
**Le monde est à nous ? Analyse socio-économique
des émissions de gaz à effet de serre dues aux
déplacements de tourisme et de loisirs**

**PROGRAMME DE RECHERCHE « GESTION ET IMPACTS DU
CHANGEMENT CLIMATIQUE »**

Deuxième appel à propositions

Rapport final

Juin 2009



Tourisme Transports Territoires
Environnement Conseil

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	5
OBJECTIFS ET METHODE	9
A) CONTEXTE DE LA RECHERCHE	9
1. La part du tourisme dans les émissions mondiales est loin d'être négligeable	9
2. En tendancier, une part croissante du tourisme dans les émissions de gaz à effet de serre.....	21
3. Les enseignements des exercices de prospective pour la recherche d'alternatives.....	30
B) OBJECTIFS DU PROJET.....	37
1. Un besoin de travaux sur l'atténuation des émissions de GES.....	37
2. Se concentrer sur les logiques de consommation	37
3. Evaluer les émissions du tourisme pour comprendre leurs déterminants socio-economiques	38
C) LES DIFFERENTES METHODES POSSIBLES.....	40
1. Les voyages.....	40
2. Les distances et la répartition modale.....	44
3. Les coefficients d'émissions	45
4. Le besoin d'un saut qualitatif dans les méthodes utilisées.....	49
D) DESCRIPTION DE L'ENQUETE SDT : INTERET ET LIMITES.....	51
1. Situation actuelle des méthodes d'enquêtes sur la mobilité à l'échelle internationale	51
2. Présentation des enquêtes et bases de données	52
3. Préparation de la base.....	57
E) DEFINITION D'UNE STRATEGIE DE TRAITEMENT SUR L'ENSEMBLE DU PROJET	60
1. Les émissions de GES en 2007 et leur évolution.....	60
2. Segmentation des voyages et des voyageurs : courbes de Lorentz	60
3. Elaboration de typologies.....	64
4. Analyse de phénomènes particuliers.	64
F) ADAPTATION DE L'ENQUETE AUX ENJEUX DE LA RECHERCHE	66
1. Constitution des différents fichiers.....	66
2. Le module de calcul des distances.....	69
3. Le module de calcul des émissions de GES.....	71
RESULTATS	77
A) LES EMISSIONS ET LEUR EVOLUTION	77
1. La part du tourisme dans la mobilité des français.....	77
2. Les émissions par modes de transport	79
3. La durée et la distance se compensent pour limiter l'impact des courts séjours.....	84
4. Le poids du choix de la destination.....	84
5. Des pratiques émettrices associées aux hébergements marchands les plus confortables.....	87
6. Les déplacements induits par la pratique d'activités et par les différents motifs de voyage.....	89
7. Des différences de comportement par régions de résidences	91
8. La catégorie socioprofessionnelle	93
B) LA SEGMENTATION DE LA DEMANDE.....	94
1. L'hyper concentration des émissions	94
2. Caractérisation de groupes de voyageurs	95
B) L'ANALYSE DE PHENOMENES PARTICULIERS.....	98
1. Les séjours et les voyageurs aériens.....	98
2. Les interactions entre le train et l'avion : quel effet de la mise en place du TGV Sud-Est en 2001 ?.....	109
3. Déplacements vers l'outre-mer et dépendance au carbone.....	112
C) LES ENSEIGNEMENTS DES TYPOLOGIES	115
1. Typologie des voyageurs en 2006	115
2. Typologie pluriannuelle des Voyageurs 2005-2007	141
3. Typologie des séjours 2006	153
CONCLUSION	159
BIBLIOGRAPHIE	162
VALORISATION	165
ANNEXES	167

TOURISME ET CHANGEMENT CLIMATIQUE : UNE RELATION A DOUBLE SENS

Les relations entre le climat et le tourisme ont été étudiées de longue date. Les travaux sur celles entre le changement climatique et le tourisme sont plus récents, mais font l'objet déjà d'une littérature importante (Scott, Jones et al. 2005) même si tous les aspects géographiques ou thématiques ne sont pas traités. Un certain nombre de travaux de synthèse ont déjà été effectués, les deux plus récents sont les travaux du GIEC (Wilbanks, Romero Lankao et al. 2007) et surtout le rapport préparatoire pour la 2^e Conférence mondiale sur le tourisme et le changement climatique organisée à Davos en 2007 par l'Organisation Mondiale du Tourisme, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement et l'Organisation météorologique mondiale.

Les liens entre le tourisme et le changement climatique doivent être abordés de deux points de vue :

- les impacts du changement climatique sur le tourisme et les adaptations auxquelles ils peuvent donner lieu ;
- la contribution du tourisme aux changements climatiques en raison des émissions de gaz à effet de serre qu'il produit et la question induite des réponses du tourisme aux politiques de limitations des émissions.

La présente recherche concerne exclusivement le second aspect. Un travail antérieur mené pour la Direction du tourisme traitait du volet impacts et adaptation (Dubois G. and Ceron 2006).

LA NATURE DE L'ENJEU : FONDER LES POLITIQUES D'ATTENUATION PAR UNE APPROCHE DE LA CONSOMMATION

Les émissions concernent différentes dimensions de l'activité touristique : le transport, l'hébergement, les activités.

Dans les politiques concernant le changement climatique, le tourisme a fait jusqu'à très récemment l'objet d'une faible attention. De nombreux secteurs économiques sous-tendent l'activité touristique et la plupart d'entre elles n'y consacrent qu'une partie de leur activité (la restauration, les transports...). Jusqu'à maintenant tout s'est passé comme si l'on pouvait se contenter des analyses portant sur ces secteurs pour en tirer l'essentiel des informations nécessaires au traitement du lien entre le tourisme et le changement climatique, l'importance de ce lien n'étant d'ailleurs pas évaluée. Le tourisme n'est jamais identifié en tant que tel dans les inventaires d'émission et les mesures de limitation des émissions envisagées n'en font jamais explicitement une cible. En outre, le transport aérien, dont les voyages d'agrément représentent 80% (DG Enterprise European Commission 2004 p.39) est exclu du champ d'application du protocole de Kyoto.

Le choix d'une entrée par le tourisme plutôt que par les différents secteurs qui y contribuent (le résidentiel- tertiaire pour les hébergements touristiques, le transport pour la mobilité touristique, voire l'agriculture pour l'approvisionnement des hébergements...) a plusieurs motifs :

- le tourisme ressort de pratiques sociales et de motivations qu'il n'est pas possible d'appréhender à travers les analyses sectorielles : l'analyse de l'explosion des transports touristiques aérien à très longue distance ne s'explique pas seulement par une baisse des

coûts et une hausse des revenus disponibles mais doit être mise en relation avec des usages du temps, des représentations des lieux (du chez soi aux destinations exotiques...). Cette entrée par le tourisme permet donc une analyse fine des déterminants de la demande de transports, et par la même occasion des leviers d'action possibles, au-delà de la technologie ;

- l'évaluation de la contribution du tourisme aux émissions de GES a pu assez commodément être faite à partir des données fournies par les études sectorielles, notamment en ce qui concerne les transports origine /destination qui rendent compte de l'essentiel de ces émissions. Néanmoins, un travail essentiel reste à faire au niveau de la ventilation de cette contribution selon les différentes catégories de tourisme, les groupes sociaux, les destinations etc. Ce travail est particulièrement important pour fonder une réflexion sur la répartition des efforts que demanderont les politiques pour contrôler les émissions ;
- en effet, il s'agit de compléter les inventaires sectoriels d'émission, qui sont avant toute des inventaires de secteurs de production, par des approches centrées sur la consommation et les modes de vie. Avec la perspective d'objectifs de réduction des GES plus restrictifs, se profile celle de demandes d'arbitrages entre grands secteurs (l'industrie après avoir beaucoup investi pour réduire ses émissions, demandera peut-être aux transporteurs de faire de même), mais aussi à l'intérieur de chaque secteur. La régulation indifférenciée de chaque secteur (l'augmentation du prix du gazole touche indifféremment le transport de marchandise, les déplacements domicile-travail, les départs en vacances) semble devoir être progressivement substituée par une régulation plus fine, permettant de peser les coûts et les avantages de chaque activité contribuant aux émissions, mais aussi de mettre en balance des arguments non économiques : le tourisme est une mobilité choisie et désirée, d'abord une pratique sociale ayant des effets économiques (parfois perçue comme un droit), alors que le transport de marchandises est d'abord une décision économique, prise à l'intérieur d'un ensemble de contraintes. A l'intérieur de la mobilité des personnes, il faut également distinguer la mobilité liée à des motifs professionnels, les déplacements contraints (courses), les loisirs de proximité, et enfin le tourisme, qui se décompose lui-même en différents types de trajets (selon un couple distance- temps, associé à des motivations différentes au voyage) ;
- cette répartition des efforts et la nécessité d'un arbitrage, la plupart du temps sous-jacente et jamais négociée, pose également des questions d'équité sociale. Ici aussi, seule une approche par la demande peut permettre d'évaluer les responsabilités différenciées de chaque catégorie.

UNE PART CROISSANTE DANS LES EMISSIONS MONDIALES

L'importance des enjeux tient aussi au fait que la part du tourisme dans les émissions mondiales est loin d'être négligeable.

Plusieurs travaux ont joué un rôle précurseur dans l'analyse des émissions de gaz à effet de serre dues au tourisme : (Gössling 2002) a évalué la contribution du transport, de l'hébergement et des activités touristiques à au moins 5,3% des émissions de CO₂-e d'origine anthropique. Pour la France, pays hautement touristique, cette contribution se situerait entre 9 et 10%, une fois incluses les émissions du transport aérien (IFEN 2000; Dubois and Ceron 2005).

On ne note pas de divergence majeure dans les ordres de grandeur des résultats auxquels aboutissent les exercices cités : ils s'accordent en particulier sur le rôle largement prédominant du transport origine / destination dans les émissions. Le rapport d'accompagnement de la conférence de Davos sur le tourisme et le changement climatique propose ainsi un chiffre de 5% pour la contribution du tourisme aux émissions mondiales (UNWTO-UNEP-WMO 2008).

L'OBJECTIF DE LA RECHERCHE, SES MOYENS

Le projet « Le monde est à nous ? » vise à contribuer à combler les lacunes que nous venons de pointer. Pour ce faire il s'agit de s'appuyer sur une base de données qui est à la fois très riche et exploitée de manière encore incomplète en raison du manque de moyens du service des statistiques du secrétariat d'Etat chargé du tourisme (voir à ce sujet le diagnostic du CGP, dont le constat a peu évolué 10 ans plus tard (Commissariat général au Plan 1998).

Evaluer les émissions de gaz à effet de serre des transports des touristes suppose de disposer de données sur :

- le nombre de voyages ;
- les distances qui leur sont associées
- les coefficients d'émissions de gaz à effet de serre par passager.km qui varient selon les modes de transport utilisés

L'enquête Suivi de la demande touristique (SDT) est construite à partir du panel de la Sofres «Metascope». Le panel Metascope comporte 30 000 foyers soit environ 53 000 individus. Parmi les 30 000 foyers du Metascope, 20 000 foyers sont tirés au sort et interrogés tous les mois. Un seul individu par ménage est interrogé.

Le SDT mesure les déplacements à motif personnel ou professionnel des personnes résidents en France, à destination de la France ou de l'étranger, dès que la durée du séjour dépasse une nuit au moins à l'extérieur du domicile¹. Il permet d'estimer quantitativement le nombre de touristes, de voyages, de séjours ou de nuitées mais présente également des informations à la fois démographiques comme la taille du foyer et le nombre d'enfants, géographiques comme la région de domicile et le type d'agglomération, et sociologiques comme la classe de revenu et la catégorie socioprofessionnelle. Ces variables permettent ainsi de caractériser le voyageur.

Chaque voyage ou partie de voyage pour motif personnel donne lieu à la description des deux lieux de séjours les plus longs avec le type d'hébergement, la raison du séjour, les activités réalisées, le moyen de transport principal utilisé, la nature de réservation...

Les résultats du SDT au cours des dernières années faisaient apparaître une tendance à la diminution du nombre des voyages qui contrastait avec la croissance du nombre des déplacements des Français telle qu'elle ressortait des statistiques de transport pour tous les modes de transport terrestre et pour l'avion. Il paraissait possible que la diminution du nombre des touristes trouve sa source dans l'augmentation du nombre des excursionnistes. C'est ainsi qu'est mise en place en 2004 l'enquête sur les Déplacements à la Journée. Cette enquête est construite comme un sous échantillon de 8 000 individus du SDT et ayant la même représentativité que le panel lui-même. Elle est également de périodicité mensuelle et porte sur les déplacements effectués à plus de 100 km du domicile.

Notre travail porte sur ces deux enquêtes (déplacements touristiques et allers-retours à la journée), avec cependant une insistance sur la première.

LE CONTENU DE CE RAPPORT

La base de données SDT est un outil particulièrement lourd et complexe à traiter. Ces traitements posent des questions statistiques et méthodologiques, dont la résolution a été permise grâce à un partenariat que nous jugeons exemplaire, entre la direction du Tourisme, le ministère en charge de l'Ecologie, le Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (CIRED), le Centre de recherche interdisciplinaire sur le droit de

¹ Selon la définition internationale de l'Organisation mondiale du tourisme, est reconnue comme touriste toute personne résidant entre une nuit et un an en dehors de son environnement habituel, pour des motifs autres que le travail régulier ou les études et un certain nombre d'autres raisons (traitement médical régulier...).

l'environnement, de l'aménagement et de l'urbanisme (CRIEDEAU- Université de Limoges) et TEC.

Ce rapport vise :

- à situer la recherche par rapport à la littérature scientifique, en insistant à la fois sur les enjeux actuels et prospectifs mis en évidence par les travaux précédents (réalisés par notre équipe ou par d'autre), et sur la comparaison des méthodologies employées ;
- à développer pas à pas, avec le plus de transparence possible, la méthodologie retenue pour « traduire » cette enquête, dont l'objectif est d'abord l'observation de l'économie touristique, en une enquête permettant d'évaluer des flux de transports et leurs impacts sur les émissions de gaz à effet de serre ;
- à présenter progressivement les résultats obtenus (tris à plat, séries temporelles, typologies, analyses de phénomènes particuliers), avant de proposer un certain nombre d'analyses transversales.

Le présent rapport constitue le rapport final de la recherche. Il faut noter que toutes les analyses possibles de la masse de traitements réalisés ne sont pas restituées. La particularité du SDT est en effet de pouvoir être croisé dans tous les sens, pour analyser des phénomènes spécifiques (le voyage en train, les trajets vers les résidences secondaires, les voyages des franciliens vers le littoral...), des catégories de voyageurs (« ceux qui prennent l'avion »), ou apporter un éclairage particulier (débuter l'analyse par les distances, ou par les nuitées, etc.). Les émissions pour l'année 2007 sont analysées de manière exhaustive en ce qui concerne les émissions de CO₂, de même que certaines des typologies de voyageurs. Les fichiers de résultat des traitements sont mis en ligne sur le site de TEC (www.tec-conseil.com), comme annexe à ce rapport, afin de permettre des analyses ultérieures.

Ce rapport a été rédigé par Jean Paul Ceron (CRIEDEAU) et Ghislain Dubois (TEC)

Objectifs et méthode

A) CONTEXTE DE LA RECHERCHE

Dans les recherches comme dans les politiques concernant le changement climatique, le tourisme a fait jusqu'à très récemment l'objet d'une faible attention. De nombreux secteurs économiques sous-tendent l'activité touristique et la plupart d'entre elles n'y consacrent qu'une partie de leur activité (la restauration, les transports...). Jusqu'à maintenant tout s'est passé comme si l'on pouvait se contenter des analyses portant sur ces secteurs pour en tirer l'essentiel des informations nécessaires au traitement du lien entre le tourisme et le changement climatique, l'importance de ce lien n'étant d'ailleurs pas évaluée. Le tourisme n'est jamais identifié en tant que tel dans les inventaires d'émission et les mesures de limitation des émissions envisagées n'en font jamais explicitement une cible. En particulier, le transport aérien, dont les voyages d'agrément représentent 80% (DG Enterprise European Commission 2004 p.39) est exclu du champ d'application du protocole de Kyoto.

Les pages qui suivent montrent que ce « traitement de faveur » ne semble pas tenable dans l'avenir et plus particulièrement dans la perspective de négociations post-Kyoto.

I. LA PART DU TOURISME DANS LES EMISSIONS MONDIALES EST LOIN D'ÊTRE NEGLIGEABLE.

Plusieurs travaux ont joué un rôle précurseur dans l'analyse des émissions de gaz à effet de serre dues au tourisme : (Gössling 2002) a évalué la contribution du transport, de l'hébergement et des activités touristiques à au moins 5,3% des émissions de CO₂-e d'origine anthropique. Pour la France, pays hautement touristique, cette contribution se situerait entre 9 et 10%, une fois inclus les émissions du transport aérien (IFEN 2000; Dubois and Ceron 2005).

Le rapport élaboré pour la seconde conférence internationale sur le changement climatique et le tourisme qui s'est tenue à Davos en septembre 2007 (UNWTO-UNEP-WMO 2008) constitue la première tentative d'estimation des émissions de CO₂ et du forçage radiatif au niveau mondial pour le secteur touristique (estimation pour 2005, le tourisme représentant 5% des émissions mondiales de CO₂). Cette évaluation inclut les émissions des allers et retours à la journée et considère les émissions du transport, de l'hébergement et des activités liées au tourisme.

En terme de cadrage global des émissions, le projet « Le monde est à nous » bénéficie donc du travail de l'OMT, mené par le groupe e-CLAT (dont Jean Paul Ceron et Ghislain Dubois font partie).

Les calculs concernant la contribution du tourisme au changement climatique de niveau mondial se sont jusqu'ici intéressés au tourisme international (voyages personnels et voyages d'affaires) alors que le nombre des voyages internationaux est estimé à 15,8% du total contre 84,2% pour les voyages nationaux. Cela tient à une raison toute simple : l'essentiel des statistiques de l'Organisation mondiale du tourisme (OMT) concerne le tourisme international alors que ses données concernant le tourisme national sont très incomplètes. Toutefois à la demande des auteurs de l'étude, le département des statistiques de l'OMT a fourni les estimations synthétisées dans le Figure I ci-dessous.

(billions)	Total	of which:		of which:	
		Domestic	International	Intraregional	Interregional
Total arrivals	9.8	8.0	1.80		
Same-day	5.0	4.0	1.05	1.05	0.00
Over land. water	5.0	4.0	1.04		
By air	0.05	0.04	0.01	0.01	
By air (%)	1	1	1		
Tourist					
Arrivals	4.8	4.0	0.80	0.65	0.15
Trips	4.7	4.0	0.75	0.61	0.13
Over land/water	3.9	3.52	0.42	0.41	0.01
By air	0.81	0.48	0.33	0.21	0.12
By air (%)	17	12	44	34	92

Source: UNWTO Department of Statistics and Economic Measurement of Tourism
 Colour codes: (green) data estimate based on UNWTO country data or other sources, (yellow) approximated data

Figure 1 Estimation des flux touristiques mondiaux en 2007, en nombre de touristes et d'arrivées

En appliquant des distances moyennes aux différents types de voyages et des coefficients d'émissions aux passagers.km obtenus l'étude déduit les émissions des transports touristiques.

I.1. Les émissions des transports

Le Figure 2 ci-dessous synthétise les émissions de CO₂ du tourisme international et national dans le domaine des transports. Les émissions sont estimées pour les trois principaux marchés touristiques, pour les voyages à la journée et pour chaque mode de transport. Les émissions totales dues aux transports touristiques sont estimées à environ 985 millions de tonnes de CO₂ : 52% de celles-ci sont causées par le transport aérien, 43% par l'automobile et 5% par les autres modes de transport (ferroviaire, autocar, bateau).

	Air	Car	Other	Total
International				
Trips (million)	330	294	126	750
Passenger-kilometres (billion)	2540	353	151	3044
CO ₂ emissions (Mt)	305	47	4	356
<i>Intraregional</i>				
Trips (million)	210	287	123	620
Passenger-kilometres (billion)	852	344	148	1344
Emissions CO ₂ (Mt)	104	46	4	154
<i>Interregional</i>				
Trips (million)	120	5	5	130
Passenger-kilometres (billion)	1743	6	6	1755
Emissions CO ₂ (Mt)	200	0,8	0,2	201
Domestic developed countries				
Trips (million)	379	1459	162	2000
Passenger-kilometres (billion)	1007	1605	178	2790
Emissions CO ₂ (Mt)	156	213	5	374

Domestic developing countries				
Trips (million)	101	570	1329	2000
Passenger-kilometres (billion)	268	513	1196	1977
Emissions CO ₂ (Mt)	42	46	30	117
Same-Day visitors				
Trips (million)	50	3689	1321	5060
Passenger-kilometres (billion)	100	904	289	1293
Emissions CO ₂ (Mt)	15	117	7	139
Total number of trips (million)	860	6012	2938	9810
Passenger-kilometres (billion)	3914	3375	1815	9103
Total CO₂ emissions (Mt)	517	423	45	985

Source : e-CLAT /UNWTO, Report for the Davos Conference

Figure 2 Emissions totales de CO₂ du transport touristique (allers-retours à la journée inclus)

La répartition par mode varie substantiellement entre le tourisme international et national. Le Figure 3 montre une dominance des voyages nationaux et des voyages automobiles dans les pays développés alors que dans les pays en voie de développement les autres modes de transport rendent compte de la majorité des émissions. La Figure 4 montre selon les modes de transport, l'éclatement des émissions entre voyages nationaux et internationaux pour les pays développés et en développement. Pour le tourisme international, les voyages par air causent des émissions de CO₂ alors que dans le tourisme national l'automobile est responsable de la contribution la plus importante aux émissions (57% dans les pays développés). En terme de forçage radiatif (une fois inclus les autres effets de l'aviation, non liés au CO₂ Figure 5), le transport aérien est le plus important contributeur à la fois au niveau national et international. Il cause environ 73% de la contribution globale du transport touristique aux changements climatiques.

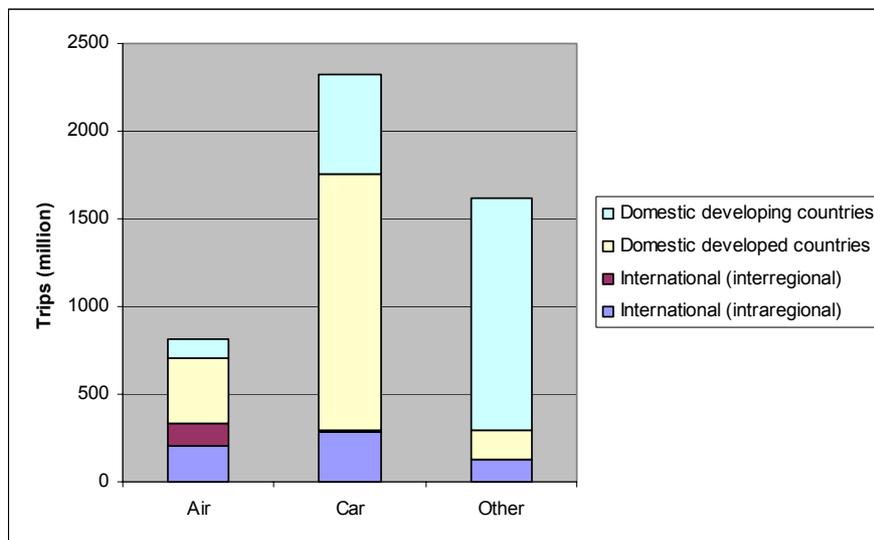


Figure 3 Flux mondiaux de transport touristique (sans les allers-retours à la journée) par mode de transport et par région

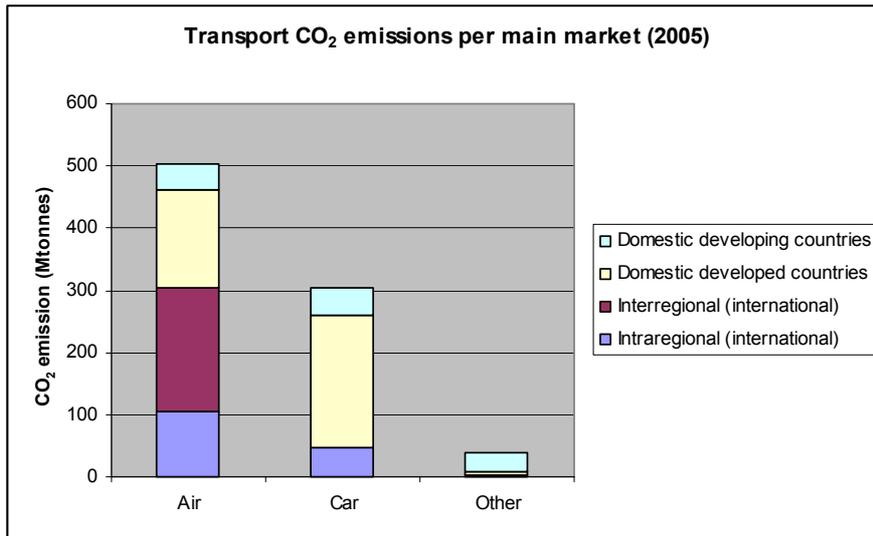


Figure 4 Emissions de CO₂ selon l'origine des flux touristiques

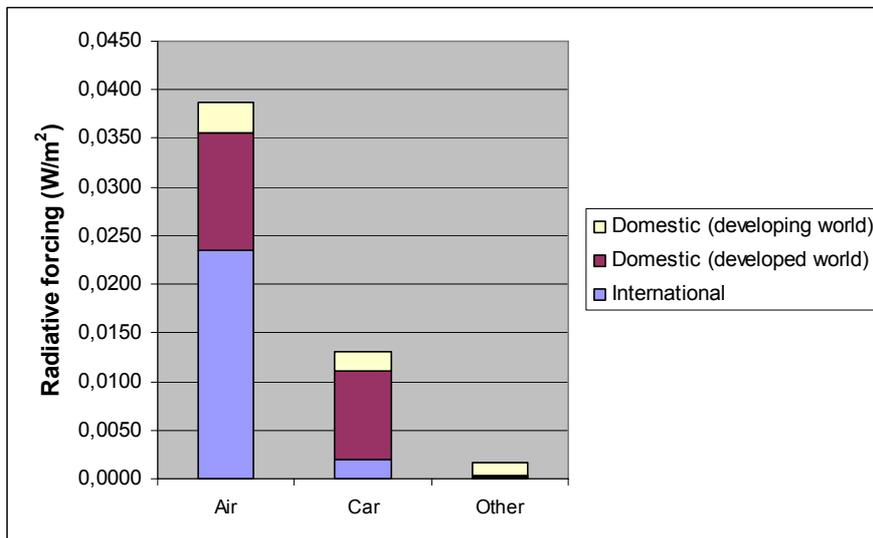


Figure 5 Forçage radiatif du transport touristique domestique et international (2005; sans l'effet de l'aviation sur les cirrus).

1.2. Les émissions de gaz à effet de serre des hébergements.

Elles sont obtenues en multipliant le nombre de nuitées par les émissions unitaires de chaque type d'hébergement. Dans cette étude le nombre total de nuitées a été fourni par le département des statistiques de l'OMT. Il est estimé à 6,2 milliards pour le tourisme international et à 13,5 milliards pour le tourisme national. Les émissions totales de CO₂ associées sont estimées à 274 millions de tonnes (voir le Figure 6 ci-dessous).

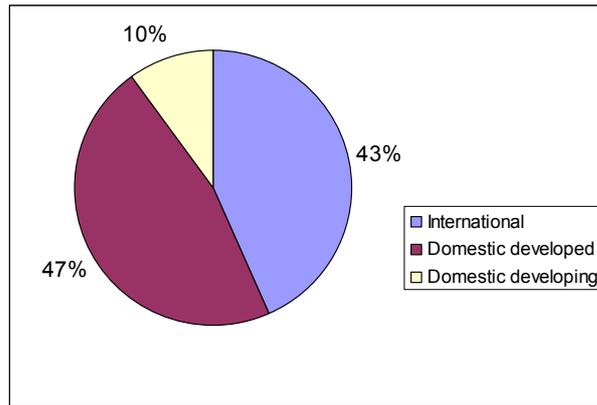


Figure 6 Part des différents flux dans les émissions des hébergements.

I.3. Les activités

L'estimation de l'étude pour les émissions liées aux activités est de l'ordre de 48 millions de tonne de CO₂.

I.4. Synthèse transports/hébergements/activités.

La synthèse des émissions et du forçage radiatif pour le tourisme en 2005 est fournie par la Figure 7 ci-dessous. Les couleurs des cases du tableau reflètent le degré de fiabilité des estimations : le vert traduit un degré de fiabilité de plus ou moins 10%, le bleu de plus ou moins 25% et le rouge de plus 100% à moins 50%. Comme le tableau l'indique les estimations pour le CO₂ et le forçage radiatif excluant les cirrus sont plutôt bonnes, avec une marge d'erreur allant jusqu'à 25%. On en conclut que ceci signifie que la contribution du tourisme aux émissions globales de CO₂ peut se situer entre 4 et 6% du total mondial, alors que pour le forçage radiatif la fourchette est de 3,8 à 5,5%. Si l'on inclut la contribution maximale des cirrus cela aboutit à une part de 4,4% à 14,3% des émissions mondiales.

	CO ₂ (Mt)	Contribution to RF (W/m ²)	
		Excluding cirrus	Including maximum cirrus impact
Air transport	517	0.0398	0.0982
Other transport	468	0.0199	0.0199
Accommodation	274	0.0116	0.0116
Activities	45	0.0019	0.0019
TOTAL	1,307	0.0734	0.1318
Total world	26,400*	1.6 ⁱ	1.68 ^(a)
Share (%)	4.95	4.59	7.85

(a) This value is higher to account for the impact of cirrus.

Figure 7 Emissions du tourisme mondial en 2005 (aller-retours à la journée compris).

Remarque : La couleur verte représente un degré d'incertitude de +/- 10%, le bleu de +/- 25% et le rouge de +100%/-50%

Le Figure 8 ci-dessous montre que les transports de l'origine à la destination représentent 75% de toutes les émissions de CO₂ du tourisme alors que l'hébergement rend compte de 21% et les activités de 4%. Si on raisonne en terme de forçage radiatif la part du transport s'accroît jusqu'à 81% (sans prise en compte des cirrus et jusqu'à 90% si l'impact maximum des cirrus est pris en considération). En ce qui concerne les hébergements on remarquera que le chiffre de 21% représente l'impact brut de l'hébergement alors que l'on peut également prendre en compte le fait que l'absence du domicile se traduit pour le touriste par une diminution des émissions à sa résidence principale. La focalisation sur cet impact « net » aboutit à renforcer encore la part relative des émissions liées au transport.

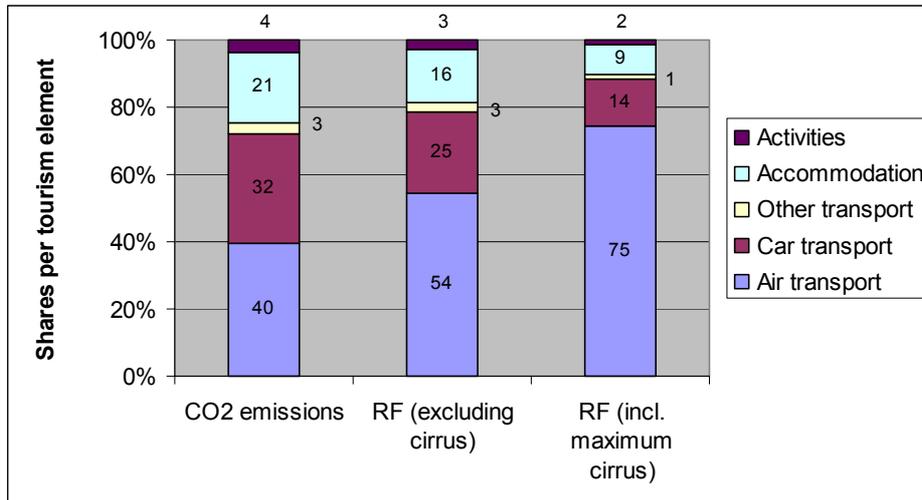


Figure 8 Contributions des différentes composantes de l'activité touristique aux émissions de CO₂ et au forçage radiatif (allers-retours à la journée inclus).

L'étude ne prend en compte que les usages directs de l'énergie. Elle ne se situe pas dans une perspective de cycle de vie, c'est à dire qu'elle ne prend pas en compte l'énergie utilisée pour la construction des aéroports des hôtels etc... Elle ne comptabilise pas non plus l'énergie induite par les activités touristiques : par exemple le tourisme est responsable du transport de quantités importantes de fret pour fournir en produits alimentaires ou manufacturés les destinations exotiques d'autant plus qu'il s'agit de pays pauvres et éloignés.

Les données qui ont été fournies par l'organisation mondiale du tourisme permettent également d'éclater les volumes de transport en fonction des régions du monde, mettant en évidence le trafic à la fois interne aux régions et entre celles-ci (voir Figure 9 et Figure 10). Il en ressort que l'Europe est la région la plus importante à la fois en termes de nombre de voyages et de volume de transport avec 65% du total des voyages et 50% des passagers kilomètres au niveau mondial. Le transport a longue distance (intercontinental) pour le tourisme à partir de l'Europe représente 18% de tous les voyages internationaux et 56% des passagers kilomètres.

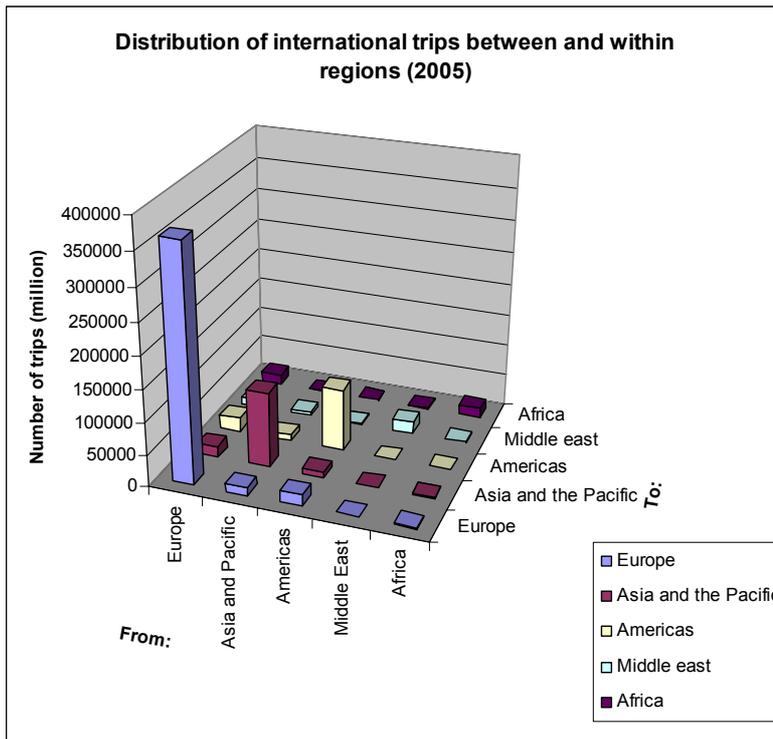


Figure 9 : Répartition des flux internationaux à l'intérieur et entre les grandes régions du monde

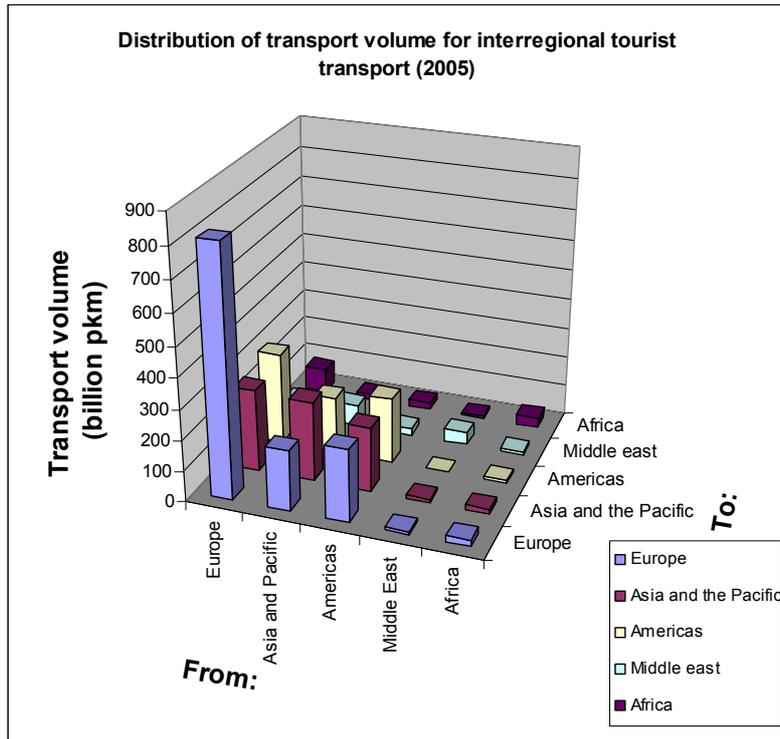


Figure 10 : Distribution du volume de transport (p.km) à l'intérieur et entre les grandes régions du monde.

1.5. La variabilité de émissions selon les types de voyages.

Les émissions varient de façon tout à fait considérable entre les différents types de voyage. Un voyage en 1^{ère} classe en Antarctique par exemple produit mille fois plus d'émissions que celles de vacances nationales utilisant la bicyclette comme moyen de transport. En moyenne mondiale, un voyage moyen dure 4 à 5 jours et produit 0,25 tonnes de CO₂. Le Figure 11 illustre les différences d'émissions pour un certain nombre de types de voyage (voir ci-dessous). Elle montre aussi que le tourisme est susceptible de consommer rapidement le budget carbone d'un individu.

