérarchisation des priorités et des objectifs varient selon les groupes d'acteurs. De fait, même si le volontarisme local est présent, il est indubitablement source de conflits d'intérêts et donc d'objectifs. En effet, face à l'économie libérale mondialisée, l'approche en termes de durabilité suppose une grande prise de risque de la part des décideurs, parce que la concurrence est présente et la compétition s'exprime à la fois dans un contexte national (compétition entre les villes), européen et mondial.

2.3 Le rôle clé de l'évaluation : du diagnostic au pronostic

Les problèmes récents (si l'on peut dire) que soulèvent la mobilité durable supposent que l'on réfléchisse sur les outils préliminaires de diagnostic afin d'établir un arsenal de solutions en fonction des objectifs. En fonction du diagnostic, et des objectifs il s'agit d'une part de bien évaluer le réel (méthodes

quantitatives et modélisatrices) et de l'interpréter. Une fois réalisées ces approches techniques, il s'agit alors de les valider. La validation est une phase difficile car elle confronte des approches pluridisciplinaires, dont les idéologies, mais surtout les échelles spatiales et temporelles sont différentes (temps politiques, temps de l'environnement, temps de l'économie...), ce qui peut créer des distorsions et des confusions dans les finalités à poursuivre. Le diagnostic devra alors prendre en compte ces éventuels blocages, et les intégrer dans l'évaluation.

2.3.1 *Le rôle de l'expertise : le futur est présent*

Les politiques de développement durable en général et de mobilité durable en particulier nécessitent une approche en terme de projet. C'est-à-dire, que le projet prend naissance sous forme de phase, avec détermination des objectifs et des actions correctives au fil du temps. Pour ce faire, il est alors nécessaire d'une part, de se fixer des objectifs, et d'autre part, de se doter d'outils permettant d'observer les évolutions. Certains sites urbains ont mis en place des "observatoires" : de la mobilité, du stationnement, de l'habitat... Ces observatoires ont pour fonction de suivre le enjeux du développement durable et de vérifier la cohérence avec les politiques mises en œuvre. Les indicateurs alors mis en place ont alors plusieurs vertus :

- ➡ description et évaluation du projet : état d'avancement, mesures correctives, rectification éventuelle des objectifs ;
- ➡ support à la prise de décision : permettent de justifier les mesures mises en place ;
- ➡ vecteurs de communication : les indicateurs peuvent valoriser les villes.

Comme pour les bilans LOTI (article 14), ces observatoires ont pour but de donner la situation initiale d'un territoire, de proposer des scénarios idéaux par rapport à une situation de référence, et d'en évaluer *in fine* les résultats et les éventuelles distorsions.

L'évaluation de l'action des pouvoirs publics est la plupart du temps abordée sous l'angle des méthodes à mettre en œuvre pour décrire, expliquer et juger de façon scientifique les résultats de cette action. L'évaluation est une étape de l'analyse des politiques publiques. Plus qu'une théorie, elle est avant tout une méthode d'approche des effets de l'action publique à un moment donné. Les méthodes et les outils existants dans le domaine de l'évaluation sont nombreux. Ainsi, l'attention peut être portée sur les moyens mis en œuvre par rapport aux objectifs de départ, sur l'impact final d'une action publique, sur la mesure de l'efficacité (rapport coût / efficacité). L'évaluation peut s'effectuer avant la mise en œuvre d'une politique (ex-ante), pendant (concomitante) ou après (ex-post). La diversité des approches s'accompagne d'une pluralité de méthodes. Parmi celles-ci, l'approche "technico-économique" semble la plus appliquée au domaine des transports, notamment pour les évaluations ex-ante. Elle consiste à comparer des solutions alternatives d'investissements et s'attache à partir de calculs économiques à effectuer un bilan coûts / avantages. Il s'agit de transformer les avantages et les inconvénients en équivalents monétaires de façon à obtenir un indicateur synthétique unique⁶¹. Sans vouloir dresser ici une liste exhaustive de ces méthodes, on peut citer parmi les plus classiques, l'approche quantitative (mesurer les effets comptables immédiats), l'approche technico-économique réalisée en amont et souvent conçue comme un outil d'aide à la décision (étudier la rationalité des résultats et des choix des décideurs), l'approche juridique (contrôle de régularité). D'autres méthodes se sont développées avec l'approche endoformative (l'évaluateur renonce à sa position d'extériorité, il a à la fois un rôle de conseil, d'expert et de médiateur), l'approche pluraliste (doit être menée sur la base de plusieurs évaluations parallèles) et l'approche de l'évaluation par les administrés (insérer l'expérience de l'administré pour

⁶¹ GAMON V., LE VAN E. , (1999), *Les bilans de l'article 14 de la LOTI : les raisons d'une mise en œuvre discrète*, CERIEP, LET, ISIS, PREDIT, 168 pages.

qu'elle compte dans les décisions). Pour une analyse plus détaillée de ces différentes méthodes ⁶², François RANGEON propose une définition intéressante de l'évaluation : "L'évaluation est à la fois un concept et une pratique. Elle ne produit pas seulement des effets de connaissance, mais aussi des effets de légitimation"⁶³. On peut alors montrer que ces indicateurs ont pour objectifs d'évaluer les projets des politiques publiques. Cette évaluation peut alors avoir deux justifications :

- ➔ l'évaluation "gestionnaire", dont l'objectif est de mesurer les effets propres d'une politique grâce à une analyse **quantitative** de ces résultats ?
- ➔ l'évaluation "démocratique" où l'accent est mis sur la dimension **qualitative** de la démarche évaluative (indépendance de l'évaluateur, rigueur scientifique, pluralisme des méthodes, transparence des résultats), l'évaluation étant alors considérée dans ce cas comme une contribution au débat démocratique à la faveur d'une meilleure information du citoyen

Les observatoires de développement durable et de mobilité durable soulèvent alors plusieurs questions :

- ➔ d'une part, comment sont choisis les indicateurs de "performance", qui sont les acteurs impliqués dans l'élaboration des indicateurs et quels sont leurs relations et leurs contraintes ? Cette question permet de mieux cerner la façon dont ces observations sont réalisées en insistant sur les dimensions méthodologiques et organisationnelles ?
- ➔ d'autre part, à qui ces observations sont-elles destinées ? Quel est le public concerné ? Cette question permet d'analyser les modes de diffusion au public et les conséquences sur leur mise en place et leur interprétation. L'objectif des villes est-il réellement d'être évalué ou plutôt de faire sa communication face à un environnement en compétition. Le développement durable, n'est-il alors qu'un outil de valorisation ?
- ➔ de plus il faut se poser la question de comment sont évaluées les évolutions de mobilité ? Comment sont mesurées les évolutions de trafics, comment est posée la situation de référence ?

L'analyse de la façon dont les indicateurs sont construits peut être révélateur des logiques et des stratégies des acteurs. En effet, les appartenances (idéologiques, disciplinaires...) des acteurs en charge de l'élaboration des indicateurs a une influence certaine sur leur construction et leur orientation. Il n'y a pas ou peu de neutralité ni d'objectivité dans cette construction. D'une part, on peut se poser la question de savoir ce qui a motivé la mise en place de ces observatoires (puisqu'ils ne sont pas imposés), ensuite quels est leur rôle, et alors quelle en sera leur utilisation ? On peut déjà supposer que la parole d'expert a pour but de crédibiliser les décisions politiques.

2.3.2 Indicateurs et critères de mobilité durable

À la question la mobilité est-elle ou sera t-elle durable ? il est difficile de répondre sans avoir préalablement défini les principaux critères qui permettront d'évaluer cette durabilité. Les critères de durabilité doivent alors répondre à des objectifs environnementaux, économiques et sociaux. Or il est difficile de définir *a priori* des critères qui ne soient pas purement subjectifs et personnels, sans être taxé de technocrates. Pour contourner la question, il est utile de partir des indicateurs qui nous permettent aujourd'hui de décrire la mobilité, et d'évaluer ensuite selon quels critères ces indicateurs aboutissent à une situation durable ou pas. En effet, un indicateur est un signal qui résume des événements ou des systèmes généralement complexes. Un indicateur est une donnée qui possède une signification et une

⁶² MONNIER E., (1985), *Evaluation des politiques publiques. Méthodes et pratiques*, Problèmes Politiques et Sociaux, n°599, janvier 1989, 64 p., mais aussi Jean-Claude THOENIG, "L'Analyse des politiques publiques", in Madeleine GRAWITZ et Jean LECA (dir.), *Traité de science politique*, vol. 4 : *Les Politiques publiques*, Paris, Presses Universitaires de France, pp. 1-60.

⁶³ RANGEON F., (1993), "La notion d'évaluation", in *Actes du colloque du 17 avril 1992 sur le thème de L'Evaluation dans l'Administration*, à l'initiative du CURAPP et du CRERAPP, Paris, Presses Universitaires de France, p. 14.

représentativité particulière. L'indicateur a pour fonction de simplifier et de condenser les informations. Ces indicateurs permettent alors de faire un état des lieux d'une situation et sont aussi d'importants outils de communication, puisqu'ils allègent les discours souvent très techniques. Ils permettent de partir d'une situation de référence et de mettre des actions en place pour aboutir à une "situation idéale". Ainsi, l'OCDE [1994] définit l'indicateur comme "... une statistique ou un paramètre qui, mesuré pendant une période de temps, fournit des renseignements sur les tendances dans l'état d'un phénomène et possède une signification dépassant celle qui est associée aux caractéristiques des statistiques elles-mêmes...". Le Jacksonville Community Council [1992] nuance la définition de l'indicateur en y rajoutant une variable individuelle et "l'indicateur a pour fonction de donner des renseignements individuels qui révèlent l'état de systèmes plus considérables. Il constitue une façon d'examiner l'ensemble par l'analyse de certaines parties, afin d'en montrer les évolutions et les stagnations. Pour l'Environment Protection Agency (1972-modifiée), l'indicateur a pour but de donner une mesure qui facilite l'interprétation et l'état d'un élément du monde ou de la société par rapport à une norme.

C'est selon ces définitions que les indicateurs de transport sont ou doivent être construits. La durabilité du monde du transport en général, et celle de la mobilité en particulier doit tenir compte des trois éléments de référence du développement durable, soit : le développement économique, le développement social et la préservation de l'environnement.

Tableau 13 : Les trois dimensions du transport durable

Transport durable		
Indicateurs Environnementaux	Indicateurs Economiques	Indicateurs Sociaux
<ul style="list-style-type: none"> - Emissions de polluants ; - Emissions sonores - Qualité de l'air ; - Changements climatiques ; - Expansion des villes - Utilisation de la voirie (stationnement...) ; - Dégradation des espaces verts 	<ul style="list-style-type: none"> - Emplois ; - Attractivité des entreprises ; - Subventions ; - ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité ; - Equité ; - Santé (bruit...) ; - Ségrégation spatiale ; - Coûts des déplacements ; - Coûts de résidence

La batterie d'indicateurs existants doit permettre d'évaluer le caractère durable d'une action. Les indicateurs de transport, fiables et récurrents, permettent d'évaluer les évolutions, et de juger de la qualité des interventions politiques. Ils permettent alors de faire le suivi des progrès réalisés vers l'accomplissement des buts et objectifs fixés. Il s'agit tout d'abord de construire, d'après les connaissances actuelles une matrice "interdit – obligatoire" et d'évaluer les marges de manœuvre. Les indicateurs identifient à un moment donné les zones sensibles afin de faciliter la décision et donnent les possibilités d'intervention. La mise en place des indicateurs pertinents nécessite le recours à un processus clair : définitions des caractéristiques de durabilité, buts, enjeux, secteurs concernés, implications diverses sur les autres indicateurs (analyse multicritère). Par exemple, l'OCDE utilise les émissions nationales de CO₂ pour évaluer la contribution nationale de l'effet de serre. Les indicateurs sont alors regroupés en trois typologies en fonction des objectifs ⁶⁴:

- ➡ Les indicateurs de pression : ils rendent compte de la pression exercée par les activités humaines sur l'environnement (*ex : émissions de CO₂ dans l'air*) ;
- ➡ Les indicateurs d'état : ils offrent une description de la situation environnementale (*ex : concentration des eaux de rivière en nitrates*) ;

⁶⁴ Voir le site <http://www.ifen.fr/perf/perf2000/21.pdf>

- ➔ Les indicateurs de réponse : ils permettent d'évaluer les efforts consentis pour résoudre un problème environnemental (*ex : financements destinés à la dépollution des sols*).

Revenons sur la définition du transport durable : le Centre pour le transport durable donnait, en 1987, la définition suivante du transport durable : " Transport durable s'entend d'un système qui :

- ➔ permet aux particuliers et aux sociétés de satisfaire leurs principaux besoins d'accès d'une manière consistante et compatible avec la santé des humains et des écosystèmes, sous le signe de l'équité au cœur des générations et entre celles-ci ;
- ➔ est abordable, fonctionne efficacement, offre un choix de modes de transport et appuie une économie dynamique ;
- ➔ limite les émissions et les déchets de manière à ce que ceux-ci ne dépassent pas la capacité de la planète à les absorber; réduit au minimum la consommation des ressources non renouvelables; réutilise et recycle ses composantes et réduit au minimum le bruit et l'utilisation des terrains."

2.3.3 Les objectifs des indicateurs de mobilité durable

Depuis la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie [LAURE, 1996], les controverses sur l'évolution de la mobilité urbaine sont nombreuses. Les positions relativement tranchées et les clivages existants autour de la question montrent qu'il est finalement difficile de définir les enjeux à privilégier et, par voie de conséquence, les moyens à mettre en œuvre pour les atteindre.

Quels en sont alors les objectifs ? Définir de **manière consensuelle** les objectifs du transport durable permettra de peaufiner les indicateurs qui permettent de les atteindre et de mesurer les progrès réalisés en ce sens. Ainsi si **l'objectif final** du transport durable est de limiter les impacts de l'automobile, au moins en centre-ville, cet objectif final se décline alors en **sous-objectifs secondaires** qui peuvent être entre autre :

- Accroître l'utilisation des transports en commun (autobus et covoiturage),
- Accroître l'utilisation des transports non motorisés (vélo, marche...),
- Diminuer les rejets atmosphériques provenant des sources mobiles,
- Diminuer les effets sur la santé (problèmes respiratoires, sédentarité, mortalité, isolement...),
- Sensibiliser la population aux alternatives de transport,
- Réduire les impacts sur l'environnement (qualité de l'air, eau, pollution, déchets...),
- Réduire l'étalement urbain,
- Augmenter l'accessibilité aux différents modes de transport,
- Favoriser une meilleure coordination des différents services (autobus, taxi, autobus scolaire, organismes communautaires),
- Optimiser les infrastructures routières existantes,

Comment construire une matrice des objectifs de la mobilité durable et des effets ?

Tableau 14 : Construction d'une matrice des priorités pour la mobilité durable

Objectif PRIORITAIRE : Réduire les impacts de la voiture								
	Hypothèses	Environnement		Economie		Société		EVALUATION GLOBALE
		Effets	Objectifs secondaires	Effets	Objectifs secondaires	Effets	Objectifs secondaires	
	Scénario technologique							
	Scénario tarification							
	Scénario rationnement							

La question est de savoir dans un premier temps quels sont les indicateurs actuellement existants pour mesurer la mobilité, il s'agira ensuite de les insérer dans des scénarios et de mesurer leurs évolutions, afin d'en estimer *in fine* leur durabilité. Comme nous l'avons vue, la mesure de la durabilité dépend du territoire étudié. Comme notre propos est de mesurer la mobilité durable, le territoire étudié sera la région, ce qui permettra de mesurer les effets sur l'urbain et sur l'interurbain.

Les indicateurs seront abordés en terme de système d'indicateurs, celui-ci sera alors multidimensionnel intégrant les dimensions économique, sociale et environnementale. On s'attachera à vérifier leur **faisabilité** (disposons nous des informations nécessaires pour les construire ?), leur **reproductibilité** (la situation étudiée est-elle généralisable à d'autres territoires ?), leur **lisibilité** et leur **pertinence** à l'égard de ce que l'on veut mesurer. NICOLAS J-P., POCHET P., POIMBOEUF H. [2002]⁶⁵, montrent en effet que :

- ➡ La pertinence du système d'indicateurs renvoie aux situations observées et aux enjeux soulevés en termes de mobilité. Elle ne sera que partiellement atteinte, tant le fait de résumer les trois dimensions de la mobilité durable à quelques grandeurs est, forcément, indissociable d'une certaine réduction de la réalité observée.
- ➡ La cohérence des indicateurs est tout d'abord interne, puisqu'elle nécessite de prendre en compte, de façon si possible non redondante, les impacts du fonctionnement du système de transport concernant chacune des dimensions. Mais de plus, ces différentes conséquences, que l'on peut exprimer sous forme de coûts réels ou externes doivent, pour que l'évaluation ne soit pas tronquée, être mises en perspective avec les avantages procurés par les échanges quotidiens dans la ville, par les activités économiques, et l'insertion sociale ainsi permises... Ces avantages sont relatifs et difficiles à quantifier (vitesse, souplesse, possibilité de rejoindre des espaces disjoints dans un cadre quotidien).
- ➡ La reproductibilité spatiale à pour but de mettre en perspectives des différences de contexte, d'urbanisme, de politique de transport, et en imaginer les conséquences en termes de "durabilité" et la reproductibilité temporelle à pour but de mesurer pour un même contexte urbain, les évolutions en matière de déplacements, de trajectoires, ceci afin de mesurer les évolutions et d'en évaluer leur orientations vers la durabilité.