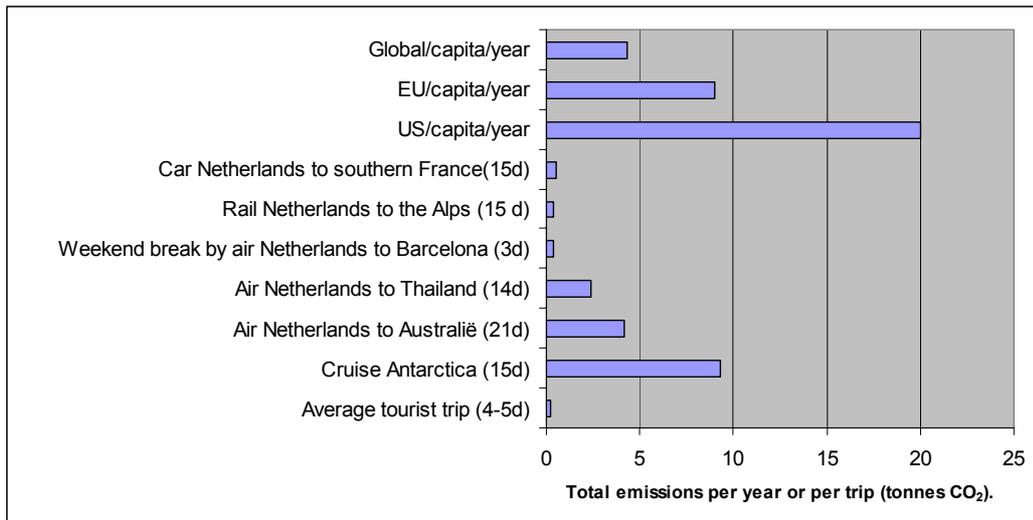


Figure 11 : Emissions de CO₂ par tête et emissions causées par différents types de voyages

I.6. Les émissions du tourisme des pays de l'Union Européenne

Une étude (Peeters, van Egmond et al. 2004) détaillée au niveau européen c'est à dire pour les 27 Etats membres de l'union plus la Suisse et la Norvège a fourni des indications sur l'importance des émissions des différents modes de transport touristique selon les segments du marché. On notera que contrairement à l'étude précédente celle-ci ne traite pas des hébergements et des activités, ni d'ailleurs du transport interne aux destinations. L'étude s'est servie de plusieurs ensembles de bases de données pour développer une vision globale des transports de l'origine à destination pour cinq modes de transport en incluant les trajets internationaux, intercontinentaux et nationaux pour les différents pays européens. Elle a ainsi combiné des distances de voyages moyennes avec le nombre de voyages pour les différents modes de transport et a calculé les émissions de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre. En 2000 la plupart des voyages utilisaient la voiture alors que l'avion représentait la plus grande partie des passagers kilomètres et la plus grande source d'émission de CO₂ (Figure 12). Ainsi le transport aérien représentant 20% de l'ensemble des voyages cause 65% de toutes les émissions de CO₂ et une proportion encore plus importante du forçage radiatif.

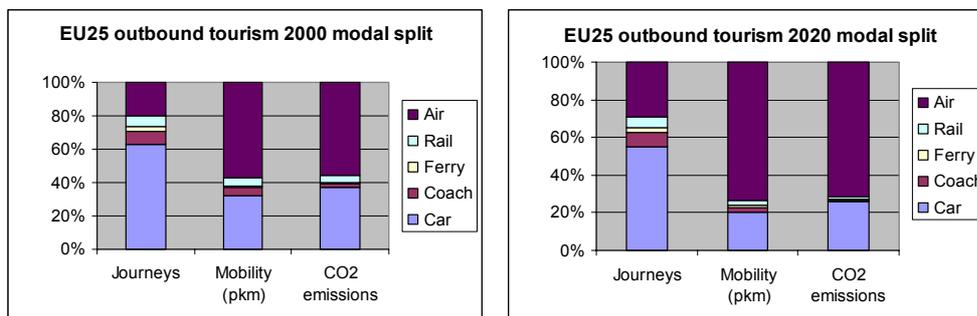


Figure 12 : Répartition modale des voyages, de la mobilité et des émissions de CO₂ de l'ensemble des voyages touristiques des citoyens de l'Europe à 25 (domestique, intra-UE et intercontinental), en 2000, et en prospective à 2020

I.7. Les émissions du tourisme des Français

Un travail de l'Institut français de l'Environnement a donné une première idée des émissions de gaz à effet de serre du tourisme (IFEN 2000). Cette étude estimait que la contribution du tourisme des français aux émissions du transport routier varie de 6% pour les COV à 26% pour les Nox (Figure 13). Les transports touristiques par route représentent 24% des émissions de CO₂ des véhicules personnels, 14.7% du transport par route, 12% des émissions du transport dans son ensemble et 5.5% de la totalité des émissions françaises (Figure 14). Le potentiel de réchauffement global (PRG 100) des transports touristiques par route représente 3.8% des émissions totales du pays (4.8MT de tonnes équivalent carbone). La contribution totale du tourisme (national et international) tous modes de transports considérés atteint de l'ordre du double, avec 7 à 8%. En effet :

- les transports touristiques internes par avion représentent 15% de la distance parcourue sur les routes à des fins touristiques, avec des émissions par passager km de 2 à 4 fois supérieures

- le transport touristique par rail atteint 20% des km parcourus par route avec des émissions par passager.km 3 fois moins importantes (INSEE : Enquête nationale transports) soit environ 7% des émissions des transports routiers touristiques
- les déplacements touristiques internationaux vers la France atteignent 30% des voyages touristiques internes, avec une sur représentation de l'avion. Ceci aboutit à au moins 45% des émissions du tourisme interne par route

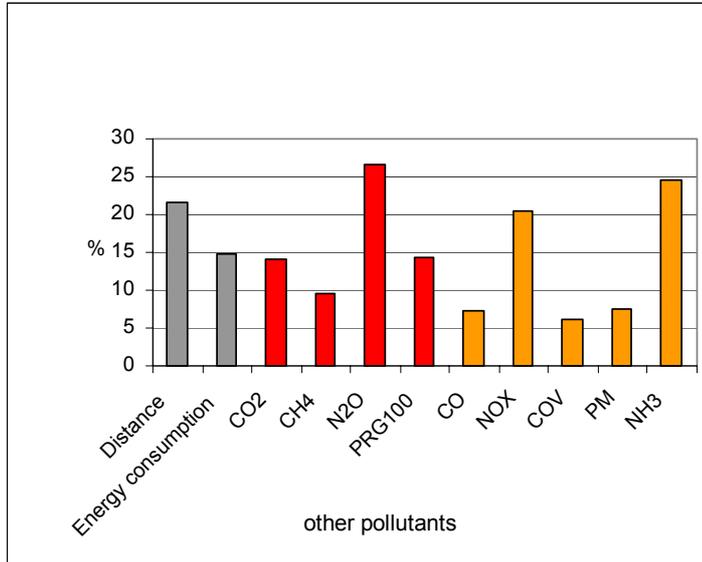
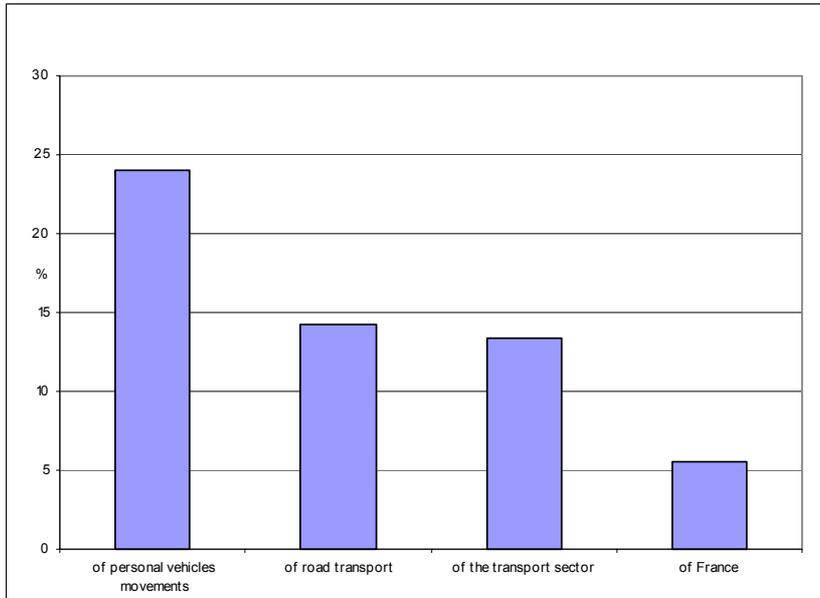


Figure 13: Contribution des déplacements touristiques en automobile aux émissions de polluants du transport routier dans son ensemble



Source : IFEN based on SNCF, European Environment Agency (Copert III and MEET programmes), IPCC, Airbus Industries, EDF

Figure 14 : Contribution du transport routier touristique aux émissions de CO2 de...

Plus récemment, une étude intitulée « Demain le voyage la mobilité de tourisme et de loisirs des français face au développement durable. Scénarios à 2050 » a été effectuée en 2005-2007 (Ceron and Dubois 2006). Cette étude à orientation essentiellement prospective a néanmoins calculé une estimation des émissions des gaz à effet de serre liées aux transports touristiques pour l'an 2000 (là encore les émissions des hébergements, des activités et des transports à destination sont exclues). Le champ couvert est celui des déplacements touristiques et de loisirs (y compris sans nuitée et y compris les loisirs de proximité) des résidents français. L'estimation des émissions de gaz à effet de serre en CO2 équivalent pour l'an 2000 est de 39,1 millions de tonnes ce qui représente 7,5% des émissions totales de la France et 23% des émissions des transports. La répartition modale est fournie par le Figure 15.

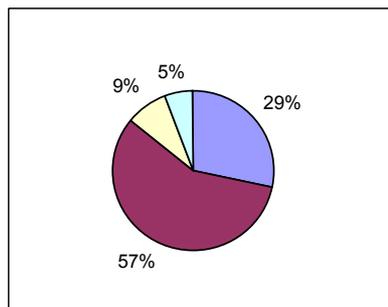


Figure 15: Répartition modale de la mobilité de tourisme et de loisirs (p.km)

Ces deux travaux français conduit par notre équipe ont utilisé essentiellement des sources de données secondaires (pour le premier), ou de la modélisation (pour le second), avec des méthodes assez frustrées, mais conformes à celles utilisées pour le projet de l'OMT ou celui de l'Union européenne. L'exploitation directe de l'enquête SDT dans le projet « Le monde est à nous », permet un vrai saut méthodologique dans la précision des résultats, que ce soit en terme d'estimation globale des émissions, ou de désagrégation par mode de transport, type de mobilité, etc. Les travaux précédents conduits pour la France ont cependant été très utiles pour « calibrer » les résultats du projet « Le monde est à nous » : l'existence de divergences d'ordre trop important par rapport aux études précédentes a ainsi permis de mettre en évidence puis de corriger des erreurs de calcul.

2. EN TENDANCIEL, UNE PART CROISSANTE DU TOURISME DANS LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE.

Alors que dans d'autres secteurs la tendance est à la stabilisation ou à la réduction des émissions, le tourisme représente une part croissante d'une part elle-même en augmentation (les transports) des émissions de gaz à effet de serre. La part des transports dans les émissions de CO₂ en France est passée de 9% à 34% entre 1960 et 1999 (source Citepa). Entre 1990 et 2004, la contribution des transports a augmenté de 23,5%.

Diverses projections ou scénarios pour le futur des émissions de gaz à effet de serre des transports touristiques ont été effectués.

2.1. L'étude de l'OMT

Notre étude réalisée pour l'OMT (UNWTO-UNEP-WMO 2008) effectue des projections à 2035. Le futur du tourisme dépend dans cette projection de quatre facteurs :

- l'accroissement du nombre de touristes. Le tourisme international qui est projeté jusqu'en 2020 par l'OMT accuse un développement de 95% pour par rapport à 2005. On s'attend également à une croissance importante du tourisme national surtout pour les pays comme l'Inde et la Chine où les taux de croissance actuels sont de l'ordre de 10% par an ;
- en second lieu on s'attend à ce que la part du tourisme à longue distance s'accroisse de 18% du total en 2000 à 24% en 2020, ce qui étant donné la croissance globale de l'activité reviendrait à un doublement ou plus ;
- la longueur moyenne des voyages augmente également. Dans l'Union européenne on projette une croissance du nombre des voyages de 57% entre 2000 et 2020 alors que les distances parcourues devraient croître par 122% ;
- enfin la tendance est à des vacances plus fréquentes et de durée plus courte.

Sur la base de ces perspectives pour 2020 l'étude a construit un scénario tendanciel pour 2035 en prolongeant les tendances pour les voyages et pour les distances selon les différents modes de transport, tout en tenant compte de la maturation des marchés.

Les émissions dépendent également des changements dans l'efficacité énergétique. Le scénario fait l'hypothèse pour les transports aériens de gains d'efficacité élevés. Pour les véhicules automobiles l'étude prend en compte des améliorations de l'efficacité plus fortes pour les pays en voie de développement (croissance du parc alimentée par des véhicules récents) que pour les pays développés. Pour les autres transports on a tablé sur une amélioration de l'efficacité énergétique de 1% par an. En ce qui concerne les hébergements l'efficacité énergétique a été supposée constante en raison de l'amélioration du confort. Celle des activités a été considérée comme ne devant pas s'améliorer eu égard à la tendance vers des activités de plus en plus motorisées. Le Figure 16 explicite les hypothèses de la modélisation. Le Figure 17 synthétise les

changements dans l'efficacité énergétique. Le Figure 18 traduit les résultats du scénario tendanciel.

	Air transport distance	Car transport Distance	Other transport distance	Accommodation Number of nights	Tourism volume Number of trips
International	5.3	2.3	2.0	4.0	4.5
Domestic (developed world)	3.0	1.5	3.7	1.8	2.3
Domestic (developing world)	8.1	6.0	0.0	3.5	4.0

Figure 16 : Hypothèses du modèles : arrivées touristiques et taux de croissance des distances moyennes (%/year).

	Air transport (overall reduction between 2005 and 2035 in %)	Specific energy use car transport (% change per year)	Other transport (% change per year)	Accommodation (% change per year)	Activities (% change per year)
International	32	-1	-1	0	+1
Domestic (developed world)	32	-1	-1	0	+1
Domestic (developing world)	32	-2	-1	+2	+2

Figure 17 : Hypothèses du modèle : évolutions de l'efficacité énergétique

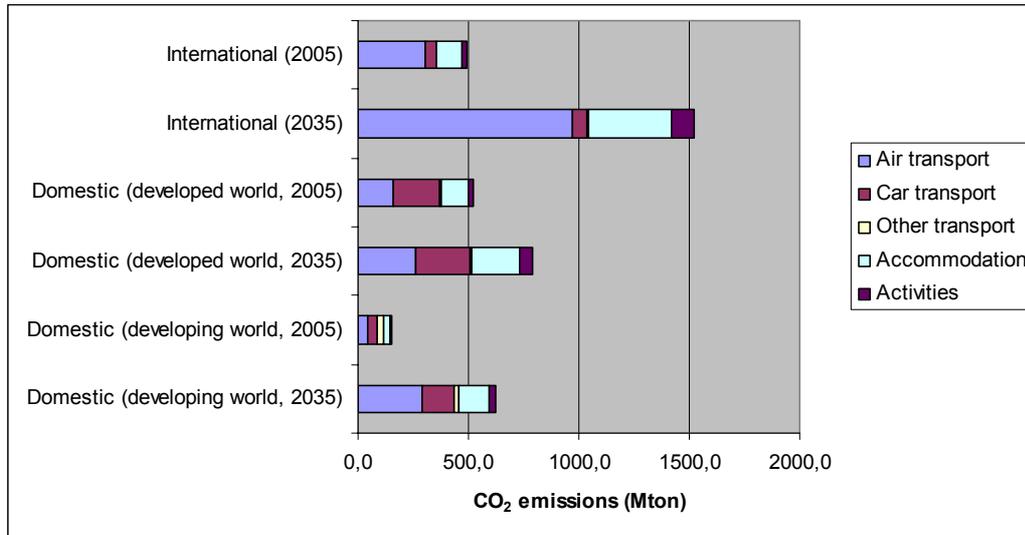


Figure 18: Emissions de CO2 dans un scénario "business as usual"

Le nombre des voyages touristiques croît de 179% alors que les nuitées n'augmentent que de 156%. Les passagers.kilomètres augmentent quant à eux de 222% alors que les émissions

augmentent de 152% en raison des améliorations de l'efficacité énergétique. La part des émissions dues à l'aviation croît de 40% en 2005 à 52% en 2035. Pour les hébergements les émissions augmentent de 170% et de 305% pour les activités.

Les émissions de CO₂ dues au tourisme atteindraient au total 2942 millions de tonnes en 2035 comparées à 1167 millions de tonnes en 2007. En termes de forçage radiatif la contribution du tourisme au réchauffement global serait encore plus grande avec une augmentation du forçage radiatif de 171% (excluant les cirrus) à 188% (hypothèse haute de contribution des cirrus) ce qui correspondrait dans le premier cas à 0,186 watts par m² et dans le second à 0,362 watts par m². Voir pour la contribution relative des transports, des hébergements et des activités, Figure 19 ci-dessous.

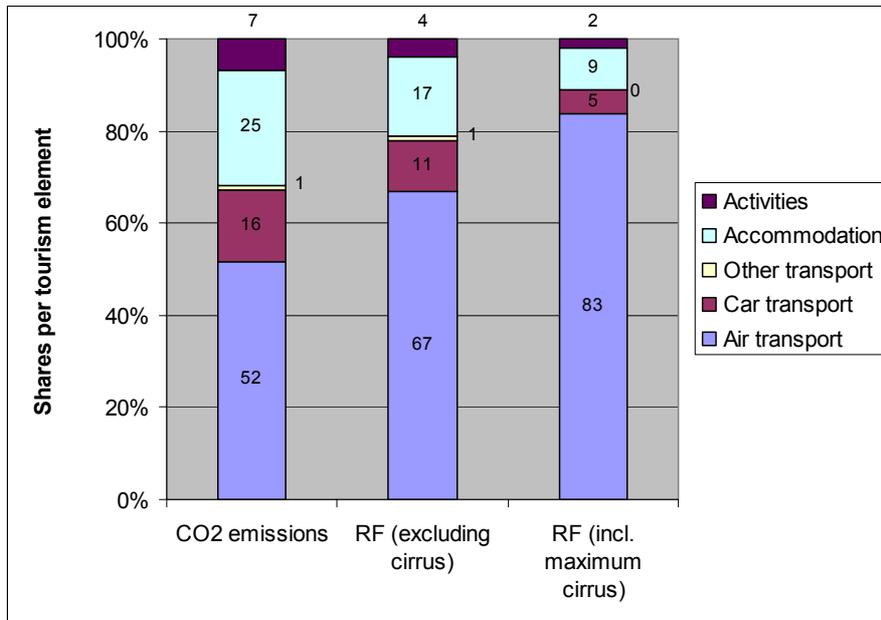


Figure 19 : Emissions de CO₂ et forçage radiatif des différents composants du tourisme en 2035 (aller-retours à la journée non compris)

2.2. L'étude sur l'Union Européenne

Le travail concernant l'Union européenne évoqué plus haut (Peeters, van Egmond et al. 2004) effectuée quant à lui une projection à 2020 des transports touristiques et de leurs émissions (voir Figure 12) Il projette un accroissement des émissions de CO₂ des transports aériens qui augmenteraient jusqu'à 72% en 2020 pour une augmentation des voyages par avion de 29%.

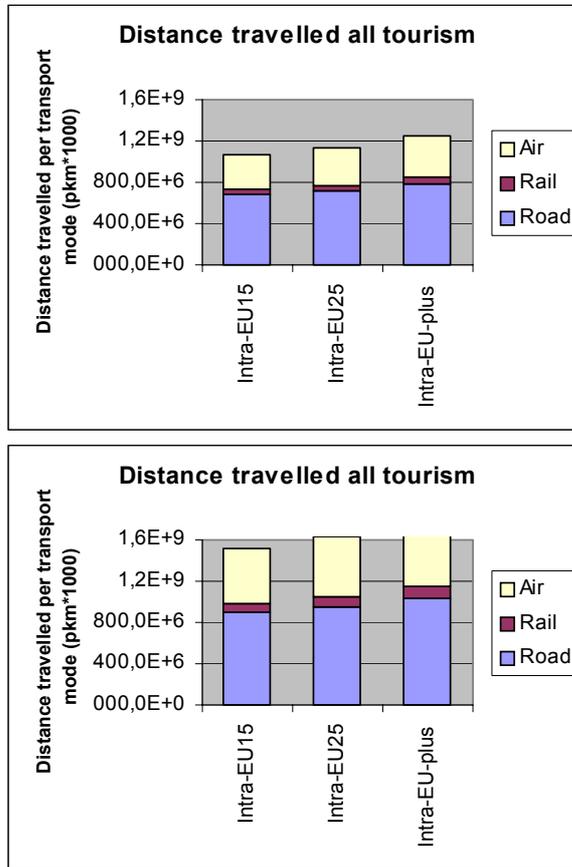


Figure 20 : Distance par mode de transport et par groupes de pays, en pourcentage et en volume (route = voiture, bus et ferrys). 2000 & 2020

2.3. L'étude prospective pour la France

On trouve dans le travail effectué pour la France « demain le voyage... » (Ceron and Dubois 2006) un scénario tendanciel pour 2050. A un tel horizon temporel, on est clairement dans une optique de scénario et non pas de projection. Le scénario tendanciel est construit à partir d'hypothèses sur des facteurs d'évolution de la demande de transport touristique incluant :

- des dimensions démographiques (croissance de la population, vieillissement, effets générationnels) ;
- des dimensions économiques (croissance, chômage et inégalités, diminution du temps de travail) ;
- la sécurité des voyages internationaux ;
- la technologie et les politiques des transports (choix d'infrastructure, tarification) ;
- l'organisation des marchés du tourisme ;
- la société et les styles de vie (logement et cadre de vie, changement culturel, valeurs et attitudes au regard du voyage).

Ce scénario aboutit en 2050 à une augmentation de 240% des passagers kilomètres parcourus, de 185% pour le kilométrage annuel par individu, de 75% des véhicules kilomètres automobiles, à une augmentation de la part modale de l'avion, et dans une moindre mesure de celle du train et à une diminution de celle de l'automobile. L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre est de 106% soit 72% par individu. En termes de passagers.kilomètres l'augmentation est de 552% pour l'avion, de 59% pour l'automobile, de 414% pour le train, 222% pour le bus et les autres. Le taux de départ en vacances de ce scénario est de 72%.

2.4. Le futur du transport aérien

LES OBJECTIFS DE REDUCTION A LONG TERME DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE FACE A LA CROISSANCE DU TRANSPORT AERIEN

Un certain nombre de gouvernements se sont fixés des objectifs de limitation des émissions de gaz à effet de serre (CO₂ équivalent), en quelque sorte un budget carbone, censé permettre d'éviter un niveau de changement climatique dangereux. Bien qu'il n'y est pas de consensus scientifique sur ce qui doit être considéré comme un niveau « dangereux », un certain consensus politique s'est fait jour pour considérer comme tel un niveau n'excédant pas deux degrés Celsius au-dessus des niveaux pré industriels. La Commission Européenne (COM 2007) considère qu'une stabilisation à long terme des gaz à effet de serre à environ 450 ppmv de CO₂ équivalent correspond à une probabilité de 50% de ne pas dépasser le niveau de deux degrés. En termes de réponse politique la Commission considère, de façon peut être contestable, que ceci correspond à une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 60% à 80% d'ici 2050, comparé aux émissions de 1990.

Comme on l'a vu plus haut, l'aviation est le moyen de transport qui produit la majeure partie des émissions de gaz à effet de serre due aux transports touristiques. Il paraît donc intéressant d'examiner comment les projections ou le futur du trafic aérien est lié en particulier au tourisme, sont compatibles avec de tels projets de réduction des émissions. Pour ce faire nous reprenons ici l'argumentation d'un article d'Alice Bows et autres (Bows, Anderson et al. 2007).

Il convient d'abord de faire le point sur le potentiel d'amélioration énergétique de l'aviation pour les décennies à venir. La technologie sur le marché pour l'aviation civile est actuellement une technologie mure. Comme les innovations radicales nécessitent une prise de risque considérable et des investissements considérables, il est tout à fait probable que pendant les décennies à venir, on n'assistera qu'à des améliorations marginales de la technologie même si au bout du

compte le secteur de l'aviation devait pâtir de l'absence d'innovation révolutionnaire. Le potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique et donc des émissions de gaz à effet de serre d'ici l'année 2050 fait l'objet de controverses. Prolongeant les courbes d'efficacité énergétiques de l'aviation des années passées Paul Peeters conclut à des améliorations comprises entre 16 et 35% alors que l'industrie prétend que des réductions de l'ordre de 50% entre 2000 et 2020 sont envisageables (ATAG 2005). Même une fois les technologies disponibles, la mise à niveau du parc nécessite des délais importants en raison notamment de la durée de vie des avions ; il paraît raisonnable de s'attendre au mieux à une amélioration de 20 à 30% d'ici 2024 ou de 50% à l'échéance de 2040 – 2050. Des gains organisationnels peuvent également être atteints : ils seraient de l'ordre de 2 à 6% d'économie de carburant par voyage selon le GIEC (Penner, Lister D.H. et al. 1999).

La possibilité de se tourner vers des carburants alternatifs est également évoquée. Le recours aux biocarburants pose un certain nombre de problèmes en raison de leur utilisation à basse température mais surtout de la demande de terre pour leur production, ce qui empêcherait leur généralisation à l'ensemble du trafic (voir à cet égard le rapport du CGPC (Conseil Général des Ponts et Chaussées 2006) dont les scénarios définissent les surfaces nécessaires, en l'occurrence pour les transports terrestres). Quant à l'utilisation de l'hydrogène elle poserait tellement de problèmes en termes d'infrastructure et de conception des avions qu'elle n'est pas envisageable aux échéances mentionnées. Ceci signifie que pour les prochaines cinquante années les carburants de type kérosène sont les seuls auxquels on pourra avoir recours (Penner, Lister D.H. et al. 1999). Au besoin en transformant du charbon en carburant aérien (procédé Coal to Fuel, CTF), ce qui ne ferait qu'augmenter les émissions en cause.

LES OBJECTIFS DE REDUCTION DE GAZ A EFFET DE SERRE AU NIVEAU EUROPEEN.

L'objectif exprimé par l'Union Européenne est de ne pas dépasser 2 degrés Celsius au dessus des niveaux préindustriels ; cet objectif est associé avec une stabilisation du CO₂ dans l'atmosphère à 550 ppmv. Toutefois des études récentes montrent que la stabilisation à 450 ppmv offre de bien meilleures chances d'atteindre l'objectif de deux degrés (46% de chances de réussite) qu'une stabilisation à 550 ppmv (29% de chances d'atteindre l'objectif (Meinhausen 2006). Quatre remarques préliminaires peuvent être faites sur cette démarche :

- si l'on veut que les calculs de limitation de émissions aient un sens il faut naturellement inclure tous les secteurs qui contribuent y compris ceux qui ne sont pas pris en compte dans le protocole de Kyoto, en particulier l'aviation internationale ;
- le phasage de la réduction des émissions est un élément critique : plus on retarde l'action plus il est nécessaire de faire un effort considérable en fin de période, ce qui est mis en lumière notamment récemment par le report Stern (Stern Review 2006) ;
- les effets en retour des modifications dans les cycles du carbone ne sont pas pris en compte et si on les inclut cela pourrait se traduire par une diminution de l'ordre de 20% des émissions tolérables (Matthews 2005) ;
- l'étude raisonne en termes d'émissions de CO₂, c'est à dire sans considérer les autres émissions de gaz à effet de serre et les effets de l'aviation (traînée de condensation, formation de cirrus), particulièrement importants en ce qui concerne l'aviation. Ceci est logique, du moins dans un premier temps, dans la mesure où il s'agit de comparer la contribution de l'aviation à des objectifs exprimés en terme de CO₂.

LES EMISSIONS PERMISES POUR L'UNION EUROPEENNE : QUANTIFICATION

Pour chaque objectif de 450 ppmv ou de 550 ppmv une fourchette haute et basse peut être définie et pour chacune de ces hypothèses des émissions peuvent être attribuées au niveau mondial et à l'Union européenne : voir Figure 21 ci-dessous. Le Figure 22 décrit les trajectoires

d'émissions pour chacune des quatre possibilités en prenant en compte les émissions de gaz à effets de serres déjà produites pour la période 2000 – 2004.

Scenario	Global cumulative emissions ² (GtC) (1990-2100)	EU cumulative emission (GtC) (1990-2100)
450 Low	390	43.5
450 High	615	57.8
550 Low	645	59.6
550 High	750	66.1

Figure 21 : Budgets carbone globaux et européens

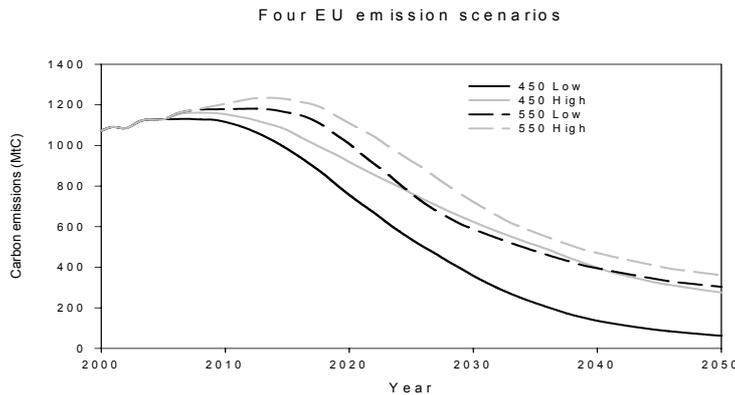


Figure 22 : Scénarios d'émissions de CO₂ dans l'UE, pour des objectifs à 450 ppmv et 550 ppmv de CO₂

LES SCENARIOS DE CROISSANCE DE L'AVIATION.

Alice Bowes propose 4 scénarios de croissance pour l'aviation d'ici 2050. Ces scénarios se basent pour le moyen et le court terme sur les prévisions d'Airbus et de Boeing et pour le plus long terme tiennent compte de l'évolution du marché vers la maturité. Voir Figure 23.

Scenario	2004-2005	2005-2014	2015-2024	2024-2050
Low	8%	4%	3%	2%
Medium	8%	5%	4.5%	3%
High	8%	5.5%	5%	3%
Continuation	8%	5.5%	5%	5%

Figure 23 : Quatre scénarios de croissance de l'aviation.

Une seconde série d'hypothèses jusqu'en 2050 est faite sur les améliorations de l'efficacité énergétique. Les deux premières hypothèses (haute technologie et très haute technologie) découlent des scénarios de l'IPCC de 1999. Les deux dernières hypothèses sont issues des

² Not including forestry

régressions effectuées par Paul Peeters sur les données de consommation des avions dans les décennies passées, avec une version optimiste et une version pessimiste. Voir Figure 24 ci-dessous.

Scenario	2004-2005	2005-2014	2015-2024	2024-2050
High tech	-1.4%	-1.4%	-1.2%	-1.0%
Very high tech	-1.6%	-1.6%	-1.4%	-1.2%
IPCC data regression	-1.3%	-1.2% to -1.0%	-1.0% to -0.9%	-0.9% to -0.8%
USA jet fleet data regression	-0.6%	-0.6% to -0.4%	-0.4% to -0.3%	-0.3% to -0.2%

Figure 24 : Hypothèses d'efficacité énergétique de l'aviation pour différents types de développement technologiques

En combinant les hypothèses faites sur la croissance et l'amélioration de l'efficacité énergétique l'article définit dix scénarios. (Voir Figure 25, ci-dessous).

Scenario	Volume growth	Technological development of fuel efficiency
Scenario 1	Medium	High tech
Scenario 2	Medium	Very high tech
Scenario 3	Low	High tech
Scenario 4	Low	Very high tech
Scenario 5	High	High tech
Scenario 6	High	Very high tech
Scenario 7	High	IPCC data regression
Scenario 8	High	USA jet fleet data regression
Scenario 9	Continuation	IPCC data regression
Scenario 10	Continuation	USA jet fleet data regression

Figure 25 : Définition de 10 scénarios (combinaison hypothèses de croissance et efficacité énergétique).

Il est alors possible de comparer les scénarios d'émissions de l'aviation aux objectifs de réduction des émissions à l'échelle européenne 450 et 550 ppmv. Voir les courbes ci-dessous (Figure 26.)

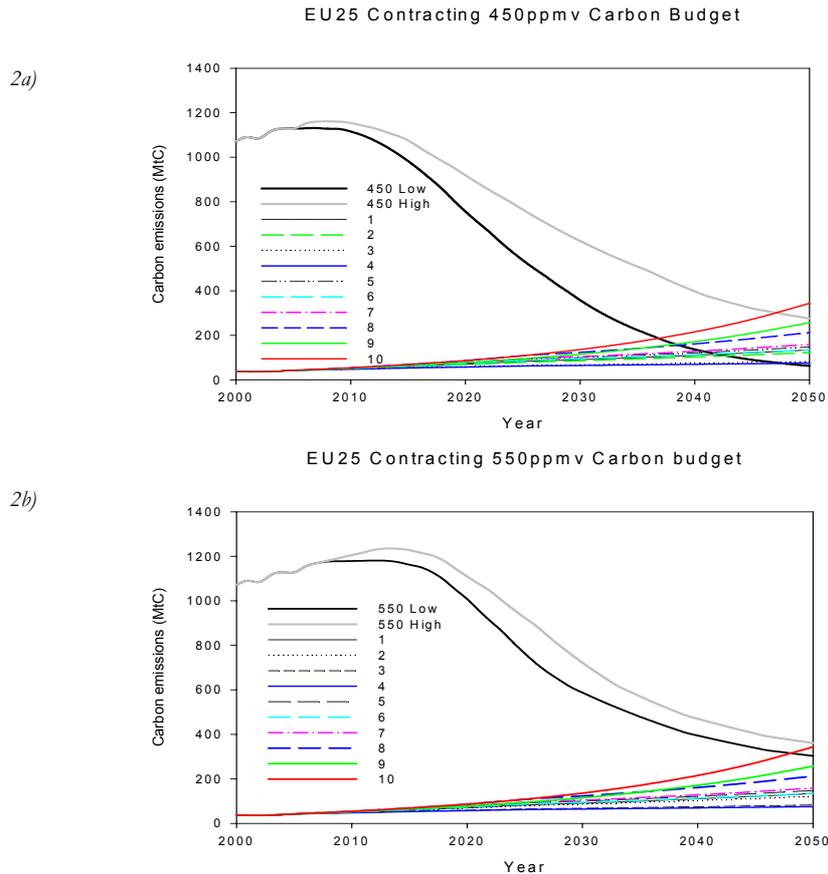


Figure 26 : Trajectoires d'émissions de CO₂ de l'UE pour des objectifs à 450 ppmv et 550 ppmv CO₂, comparées aux perspectives d'évolution de l'aviation en Europe.

A la lecture des courbes on s'aperçoit que si l'aviation au début du siècle ne représente qu'une part très faible des émissions de CO₂ de l'ensemble de l'économie, dès 2020 la situation a considérablement changé avec une part de l'aviation dans les émissions totales qui est de 8 à 11% pour l'objectif de 450 ppmv et de 5 à 8% pour l'objectif de 550 ppmv. En raison des réductions des émissions de carbone nécessaires à partir de 2020 on s'aperçoit qu'au delà de la fin des années 2030, dans un certain nombre de cas de figures, l'aviation pourrait consommer la totalité du budget carbone de l'Union européenne et dépasser très largement les objectifs à l'échéance 2050. En tout état de cause même avec un objectif à 550 ppmv la part de l'aviation en 2050 constitue une proportion difficilement envisageable du budget carbone global.

Les calculs qui ont été mentionnés jusqu'ici ont concerné le CO₂ uniquement sans prendre en compte les autres types de gaz à effet de serre, les cirrus et le fait que les émissions de l'aviation ont en grande partie lieu en altitude ce qui renforce la contribution de l'aviation aux changements climatiques. La contribution des gaz à effet de serre autres que le CO₂ aux changements climatiques varie suivant le profil des émissions et leur répartition entre les secteurs (Bows, Anderson et al. 2007). Comme la part des émissions non CO₂ par rapport au CO₂ est supérieure pour l'aviation à ce qu'elle est pour les autres secteurs et comme la part de l'aviation dans les émissions de gaz à effet de serre est destinée et à prendre une part de plus en plus importante dans le budget global, on doit s'attendre à ce qu'elle représente dans un budget tous gaz compris une part plus importante que celle qu'elle représente si seul le CO₂ est

comptabilisée. En termes donc de forçage radiatif la situation est donc encore plus inquiétante que ce qu'elle n'est en termes de CO₂.

Le tourisme n'est pas la cause de tous les trajets effectués par avion. Il en représente toutefois une partie très importante et notamment de l'ordre de 80% des émissions (UNWTO-UNEP-WMO 2008), ch5). Au regard des émissions de gaz à effet de serre du tourisme la part des trajets aériens est donc un enjeu crucial, ce qui explique l'attention que nous y apportons dans ce rapport et dans son introduction.

3. LES ENSEIGNEMENTS DES EXERCICES DE PROSPECTIVE POUR LA RECHERCHE D'ALTERNATIVES

3.1. Le scénario de l'étude pour l'OMT

Sur la base du scénario tendanciel élaboré pour 2035 (voir plus haut) l'étude fait un certain nombre d'hypothèses pour déterminer la réponse du système touristique face à des gains d'efficacité énergétique et à certains types de changement dans la demande.

Deux scénarios alternatifs pour 2035 sont développés, dont les hypothèses sont exposées ci-dessous.

Scénario « haute technologie » :

- Réduction de la consommation énergétique de l'aviation par passager.kilomètre de 50% contre 32% dans le scénario tendanciel.
- Réduction supplémentaire de 2% par an par rapport au scénario tendanciel pour :
 - ◆ les émissions de l'automobile par km
 - ◆ les émissions des autres transports par p.km
 - ◆ les émissions de l'hébergement par nuitée
 - ◆ les émissions des activités.

Scénario de « haute efficacité écologique ».

Arrêt de la croissance de l'aviation en termes de nombre de voyages et de passagers.kilomètres, croissance additionnelle des voyages en rail et en bus, passant de 2,4% dans le scénario tendanciel à 5% par an afin de maintenir constant de nombre de voyages global.