Gilles SENECHAL [2001] propose des critères généraux de sélection qui sont les suivants : la validité scientifique, la pertinence sociale, la portée environnementale et l'accessibilité des données. De plus, les critères doivent être reliés à un objectif, non liés à des programmes d'aide (assurance-chômage...) et doivent mettre en relief les effets des activités humaines et de l'état de l'environnement naturel.

MACLAREN et coll. [1995] donne une série plus exhaustive de dix-sept critères pour être efficace et pour choisir des indicateurs qui soient valables.

⁶⁵ NICOLAS J-P., POCHET P., POIMBOEUF H., (2002), *Mobilité urbaine et développement durable : quels outils pour quels enjeux ?* in Les Cahiers Scientifiques du Transport n°41/2002, pp. 53-76.

Ceux-ci correspondent aux critères potentiels suivants :

Validité scientifique et rigueur théorique	<i>L'indicateur est-il valable d'un point de vue scientifique?</i>
Représentativité	<i>L'indicateur représente-t-il ou décrit-il efficacement la question ou un vaste ensemble d'états environnementaux?</i>
Sensibilité	<i>L'indicateur permet-il de distinguer entre, d'un côté, la situation ou le cycle normal, et de l'autre, l'éloignement ou le rapprochement par rapport à l'état de durabilité?</i>
Pertinence en regard des buts énoncés	<i>L'indicateur est-il pertinent par rapport à la vision de la durabilité, à l'aire géographique concernée et aux besoins des utilisateurs potentiels?</i>
Exactitude	<i>L'indicateur est-il fondé sur des données exactes?</i>
Accessibilité et disponibilité des données	<i>Existe-t-il des données pertinentes pour l'indicateur et pouvons-nous les obtenir?</i>
Compréhension pour les utilisateurs potentiels	<i>L'indicateur est-il significatif ou important pour les utilisateurs visés?</i>
Capacité de discerner promptement les changements potentiels	<i>L'indicateur permet-il de prévoir les situations futures ou de fournir un "prompt avertissement"?</i>
Comparabilité aux seuils et cibles	<i>L'indicateur permet-il de mesurer les progrès réalisés vers l'atteinte des cibles de durabilité?</i>
Comparabilité aux indicateurs élaborés par d'autres organismes	<i>L'indicateur permet-il d'établir des comparaisons avec des mesures effectuées dans d'autres municipalités ou zones urbaines?</i>
Rentabilité de la cueillette et utilisation d'indicateurs	<i>Quels coûts comportent l'utilisation d'indicateurs?</i>
Clarté	<i>L'indicateur peut-il être interprété de plusieurs façons?</i>
Attrait pour les médias	<i>Les médias communiqueront-ils l'indicateur au grand public?</i>
Intégration des facteurs environnementaux, sociaux et économiques	<i>L'indicateur permet-il de saisir les liens entre les trois volets de la durabilité?</i>
Capacité d'intégrer les aspects sociaux, économiques et environnementaux des états au sein d'une population ou d'une région géographiques.	<i>L'indicateur permet-il de saisir efficacement les conséquences de la répartition?</i>
Concentration des liens entre les indicateurs et la réponse à la question suivante : "Si un indicateur atteint un certain niveau ou est établi à un certain niveau, quel sera le niveau d'un indicateur associé à l'avenir?"	<i>L'indicateur est-il prospectif et pertinent par rapport au principe de durabilité qu'est l'équité intergénérationnelle?</i>
Capacité de discriminer entre les sources et les conséquences locales et non locales	<i>L'indicateur permet-il de repérer les sources de pollution affectant une zone urbaine mais hors du contrôle de cette zone?</i>

David DILKS dans le compte rendu de l'atelier sur la mesure de la durabilité urbaine [1996] définit six types d'indicateurs :

Prévisionnels ou prospectifs	<i>Font appel à des techniques de prévision pour décrire l'état futur et l'évolution de variables servant à mesurer l'environnement, l'économie et la société. Ils aident à mesurer les progrès réalisés vers l'équité intergénérationnelle.</i>
Rétrospectifs	<i>Mettent l'accent sur le passé et procurent des renseignements indirects concernant la durabilité à l'avenir</i>
Objectifs.	<i>Peuvent facilement être quantifiés et mesurés.</i>
Subjectifs	<i>Constituent essentiellement des évaluations de la satisfaction d'une personne concernant certains aspects de l'environnement construit, de l'environnement naturel, de l'économie et de la réalité sociale.</i>
Intrants et extrants	<i>Peuvent être regroupés selon leur nature, par exemple en ce qui a trait aux soins de santé : les intrants sont le nombre de lits dans les hôpitaux et les extrants, le taux de mortalité infantile.</i>
Composites	<i>Consistent en une combinaison de plusieurs indicateurs individuels ou groupes d'indicateurs.</i>

- A - Approche conceptuelle des indicateurs de mobilité durable

Les indicateurs permettant de dresser le portrait d'une situation à un moment t ne seront évidemment pas exhaustifs. En revanche, ces indicateurs environnementaux, économiques et sociaux doivent permettre d'orienter ou de réorienter les politiques en matière de transport, afin que celles-ci soient considérées comme plus durables. Nous l'avons vu, le concept de durabilité est difficile à définir, les évolutions des indicateurs et leur caractère durable ou non seront bien entendu relativement subjectifs. Il faut néanmoins tenter de délimiter des seuils d'alerte quant à leur durabilité.

Ici nous aborderons la durabilité sous un angle sectoriel (le transport et la mobilité), cette approche n'en n'est pas moins multidimensionnelle (facteurs environnementaux, économiques et sociaux), et nous tenterons de définir un ensemble d'indicateurs permettant d'évaluer, dans un cadre national, la situation du secteur des transports dans une perspective de durabilité. Les indicateurs descriptifs de la situation du secteur s'attacheront à être synthétiques, pertinents, mesurables (quantitativement / qualitativement) disponibles et récurrents.

Pour transposer la définition classique de la durabilité à l'analyse sectorielle de la mobilité, nous dirons que celle-ci implique de développer des systèmes de transport qui maintiennent ou améliorent la qualité de vie des générations actuelles tout en préservant à long terme les écosystèmes, sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leur propre besoin de mobilité. Au vu de la complexité de la définition nous parlerons plutôt de transports durables, sous-entendu comme un système complexe, relevant d'arbitrages entre des préoccupations sociales (accessibilité, équité, santé, qualité de vie...,) environnementales (émissions de polluants, bruits, biodiversité, écosystèmes...,) et économiques. Ainsi, aborder la question des transports durables renvoie à une logique de projet de long terme, de processus évolutif.

Les stratégies de transports durables supposent une harmonisation non seulement des objectifs de durabilité, mais mettent en œuvre tout un panel de mesures de régulations : juridiques, organisationnelles... Les objectifs de durabilité doivent faire l'objet d'un consensus général auprès des différents acteurs de la sphère décisionnelle notamment, et nécessite alors de hiérarchiser les priorités tout en tenant compte des interrelations et les imbrications existantes entre celles-ci. Des indicateurs simples et quantifiables seront d'autant plus efficaces pour la prise de décision.

Les différentes questions auxquelles doivent répondre les indicateurs :

- L'indicateur est-il représentatif de problématiques nationales ?
- L'indicateur est-il pertinent pour évaluer la situation ?
- L'indicateur est-il récurrent, et pourra t-on comparer les situations dans le temps ?
- L'indicateur est-il sensible aux changements de l'environnement et des conditions socio-économiques ?
- L'indicateur est-il scientifiquement valide ?
- L'indicateur est-il mesurable ?
- L'indicateur est-il disponible ? A quel coût ?
- L'indicateur est-il interprétable ?
- L'indicateur peut-il être comparé à une valeur de référence ?

Si la démarche semble claire, il n'en reste pas moins que l'action reste difficile. En effet, si les indicateurs économiques (coûts - avantages) et environnementaux sont relativement faciles à identifier, à construire et à comparer dans le temps et dans l'espace et à interpréter, la construction des indicateurs sociaux sont eux plus difficiles.

- B - *Approche méthodologique des indicateurs de mobilité durable*

Pour construire les batteries d'indicateurs susceptibles d'évaluer la mobilité durable, le champ d'analyse se limitera pour l'instant à la demande de déplacements locaux, c'est-à-dire les déplacements effectués par les personnes et les marchandises à l'intérieur de leur région urbaine, nous tenterons par la suite une extrapolation vers les déplacements interurbains de personnes et de marchandises. Nous tenterons également de construire des indicateurs qui soient à la fois accessibles, interprétables facilement et transposables à différentes catégories de population et d'acteurs. Ces indicateurs permettront alors d'évaluer et de comparer (comparaisons relatives) différents scénarios d'évolution de la mobilité.

La construction des indicateurs nécessite de distinguer les comportements de déplacements d'une part, qui permettent de mettre en évidence les contraintes spatiales et monétaires des individus et alors de connaître sous quelles contraintes se forme la demande de transport ; et d'autre part le marché des déplacements qui permet alors de mesurer l'offre de transport défini en fonction des caractéristiques spécifiques (modes, motifs, temps de déplacements) et de types d'usagers (CSP). Il s'agira alors de comprendre quelles sont les interactions et les éventuelles contradictions.

La plupart des critères sont élaborés à partir d'indicateurs mesurables (quantifiables et/ou monétarisables). Ainsi, les effets de la mobilité sur l'environnement peuvent être mesurés par des impacts variables, tels que la consommation d'énergie, les émissions de gaz à effet de serre et les autres substances polluantes, l'occupation de l'espace (circulation et stationnement). Les impacts économiques sont également des indicateurs mesurables, généralement monétarisés, tels que l'évolution du PIB, les impacts sur l'emploi... D'autres critères sont en revanche relativement subjectifs, parce qu'ils ne sont pas explicitement mesurables. Ainsi, certains indicateurs, plus qualitatifs sont du domaine du ressenti, du perçu et du vécu. C'est l'une des raisons pour lesquelles les indicateurs sociaux sont les plus difficiles à construire.

a - Les indicateurs environnementaux

Les conséquences de la mobilité sur l'environnement sont nombreuses, et la plupart du temps mesurables. Certaines d'entre elles restent néanmoins latentes sans réelle connaissance des effets. Ainsi, le principe de précaution, sujet polémique, reste l'une des mesures favorisées pour pallier les éventuelles conséquences. Les effets sur l'environnement sont en général représentés par les nuisances exercées par les activités de transport sur la sphère écologique, avec des incidences sur la santé notamment. On dénombre alors les consommations d'énergie, les émissions de gaz à effets de serre et les autres polluants atmosphériques, la consommation d'espaces (routes, infrastructures, stationnements...)

b - Les indicateurs économiques

Les indicateurs économiques sont en général mesurables et monétarisés. La monétarisation des effets permet alors de mieux appréhender les comportements en matière de déplacement, de les évaluer et de comparer leurs évolutions.

c - Les indicateurs sociaux

Les impacts sociaux ne sont pas quantitativement mesurables, ils appartiennent en large partie au domaine du qualitatif, du subjectif et du ressenti. L'évaluation sociale, puis socio-économique des politiques de transport est alors un exercice difficile qui renvoie d'une certaine manière à la compréhension de l'utilité collective et à sa redistribution. En effet, une analyse simple de type

coûts / avantages établi un bilan global sans tenir compte des variations de l'utilité collective et des disparités dans la distribution individuelle des agents. Une analyse désagrégée est alors nécessaire à la compréhension des impacts sociaux de la mobilité durable. Caroline GALLEZ [2000⁶⁶] recense plusieurs types d'indicateurs sociaux :

- les **indicateurs de dispersion** des circulations en fonction du budget / distance permettent d'une part de montrer les éventuels phénomènes de concentration, reflet d'inégalités importantes, et d'autre part les impacts des taxations de l'usage de la voiture ; le croisement des impacts environnementaux par zone et la densité de l'habitat permet alors d'évaluer les taux d'exposition des populations résidentes ;
- les **indicateurs de redistribution** permettent d'évaluer comment les éventuelles tarifications sont transférées de la sphère publique vers la sphère privée et à quelle tranche de revenus elles profitent le plus ;
- les **indicateurs de disparité** sociale de l'accessibilité permettent d'évaluer le profil social des quartiers desservis par les transports collectifs et les différences d'accessibilité en centre-ville.

Tableau 15 : Cadre général des indicateurs d'évaluation

	PROGRAMMES D'ACTIVITÉ, DISTANCE ET TEMPS	IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT	COÛTS MONÉTAIRES ET FINANCEMENT	ACCESSIBILITÉ
INDIVIDUS, MÉNAGES	Nombre de déplacements (global, par mode et motif) Budget distance (global, par mode et motif) Budget-temps (global, par mode et motif) Vitesse moyenne (globale, par mode) Taux de chaînage des déplacements	Budget énergie transport (global, par mode et motif) Budgets émissions de polluants (global, par mode et motif) Consommation d'espace (globale, par mode)	Budget monétaire transport Coefficient budgétaire des déplacements Répartition coûts fixes/coûts variables Part des taxes dans le coût total	Accès aux modes (détention du permis, nb de voitures du ménage, distance/TC) Accessibilité aux emplois, services, commerces (nombre d'emplois/aménités accessibles en un temps donné)
	<i>Variables discriminantes</i> : caractéristiques individuelles ou du ménage (sexe, position dans le cycle de vie, CSP, revenu, type de ménage, taux de motorisation, ...), caractéristiques du lieu de résidence (zone de résidence, densité, type d'habitat), accès aux modes de transport (taux de motorisation, distance/TC)			
MARCHÉ DES DÉPLACEMENTS <i>... aux disparités sociales</i>	Répartition du nombre de déplacements Répartition spatiale des circulations	Bilan énergétique Bilans émissions de polluants Espace consommé (en stationnement ou en circulation)	Dépenses totales pour les déplacements Revenu fiscal Partage des dépenses entre public et privé	Indicateurs d'accessibilité en un point donné (traçé d'isochrones, accessibilités gravitaires)
	<i>Variables discriminantes</i> : modes, tranches horaires, motifs, types de liaison, zones traversées, ...			
	Caractéristiques de la distribution des circulations selon les catégories d'usagers	Disparités sociales dans le taux d'exposition aux nuisances (ex : croisement entre densité d'habitat et densité d'émissions dans une zone)	Indicateurs de redistribution des politiques tarifaires ou des taxes (transferts du public vers le privé selon les modes et les catégories d'usagers)	Disparités sociales de l'accessibilité à un type d'équipement ou à une zone donnée
<i>Variables discriminantes</i> : localisation résidentielle x catégorie sociale				

Source : Caroline GALLEZ [2000]

Caroline GALLEZ montre par ce tableau que le système d'indicateurs est construit grâce à une double logique qui permet de parvenir à un diagnostic (croisement des objets et des critères de l'évaluation). La lecture horizontale permet alors de passer de l'évaluation des critères les plus évidents vers l'évaluation des critères les plus complexes ; tandis que la lecture verticale permet de prendre en compte les différentes échelles d'analyse en mesurant tout d'abord les effets des comportements individuels (agrégés) et alors d'évaluer le marché des déplacements, puis dans un deuxième temps de considérer plus finement les catégories individuelles (désagrégées) pour évaluer les disparités sociales.

⁶⁶ GALLEZ C., (2000), Indicateurs d'évaluation des scénarios d'évolution de la mobilité urbaine, rapport de convention DTT-INRETS, PREDIT, recherches stratégiques, groupe "prospective".

De façon générale, les critères sociaux s'attachent à mesurer les inégalités sociales. La question est alors de savoir comment appréhender les inégalités sociales, comment les mesurer ? comment les rendre objectives ?

Le capital dont dispose les individus sert généralement de référence pour construire les indicateurs d'inégalités sociales. Le capital au sens général est composé du capital économique (revenus...), du capital social (relations sociales...), du capital culturel (savoirs, qualifications...) et du capital santé (âge, conditions physiques et environnement sanitaire) [HERIN, 2003 ⁶⁷]. L'auteur montre qu'il existe en général une interdépendance entre la disposition et l'utilisation des différents capitaux : les revenus les plus aisés disposant en principe du capital économique, social, culturel et sanitaire, ce qui revient à classer les individus en classes sociales. Aucune de ces notions de capital ne renvoie explicitement à la notion de capital spatial, et l'on ne peut déduire formellement les relations entre les capitaux évoqués et la maîtrise des espaces urbains par les individus et / ou les groupes sociaux. Evidemment, le capital économique détermine le capital foncier dont disposent les ménages (bien qu'il y ait une différence à faire entre revenus et patrimoine), mais le capital spatial détermine également l'accès aux activités économiques, aux loisirs...

2.4 Scénarios politiques et perspectives de la mobilité durable

2.4.1 Des scénarios politiques pour une prospective de la mobilité durable

Comme le montre la partie précédente, la définition des indicateurs de la mobilité durable demeure une tâche délicate. Il n'est donc pas possible de se lancer dans une démarche prospective en partant de l'hypothèse selon laquelle nous savons ce qui doit être fait. Nous sommes au contraire dans une situation d'incertitude, tant sur les objectifs à atteindre que sur les moyens adéquats pour y parvenir. Nous sommes donc dans une situation de type politique, c'est-à-dire une situation marquée par une indétermination des préférences collectives, alors même que la collectivité a un besoin urgent de définir ce qu'elle entend par le "bien commun" ou "l'intérêt général". Dans ce sens, comme l'indique Paul RICOEUR lorsqu'il commente les travaux de Hannah ARENDT, la politique est une "entreprise de stabilisation de la vie en commun d'être mortels (...) ; des êtres mortels qui pensent l'éternité, mais ne jouissent pas de l'immortalité, tels sont ces êtres qui, par un projet politique, se donnent la seule mesure d'immortalité historique qui leur soit accessible"⁶⁸.

Les questions posées par les préoccupations environnementales, celles du développement durable en général et de la mobilité durable en particulier, sont donc des questions politiques au sens le plus noble du terme, celui qui vient d'être rappelé ci-dessus. Mais pour bien comprendre ce que signifie pour P. RICOEUR l'indétermination *a priori* des préférences collectives, il faut rappeler le sens qu'il donne au mot pouvoir et la façon dont il le distingue du recours à la violence. Il rappelle notamment qu'il est fait trop souvent un usage abusif de la formule de Max WEBER selon lequel le pouvoir politique détient "le monopole de la violence légitime". Il est nécessaire de relativiser ce point de vue, ou plutôt les conclusions que l'on en tire implicitement. Ainsi, en matière de développement et de mobilité durable, le risque serait de considérer que tous les problèmes viennent de "l'absence de courage" des politiciens qui ne sauraient pas imposer les mesures nécessaires⁶⁹ ; ou qui au contraire se laisseraient entraîner à prendre des décisions soutenues par une minorité aussi activiste qu'irresponsable⁷⁰. Ces deux positions

⁶⁷ HERIN R., (2003), *Inégalité sociales*, CRESO, Université de Caen, ESO, n°20, Octobre 2003, 6 p.

⁶⁸ RICOEUR, P. (1991), *Lectures 1, autour du politique* ; Editions du Seuil, Paris, 1991

⁶⁹ On est alors en présence d'une position plutôt "écologiste".

⁷⁰ On reconnaît ici une autre position de principe, celle-ci "anti-écologiste"

renvoient en réalité à une vision simplificatrice du pouvoir politique, fondée sur le recours à la violence légitime.

Se limiter à une telle vision du pouvoir revient à se concentrer sur la phase ultime du processus politique, celle qui conduit, une fois défini l'intérêt général, à imposer telle ou telle mesure considérée comme bonne en soi. Or, ce qui nous intéresse dans le processus politique n'est pas en soi la décision, mais les étapes qui conduisent à orienter dans telle ou telle direction la définition du bien commun. Nous pouvons encore citer P. RICOEUR: "le pouvoir procède de l'agir en commun. (...) Le pouvoir existe quand les hommes agissent ensemble ; il s'évanouit lorsqu'ils se dispersent. (...) L'autorité, selon la formule, introduit dans le champ de l'action une relation non point certes de force, encore moins de violence, mais de médiation, qui, idéalement pensable comme délégation, s'autonomise en instance directe". Il est donc important de ne pas concevoir les politiques de mobilité durable comme la simple application par une autorité éclairée des bonnes mesures, celles qui s'imposent à la partie récalcitrante de la population. Il s'agit au contraire, par l'évocation même de la notion de mobilité durable, de redonner toute sa place au travail de médiation entre des points de vue et intérêts divergents.

C'est ici que nous avons besoin de revenir aux différentes approches du développement durable telles qu'elles ont été présentées dans la première partie. Comment en effet comprendre les différences entre les approches de l'économie standard, de l'Ecole de Londres ou de l'Ecole française si ce n'est en rappelant qu'en deçà des différences de méthodes, se situent des conceptions différentes du bien commun et de l'intérêt général à long terme. Là où l'économie standard raisonne en termes de maximisation du surplus, en recourant à la monétarisation, l'Ecole française dénonce un risque d'oublier les questions sociales et la situation à long terme de la collectivité. En revendiquant la multidimensionnalité de la vie économique et sociale, l'école française prend le contre-pied exact de l'économie standard, explicitement unidimensionnelle dans son raisonnement.

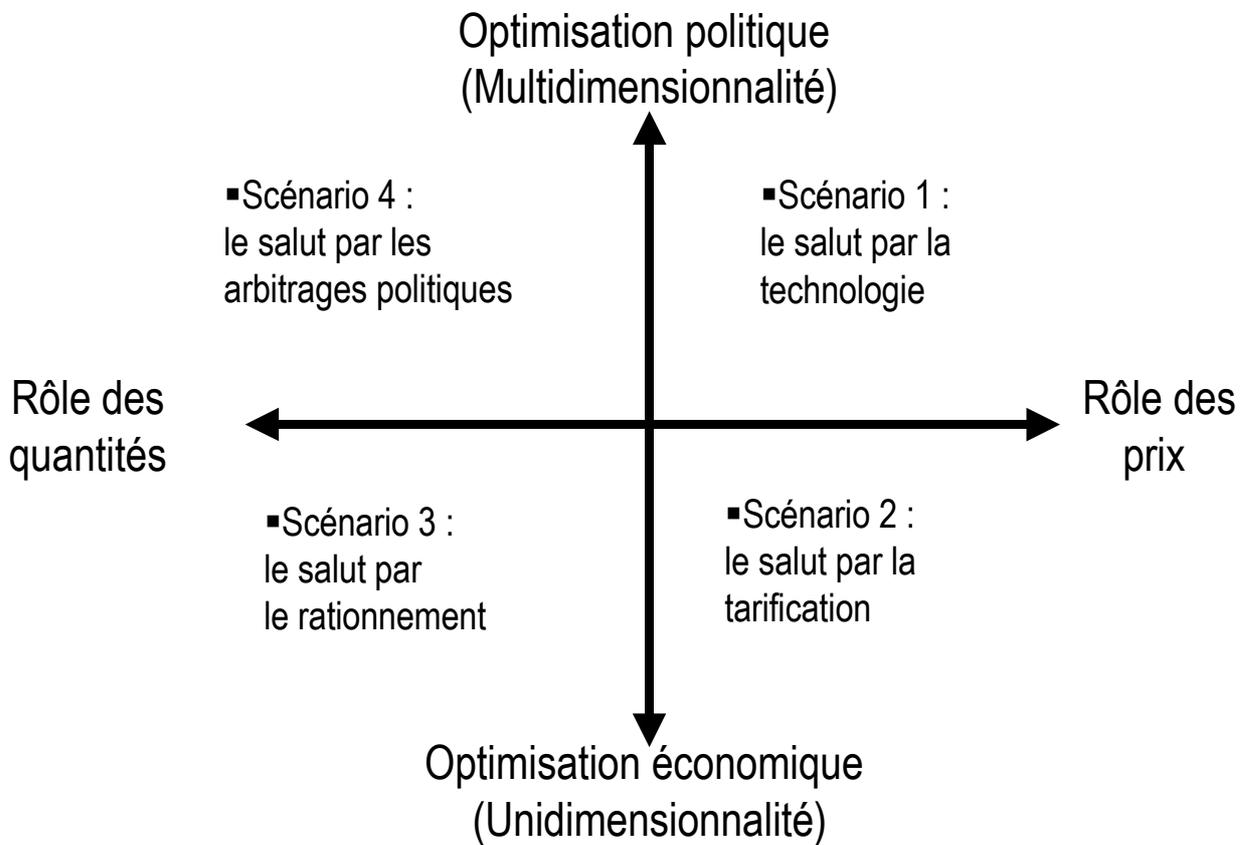
Même si, ce faisant, nous caricaturons quelque peu, nous sommes ainsi en présence de formes polaires d'optimisation. Si le choix collectif, comme le choix individuel, consiste dans la capacité à ordonner des préférences multiples, il est clair que l'optimisation purement économique recourt volontairement à un réductionnisme méthodologique (tout est réduit à une valeur monétaire), alors que l'optimisation politique reste largement multidimensionnelle. La plus grande habileté politique ne consiste-t-elle pas à introduire dans le débat telle ou telle dimension nouvelle qui, même si elle semble dans un premier temps accroître le risque d'indécidabilité, va ensuite permettre telle ou telle sortie de l'indétermination des choix collectifs.

A cette première opposition entre formes d'optimisation, nous pouvons en ajouter une autre, orthogonale, qui consiste à distinguer l'action sur les prix et l'action sur les quantités. Cette distinction typiquement économique s'impose dans la mesure où la question de la mobilité durable est bien une question économique, c'est-à-dire celle où se pose un problème de coordination des comportements des acteurs en présence d'un problème d'affectation des ressources rares. Mais cette façon économique de traiter un problème de rareté se pose aussi bien dans le champ propre de l'économie que dans celui du politique, car ce dernier, même s'il aime à jouer sur la multidimensionnalité du réel, doit souvent, *in fine*, trancher en privilégiant l'action sur les prix ou l'action sur les quantités.

Le croisement de ces deux oppositions (optimisation unidimensionnelle *versus* optimisation multidimensionnelle d'une part, action sur les prix *versus* action sur les quantités d'autre part) conduit au schéma suivant qui nous permet de situer les unes par rapport aux autres les trois approches "savantes" du développement durable mais aussi, et cela est primordial, l'approche "courante", celle qui se retrouve le plus fréquemment au "café du commerce", mais aussi dans les discours des divers groupes de pression : ceux qui ne voient dans le politique que l'instance chargé d'imposer au reste du monde les

"bonnes mesures", et qui trop de discours politiques cherchent à flatter en oubliant que le rôle de médiation du politique est au moins aussi important que le rôle de décision.

Figure 17 : Les scénarios de la mobilité durable urbaine



La figure ci-dessus n'a pas pour ambition de révolutionner la définition de la mobilité durable. Il cherche seulement à montrer que l'avenir n'est pas écrit. Aucune des quatre approches rappelées ci-dessus ne détient à elle seule la vérité. Même si chacune semble exclusive des autres, développant sa propre logique et mobilisant ses propres variables, chacune représente en réalité des conceptions différentes de la mobilité durable. Et ce qu'il adviendra des politiques en matière de mobilité ne sera pas le décalque d'une seule école de pensée, il résultera plutôt d'une hybridation des logiques, donnant à telle ou telle conception plus ou moins d'importance selon les lieux et les époques, mais dans des proportions changeantes. Pour le montrer, nous allons reprendre des travaux qui s'inscrivaient explicitement dans cette perspective politique, à savoir ceux du groupe de BATZ. Nous allons insister sur la dimension politique de ce travail de prospective. Puis, après avoir souligné comment les cinq scénarios du groupe de BATZ s'inscrivaient aisément dans le graphique ci-dessus, nous en étendrons l'application à la mobilité interurbaine, des personnes, puis des marchandises.

2.4.2 Les scénarios de la mobilité durable urbaine

Un exercice de prospective ne doit pas être confondu avec un travail de prévision. Si nous nous en tenions à cette dernière, nous aurions simplement repris des travaux antérieurs cherchant principalement à prolonger des tendances. La prévision a l'intérêt de rappeler les tendances lourdes qui, dans le domaine qui nous occupe, sont bien connues : poursuite d'une croissance de la mobilité supérieure à la croissance économique, accroissement de la part de marché des déplacements en voiture et, symétriquement, faible recours aux transports en commun et aux modes autogènes (vélo, marche à pied, rollers...).

La prospective s'impose à ce stade car il faut interroger les multiples implications des tendances repérées par la prévision. Exprimé d'une autre façon, cela revient à s'interroger sur la soutenabilité des tendances et sur les inflexions envisageables.

Le travail de prospective consiste donc à prendre en compte les ruptures probables dans les tendances actuelles. Non pas pour prédire l'avenir, mais pour se doter d'un cadre d'intelligibilité capable de mettre en lumière d'une part les mutations potentielles dans les contraintes qui pèsent sur la mobilité des biens et des personnes ; et d'autre part les leviers sur lesquels les politiques publiques pourraient agir pour tenir compte de cette nouvelle donne. Dans cette optique, les exercices de prospective se traduisent généralement par la constitution de scénarios. Leur principal intérêt n'est pas la capacité prédictive, mais la dimension politique au double sens de ce terme : la politique comme lieu de détermination des grandes orientations collectives et la politique comme programme d'action dans un domaine donné. En d'autres termes, les scénarios doivent être capables de mettre en lumière les enjeux politiques des évolutions en cours en matière de mobilité urbaine, et les moyens d'y faire face.

Pour montrer la continuité étroite existant entre la matrice des scénarios du groupe de BATZ et notre propre présentation des diverses conceptions du développement durable, reprenons le raisonnement même du groupe de BATZ et voyons comment il conduit à l'autre interprétation que nous en faisons.

Le groupe de BATZ insistait déjà sur le rôle clé de la prospective : faire émerger ce que pourraient être dans le futur les ruptures par rapport aux tendances actuelles. Dans cette optique, la constitution de scénarios vise non pas à prédire l'avenir mais à prendre en compte la dimension politique du futur, au double sens de ce terme : la politique comme lieu de détermination des grandes orientations collectives et la politique comme programme d'action dans un domaine donné ⁷¹. En d'autres termes, les scénarios du groupe de BATZ mettent en lumière les enjeux politiques des évolutions en cours en matière de mobilité urbaine, et les moyens d'y faire face.

En se concentrant sur les ruptures, c'est-à-dire non pas tellement sur les chocs externes plus ou moins aléatoires (guerre, épidémie, chaos politique...) mais sur ce qui rend impossible la simple continuation des tendances passées, le groupe de BATZ a établi deux lignes de démarcation qui pourraient caractériser l'évolution des choix collectifs (*politics*) et des politiques publiques (*policy*) qui en découlent..

- ➡ La première s'interroge sur la rupture éventuelle sur l'objectif de l'accès pour tous à une mobilité forte, voire croissante comme c'est le cas depuis des dizaines d'années ? Va-t-on s'engager dans une remise en cause de la "valeur" mobilité en zone urbaine ? De façon volontairement caricaturale, les scénarios s'inscrivent dans une réponse négative ou positive à cette question.
- ➡ La seconde ligne de démarcation provient des différents moyens utilisés pour atteindre les objectifs choisis. Là encore, deux grandes variantes apparaissent. Soit est privilégié un recours préférentiel à des processus collectifs et aux organisations. Soit, au contraire, la tendance individualiste des sociétés modernes sera confirmée et les politiques publiques (*policy*) s'appuieront essentiellement sur des incitations individuelles.

En croisant deux à deux les lignes de démarcation et leurs choix binaires, le groupe de BATZ obtient le tableau ci-dessous [: *Quatre caricatures des politiques de la mobilité urbaine à l'horizon 2020*] qui résume les quatre scénarios clés. Comme le veut la logique même de leur construction, ils représentent quatre caricatures dont les traits sont volontairement grossis pour bien souligner que l'avenir n'est pas écrit d'avance.

⁷¹ La langue anglaise dispose de deux termes différents pour désigner ces deux dimensions de la politique, respectivement "*politics*" et "*policy*".

Tableau 16 : Quatre caricatures des politiques de la mobilité urbaine à l'horizon 2020

Les programmes (policy)	Recours préférentiel aux organisations et à des processus collectifs de régulation	Recours préférentiel aux marchés et à des incitations individuelles
Les choix collectifs (politics)		
Maintien, voire accroissement de la mobilité des personnes et des marchandises	<u>Scénario 1</u> "Volontarisme technologique" homo technicus	<u>Scénario 2</u> "Connaissance des coûts et Vérité des Prix" homo oeconomicus
Recherche d'une réduction de la mobilité des personnes et des marchandises	<u>Scénario 4</u> "Maîtrise de la mobilité par une transaction urbaine" homo politicus	<u>Scénario 3</u> "Maîtrise de la mobilité par des transactions privées" homo contractor

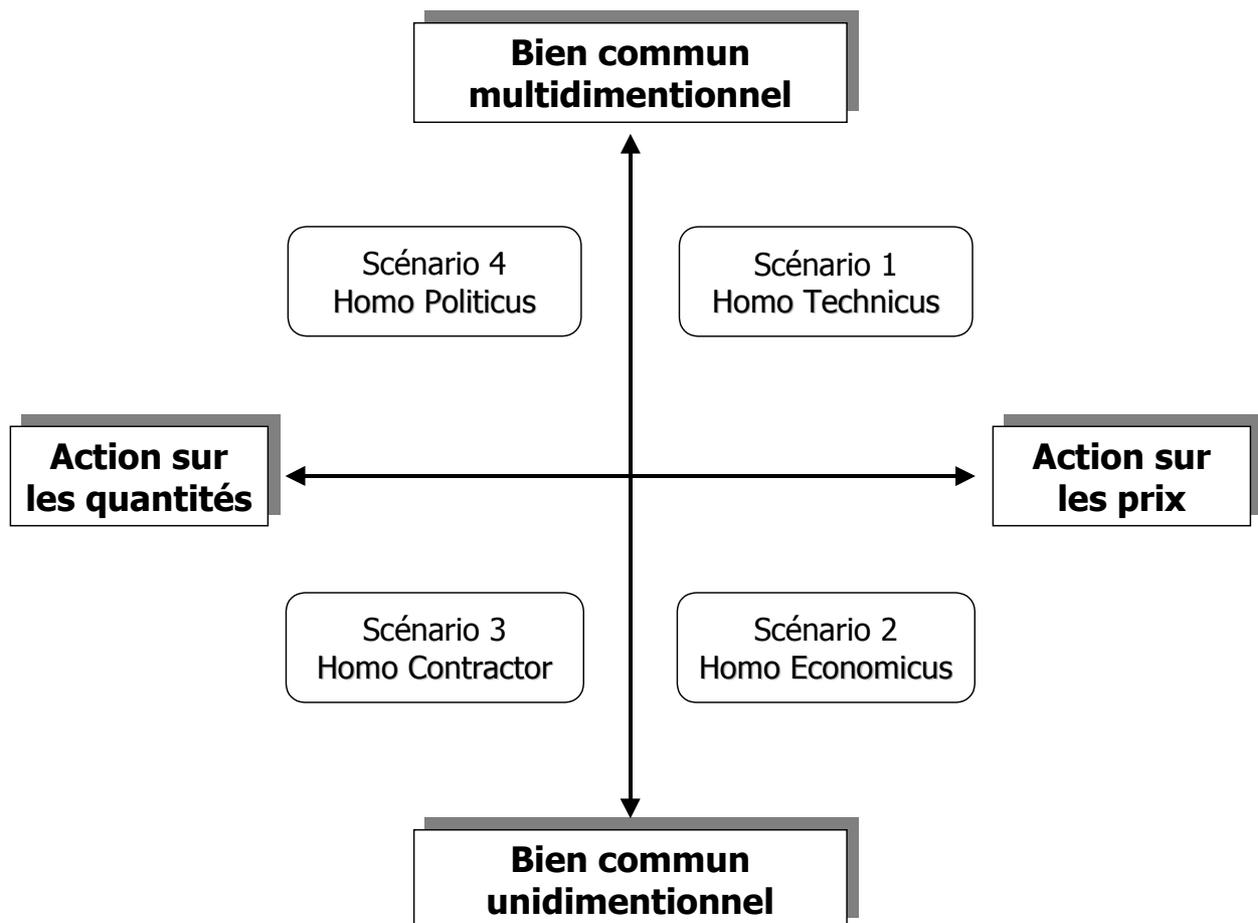
Cette matrice peut être relue en la transposant dans le graphique précédent, dans le but de raisonner en termes de ruptures.