Accroissement de 0,5% par an de la longueur moyenne des séjours en lieu d'une réduction de 0,5% par an telle que prévue dans le scénario tendanciel.

Le scénario à haute efficacité énergétique réduit les émissions de CO₂ de 36% et le forçage radiatif de 40% par rapport au scénario tendanciel en 2035. Ce scénario cependant ne diminue pas de manière absolue les émissions ni le forçage radiatif par rapport à la situation en 2005, largement en raison de la croissance du nombre de voyages pendant la période à venir. Les émissions dans le scénario de haute efficacité écologique diminuent de 43% par rapport au scénario tendanciel mais ce scénario n'aboutit pas à une réduction absolue des émissions par rapport à 2005 ; cependant il aboutit à une réduction absolue du forçage radiatif de 5% par rapport au forçage radiatif en 2005. Quand on combine les deux scénarios, les émissions de CO₂ diminuent de 16% par rapport à la situation en 2005 et le forçage radiatif de 55%. (voir le Figure 27 ci-dessous).

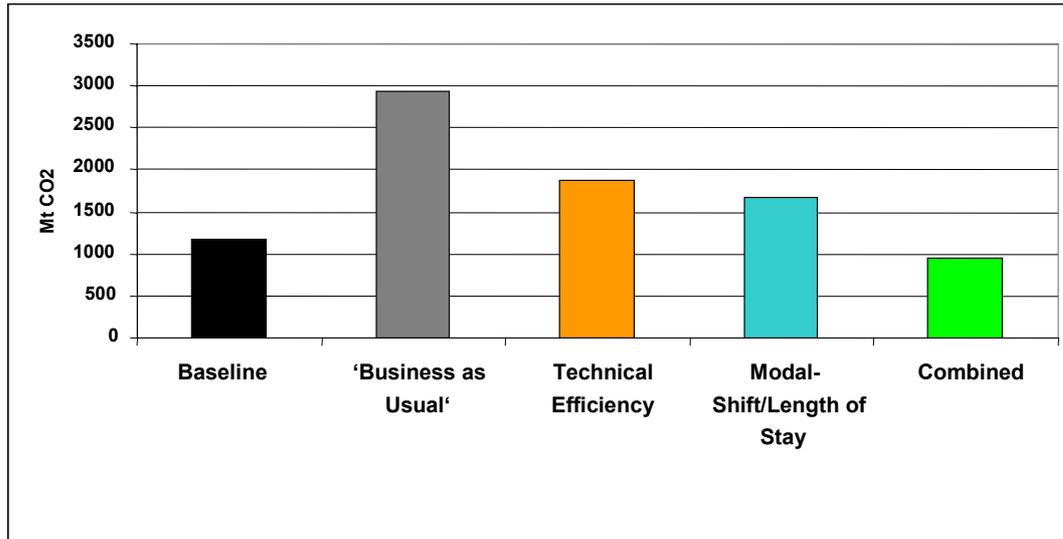


Figure 27 : Les émissions futures du tourisme : réductions potentielles

3.2. Une division par 4 des émissions de la France ?

L'objectif de la recherche effectuée pour le PREDIT (Ceron and Dubois 2006), déjà évoquée plus haut était de confronter la mobilité de tourisme et de loisirs à ses contraintes d'environnement et d'aménagement du territoire. En premier lieu de ces contraintes, la limitation de ses émissions de gaz à effet de serre (GES) était considérée comme surdéterminante.

Il a été retenu comme cadre de référence la convergence qui existe entre une partie de la communauté scientifique et certains politiques autour des deux idées suivantes :

- pour rester gérable le changement climatique doit être limité à deux degrés à la fin du siècle
- pour y arriver il faut stabiliser les émissions anthropiques de gaz à effet de serre au quart de leur niveau actuel (Grassl, Kokott et al. 2003) (Von Weizacker, Lovins et al. 1998) au niveau mondial.

La rapidité avec laquelle on se met en marche vers cet objectif conditionne fortement le risque climatique que l'on prend (Stern Review 2006) (<http://www.manicore.com>), ce qui veut dire qu'il ne faut pas commencer à se préoccuper sérieusement de cette question après 2050. Le ministre de l'environnement déclarait en 2004 : « nous parvenons à la conclusion qu'il est nécessaire de limiter la concentration de dioxyde de carbone à moins de 450 parties par million en volume. Cette option est compatible avec l'objectif européen de contenir le réchauffement mondial à moins de 2°C... Si l'on retient cet objectif, c'est une division par deux des émissions mondiales de gaz à effet de serre dans leur ensemble qu'il faut opérer à l'horizon de 2050. Compte tenu de la responsabilité historique que portent les vieilles nations industrielles et afin que le respect de cet objectif ne ruine pas les perspectives de développement des pays du Sud, cet objectif conduit à une division des l'ordre de quatre des émissions des pays industrialisés sur la même période. La France, ainsi que l'a indiqué le premier ministre devant l'assemblée du GIEC réunie à Paris a fait sienne cette perspective » (Radanne 2004). Le Président de la République a repris cet objectif (déclaration du 15 février 2005, citée par *Le Monde* du 16 février 2005, p. 14). C'est donc cet objectif qui a été retenu pour ce

scénario, très ambitieux, si on le compare par exemple avec les scénarios SRES du GIEC, dont le plus optimiste atteint une concentration de CO₂ de 550 ppm.

Il a été choisi de privilégier une approche par la demande de mobilité. Quelles sont les conditions économiques, sociales et culturelles qui fondent cette demande et en particulier dans quelle mesure est-elle dépendante de l'évolution des arbitrages entre les différents usages du temps, question parfois un peu oubliée. La recherche faisait l'hypothèse qu'elle pourrait, étant donné les plages de substitution possibles entre tourisme et loisirs, fournir la solution à de nombreux points de blocage environnementaux, sans réellement attenter au bien être, mais moyennant des ruptures dans les pratiques de tourisme et de loisirs.

Si les émissions de GES apparaissent comme un critère surdéterminant de cette mobilité durable, cela ne doit pas dispenser de traiter spécifiquement des dimensions économiques ou sociales (inégalités dans l'accès à la mobilité) d'un développement durable, ni des autres dimensions environnementales, et on peut penser dans le cas présent : au bruit, à la congestion des infrastructures et du ciel européen, à la disponibilité des ressources fossiles etc.

Pour cette raison le travail de scénarisation a porté sur la mobilité durable et non pas la seule maîtrise des émissions de gaz à effet de serre : il s'est calé sur les objectifs définis par le WBCSD (WBCSD 2004)(voir Figure 28)

Figure 28 : Sept objectifs pour une mobilité durable

Objectifs WBCSD	Objectifs scénario
Limiter les émissions de gaz à effet de serre dus aux transports à un niveau soutenable	Inscrire le transport touristique dans la perspective d'une réduction par 4 des émissions de gaz à effet de serre de la France
Diminuer la fracture de mobilité qui pénalise les pays et groupes sociaux défavorisés	Augmenter le taux de départ en vacances
Préserver et améliorer les possibilités de mobilité pour la population globale des pays développés et en développement	Le choix d'une diminution par 4 laisse des marges de manœuvre aux pays en développement pour le développement de leur mobilité
S'assurer que les pollutions conventionnelles dues aux transports ne conduisent pas à des problèmes de santé significatifs où que ce soit dans le monde	En prospective, les émissions conventionnelles doivent continuer à baisser a) avec les normes européennes, b) avec la diminution du transport routier dans le domaine du tourisme. Attention aux effets de rebonds entre gaz à effet de serre et polluants conventionnels
Réduire les bruits liés aux transports	Diminution ou stabilisation du transport routier dans le scénario, et étude des impacts du scénario sur le bruit des transports ferroviaires et aériens
Réduire les encombrements	Diminution ou stabilisation du transport routier et étude de la congestion aérienne et ferroviaire
Réduire de manière significative par rapport au niveau actuel le nombre de morts et de blessés dans les pays développés et en développement	a) Diminution ou stabilisation du transport routier au profit de modes de transport collectifs plus sûrs b) Amélioration des mesures de sécurité routière (limitation de la vitesse autorisée...)

Source : World Business Council for Sustainable development. *Mobility 2030: meeting the challenges to sustainability*

Dans un premier temps il a été construit trois scénarios contrastés à 2050: tendanciel, maximum, minimum (au regard des émissions de GES pour les deux derniers)

L'examen des résultats de ces trois scénarios conduit au constat que la plupart des tendances qui conduisent à une modération des émissions sont des tendances "non souhaitables" : terrorisme et tensions internationales, chômage, inégalités, vieillissement... Ceci conduit à poser la question : comment inventer un avenir durable et si possible souhaitable (même s'il ne correspond pas au rêve de l'hypermobilité qui se développe actuellement) ? Les trois scénarios sont donc un préalable à la construction d'un scénario de facteur 4.

La construction du scénario de facteur 4 est précédée d'une discussion sur le traitement (de faveur ? et si oui dans quelle mesure) dont le tourisme et les loisirs pourraient bénéficier dans un tel contexte. Après cette discussion, les objectifs étant fixés, il s'agit de combiner les différentes possibilités d'amélioration en jouant sur les variables motrices

- Le scénario de développement durable aboutit à 291 milliards de p.km pour des motifs de tourisme et de loisirs, en 2050, soit 34% de plus qu'en 2000 (à comparer au scénario tendanciel : (742 MM)
- Le kilométrage individuel est de 4553km (12% de plus qu'en 2000). La répartition de cette mobilité entre les différents types de voyages évolue :
 - ♦ la mobilité à très longue distance (transports outremer par air) se maintient presque au même niveau qu'en 2000 (0.1 voyage par an et par individu) mais sa répartition est plus égalitaire (voyages moins fréquents pour plus de voyageurs). La distance moyenne par voyage baisse de 20%, en raison d'une augmentation sensible du prix du voyage ;
 - ♦ la mobilité à longue distance baisse (0.67 voyages par an et par personne contre 1,2 en 2000) ce qui traduit un déclin de l'attractivité de certaines destinations de masse (Languedoc, côte atlantique), la distance moyenne par voyage baisse de 10% ;
 - ♦ cette perte de la mobilité à longue distance est compensée par une croissance des sorties (3.7 par personne contre 1.99 en 2000) ;
 - ♦ la mobilité bi résidentielle se maintient pratiquement au même niveau avec 0.38 voyage par personne contre 0.32 en 2000. La distance moyenne chute de 10% ;
 - ♦ la mobilité des loisirs de proximité est une autre manière de compenser la diminution de la mobilité à longue distance : elle double en 2050.

Le principal facteur rendant ce scénario durable est l'évolution de la répartition modale. Par rapport à la situation en 2000 où le train et le bus atteignaient seulement 14% des parts de marché, ces deux modes de transport représentent 51% en 2050. La part de l'avion, de loin le plus polluant en termes de GES est limitée à 19%.

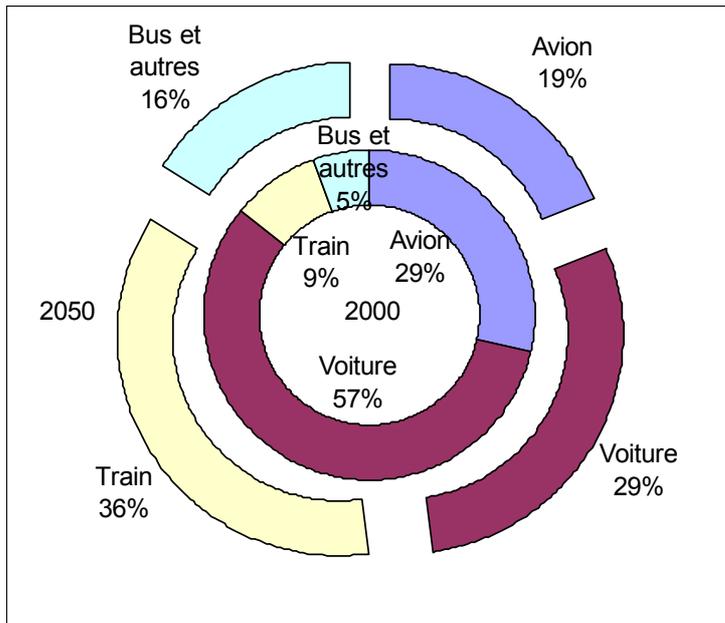


Figure 29 : Les transferts modaux dans un scénario de développement durable. Répartition des passagers.km toutes distances en 2000 et en 2050

Le scénario est ensuite confronté aux objectifs de durabilité fixés initialement

EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

Les émissions de GES des transports du tourisme et des loisirs atteignent en 2050 près de 13MT de CO2-e (le tiers de la situation en 2000) ce qui était l'objectif fixé ; le scénario central conduisait à 80MT. Les émissions par personne baissent de 71%

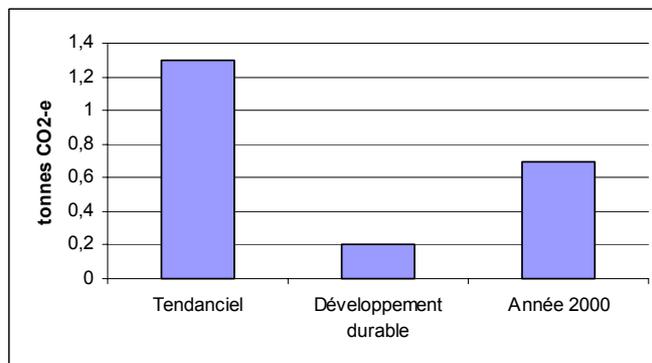


Figure 30 :Emissions de CO2-e par individu en 2050

ACCES AUX LOISIRS ET AU TOURISME

Le taux de départ atteint 71% (contre 68% en 2000), ce qui n'est pas le maximum possible mais représente tout de même un sérieux progrès social si on prend en compte le vieillissement de la population : ceux qui sont aptes et désirent voyager le font et la plupart des obstacles financiers et professionnels à la mobilité sont éliminés. Au delà d'un maintien de la mobilité au niveau de 2000, mais avec une répartition autre, ce scénario vise à enrichir l'expérience du voyage, c'est à dire à renforcer le contenu en bien-être d'un voyage touristique moyen. Néanmoins les contraintes environnementales imposent certaines limites à la mobilité, si on compare par exemple la situation avec celle du scénario central. Pour faire face à ces contraintes, on ne peut se limiter à des actions sur l'offre de transport et l'on est forcé de recourir à un certain degré de contrainte (taxes, tarification)

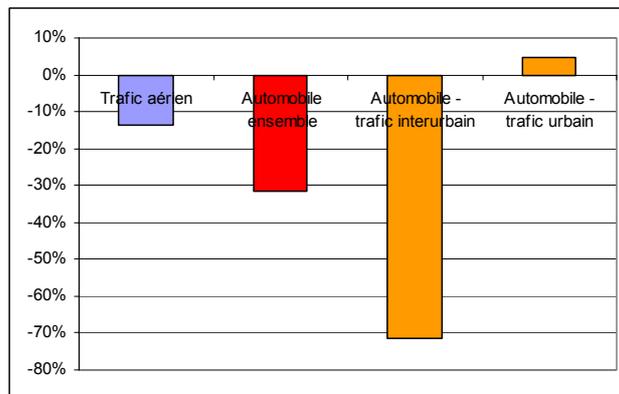
BRUIT ET ENCOMBREMENTS

L'évolution des passagers km par mode fournit les éléments pour analyser les impacts du scénario en termes de bruit et d'encombrements. Comme le scénario admet une diminution des parts modales de l'avion et de l'automobile, ses effets sur l'encombrement du ciel, les encombrements de circulation automobile (interurbains) et le bruit sont très positifs. Il n'en va pas de même au regard du transport ferroviaire qui croît de 250% en interurbain et est presque multiplié par 10 en intra urbain. Ceci pose plusieurs problèmes :

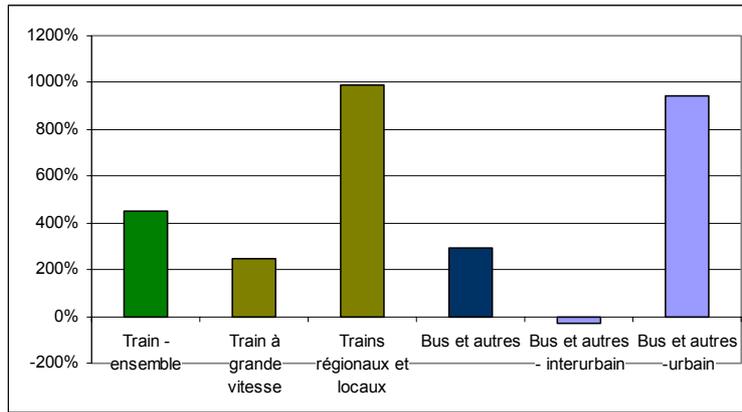
- en termes de bruit ;
- en termes de mobilisation d'espace : il faut trouver de l'espace pour des transports en site propre alors que la circulation automobile en ville ne diminue pas (+ 5% entre 2000 et 2050) ;
- en terme de mobilisation de ressources financières pour des grands projets d'infrastructure ferroviaire.

Figure 31 : Evolution 2000-2050 des passagers.km par mode de transport et type de trafic – Scénario de développement durable

Avion et automobile



Train et bus



POLLUANTS CONVENTIONNELS

Le scénario favorise des moyens de transports faisant appel à l'électricité: trains, tramway etc. Ceci appellerait probablement un développement de l'énergie nucléaire qui, si elle n'émet pas de GES pose d'autres problèmes. La diminution du trafic automobile lié aux déplacements touristiques (-32%), combiné avec l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules va dans le même sens d'une diminution des polluants conventionnels.

LA SECURITE DES TRANSPORTS

La diminution du trafic routier du tourisme et des mesures générales telles qu'une limitation des vitesses auraient un impact favorable, de même que le recours au train

D'autres impacts pourraient être évoqués tels que la fragmentation des habitats naturels qui devrait se voir accrue avec le développement des infrastructures ferroviaires qu'appelle le scénario ou la pression sur les espaces naturels périurbains liée au développement des loisirs de proximité.

B) OBJECTIFS DU PROJET

Les pages qui précèdent montrent que le contexte de croissance, les tendances en matière de mobilité et leurs implications pour les émissions de gaz à effet de serre sont globalement cernés dans leurs ordres de grandeur.

I. UN BESOIN DE TRAVAUX SUR L'ATTENUATION DES EMISSIONS DE GES

Cela fait maintenant cinq ans (depuis 2003) qu'au niveau international les chercheurs qui travaillaient isolément sur le tourisme et le changement climatique se sont organisés en réseau et se rencontrent régulièrement (www.e-clat.org). Des bilans des connaissances et des recherches ont été récemment effectués dans le cadre du quatrième rapport du GIEC (Wilbanks, Romero Lankao et al. 2007) ainsi que de manière beaucoup plus détaillée dans le rapport préparatoire à la Deuxième conférence mondiale sur le tourisme et le changement climatique (UNWTO-UNEP-WMO 2008). On peut donc maintenant avoir une idée assez nette des sous-thématiques qui sont traitées et de celles qui le sont moins.

C'est sur le versant *impact du changement climatique sur le tourisme* qu'ont porté jusqu'à ces derniers temps l'essentiel des travaux (typiquement des travaux de biométéorologistes s'inquiétant des effets d'un réchauffement sur le bien-être des touristes, travaux sur la diminution de la couverture neigeuse et l'avenir des sports d'hiver etc.). Pour le cas de la France, notre équipe a réalisé précédemment, pour le secrétariat d'Etat au Tourisme, une étude exploratoire pour la mise en place d'un programme de recherche sur l'adaptation du tourisme au changement climatique (Dubois G. and Ceron 2006).

A l'inverse nettement moins de recherches ont porté jusqu'à récemment sur le lien entre tourisme / transports et émissions de GES. A un niveau plus politique, sur la commande publique d'études et de recherche, il s'est avéré plus difficile de faire reconnaître la nécessité de traiter des impacts du tourisme sur le changement climatique et des impacts potentiels de politiques de lutte contre les émissions anthropiques de gaz à effet de serre sur l'activité touristique. Ceci vaut à la fois pour les acteurs du tourisme (on craint fort que les résultats des analyses soient dévastateurs) et pour le GIEC (cf. l'échec que la communauté des chercheurs a rencontré pour faire prendre en compte le tourisme dans le groupe III, alors que le tourisme a dès le début de la rédaction du rapport été pris en compte dans le groupe II) (Wilbanks, Romero Lankao et al. 2007).

2. SE CONCENTRER SUR LES LOGIQUES DE CONSOMMATION

Les recherches dans le domaine des transports (en général) sont bien engagées dans le domaine des perspectives technologiques (pile à combustible) ou des infrastructures (possibilité de substitution modale). Par contre, il semble évident que ces perspectives technologiques resteront insuffisantes pour atteindre un objectif de type facteur 4 (Syrota 2007) et qu'une réflexion –et une action– sur la maîtrise de la demande, sera incontournable à moyen et long terme. En particulier, les ressorts socio-économiques des tendances actuelles (explosion du fret aérien, des voyages à très longue distance, développement des compagnies low-cost) restent largement incompris.

Le choix d'une entrée par le tourisme plutôt que par les différents secteurs qui y contribuent (en l'occurrence dans la présente recherche, le transport pour la mobilité touristique) a plusieurs motifs :

- **le tourisme ressort de pratiques sociales et de motivations qu'il n'est pas possible d'appréhender à travers les analyses sectorielles** : l'analyse de l'explosion

des transports touristiques aérien à très longue distance ne s'explique pas seulement par une baisse des coûts et une hausse des revenus disponibles mais doit être mise en relation avec des usages du temps, des représentations des lieux (du chez soi aux destinations exotiques...). Cette entrée par le tourisme permet donc une analyse fine des déterminants de la demande de transports, et par la même occasion des leviers d'action possibles, au-delà de la technologie ;

- l'évaluation de la contribution du tourisme aux émissions de GES a pu assez commodément être faite à partir des données fournies par les études sectorielles, notamment en ce qui concerne les transports origine /destination qui rendent compte de la plus grande part de ces émissions. **Néanmoins, un travail essentiel reste à faire au niveau de la ventilation de cette contribution selon les différentes catégories de tourisme, les groupes sociaux, les destinations etc.** Ce travail est particulièrement important pour fonder une réflexion sur la répartition des efforts que demanderont les politiques pour contrôler les émissions ;
- **il s'agit donc de compléter les inventaires sectoriels d'émission, qui sont avant toute des inventaires de secteurs de production, par des approches centrées sur la consommation et les modes de vie (impacts de l'alimentation, du logement, des loisirs...).** Avec la perspective d'objectifs de réduction des GES plus restrictifs, se profile celle de demandes d'arbitrages entre grands secteurs (l'industrie après avoir beaucoup investi pour réduire ses émissions, demandera peut-être aux transporteurs de faire de même), mais aussi à l'intérieur de chaque secteur. La régulation indifférenciée de chaque secteur (l'augmentation du prix du gazole touche indifféremment le transport de marchandise, les déplacements domicile-travail, les départs en vacances) semble devoir être progressivement substituée par une régulation plus fine, permettant de peser les coûts et les avantages de chaque activité contribuant aux émissions (éco-efficacité...), mais aussi de mettre en balance des arguments non économiques : le tourisme est une mobilité choisie et désirée, parfois perçue comme un droit, alors que le transport de marchandises est une décision économique, prise à l'intérieur d'un ensemble de contraintes. A l'intérieur de la mobilité des personnes, il faut également distinguer la mobilité liée à des motifs professionnels, les déplacements contraints (courses), les loisirs de proximité, et enfin le tourisme, qui se décompose lui-même en différents types de trajets (selon un couple distance- temps, associé à des motivations différentes au voyage) ;
- **cette répartition des efforts et la nécessité d'un arbitrage, la plupart du temps sous-jacente et jamais négociée, pose également des questions d'équité sociale** : une minorité de grands voyageurs est responsable d'une part considérable des émissions du transport aérien, alors que quatre français sur dix ne partent pas en vacances, chaque année. Ici aussi, seule une approche par la demande peut permettre d'évaluer les responsabilités différenciées de chaque catégorie.

3. EVALUER LES EMISSIONS DU TOURISME POUR COMPRENDRE LEURS DETERMINANTS SOCIO-ECONOMIQUES

Une grande partie du travail consiste donc dans une première phase à évaluer les émissions. Ceci se fait en exploitant les deux bases de données que sont le SDT et l'enquête des déplacements à la journée. Le champ est donc celui des déplacements de tourisme (nationaux et internationaux) et de loisirs (à plus de 100Km) des individus de plus de 15 ans résidant en France. Est exclue l'analyse des déplacements des touristes étrangers se rendant en France qui nécessiterait de travailler à partir de l'enquête EVE. Les bases de données des déplacements touristiques utilisées permettent une stratification des émissions d'une finesse qui n'a à notre connaissance actuellement pas d'équivalent dans le champ considéré ailleurs dans le monde. Nous appelons ce travail « le tri à plat » des émissions.

La masse d'informations issue du tri à plat appelle ensuite un travail d'interprétation et de commentaires. Les tris à plat relient les émissions à une multiplicité de variables qui renvoient :

- à des pratiques sociales
- à l'aménagement du territoire, à un état de l'urbanisation
- à une utilisation des moyens de transport, elle même liée à un état des infrastructures
- etc.

Dans cette phase l'objectif est donc de remonter les chaînes causales explicatives des émissions des transports touristiques.

Après ce premier travail d'analyse, l'objectif est ensuite d'effectuer une seconde phase de traitement pour répondre à des questions spécifiques que les tris à plat n'auront pas permis d'aborder. Par exemple quelles conséquences le TGV sud est a-t-il eu sur les émissions de gaz à effet de serre des touristes parisiens se rendant sur la Côte d'azur ? Ceci n'est pas sans difficultés.

Enfin il s'agit de mettre en œuvres des instruments d'analyse des données (ACM, ACP) pour bâtir des typologies des touristes et des séjours au regard de leurs émissions de gaz à effet de serre.

L'ensemble ces analyses a d'abord été effectué pour la dernière année disponible (2006 puis 2007 dans une seconde phase de traitement). L'objectif a ensuite été de mettre en lumière des évolutions, ce qui est tributaire de la disponibilité des données (au mieux on peut remonter à 1999). Ce travail peut s'appliquer à la fois aux tris à plat, aux questionnements spécifiques et également aux typologies dont on pourrait essayer de décrire les déformations.

L'ensemble de ce travail a donc à la fois des objectifs :

- en termes de connaissance ;
- en termes de prise de conscience : il élaborera des instruments adaptés à la communication sur le thème (indicateurs) ;
- en termes de stratégie et de définition des politiques, il s'agit de développer des arguments et des méthodes permettant de faire entrer le tourisme dans les négociations sur la réduction des émissions de GES : par l'évaluation de sa contribution, la connaissance de ses déterminants, mais aussi par une analyse des stratégies de limitation adaptées à son contexte (mobilité individuelle, fort élément international, conflits possibles avec d'autres objectifs de développement durable).

C) LES DIFFERENTES METHODES POSSIBLES

Evaluer les émissions de gaz à effet de serre des transports des touristes suppose de disposer de données sur :

- le nombre de voyages ;
- les distances qui leur sont associées ;
- les coefficients d'émissions de gaz à effet de serre par passager.km qui varient selon les modes de transport utilisés

Les lignes qui suivent présentent la façon dont les trois études que nous avons évoquées ci-dessus (l'étude récente pour la deuxième conférence mondiale sur le tourisme et le changement climatique, l'étude Musst pour l'Union Européenne et notre propre travail pour le Predit) abordent ces questions.

I. LES VOYAGES

On a vu plus haut que la plus grande partie des émissions de gaz à effet de serre est due au trajet origine destination, les déplacements sur place jouant un rôle relativement mineur : l'importance relative des deux est très mal connue, on peut supposer qu'elle est de l'ordre de 1 à 10 (évaluation de 1 à 8 par l'Agenda 21 de Calvia (Calvia no date)). Les trois exercices traitent donc des trajets origine destination qu'ils assimilent de façon plus ou moins ambiguë aux déplacements totaux. Les émissions liées aux trajets locaux peuvent également être incluses dans celles des activités (UNWTO-UNEP-WMO 2008)

I.1. L'étude OMT

Les statistiques fournies jusqu'ici par l'OMT concernent le tourisme international (les arrivées par pays), mais pas de manière systématique le tourisme national et encore moins les déplacements à la journée. Pour les besoins de l'étude le service statistique de l'OMT a donc fourni des données complémentaires. Au niveau mondial, les voyages touristiques sont ainsi estimés à 4.75 milliards en 2005, comprenant les voyages personnels, les voyages d'affaires, à l'exclusion des déplacements à la journée. Parmi ceux-ci 15.8% sont des trajets internationaux et 84.2% des trajets nationaux, ceux-ci pour moitié dans les pays développés et pour moitié dans les pays en développement. L'ensemble des données utilisées par l'étude est synthétisé dans la Figure 1 qui laisse entrevoir que les données fournies ont dû être retravaillées et complétées. L'ensemble des manipulations auxquelles les auteurs ont dû se livrer est détaillé en annexe.

I.2. L'étude MusTT

L'étude utilise d'abord les données de l'OMT mais celles dont ils ont pu disposer ne concernaient que le tourisme international. Pour compléter, les auteurs se tournent donc vers une seconde base de données : le travail de IWW TEN-STAC (TEN-STAC Scenarios, Traffic forecasts and analysis of corridors on the Trans-European transport network) qui est fondamentalement une base de données sur les déplacements. Le recours à deux bases de données différentes vise donc à compléter les données nécessaires. L'exercice toutefois est confronté à une utilisation de bases dont les catégories peuvent ne pas se recouper : par exemple la base IWW TEN-STAC comprend les allers retours à la journée qui ne figurent pas dans la base de l'OMT, parce qu'ils ne constituent pas des déplacements touristiques au sens de la définition de l'OMT. Le Figure 32 ci-dessous compare les catégories prises en compte par les deux bases de données.

TEN-STAC (IWW)

WTO

NR. of nights for tourism	>2 nights,	>1 night, <1 year
Leisure related	Defined as 'holiday'; >2 nights	Part of 'tourism'
Visiting Friends and Relatives (VFR)	Part of motive 'private'.	Part of 'tourism'
Business	Business inter-regional at NUTS2 level including same day visits.	Part of 'tourism'
Number of OD trips	Yes	Yes
Transport mode	Yes (road, rail, air)	No
Transport kilometres	Yes (road, rail, air)	No
Travel direction (distinction between origin and destination)	No	Yes
Canary Isles	Yes	No
Malta and Cyprys	No	Yes

Figure 32 : Vue générale des données et définitions utilisées pour l'étude MusTT

Les auteurs de l'étude s'aperçoivent que le nombre de voyages fournis par les deux bases de données diffèrent souvent de façon très sensible ; en moyenne IWW donne un nombre de voyages qui est 81% de ceux résultant de la base OMT, mais les différences peuvent être sensibles plus considérables dans un sens ou un autre selon les pays.

C'est donc une base de données qui lui est propre que l'étude élabore notamment en complétant les données manquantes dans les statistiques de l'OMT. En particulier les choix suivants ont été faits :

- quand entre les deux bases de données les voyages du pays A vers le pays B diffèrent des voyages du pays B vers le pays A, ce sont les chiffres de l'OMT qui ont été retenus ;
- pour les données manquantes dans la base OMT les chiffres fournis par IWW ont été retenus moyennant une correction pour les rendre comparables et cohérents avec ceux fournis pour les rubriques proches (type de voyages ou pays) fournis par la base de données de l'OMT ;
- un certain nombre de données manquantes pour des espaces géographiques tels que les Iles Canaries , l'île de Malte, ou Chypre, ont été approximées à partir des données IWW, de l'OMT ou d'autres sources particulières (Peeters, van Egmond et al. 2004 p.15).

I.3. L'étude « Demain le voyage... »

« Demain le voyage... » (Ceron et Dubois 2006) relève d'une approche assez différente de celle des deux études précédentes. L'élaboration de scénarios du futur touristique et de ses émissions est ici le but premier. Le travail ne vise pas à évaluer les émissions actuelles de gaz à effet de serre, ou plus exactement cette évaluation vise essentiellement à fournir une base pour la construction de scénarios et pour raisonner sur la manière d'infléchir les pratiques touristiques dans un sens plus durable.

Ainsi dès le départ, cette optique a contraint à prendre des distances avec certaines catégories statistiques traditionnelles du tourisme et des loisirs en particulier parce que ni la nuitée hors du domicile ni le passage d'une frontière ne sont des critères satisfaisants pour appréhender les pratiques actuelles ou futures au regard de leur impacts environnementaux. En revanche, l'éloignement, la durée, le dépaysement expriment des attentes par rapport au voyage qui sont en train d'évoluer. Il reste que si l'on ne veut pas se contenter de discours qualitatifs et s'assurer de la cohérence d'ensemble des hypothèses d'évolution de la mobilité de tourisme et

de loisirs à long terme, on a tout intérêt profiter de la richesse des statistiques touristiques pour l'étude des transports : en particulier l'enquête Suivi de la Demande Touristique (SDT) de la direction du Tourisme fournit par exemple des coefficients de charge des véhicules, ou des distances par trajet...

Les analyses socio-économiques de la mobilité débouchent sur des constats (comportements de voyage de plus en plus individualisés : désynchronisation des rythmes de vie...) et l'identification de tendances émergentes (bi-résidentialité, hypermobilité, modes de vie plus centrés sur la maison...). Plutôt que de projeter des valeurs moyennes ou des élasticités (quitte à parier sur leurs inflexions), ce qui paraît inapproprié pour des échéances à 2050, il a été fait le choix de construire des profils de mobilité contrastés qui sont censés rendre compte des évolutions identifiées. Ces profils de mobilités individuel ne résultent pas d'une typologie statistique.

Il a été ainsi défini 5 types de mobilité (caractérisés une la distance moyenne, et un nombre de voyages pour chaque profil, dérivés des statistiques existantes)

- Très longue distance (Europe éloignée + Outre-mer)
- Mobilité à longue distance (France + Europe proche)
- Sorties (excursions + WE à proximité)
- Mobilité bi-résidentielle
- Loisirs à courte distance

Ces types de mobilités s'assemblent en 5 profils de mobilité

- Conventionnel
- Grand voyageur (Parisien)
- Centré sur la maison
- Bi-résidentiel
- Non partants

Chacun des schémas de mobilité ainsi définis peut comporter des voyages à longue distance, à très longue distance, des sorties, des déplacements bi-résidentiels et des déplacements de proximité. Le nombre annuel de chacun de ces types de déplacements varie selon les schémas. A chaque type de déplacements (longue distance...) est attribuée une distance moyenne ce qui permet de calculer les distances annuelles parcourues par individu du ménage. Voir Figure 33 ci-dessous.

Schémas	Mobilités	Nombre annuel de voyages	Distance par voyage	Km annuels parcourus par individu du ménage
conventionnel				4040
	Longue distance	2.4	1000	2400
	très longue distance		10000	0
	sorties	3	200	600
	bi-résidentiel	0	500	0
	proximité	52	20	1040
Grands voyageurs				13320
	longue distance	2	1000	2000
	très longue distance	1	10000	10000
	sorties	4	200	800
	bi-résidentiel	0	500	0

	proximité	52	10	520
Centres sur la maison				6300
	longue distance	0	1000	0
	très longue distance	0,33	10000	3300
	sorties	2	200	400
	bi-résidentiel	0	500	0
	proximité	52	50	2600
Bi-résidentiel				15220
	longue distance	0	1000	0
	très longue distance	0,33	10000	3300
	sorties	2	200	400
	bi-résidentiel	22	500	11000
	proximité	52	10	520
Non- partant				1240
	longue distance	0	1000	0
	très longue distance	0	10000	0
	sorties	1	200	200
	bi-résidentiel	0	500	0
	proximité	52	20	1040

Figure 33: Schémas de mobilité tourisme/loisirs

Pour chaque type de mobilité il est également défini une répartition modale (voir plus loin figure 21). Une part des schémas dans la demande en 2000 est fournie (Figure 34).

Conventionnel	51.5
Grand voyageur	9.5
Centré sur la maison	5.0
Bi-résidentiel	2.0
Non partant	32.0
Total	100

Figure 34 : Part des schémas dans la demande en 2000

Au total on a donc un modèle fournissant pour 2000 selon les types de mobilité et selon des schémas de mobilité tels que définis ci-dessus une image des déplacements touristiques des français. Ce modèle et ces résultats ont été ensuite calibrés de façon à être en conformité avec les données des enquêtes existantes et notamment le suivi de la demande touristique pour l'année 2000. Des ajustements ont été nécessaires pour que des résultats du modèle se rapprochent de manière convenable de la réalité fournie par les statistiques (SDT et autres). L'opération de calibrage comporte en fait deux phases : la première est une phase de corrections qui vise à tenir compte des différences de périmètres entre les catégories du modèle et les données statistiques ; la seconde phase vise à réduire l'écart entre les ressources une fois la première différence corrigée. Inclure ici le Figure 35 page 43.

Description	Valeur fournie par les enquêtes	Valeur du modèle	Mise en correspondance des champs modèle et enquête SDT	Ecart modèle / réalité
	(a)	(b)	(c)	$b-(a*c)/a*c$
Passagers.km annuels avion	53 000 000 000	62 549 328 000	1,25	-8,7%
Passagers.km annuels - voiture	77 000 000 000	110 390 248 000	1,25	23,0%
Passagers.km annuels - train	14 242 000 000	19 245 112 000	1,25	12,7%
Passagers.km annuels – car et autres	10 074 000 000	11 913 816 000	1,25	-8,4%
Total passagers.km	154 316 000 000	204 098 504 000	1,25	9,1%
Voyages personnels – plane	8 730 200	12 930 324	1,25	-10,7%
Voyages personnels – voiture	116 291 400	171 915 064	1,55	-11,1%
Voyages personnels – train	19 108 000	28 932 344	1,55	-5,6%
Voyages personnels – car et autres	8 600 000	16 601 768	1,55	59,0%
Voyages personnels > 100 km	152 729 600	230 379 500	1,55	-6,4%
Voyages personnels (plus d'une nuit)	160 000 000	166 623 500	1	4,1%
Voyages personnels résidences secondaires	15 700 000	20 240 000	1,25	4,9%
population	55 200 000	53 636 000	1	-2,8%

Figure 35 : Calibrage du modèle pour l'an 2000, au regard des enquêtes SDT et transports

2. LES DISTANCES ET LA REPARTITION MODALE

2.1. L'étude OMT

Les statistiques habituellement fournies par l'OMT pour le tourisme international renseignent les modes de transport mais pas les distances parcourues.

Pour cette étude le service des statistiques de l'OMT a fourni des données pour le nombre de voyages et les distances pour l'aviation d'une part et les autres modes de transport (terrestres et maritimes) agrégés. Pour les auteurs il a été nécessaire à partir des données de l'OMT :

- d'éclater les voyages autres que par air en deux catégories : l'automobile d'une part et le car, le train et le bateau d'autre part, ce trois derniers modes de transport étant considérés comme ayant des émissions assez similaires
- d'estimer les distances moyennes pour les modes de transport autres que l'aérien
- d'éclater les distances parcourues par le transport aérien entre pays développés et pays en développement pour les trajets nationaux, entre les trajets intra et inter régionaux pour tenir compte d'évidentes différences de distances

Les sources des données ainsi que certaines grandeurs utilisées sont fournies en annexe : « Sources de données de l'étude OMT »

2.2. L'étude MusTT

Les distances moyennes des trajets sont tirées de la base IWW TEN-STAC, de même que la répartition modale

2.3. L'étude « Demain le voyage... »

Les auteurs en se référant à la littérature existante ont affecté à chaque type de mobilité une distance moyenne et une part modale : celle-ci n'est donc pas une transposition simple de statistiques existantes, ce qui est inévitable sachant que les types de mobilité définis ne recouvrent pas les catégories usuelles des statistiques.

Mobilités	Distance par voyage
longue distance	1000
très longue distance	10000
sorties	200
bi-résidentiel	500
proximité	Varie selon les schémas

Figure 36 Distances moyennes selon les types de mobilité

Type de mobilité	Avion	Véhicule personnel	Rail	Car et autres
Très longue distance	100	0	0	0
Longue distance	7	67	17	9
Sorties	1	82	11	6
Birésidentiel	3	78	9	10
Mobilité de proximité	0	90	5	5
Moyenne toutes distances	28.7	57	8.8	5.5

Figure 37 : Répartition modale des passagers.km par type de mobilité en 2000 (%)

3. LES COEFFICIENTS D'EMISSIONS

3.1. L'étude OMT

L'étude de l'OMT part des facteurs d'émission de l'étude MusTT (Figure 38 ci dessous)

Mode	CO ₂ factor (kg/pkm)	Occupancy rate/load factor %
Air <500 km	0.206	
500-1000 km	0.154	
1000-1500 km	0.130	
1500-2000 km	0.121	
>2000 km	0.111	
Air world average	0.129	75
Rail	0.027	60
Car	0.133	50
Coach	0.022	90

Figure 38 : Facteurs d'émissions pour les modes de transport touristique en Europe

Elle fait correspondre les facteurs d'émissions à chacune des catégories de voyage pour lesquelles elle effectue les calculs d'émissions voir l'annexe « Sources de données de l'étude OMT » pour plus de détails.

L'originalité de l'étude de l'OMT réside dans la façon dont elle aborde les émissions de l'aviation.

L'étude rappelle que le dioxyde de carbone est le plus important des gaz à effet de serre d'origine anthropique (77% du total). Les autres gaz sont ramenés à un CO₂ équivalent qui reflète leur contribution au réchauffement climatique sur une période de 100 ans. Ceci implique que les équivalents CO₂ ne peuvent être calculés que pour les gaz ayant une durée de vie minimale de plus de dix ans. Or la prise en compte de certaines émissions de l'aviation dont les oxydes d'azote à l'origine de la formation d'ozone et de méthane, de même que la vapeur d'eau visible sous forme de traînées et les cirrus est difficile en raison de leur courte durée de vie et de leur manifestation locale dans l'atmosphère. On appréhende la contribution de l'aviation à l'aide d'un indice de forçage radiatif qui est le rapport entre l'ensemble du forçage radiatif causé par l'aviation depuis 1945 et le forçage radiatif causé par le seul CO₂ de l'aviation pendant la même période. Cet indice ne peut être calculé que pour le forçage radiatif accumulé sur une période et non pour une seule année. En 2000 l'indice était estimé à 1.9. Cependant il y a des incertitudes considérables concernant l'impact des traînées et des cirrus et 1.9 doit être considéré comme un minimum, la borne supérieure liée aux incertitudes serait de 5.1. De plus cet indice varie avec le temps. Il est influencé par les évolutions techniques de l'aviation susceptibles de modifier les rapports des autres gaz relativement au CO₂, ainsi que leurs conditions d'émission (altitude...). Il dépend de l'évolution du transport aérien en volume : plus le taux de croissance est élevé, plus les émissions à durée de vie courte pèsent dans le calcul de l'indice et augmentent sa valeur. Il n'est donc pas légitime d'appliquer un indice de 1.9 reflétant une situation passée à un volume de transport aérien dans le futur pour calculer une contribution future de l'aviation au réchauffement climatique,

3.2. L'étude MusTT

Les émissions peuvent être calculées selon deux approches : une approche ascendante et une approche descendante. Avec l'approche ascendante on part des émissions de chaque véhicule pour un usage particulier (impliquant des considérations de vitesse, distance et facteur de charge). On calcule ensuite une moyenne en tenant compte de la composition réelle et de l'usage du parc. Avec une approche descendante on part des statistiques de consommation d'énergie que l'on divise par les statistiques de transport (passagers.kilomètres) pour en déduire des valeurs moyennes de facteurs d'émissions. L'étude MusTT recourt à des données provenant de ces deux méthodes.

L'AUTOMOBILE.

L'étude recourt aux données publiées par TREMOVE (TREMOVE 2004) qui est une approche descendante. Les moyennes données par TREMOVE pour l'Union européenne figurent dans le Figure 39.

TREMOVE average car emissions EU15 (2 persons/car)		
CO ₂ emissions	NO _x emissions	PM emissions
g/pkm	g/pkm	g/pkm
115	0,43	0,0195

Figure 39 : Facteurs d'émission moyens pour l'automobile (TREMOVE)

Pour déterminer les émissions par passager.kilomètre il convient de connaître le taux d'occupation des véhicules. Le taux d'occupation choisit ici est à dire d'expert : soit 2 occupants par véhicule (Peeters, van Egmond et al. 2004).

L'étude applique également des corrections pour tenir compte des caravanes et des bagages sur galerie soit 1,2 pour les galeries et 1,6 pour les caravanes. La part des véhicules concernés n'étant pas connue, l'étude applique un accroissement de 5% pour tenir compte de ces effets.

En ce qui concerne la composition moyenne du parc utilisé pour le tourisme l'hypothèse est ici faite que les ménages recourent à leur voiture la plus puissante pour partir en vacances. Sachant qu'au Pays Bas la part des ménages multi-équipés est de 25%, l'étude considère que 25 à 35% de véhicules de petite taille ne seront pas utilisés pour les départs en vacances, ce qui conduit à augmenter les émissions de 10% en raison de la composition du parc.

MuSTT average car emissions EU15 (2 persons/car)		
CO ₂ emissions	NO _x emissions	PM emissions
g/pkm	g/pkm	g/pkm
133	0,50	0,0225

Figure 40 : Facteurs d'émissions moyens pour l'automobile (MusTT)

L'AUTOCAR

Les émissions pour l'autocar sont entièrement basées sur les données fournies par TREMOVE. Cette base de données fournit les émissions totales pour les autocars en 2001 (en les distinguant des bus) et le kilométrage total parcouru. En faisant l'hypothèse d'une capacité moyenne des autocars de 45 places et d'un taux d'occupation de 75%, on aboutit au Figure 41

Figure 41 : Emissions des autocars (TREMOVE)

CO ₂	NO _x	PM10
g/pkm	g/pkm	g/pkm
22	0,246	0,0103

LE TRAIN

Les statistiques de TREMOVE font référence à une étude ancienne TRENDS (LAT 1998) qui fournit des données pour l'année 1995. Toutefois les auteurs estiment qu'en matière de rail les choses ne changent pas très rapidement. Les données fournies dans l'étude TRENDS montrent que pour les pays de l'Europe des 15 les facteurs d'émissions varient selon les pays de 1 à 10 en raison notamment de la part du diesel et de l'utilisation de l'électricité d'origine nucléaire qui varie très fortement. Les résultats pour l'Europe des 15 sont données par le Figure 42.

CO ₂ emissions	NO _x emissions	PM emissions
g/pkm	g/pkm	g/pkm
53	0,31	0,025

Figure 42 : Emissions moyennes des trains (TREMOVE)

Une analyse ascendante concernant les Pays Bas (Gijsen and van den Brink 2002) montre que les émissions de CO₂ varient de 28g par passager kilomètre pour un train à longue distance (avec un taux d'occupation de 45%) à 78g par passager kilomètre pour un train diesel local (avec un taux d'occupation de 35%), la moyenne étant de 42g par passager kilomètre. En ce qui concerne le tourisme on est sûr que ce sont les trains à longue distance qui sont largement les plus utilisés et que notamment lors des départs en vacances les taux d'occupation de ces trains sont supérieurs à la moyenne. Dans ces conditions les valeurs fournies par l'étude TRENDS ont été divisées par le rapport entre les émissions des trains à longue distance et des trains régionaux constatés pour les Pays Bas c'est à dire un rapport de 28/55 soit 0,51. Les valeurs corrigées sont fournies dans le Figure 43.

CO ₂ emissions	NO _x emissions	PM emissions
g/pkm	g/pkm	g/pkm
27	0,16	0,013

Figure 43 : Emissions moyennes des trains (MusTT)

LES TRANSPORTS AERIENS

L'étude TREMOVE montre que les émissions des transports aériens varient en fonction de la distance parcourue avec une diminution des émissions par passager kilomètre pour les longs trajets. D'autres calculs de type ascendant ont été faits dans le cadre du projet ESCAPE (Peeters 2002) et du modèle AERO (Pulles, Baarse et al. 2002). A partir de ces données les coefficients d'émissions ont fourni dans le tableau de synthèse ont été calculés, ils sont assez largement inférieurs à ceux fournis par l'étude TREMOVE et sont repris dans le tableau de synthèse des coefficients d'émissions.

LES TRANSPORTS MARITIMES

Les chiffres utilisés proviennent d'une étude ancienne (Peeters 1996). Un taux d'occupation de 50% a été supposé. Voir Figure 44.

CO ₂ emissions	NO _x emissions	PM emissions
g/pkm	g/pkm	g/pkm
66	1,6	0,001

Figure 44 : Emissions du transport maritime

L'ensemble des coefficients d'émissions retenu par le rapport MusTT es synthétisé dans le tableau ci-dessous

Mode	CO ₂ factor	equiv. factor	CO ₂ -e	PM	NO _x
	kg/pkm		kg/pkm	gram/pkm	gram/pkm

Air <500 km	0.206	2.0	0.412	0.00175	1.028
500-1000 km	0.154	2.3	0.354	0.00135	0.716
1000-1500 km	0.130	2.7	0.351	0.00117	0.578
1500-2000 km	0.121	2.7	0.326	0.00111	0.522
>2000 km	0.111	2.7	0.299	0.00103	0.466
Rail	0.027	1.05	0.0284	0.013	0.16
Car	0.133	1.05	0.1397	0.0225	0.50
Ferries	0.066	1.05	0.0693	0.001	1.6
Coach	0.022	1.05	0.0231	0.0103	0.246

Figure 45 : Operational emission factors for tourism OD-transport modes

3.3. L'étude « Demain le voyage... »

Le modèle développé pour ce projet fournit le nombre de passagers.km et le nombre de voyages par schéma, par type de voyage et par mode de transport. A partir de ces résultats, en appliquant des coefficients techniques on peut chiffrer des impacts. Pour le train, l'avion et le bus, des facteurs d'émissions par passager.km sont utilisés (Van Essen, Bello et al. 2003) (Pulles, Baarse et al. 2002) (ADEME 2001). Pour l'automobile, un facteur d'émission par véhicule.km est utilisé, issu de travaux précédents pour l'Ifen (IFEN 2000) .

Mode de transport	Facteurs d'émissions (kq eq. CO ₂ par passager.km)
Avion – Moyen courrier	0.432
Avion – Long courrier	0.378
Train	0.026
Bus et autres	0.019
Automobile	0.18 (par véhicule.km)

Figure 46 : Facteurs d'émission en 2000

4. LE BESOIN D'UN SAUT QUALITATIF DANS LES METHODES UTILISEES

Les pages qui précèdent montrent les difficultés rencontrées dans la mobilisation des données nécessaires. Les travaux permettent de constater au niveau de leur point de départ :

- le manque de certaines données (par exemple les statistiques du tourisme national à l'échelle mondiale) ;
- l'inadéquation des catégories des bases de données pour traiter le sujet (voir l'approche de l'étude « Demain le voyage... ») ;
- le recours à des données provenant de bases différentes (base tourisme et base transport dans l'étude MusTT) alors que les méthodes de collecte et de traitement diffèrent d'une base à l'autre (en particulier les périmètres des catégories)

En toute rigueur, on pourrait prendre prétexte de ces difficultés pour déclarer le travail impossible. Telle n'est pas l'option des quatre exercices qui considèrent que vu l'importance de l'enjeu il vaut mieux une réponse approximative que pas de réponse du tout.

Les auteurs traitent les difficultés en utilisant les palliatifs suivants :

- en demandant aux organismes compétents de produire les données manquantes. C'est le cas de l'étude pour l'OMT, dont le service statistique a fourni en un temps record des estimations au niveau mondial du tourisme national. Vu la rapidité de la réponse on peut

- s'interroger sur la fiabilité des produits de fournisseurs d'informations qui ont le statut d'une boîte noire, mais dont in fine on est bien content de pouvoir utiliser les données (sans porter la responsabilité de leur production) ;
- en comblant soi-même les lacunes, par exemple :
 - ♦ en intrapolant/extrapolant des données disponibles pour une année à une autre ;
 - ♦ en raisonnant par analogie : si le système touristique du pays A est proche de celui du pays B, on utilise les données du premier en tenant compte de la population (ou d'autres paramètres)
 - ♦ en procédant par itération lorsque le choix d'une grandeur à dire d'expert apparaît peu fiable, on peut faire tourner le modèle qu'elle alimente et la modifier jusqu'à obtenir un calibrage satisfaisant avec la réalité constatée (cas de l'étude « Demain le voyage... »).

Une fois ces palliatifs mis en œuvre il est particulièrement appréciable de décrire leurs effets sur la fiabilité des résultats ainsi que le fait l'étude pour l'OMT, en l'occurrence pour les émissions de GES (voir Figure 7).

Un tel regard critique pourrait rendre très sceptique sur l'intérêt des chiffres auxquels on aboutit et qui prétendent informer la réflexion stratégique. Sans doute faut-il faire remarquer que la situation n'est pas fondamentalement différente dans d'autres domaines. Il n'est pas à notre portée de se livrer ici à une évaluation comparative de la fiabilité des chiffres d'émissions pour les différentes activités et secteurs (exercice qui gagnerait toutefois à être effectué par ailleurs) On pourra toutefois faire remarquer par exemple que l'incertitude sur le forçage radiatif n'a pas seulement d'incidence sur les transports touristiques aériens mais également sur le fret et l'aviation militaire, et qu'il en est de même pour bien d'autres enjeux (émissions de GES des bâtiments etc.).

D) DESCRIPTION DE L'ENQUETE SDT : INTERET ET LIMITES

Le point de départ du projet « Le monde est à nous », qui constitue aussi son originalité, et sans lequel aucun traitement sérieux du sujet ne serait possible, consiste en l'exploration d'une base de données de grandes dimensions : le Suivi des déplacements touristiques (SDT) qui décrit les voyages de tourisme et de loisirs des résidents en France. Cette base est associée à la fois à un distancier (par la SOFRES et par nos soins) et à des coefficients d'émissions de gaz à effet de serre (par nos soins). L'exercice est donc tributaire de la coopération de la Direction du Tourisme qui a accueilli deux stagiaires travaillant sur le sujet (durée de six mois) et participé largement au pilotage de l'étude, et plus ponctuellement de données complémentaires fournies par la SOFRES

I. SITUATION ACTUELLE DES METHODES D'ENQUETES SUR LA MOBILITE A L'ECHELLE INTERNATIONALE

Le monde des études statistiques sur la mobilité des personnes est assailli par le doute et les problèmes. A la lecture du bilan établi par Stopher et Greaves dans un récent article de Transportation Research (Stopher and Greaves 2007), l'enquête du Suivi des déplacements touristiques des français, en dépit de ses limites, paraît encore tenir une place honorable.

On constate en effet une large dégradation à l'échelle internationale des conditions dans lesquelles les enquêtes sur la mobilité sont effectuées par rapport aux décennies précédentes. On est maintenant loin d'un âge d'or des enquêtes où l'échantillon assurait une bonne représentativité de la population étudiée (souvent de 1 à 3% de la population avec des tailles d'échantillon allant de 2500 à 10000 individus)(Stopher and Greaves 2007). À titre d'exemple le SDT quant à lui utilise un échantillon portant sur environ 0,3 pour mille de la population française, mais il relève d'une autre technique que celle évoquée ici et qui est celle des interviews. Le nec plus ultra des enquêtes de mobilité passée était donc l'interview soit face à face soit par téléphone. Ce système est en train de s'effondrer avec une dégradation très rapide à la fois des tailles des échantillons (pour des raisons économiques et des taux de réponses qui sont plutôt de l'ordre 35% si l'on combine les taux d'acceptation pour faire partie de l'enquête et les taux de réponses après cette acceptation). Les interviews face à face sont devenues plus délicates notamment aux USA en raison des problèmes de sécurité qu'il y a à pénétrer dans certains quartiers. Quand aux interviews par téléphone elles deviennent de plus en plus difficiles à assurer avec le remplacement des téléphones fixes par les téléphones mobiles.

Comme cela a été constaté pour le SDT on a des difficultés à saisir certaines catégories de population de même que l'on a une sous-estimation des voyages qui peut avoisiner selon certaines études 20 à 30% pour les interviews téléphoniques (Wolf, Loechl et al. 2003) et même 7 à 12% pour les interviews face à face (Stopher, Xu et al. 2005).

L'autre méthode d'enquête impliquant la tenue par les individus d'un carnet de déplacements (outre qu'elle est peu adaptée en matière de déplacements touristiques) connaît également des difficultés croissantes et qui paraissent tellement insurmontables que l'on peut la considérer comme appartenant au passé.

Si l'on met en regard de ce qui vient d'être dit le contexte français on s'aperçoit que par certains côtés, il est en cohérence avec cet état des lieux. Par exemple l'Enquête transports (Madre 1997) a bien du mal à fournir une image actualisée des déplacements des français. L'ancienne Enquête aux frontières, fondée sur le face à face a du être, comme on le sait, abandonnée. L'état insatisfaisant des données que l'on peut recueillir entre pleinement en contradiction avec les demandes croissantes d'informations détaillées pour faire tourner des modèles et en tirer des informations fines.

On est donc à la recherche de méthodes alternatives parmi lesquelles la première est l'utilisation du GPS qui globalement paraît assez bien adapté à la prise en charge des trajets quotidiens (nonobstant le problème du coût des équipements devant être mis à disposition des personnes enquêtées). Mais en matière touristique on le voit surtout comme pouvant décrire les trajets des touristes dans une destination (Shoval and Isaacson 2007) et non pas ceux pour s'y rendre. On s'aperçoit aussi que le recours au GPS lorsqu'il est applicable n'arrive pas à surmonter les habitudes de non réponse de certaines catégories de population, particulièrement ceux qui parlent une langue étrangère, les ménages avec de grands enfants, les étudiants du secondaire, les personnes à bas revenu et les ménages de grande taille (Stopher and Greaves 2007)

Dans le panorama mondial que tracent les auteurs, les études à partir de panels tiennent une place assez particulière et font partie des solutions d'avenir. Les auteurs considèrent que des études recourant aux panels ont surtout concerné d'autres secteurs que la mobilité. Ils ne paraissent connaître qu'une étude de type panel concernant la mobilité : celle de l'Allemagne et ignorent l'existence du SDT ce qui n'est pas surprenant pour des auteurs anglo-saxons. Ils paraissent découvrir tout l'intérêt des enquêtes par panel : en particulier les techniques de renouvellement des participants, le travail sur des sous ensemble du panel, l'inclusion d'un panel de mobilité dans un panel plus large, qui sont actuellement utilisés par le SDT. Leur souci est que les informations que l'on peut retirer d'un panel sont essentiellement descriptives et ils s'interrogent sur les moyens de les utiliser dans des entreprises de modélisation qui leur paraissent en quelque sorte la finalité de toute l'information que l'on pourrait recueillir.

2. PRESENTATION DES ENQUETES ET BASES DE DONNEES

2.1. Le SDT

L'enquête du suivi de la Demande Touristique est construite à partir du panel de la Sofres « le Metascope». Le panel METASCOPE comporte 30 000 foyers soit environ 53.000 individus. Afin d'éviter les effets de lassitude et de professionnalisation du panel, la SOFRES renouvelle la composition du panel avec un taux de renouvellement de 25% par an. Le taux de réponse du METASCOPE est de 75% environ. La « représentativité » du panel est assurée grâce à une stratification selon cinq critères : la région de résidence, l'âge du chef de famille, la taille du foyer, la taille de l'agglomération de résidence et la catégorie socioprofessionnelle du chef de famille. Les biais de ce panel (tels que la sous-représentation des moins de 30 ans, la sur-représentation des personnes âgées de plus de 65 ans et des personnes célibataires) sont corrigés par le moyen de redressements.

Parmi les 30 000 foyers du Metascope, 20 000 foyers y sont tirés au sort et interrogés tous les mois. Un seul individu par ménage est interrogé pour éviter les effets de grappe.

La vocation première de ce panel pour la Direction du Tourisme est de mesurer le tourisme national à la fois en termes de flux physiques (nombre de séjours et de nuitées) et monétaires (dépenses associées à ces séjours). Il permet à la Direction du Tourisme de fournir un suivi conjoncturel des déplacements des Français (grâce à sa périodicité mensuelle), une analyse structurelle de l'évolution de la demande touristique des Français, une analyse des marchés touristiques et une évaluation de la consommation touristique nationale dans le cadre des comptes du tourisme.

Le SDT mesure les déplacements à motif personnel ou professionnel, en France ou à l'Étranger dès que la durée du séjour dépasse une nuit au moins à l'extérieur du domicile. Il permet d'estimer quantitativement le nombre de touristes, de voyages, de séjours ou de nuitées mais présente également des informations à la fois démographiques comme la taille du foyer et le nombre d'enfants, géographiques comme la région de domicile et le type d'agglomération, et

sociologiques comme la classe de revenu et la catégorie socioprofessionnelle. Ces variables qualitatives permettent ainsi de caractériser le voyageur.

LES CARACTERISTIQUES SOCIO-DEMOGRAPHIQUES

Au moment du recrutement du panéliste il lui est demandé en particulier :

- son âge ;
- son sexe ;
- la CSP du chef de famille et du panéliste lui-même s'il n'est pas lui-même chef de famille ;
- la composition du foyer ;
- la région de résidence ;
- la catégorie d'agglomération.

Les caractéristiques socio-démographiques des panélistes et des membres du foyer obtenues au moment de leur recrutement et actualisées une fois par an.

Chaque voyage ou partie de voyage pour motif personnel donne lieu à la description des deux lieux de séjours les plus longs avec le type d'hébergement, la raison du séjour, les activités réalisées, le moyen de transport principal utilisé, la nature de réservation...

LES VOYAGES

Le questionnaire s'attache aux voyages effectués le mois précédent. Si des voyages ont été effectués, on indique le nombre total des voyages qui se sont terminés au cours du mois et, pour trois d'entre eux, on précise la date de départ, la date de retour, le motif du voyage. De ces données on peut donc déduire la durée du voyage.

LES SEJOURS

La personne interrogée indique de nombre de séjours compris dans chaque voyage. Pour les deux séjours les plus longs elle précise :

- la durée du séjour, c'est à dire de nombre de nuits passées hors du domicile ;
- sa raison principale ;
- son lieu, défini comme le département ou la commune pour la France et le pays pour l'étranger. Ainsi comme l'on connaît le lieu de résidence de la personne interrogée, on a la possibilité de connaître finement la distance entre le lieu de résidence et le lieu de séjour ;
- le mode de transport principal utilisé, ce qui combiné avec le point précédent permet de calculer les passagers kilomètres par mode ;
- le mode d'hébergement principal, utile pour le calcul des émissions de l'hébergement lié aux séjours (analyse qui n'est pas incluse dans la présente recherche) ;
- la décomposition du séjour entre une partie professionnelle et une partie non professionnelle s'il y a lieu, ce qui permet de centrer l'analyse et de l'épurer des interférences avec les voyages d'affaires ;
- le nombre de personnes qui accompagnent le panéliste y compris les enfants de moins de quinze ans qui ne font pas partie du panel. Ceci croisé avec l'information sur les modes de transports permet de calculer les coefficients de charge pour les déplacements touristiques utilisant les véhicules individuels et de raisonner ainsi sur le contenu en émissions de gaz à effets de serre des déplacements familiaux selon le mode de transport utilisé ;
- le type d'espace géographique fréquenté : mer, montagne, campagne...
- les principales activités pratiquées, pour lesquelles on ne dispose que de quelques données sur les émissions de gaz à effet de serre (cette évaluation ne fait pas partie de la présente recherche) ;

- les conditions de réservation.

DEFINITIONS

- **Voyages** : Ensemble des déplacements effectués par une personne au départ de son domicile jusqu'à son retour pour une période d'une nuit au moins.
Un voyage est constitué d'au moins deux déplacements (un aller et un retour).
Un voyage d'au moins une nuitée se décompose dans l'enquête en autant de séjours qu'il y a de lieux où le voyageur passe la nuit au cours de ce voyage ; la durée de chaque séjour est mesurée en nuitées.
- **Déplacement** : Mouvement d'une personne d'un lieu de départ (origine) à un lieu d'arrivée (destination). Un déplacement comporte un seul motif. Tout changement de motif entraîne un nouveau déplacement mais deux déplacements successifs peuvent avoir le même motif.
Au cours d'un déplacement, un ou plusieurs modes de transport peuvent être utilisés.
- **Motif du voyage** : Principale raison professionnelle, personnelle ou mixte du voyage.
- **Origine du voyage** : Domicile du foyer en France métropolitaine auquel appartient la personne interrogée.
- **Destination principale du voyage** : La destination principale du voyage est celle du déplacement principal de ce voyage.
- **Distance totale du voyage** : Elle est égale à la somme des distances des déplacements du voyage. Ces distances sont estimées à l'aide d'un distancier à partir des lieux d'origine et de destination (commune, département ou pays).
- **Trajet** : parcours unique d'un point A vers un point B. Un aller-retour contient 2 trajets. Seuls les voyages contenant plusieurs lieux de séjours engendrent plus de 2 trajets.

LES RAISONS DU VOYAGE OU DU SEJOUR

Le SDT fournit une liste de 20 possibilités.

D'abord des raisons professionnelles, au nombre de 5

- réunions, rendez-vous professionnels
- congrès, colloques, séminaires
- salons, foires expositions
- stages ou formations professionnelles
- autres

On voit donc qu'il est possible de distinguer et d'isoler dans ces raisons celles qui ont quelque chose à voir avec le tourisme : congrès, colloques, séminaires etc.. de celles qui sont purement professionnelles (réunions, rendez-vous).

Les vacances, le tourisme, les loisirs font l'objet d'une catégorie pour eux seuls, laquelle est complétée par deux autres catégories : l'une portant sur les visites à des amis, l'autre sur des visites à la famille, réunions de famille etc... Il existe également une catégorie « étape sur le chemin des vacances ».

Parmi la dizaine de possibilités restantes, on notera des rubriques qui peuvent se recouper avec celles de la catégorie tourisme, par exemple : croisières, pratiques sportives, cures thermales avec ou sans prescription médicale, événements ou spectacles sportifs, manifestations culturelles, festivals, fêtes.

LES MOYENS DE TRANSPORT.

Ils sont au nombre de 10 :

- voitures du foyer, de parents ou d'amis
- voitures de location
- mini bus
- camping car

-avion
train
-autocar
-bateau
-moto
-autres

L'éclatement est donc relativement simple : il permet notamment de distinguer des véhicules de location des autres d'appréhender des pratiques nouvelles comme celles du camping car.

MODES D'HEBERGEMENT

23 possibilités sont ici offertes.

Les hôtels sont répartis dans 6 catégories selon leur classement. Les campings sont répartis en 3 catégories. L'hébergement non marchand privé est réparti en 3 catégories :

- résidence secondaire du foyer
- chez quelqu'un de la famille
- chez des amis

Les autres catégories sont :

- la résidence de tourisme
- les pensions de famille
- les chambres d'hôtes
- les auberges de jeunesse
- les refuges de gîtes d'étape
- les gîtes ruraux
- les locations
- les bateaux péniches
- etc.ainsi qu'une catégorie autre

LES ACTIVITES

Elles sont réparties en 32 rubriques.

La montagne et les sports d'hiver sont concernés par six rubriques : différentes formes de sport d'hiver + l'alpiniste, le canyoning, l'escalade, la spéléo, etc...

Les activités aquatiques sont concernées par 8 rubriques :

- bateau et voile habitable
- voile légère
- planche à voile
- plongée sous-marine
- motonautisme
- canoë kayak,
- rafting et autres sports d'eau vive
- natation,
- baignade,
- plage surf,
- kayak de mer ou autres sports nautiques

On peut adjoindre à ces catégories une autre rubrique qui concerne les parcs aquatiques, animaliers et des loisirs.

Les activités culturelles ou proches sont l'objet de 7 rubriques :

- visite de ville festivals, concerts, théâtres, manifestations culturelles
- visite de musées, d'expositions
- visite de monuments et de sites historiques
- visite de sites naturels

-autres activités culturelles
-visite de marchés, foires, brocantes

Les deux activités de loisirs chasse et pêche font chacune l'objet d'une rubrique. Les activités modernes des nouvelles classes urbaines sont également bien identifiées :

-jogging, parcours de santé
-vélo, VTT,
-sports collectifs
-tennis et sports de raquettes
-golf

Enfin on notera des pratiques comme la thalassothérapie, l'aquagym, la remise en forme (une rubrique) et la gastronomie et l'œnologie (une autre rubrique).

Cette forte diversité de choix possibles se greffe sur un questionnaire relativement complexe qui, à le lire, nécessite pas mal d'attention, probablement également un certain niveau culturel, une acceptation et une accoutumance aux formulaires de la bureaucratie pour être correctement rempli sans parler du temps et de la motivation que cela nécessite.

Au niveau du traitement de l'information, le SDT présente pour chaque année deux types de bases. On a d'une part, la base du « constant » pour les panélistes ayant répondu plus de 10 mois sur 12 durant l'année courante. Celle-ci est utile pour suivre le comportement des individus en tenant compte de leurs caractéristiques individuelles. On a d'autre part, la base du « cumulé » qui décrit tous les séjours du panéliste quelque soit son taux de réponse dès que le séjour dépasse une nuit au moins à l'extérieur du domicile. C'est généralement celle-là que l'on traite car elle présente plus d'informations.

Enfin, il faut savoir que lorsque l'on traite ces bases pour faire des estimations, on doit faire un redressement de la non réponse totale afin de « ramener » le nombre de répondants à la taille des 20 000 individus interrogés. Pour cela, on accorde des poids mensuels de séjours à chaque séjour, des poids mensuels de voyage à chaque voyage etc...

On doit ensuite faire une extrapolation des réponses de l'échantillon pour « ramener » l'estimation de l'échantillon à l'échelle de la population française âgée de plus de 15 ans.

2.2. L'enquête sur les Déplacements à la Journée

Les résultats du SDT au cours des dernières années faisaient apparaître une tendance à la diminution du nombre des voyages qui contrastait avec la croissance du nombre des déplacements des Français telle qu'elle ressortait des statistiques de transport pour tous les modes de transport terrestre et pour l'avion. Ces résultats n'étaient pas nécessairement contradictoires, d'abord parce que le champ de ces statistiques n'était pas le même et donc que les chiffres obtenus n'étaient pas strictement comparables. Mais surtout la diminution du nombre des touristes pouvait être compatible avec une augmentation des déplacements, dès lors que celle-ci avait pour origine les personnes se déplaçant à la journée, ce qui n'est pas pris en compte par le SDT. Il était d'ailleurs possible que la diminution, du nombre des touristes trouve sa source dans l'augmentation du nombre des excursionnistes.

C'est ainsi qu'est mise en place en 2004 l'Enquête des Déplacements à la Journée. Cette enquête est construite comme un sous échantillon de 8000 individus du SDT et ayant la même représentativité que le panel lui-même. Elle est également de périodicité mensuelle et porte sur les déplacements effectués à plus de 100 km du domicile⁴.

L'Enquête des Déplacements à la Journée renseigne principalement le lieu de destination, le principal moyen de transport utilisé, le nombre de personnes de l'entourage immédiat

⁴ L'enquête des déplacements à la journée se réfère à un critère d'ordre spatial alors que le SDT s'intéresse à la dimension du temps.

accompagnant, le nombre de fois où le déplacement a été fait dans le mois, le motif de l'excursion et les distances route et vol.

Ils font l'objet d'un cadre spécial du questionnaire qui est beaucoup plus succinct notamment en ce qui concerne les motifs qui sont divisés en trois rubriques :

- personnels pour loisirs
- autres motifs personnels
- motifs professionnels

Les moyens de transports sont également limités en l'occurrence à 6 rubriques. Il n'y a donc pas concordance exacte entre les données fournies par le SDT de base et celles fournies par l'enquête complémentaire

3. PREPARATION DE LA BASE

3.1. Les LIMITES du SDT

Les deux fichiers du SDT et des Aller-retours à la journée, en dépit de leur taille (20000 et 8000 individus), de leur fréquence (mensuelle), de l'ancienneté du dispositif (qui pour partie remonte à 1990), présentent si l'on y regarde de plus près un certain nombre de limites (voire de « défauts ») en dépit desquels ce dispositif d'observation garde une place enviable au niveau mondial.

UNE SOUS ESTIMATION DU NOMBRE DE SEJOURS ET NUITÉES

Le SDT pourrait sous-estimer le nombre des touristes et des nuitées, dans des proportions inconnues. On ne dispose évidemment d'aucun instrument permettant de savoir si ce biais existe et de le mesurer.

La première source de biais qui vient à l'esprit est liée à la composition du panel et au comportement des panélistes. On connaît certes un certain nombre de biais du panel qui, par le contrôle des variables de stratification, peuvent être corrigés. Mais il peut en exister d'autres non décelés : ainsi il est possible que la proportion des personnes qui se déplacent beaucoup, ce qui n'est pas – et ne peut pas être – une caractéristique directement contrôlée, soit plus faible dans le panel que dans la population. On peut en effet comprendre qu'un certain nombre de ces personnes refusent de faire partie du panel, compte tenu de la charge qu'implique la réponse au questionnaire mensuel. Si cependant elles ont accepté les obligations résultant de leur participation au panel, elles peuvent avoir tendance à ne pas déclarer tous leurs déplacements, pour gagner du temps en remplissant le questionnaire. Dans ce cas, les résultats peuvent être d'autant plus sous-estimés qu'on a affaire à des personnes qui, justement, sont parmi les plus mobiles, tels que les professionnels.

Une autre série d'explications trouve sa source dans le champ de l'enquête : par exemple, le SDT laisse de côté les déplacements touristiques des moins de 15 ans, qui ne sont connus qu'indirectement dans le cas où un enfant de moins de 15 ans accompagnerait un adulte enquêté. Les déplacements « autonomes » des jeunes sont donc totalement ignorés... Sont également ignorés pour les années remontant avant 2004, les déplacements des étrangers résidant en France. Jusqu'en 2004, la SOFRES interrogeait seulement les résidents ayant la nationalité française. À partir de 2004⁵, elle interroge désormais les résidents en France donc, parmi eux, les immigrants étrangers habitant en France.

⁵ Pour l'année 2004, le SDT présente les deux champs : pour les français et les résidents.

Cela implique qu'il y a une légère discontinuité des résultats en volume compte tenu de l'importance des déplacements des immigrés étrangers retournant dans leur pays pour les vacances, et de certains déplacements professionnels mais on ne note pas de discontinuité en structure⁶.

Dans la mesure où les biais possibles n'ont aucune raison de varier dans le temps, cela signifie que les évolutions seraient en revanche correctement mesurées. Le SDT serait un meilleur outil d'analyse des variations des déplacements touristiques que de mesure de leur niveau absolu.

FIABILITE ET TAILLE DES ECHANTILLONS SUR LESQUELS ON RAISONNE

Plus la taille du sous échantillon sur lesquels on travaille est faible plus le degré de précision des résultats est médiocre. La première conséquence est que les données annuelles sont plus fiables que les données mensuelles. Toutefois en ce qui concerne le nombre de déplacements, de séjours et de nuitées, les données mensuelles sont considérées comme restant suffisamment fiables.

Cette difficulté se retrouve au niveau géographique quand on parle de destinations relativement peu fréquentées. Cela vaut d'abord pour les destinations lointaines où se rendent un nombre relativement faible de touristes français. Pour le traitement de cette question on peut regrouper ces destinations dans un nombre plus limité de classes ou agréger les données sur plusieurs années. Cela vaut aussi pour les régions en France qui bénéficient des plus faibles fréquentations touristiques.

UN DISPOSITIF QUI S'ETOFFE DANS LE TEMPS

Le dispositif SDT est progressivement monté en puissance, ce qui a induit des ruptures dans les séries temporelles.

- L'enquête des allers retours à la journée ne commençant qu'à partir de 2004, le fichier des individus ne contiendra plus que les informations au niveau des séjours pour les années précédant 2004.
- L'introduction des étrangers résidant en France date elle aussi de 2004
- Les distances ne sont associées aux déplacements que depuis 1999
- On doit ajouter que, mise en œuvre à partir de 1990, l'enquête a connu d'importantes modifications en 1999 notamment au regard de la taille de l'échantillon qui a doublé. Il en résulte que les comparaisons remontant avant 1999 présentent des difficultés méthodologiques considérables : de toutes façons les données brutes antérieures à 1999 dont la Direction du tourisme n'a pas la garde ne seraient plus accessibles.