Il doit être clair que chaque scénario n'est pas seulement l'intersection entre un choix politique et un programme d'action. Par sa façon même de combiner les objectifs et les moyens, un scénario renvoie à l'un ou l'autre des grands mythes fondateurs des sociétés modernes. Nous considérons ici le mythe au sens fort, et non pas péjoratif, du terme. Comme l'a montré Paul VEYNE ⁷², pour les Grecs, ce n'est pas parce que le mythe est irréaliste qu'il doit être négligé. Par sa force d'évocation et par sa capacité à donner du sens, le mythe a au contraire un rôle fondateur qui donne à toute démarche s'y référant à la fois des racines et un horizon. Dans le cas qui nous occupe il est clair que nous sommes en présence de quatre visions de l'Histoire moderne.

C'est là que nous retrouvons notre propre grille de lecture en quatre approches du développement durable.

Il est clair que **le scénario 1** est celui qui s'inscrit le plus dans la continuité des tendances passées (et présentes) : La mobilité doit pouvoir se développer et, pour cela, il privilégie le développement des techniques comme source du dynamisme et mode essentiel de résolution des conflits. Et comme les techniques ne surgissent pas seulement du génie de quelques ingénieurs, il est nécessaire de mettre en place un accompagnement sous forme de volontarisme qui passe essentiellement par des aides financières car comme le veut l'adage populaire, l'argent est le nerf de la guerre. Il faut aider les chercheurs et techniciens à franchir la "frontière" du progrès technique. C'est la seule rupture envisagée. Nous sommes donc dans le cadran nord-est de notre grille de lecture de la mobilité durable.

⁷² Paul Veyne, Les Grecs ont-ils cru à leurs mythes ? A cette question qui sert de titre à l'ouvrage, la réponse de P. VEYNE peut se résumer ainsi : ils y ont cru car ils savaient qu'il s'agissait de mythes !

Graphique 9 : Scénarios du groupe de BATZ et grille de lecture de la mobilité durable

Le scénario 2, inspiré par l'économie standard, se situe très logiquement dans le cadran sud est du graphique. Il insiste sur l'importance du signal prix et de la vérité des prix pour susciter le bon comportement des usagers. C'est une première rupture, forte, par rapport à la tendance actuelle de non-transparence des coûts et des subventions à la mobilité. Autre source de rupture, on passe d'une approche collective à un système d'incitations individuelles recourant largement aux prix. Si l'objectif demeure donc le maintien de la mobilité, il s'agit ici de sélectionner les formes de mobilité qui ont la disposition à payer la plus forte. Dans ce but, la mise en place de péage urbains, sous différentes formes (péage de congestion, péages de zone...), doit être à la fois un outil privilégié et, comme ils n'existent pas encore, ou très localement, un objectif intermédiaire des politiques de transport.

Le scénario 3 se réfère, comme le précédent, à la dimension unidimensionnelle du bien commun chère aux économistes. Cependant, dans une perspective inspirée par l'école de Londres, la tarification n'est pas suffisante pour orienter les comportements dans un sens collectivement et individuellement performant. Nous nous déplaçons donc vers le quadrant sud-ouest de la grille de lecture. Compte tenu des contraintes environnementales de plus en plus prégnantes, une autre rupture s'impose : le recours au rationnement, à la limitation physique des quantités disponibles. Face à la rareté des sources d'énergie la rupture fondamentale concerne l'acceptation d'une réduction de la mobilité. Il en découle une autre rupture, sur les moyens à mettre en œuvre. Les prix ne peuvent à eux seuls aider à atteindre un tel objectif, et il faut recourir à un marché des droits à circuler, forme urbaine des marchés de permis d'émission négociables. La mise en place de tels marchés dans des domaines bien ciblés où une expérimentation est possible constitue ici une forme de transition vers cette forme de mobilité durable.

Le scénario 4, concrétisation des divergences culturelles traditionnelles entre le monde anglo-saxon et le monde latin, préfère se placer d'emblée dans le quadrant nord-ouest puisqu'il considère comme majeure la dimension politique des choses. Acceptant, comme le scénario 3, une nécessaire réduction de la mobilité, il préfère que l'éventuel rationnement de la mobilité ne soit pas abordé sous son seul angle économique. Car la mobilité ne répond pas à un besoin que l'on peut satisfaire simplement sur un marché, quelle que soit sa forme. Elle ne peut se comprendre *et a fortiori* se transformer qu'en prenant en compte les conflits d'intérêts qui la traversent et leur mode de résolution. Choisir une certaine forme de mobilité, c'est choisir une certaine forme d'armistice social, capable de déboucher sur une dynamique collective. Il faut donc ici rompre tant avec la vision des ingénieurs (le salut par la technologie) qu'avec la vision des économistes (le salut par le marché), et aborder d'emblée les politiques de mobilité comme un compromis entre des objectifs différents (activité économique, protection de l'environnement, valorisation du patrimoine urbain, considérations d'équité) et une grande diversité de moyens (tarification, offre de TC, action sur les vitesses, les localisations etc...).

La réinterprétation globale que nous venons de faire des scénarios du groupe de BATZ, débouche sur une autre approche, plus détaillée, consistant à réinterpréter également le contenu des scénarios. Sans changer les éléments propres à chacun d'eux, nous nous rendons compte qu'ils peuvent être organisés de façon à mettre en valeur le rôle du concept de mobilité durable dans la détermination des choix collectifs. Pour ce faire, nous pouvons distinguer quatre catégories principales dans chaque scénario, en réponses à quatre questions clés :

1. Quelles sont les ruptures envisagées par le scénario ?
2. Quels sont les objectifs majeurs qui en découlent ?
3. Quels sont les principaux outils, et notamment les nouveaux outils à mettre en œuvre ?
4. Quelles sont les transitions à envisager pour que ce type de scénario devienne, fut-ce pour partie, réalisable ?

Comme on peut le voir ci-dessous, le concept de mobilité durable est alors clairement exprimé dans le champ politique d'abord sous la forme de choix de société majeurs (les ruptures). Il ne s'agit pas ici de dire si a priori telle ou telle orientation est préférable mais, encore une fois, d'ouvrir le champ des possibles. Ainsi, même si aujourd'hui le troisième scénario paraît fort improbable, il faut néanmoins l'explorer car les contraintes énergétiques, environnementales et spatiales pourraient se révéler telles qu'elles le rendrait nécessaire. Il s'agit donc d'éclairer la décision publique en rappelant que l'histoire est faite de continuités mais aussi de ruptures. Pour s'y préparer, les colonnes suivantes du tableau synoptique décline les objectifs associés à chaque grande rupture, les instruments les plus appropriés et les voies possibles de leur mise en place.

Cette colonne sur les chemins de la transition est importante car elle ouvre la porte à des expérimentations qui aideront les politiques de mobilité durable à appliquer une forme de principe de précaution que les économistes appellent "regret minimum". L'idée est que face à une situation d'incertitude, il faut se donner les moyens d'être prêts face à d'éventuelles ruptures, quelles qu'elles soient. Ne sachant pas de quoi demain sera fait, il ne faut pas regretter d'avoir négligé une piste. Pour cela, même si cette tradition est encore peu ancrée en France, il est important que des expérimentations puissent se mettre en place et cela dans le plus grand nombre de domaines. Il est donc aussi important de tester de nouveaux véhicules propres que de mettre en place des expérimentations de tarification intégrée des déplacements en zone urbaine (avec péage urbain par exemple).

Tableau 17 : Tableau synoptique des quatre scénarios de la mobilité urbaine

	Ruptures	Objectifs majeurs	Outils principaux	Transition
Homo technicus	Nouvelles technologies (moteurs et carburants pour la VP ; confort, vitesse et coût pour les TC)	Obtenir un découplage entre croissance des trafics et coûts externes	Dépenses de recherche et incitations réglementaires et financières à la diffusion du progrès technique	Expérimentation de nouveaux produits (véhicules propres, TC et VP, technologies nouvelles...)
Homo oeconomicus	En finir avec le subventionnement de la mobilité	Connaissance des coûts internes et externes et vérité des prix	Tendances à la réduction des coûts des transports publics. Taxation de la VP, péages, vignettes urbaines...	Expérimentation de la tarification intégrée des déplacements en zones urbaines et périurbaines
Homo contractor	Inscrire définitivement la mobilité urbaine dans un contexte de rareté absolue	Fixer un plafond au nombre quotidien de déplacements motorisés en zone urbaine et périurbaine	Mettre en place des droits à circuler en VP et un marché de ces droits à circuler	Expérimenter localement un marché des droits, par exemple pour les livraisons en centre-ville
Homo politicus	Inscrire les droits et devoirs de la mobilité dans un "nouveau contrat social urbain" limitant l'usage de la vitesse automobile	Atteindre une nouvelle organisation des budgets temps et des localisations des individus. Non pas pour une ville à haute densité, mais pour une mobilité rationalisée	Jouer sur l'évolution différentielle des vitesses des différents modes par le biais de schémas d'accessibilité urbaine et périurbaine à moyen terme	Expérimenter localement non seulement les "zones 30" dans hyper-centre mais des routes et autoroutes périurbaines apaisées (50 ou 70 maxi) avec voies réservées au bus

Mais il ne faut pas s'en tenir là, un marché des droits à circuler devrait également être testé dans certaines zones urbaines très denses et, dans le même ordre d'idées, il faut que des agglomérations puissent expérimenter ce que certaines appellent déjà les autoroutes apaisées. L'idée générale ici est de revoir le concept d'accessibilité. Compte tenu de la rareté croissante de l'énergie mais aussi de l'espace et des fonds publics, l'idée générale serait de retranscrire cette rareté dans des schémas prospectifs des temps moyens déplacement de tel point de l'agglomération à tel autre à l'horizon 2015 ou 2020, et cela selon les différents modes utilisés. Le "nouveau contrat social urbain" ne serait plus fondé sur l'offre d'infrastructures routières et de transports publics, mais sur une carte, ou plutôt un système d'informations géographiques (SIG) annonçant l'évolution probable des temps de parcours, en heure de pointe et en heure creuse, sur différents parcours types. Utilisé avec précaution, et présenté comme un outil de débat public, une telle expérimentation peut permettre de tester les réactions des ménages et des firmes en matière de localisation, d'organisation des programmes d'activité et de mobilité.

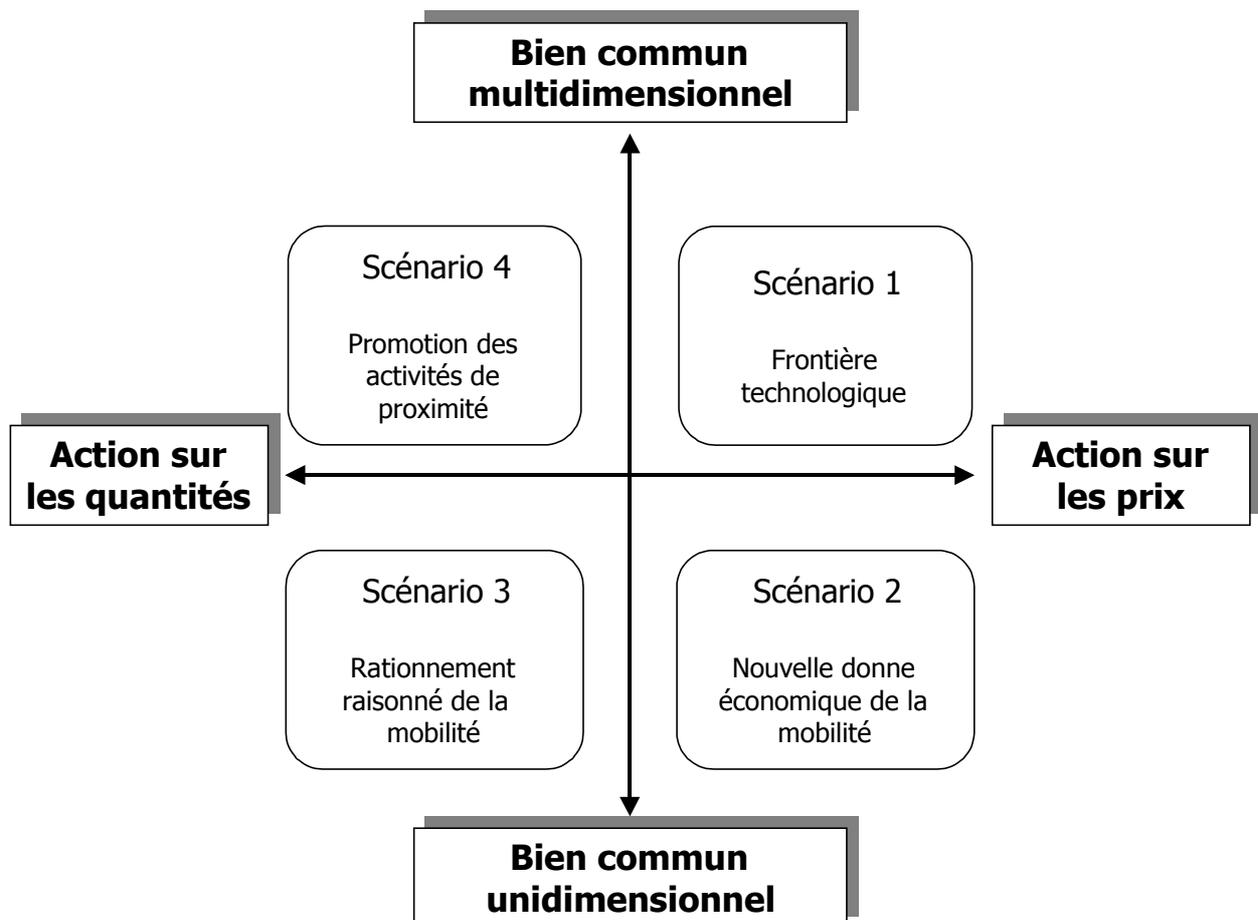
Avec tous ces exemples, nous pouvons rejoindre le groupe de BATZ qui a jugé utile de produire un cinquième scénario qui emprunte plus ou moins aux quatre précédents. Car c'est là que réside le principal intérêt des scénarios. Ils visent à rappeler que les politiques publiques constituent toujours des compromis, elles n'hésitent donc pas à pratiquer l'hybridation des références idéologiques. S'il existe effectivement des logiques diverses, voire contradictoires, chacune présentant sa propre conception du "salut" (par la technologie, par les prix etc ..), la combinaison de ces logiques reste possible et même

souhaitable. Mais à la différence du groupe de BATZ, nous ne donnerons pas de contenu à ce scénario, nous laissons au lecteur le soin d'imaginer comment, localement, telle ou telle combinaison est possible : quelle énergie choisir pour les TC (Gaz ? Electricité ? Biomasse), quels modes (Train, Bus, métro, tram ?), comment tarifier les déplacements automobiles (péage, vignette, stationnement...) ?, quelle action sur les vitesses urbaines et périurbaines ? Où tester la logique de marché des permis négociables ? A toutes ces questions, les réponses varient d'une agglomération à l'autre mais les questions doivent être posées.

2.4.3 Les 4 scénarios de la mobilité durable interurbaine des personnes

Poser les bonnes questions et envisager des expérimentations à vocation pédagogique : l'objectif est le même dans le champ de la mobilité interurbaine des personnes que dans le domaine de la mobilité urbaine. Là aussi, il faut ouvrir le champ des possibles et entrer de plain pied dans diverses logiques de rupture. Reprenons pour cela la même progression que dans les pages qui précèdent en prenant au sérieux les différences, voire le fossé, qui séparent les diverses conceptions du développement durable. En reprenant le même schéma analytique, nous retrouvons quatre scénarios de référence pour lesquels on remarquera que les ruptures sont encore plus clairement marquées que dans le groupe de BATZ. Le scénario 3 par exemple n'est pas seulement celui de l'homo contractor, il est surtout (cf l'école de Londres), celui du rationnement de la mobilité. Dans le même ordre d'idées, le scénario 4 cherche à rompre avec le productivisme qui domine aujourd'hui l'organisation de la société en général et de nos budgets temps en particulier.

Graphique 10 : Grille de lecture de la mobilité durable interurbaine de personnes



Le scénario 1 "frontières technologiques", ne doit pas seulement être vu comme la continuation des tendances passées. Il l'est d'une certaine façon puisqu'il s'agit de permettre de poursuivre la croissance de la mobilité interurbaine. Mais comme cela doit se faire en limitant autant que possible les atteintes à l'environnement, il peut nécessiter des ruptures technologiques. Par ce terme nous ne désignons pas des changements radicaux comme on les introduit trop souvent, et trop naïvement, quand on parle du futur. Ne tablons donc pas sur les scooters volants ou le moteur fonctionnant à l'eau, faisons plutôt fond sur des changements apparemment mineurs mais qui peuvent modifier sensiblement notre façon d'organiser la mobilité interurbaine. Ainsi, les nouvelles technologies de motorisation (PAC, moteurs hybrides...) sont souvent évoquées comme la solution aux problèmes environnementaux. Mais il ne faut pas oublier d'autres changements technologiques, notamment avec les TIC embarquées dans les véhicules particuliers, qui peuvent modifier assez largement la conduite et même le choix d'itinéraire. Technologie moderne ne signifie pas pour les VP vitesse accrue mais fiabilité et régularité des temps de parcours, ce qui supposera bien sûr des investissements nouveaux, et coûteux sur les infrastructures. Les questions financières ne sont donc pas absentes. Elles sont aussi très importantes dans le champ des transports collectifs interurbains. Qu'il s'agisse du train classique, du TGV ou de l'avion, mais aussi des bus, des évolutions techniques sont possibles dans de nombreux domaines (bruit, motorisation, accès aux gares et aéroports) qui peuvent changer assez nettement la donne en la matière. Les expérimentations prennent ici des formes connues comme les interconnexions entre avion et TGV dans les aéroports, mais aussi des formes moins connues comme la régulation et l'homogénéisation des vitesses sur les autoroutes en voie de saturation. Il serait aussi intéressant de tester les effets du développement de réseaux interurbains de bus sur autoroutes. Si leur taux de remplissage est convenable, ils peuvent, grâce aux vitesses permises sur autoroute, offrir une vraie alternative à l'automobile et au train classique, souvent très coûteux pour la collectivité. L'idée générale est bien ici de profiter des progrès techniques des différents modes pour redéfinir la zone de pertinence économique et environnementale de chacun d'entre eux. Dans ce cas comme dans d'autres, ce sont les expérimentations qui permettront de faire prendre conscience des changements possibles.

Le scénario 2, dominé par une vision économiste des choses, invite à trois types de rupture que résume l'idée de fin du subventionnement de la mobilité. Ce dernier n'est pas toujours explicite mais il est toujours présent dans les discours sur le développement économique dont on ne cesse de répéter qu'il exige au préalable des investissements dans les infrastructures de transport. De même que l'on souligne le rôle clé des chemins de fer ou de la marine à vapeur au XIX^e siècle, de même on se polarise aujourd'hui sur la nécessité ici d'un aéroport, là d'une nouvelle autoroute ou d'une LGV. Le problème est que cela se fonde systématiquement sur des financements publics. La mobilité interurbaine s'inscrit donc dans une logique non marchande⁷³ et fait appel à une fiscalité globale pour son financement, comme on le voit aujourd'hui très clairement dans le budget des Conseils généraux. Rompre avec le subventionnement systématique revient donc à inscrire la mobilité dans le champ de l'économie marchande qui est aussi celui de la couverture des coûts. Il en résulte trois ruptures :

- Une rupture dans le monde de l'automobile par un mécanisme simple : l'affectation des recettes de la TIPP aux seuls coûts externes (insécurité, bruit, pollution, changement climatique) afin que ceux ci soient enfin internalisés. Une fois cette logique établie, il devient clair que d'autres recettes sont nécessaires pour couvrir l'entretien et le développement des infrastructures. Cela signifie, à l'échelle des départements, dont le rôle vient d'être renforcé dans ce champ, la nécessité de développer une vignette ou des péages. Même s'il ne s'agit pas à proprement parler d'une marchandisation de la route, il y a rupture au sens où

⁷³ Faut-il rappeler que la plupart des nouvelles autoroutes en projet en France ne peuvent être financées par les seules recettes de péage ?

certaines dépenses sont explicitement couvertes par des recettes spéciales comme on peut le voir dans le cas du traitement des ordures ménagères par exemple.

Tableau 18 : Tableau synoptique des quatre scénarios de la mobilité interurbaine

	Ruptures	Objectifs majeurs	Outils principaux	Transition
Frontière Technologique	Nouvelles technologies orientées vers la massification et la sécurité (VP, train, avion..) mais aussi vers les télécommunications substitutives	Obtenir un découplage entre croissance des trafics et coûts externes par la baisse des coûts unitaires et éventuellement la substitution entre télécommunications et mobilité	Dépenses de recherche et incitations réglementaires et financières à la diffusion du progrès technique	Expérimentation de nouveaux produits (PAC, véhicules intelligents, swissmetro, TERGV, avions gros porteurs...) plus expériences de télétravail...
Nouvelle Logique Economique de la mobilité	En finir avec le subventionnement systématique de la mobilité interurbaine	Réduction et internalisation des coûts internes et externes par la transparence des subventions et la vérité des prix	Sortir les transports du champ de la péréquation budgétaire pour en faire le lieu d'une tarification spécifique à chaque mode. D'où une tendance à la hausse du coût de la mobilité interurbaine...	Expérimentations de tarification de la route dans certains départements (vignette, péage ?), contrainte à la baisse des coûts dans le ferroviaire, vers des taxes environnementales pour l'aérien
Rationnement Raisonné de la mobilité	Se donner des objectifs quantitatifs de réduction de la consommation de pétrole (et autres énergies non renouvelables ?) par les transports	Vers des plafonds de consommation pour les énergies non renouvelables, notamment pour la route et l'aérien	Mettre en place des permis d'émission (ou de consommation) négociables dans le champ des carburants	Expérimenter, d'abord virtuellement, un marché des PEN entre les grands pétroliers, mais aussi dans le transport aérien
Promotion des activités de proximité	Afficher une volonté de réduction de la mobilité car la fuite en avant dans l'activisme est considérée comme néfaste pour la collectivité et pour les individus	Valoriser les activités de proximité (culture, loisir, tourisme, vie sociale) et les déplacements de faible portée utilisant les modes doux	Proposer aux citoyens des programmes d'activités types pour sortir de l'activisme chronophage et énergivore. Mettre en place les équipements collectifs en correspondance (voies vertes, parcs naturels et centres de loisir locaux)	Transposer au monde des loisirs et de la culture l'expérience des "maisons du temps". Les collectivités locales avec le soutien de l'ADEME, deviennent les organismes tutélaires de nos programmes d'activités.

- Une autre révolution apparaît aussi dans le domaine des transports collectifs interurbains, essentiellement dans le domaine ferroviaire. Car ce dernier, lorsque les trains fonctionnent au gazole, utilise un carburant détaxé. Certains coûts externes, notamment le bruit et la pollution, ne sont pas internalisés. Mais dans notre logique de rupture, le changement le plus

radical consiste à remettre en cause les subventions généreuses versées au secteur ferroviaire. Evoquer la connaissance des coûts suppose que l'on s'interroge aussi sur les surcoûts internes du transport ferroviaire et sur la meilleure façon de les réduire, soit pour en faire profiter les usagers par une baisse des prix propice au développement du trafic, soit pour en faire bénéficier les contribuables via une baisse des subventions.

- La troisième rupture concerne le transport aérien qui utilise aujourd'hui un carburant détaxé. Face à la rareté des ressources pétrolières, le transport aérien ne pourra durablement (à tous les sens du terme...) s'exonérer des questions de l'internalisation des coûts externes (bruit, pollution, changement climatique) et de la prise en compte de l'impôt rareté (règle d'Hotelling) qui s'impose logiquement pour les ressources rares.

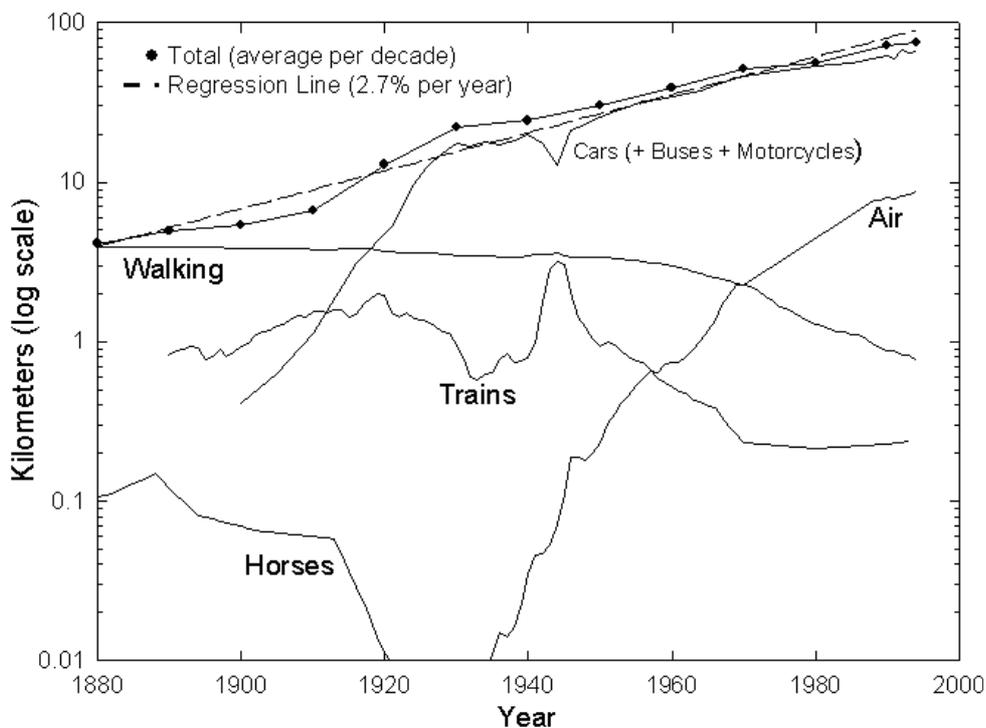
Ces trois changements de cap apparaîtront évidemment très radicaux aux défenseurs de l'un ou l'autre de ces modes. Au point que leur avènement n'est pas une chose probable à court terme. Mais comme il peut être graduel, partiel, il est tout sauf impossible, d'autant qu'il découle simplement d'un traitement économique standard des problèmes posés par une pression croissante de la mobilité sur l'environnement et les ressources énergétiques.

Le scénario 3, rationnement raisonné de la mobilité, se fonde sur la même vision réaliste des choses, en la durcissant. La poursuite des tendances actuelles va conduire à des changements majeurs qui pourraient être moins graduels que dans le scénario précédent. L'idée est donc ici de partir du principe que des raretés manifestes pourraient survenir et imposer des contraintes plus fortes. Evoquer le rationnement ne consiste donc pas ici à dire ce que l'on souhaite mais seulement à se préparer à des chocs auxquels il faut se préparer. Dans cette perspective, l'Ecole de Londres nous enseigne qu'il vaut mieux agir explicitement sur les quantités pour que les effets qui en résultent sur les prix apparaissent bien comme la résultante d'une rareté absolue et non comme une simple volonté de matraquage fiscal. D'autant que ce que nous ont appris les quelques expériences nord américaines de marchés des permis négociables (notamment sur le plomb dans l'essence ou les émissions de soufre) est que cette régulation par les quantités ne se traduit pas forcément par un rationnement féroce. Rendre explicite un plafond d'émission ou de consommation de carburant, c'est se donner les moyens de faire apparaître les préférences des individus et des firmes en matière de réduction de la consommation de carburant. En ce sens, les expérimentations sont indispensables. Ce qui est train de se mettre en place pour les sites industriels les plus émetteurs de CO₂ mérite d'être examiné de très près pour en tirer des enseignements dans le champ des transports. Le recours à l'économie expérimentale pourrait d'ailleurs être un moyen de tester virtuellement le comportement des acteurs (groupes pétroliers, transporteurs aériens, particuliers...) devant un tel système. Ce serait notamment l'occasion de mesurer la valeur implicite de la tonne de CO₂ dans le secteur des transports, qui diffère sans doute sensiblement de sa valeur dans le secteur industriel où la substitution d'autres énergies au pétrole est plus commode. Ce n'est donc pas parce que le scénario 3, qui évoque le rationnement, semble très dur et très improbable, qu'il faut se priver d'expérimentations.

Le scénario 4, promotion des activités de proximité, mérite une attention particulière car c'est sans doute celui qui se rapproche le plus du sens commun tout en s'éloignant le plus des pratiques individuelles et sociales. Le sens commun s'exprime clairement, sous la forme d'une crainte généralisée, dans tous les sondages sur l'environnement, les OGM ou la protection des sites naturels. Dans tous les cas la *vox populi* met en cause les risques, voire les dégâts du progrès technique. En matière de mobilité interurbaine, tout projet d'aéroport, de ligne TGV ou d'autoroute, voit surgir des opposants (majoritaires le long du tracé !) qui fustigent la fuite en avant que représente cette nouvelle infrastructure. Derrière cette attitude, se cache un raisonnement plus élaboré, rarement explicite, mais nettement anti-productiviste. Car l'habitant des pays industrialisés reste au fond de lui très méfiant à l'égard de la croissance économique. D'abord parce que sa pérennité depuis plus de deux siècles est une énigme,

même pour des économistes célèbres⁷⁴. Ensuite parce que cette pérennité même, si elle se traduit par l'avantage de la hausse constante des revenus, comporte de multiples inconvénients comme les suppressions d'emploi, l'évolution des qualifications et, plus fondamentalement dans le thème qui nous occupe, le risque de déboucher sur un productivisme sans signification pour les individus⁷⁵ et menaçant pour les générations futures. C'est pourquoi René Passet et l'Ecole française ont proposé de saisir la question du développement durable pour interroger les implications du développement économique sur les relations sociales et l'environnement naturel. La question de la qualité de vie devient ici centrale pour remettre en cause tant les grands choix de société que les comportements individuels. Transposée au champ spécifique de la mobilité durable, la question de la qualité de vie conduit à s'interroger sur les programmes d'activité. Car ce que l'on constate dans tous les pays du monde, est un couplage entre croissance économique et distances moyennes parcourues annuellement par les individus.

Graphique 11 : Evolution des distances parcourues par personne depuis 1800 aux Etats-Unis



*Source : AUSUBEL J.H., C. MARCHETTI, P.S. MEYER, (1998),
Toward green mobility : the evolution of transport, European Review, Vol. 6, N. 2, pp.137-156.*

Si la hausse des revenus se traduit mécaniquement par une hausse tendancielle des distances parcourues, et la part croissante dans le total, des modes de transport les plus rapides, la question de la soutenabilité, collective et individuelle, de nos programmes d'activité est posée. Il faut donc rechercher ce qui pourrait infléchir la tendance et pour cela chercher non pas seulement du côté de la mobilité mais principalement dans la construction de nos programmes d'activité. Si nous devons, par choix ou par contrainte, nous habituer à des programmes moins gourmands en transports et en énergie, ce ne peut être par le biais d'une décision individuelle. Les collectivités locales doivent prendre en charge cette

⁷⁴ David RICARDO annonçait au début du XIX^e siècle l'avènement de l'état stationnaire. Durant la crise des années 30, l'économiste anglaise Joan ROBINSON pensait que la crise traduisait les limites physiques de la croissance.

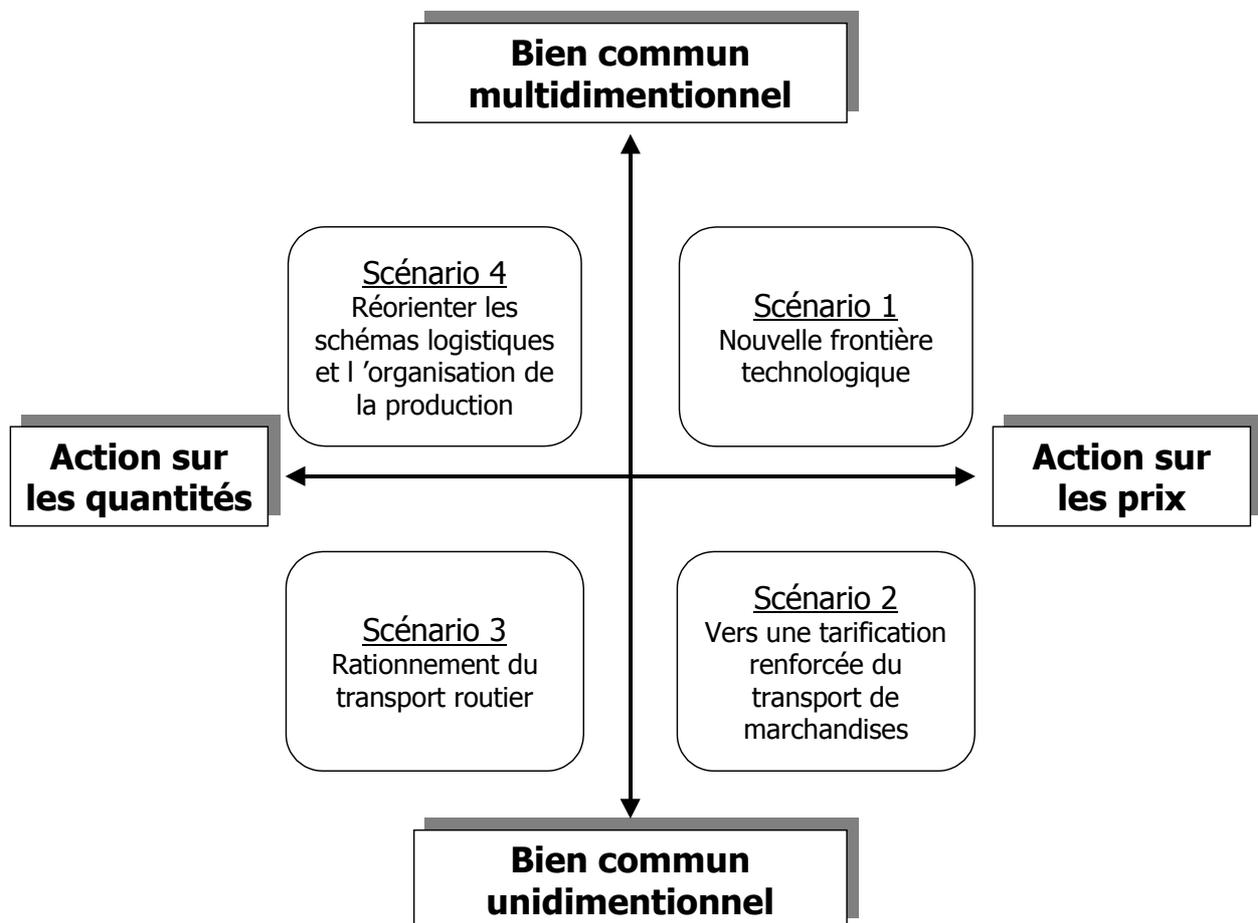
⁷⁵ On retrouve ici le vieux débat, relancé en France par un film récent, entre "être et avoir".

question et proposer des activités de proximité, avec des déplacements de faible portée, recourant systématiquement aux modes doux. Sans se leurrer sur les effets concrets, à court et moyen terme de telles expérimentations, il est important qu'elles aient lieu pour en tirer des enseignements, fussent-ils aller à l'encontre des hypothèses de l'École française sur les relations contradictoires entre "l'économique et le vivant".