DES PROBLEMES POUR LE SUIVI LONGITUDINAL

Le principal avantage d'un panel est que, sous réserve de son renouvellement progressif, les personnes interrogées sont les mêmes de vague en vague. L'influence des facteurs non contrôlés se fait certes sentir, mais on peut admettre que ces facteurs sont stables ou du moins qu'ils ne se modifient que lentement. Les résultats sont donc bien comparables à plusieurs dates successives.

Une des conditions pour faire une étude longitudinale est de pouvoir identifier les individus comme étant les mêmes à deux époques distinctes et ainsi pouvoir les suivre durant toute la période de l'étude. L'échantillon longitudinal diminue au cours des périodes successives en raison de la part des individus renonçant définitivement à remplir le questionnaire, qui ont changé d'adresse, sont décédés etc.

⁶ Les taux de départ sont restés relativement constants par exemple, il n'y a pas eu de rupture.

A cela il faut ajouter que le METASCOPE n'est pas un « vrai » panel. Ce n'est pas nécessairement le même individu qui est suivi pendant plusieurs années mais le même ménage dans lequel l'individu interrogé peut changer d'une année à l'autre. En effet, la variable « panéliste » est le numéro du foyer au sein duquel on interroge le « kish ». Il est donc difficile de faire un suivi longitudinal⁷ dans des conditions acceptables. Ce suivi sera testé lors de la deuxième phase de traitement du projet « Le monde est à nous ? », à partir du printemps 2008.

LIMITES CONCERNANT LES DISTANCES

Les distances n'étaient renseignées, avant notre projet, que pour les années 2005 et 2006 et pour les destinations en France métropolitaine (celles pour lesquelles on connaît les communes) et cela pour les deux enquêtes. La SOFRES pouvait néanmoins imputer des distances pour les destinations françaises remontant à 1999.

⁷ Le suivi longitudinal est important pour étudier l'évolution des comportements au niveau individuel ; Cette limitation n'est pas trop gênante tant que l'on s'intéresse à un comportement plus général.

E) DEFINITION D'UNE STRATEGIE DE TRAITEMENT SUR L'ENSEMBLE DU PROJET

Les objectifs généraux de la recherche ainsi que leur situation dans le contexte des connaissances déjà produites et de leurs insuffisances ont été spécifiés plus haut. Sur cette base on peut dresser une liste détaillée d'objectifs que la recherche devrait idéalement atteindre ainsi que la liste des traitements que cela implique.

Les traitements visent à répondre à trois grandes questions.

- Quelles sont les émissions actuelles, leur répartition et leur évolution depuis 2000 ?
- Quels sont les comportements et les tendances sous-jacentes permettant d'expliquer cet état des lieux ?
- Quelles peuvent être les évolutions possibles des profils d'émission du tourisme ?

I. LES EMISSIONS DE GES EN 2007 ET LEUR EVOLUTION

Ces traitements doivent porter sur les séjours, les allers-retours, puis la somme des deux. Trois séries de tableau sont donc à élaborer. Il paraît nécessaire de préciser les cas où les données ne sont pas significatives car à un niveau trop fin : exemple : émissions de CO₂ des séjours ayant pour activité principale le jet-ski : il sera envisageable de les sommer avec d'autres activités. Voir la matrice type à remplir ci-dessous (Figure 47).

2. SEGMENTATION DES VOYAGES ET DES VOYAGEURS : COURBES DE LORENTZ

Quels sont les types de voyages et de voyageurs les plus polluants ?

Caractérisation des catégories de voyages et de voyageurs les plus intensives en émissions

Caractérisation des pratiques les moins intensives en émissions (hors non partants) : gens qui prennent toujours le train, qui partent toujours à faible distance etc.

Dans le prolongement on pourra caractériser quelques groupes de voyageurs particuliers : l'objectif est de caractériser (pratiques de voyages et caractéristiques panélistes) un certain nombre de groupes d'individus qui nous intéressent : par exemple :

- les individus qui n'ont pas de voiture
- les individus qui ont une voiture mais l'utilisent peu
- les individus qui ne prennent que le train (ou presque : part des voyages en train > x%)
- les individus qui ont pris l'avion en 2006
- ceux qui partent surtout à l'étranger lointain
- les individus propriétaires d'une résidence secondaire (nombre de voyages moyens vers l'AR ; distance moyenne résidence principale / résidence secondaire ; durée moyenne des séjours, modes de transports...)
- etc.

3. ELABORATION DE TYPOLOGIES

3.1. Typologie des individus

L'objectif de cette typologie est de voir se dessiner les comportements de voyageurs tels que les petits/grands voyageurs, les petits/grands partants, ceux qui utilisent plus l'avion, le train ou la voiture etc....et ainsi identifier des groupes homogènes de voyageurs.

3.2. Typologie des séjours

La typologie des séjours vient compléter celle des voyageurs. Il est intéressant de voir si les séjours types viennent se calquer aux comportements des groupes de voyageurs.

3.3. Evolution des typologies

Comment ont évolué les typologies depuis 1999 ?

Comment pourraient-elles évoluer dans l'avenir : Quels sont les individus qui risquent de passer d'une catégorie « moyens voyageurs » à « grands voyageurs », corrélations avec des facteurs influençant le voyage.

4. ANALYSE DE PHENOMENES PARTICULIERS.

- Tendances au départ à très longue distance, destinations exotiques. Typologie des régions de destination. Opposition entre une mobilité transcontinentale et une mobilité intra européenne
- Transport aérien à moyenne distance et low costs
- Substitutions existantes entre TGV , avion court et moyen courrier, véhicules particuliers (études de trajets particuliers)
- Détail des excursions
- Bi-résidentialité
- Plafonnement du départ en France métropolitaine : facteurs explicatifs ?
- Evolution des pratiques de voyage (plus souvent, moins longtemps, plus loin)
- Evolution de l'attitude par rapport aux véhicules particuliers : des vacances moins dépendantes de l'automobile ?
- Changement culturel, attitude par rapport au voyage ; mode de de vie hypermobile...
- Effets de la canicule de 2003 sur la fréquentation touristique

– Etc.

En pratique, ce programme très (trop ?) ambitieux de traitements n'a été que partiellement mis en œuvre et analysé.

F) ADAPTATION DE L'ENQUETE AUX ENJEUX DE LA RECHERCHE

I. CONSTITUTION DES DIFFERENTS FICHIERS

I.1. Le Fichier des séjours :

Il contient pour 2006 (toutes les années de 1999 à 2007 ont suivi le même modèle) 47 798 descriptions de séjours avec pour chacune d'elles, les caractéristiques socio-démographiques des voyageurs qui les ont effectués. Chacune de ces descriptions est associée à un poids mensuel pour un séjour qui permet de redresser les résultats à l'ensemble de l'échantillon interrogé car seulement 75% des 20 000 individus interrogés répondent au questionnaire du SDT.

L'échantillon des 20 000 individus est lui-même redressé de manière à ce qu'il soit représentatif de la population des personnes de 15 ans et plus résidant en France métropolitaine.

Parmi les séjours identifiés, 94,6% sont des séjours personnels. La direction du tourisme pense que malgré l'effort que fait la Sofres pour animer son panel et garantir un bon taux de réponse, il se peut que les séjours professionnels soient sous estimés, soit parce que les individus interrogés n'ont pas le temps de remplir le questionnaire mensuel soit parce que des informations sont volontairement omises mais aussi parce que l'on a une sous-représentation des personnes qui font des déplacements professionnels dans notre échantillon (voir plus haut).

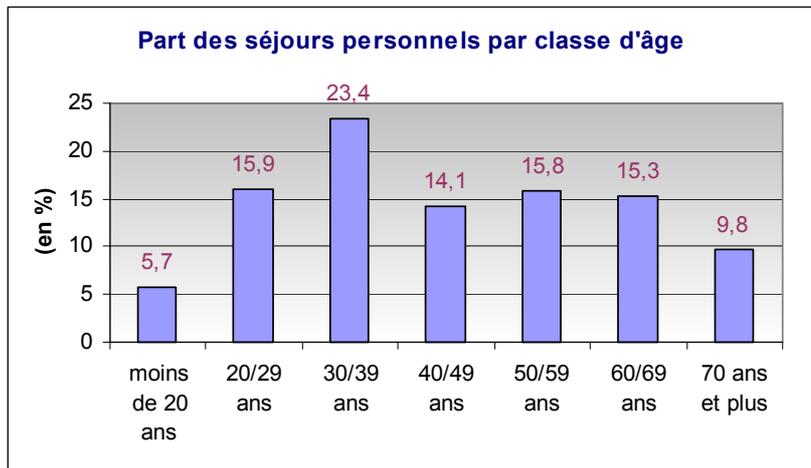


Figure 48 : Part des séjours personnels par classe d'âge

Note de lecture : 5,7% des séjours personnels des Français sont effectués par des 15/20 ans. Noter l'absence de prise en compte des séjours « autonomes » des moins de 15 ans.

I.2. Le Fichier des Allers Retours :

Il contient 8380 descriptions d'excursions à la journée associées pour chacune d'elles aux caractéristiques individuelles des voyageurs. De même que pour le fichier des séjours, chaque aller-retour est associé à un poids mensuel de l'excursion qui permet de redresser les résultats à l'ensemble des 10 000 personnes interrogées. Il s'agit d'une correction de la non réponse totale.

Cette enquête n'est venue enrichir le SDT qu'à partir de l'année 2004. Les informations sur les excursions ne portent donc que sur trois années.

Les principaux motifs sont d'ordre personnel (68.5% des déplacements), parmi lesquels voir de la famille (21.7 %), de se déplacer pour des loisirs (17.3 %).

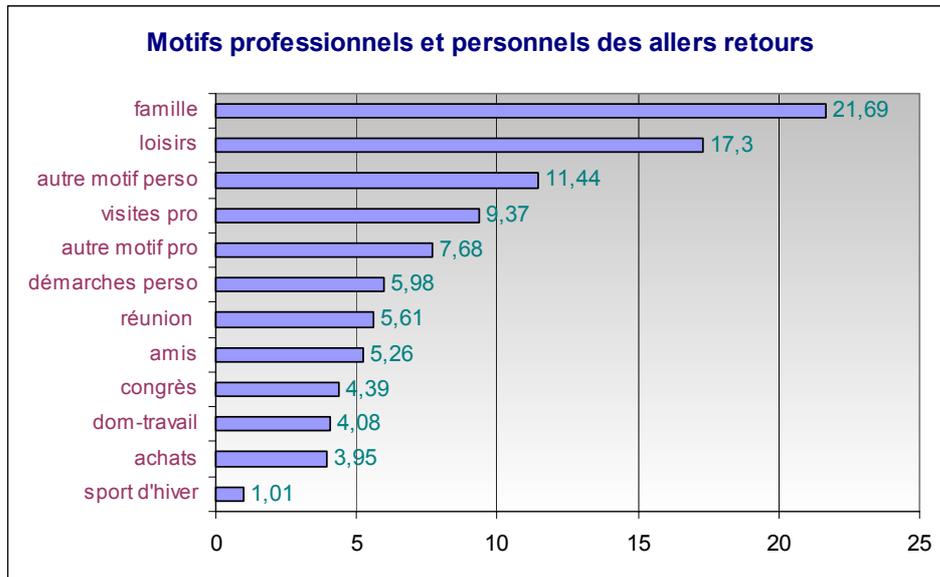


Figure 49 : Motifs professionnels et personnels des allers-retours

Note de lecture : La part des allers retours qui ont pour motif une visite à de la famille est de 21.69 % en 2006.

I.3. Les Fichiers des Individus 2005, 2006 et 2007:

La SOFRES distribue le questionnaire des « Allers retours à la journée » à 10 000 individus. Parmi eux, 3 894 ont répondu régulièrement en 2005, 4 530 en 2006 et 4 485 en 2007 (c'est à dire les personnes qui constituent les bases du « constant » aller retour). C'est également le nombre d'observations de nos fichiers « individu » car il s'agit de la plus grande dimension pour laquelle on peut avoir des informations à la fois au niveau des séjours et des allers retours parmi les personnes qui répondent plus de 10 sur 12 mois consécutifs.

Chaque individu est associé au poids de son aller retour et à ses caractéristiques sociodémographiques individuelles. S'agissant d'un fichier constant, le poids annuel correspond au poids du dernier mois de l'année. Les 4 485 panélistes sont représentatifs de la population des 15 ans et plus en décembre 2007. 74,1 % d'entre eux partent en séjour et 40,3% partent en excursions³.

Ci dessous figure un aperçu. Chaque ligne décrit un panéliste et pour chacun des panélistes, toutes les informations concernant ses séjours, ses excursions ses caractéristiques socio-démographiques en colonnes.

³ Parmi les 40,3% des individus qui sont parti en excursion, il ya une petite part qui est partie en séjour aussi.

Figure 50

	agek	pcs_chef	r2	revenu	partant_sej	nb_sej_perso	nb_ar_perso	nb_sej_voiture	nb_
1	56	4	0	3001 a moins de 3800€	1	6	4	6	C
2	81	7	0	1901 a moins de 2300€	0	0	4	0	C
3	55	5	0	1901 a moins de 2300€	0	0	0	0	C
4	20	5	0	901 a moins de 1200€	0	0	0	0	C
5	41	6	0	3001 a moins de 3800€	1	7	0	6	C
6	71	7	0	2701 a moins de 3000€	0	0	0	0	C
7	19	5	0	3001 a moins de 3800€	1	3	1	1	C
8	71	7	0	3801 a moins de 5300€	1	6	0	5	C
9	82	7	0	1201 a moins de 1500€	0	0	0	0	C
10	37	3	1	3001 a moins de 3800€	1	10	0	10	C
11	35	6	0	1501 a moins de 1900€	1	6	1	4	C
12	49	5	1	1901 a moins de 2300€	1	2	1	2	C
13	59	7	0	1201 a moins de 1500€	1	10	0	10	C
14	61	7	0	3801 a moins de 5300€	1	11	3	9	C
15	25	8	0	5301 a moins de 6900€	0	0	3	0	C
16	47	8	0	Moins de 300€	0	0	0	0	C
17	74	7	0	601 a moins de 900€	1	1	0	1	C
18	26	6	0	1901 a moins de 2300€	1	2	0	2	C

I.4. Le Fichier longitudinale 3ans (2005, 2006 et 2007):

Le projet « Le monde est à nous ? » a permis d'accélérer un projet de longue date de la direction du Tourisme : analyser les comportements sur une base pluri-annuelle, pour distinguer des stratégies individuelles de long terme par rapport aux vacances. Y a-t-il des personnes qui ne font qu'un grand voyage tous les 2 à 3 ans ? De très petits partants et des « non partants absolus » ?.

La constitution d'un fichier longitudinal a demandé un travail préalable de préparation des données (récupération des identifiants panélistes, attribution de nouveaux poids dans le fichier...).

Le fichier « 3 ans » est constitué à partir des fichiers voyages et individus. Il contient 6040 panélistes. Il s'agit des panélistes qui sont présents et qui ont répondu régulièrement pendant trois années.

Chaque panéliste est associé à un poids « poids_constant050607 » qui est calculé sur les trois années en tenant compte des éventuels changements susceptibles d'intervenir d'une année à l'autre et les caractéristiques sociodémographiques du panéliste (le panéliste peut avoir déménagé d'une année à l'autre ou avoir eu un enfant de plus ou encore avoir changé de profession..). Pour calculer ces poids il a fallu calculer au préalable les probabilités d'inclusion (ou d'être présent) de chaque panéliste sur les trois années, le poids d'un individu sur une année étant l'inverse de sa probabilité d'inclusion dans la même année. La méthode que nous avons utilisée est la régression logistique, et le modèle que nous avons retenu est le suivant :

$$\text{Prob}(\text{present}/X) = 0,4*\text{change07} + 0,05*\text{F01_sexe_k} - 0,1*\text{age_k} - 0,15*\text{partant06} - 0,15*\text{pcs_k06}.$$

Avec X les variables significatives retenues du modèle.

2. LE MODULE DE CALCUL DES DISTANCES.

Le distancier Loxane Way a été racheté au ministère de l'équipement par la SOFRES. La SOFRES fournit à la Direction du Tourisme les distances « commune-commune » pour les séjours et les allers retours. Pour les années remontant jusqu'à 1999, il est facile pour la Sofres d'associer aux déplacements le distancier correspondant ; cela ne demande que peu de manipulations et a ainsi été fait pour 1999⁴.

Le distancier fournit les distances par la route et les distances à vol d'oiseau de commune à commune pour la France métropolitaine. On peut donc utiliser les distances routes pour les modes de transport : voiture, moto, autocar, camion, corail, TGV, TER et les distances vol pour l'avion et le bateau. Un « coefficient de détour » peut également être introduit : il peut être estimé à 1.05 pour l'avion (Gössling, Peeters et al. 2005).

Il n'en reste pas moins que le distancier ne renseigne pas l'ensemble des trajets et qu'il a fallu le compléter. Les manques sont de deux ordres :

- manques imputables au distancier
- imprécisions imputables au SDT.

2.1. Distances ne figurant pas au distancier

La Sofres ne fournit pas les distances pour les destinations à l'Étranger et dans la France d'outremer, dont le statut dans le SDT est équivalent à celui de l'étranger.

Pour les pays limitrophes, nous avons complété en utilisant les capitales régionales en France comme points de départ et pour les pays lointains et les DOM-TOM nous avons pris Paris. Les points de destination, pour les pays limitrophes sont les capitales des pays pour autant que cela paraisse raisonnable eu égard à la géographie (en particulier touristique) du pays ; sinon pour des pays comme l'Espagne ou l'Allemagne, nous avons retenu une ville qui soit le barycentre du pays.

Pour les pays lointains, nous n'avons pas eu besoin de calculer de capitale à capitale ou bien de capitale vers une ville barycentre car le site de calcul des distances en vol prend en compte un barycentre pour le pays choisi.

Les sources utilisées sont :

- Pour les distances routes : <http://maps.google.fr/maps>.
- Pour les distances vol d'oiseau : h
 - o http://www.lexilogos.com/calcul_distances.htm
 - o <http://www.geonames.org/search.html>

Pour certaines destinations lointaines mais accessibles au moins partiellement par la route telles que l'Algérie, la Tunisie et la Turquie, ne connaissant pas la distance route associée, nous avons pris les distances vol par défaut multiplié par un coefficient 1,33. Ce coefficient a été calculé en

faisant la moyenne du rapport $\frac{dist\ route}{dist\ vol}$ pour les pays limitrophes pour lesquels les deux distance étaient connus.

2.2. Manques imputables au SDT

DES DISTANCES MANQUANTES

⁴ Toutefois le traitement des données de 1999 n'a pas encore été effectué par l'équipe (voir plus loin)

Aucune distance ne peut être imputée à un déplacement quand la commune d'arrivée n'est pas connue. Certaines communes ne sont pas encore dans le distancier de la SOFRES. Par ailleurs, beaucoup de haut lieux touristiques ne sont pas des communes (stations de ski, îles).

A titre d'exemple, pour 2996 on a 45 séjours décrits en France dont on ne connaît pas la commune d'arrivée. Par ailleurs pour 226 séjours décrits la destination en France ou à l'étranger est imprécise⁵. Parmi ceux là, 110 séjours qui ont lieu dans une région différente de la région de départ. Pour ces 110 séjours, on a les destinations suivantes :

Figure 51 : Distances manquantes

REGDestinations	fréquence (en %)
97 DOM TOM S.A.I.	6,36
99 FRANCE S. A. I.	23,64
612 Bretagne	2,73
621 Provence Côte d Azur	0,91
999 FRANCE OU ETRANGER INDETERMINE	66,36

Pour la catégorie « DOM TOM SAI » on est réduit à fixer un barycentre.

Destinations	Fréquence (en %)	distances au départ de Paris (en km)	Poids	poids*distances
NOUVELLE CALEDONIE	2,65	16672	0,159	2650,865331
POLYNESIE FRANÇAISE	5,82	14934	0,3492	5215,181875
REUNION	17,46	8249	1,0476	8642,062012
GUADELOUPE	35,45	6729	2,127	14313,95917
MARTINIQUE	34,39	6816	2,0634	14065,68401
GUYANE FRANCAISE	4,23	7169	0,2538	1819,558696
Moyenne				7784,55

On associera donc une distance de 7784,55 km pour les destination « DOM TOM sans autre indication ».

Pour les destinations « Bretagne », « Provence Côte d'Azur », on impute les distances à partir de la matrice des régions (destination supposée : capitale régionale).

Pour les destinations « France SAI » et « France ou étranger indéterminé », on a appliqué la méthode d'imputation par classification mixte. La variable qualitative d'imputation des données manquantes sera la région de destination.

LA CORRECTION DES DISTANCES DES MULTI-SEJOURS

Un certain nombre de voyages sont des « multiséjours » (un voyage avec quelques jours en Bretagne et quelques jours en Normandie par exemple). Il faut donc évaluer la distance de trajets A-B-C-A

On ne peut considérer les séjours multiples comme deux séjours simples mais comme un circuit. Autrement on aurait une surestimation du total des distances et par conséquent de CO₂.

En regardant l'étude du Service des études statistique et prospectives (ministère de l'équipement) de mai 2007 sur les voyages à longues distances des français en 2005, on remarque que la dimension retenue est celle des voyages et non pas celui des séjours. Cela

⁵ Lorsque le panéliste voyage dans sa propre commune tout en passant une nuitée en dehors de sa résidence, la distance est égale à 0.

revient à ne retenir que les séjours de rang 1, autrement dit les séjours simples et le premier séjour des séjours multiples. En faisant le choix de supprimer le deuxième séjour des multiples séjours, on perd 11,75% d'informations sur les séjours décrits et on sous-estime le total des émissions de CO₂. Notre projet a cherché à éviter ce biais.

L'enjeu est donc d'élaborer une méthode de prise en compte des séjours multiples pour à la fois garder le maximum d'information et pour être le plus précis en total extrapolé et en tri à plat.

La distance des séjours multiples a donc été corrigée de la manière suivante. Sachant que les séjours multiples comprennent deux séjours décrits en un lieu B et C et que le panéliste part de son lieu de domicile appelé le point A, on prend en compte la distance intermédiaire (B-C) que l'on divise par deux et que l'on redistribue à chacun des deux séjours. De plus, pour avoir des résultats qui soient bons en extrapolation et en tri à plat, on multiplie la distance des séjours simples par deux et on laisse les distances simples pour les séjours multiples.

3. LE MODULE DE CALCUL DES EMISSIONS DE GES

La source essentielle des données que nous utilisons est le bilan carbone des l'Ademe (Ademe 2006). Cette source a l'avantage d'une part de fournir pour chaque mode de transport des coefficients d'émissions calculés en fonction d'une méthodologie unique, ce qui évite les problèmes de cohérence que l'on a en faisant appel à des sources diverses et d'autre part de se référer à la réalité française (on verra que c'est particulièrement important pour un mode de transport comme le train). Nous fournissons toutefois en annexe 2.5 un récapitulatif des coefficients d'émissions tirés d'une variété de sources internationales.

Le bilan carbone fournit ainsi des données pour tous les moyens de transport à l'exception du transport maritime de passagers pour lequel nous avons fait appel à d'autres sources.

L'Ademe calcule les émissions :

- pour l'énergie directement utilisée additionnée de celle mise en œuvre pour la produire (ex : en intégrant la consommation énergétique des raffineries)
- dans une optique de cycle de vie (ex : en incluant l'énergie consommée pour la construction des avions)

Nous nous situons dans la première de ces deux optiques parce que c'est celle qui est la plus cohérente avec la grande majorité des autres travaux sur les émissions de GES du tourisme et également parce que les données de cycles de vie suscitent des problèmes de double comptes dès que l'on se livre à des comparaisons entre secteurs ou activités

Les résultats du bilan carbone ne peuvent toutefois pas être utilisés directement dans notre travail et nécessite des adaptations que nous mentionnons de manière liminaire avant d'y revenir dans le détail pour chaque mode de transport plus loin dans le texte

Le calcul des émissions auquel se livre l'Ademe concerne dans un premier temps les émissions du véhicule par km avant de passer à des émissions par passager.km. Ce passage peut susciter des questionnements quand on s'intéresse spécifiquement aux transports touristiques :

- le parc utilisé par les touristes a-t-il des caractéristiques qui s'écartent du parc moyen, (voir plus loin le traitement de l'automobile) ;
- l'utilisation touristique implique-t-elle un taux de remplissage qui s'écarte de la moyenne ? La question paraît d'autant plus importante qu'il y a un hiatus entre la sophistication des calculs énergétiques et le caractère souvent très frustré et peu fiable des taux de remplissage utilisés (estimations au doigt mouillé fréquentes en raison de l'absence de données statistiques), alors que la sensibilité des résultats aux chiffres retenus est considérable.

Par ailleurs on utilise des distances à vol d'oiseau pour calculer les émissions du trajet aérien (voir plus haut), alors que la distance réellement parcourue est quelque peu supérieure (et donc également les émissions). On tient compte de cela en appliquant un « coefficient de détour »

Notons enfin que les résultats de l'Ademe sont exprimés en gramme équivalent carbone. Il est banal de rappeler que pour passer au CO₂-e on doit multiplier par 44/12. Toutefois il convient d'être vigilant car la plupart des sources internationales expriment les résultats en CO₂-e.

Les résultats en CO₂-e agrègent les émissions de CO₂ et celles des autres gaz à effet de serre. Nous utilisons les chiffres de Ademe, même si pour l'aviation cette agrégation est contestable (voir un aperçu du débat en page 45)

La synthèse des coefficients d'émissions que nous utilisons est fournie dans le Figure 52 ci dessous. L'annexe 2.5 rassemble des données internationales et françaises de différentes sources à des fins de comparaison et en particulier un tableau des facteurs d'émissions utilisé pour l'Europe :étude MusTT⁶. Le tableau synthétique est suivi de commentaires pour chacun des modes de transport.

Véhicule	Emission/p.km (g equiv CO ₂)	coeff RFI	coeff Détour	Coefficient final (g equiv CO ₂)
Voiture	223,7	1,05		223,7
autocar	38,5	1,05		38,5
minibus	74,6	1,05		74,6
moto	113,7	1,05		113,7
Train	9,5	1,05		9,5
TGV 1ère	2,9	1,05		2,9
TGV 2nde	2,2	1,05		2,2
corail	12,8	1,05		12,8
TER	37,4	1,05		37,4
court courrier 2	146,7	2	1,05	308
court courrier affaires	330	2	1,05	693
long courrier 2	110	2	1,05	231
long courrier affaires	256,7	2	1,05	539
Avion	210,8	2	1.05	443
Bateau	60,5	1,05		63

Figure 52 : Coefficients d'émissions utilisés pour l'étude

3.1. L'automobile

Les chiffres que nous utilisons sont dérivés du bilan carbone de l'Ademe qui donne les émissions (directes et indirectes) pour les types de véhicule et les types de trajet : les tableaux détaillés figurent leur volume en annexe 2.4. Ils sont accompagnés par quelques données étrangères à des fins de comparaison.

Les explications des calculs aboutissant aux tableaux figurent dans le document (Ademe 2006, pp 55 à 71). Les calculs apparaissent fondés sur de nombreuses hypothèses qui ont le mérite d'être clairement explicitées et reflètent l'absence de données statistiques (sur la durée de vie

⁶ Les données étrangères étant exprimées en CO₂-e, ne pas oublier de multiplier par 12/44

des véhicules par ex). Pour ces hypothèses, il n'est naturellement pas de notre ressort d'effectuer une évaluation critique.

Par contre nous nous sentons autorisés à corriger la structure du parc qui nous paraît pour des utilisations de voyages touristique s'écarter de la moyenne nationale ; il paraît raisonnable de supposer que pour leurs voyages touristiques les ménages multi-motorisés utilisent le plus grand de leurs véhicules. Ce facteur est déjà pris en compte dans l'étude MusTT où les auteurs appliquent à l'Europe (peut-être à tort, d'ailleurs) un taux de multi-motorisation qui est celui des Pays-Bas soit 25% ; ils considèrent donc que 25% de la flotte des petits véhicules n'est pas utilisé pour le tourisme. En tout état de cause, pour la France nous disposons des chiffres ci-dessous (Figure 53), complétés par des informations de l'enquête Transports de 1994.

En % nbre foyers	1991	1996	2001
Foyers monomotorisés	50,6	50,5	50
Foyers bimotorisés	23,6	24,5	25,6
Foyers trimotorisés, et plus	2,8	3,7	4,6
Foyers motorisés	77	78,7	80,2

Source http://www.tns-sofres.com/etudes/auto/031002_apresvente_r.htm

Figure 53 Evolution de la part des foyers monomotorisés et multimotorisés

Il en ressort que 37.5% des ménages sont multimotorisés ; on suppose qu'ils ne prennent pas la voiture la plus petite (assimilée ici à 3-5cv) pour partir. La structure du parc français est la suivante en 2002:

Figure 54

puissance	essence	diesel
3-5 cv	7943	4734
6-10 cv	8727	7832
>11	742	211
total	17412	12777

Source : Ademe. Bilan carbone vers 4.0 pp. 204-208

Il résulte de l'hypothèse ci-dessus un parc touristique (Figure 55).

puissance	essence	diesel	nombre	%
3-5 cv	1413,5	-57,375	1356,125	7,19%
6-10 cv	8727	7832	16559	87,76%
>11	742	211	953	5,05%
total	10882,5	7985,625	18868,125	

Figure 55 : Parc touristique corrigé⁷

C'est donc la structure ci-dessus que nous appliquons aux émissions des tableaux en annexe 2.4 (cycle routier) pour obtenir l'émission moyenne des véhicules du parc corrigé.

⁷ Le fait de retrancher pour les 3-5CV 37.5% du total des véhicules aussi bien diesel qu'essence aboutit à un parc corrigé de petits véhicules diesels négatif ; anomalie qui ne rend pas les résultats inutilisables puisque c'est en fonction du total diesel +essence que nous corrigeons le parc.

3.2. Le train

Les données de l'Ademe sont détaillées et distinguent les types de train et les classes de voyageurs. Elle impliquent donc la connaissance du nombre de sièges par voiture et d'un taux de remplissage moyen, ce qui pour notre travail pose problème étant donné que pour les départs en vacances il est nettement supérieur à la moyenne. On peut donc penser que les données de l'Ademe surestiment les émissions des touristes voyageant par le train.

Par ailleurs les chiffres de l'Ademe font apparaître une spécificité française qui tient à l'ampleur du réseau TGV, à l'importance de l'électrification du réseau et au très faible contenu en carbone de l'électricité utilisée (Figure 56 et Figure 57 ci dessous)

Figure 56 : Emissions moyennes des trains

VOYAGEURS	émissions moyennes (kg eqC/voyageur.km)		
	électricité	diesel	global
total voyageurs	0,0009	0,0252	0,0026
TGV - Train à Grande Vitesse	0,0007	-	0,0007
TRN - Train Rapide National	0,0008	0,0246	0,0035
TER - Train Express Régional	0,0014	0,0259	0,0102
Train Ile-de-France	0,0013	0,0181	0,0015

Tableau 76 : Facteurs d'émission par voyageur.km pour les déplacements en train en France

soit 0.7g /pkm pour le TGV et 2.6g C en moyenne

Figure 57 : Facteurs d'émissions moyens du train à l'étranger

Pays	Grammes équivalent carbone par voyageur.km
Allemagne	18,2
Autriche	8,4
Belgique	13,2
Danemark	31,1
Espagne	14,0
Finlande	12,3
Grèce	18,1
Irlande	10,8
Italie	8,7
Luxembourg	10,8
Norvège	10,9
Pays bas	20,8
Portugal	16,8
Royaume Uni	20,4
Suède	3,5
Suisse	1,0
Moyenne Europe (EU-17)	12,0

Source : UIC-INFRA-IWW 2004

On voit donc que seuls la Suisse (électricité hydraulique) et la Suède (Hydraulique + nucléaire) se situent dans les mêmes ordres de grandeur.

L'application des coefficients de l'Ademe aux voyages internationaux des français sous estime donc les émissions

Les deux tendances qui viennent d'être mentionnées jouent donc en sens inverse sans qu'il soit possible d'apprécier dans quelle mesure elles se compensent.

3.3. Le bateau

L'Ademe ne fournit pas de chiffres pour les transports maritimes de passagers. Nous sommes donc obligés de recourir à des sources de données étrangères. Celles-ci montrent d'abord qu'il faut distinguer la croisière des ferries. Les bateaux de croisière fournissent un service qui ne peut être assimilé à un simple transport ; ils n'en restent pas moins que leurs émissions mesurées en termes de passager.km sont considérables : jusqu'à 520g CO₂ pour le Queen Elizabeth II (Figure 58)

Name	Fuel per day	Passengers	CO ₂ emissions	
	kg		kg/pkm	kg/pax-day
Queen Elizabeth 2	433,000	1791	0,52	750
Small ship	20,000	364	0,22	170
Century	100,000	2000	0,16	155

Source MusTT

Figure 58 : Quelques facteurs d'émission du transport maritime

En ce qui concerne les ferries, les émissions paraissent très variables d'un bateau à l'autre. Les auteurs de MusTT en retenant un taux de remplissage de 50% aboutissent au chiffre de 66 grammes CO₂-e par passager.km⁸.

3.4. L'avion

L'Ademe fournit des émissions au p.km selon les classes de distances et classes de voyageurs, ce qui vu la différence entre les catégories est d'un apport majeur. Sans doute les taux de remplissage lors des départs en vacances sont-ils meilleurs que la moyenne et sans doute a-t-on affaire au même phénomène de surestimation des émissions que pour le train (mais probablement dans de moindres proportions). Le commentaire essentiel concerne la prise en compte des émissions autres que le CO₂, sujet qui a déjà été traité plus haut dans le texte : l'Ademe utilise un taux multiplicateur de 2 que nous reprenons dans nos calculs .

3.5. Une question transversale : des taux d'occupation des véhicules spécifiques au tourisme.

Le point de départ de la réflexion est double :

- d'une part les taux d'occupation des véhicules par le transport des touristes peut s'écarter de la moyenne et la sensibilité des résultats à ces écarts est forte : on l'a déjà vu plus haut pour plusieurs moyens de transports ;
- d'autre part les enquêtes SDT et Allers-retours à la journée identifient les moyens de transport utilisés et posent la question du nombre de personnes accompagnant le voyageur. On pourrait donc espérer qu'elles fournissent des taux d'occupation spécifiques aux transports touristiques et permettent ainsi d'affiner les coefficients proposés par l'Ademe. Cette possibilité était d'ailleurs évoquée dans le projet de recherche ; en fait les possibilités de mise en œuvre sont décevantes.

La question posée par l'enquête est la suivante (question 18) : « combien de personnes de votre entourage immédiat (famille, amis), vous accompagnaient lors de ce séjour (ou de ce circuit), y compris vous-même? ». Elle donne lieu à un certain nombre de réponses aberrantes, peut être en raison de sa formulation complexe et ambiguë. Les réponses vont jusqu'à 32 pour le nombre

⁸ Témoignent de cette variabilité les chiffres de S. Becken pour les ferries du détroit de Cook 2.4MJ soit x0.07 = 168 g CO₂ Becken , S. (2002). Tourism and transport in New Zealand. Lincoln, Lincoln University: 25p.

d'adultes et 30 pour le nombre d'enfants. De plus, les réponses sont différentes entre le nombre de personnes et le nombre de personnes à l'aller. Ne sachant pas comment l'on pourrait expliquer l'écart entre ces réponses, le calcul est fait sur le nombre de personnes à l'aller car les réponses paraissent plus vraisemblables. Il faut cependant supprimer au préalable les valeurs aberrantes

La possibilité de tirer du SDT des taux d'occupation a en particulier été examinée pour l'automobile et pour le camping car. Pour le car, et encore plus pour le minibus, le fait qu'une partie des répondants considère comme accompagnants leurs proches (c'est ce que demande le questionnaire), mais beaucoup d'autres le nombre total de personnes dans le véhicule rend les données inexploitable.

Pour la voiture, on somme le nombre d'accompagnant adultes et enfants puis on supprime les lignes supérieures à 5.

Nombre moyen d'adultes	1,93
Nombre moyen de personnes	2,38

Figure 59 : Taux d'occupation moyen des voitures (SDT)

Nous pouvons donc considérer qu'il y a environ 1,93 passagers dans une voiture lors d'un séjour effectué en voiture. Toutefois, nous avons retenu le chiffre de l'article *Transport aérien des passagers et effet de serre* de l'Ifen, numéro 97 de novembre 2004 où l'on considère qu'il y a 1,8 passagers par véhicule en moyenne. Garder ce chiffre peut permettre de faire des plans de comparaisons par la suite.

Pour le camping-car, on procède de la même façon mais on supprime les lignes dont le nombre de personne total est supérieur à 8.

Nombre moyen d'adultes	2,06
Nombre moyen de personnes	2,35

Figure 60 : Taux d'occupation moyen des campings-cars

Nous considérons qu'il y a environ 2,35 passagers dans un camping-car.

A) LES EMISSIONS ET LEUR EVOLUTION

L'enjeu n'est pas ici de représenter tous les données produites par le projet « Le monde est à nous ? » : les traitements réalisés permettent en effet une variété de croisements et de représentations infinie. Ils permettent par exemple d'analyser en détail les séjours en train, les séjours en avion, les séjours vers les résidence secondaires ou vers l'outre-mer, ce qui pourrait constituer autant de recherches et de valorisations spécifiques.

Sont analysés ici en détail les tris à plat réalisés pour les années 2006 et 2007, et certaines évolutions temporelles quand celles-ci ont du sens pour la période considérée (2000-2007), ce qui est assez rare. De mêmes, seuls les croisements significatifs sont représentés. Les résultats détaillés du projet (fichiers de données) sont mis à disposition en téléchargement sur le site de TEC (www.tec-conseil.com), afin de permettre des utilisations plus spécifiques.

I. LA PART DU TOURISME DANS LA MOBILITE DES FRANÇAIS

I.1. Une part consistante des émissions

Depuis 1990 (année de référence du Protocole de Kyoto), la part des émissions de GES dues aux transports dans l'ensemble des émissions nationales augmente régulièrement : de 21% au début de la décennie précédente, elle est aujourd'hui de 26,5% (source : Citepa, hors transport international). Le poids des déplacements touristiques d'agrément (de l'origine à la destination, excluant les déplacements locaux à destination) dans l'ensemble des émissions de GES, en 2006, est de 3%, hors transport international. Cette part s'élève à 6% dès que l'on prend en compte l'ensemble du transport non domestique⁹ et 8% si l'on ajoute aux déplacements d'agrément le tourisme d'affaires.

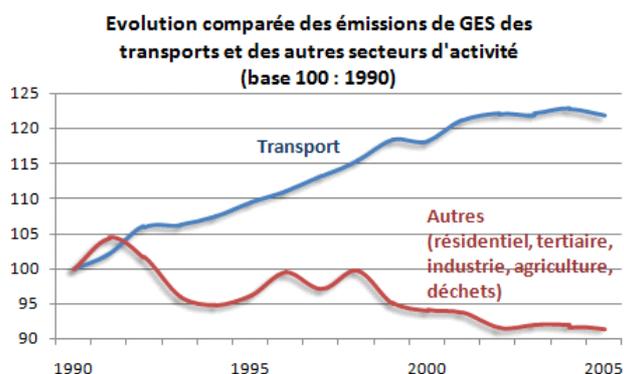


Figure 61 : Evolution comparée des émissions de GES des transports et des autres secteurs d'activité

⁹ Source : Mission interministérielle de l'effet de serre. Le transport international, même s'il n'est pas pris en compte dans les calculs actuels, est estimé pour mémoire dans les remontées de données établies dans le cadre du suivi du Protocole de Kyoto.

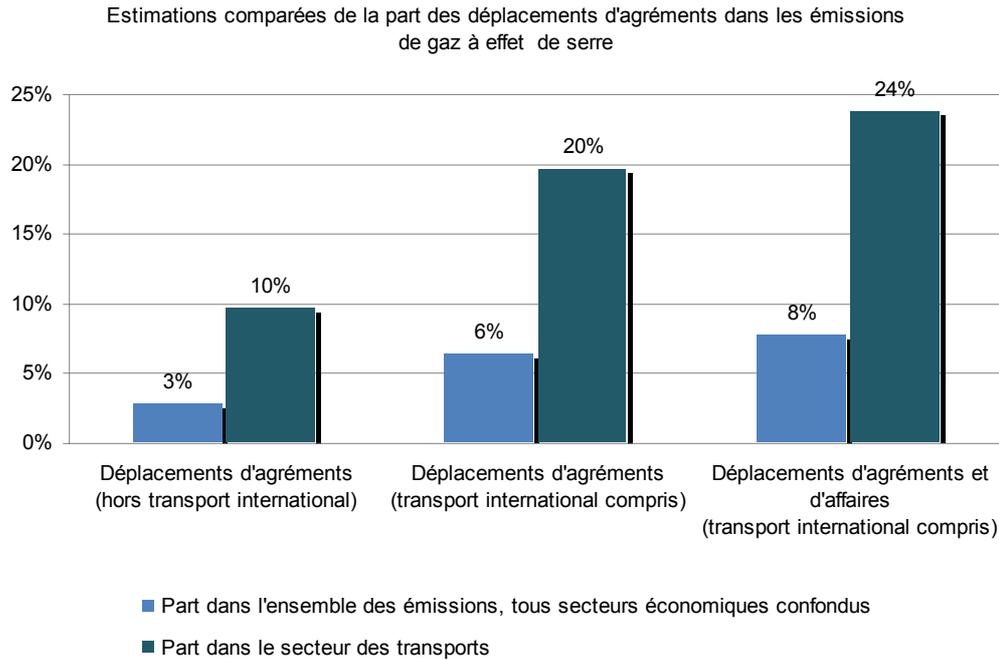


Figure 62 : Estimations comparées de la part des déplacements d'agrément dans les émissions de gaz à effet de serre

I.2. Les limites des comparaisons temporelles

Depuis 2000, les émissions ont eu plutôt tendance à augmenter, passant de 33 à 38 millions de tonnes. Cependant, cette tendance n'est pas assez longue pour être vraiment significative :

- l'année 2000 a été une année exceptionnelle pour le tourisme mondial, les années 2001 et 2002 ont montré une récession mondiale du secteur, et 2007 a de nouveau été une année record : sur ce pas de temps les évolutions conjoncturelles prennent le pas sur les évolutions de long terme ;
- les évolutions du champ du SDT (passage de 10 000 à 20 000 ménages, déplacements des français puis des résidents en 2004) augmente les marges d'erreur.

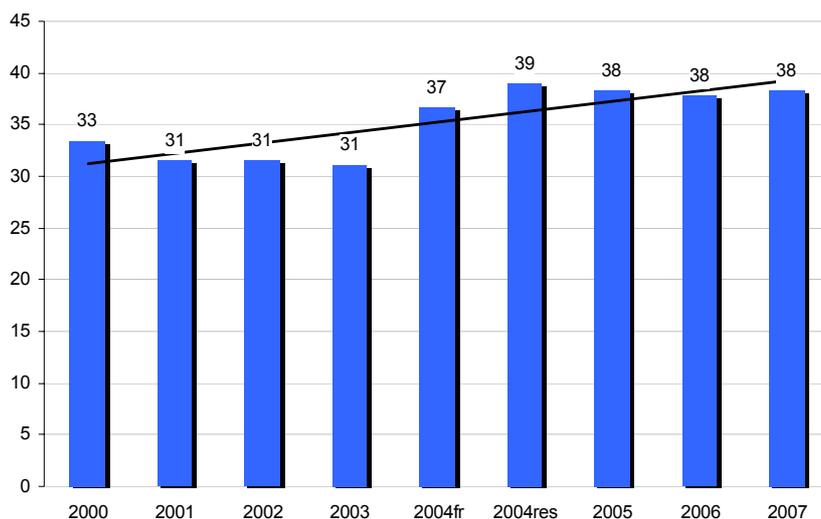


Figure 63 : Evolution des émissions de CO2-e des déplacements touristiques

R/ 2004fr : déplacements des français de 15 ans et plus. 2004res : déplacements des résidents en France de 15 ans et plus (changement de champ de l'enquête SDT)

2. LES EMISSIONS PAR MODES DE TRANSPORT

En 2006, l'avion a été le mode de transport de 7% des séjours touristiques tandis que 75% des séjours se faisaient en voiture : les séjours touristiques utilisant l'avion ont produit 18,5 millions de tonnes de GES, soit 62% de l'ensemble des émissions dues aux déplacements touristiques ; ceux utilisant la voiture sont à l'origine d'une dizaine de millions de tonnes d'émissions, soit 36% des émissions totales.

Le déplacement d'un touriste utilisant l'avion en classes affaire ou première classe (706 000 séjours en 2006, soit 0,5% de l'ensemble des séjours pour motifs personnels) émet en moyenne 3,7 tonnes de GES pour un seul séjour, tandis que pour une distance à parcourue à peu près égale, celui d'un touriste en classe économique émet trois fois moins de GES (1,2 tonne). A l'autre extrême, celui qui utilisera le TGV n'émettra, toujours pour un seul séjour, que 3 kg de GES.

	Emission moyenne par séjour (en kg)	Distance moyenne par séjour (en km)
Avion affaires	3731	5384
Avion éco	1252	5188
Camping-car	134	672
Minibus	78	993
Voiture	77	588
Moto	67	564
Bateau	57	1211
Autocar	51	1258
TER	14	362
Train Corail	10	759
Train TGV	3	1033

Figure 64 : Emissions et distance moyenne par séjour (en k.m)

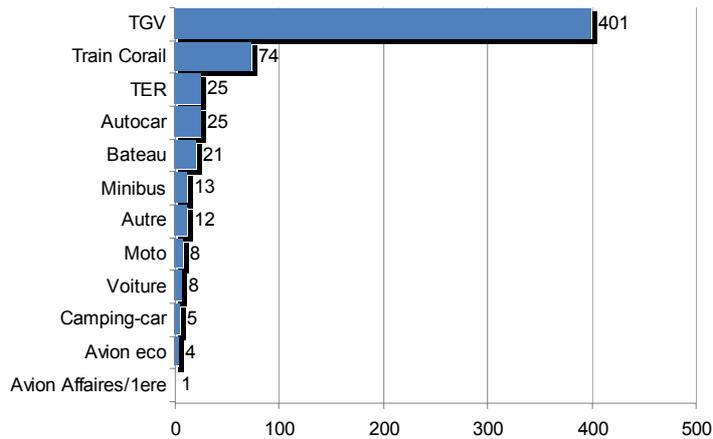


Figure 65 : Une autre façon de représenter les facteurs d'émission : distance parcourue (en km) par séjour pour 1 kg d'émissions en 2006

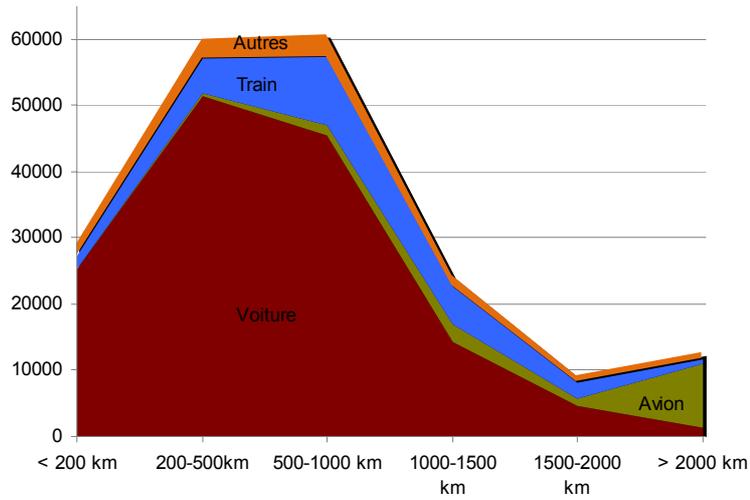
L'avion n'est toutefois pas uniquement synonyme de longues distances parcourues mais également de temps de parcours réduits. On observe en effet que la distance à partir de laquelle l'avion tend à se substituer aux autres modes de transport est assez peu élevée : à partir de 2000 km parcourus aller retour (distance Lille-Marseille), le transport aérien ne paraît plus avoir véritablement de concurrent modal. Le gain de temps auquel il peut être associé lui confère donc une véritable part de marché sur des parcours relativement courts. L'évaluation des contreparties environnementales de ce gain de temps reste à faire.

En deçà de 2000 km, la voiture reste pour sa part le mode de transport majoritaire : autour de 85% des séjours jusqu'à 500 km, de 75% entre 500 et 1000 km, et encore de 50% entre 1500 et 2000 km.

La part du train enfin progresse relativement jusqu'à 2000 km, sans jamais dépasser la part de la voiture. A partir de 1000 km, le rail est le mode de déplacement d'environ un quart des séjours.

La répartition par classe d'émission de CO₂ montre une répartition encore plus inégalitaire : le train n'est présent que dans les catégories les moins émettrices, l'avion dans les plus émettrices.

Par classe de distance



Par classe d'émission de CO2-e

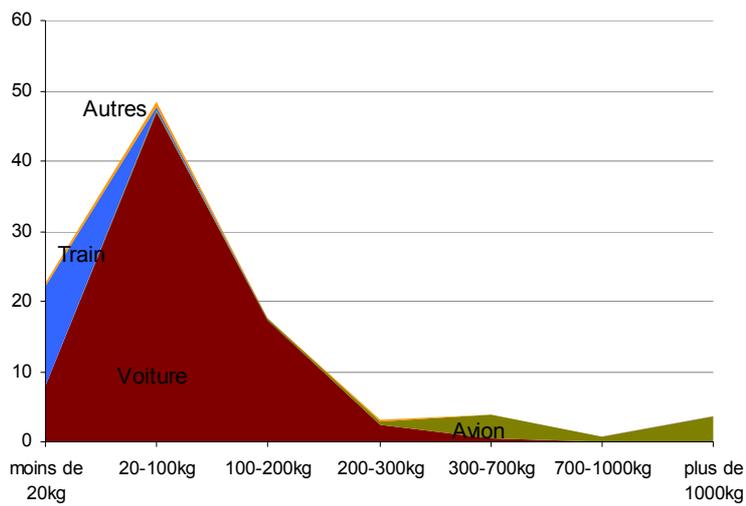
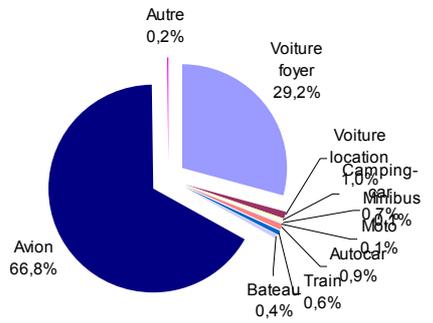


Figure 66 : Répartition des séjours par mode de transport et par classe de distance parcourue et par classe d'émission de CO2-e

La période 2000-2007 ne montre pas d'évolution marquante dans la répartition des émissions par mode de transport.

2000



2007

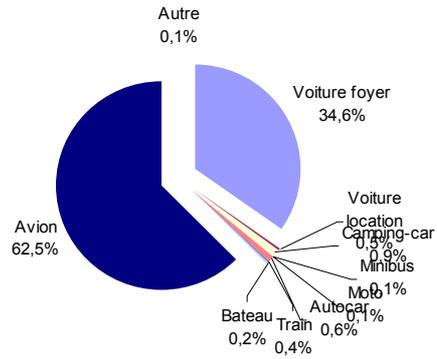


Figure 67 : Répartition des émissions de CO2-e par mode en 2000 et 2007

L'avion apparaît particulièrement inefficace, avec 7,9% des séjours, 11,6% des nuitées, mais les deux-tiers des émissions.

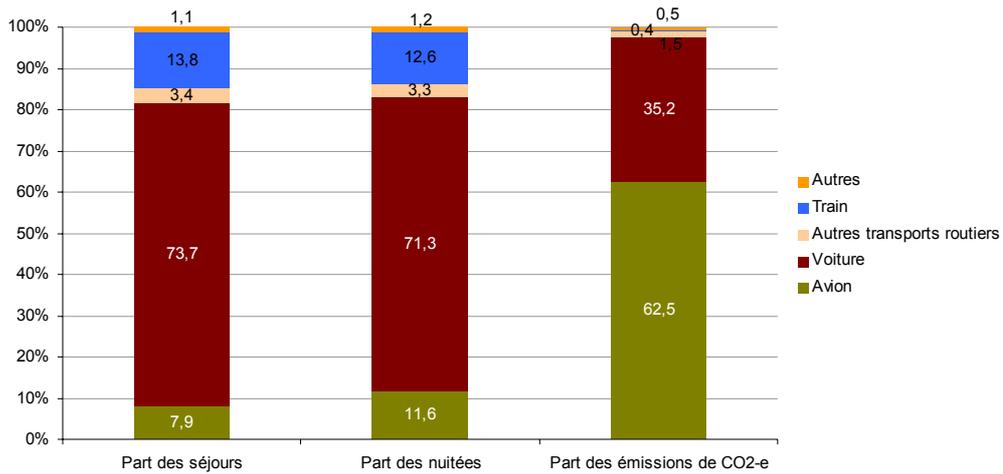
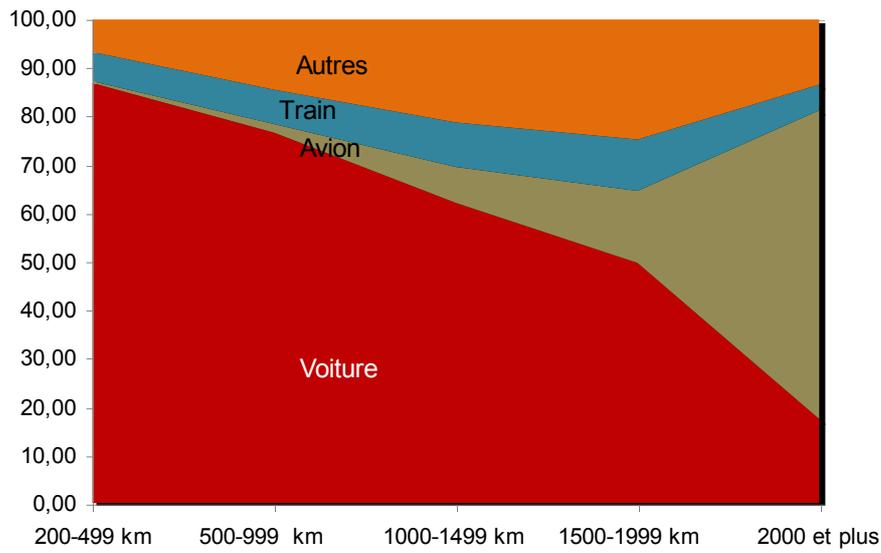


Figure 68 : Part des séjours, nuitées et émissions selon le mode de transport

Les aller-retour à la journée (sans nuitée) et les séjours ont une répartition modale légèrement différente, avec une part de l'automobile légèrement moins importante.

Séjours touristiques (avec nuitée)



Allers-retours à la journée (sans nuitées)

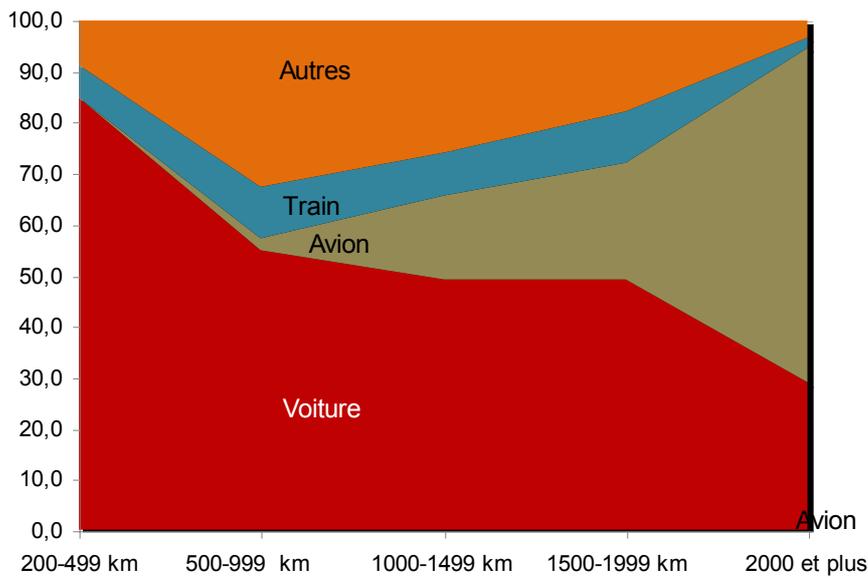


Figure 69 : Répartition modale comparée (%) des séjours et des allers-retours à la journée

3. LA DUREE ET LA DISTANCE SE COMPENSENT POUR LIMITER L'IMPACT DES COURTS SEJOURS

Une affirmation de bon sens qui se confirme largement : on ne voyage pas loin pour de courts séjours, même si l'éloignement est au final assez relatif. En moyenne un court séjour (moins de 4 nuits) correspond à une distance parcourue aller-retour de 450 km, tandis qu'un long séjour (4 nuits ou plus) est associé, toujours en moyenne, à une distance aller-retour de près de 1400 km. Les longs séjours, qui représentent 45% de la totalité des séjours et plus de 80% des nuitées, ont été à l'origine de 78% de l'émission totale de GES due aux déplacements touristiques en 2006.

Eu égard à ces distances moindres, les courts séjours ne sont donc pas si catastrophiques du point de vue des émissions, d'autant moins que les destinations proches sont souvent accessibles en train. La tendance à prendre des « break » à l'étranger est par contre plus problématique. Bien réel l'allongement de la distance parcourue pour les courts séjours n'est cependant pas visible dans notre base.

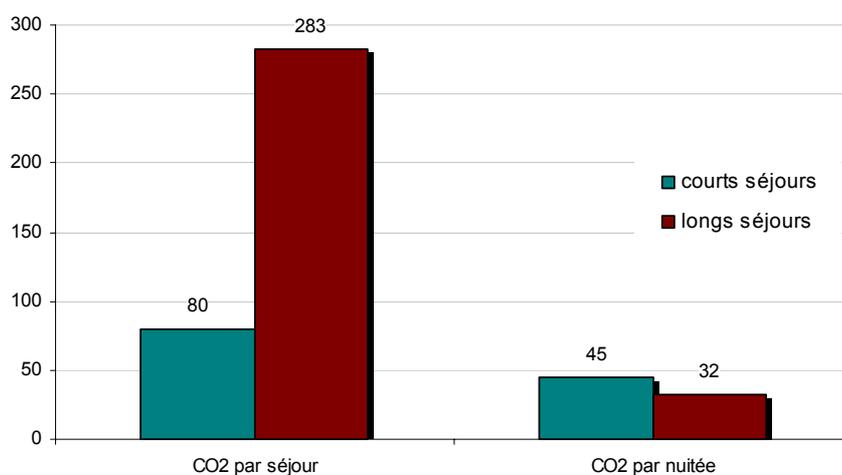


Figure 70 : CO2-e par séjour et CO2-e par nuitée (kg) selon la durée du séjour

4. LE POIDS DU CHOIX DE LA DESTINATION

Si aujourd'hui les déplacements touristiques sont, en nombre de km, réalisés à parité entre la France et l'étranger (50% des p.km), il n'en va pas de même pour les émissions. La destination « France métropolitaine » a représenté, tous modes de transport confondus, 10,7 millions de tonnes de GES, soit 36% des émissions dues aux déplacements touristiques des résidents. Les séjours à destination de l'Europe et du Maghreb ont participé à hauteur de 6 millions de tonnes, soit 21%. Hors France, hors Europe, hors Maghreb, les destinations vers le reste du monde qui représentent 2% de la totalité des séjours (5% des nuitées) sont à l'origine de 43% des émissions du tourisme, avec environ 13 millions de tonnes de GES. L'internationalisation du tourisme est bien visible de ce point de vue, ou en tout cas le fait que le tourisme international représente l'essentiel des émissions.

Parmi les destinations hors métropole les plus représentatives¹⁰, on note que les productions les plus élevées de GES par séjour sont le Mexique (plus de 4 tonnes par séjour), la Réunion, la

¹⁰ Par représentative, on entend destination ayant enregistré un nombre de séjours suffisamment élevé, supérieur à 50.000.

Chine et les Etats-Unis (environ 3,5 tonnes), la République Dominicaine, le Brésil et la Martinique (entre 3 et 3,5 tonnes).

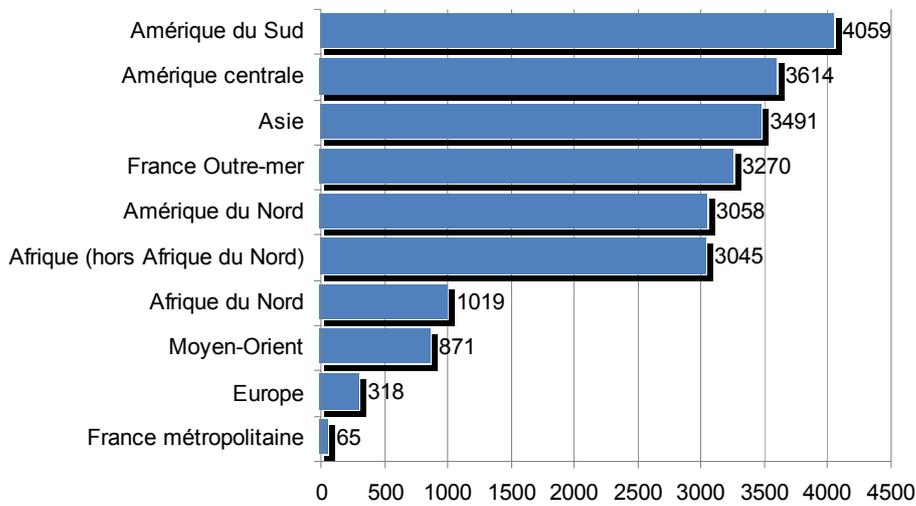


Figure 71 : Classement de l'émission moyenne des déplacements (kg CO2-e) par séjour et par continent ou région de destination

L'évolution des grandes régions de destinations entre 2000 et 2007 montre, à l'intérieur d'une légère croissance globale, un tassement de la France et de l'Amérique du Nord, et un développement de l'Europe et de l'Amérique centrale et de la Caraïbe (République dominicaine, Cuba...).

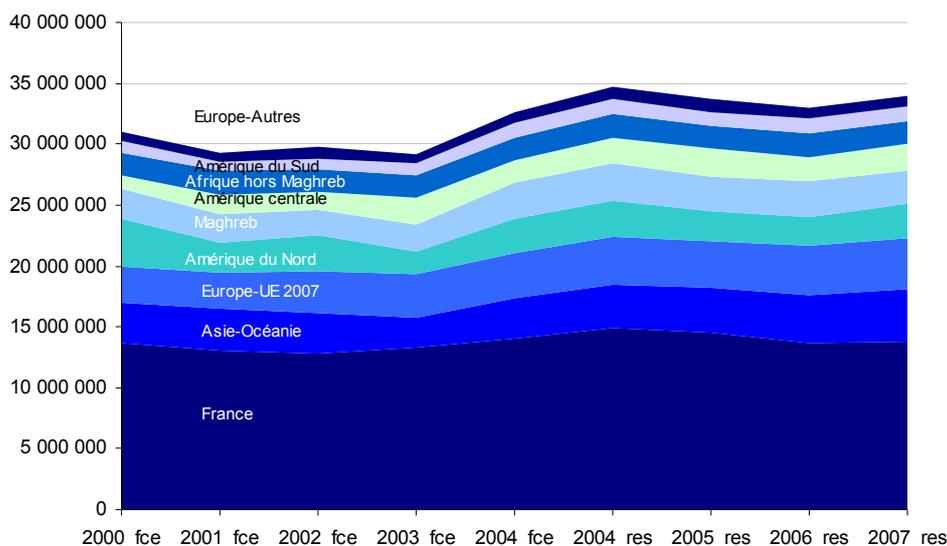


Figure 72 : Evolution des émissions de CO2-e par continent ou région de destination

Avec 3,2% des émissions mais 19,8% des séjours en 2007, le tourisme intra-régional, de proximité, apparaît particulièrement efficace.

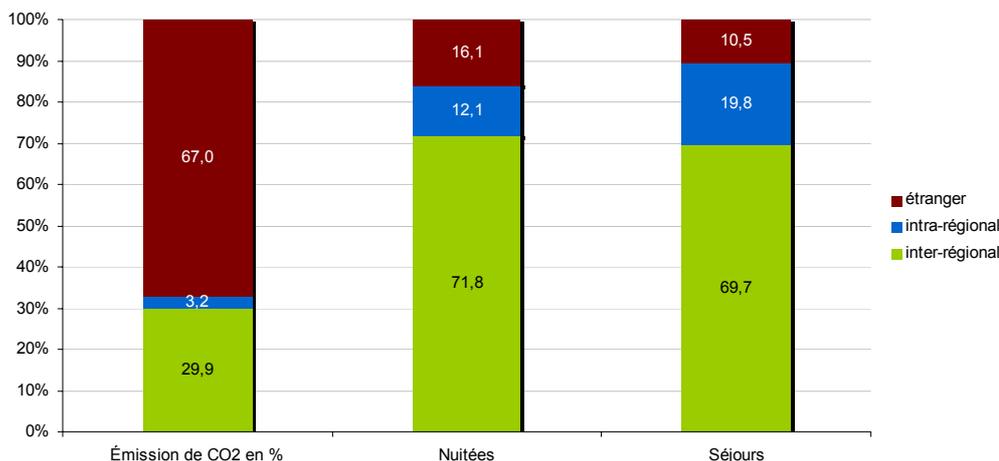


Figure 73 : Part des séjours, nuitées et séjours selon la proximité au domicile

La connaissance précise des destinations permet aussi de faire un tri selon le niveau de développement des pays visités, ou selon leur dépendance au transport aérien pour attirer des clients français (insularité, éloignement). Le fait que certains pays en développement, notamment les petits états insulaires, n'aient pas d'alternative au tourisme, ou ne puissent pas substituer le transport aérien par d'autres modes de transport, est en effet parfois mis en avant pour minorer les possibilités d'atténuation des émissions de GES du tourisme.

Cette analyse montre, que si les destinations hors outre-mer et OCDE représentent 52% des émissions, les pays les moins avancés ne représentent que 5% de ces émissions. Il est donc

possible d'envisager un traitement de faveur à leur égard. En revanche, la catégorie des pays intermédiaires (pays du Sud de la Méditerranée par exemple), avec 47% des émissions, est plus problématique.

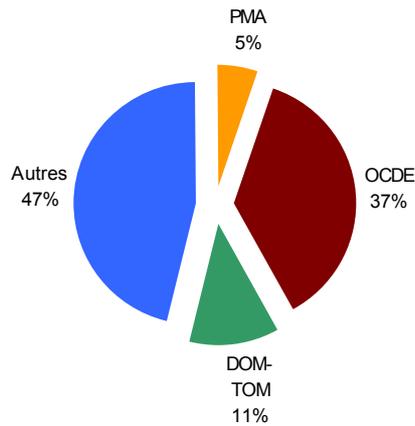


Figure 74 : Répartition des émissions hors France métropolitaine selon le niveau de développement

De même, les « états insulaires peu développés », définis de manière tout à fait arbitraire ici, ne représentent que 10% des émissions. Ici aussi, un traitement de faveur dans les politiques d'atténuation, au moins de manière temporaire, pourrait être envisageable.

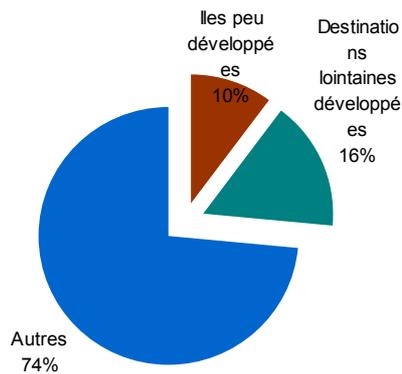


Figure 75 : Répartition des émissions hors France métropolitaine selon le niveau de développement et l'éloignement

5. DES PRATIQUES EMETTRICES ASSOCIEES AUX HEBERGEMENTS MARCHANDS LES PLUS CONFORTABLES

Il faut rappeler qu'on ne parle pas ici de l'émission de l'hébergement, mais de celle du transport origine/destination pour se rendre sur place.

On observe une bonne corrélation entre la distance, le mode de transport et les conditions d'hébergement : les touristes séjournant dans des hôtels haut de gamme (trois étoiles et plus) ou dans des clubs de vacances sont ceux dont le déplacement est le plus producteur de GES. A eux seuls, ils contribuent à hauteur de 36% aux émissions totales dues aux déplacements touristiques. C'est une conséquence de la prédominance des séjours à l'étranger dans les émissions. La représentation des émissions par nuitée donne une image légèrement différente, les durées de séjour n'étant pas les mêmes.

A l'inverse, les séjours familiaux sont associés à des déplacements économiques en carbone. Par type d'hébergement et par séjour, les touristes qui résident dans leurs familles, chez leurs amis ou dans leur résidence secondaire, ont produit moins de 100 kg par séjour par leurs déplacements respectifs, avec cependant une plus grande fréquence pour ces derniers.

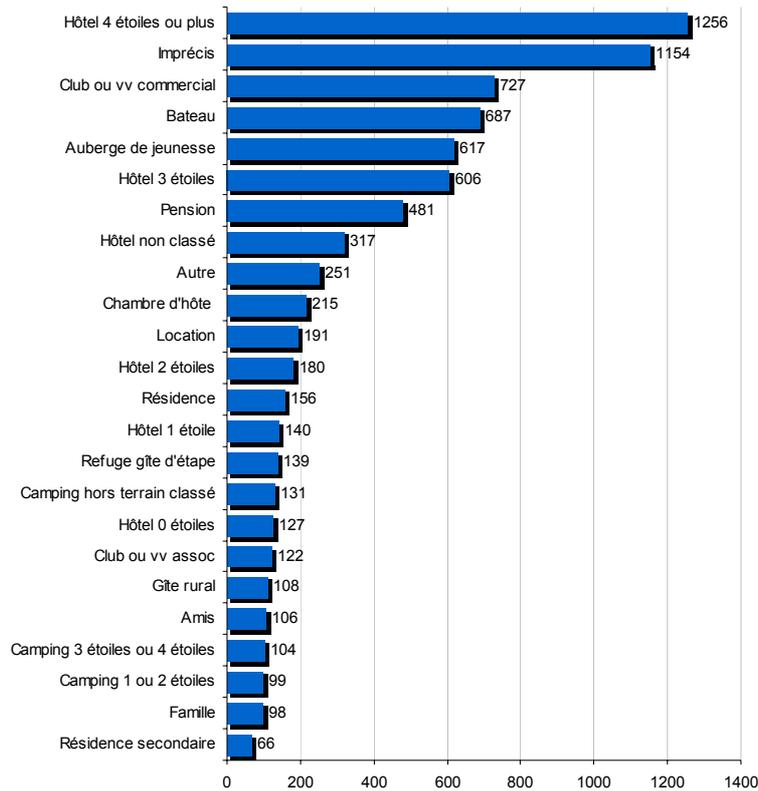


Figure 76 Emissions des transports touristiques selon le mode d'hébergement principal en 2007 (kg de CO2-e par séjour)

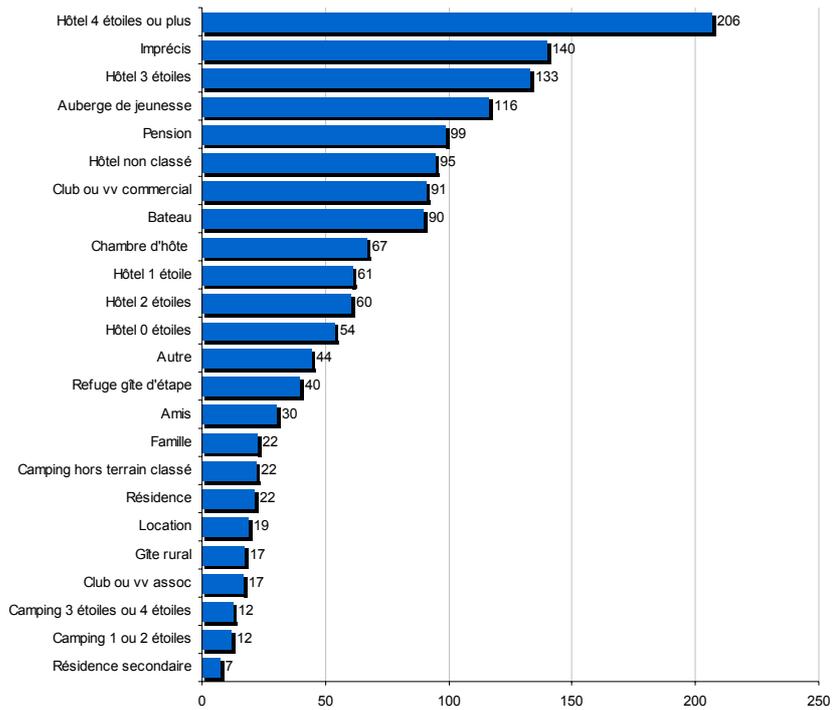


Figure 77 : Emissions des transports touristiques selon le mode d'hébergement principal en 2007 (kg de CO2-e par nuitée)

6. LES DEPLACEMENTS INDUITS PAR LA PRATIQUE D'ACTIVITES ET PAR LES DIFFERENTS MOTIFS DE VOYAGE

Les déplacements touristiques les plus producteurs de GES sont en grande partie motivés par des activités liées à la mer de type plongée sous-marine, voile ou surf. La visite de site naturel (en quatrième position parmi les activités liées aux déplacements les plus émetteurs) a en 2006 produit en moyenne 457 kg de GES par séjour, soit près de trois fois plus que la production de la moyenne des séjours. A l'inverse, les activités liées à la neige sont parmi celles qui ont entraîné les déplacements les moins émetteurs de GES (utilisation du TGV, destination en France....).

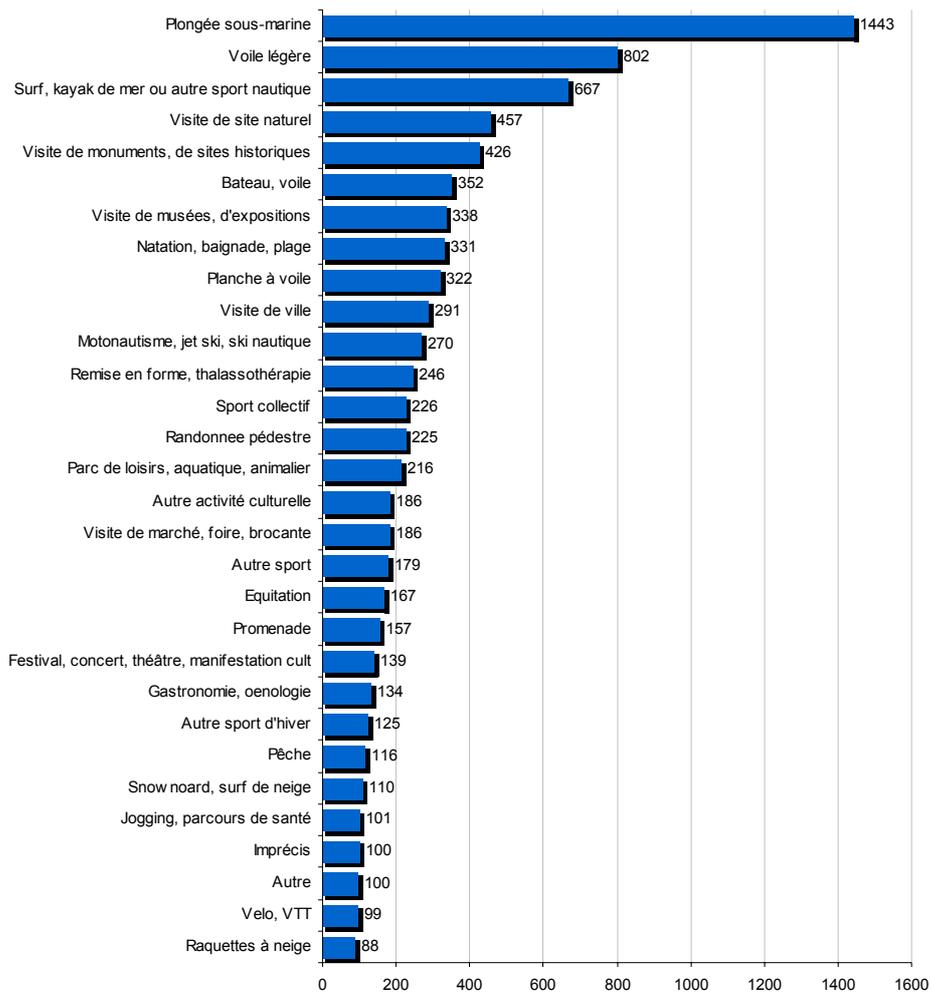


Figure 78 : Classement des émissions des déplacements par séjour, selon l'activité principale pratiquée

De même, une approche par motif permet de montrer les raisons de voyager qui entraînent des déplacements intensifs : c'est le cas de la croisière (on rejoint le port de départ en avion) ou des séjours linguistiques, qui se font par définition à l'étranger. Par contre les motivations sociales (visite famille/ amis) et certaines motivations professionnelles (colloques, salons...) impliquent des émissions plus faibles, soit en raison d'une proximité géographique, soit en raison d'un plus fort recours au train.