2.4.4 Les 4 scénarios de la mobilité durable interurbaine des marchandises

Si des ruptures doivent intervenir dans le champ de la mobilité des personnes, il en ira de même en matière de mobilité des marchandises. Les lignes qui suivent doivent donc être lues en ayant en tête les fondements des quatre scénarios présentés ci-dessus. Nous allons donc insister sur les aspects propres aux marchandises des mécanismes généraux propres à chaque scénario. Nous le ferons en reprenant la grille de lecture générale de la mobilité durable, que nous utiliserons cette fois en partant du quadrant nord-ouest, c'est-à-dire le scénario 4, inspiré par une vision de la mobilité durable issue de l'École française.

Graphique 12 : Grille de lecture de la mobilité durable interurbaine des marchandises



Le scénario 4 "Réorienter les schémas logistiques et l'organisation de la production" est le pendant du scénario 4 précédent, visant à réorganiser les programmes d'activités individuels. Ambitieux, voire présomptueux, il correspond à une rupture totale avec les pratiques actuelles. Il pourrait à ce titre apparaître comme totalement improbable et donc hors de notre champ d'investigation. Il mérite pourtant une attention certaine car, comme son homologue, il s'inscrit dans une vision très courante des choses.

Qui n'a pas un jour acquiescé aux critiques de ceux qui fustigeaient la logique de la division internationale du travail, dénonçant par exemple le saucissonnage de la production de yaourts en une multitude de sites très éloignés les uns des autres ? Ce type de choix effectué par les industriels est le fruit de leur volonté de réduire les coûts unitaires des produits. Même s'il existe des coûts de transport additionnels liés à la segmentation de la production, la baisse des coûts que procure la mise en place d'entités de grande taille est telle que la division internationale du travail s'impose. C'est donc elle qu'il faut remettre en cause si l'on souhaite infléchir la croissance exponentielle⁷⁶ du transport de marchandises et notamment du transport routier. Au vu des tendances actuelles, la mission semble impossible mais l'exercice intellectuel mérite d'être fait pour vérifier qu'il en va bien ainsi. Disons immédiatement qu'il ne s'agit pas de remettre en cause l'idée même de division internationale du travail, qui demeure centrale pour que la croissance économique perdure. Il s'agit plutôt de la réorienter en profitant de la situation actuelle, dominée par les grands groupes de production, de transport et de distribution. Nous sommes donc loin des discours simplistes sur les bienfaits de l'autarcie et les méfaits des grandes surfaces. Nous pouvons tout au contraire nous appuyer sur la situation actuelle pour souligner que ce qui pose le plus de problèmes dans la mobilité des marchandises n'est pas le transport maritime international. Par sa massification même, la quantité d'énergie qu'il consomme par tonne transportée est très faible. Par contre, les transports terminaux peuvent être rendus moins agressifs pour l'environnement. Il en va de même pour les transports intra-européens. Pour les uns comme pour les autres, il est donc possible de s'appuyer sur la grande distribution et les grandes filières de production pour qu'ils rentrent dans une logique de label. Il ne s'agit donc pas d'agir contre les professionnels mais avec eux, d'autant qu'ils savent très bien que la population demandera de plus en plus des comptes sur ces questions. On peut ici faire un rapprochement avec l'épisode de la maladie de la vache folle. La résolution de cette question a obligé les acteurs à entrer dans une logique de qualité et de traçabilité qui peut fort bien s'appliquer demain à d'autres secteurs. Ici comme ailleurs des expérimentations sont nécessaires et possibles.

Le scénario 3, rationnement du transport routier de marchandises, s'inscrit dans une logique plus exclusivement transport. Un peu comme l'ont fait les Suisses, il part du principe que le principal problème est la profusion de camions sur les routes. Compte tenu de l'impossibilité (ou du refus) de la mise en place de nouvelles infrastructures, il s'oriente, comme l'a annoncé la Confédération helvétique, vers un plafonnement du nombre de PL sur les axes les plus sensibles. La suite logique de cette décision se trouve dans la mise en place de permis de circulation négociables pour que les trafics les plus collectivement utiles puissent continuer à utiliser la route. Des expérimentations sont possibles dans ce domaine, sachant que la logique des marchés de droits à polluer peut prendre aussi d'autres formes. Afin de ne pas faire peser le poids de l'ajustement sur les seuls transporteurs routiers, il est aussi envisageable de mettre en place des permis d'émission négociables au sein du monde des chargeurs, ou encore entre les grands pétroliers. Là encore, l'économie expérimentale peut être d'un grand secours pour préparer des outils qui ne verront peut-être jamais le jour, mais qui pourraient se révéler nécessaires si la pression des PL sur les routes devenaient un problème majeur dans certaines zones sensibles. La version la plus générale des permis négociables, celles qui portent sur le droit à consommer du carburant, doit aussi être testée, virtuellement, pour faire face aux éventuelles situations de rareté absolue du pétrole.

Le scénario 2, "vers une tarification renforcée du transport routier de marchandises", renvoie à des discours, et à des exemples concrets. Nombreux sont ceux qui, en Europe militent pour la mise en place d'une vignette spéciale (ou d'un péage) pour les PL. L'Allemagne s'est engagée, avec difficulté, dans cette voie. Les Suisses et les Autrichiens l'ont fait avec plus de succès, peut-être parce qu'ils n'ont pas fait de pari technologique associé au pari politique. Ainsi, nous sommes ici dans une logique de

⁷⁶ C'est-à-dire un taux de croissance constant, plus ou moins proche de celui de la croissance économique

scénario très probable, même si le point de vue français sur la question semble encore très marqué par les intérêts convergents des transporteurs, des chargeurs et des sociétés d'autoroute. Pays de transit, la France doit donc s'intéresser de près à ce que font d'autres pays voisins, y compris parce que la hausse du prix du transport routier de marchandises est un des moyens d'accroître le prix du transport ferroviaire et donc de diminuer les subventions.

Tableau 19 : Tableau synoptique des quatre scénarios de la mobilité interurbaine des marchandises

	Ruptures	Objectifs majeurs	Outils principaux	Transition
Nouvelles frontières	Nouvelles technologies orientées vers la massification et la sécurité dans le domaine ferroviaire et routier	Obtenir un découplage entre croissance des trafics et coûts externes par la baisse des coûts unitaires	Dépenses de recherche et incitations réglementaires et financières à la diffusion du progrès technique	Expérimentation de nouveaux systèmes de transport ferroviaires (routes roulantes) et/ou routiers (platooning)...
Tarifification	En finir avec le subventionnement du transport de marchandises	Réduction et internalisation des coûts internes et externes par la transparence des subventions et la vérité des prix	Hausse des prix du transport routier de marchandises...	Expérimentations d'une vignette PL sur le modèle de ce qui a été présenté par la Commission européenne
Rationnement	Se donner des objectifs quantitatifs pour la circulation de Poids Lourd	Définir sur certains axes des plafonds sur le nombre de poids lourd en circulation	Mettre en place des permis de circulation négociables pour les PL	Expérimenter un marché des permis de circulation (ou d'émission) négociables pour les grands chargeurs, notamment la grande distribution
Réorientation	Redéfinir les objectifs de la division internationale du travail (DIT)	La baisse des coûts de production n'est pas le seul objectif de la DIT, il faut promouvoir des "filières durables de production"	Vers la mise en place de "labels de mobilité durable" pour les filières de production	Avec l'aide de l'ADEME et de l'AFNOR trouver des secteurs où mettre en place de tels labels (agro-alimentaire, vente par correspondance...).

Une rupture avec la tradition française de la subvention généralisée. Face à la progression du trafic, il faut avant tout réfléchir à la façon dont doivent évoluer les prix, tous les prix, ceux du transport routier et ceux du transport ferroviaire. Il faut insister sur cette nécessaire augmentation avant même de raisonner en termes de différentiel entre les modes. Ce point de vue est difficile à adopter en France car nous avons l'habitude, face aux problèmes de transport, de raisonner d'abord en termes d'infrastructures nouvelles. Or, ce qui s'est passé dans les années 90 en Grande-Bretagne mérite une attention particulière car c'est typiquement un exemple de croissance voulue des coûts du transport de marchandises. Non pas pour tuer la croissance économique ou mettre un coup d'arrêt à la division internationale du travail, mais simplement pour faire émerger une vérité des prix logique dans un pays d'économie de marché.

Le scénario 1 "Nouvelles frontières technologiques" demande lui aussi un effort de distanciation par rapport à la tradition française. Ce qu'il faut en effet considérer ici n'est pas seulement l'idée rebattue du transfert modal de la route vers le rail. Sans remettre en cause la nécessité d'expérimentations comme celle qui est en cours sous les Alpes, il faut ouvrir au maximum le champ des progrès technologiques possibles. Les nouvelles technologies peuvent offrir à la route des perspectives nouvelles, dans le transport de personnes comme dans le transport de marchandises. Ainsi, nous ne sommes pas comme on le croit parfois en présence d'une seule option technologique couplant ferroutage et transport combiné. IL faut aussi envisager d'autres pistes dont la route et le véhicule intelligents, permettant de faire rouler les PL en pelotons (*platoonning*) sur les autoroutes. Les gains potentiels de capacité et d'énergie que recèle cette technologie méritent d'être examinés de près. Bien évidemment, les progrès technologiques sur les moteurs et les carburants ne sont pas non plus à négliger.

3 BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

- [1] ARENDT, H., (2002), *Condition de l'homme moderne*, Paris, Pocket, Essais.
- [2] AUBERT F, BERRIET-SOLLIEC M, GUERIN M, (2001), "L'intervention des collectivités territoriales dans le développement rural : résultats d'un inventaire national des mesures proposées par les départements et les régions". III^{èmes} journées françaises de l'évaluation, Issy-les-Moulineaux, "Société Française de l'Evaluation", Issy-les-Moulineaux, 14-15 juin 2001.
- [3] BARBIER E.B. (1990), "Alternative approaches to Economic Environmental Interaction", *Ecological Economics*, pp. 7-26.
- [4] BAZIN G, KROLL J-C, (2002), "Les limites du développement d'une agriculture durable et multifonctionnelle dans le contexte de la PAC". Colloque de la Société Française d'Economie Rurale "La multifonctionnalité de l'activité agricole et sa reconnaissance par les politiques publiques", Paris, 21-22 mars.
- [5] BAZZOLI, L, et BOUABDALLAH, K. (1994), "Organisation et institution, éléments d'une analyse institutionnaliste", dans J.H. JACOT, (dir.), *Formes anciennes, formes nouvelles d'organisation*, Lyon, Presses universitaires de Lyon, p.155-178.
- [6] BAZZOLI, L. (1993), "La création négociée et pragmatique des règles. Apport de l'analyse institutionnaliste de J.R. COMMONS et enjeux d'une action collective régulatrice du rapport salarial", *Working Paper ECT 93-01*, Université Lumière Lyon 2.
- [7] BAZZOLI, L., KIRAT, T. et VILLEVAL, M.C. (1994), "Contrat et institutions dans la relation salariale: pour un renouveau institutionnaliste", dans *Travail et emploi*, no 58, p.94-110.
- [8] BERRIET-SOLLIEC M., DEPRES C., VOLLET D., (2003), "La multifonctionnalité de l'agriculture entre efficacité et équité, Le cas des Contrats Territoriaux d'Exploitation", *Economie Rurale*, N° 273-274, p 195-211.
- [9] BERRIET-SOLLIEC M., GUERIN M., VOLLET D., 2001, "Les défis de l'évaluation économique d'un dispositif territorial à visée multifonctionnelle", *Ingénieries EAT*, numéro spécial 2001, p.147-162.
- [10] BIDET, J. (1995), "Institutionnalisme et théorie des conventions dans leurs rapports avec la problématique marxienne", dans *Actuel Marx*, no 17, p. 115-136.
- [11] BOLTANSKI, L. et THÉVENOT, L. (1987), *Les économies de la grandeurs*, Paris, PUF.
- [12] BOLTANSKI, L. et THÉVENOT, L. (1989), *Justesse et justice dans le travail*, Cahiers du centre d'études de l'emploi, no 33, PUF.
- [13] BOTZMEYER, M. (1994), "Compte-rendu d'ouvrage. Les mondes de production de R. Salais et M. Storper.", dans *La lettre de la régulation*, no 10, février.
- [14] BOURGEOIS K., (2001), *Projet de cahier des charges pour l'évaluation intermédiaire du CTE en Limousin*. Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Rennes.
- [15] BOURQUE, G. L. (1995), *Politique et stratégie industrielle: analyse sociologique de trois approches*, Question de synthèse comme exigence partielle du doctorat en sociologie, non publiée, UQAM.
- [16] BOURQUE, G. L. (1996), *Sur la production de la société*, Question de synthèse comme exigence partielle du doctorat en sociologie, non publiée, UQAM.
- [17] BOYER, R. (1986), *La théorie de la régulation: une analyse critique*, Paris, La découverte.

- [18] BOYER, R. (1995a), "Une contribution au renouveau d'une économie institutionnaliste: La théorie de la régulation dans les années 90" Extrait de la Préface à l'édition russe de *La théorie de la régulation: une analyse critique*, Paris, La Découverte 1986, dans *Actuel Marx*, no 17, p.19-38.
- [19] BOYER, R. (1995c), "Vers une théorie originale des institutions économiques", dans R. Boyer et Y. Saillard (dir.), *Théorie de la régulation l'état des savoirs*, Paris, La Découverte, p.530-538.
- [20] BOYER, R. et ORLÉAN, A. (1991), "Les transformations des conventions salariales entre théorie et histoire", dans *Revue économique*, no 2, mars, p.133-272.
- [21] BOYER, R. et SAILLARD, Y. (dir.) (1995b), *Théorie de la régulation l'état des savoirs*, Paris, La Découverte.
- [22] BRISTOW G., COWELL R., MARSDEN T., (2001), "Tensions, limits and potentials, Evaluating rural development policies in Scotland", *European Urban and Regional Studies* 8(3), p 235-252.
- [23] Cabinet LEARNING, (2000), Impacts de la politique des signes officiels de qualité dans les filières de viande bovine et ovine en Limousin. Evaluation demandée par le Conseil Régional du Limousin, Limoges, 65 p.
- [24] CHABAS L. (1997), Le développement durable : de la théorie à la pratique – Le cas du transport routier, Mémoire pour le D.E.A. d'Economie des Transports, présenté et soutenu le 25/9/1997, 96 pages.
- [25] CLERC, A., PÉRISSE, M. et VILLEVAL, M.C. (1994), "De l'organisation externalisante a l'organisation interactive, le jeu des institutions dans le changement", dans J.H. JACOT, (dir.), *Formes anciennes, formes nouvelles d'organisation*, Lyon, Presses universitaires de Lyon, p.179-204.
- [26] CO.PER.CI (Comité permanent de coordination des inspections), (2002), Rapport de la mission d'audit des contrats territoriaux d'exploitation, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales, Paris, 5 Juillet 2002, 24 p.
- [27] COLLETIS-WAHL K., MEUNIER C., (2000), "Economie des transports : la question du lien infrastructure/développement appliquée aux PED", *Mondes en développement*, tome 28, p 109-117.
- [28] COMBE H., (2003), "Evaluation des politiques publiques au regard du développement durable", Séminaire interdisciplinaire du réseau Développement Durable et Territoires Fragiles, Lille, 23 janvier 2003, 21 p.
- [29] Commission européenne, (1999), Evaluer les programmes socio-économiques, conception et conduite d'une évaluation, Collection MEANS, Luxembourg, Office des publications officielles des Communautés européennes.
- [30] COMMONS, J. R. (1934), *Institutional Economics*, Madison, University of Wisconsin Press. 2^{ème} édition 1959.
- [31] COMMONS, J. R. (1950), *The Economics of Collective Action*, Madison, University of Wisconsin Press. 2^{ème} édition 1970.
- [32] Conseil Scientifique de l'Evaluation, 1996, Petit guide de l'évaluation des politiques publiques, Paris, La documentation française.
- [33] COREI, T. (1995), *L'économie institutionnaliste. Les fondateurs*, Paris, Economica, coll. Economie poche.
- [34] CORIAT, B. (1994), "La théorie de la régulation. Origines, spécificités, perspectives.", dans F. SEBAÏ et C. VERCELLONE (dir.), *Ecole de la régulation et critique de la raison économique*, Paris, L'Harmattan, p. 101-152.
- [35] CORIAT, B. et DOSI, G. (1995), "Evolutionnisme et régulation. Différences et convergences", dans R. BOYER et Y. SAILLARD (dir.), *Théorie de la régulation l'état des savoirs*, Paris, La Découverte, p. 500-510.
- [36] DAUCE P., (1998), "L'évaluation des politiques communautaires de développement régional: enjeux, méthodes, résultats, L'exemple de l'objectif 5b en Bourgogne". *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, N°3, p.379-394.
- [37] DEBRAY, R., (1991 et 2001), *Cours de médiologie générale*, Paris, Gallimard.
- [38] DEBRAY, R., (2001), *Introduction à la médiologie*, Paris, Gallimard.
- [39] DUTRAIVE, V. (1993), "La firme entre transaction et contrat : WILLIAMSON épigone ou dissident de la pensée institutionnaliste?", dans *Revue d'économie politique*, 103 (1), janv.-févr., p.83-105.
- [40] EYMARD-DUVERNAY, F. (1989), "Convention de qualité et formes de coordination", *Revue Economique*, vol. 40, no 2, pp. 329-360.