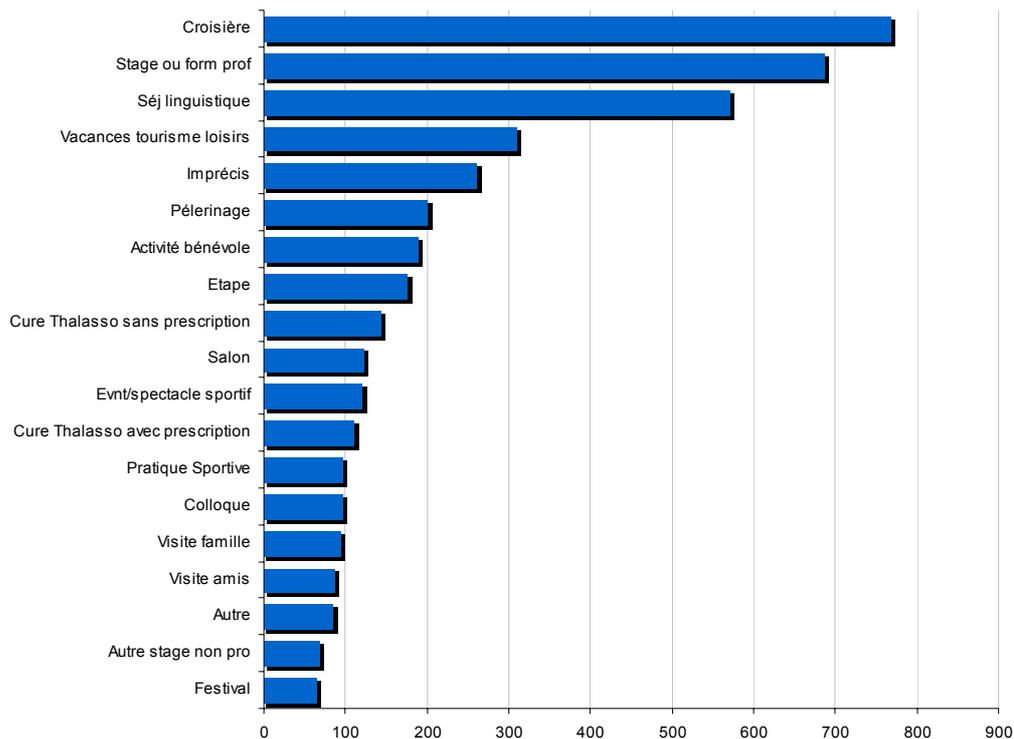


Figure 79 : Classement des émissions des déplacements par séjour, selon le motif principal du séjour

7. DES DIFFERENCES DE COMPORTEMENT PAR REGIONS DE RESIDENCES

La région de résidence dont les habitants ont le ratio émissions par séjour le plus élevé est l'Alsace (200 kg par séjour), suivie par l'Ile-de-France (197) et le Nord Pas de Calais (196). Globalement, le nord-est et le sud-est rassemblent les régions dont les déplacements touristiques des résidents par séjour sont à l'origine des taux d'émissions les plus importants.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer une telle disparité entre les régions : les températures moyennes qui peuvent inciter à partir plus loin vers des destinations ensoleillées, la présence d'un aéroport international à proximité ou facilement accessible par le réseau ferré ou routier, le revenu moyen supérieur à la moyenne nationale, la présence de populations immigrées étrangère rentrant régulièrement dans leur pays d'origine, une plus ou moins grande tradition de voyage...

A l'inverse, les régions Centre et Auvergne, avec un peu plus de 100kg par séjour, sont très en deçà de la moyenne métropolitaine (162 kg par séjour).

Répartition des émissions de GES liées aux déplacements touristiques et émission moyenne due aux déplacements par séjour selon la région de résidence

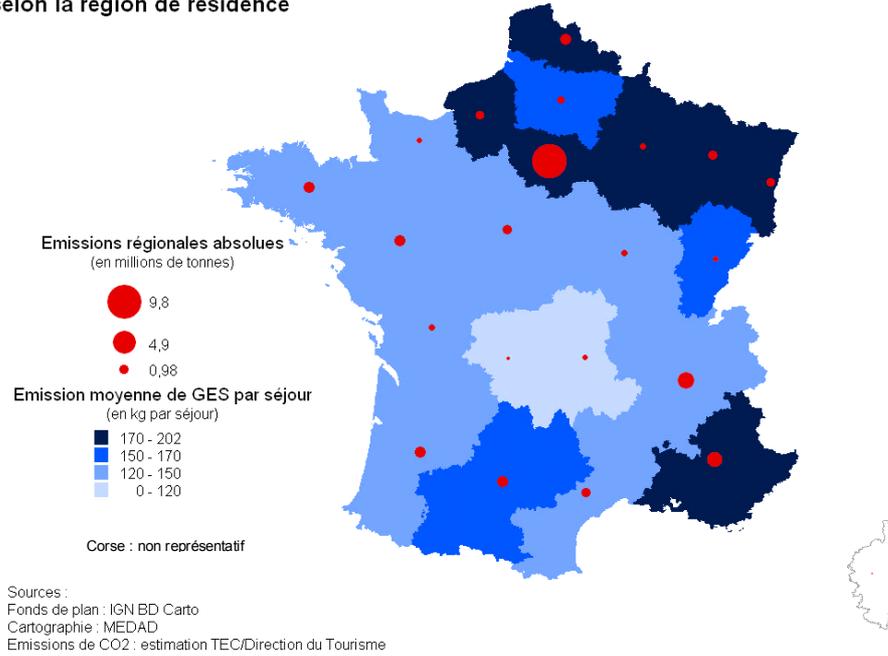


Figure 80 : Emissions de GES liées aux déplacements touristiques et émissions moyenne due aux déplacements par séjour selon la région de résidence

De même, on observe un certain effet de taille de l'agglomération, les habitants des grandes villes ayant tendance à émettre plus de GES par séjour, en raison d'un recours plus fréquent à l'avion, de revenus plus élevés ou d'une volonté de s'échapper.

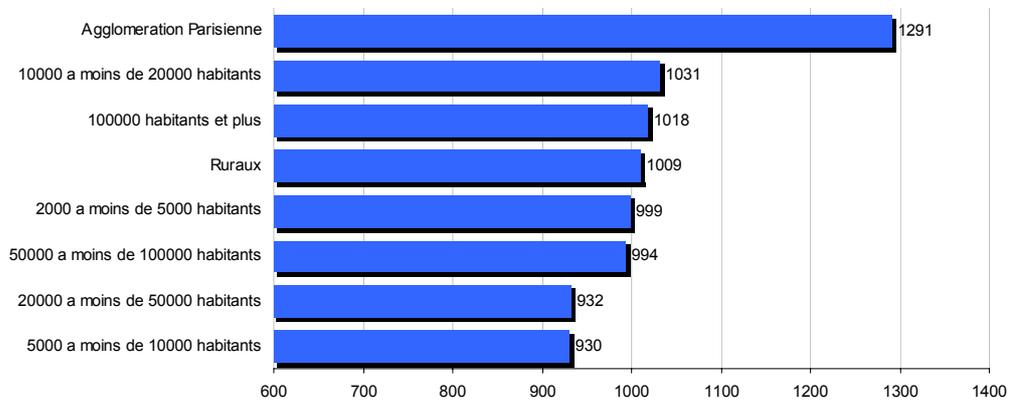


Figure 81 : Emissions de GES liées aux déplacements touristiques par séjour, selon la taille de l'agglomération de résidence

8. LA CATEGORIE SOCIOPROFESSIONNELLE

Cadres, chefs d'entreprises et retraités effectuent des séjours touristiques qui en moyenne sont nettement plus producteurs de GES que les autres PCS. Ce sont les seuls à enregistrer un taux moyen d'émission par séjour supérieur à la moyenne nationale, tandis que les employés, ouvriers, agriculteurs et professions intermédiaires font état de taux nettement inférieurs à cette même moyenne.

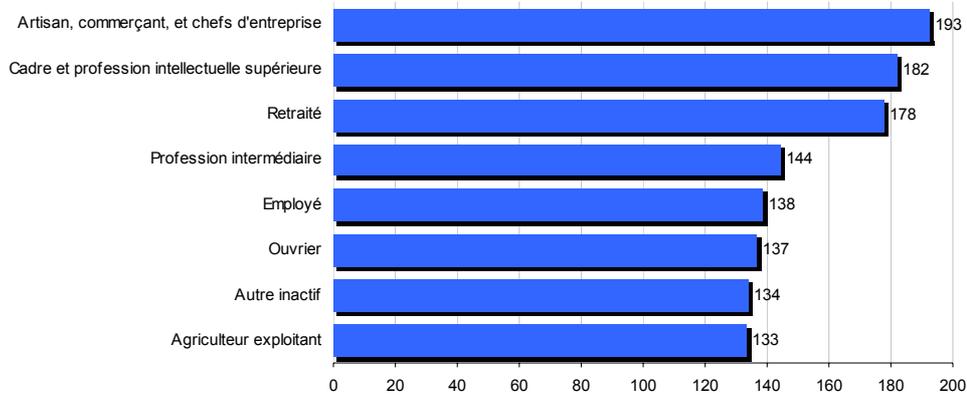


Figure 82 : Classement des catégories socio-professionnelles en fonction de l'émission moyenne des déplacements par séjours (en kg)

B) LA SEGMENTATION DE LA DEMANDE

Les traitements exposés précédemment portaient sur la base « séjours » : à tel ou tel type de séjours étaient confrontées les caractéristiques de l'individu qui l'avait réalisé.

L'un des intérêts du SDT est de pouvoir travailler sur les bases « individu » constituées pour cette étude, c'est-à-dire de partir de l'ensemble des déplacements touristiques d'un individu sur une ou plusieurs années, afin d'observer des constantes dans les comportements, des interrelations dans les différentes formes de mobilité, des répartitions plus ou moins inégalitaires. Avant d'aborder les typologies (voir pp.115 et suivantes), les pages suivantes proposent quelques analyses de cette base individus.

I. L'HYPER CONCENTRATION DES EMISSIONS

L'analyse des comportements de déplacements des touristes (mode de transport, nombre de séjours) permet de dégager un constat simple, celui de la forte concentration des déplacements les plus contributeurs de GES sur un faible nombre de voyageurs : 5% des touristes contribuent, seuls, à 48% des émissions de GES dues aux déplacements touristiques. 10% émettent presque les deux tiers (64%) des GES et 20% émettent 80%.

Autrement dit, un peu plus de trois millions de résidents français contribuent à l'émission de 15 millions de tonnes de GES par leurs séjours personnels, soit autant que les 60 millions de résidents restants (non partants compris).

On représente dans le graphique qui suit la distribution de l'émission de GES au sein de la population de touristes en 2006.

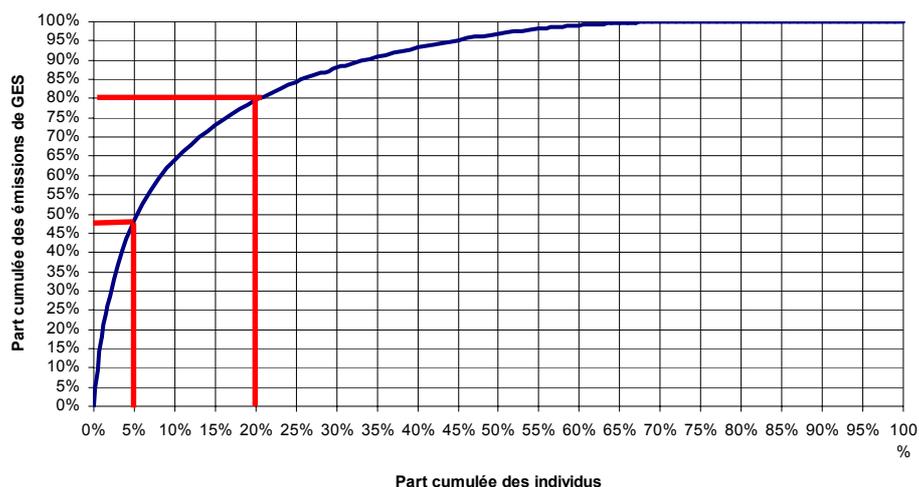


Figure 83 : Distribution des émissions chez les individus (2006)

L'analyse de cette distribution au sein du fichier longitudinal (cumul des voyages 2005-2007) montre une répartition encore un peu plus inégalitaire en faveur des très grands voyageurs : 5% des individus représentent 54% des émissions, 20% des individus représentent 78,5% des émissions.

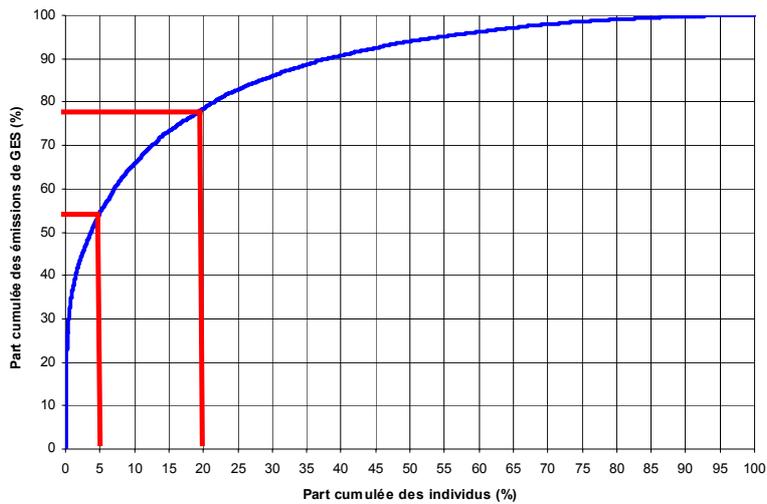


Figure 84 : Distribution des émissions chez les individus (cumul 2005-2007)

2. CARACTERISATION DE GROUPES DE VOYAGEURS

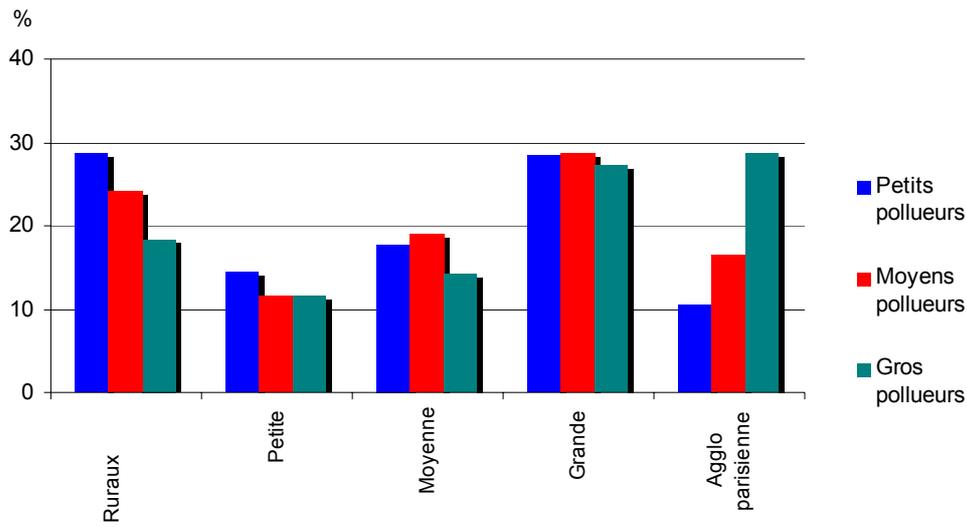
Une distribution aussi inégalitaire incite évidemment à aller plus loin. A partir de la courbe de Lorenz, et avant de construire une quelconque typologie, on caractérise trois groupes d'individus :

- « les petits pollueurs », qui représentent 40% des individus, émettent moins de 1% du total de GES. Parmi eux, 26,4% ne polluent pas : ce sont les non partants.
- « les moyens pollueurs », qui représentent 55% des individus, émettent 54% des émissions totales de GES.
- « les gros pollueurs », qui représentent 5 % des individus, émettent près de 48% des émissions totales de GES.

Statistiquement, le « gros pollueur » est un jeune retraité ou un cadre supérieur qui habite en région parisienne (souvent à Paris), ses revenus sont plus élevés que la moyenne, il vit plus fréquemment que la moyenne en appartement et à plus de chances de posséder aussi une résidence secondaire.

Inversement le « petit pollueur » peut aussi souvent être un retraité (on devine de fortes inégalités dans l'accès à la mobilité des personnes âgées, pour des raisons évidentes de santé, mais aussi de revenus).

Selon l'agglomération de résidence



Selon la catégorie socioprofessionnelle

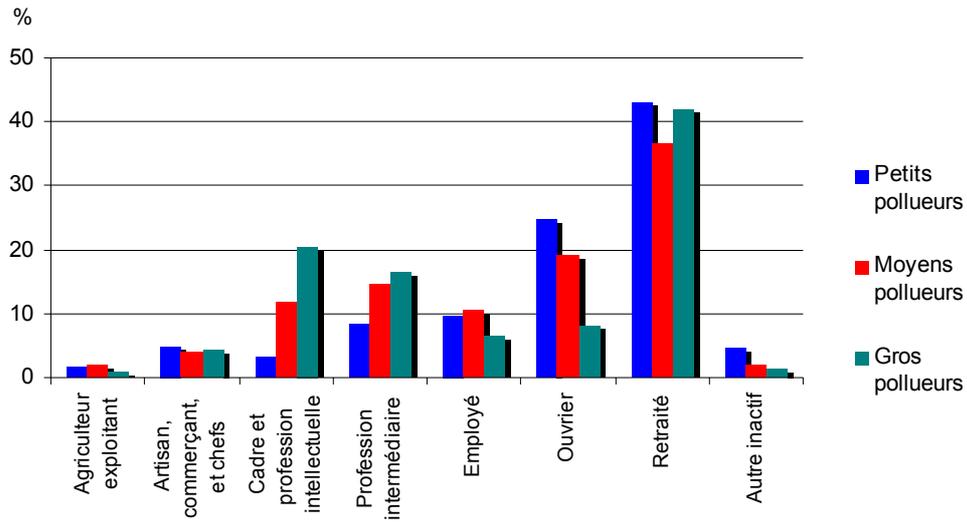


Figure 85 : Répartition des catégories de voyageurs selon l'agglomération de résidence et la catégorie socioprofessionnelle

Résultats

Caractéristiques individuelles	Classe 1 : Les petits pollueurs	Classe 2 : Les moyens pollueurs	Classe 3 : Les gros pollueurs
Région de résidence			
Ile de France	11,6	18,6	30,0
Autres régions	88,4	81,4	70,0
Type d'agglomération			
Ruraux	28,58	24,12	18,33
2.000 a moins de 5.000 habitants	8,15	6,42	7,55
5.000 a moins de 10.000 habitants	6,33	5,2	4,03
10.000 a moins de 20.000 habitants	4,71	5,19	3,06
20.000 a moins de 50.000 habitants	6,28	6,6	4,71
50.000 a moins de 100.000 habitants	6,81	7,14	6,42
100.000 habitants et plus	28,55	28,75	27,31
Agglomération Parisienne	10,59	16,59	28,59
CSP			
Agriculteur exploitant	1,66	1,92	0,9
Artisan, commerçant, et chefs d'entreprise	4,89	3,98	4,3
Cadre et profession intellectuelle supérieure	3,27	11,73	20,47
Profession intermédiaire	8,37	14,62	16,5
Employé	9,56	10,53	6,32
Ouvrier	24,75	18,96	8,14
Retraité	42,99	36,52	41,98
Autre inactif	4,5	1,75	1,41
Résidence secondaire			
n'en possède pas	92,9	85,3	77,0
en possède une	7,1	14,7	23,0
Situation familiale			
marie	47,5	61,2	55,9
concubinage	7,2	9,1	6,9
celibataire	26,8	18,9	24,9
divorcé	8,2	5,3	6,9
veuf	10,2	5,5	5,5
Logement			
maison individuelle	65,1	67,9	59,4
appartement	32,1	30,4	38,3
autres	2,8	1,7	2,2
Revenu			
moins de 1200 euros	26,3	9,7	6,8
entre 1200 et 3000 euros	63,8	64,1	51,6
plus de 3000 euros	9,9	26,2	41,6

B) L'ANALYSE DE PHENOMENES PARTICULIERS

I. LES SEJOURS ET LES VOYAGEURS AERIENS

Avec 62% des émissions des séjours touristiques des résidents en France, le transport aérien mérite évidemment une attention particulière. Les traitements ont consisté à caractériser les séjours, puis à tenter une typologie des individus ayant pris l'avion en 2007

I.1. Caractérisation

Afin de réaliser un zoom sur l'aérien, des tris à plat similaires à ceux exposés précédemment ont été réalisés pour le sous-ensemble « séjour en avion ». Il en ressort un certain nombre de caractéristiques :

- 16,2% des séjours, 12,3% des kms et 15,2% des émissions de GES des déplacements touristiques en avion sont liés à des motifs professionnels, les autres à des motifs personnels
- la classe affaire représente 8,8% des émissions, les classes éco 89,5% (1,8% non indiqués)
- en terme de ratios, le tourisme en avion moyen représente 1630 kg de GES par séjour (10 fois un séjour moyen tous modes confondus), 207 kg par nuitée, pour une distance A/R moyenne de 6274 km (4763 km pour motifs professionnels, 6565 pour motifs personnels)
- les courts séjours représentent tout de même 21,8% des séjours on a là une forme de séjour particulièrement peu efficace (445 kg de CO₂-e par nuitée) ;
- le nombre de séjours en avion a augmenté de 13,6% entre 2000 et 2007, les kilomètres parcourus de 11%. Ceci est un peu inférieur à la période précédente (pour mémoire, plus de 50% d'augmentation du nombre de séjours entre 1986 et 1999, selon l'enquête Vacances de l'Insee).

En terme de distribution, 994 des 6041 panélistes présents (soit 16,5%) dans le fichier longitudinal 2005-2007 ont pris au moins une fois l'avion en 2007, 1746 ont pris au moins une fois l'avion sur la période 2005-2007 (soit 29%). Même dans des pays très développés comme la France, l'accès au transport aérien reste relativement élitiste.

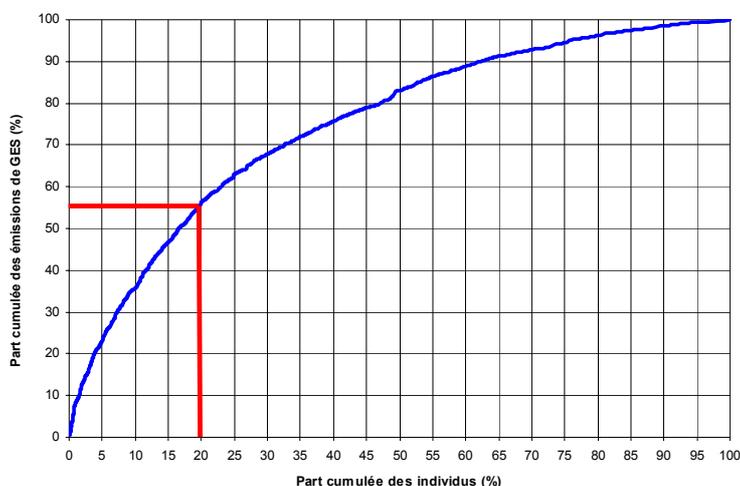


Figure 86 : Distribution des émissions de GES de l'aérien chez les individus

Une autre originalité du SDT est de permettre une analyse du transport aérien par la nationalité des passagers. Les statistiques traditionnellement produites par la DGAC portent sur des

mouvements d'avions ou de passagers au départ ou à l'arrivée des aéroports français quelque soit la nationalité des passagers (les passagers étrangers en transit par le hub de Roissy par exemple). On dispose ici d'une autre source de donnée, qui permet d'analyser les pratiques des résidents en France, quelle que soit la compagnie empruntée et indépendamment du type de vol (les correspondances et autres arrêts ne sont pas pris en compte : on ne connaît que la destination finale). La carte suivante illustre les 20 principales destinations aériennes des résidents en France, qui représentent 25% des voyages en avion et 15% des séjours en avion des résidents. Toutes sauf deux sont au départ de l'île de France. 6 représentent des dessertes internes au territoire, 14 des liaisons internationales.

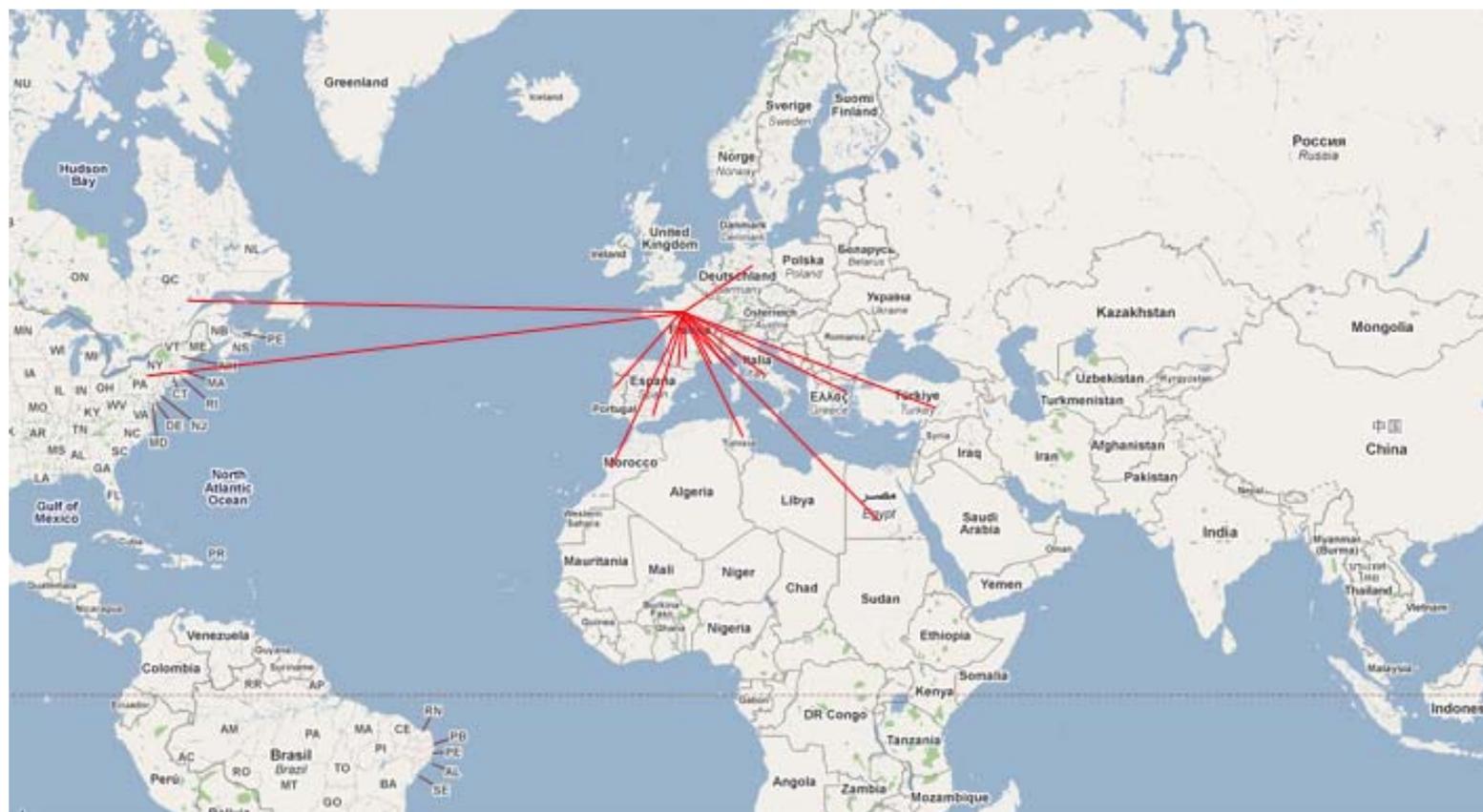


Figure 87 : Les 20 premières relations aériennes des résidents en France d'après le SDT

Une comparaison entre les séjours en train, les séjours en avion et l'ensemble des séjours a également été possible. A part ce qui était attendu (effet revenu dans l'accès à l'avion par exemple), un certain nombre de points intéressants ressortent :

- une surreprésentation des plus jeunes et des plus vieux dans les voyages en train, la période de maturité correspondant à un plus grand recours à l'avion ;
- une surreprésentation des cadres supérieurs pour l'avion (on s'y attendait), mais aussi pour le train (effet « région parisienne ? »), une surreprésentation des « autres inactifs » (étudiants) pour le train ;
- une corrélation négative du nombre d'enfants avec le fait de prendre le train ou l'avion : pour des raisons logistiques, on est poussé vers la voiture, et ce en dépit des incitations tarifaires (cartes familles nombreuses, etc.) ;
- une surreprésentation des hauts revenus pour l'avion, des bas revenus pour le train : en dépit de prix pas toujours attractifs, le train reste un mode de transport populaire ;
- ce qui contredit le point précédent, une surreprésentation des études supérieures pour l'avion (on s'y attendait), mais aussi pour le train : existe-t-il une catégorie de voyageurs urbains et éduqués qui a un recours plus fréquent au train, pour des raisons d'accès et de goût ?
- ceci semble confirmé par la grande déformation existante selon l'agglomération de résidence : le recours au train est massif en île de France. Ceci semble confirmer l'impact de l'accessibilité des gares sur les possibilités de transfert modal.

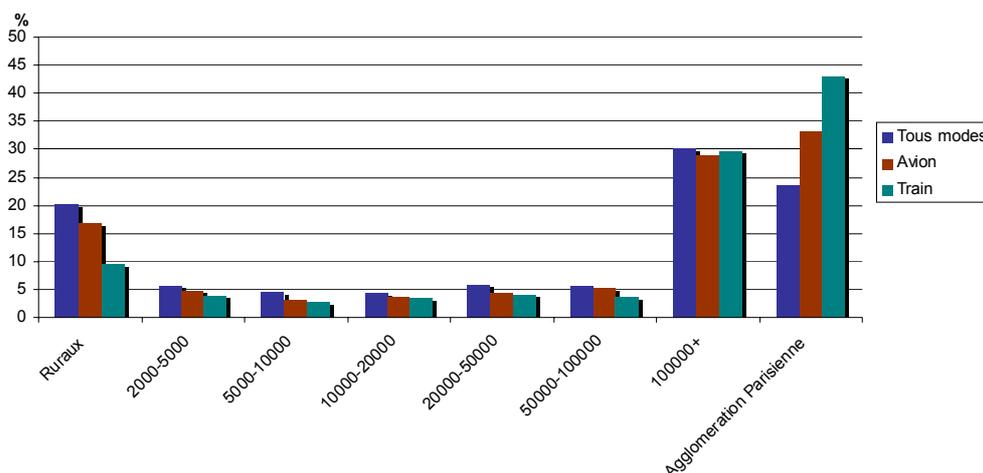


Figure 88 : Comparaison des séjours par mode selon la catégorie d'agglomération de résidence

	Ensemble	Avion	Train
Age			
15-24 ans	12,8	13,1	21,2
25-34 ans	19,9	17,7	20,6
35-49 ans	25,4	23,4	19,4
50-64 ans	25,1	27,3	18,4
65 et plus	16,9	18,5	20,4
Sexe			

Résultats

H	48,0	46,8	45,3
F	52,1	53,2	54,7
PCS			
Agriculteur exploitant	0,5	0,3	0,2
Artisan commerçant et chefs d'entreprise	2,1	1,9	1,2
Cadre et profession intellectuelle supérieure	16,5	21,5	21,1
Profession intermédiaire	18,5	17,1	14,7
Employé	14,4	12,0	10,9
Ouvrier	7,0	4,9	4,1
Retraité	26,9	28,8	27,3
Autre inactif	14,1	13,7	20,5
Nb enfant			
0	67,2	77,9	80,7
1	15,0	10,8	11,7
2	12,4	7,7	5,6
3	4,7	3,1	1,9
4+	0,5	0,6	0,2
Revenu			
0	0,6	0,7	0,6
Moins de 300€	0,4	0,2	1,5
301 a moins de 600€	0,8	0,8	1,4
601 a moins de 900€	1,7	1,4	3,6
901 a moins de 1200€	3,8	3,3	5,5
1201 a moins de 1500€	6,9	6,5	8,6
1501 a moins de 1900€	11,0	9,6	13,5
1901 a moins de 2300€	13,4	11,9	11,7
2301 a moins de 2700€	11,8	11,0	9,6
2701 a moins de 3000€	10,7	9,3	7,8
3001 a moins de 3800€	17,4	17,0	14,6
3801 a moins de 5300€	14,4	17,2	14,5
5301 a moins de 6900€	4,2	6,2	3,6
6901 et plus	3,0	4,9	3,5
Statut d'activité			
Imprécis	54,5	53,2	49,3
chômeur n'ayant jamais travaillé	0,4	0,0	0,9
élève, étudiant	9,1	9,8	16,7
service militaire		0,3	
invalides	0,4	3,5	0,3
femme au foyer	4,3		2,6
retraite, pre-retraite	26,8	28,8	27,2
chômeur ayant déjà travaillé	3,3	3,9	2,4
Niveau d'instruction			
N'a jamais fait d'études			
Etudes Primaires	4,3	4,1	3,5
Enseignement secondaire	5,8	6,4	7,6
Technique courte (CAP - BEP)	17,2	14,5	12,8

2e, 1ère, niveau bac ou brevet professionnel	25,5	23,6	22,2
technique sup. (IUT-BTS)	14,3	13,1	11,4
Supérieur 1er cycle	6,9	7,0	8,8
Supérieur 2e cycle	15,0	16,1	16,1
Supérieur 3e cycle	11,1	15,2	17,7
Agglomération de résidence			
Ruraux	20,1	16,8	9,6
2,000 a moins de 5,000 habitants	5,6	4,8	3,8
5,000 a moins de 10,000 habitants	4,5	3,1	2,7
10,000 a moins de 20,000 habitants	4,4	3,5	3,5
20,000 a moins de 50,000 habitants	6,0	4,4	4,1
50,000 a moins de 100,000 habitants	5,7	5,2	3,6
100,000 habitants et plus	30,1	29,1	29,7
Agglomération Parisienne	23,6	33,2	42,9

Figure 89 : Comparaison des séjours en train, en avion et ensemble tous modes confondus (%)

I.2. Typologie des voyageurs ayant pris l'avion en 2007

Eu égard à la part importante que prend l'avion dans les émissions de GES des déplacements touristiques, il a paru utile de bâtir une typologie de ceux qui prennent l'avion ; l'exercice a été effectué sur les données de 2007.

Le détail de la méthodologie utilisée est présenté pour la typologie « Typologie des voyageurs en 2006 », p.115.

PREPARATION DES DONNEES

La base de données contient 719 descriptions des séjours et des allers retours des individus qui ont pris au moins une fois l'avion en 2007.

SELECTION DES VARIABLES

Les variables continues actives

Nom de la variable	Libellé de la variable
nb_sej_perso_07	nombre de séjours personnels
nb_ar_perso_07	nombre d'excursions personnelles
nb_ar_pro_07	Part des séjours professionnels
nb_sej_pro_07	
psej_Pro_07	Part des séjours professionnels
psej_Perso_07	Part des séjours personnels des individus
psej_voiture_07	Part des séjours en voiture des individus
psej_autre_transport_07	Part des séjours dans les autres transports
psej_avion_07	Part des séjours en avion des individus

psej_tgv_07	Part des séjours en tgv avion
psej_FamilleAmis_07	Part des séjours visite de la famille et amis
psej_H_tel_07	Part des séjours en hôtel
psej_ResScdaire_07	Part des séjours en résidence secondaire
psej_francem_tro_07	Part des séjours en France métropolitaine
psej_EuropeGBMaghreb_07	Part des séjours en Union européenne (+ Maghreb et Grande Bretagne)
psej_Etrangerdom_tom_07	Part des séjours à l'étranger
psej_vacancesloisir_07	Part des séjours pour motif vacances, loisir
psej_inter_r_gional_07	Part des séjours effectués hors de la région de résidence
psej_intra_r_gional_07	Part des séjours effectués dans la région de résidence
psej__tranger_07	Part des séjours effectués à l'Étranger (hors Europe et Maghreb)
nbCO2_total_07	Émission totale de CO2
psej_court_07	Part des séjours courts
psej_long_07	Part des séjours longs

Les variables nominales illustratives:

Nom de la variable	Libellé de la variable
region_insee	La région de résidence du panéliste
agglo	Le type d'agglomération du lieu de résidence
pcs_kish	La catégorie socioprofessionnelle de la personne interrogée
sexek	Le sexe de la personne interrogée (1=homme)
agek	L'âge de la personne interrogée
revenu	Le revenu
taille_foyer	Le nombre de personne étant rattaché au foyer
enfant	Le nombre d'enfants
R2	La possession d'une résidence secondaire (1=oui)

STATISTIQUES DESCRIPTIVES SUR LES VARIABLES ACTIVES:

L'ACP s'applique à des données centrées réduites ; la première opération consiste donc à calculer les moyennes et les écart-types des variables ; voir l' (annexe 1) qui montre qu'un individu ayant pris au moins une fois l'avion en 2007 a effectué en moyenne 6,9 séjours pour un motif personnel, parmi ces séjours, 37% (soit 2,5 séjours) sont effectués en avion et 64% (soit 4,4 séjours) en France métropolitaine.