- [41] FAVEREAU, O. (1986), "La formalisation du rôle des conventions dans l'allocation des ressources", dans R. SALAIS et L. THEVENOT, éd., *Le travail. Marchés, règles, conventions*, Paris, INSEE, *Économica*, pp. 249-267.
- [42] FAVEREAU, O. (1989), "Marchés internes, marchés externes", *Revue Economique*, vol. 40, no 2, mars, pp.273-328.
- [43] FAVEREAU, O. (1993), "Théorie de la régulation et économie des conventions: canevas pour une confrontation", dans *La lettre de la régulation*, no 7, mai, p. 1-3.
- [44] FAVEREAU, O. (1994), *Contrat, compromis, convention. Point de vue sur les recherches récentes en matière de relations industrielles.*, Document hors série. Colloque international franco-qubécois sur les perspectives de recherche en relations industrielles, Université Laval, du 20 au 23 juin.
- [45] FAVEREAU, O. (1995a), "L'économie des conventions. Politique d'un programme de recherches en sciences sociales", dans *Actuel Marx*, no 17, p. 103-113.
- [46] FAVEREAU, O. (1995b), "Conventions et régulation", dans R. BOYER et Y. SAILLARD (dir.), *Théorie de la régulation l'état des savoirs*, Paris, La Découverte, p. 511-520.
- [47] FOUCHIER V., (1997), urbaniste - chercheur, *La planification urbaine peut-elle conduire à une mobilité durable ?*, La Jaune et Rouge, Mars 1997, EPEVRY.
- [48] GALLET C., (2000), Indicateurs d'évaluation des scénarios d'évolution de la mobilité urbaine, rapport de convention DTT-INRETS, PREDIT, recherches stratégiques, groupe "prospective".
- [49] GAMON C., LE VAN E., (1999), *Les bilans de l'article 14 de la LOTI : les raisons d'une mise en œuvre discrète*, CERIEP, LET, ISIS, PREDIT, 168 pages.
- [50] GAUCHET, M., (2002), *La démocratie contre elle-même*, Paris, Tel, Gallimard.
- [51] GAYERIE, J.P., (2003), "La démocratie participative dans tous ses états", *La lettre du cadre territorial*, n°253, 15 mai 2003, p.36-38.
- [52] GIBERT G., (1989), "L'analyse de politique", *Revue d'Economie Politique*, n°2, pp.355-392.
- [53] GODARD O., (1994), "Le développement durable : paysages intellectuels", *Nature – Sciences – Sociétés*, 2, p. 309– 322.
- [54] GOUX-BAUDIMENT, F., HEURGON, E., LANDRIEU, J., (2001), *Expertise, débat public : vers une intelligence collective*, Cerisy, Edition de l'Aube.
- [55] GOMEZ P.Y., (1994), *Qualité et théorie des conventions*, *Economica*, collection Recherche en gestion, Paris.
- [56] GREFFE X., (1997), *Economie des politiques publiques*, Dalloz, Paris.
- [57] GUERIN M., VOLLET D., (2001), "Evaluation des politiques régionales: l'élevage dans un contrat de plan Etat-Région", *Economie rurale*, n°262, p.48-61.
- [58] HABERMAS, J., (1962 /1993), *L'espace public*, Paris, Payot.
- [59] HABERMAS, J., (1986), *Morale et communication*, Paris, Le Cerf.
- [60] HABERMAS, J., (1997), *Droit et démocratie, Entre faits et normes*, Paris, NRF Essais, Gallimard.
- [61] HABERMAS, J., (1998), "Qu'est-ce que la politique délibérative?" in *L'intégration républicaine*, Essais de théorie politique, Fayard, p.270
- [62] HARTEREAU, A., (2002), *Communication publique territoriale et démocratie participative*, La Lettre du cadre territorial éditeur, Dossier d'experts, 126 p.
- [63] HERIN R., (2003), *Inégalité sociales*, CRESO, Université de Caen, ESO, n°20, Octobre 2003, 6 p.
- [64] JACOT, J.H. (1994b), "Les transformations du travail vues par un économiste: régulation, conventions ou institutions?", dans *Sociologie du travail*, no Hs/94.
- [65] JACOT, J.H. (dir.) (1994a), *Formes anciennes, formes nouvelles d'organisation*, Lyon, Presses universitaires de Lyon.
- [66] KROLL J-C., (2002), "Les nouvelles orientations de la politique agricole française", *Economie Rurale*, n°268-269, p.30-45.
- [67] LACOUR C., PERREUR J., (1998), "Nécessité et difficultés de l'évaluation des politiques publiques territoriales". *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n°3, numéro spécial sur l'évaluation des politiques publiques territoriales, p.347-356.
- [68] LAGANIER R., VILLALBA B., ZUINDEAU B., 2002, "Le développement durable face au territoire : éléments pour une recherche pluridisciplinaire", *Revue Développement Durable et Territoires* (<http://www.revue-ddt.org>), 22 p.

- [69] LAURENS Y., BOUNI C., COURTECUISSÉ A., DUBIEN I., JOHANNES B., 2001, "L'évaluation économique de la théorie à la pratique: l'expérience des SDAGE en France", *Natures Sciences et Sociétés*, vol 9, n°2, p.17-28.
- [70] LEVESQUE, B. (1995), "Repenser l'économie pour contrer l'exclusion sociale", UQAM, Cahier du Crises, no 9502
- [71] LEVESQUE, B. et BELANGER, P.R., (1992), "Eléments théoriques pour une sociologie de l'entreprise", dans *Cahiers de recherche sociologique*, nos 18-19, p. 55-92.
- [72] LEVESQUE, B. et MAGER, L. (1995), "L'institutionnalisation des nouvelles dynamiques de concertation locale et régionale au Québec: les acteurs locaux à la recherche d'une stratégie gagnante", dans A.-G. GAGNON (dir.), *L'espace québécois*, Montréal, Québec/Amérique, p. 135-170.
- [73] LEWIS D., (1969), *Convention. A Philosophical Study*, Cambridge, Harvard University Press.
- [74] LIPIETZ, A. (1995), "De la régulation aux conventions: Le grand bond en arrière?", dans *Actuel Marx*, no17, p.39-48.
- [75] MENARD, C. (1990), *L'économie des organisations*, Paris, La Découverte, coll. repères.
- [76] NICOLAS J.-P., POCHE P., POIMBOEUF H., (2002), "Mobilité urbaine et développement durable : quels outils pour quels enjeux ?" in *Les Cahiers Scientifiques du Transport* n°41/2002, pp. 53-76.
- [77] ORLÉAN, A. (1989), "Pour une approche cognitive des conventions économiques", *Revue Economique*, vol. 40, no 2, mars, p. 241-272.
- [78] ORLÉAN, A. (dir.) (1994), *Analyse économique des conventions*, Paris, PUF.
- [79] PASSET R., (1997), *Le développement durable : De la transdisciplinarité à la responsabilité*, Congrès de Locarno, 30 avril - 2 mai 1997 : Annexes au document de synthèse CIRET-UNESCO
- [80] PEARCE D., (1992), "Economie et environnement : vers un développement durable", *Problèmes économiques* n°2278, juin 1992. pp. 1-7.
- [81] PERRET B., (2001), *L'évaluation des politiques publiques*, La découverte, Paris, 123 p.
- [82] PERRIER-CORNET P., (2001), "La dynamique des espaces ruraux dans la société française: un cadre d'analyse", *Territoire 2020*, n°3, p 3-22.
- [83] PERRINEAU, P., (2003), *Le désenchantement démocratique*, Paris, Essai, L'aube.
- [84] PERROUX, F. (1993), *Marx, Schumpeter, Keynes*, Série des œuvres complètes de François PERROUX, volume 4, Grenoble, Presses universitaires de Grenoble.
- [85] PEYREFITTE M., (1998), "La prise en compte des logiques d'acteurs dans l'évaluation d'une politique publique territoriale". *Revue d'économie régionale et urbaine*, n°3, p.421-448.
- [86] PEZZEY J., (1989), "Economic Analysis of Sustainable Growth And Sustainable Development", World Bank, Environment Department Working Paper n°15, Washington, March
- [87] RANGEON F., "La notion d'évaluation", in *Actes du colloque du 17 avril 1992 sur le thème de L'Evaluation dans l'Administration*, à l'initiative du CURAPP et du CRERAPP, Paris, Presses Universitaires de France, 1993, p. 14.
- [88] REQUIER-DESJARDINS D., (1996), "L'économie du développement et l'économie des territoires : vers une démarche intégrée, in *Les nouvelles logiques du développement*", (ABDELMALKI, COURLET, ed.), l'Harmattan, 1996.
- [89] REQUIER-DESJARDINS D., (1998), "Les concentrations industrielles de la frontière Mexique-USA : des systèmes productifs locaux frontaliers?" *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, 1998-4.
- [90] REQUIER-DESJARDINS D., (1999), "Local Productive Systems in agri-food Supply Chains, Product Specificity and Consumer's Behavior : a Cognitive Approach", Communication présentée à la 67^{ème} conférence de l'EAAE, Le Mans, octobre 1999.
- [91] REQUIER-DESJARDINS D., (1997), "Marché, organisation, équilibrage de règles", commentaires et propositions sur la méthodologie de l'ATP du CIRAD"conditions d'émergence et de fonctionnement des entreprises agro-alimentaires rurales", in *Petites entreprises et grands enjeux : le développement agro-alimentaire local*, L'Harmattan, 1997.
- [92] REQUIER-DESJARDINS D. (1996), *Technologie, institutions et territoires : le territoire comme création collective et ressource institutionnelle*, (coll. ABDELMALKI, DUFOURT, KIRAT) in *Dynamiques territoriales et mutations économiques* (B. PECQUEUR, ed.), L'Harmattan, 1996.
- [93] RICCEUR, P. (1991), *Lectures 1, autour du politique* ; Editions du Seuil, Paris, 1991.
- [94] ROSANVALLON, P., (1998), *Le peuple introuvable, Histoire de la représentation démocratique en France*, Paris, NRF Gallimard.

- [95] ROSANVALLON, P., (2000), *La démocratie inachevée, Histoire de la souveraineté du peuple en France*, Paris, NRF Gallimard.
- [96] ROSANVALLON, P., (2003), *Pour une histoire conceptuelle du politique*, Paris, Seuil.
- [97] SALAIS, R. (1986), "Les formes de la négociation", dans R. SALAIS et L. THEVENOT, (eds), *Le travail. Marchés, règles, conventions*, Paris, INSEE, Economica, p. 17-28.
- [98] SALAIS, R. (1989), "L'analyse économique des conventions de travail", *Revue Economique*, vol. 40, no 2, p. 199-240.
- [99] SALAIS, R. (1992), "Convention du travail et formes de salaire: quelques indications de recherche", dans J.H. JACOT et TROUSSIER, J.F., *Travail, compétitivité, performance*, Paris, Economica, pp. 167-205.
- [100] SALAIS, R. et STORPER, M.,(1993), *Les mondes de production*, Paris, Ed. EHESS. SALAIS, R. (1994), "Incertitude et interaction de travail: des produits aux conventions", dans André ORLEAN (dir.), *Analyse économique des conventions*, Paris, PUF, pp. 371-403.
- [101] SALAIS R., in BATIFOULIER P., BIENCOURT O., (de) LARQUIER G. (2003), "L'Economie des conventions et les théories des conventions", Université Paris 10-Nanterre, FORUM.
- [102] THEVENOT, L. (1985), "Les investissements de formes", dans *Conventions économiques. Cahiers du centre d'études de l'emploi*, Paris, PUF, pp.21-71.
- [103] THEVENOT, L. (1986), "Economie et formes conventionnelles" dans R. SALAIS et L. THEVENOT, Eds., *Le travail. Marchés, règles, conventions*, Paris, INSEE, Economica, pp. 195-217.
- [104] THEVENOT, L. (1989a), "Equilibre et rationalité dans un univers complexe", *Revue économique*, vol. 40, no 2, mars, pp. 147-197.
- [105] THEVENOT, L. (1989b), "Economie et politique de l'entreprise. Economie de l'efficacité et de la confiance", dans *Justesse et justice dans le travail*, Cahiers du centre d'études de l'emploi, PUF, p.135-208.
- [106] TURNER K. (1993), *Sustainable Environmental Economics and Management : principles and practice*, Belhaven, London.
- [107] VILLEVAL, M.C. (1995), "Une théorie économique des institutions?", dans R. BOYER et Y. SAILLARD (dir.), *Théorie de la régulation l'état des savoirs*, Paris, La Découverte, p.479-489.
- [108] VOLLET D., CALLOIS J-M., (2001), "Contribution à la méthode d'évaluation intermédiaire du dispositif CTE en Auvergne". Fascicules 1 (démarche et méthodes) et 2 (résultats).
- [109] YOUNG H. P., (1993), "Evolution of conventions", *Econometrica*, 61, pp. 57-84 et SUGDEN R., (1998), "The role of inductive reasoning in the evolution of conventions", *WP School of Economic and social studies*. University of East. Norwich NR4 7TJ.
- [110] ZEMOR, P., 2003, *Pour un meilleur débat public*, Paris, Presses de Sciences Po.
- [111] ZUINDEAU B., (2000), *Développement durable et territoire*, éd. B. ZUINDEAU, Villeneuve d'Ascq : Presse Universitaire du Septentrion, 299 p.

Les sites et pages INTERNET ont été consultés entre janvier 2004 et la date de fin de ce rapport. Ils sont donc susceptibles d'être modifiés ultérieurement. Les sites INTERNET sont spécifiés en **gras**, les thèmes en *italiques*. Ils n'ont pas été classés par date de visite, mais par ordre alphabétique.

- [1] **BATZ** :
http://www.equipement.gouv.fr/recherche/publications/publi_drast/telechargeable/CPVS_16.pdf
- [2] *Bilan sociétal* :
http://cfca.magnit.com/droit_fiscalite/Droit_bilan_societal.htm
- [3] **Centre de documentation de l'urbanisme** :
<http://www.urbanisme.equipement.gouv.fr/cdu/index.htm>
- [4] **Centre d'Economie et d'Ethique pour l'Environnement et le Développement** :
<http://www.c3ed.uvsq.fr/c3ed/c3ed.htm>
- [5] **Centre des Jeunes Dirigeants et des acteurs de l'Economie Sociales** :
<http://www.cjdes.org>
- [6] *Conventions et coordination* :
<http://www.afc-cca.com/congres2001/textespdf/Zecri.pdf>
- [7] *Développement durable (généralités)* :
<http://www.agora21.org/refurl/menuref1.htm>

-
- [8] *Développement durable et auteurs* :
<http://www.reds.msh-paris.fr/communication/textes/devdur.htm>
- [9] *Développement durable et croissance économique* :
<http://thema.u-paris10.fr/papiers/DT/2003-27Rotillon.pdf>
- [10] *Développement durable et territoires* :
http://www.revue-ddt.org/dossier001/D001_index.htm
- [11] *Développement durable et théorie de la croissance* :
<http://thema.u-paris10.fr/papiers/DT/2003-27Rotillon.pdf>
- [12] *Développement et environnement* :
http://www.ird.fr/fr/actualites/journal/speciaux/developpement/developpement_environnement-edito.pdf
- [13] *Elaboration de Critères et Indicateurs de Développement Durable (CIDD) pour les collectivités locales* (Thèse) :
<http://www.agora21.org/publications/ademe-boutaud.pdf>
- [14] **IFEN (Institut Français de l'Environnement)** :
<http://www.ifen.fr>
- [15] *La notion de développement durable : autour des auteurs* :
<http://www.reds.msh-paris.fr/communication/textes/devdur.htm>
- [16] *L'économie des convention (généralité autour des théories)* :
<http://www.crises.uqam.ca/9608c.htm>
- [17] *L'économie des conventions (O. FAVEREAU)* :
<http://psteger.free.fr/theorie-conventions.htm>
- [18] *L'économie des conventions et les théories des conventions* :
<http://forum.u-paris10.fr/telecharger/wpapers/WP03-02.pdf>
- [19] *L'environnement : de RIO à BERLIN* :
http://www.centre-cired.fr/perso/hourcade/Nego_Climat_PDF/ProjetT95.pdf
- [20] *Les théories de HOTELLING* :
<http://ceco.polytechnique.fr/CHERCHEURS/LASLIER/part3.pdf>
- [21] *Les théories économiques (généralités)* :
<http://psteger.free.fr/theories-economiques.htm>
- [22] **MIES (Mission Interministérielle de l'Effet de Serre)** :
<http://www.effet-de-serre.gouv.fr>
- [23] *Mobilité durable - Les contributions du PNR 41 "Transport et environnement"* :
<http://www.nfp41.ch/popular/f/environnement.html>
- [24] *Politiques territoriales et développement durable* :
<http://www.environnement.gouv.fr/actua/proposit/2003/0616-apr-polter-dd.htm>
- [25] *René PASSET* :
<http://perso.club-internet.fr/nicol/ciret/locarno/loca5c9.htm>
<http://www.environnement.gouv.fr/actua/proposit/2003/0616-apr-polter-dd.htm>
- [26] *Vers un développement durable : Indicateurs pour mesurer les progrès réalisés, Rome 15-17 décembre 1999* :
<http://www1.oecd.org/media/communique/nw99-122f.htm>

CONCLUSION GENERALE

Plaidoyer final pour l'hybridation

Si le lecteur est arrivé jusqu'au bout de la lecture des scénarios, qu'il nous donne encore quelques instants d'attention pour insister sur le sens à donner à l'exercice qui précède. Beaucoup de pistes évoquées lui sont sans doute apparues très hypothétiques, voire franchement surréalistes. Si le travail de prospective se limitait à énoncer des éléments faisant l'unanimité, il aurait peu d'intérêt. Ce que nous avons voulu faire ne visait pas à choquer ou à surprendre pour le plaisir de le faire, mais simplement à pousser jusque dans leurs retranchements certaines logiques, qui méritent de l'être car elles sont souvent utilisées de façon implicite. Nous espérons qu'après avoir lu notre travail, l'ingénieur, l'économiste ou le militant politique aura pris la peine de réfléchir à son propre positionnement comme à celui de ses adversaires de fait afin d'en finir avec les anathèmes et les *a priori*.

Notre objectif essentiel était de sortir, en matière de mobilité durable, tant de la rhétorique du "catastrophisme" (nous allons dans le mûr !) que de la rhétorique du "*statu quo*" (circulez, il n'y a pas de problème). Car à trop vouloir insister sur les solutions (*statu quo*), ou sur les problèmes (catastrophisme), on oublie que les continuités n'empêchent pas les chocs, et que les ruptures ne sont pas la fin du monde, mais simplement la fin d'un monde. Il était donc important de souligner comment le monde de la mobilité était marqué par des tendances qui posent problème au regard des objectifs que s'est donnés la France en matière de développement durable (cf le facteur 4). Face à ces problèmes, raisonner en termes de rupture permet de mettre en avant les facteurs qui remettent en cause les tendances, mais aussi de faire émerger comment la rupture peut être à l'origine de solutions, parfois pas si compliquées à mettre en œuvre. La rupture n'est pas une menace, elle est d'abord une invitation à changer de point de vue.

C'est la raison pour laquelle nous avons insisté sur les expérimentations, sur la façon dont il est possible de préparer la transition d'une forme à une autre de l'organisation de la mobilité. En se donnant des objectifs renouvelés, associés à des instruments adaptés, il n'est pas impossible de faire face au défi de la mobilité durable. Surtout si on évite d'en faire une guerre de religion et si, comme dans d'autres domaines (l'éducation, la santé), on n'hésite pas à combiner les logiques en présence. Il est ainsi tout à fait possible de mettre en place un péage urbain dans une agglomération tout en appliquant ici et là des restrictions de circulation pour les automobiles. De la même façon, le progrès technologique sur les moteurs et les carburants ne s'oppose pas, au contraire, à une hausse de la tarification de la route ou à une remise à plat des subventions aux transports publics. Et tout cela n'empêche pas que soient testées des politiques de labellisation pour le transport de marchandises, ou des permis d'émission négociables dans certains champs. De même que le vocabulaire européen parle de "package" lorsqu'il évoque certaines décisions, de même il ne faut pas hésiter à assembler dans le "paquet" mobilité durable des mesures relevant de diverses conceptions du développement durable.

Table des Matières

INTRODUCTION GÉNÉRALE	5
1 La problématique d'ensemble	5
1.1 Que faut-il entendre par mobilité durable ?	5
1.2 Quels positionnements au regard de la mobilité durable ?	6
1.3 La technologie "sauveur de l'humanité" ?	6
1.4 Comment construire des scénarios de mobilité durable pour un vrai débat démocratique ?	7
2 Les grandes étapes de la construction des scénarios de mobilité durable.....	8
2.1 Mieux définir la "mobilité durable".....	8
2.2 Reprendre, améliorer et compléter les études prospectives menant aux scénarios de mobilité durable : études téléologiques et exploratoires	8
2.2.1 Prospective quantitative.....	8
2.2.2 Prospective qualitative	9
2.3 Construire des scénarios de mobilité durable pour nourrir le débat démocratique	10
2.3.1 Mieux comprendre et mieux intégrer les phénomènes de saturation	10
2.3.2 Des trafics aux "services" de transport : un nouveau mode de représentation	10
2.3.3 Globaliser l'approche technologique.....	11
2.4 Construire de nouveaux scénarios de mobilité durable ; déduire les implications décisionnelles.....	12
3 Bilan de synthèse de la première phase de la recherche	13
3.1 ACTION 1.1 : établir une synthèse sur la contribution des travaux de prospective à l'élaboration de scénarios de mobilité durable	13
3.2 ACTION 1.2 : Evaluer la contribution des études TEV à la définition de scénarios de mobilité durable utiles à la décision	14
3.3 ACTION 1.3 : <i>Evaluer la contribution des scénarios de mobilité durable de la DRAST à la prise de décision.....</i>	16
3.4 ACTION 1.4 : Identifier les grandes interrogations qui demeurent et formuler les problématiques de recherche afférentes	16
3.5 ACTION 1.5 : Etablir un état des lieux critique sur la perception de la contribution de la technologie à l'établissement des conditions de durabilité dans les études prospectives	18
LA MOBILITÉ DURABLE : CONTINUITÉS ET RUPTURES	19
LA CONTRIBUTION DES SCÉNARIOS "TEV" À L'ANALYSE DES TRAJECTOIRES "KYOTO" ET "FACTEUR 4"	20
1 Méthodologie.....	20
1.1 Passagers.....	20
1.2 Marchandises	21
1.3 Cohérence des méthodes	21
2 Quels trafics à l'horizon du protocole de Kyoto et à celui du "facteur 4" ?	22
2.1 Passagers 2050	22
2.2 Marchandises	23
2.3 Commentaires sur les trafics 2050	26
2.3.1 Marchandises	26
2.3.2 Passagers	27
2.3.3 Commentaire général	28
3 Qu'indiquent les projections de consommation énergétique et d'émissions par rapport aux objectifs de Kyoto et du "facteur 4" ?	29
3.1 Commentaires sur les émissions	34

LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DES TRANSPORTS : BREF DESCRIPTIF ET HYPOTHÈSES RETENUES	35
1	Avant propos
1.1	Les Véhicules à Moteur Thermique.....
1.2	Véhicules Electriques à Batteries.....
1.3	Véhicules Hybrides.....
1.4	La pile à combustible
1.5	Les Biocarburants
2	Récapitulatif des hypothèses techniques retenues dans la recherche.....
2.1	Véhicules légers.....
2.2	Véhicules lourds.....
2.3	"Well-To-Tank" : les émissions indirectes de CO2 dues aux nouvelles technologies
3	La technologie salvatrice : autopsie d'un mythe
3.1	Regard sur le passé
3.2	Quelles leçons pour la construction de scénarios de mobilité durable ?.....
3.2.1	Le syndrome du château de cartes
3.2.2	Les effets structurants des technologies.....
3.2.3	Les limites des stratégies d'adaptation.....
4	Bibliographie et Webographie.....
LE MODÈLE DE BECKER : UNE MATRICE DE COMPRÉHENSION DE L'ALLOCATION DES TEMPS	51
1	L'approche de G.S. BECKER : le modèle générique
1.1	Le modèle générique
1.2	La fusion des contraintes : la notion de coût d'opportunité à ne pas travailler.....
2	Implications du modèle en statique
2.1	Hausse des coûts d'opportunité et mécanisme de substitution classique.....
2.2	Le double effet revenu : le paradoxe de la non-compensation
3	Implications du modèle en dynamique longue
3.1	Les indicateurs d'intensité temporelle et monétaire d'une commodité.....
3.2	Les premiers éléments de caractérisation de la commodité loisir
4	Bibliographie indicative.....
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE À LA MOBILITÉ DURABLE : QUELS OBJECTIFS, QUELS SCÉNARIOS POLITIQUES ?	66
1	Le développement durable : de l'évidence à la complexité.....
1.1	Une problématique ancienne : de la prise de conscience à la prise de responsabilités
1.1.1	Du double choc des années 70... à la remise en cause de la croissance économique.....
- A -	Les années 60 - 70 : La prise de conscience
- B -	Les années 80 - 90 : La prise de responsabilités
1.1.2	jusqu'à la controverse des années 90 aux ambitions actuelles.....
- A -	Institutions et acteurs du développement durable.....
- B -	Les préconisations pour le développement durable
- C -	Quels indicateurs de la durabilité ?.....
1.2	Une problématique multi-facettes : de la sémantique à l'interprétation.....
1.2.1	Le développement durable : un problème de sémantique
1.2.2	De l'anthropocentrisme à l'écocentrisme : quels degrés de liberté ?.....
1.3	Une problématique épistémologique : de la définition à sa transcription
1.3.1	Les enjeux environnementaux du développement durable
1.3.2	Trois logiques d'arbitrage et une variable : les 4 R
1.3.3	La vision économiste du développement durable
- A -	L'analyse économique standard et la logique unidimensionnelle : la Restauration ..
a -	Les critères de durabilité dans l'analyse économique standard.....
b -	L'utilisation optimale des ressources rares : HOTELLING
c -	Conditions de satisfaction de la durabilité : HARTWICK
d -	Environnement et temporalités : l'actualisation.....
- B -	L'école de Londres et la logique de backcasting : la Rénovation

	a - Les critères de durabilité	80
	b - Remise en cause de l'internationalisation des effets externes	82
	c - Les recommandations pour un développement durable dans l'Ecole de Londres	84
	d - L'école française et la logique multidimensionnelle : La Révolution	84
	e - Hiérarchisation des trois dimensions du développement durable.....	84
	f - La sphère économique incluse dans les sphères sociale et naturelle.....	85
1.3.4	La vision environnementaliste du développement durable	87
1.3.5	La vision sociologiste du développement durable.....	88
1.3.6	La vision politologiste du développement durable	88
	- A - La gouvernance et le développement durable.....	88
	a - La gouvernance un défi pour le développement durable.....	88
1.4	Une problématique conceptuelle : de la convention au contrat	89
1.4.1	Du concept à la convention.....	90
	- A - Convention et dimension temporelle	90
	- B - Convention et dimension spatiale.....	91
	a - L'inapplication spatiale des règles universelles	91
	b - L'appropriation de l'espace.....	92
1.4.2	Espace contractuel ou espace conventionnel ?	92
1.5	Une problématique à géométrie variable : du global au local	94
1.5.1	Le développement durable et la dimension territoriale	94
	- A - La prise en compte des aires urbaines.....	94
	- B - Le rôle de l'urbanisme sur la ville	95
	- C - La prise en compte du foncier.....	95
	- D - La relation entre les espaces ruraux et urbains	95
1.5.2	Le développement durable et la dimension humaine et éthique.....	95
1.6	Une problématique de rationalité : de la rationalité procédurale à la rationalité substantielle	96
1.7	Une problématique politique : de l'idéologie à la décision	98
2	La mobilité durable : de la complexité à l'action.....	98
2.1	La banalisation de la motorisation et ses conséquences.....	100
2.1.1	Qu'est ce que la mobilité ?	102
2.1.2	La mobilité a tout prix, mais à quels coûts ?	104
	- A - Subvention de la mobilité et périurbanisation.....	104
	- B - Les politiques territoriales comme réponse ?.....	105
	- C - La planification urbaine comme remède ?.....	106
2.2	Les stratégies d'actions concrètes	109
2.2.1	Une problématique de cohérence : le triangle d'incompatibilité.....	109
2.2.2	Une problématique de coordination : le triangle des clivages.....	110
2.3	Le rôle clé de l'évaluation : du diagnostic au pronostic	111
2.3.1	Le rôle de l'expertise : le futur est présent	112
2.3.2	Indicateurs et critères de mobilité durable	113
2.3.3	Les objectifs des indicateurs de mobilité durable	115
	- A - Approche conceptuelle des indicateurs de mobilité durable.....	118
	- B - Approche méthodologique des indicateurs de mobilité durable	119
	a - Les indicateurs environnementaux.....	119
	b - Les indicateurs économiques	119
	c - Les indicateurs sociaux	119
2.4	Scénarios politiques et prospectives de la mobilité durable	121
2.4.1	Des scénarios politiques pour une prospective de la mobilité durable.....	121
2.4.2	Les scénarios de la mobilité durable urbaine	123
2.4.3	Les 4 scénarios de la mobilité durable interurbaine des personnes.....	129
2.4.4	Les 4 scénarios de la mobilité durable interurbaine des marchandises	134
3	Bibliographie et Webographie.....	137
	CONCLUSION GÉNÉRALE	143

Tables des illustrations

FIGURES

Figure 1 : Evaluation des impacts des activités de transport	11
Figure 2 : Le Concept de la "new home economics"	53
Figure 3 : Hausse de \bar{w} et compensation : effet de substitution	58
Figure 4 : Le double effet revenu selon BECKER	59
Figure 5 : Le double effet revenu : incidence sur T_c / T_w	60
Figure 6 : Auto-alimentation des intensités monétaires et temporelles du fait de la non substituabilité et du caractère de bien supérieur de Z (loisir)	64
Figure 7 : les différentes approches du développement durable	75
Figure 8 : Les contraintes du développement durable dans l'Ecole de Londres.....	80
Figure 9 : Les fonctions des ressources naturelles dans l'Ecole de Londres	81
Figure 10 : Le développement : un concept en trois dimensions	85
Figure 11 : Les critères de durabilité : du général au particulier	92
Figure 12 : Le processus du développement durable : du bilan à la situation idéale	98
Figure 13 : Le cercle vicieux des déplacements	101
Figure 14 : Les orientations de la mobilité durable.....	108
Figure 15 : Contraintes du développement durable.....	110
Figure 16 : Le politicien, l'économiste et le technicien face au développement durable.....	111
Figure 17 : Les scénarios de la mobilité durable urbaine.....	123

GRAPHIQUES

Graphique 1 : L'optimum économique	82
Graphique 2 : L'équilibre écologique.....	83
Graphique 3 : Confrontation entre l'optimum économique et l'équilibre écologique.....	83
Graphique 4 : Rationalité procédurale et rationalité substantielle	96
Graphique 5 : Variables déterminantes et leviers possibles	97
Graphique 6 : Responsabilités des modes de transport terrestre dans les émissions de polluants.....	100
Graphique 7 : Répartition du sol métropolitain en 2000.....	102
Graphique 8 : Nombre de voitures par habitant selon la tranche de densité humaine nette communale.....	107
Graphique 9 : Scénarios du groupe de BATZ et grille de lecture de la mobilité durable.....	126
Graphique 10 : Grille de lecture de la mobilité durable interurbaine de personnes	129
Graphique 11 : Evolution des distances parcourues par personne depuis 1800 aux Etats-Unis	133

ENCADRES

Encadré 1 : La réponse de Luc FERRY à la <i>deep ecology</i>	77
Encadré 2 : Le développement durable dans la pensée française	87
Encadré 3 : Les règles universelles de la durabilité	91

EQUATIONS

Equation 1: La formulation du problème de maximisation dans la théorie Beckerienne.....	54
Equation 2 : Modèle de BECKER à l'équilibre avec $c_i = 0$	56
Equation 3 : Intensité temporelle du " <i>full price</i> "	62
Equation 4 : Intensité en revenu sacrifié du " <i>full price</i> "	62
Equation 5 : Intensité en biens du " <i>full price</i> ".....	62

TABLEAUX

Tableau 1 : Hypothèses générales des scénarios	24
Tableau 2 : Trafics.....	25
Tableau 3 : Projections de trafic BAU 2050	26
Tableau 4 : Projections de trafic TEV-3-2050.....	27
Tableau 5 : Evolution de la motorisation – BAU 2050	27
Tableau 6 : Evolution de la motorisation – TEV-3 2050	28
Tableau 7 : Projections des consommations énergétiques et des émissions, BAU	30
Tableau 8 : Projections des consommations énergétiques et des émissions, TEV3	32
Tableau 9 : Performances des véhicules selon les types de batteries	37
Tableau 10 : Emissions indirectes selon les énergies finales et primaires	43
Tableau 11 : Développement durable : variations sur un même terme	72
Tableau 12 : Les logiques contradictoires des sphères naturelle et économique.....	86
Tableau 13 : Les trois dimensions du transport durable.....	114
Tableau 14 : Construction d'une matrice des priorités pour la mobilité durable.....	115
Tableau 15 : Cadre général des indicateurs d'évaluation	120
Tableau 16 : Quatre caricatures des politiques de la mobilité urbaine à l'horizon 2020	125
Tableau 17 : Tableau synoptique des quatre scénarios de la mobilité urbaine	128
Tableau 18 : Tableau synoptique des quatre scénarios de la mobilité interurbaine.....	131
Tableau 19 : Tableau synoptique des quatre scénarios de la mobilité interurbaine des marchandises ...	136