La variable qui nous intéresse principalement est la part de Co2 émis. On voit qu'en moyenne un individu ayant pris au moins une fois l'avion en 2007 a émis 3,1 tonnes de Co2. L'écart-type rest considérable comme dans les typologies précédentes et on s'intéresse donc à la distribution de CO2 émis.

La courbe de Lorenz est très inégalitaire quoique moins que celle des typologies réalisées sur l'ensemble des voyageurs. Elle est très éloignée de la droite d'équi-répartition. D'après ce graphique, 80% des individus qui ont pris au moins une fois l'avion en 2007 ont été à l'origine de la moitié des émissions de gaz à effet de serre. Seulement 20% donc ont émis l'autre moitié. Cela met déjà en lumière, parmi ceux qui prennent l'avion, une minorité d'individus hypermobiles.

ANALYSE DES DONNEES

A partir du tableau des valeurs propres, il faut déterminer le nombre d'étapes à retenir. Mais comme nous l'avons signalé plus haut, il n'existe pas de règle générale concernant ce nombre d'étapes ; on remarque que la variance expliquée par l'axe 12 est inférieure à 1 et également que l'essentiel de l'information est fournie par les onze premiers axes, puisque la variance expliquée cumulée par ces onze axes est de 79,19%.

Par cette méthode, nous serions amenés à choisir huit axes, ce qui reviendrait à capturer 75,5% de l'information totale Et est peut-être excessif par rapport à ce qui est nécessaire pour une interprétation.

La méthode du coude est la deuxième façon de choisir le nombre d'axes.

N°	Val.Pr.	Diff.	Pct	Cum	!
1	7.4018	.	23.13	23.13	!*****
2	2.9854	4.4165	9.33	32.46	!*****
3	2.4571	0.5282	7.68	40.14	!*****
4	2.0056	0.4515	6.27	46.41	!*****
5	1.6467	0.3589	5.15	51.55	!*****
6	1.5628	0.0839	4.88	56.44	!*****
7	1.3029	0.2599	4.07	60.51	!*****
8	1.2979	0.0050	4.06	64.56	!*****
9	1.1854	0.1125	3.70	68.27	!*****
10	1.1633	0.0221	3.64	71.90	!*****
11	1.1485	0.0149	3.59	75.49	!*****
12	1.0000	0.1485	3.12	78.62	!*****
13	0.9596	0.0403	3.00	81.62	!*****
14	0.9046	0.0550	2.83	84.44	!*****
15	0.8653	0.0393	2.70	87.15	!*****
16	0.7851	0.0802	2.45	89.60	!*****
17	0.7117	0.0734	2.22	91.82	!*****
18	0.6258	0.0859	1.96	93.78	!*****
19	0.5101	0.1157	1.59	95.37	!*****
20	0.4477	0.0624	1.40	96.77	!****
21	0.4324	0.0153	1.35	98.12	!****
22	0.2369	0.1955	0.74	98.86	!***
23	0.2023	0.0346	0.63	99.50	!***
24	0.0834	0.1188	0.26	99.76	!
25	0.0375	0.0460	0.12	99.87	!
26	0.0210	0.0164	0.07	99.94	!
27	0.0170	0.0040	0.05	99.99	!
28	0.0022	0.0149	0.01	100.0	!
29	0.0000	0.0022	0.00	100.0	!
30	0.0000	0.0000	0.00	100.0	!
31	0.0000	0.0000	0.00	100.0	!
32	0.0000	0.0000	0.00	100.0	!

Figure 90 : Histogramme des valeurs propres

Couper à l'apparition du « coude », c'est à dire là où la perte d'inertie devient très grande suggère ici de couper après les deux, trois ou cinq premiers axes.

Le choix que nous faisons est subjectif même s'il s'appuie sur les résultats trouvés suivant chacune de ces méthodes. Nous décidons de retenir 5 axes ce qui est aussi le nombre maximum

d'axes interprétables. Cela revient à capturer 51,5% de l'inertie totale, ce qui est suffisamment élevé.

Sur l'axe 1, on trouve une opposition entre les séjours effectués en France et les séjours effectués à l'étranger lointain. Du côté positif de l'axe, ce sont les courts séjours personnels en France métropolitaine et en Europe et Maghreb effectués en voiture avec pour motif de déplacement la visite à de la famille ou a des amis. Du côté négatif de l'axe, ce sont les longs séjours effectués à l'Étranger lointain par avion pour des vacances et loisirs et dont le mode d'hébergement principal est l'hôtel.

Sur l'axe 2 oppose les séjours professionnels (côté positif de l'axe) aux séjours personnels (côté négatif de l'axe).

Sur l'axe 3, on trouve une opposition entre les séjours de Vacances ou loisir et les séjours affinitaires. Du côté négatif de l'axe, nous avons les séjours affinitaires à l'étranger lointain et les DOM-TOM. Du côté positif de l'axe, ce sont les séjours d'agrément effectués en voiture et dont le principal mode d'hébergement est la résidence secondaire.

Sur l'axe 4 oppose les courts séjours (moins de quatre nuits) aux longs séjours (quatre nuits et plus). Du côté positif de l'axe, nous avons les courts séjours effectués en Europe dans des hôtels et les excursions à la journée dans la région de résidence avec pour principal mode de transport le train. Du côté négatif de l'axe, nous avons les longs séjours affinitaires en France métropolitaine, hors de la région de résidence avec pour principal mode de transport le TGV.

L'axe 5 oppose les séjours personnels en « Europe, Grande Bretagne et Maghreb » aux séjours en France métropolitaine hors de la région de résidence.

L'analyse des données révèle donc 5 axes suffisamment interprétables sur lesquelles nous pouvons nous baser pour effectuer notre classification. La caractérisation des classes sera plus performante car nous avons filtré l'information bruitée auparavant.

CLASSIFICATION

CHOIX DU NOMBRE DE CLASSES

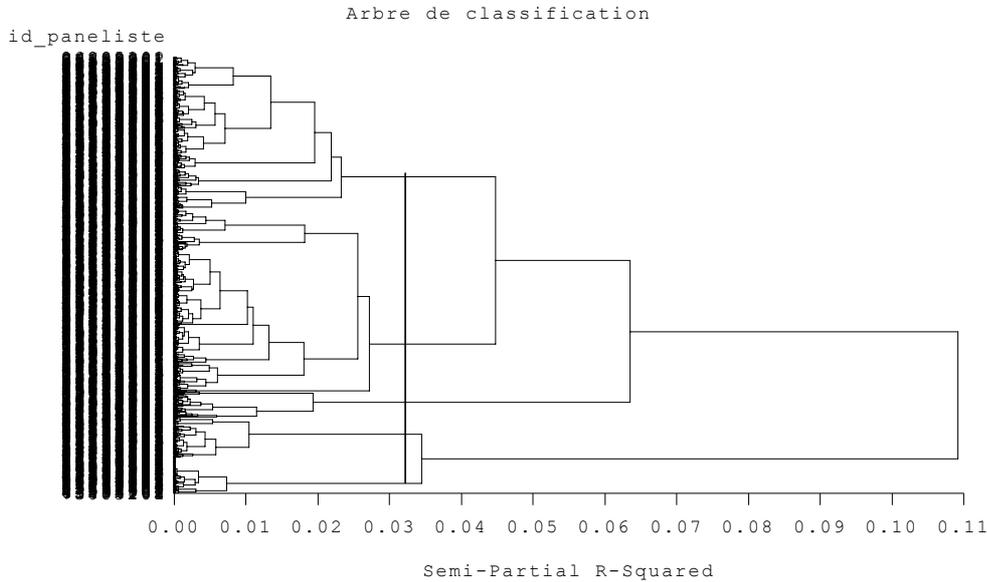
La description des nœuds de la hiérarchie correspond à l'historique de la formation des classes. L'inertie totale est de 32. La dernière colonne du tableau indique la perte d'inertie interclasse. Celle-ci est nulle au début et varie plus ou moins à chaque itération, mais elle doit être la plus élevée possible. On utilise une fois de plus la méthode du coude pour couper l'histogramme lorsque le saut de la perte d'inertie inter entre chaque itération devient grand. Dans notre optique de vouloir distinguer le plus de classes possibles pour pouvoir affiner le comportement des voyageurs, nous choisirons de couper le plus tôt pour créer le maximum de classes interprétables possibles.

L'arbre de classification nous aide à choisir le nombre de classes : en coupant à partir de là où la perte d'inertie inter commence à devenir plus petite, on obtient 5 classes.

Inertie totale : 32.000000

Noeud	Effectif pondéré	Classes jointes	Perte d'inertie inter		Histogramme
			0/00	cum. dif	
CL1	719.0	CL2-CL4	109	109	!*****
CL2	594.0	CL3-CL10	64	173	!*****
CL3	552.0	CL7-CL5	45	218	!*****
CL4	125.0	CL17-CL21	34	252	!*****
CL5	302.0	CL6-CL50	27	279	!*****

CL6	298.0	CL11-CL12	26	305	2	!*****
CL7	250.0	CL8-CL19	23	328	2	!*****
CL8	213.0	CL9-CL45	22	350	1	!*****
CL9	184.0	CL13-CL54	20	370	2	!*****
CL10	42.0	CL44-CL15	19	389	0	!*****
CL11	68.0	CL22-CL42	18	407	1	!*****
CL12	230.0	CL14-CL25	18	425	0	!*****
CL13	160.0	CL20-CL23	13	439	5	!*****
CL14	185.0	CL16-CL35	13	452	0	!*****
CL15	37.0	CL30-CL26	12	463	2	!*****



DESCRIPTION DES CLASSES

La **première classe** regroupe les individus qui voyagent en Europe ou à l'Étranger un peu plus lointain (Maghreb) pour de longs séjours d'agrément séjournant dans des hôtels. Le principal mode de transport utilisé est l'Avion. Les individus de cette classe ont des revenus bas (1200 à 2500 euros par mois), ont entre 40 et 60 ans, vivent dans des lieux Ruraux ou dans de grande agglomération. La plupart sont des retraités, employés ou professions intermédiaires. Les individus de cette classe représentent 10% des individus qui ont pris au moins une fois l'avion en 2007 et ont émis 1,8 tonne de CO₂ dans le cadre touristique, soit relativement peu. L'existence de ce groupe traduit un accès au transport aérien des couches populaires et des résidents liés à l'immigration.

La **deuxième classe** regroupe des individus effectuant des longs séjours vers les DOM-TOM et l'Étranger lointain dont le principal mode de transport utilisé est l'avion. Les individus de cette classe ont des revenus moyens, la plupart n'ont pas d'enfant et habitent un appartement. Ce sont en majorité des retraités ou des professions intermédiaires vivant dans l'agglomération parisienne. Cette classe représente 11% des individus qui ont pris au moins une fois l'avion en 2007. Avec une moyenne de 7,13 tonnes d'émissions de CO₂, cette classe regroupe les plus gros pollueurs. En dépit de sa taille relativement réduite le groupe paraît composite, avec des individus originaires des DOM-TOM pas obligatoirement aisés mais dont la destination est prédéterminée, des retraités qui peuvent voyager loin et pas cher à contretemps et des hypermobiles.

La **troisième classe** se caractérise par une part importante de séjours personnels. Elle regroupe les individus effectuant majoritairement des séjours d'agrément (vacances et loisirs) en France métropolitaine hors de leur région de résidence ayant pour motif la visite d'espace naturels (montagne, mer). Ce sont en générale des séjours longs dont le mode de transport principal est la voiture. Ces individus ont des revenus moyens assez élevés, vivent dans de grandes agglomérations, ont plus 50 ans. Ce sont des cadres ou retraités vivant dans leur propre maison et possédant une résidence secondaire. Ils ont une taille de foyer moyenne, ont de 1 à 3 enfants. Les individus de cette classe émettent en moyenne environ 2 tonnes de CO₂ et représentent 33% des individus qui ont pris au moins une fois l'avion en 2007 ; schématiquement ils prennent l'avion tous les trois ans....

La **quatrième classe** regroupe pour une part importante, des séjours personnels, mais il ya également une part non négligeable des excursions personnelles. Ce sont des séjours ou excursions affinitaire, en France métropolitaine, dans la région de résidence dont les principaux modes de transport sont la voiture et le train. Les individus de cette classe ont des revenus assez hauts, ont entre 30 et 50 ans, vivent dans l'agglomération parisienne. Ce sont des cadres ou professions intermédiaires vivant dans leur maison ou appartement. La plupart n'ont pas d'enfant. Les individus de cette classe représentent 42% des individus qui ont pris au moins une fois l'avion en 2007 et ont émis en moyenne 2,9 tonnes de CO₂ dans le cadre touristique.

Les différences entre la troisième et la quatrième classe résident dans une importance supérieure des longs séjours (3^{ème}) ou des courts séjours (4^{ème}), et une présence d'enfants supérieure dans la troisième classe qui pourrait expliquer les voyages en avion plus fréquents et les émissions plus fortes de la quatrième classe

La **cinquième classe** regroupe des séjours personnels en France métropolitaine hors de la région de résidence. Elle est la plus faible en termes d'effectif (4% des individus qui ont pris l'avion au moins une fois en 2007) mais regroupe les plus grands pollueurs après la deuxième classe avec une moyenne de 5,4 tonnes de CO₂.

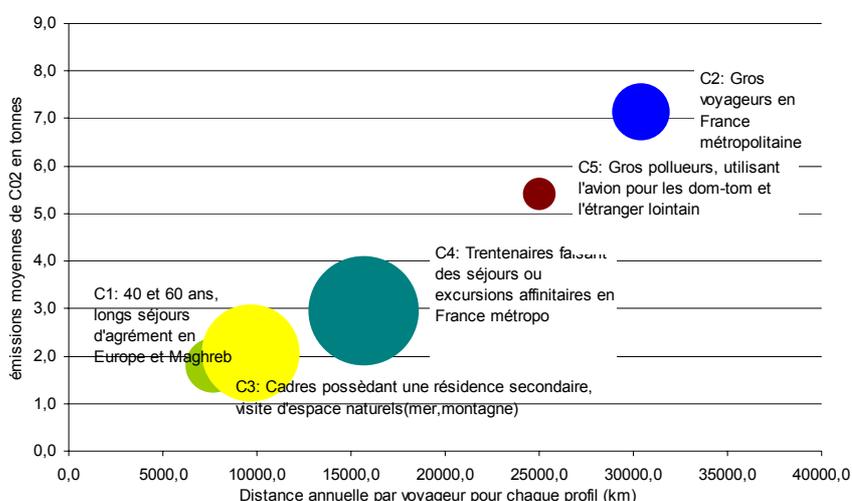


Figure 91 : Répartition des classes selon leur distance moyenne et leur émission moyenne de CO₂

Ce graphique nous permet d'observer l'hétérogénéité des classes suivant leur émission moyenne de CO2 et leur distance moyenne. Le volume des bulles est proportionnel à la part des effectifs. On peut noter que les classes 2 et 5 sont beaucoup plus excentrées des autres classes. Ce sont elles en effet qui présentent le plus d'émissions de CO2 et de part de distance alors qu'elles représentent les plus faible taux d'effectif. Les autres classes présentent un comportement assez moyen en termes d'émissions de CO2 et de distance parcourue.

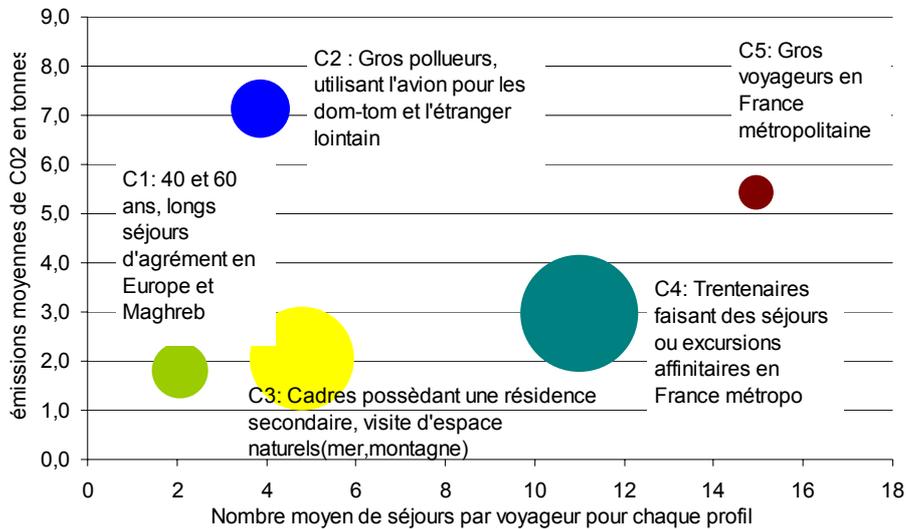


Figure 92 : Répartition des classes selon le nombre de séjours par personne et l'émission moyenne de GES

2. LES INTERACTIONS ENTRE LE TRAIN ET L'AVION : QUEL EFFET DE LA MISE EN PLACE DU TGV SUD-EST EN 2001 ?

Le SDT permet en théorie, sur la période de référence 2000-2007, d'analyser des phénomènes précis, comme l'effet de la mise en service d'une nouvelle infrastructure de transport sur le nombre de déplacements, sur leur répartition modale et leurs émissions de GES associées.

Le dernier tronçon de la LGV Sud Est (ou LGV « Méditerranée ») a été mis en service en juin 2001 entre Saint-Marcel-les-Valence et Marseille. Il a permis de faire gagner 1h15 sur le trajet Marseille/ Paris, de générer des allers-retours à la journée, et a de l'avis général changer la donne de la compétition entre l'avion et le train sur ce trajet.

Cette date mise en service étant comprise dans la période de référence, qu'est-il possible de voir à partir de l'enquête SDT ? Pour répondre à cette question il a été décidé de réaliser un certain nombre de tris à plat sur un sous ensemble particulier du fichier « séjour » : les séjours entre l'île de France d'une part, et l'ensemble « Var, Vaucluse, Bouches-du-Rhône » (aussi appelés ici « Sud-Est »), départements *a priori* impactés par la mise en service du TGV (création de la gare Avignon TGV, Aix TGV, arrivée du TGV à Marseille, plus de TGV directs pour Toulon ou Hyères). L'effectif important des séjours décrits (autour de 700 chaque année) assure une solidité des données.

Ce traitement met en évidence un effet assez explicite :

- un effet évident sur la répartition modale, avec une part du train qui passe de 33,1% des séjours en 2000 à 40,3% en 2007, alors que l'avion recule de 14,3% à 7,9%. Cette part du train est considérable (elle est de 10,5% toutes destinations confondues), sans doute en raison de l'existence du premier tronçon du TGV Sud-Est (Paris-Valence) mis en service progressivement entre 1981 et 1993. Elle montre qu'il n'y a pas de fatalité à la domination de l'automobile ou au développement exponentiel de l'aérien, pour peu que les infrastructures soient à la hauteur. Le trafic TGV se développe régulièrement, pour atteindre 1,07 millions de séjours touristiques en 2007 ;
- la mise en service de la ligne ne semble pas avoir augmenté le nombre de séjours ou de nuitées, autrement dit avoir créé une demande supplémentaire. Si l'on compare avec l'ensemble des déplacements des résidents (y compris à l'étranger), les nombres de séjours et de nuitées augmentent pour le « Sud Est » de 17% et 2%, contre 22% et 10%. Pour en avoir le cœur net, il serait intéressant de comparer avec le sous-ensemble « séjours en France », mais ce traitement n'a pas été demandé dans le cadre du projet. Au final, la ligne « Méditerranée » semble plus avoir agi sur le transfert modal que sur une demande nette de déplacements ;
- un indicateur évident du succès du TGV dans l'atténuation des émissions est l'évolution des émissions de GES par séjour : ceux-ci baissent sur la liaison considérée de 25% entre 2000 et 2007, contre une baisse de 7% France entière ;
- au final les émissions de GES des 3 millions de déplacement touristiques sur ce trajet ont baissé de 10%, soit près de 40 000 tonnes de CO₂-e évitées chaque année. Ceci n'est pas l'impact total de la ligne, puisque d'autres destinations et liaisons, non prises en compte ici, sont impactées (Marseille-Lyon par exemple, ou Paris-Nice).

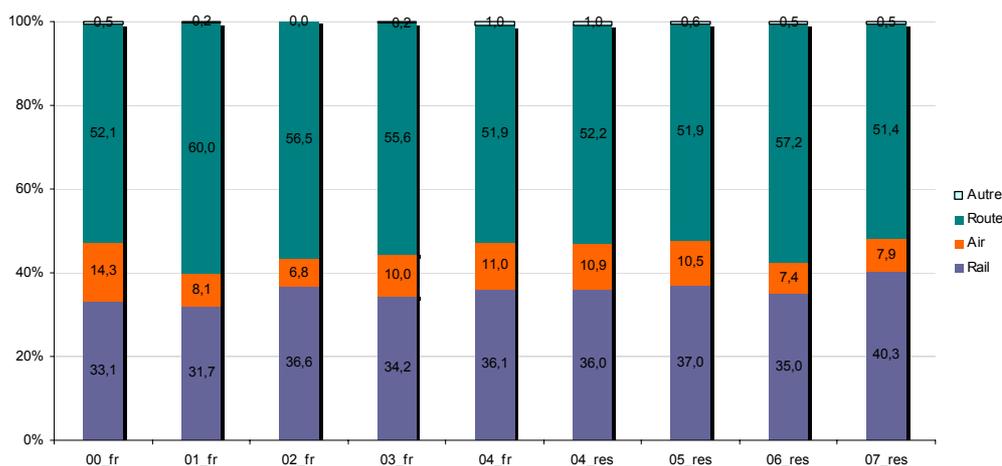


Figure 93 : Evolution de la répartition modale des séjours (%) entre l'île de France et l'ensemble « Var, Bouches-du-Rhône, Vaucluse » entre 2000 et 2007

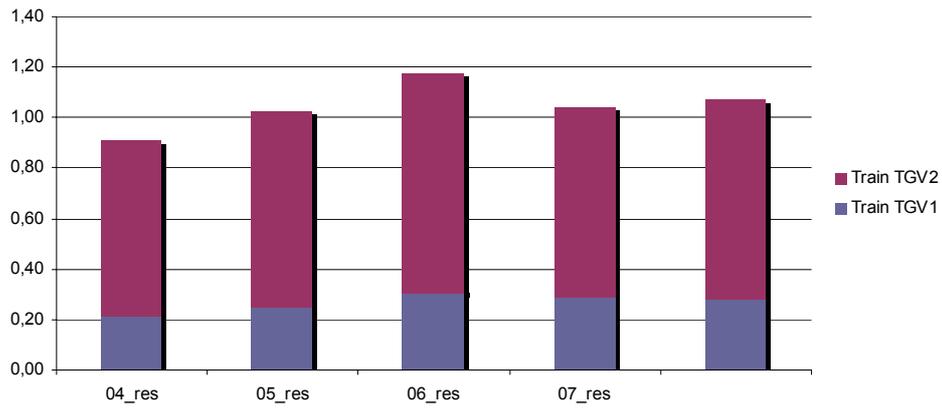


Figure 94 : Evolution du nombre de séjours en TGV entre 2004 et 2007 sur la relation « Ile de France / 83-84-13 »

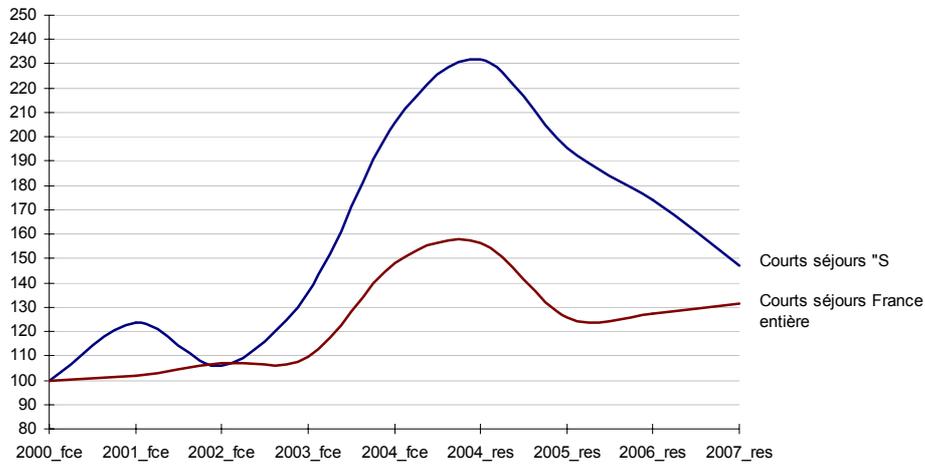
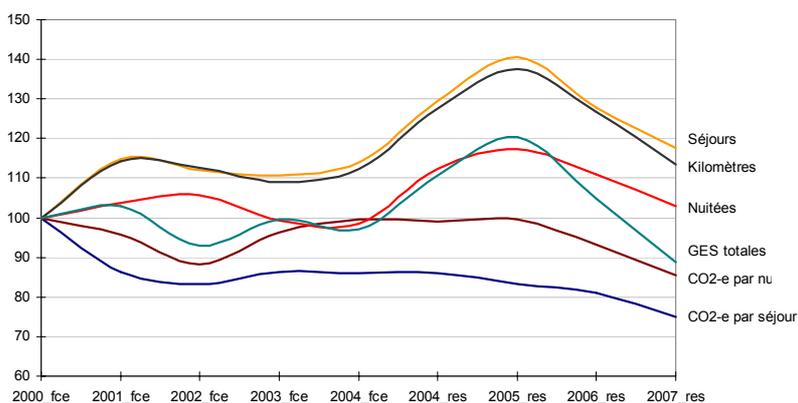


Figure 95 : Evolution des courts séjours « Sud Est » et « France entière »- Base 100 en 2000

Séjours Ile de France / 83-84-13 – Base 100 en 2000



Ensemble des séjours, toutes destinations- Base 100 en 2000

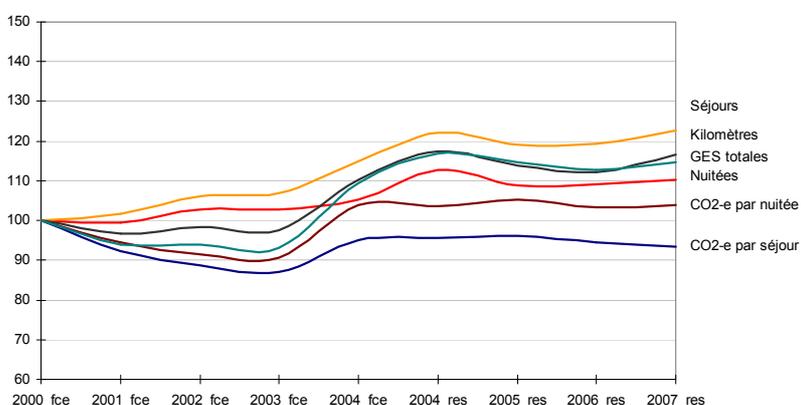


Figure 96 : Evolution comparée de quelques indicateurs : séjours « Sud Est » et ensemble des séjours

3. DEPLACEMENTS VERS L'OUTRE-MER ET DEPENDANCE AU CARBONE

Le tourisme intercontinental, à très longue distance, pose un problème particulier : il est dépendant à 100% ou presque du transport aérien qui n'est peu ou pas substituable par d'autres modes, il présente des ratios d'éco-efficacité (émission de polluants par séjour, par nuitée ou par euros dépensés) très mauvais, et représente une part importante des émissions pour une minorité de séjours.

Le tourisme outre-mer s'insère dans cette problématique, et la complique par l'addition de phénomènes « para-touristiques » : tourisme affinitaire (visite à la famille et aux amis) surdéveloppé, problématique de la continuité territoriale générant mécaniquement des flux, dépendance économique des territoires concernés à la métropole...

Afin de défricher un autre projet de recherche portant spécifiquement sur ce thème¹¹ et mobilisant d'autres sources de données (données des instituts statistiques d'outre-mer, pour un ensemble de territoire), il a été décidé de « défricher » le sujet avec l'enquête SDT.

Les effectifs relativement faibles en cause (peu de séjours décrits) limitent les possibilités de croisement et empêchent de traiter certains territoires (quelques séjours seulement décrits vers la Guyane, par exemple) : on touche là une des limites de l'enquête. Afin d'améliorer la représentativité de l'échantillon il a été décidé de sommer les séjours de la période 2000-2007, et de travailler sur ce cumul. Etant donné les crises de fréquentation d'origine locales (grèves en Guadeloupe en 2009, Chikungunya à La Réunion en 2006) cette méthode permet par ailleurs de s'abstraire de la conjoncture.

Les traitements réalisés permettent une analyse détaillée de chaque territoire, limitée cependant au tourisme en provenance de métropole (ultra-majoritaire aux Antilles, minoritaire en Polynésie). Ne sont présentés ici que la comparaison d'un certain nombre d'indicateurs clés

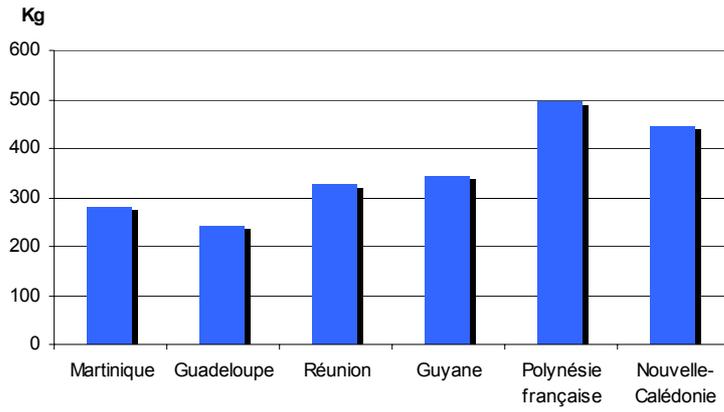
Cumul 2000-2007	Séjours	Nuitées	Distances	Emissions	Emissions par nuitée	Emissions par séjour	Distance AR
Unités	Millions	Millions	Millions km	Tonnes	Kg	Kg	Km
Martinique	2,113	25,514	28882	7147051	280	3383	13670
Guadeloupe	2,436	32,323	32896	7817796	242	3209	13503
Réunion	2,107	29,480	39442	9656921	328	4582	18715
Guyane	0,201	2,812	2830	963073	343	4787	14067
Polynésie française	0,441	6,527	13780	3225770	494	7316	31252
Nouvelle-Calédonie	0,185	3,405	6164	1511818	444	8168	33303

Figure 97 : Caractéristiques des séjours vers l'outre-mer français

Si l'on compare le tourisme outre-mer avec des émissions moyenne des résidents de 191 kg de CO₂-e par séjour et 37 kg de CO₂-e par nuitée, l'outre-mer apparaît particulièrement mal placé, avec des valeurs s'étalant entre 3209 et 8168 kg dans le premier cas, 242 et 494 kg dans le second.

¹¹ Projet « Développement touristique et dépendance au carbone. Etat des lieux et pistes stratégiques pour l'outre-mer français », mené pour le compte de l'Agence française de développement en 2008-2009. Il s'agit, à partir d'analyses basées sur la notion d'éco-efficacité du tourisme (émissions de GES par euro dépensé par les touristes, émissions de GES par euro de valeur ajoutée dans le tourisme), comparée entre différents marchés touristiques et entre différents secteurs économiques, de contribuer à l'intégration de la contrainte carbone dans la définition des futures stratégies touristiques. Le projet porte sur la Martinique, la Guadeloupe, la Guyane, la Réunion, la Polynésie et la Nouvelle-Calédonie.

Emissions par nuitée



Emissions par séjour

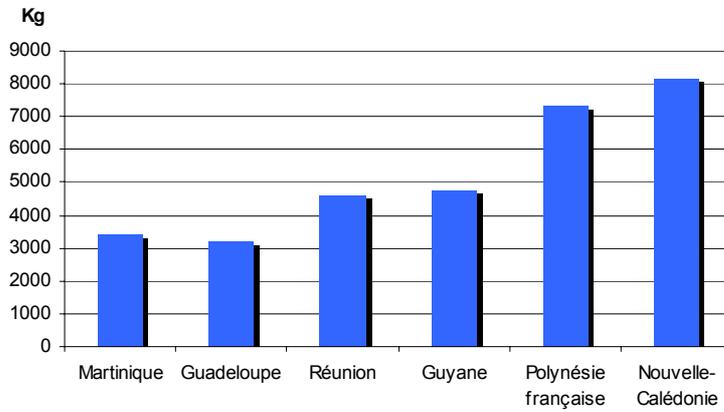


Figure 98 : Quelques ratios d'éco-efficacité pour les séjours vers l'outre-mer français

C) LES ENSEIGNEMENTS DES TYPOLOGIES

La construction de typologies revient à appliquer aux bases de données, construites précédemment et utilisées pour les tris à plat, des traitements permettant de constituer des groupes d'individus (ou de séjours) en minimisant la distance entre les éléments d'un groupe tout en maximisant la distance entre les groupes.

L'objectif est d'obtenir des groupes aussi homogènes que possibles eus égard aux différents critères qui ont été retenus pour exprimer la distance entre les éléments (les « variables actives » qui traitent des comportements de déplacement) et en maximisant au regard de ces mêmes variables la distance entre les groupes.

Les groupes ainsi obtenus sont composés d'éléments proches au regard des variables actives alors qu'il ne le sont pas nécessairement au regard d'autres variables décrivant les individus (ou les séjours) et qui ne sont pas des variables caractérisant les déplacements (ex : âge, sexe, revenus). En clair les groupes sont composés de sous-groupes avec des comportements proches en termes de déplacements, mais qui peuvent être très différents par ailleurs (retraités et professions libérales, classes moyennes sans enfant et travailleurs immigrés).

La contribution des typologies est ainsi de mettre en évidence des proximités de comportements plus ou moins inattendues et qui en tout cas ne se dégagent pas d'évidence à partir de la base de données et des tris à plat.

Plusieurs typologies ont été élaborées. Elles portent sur les individus : typologie des individus en 2006, typologie des individus sur les trois années regroupées 2005-2006-2007, typologie des individus prenant l'avion ; enfin une typologie porte sur les séjours (2006). La méthode utilisée étant la même pour les différents exercices, elle sera détaillée pour la typologie des individus en 2006 et traitée de manière plus allusive pour les typologies suivantes.

I. TYPOLOGIE DES VOYAGEURS EN 2006

I.1. Préparation des données

Cette typologie est la première que nous avons élaborée (dans le courant de 2007) ce qui explique qu'elle a du traiter des données de 2006, l'année la plus récente que mettait alors à notre disposition TNS Sofres, partenaire de la Direction du Tourisme.

Pour réaliser cette typologie, nous nous basons sur le fichier des individus que nous avons créé à partir du fichier des séjours et des allers retours (voir plus haut).

Nous procédons en deux étapes. Dans un premier temps, nous effectuerons une Analyse en Composante Principale, normée pour gérer la présence d'unités différentes pour les variables. Puis dans un deuxième temps nous appliquerons une Classification Hiérarchique Ascendante, pour faire apparaître des groupes de voyageurs homogènes et distincts. Cette classification est faite à partir d'un critère d'agrégation dit de Ward.

L'intérêt de faire une analyse factorielle au préalable est de résumer l'essentiel de l'information de départ tout en filtrant les informations bruitées. Résumer l'essentiel de l'information revient à garder un nombre d'axes correspondant à une partie de l'inertie totale. Le choix du nombre d'axes peut être subjectif mais n'est pas pris par hasard : des techniques permettent de choisir le nombre d'axes optimal en capturant la part d'information la plus essentielle. L'intérêt de coupler l'analyse de données à la classification est de pouvoir classer les individus à partir d'un résumé pertinent d'information et non pas à partir des données brutes. L'information bruitée est ainsi filtrée ; l'une des conditions pour faire de la classification est l'absence de

corrélations entre le variable présent, autrement dit, l'absence de la redondance d'information. L'ACP garantit cette non redondance.

Tels sont les traits généraux de la méthode qu'il convient maintenant de détailler.

Parmi les variables du fichier des individus, nous commençons par sélectionner les variables qui nous paraissent les plus pertinentes pour l'observation de la mobilité et des émissions de gaz à effet de serre.

ÉTUDE PRELABLE DES CORRELATIONS ENTRE LES VARIABLES

Avant de lancer l'ACP, il faut étudier la corrélation entre les variables deux à deux car on doit éviter à la fois une redondance d'information et une indépendance totale des données initiales. Autrement dit, lorsque deux variables sont fortement corrélées entre elles, il vaut mieux en supprimer une des deux car elles apportent la même information et en même temps, il faut que les données présentent une corrélation suffisante pour que l'ACP soit correcte.

Ainsi, la matrice des corrélations fournie par le logiciel SPAD, montre que la part des distances et la part de CO₂-e émis sont fortement corrélées, de même que la part de CO₂-e émis par mode de transport et la part de séjours effectués par mode de transport¹².

	pdist_voit	pdist_train	pdist_avion
pco2_voit	0,94	-0,08	-0,36
pco2_train	-0,24	0,78	-0,08
pco2_avion	-0,30	-0,03	0,96

	PS_voiture	PS_tgv	PS_autre_train	PS_avion
pco2_voit	0,81	-0,07	-0,10	-0,32
pco2_train	-0,23	0,53	0,52	-0,07
pco2_avion	-0,11	0,03	0,03	0,83

Nous éliminons donc les variables suivantes de notre analyse :

pdist_voit	Part des distances effectuées en voiture
pdist_train	Part des distances effectuées en train
pdist_avion	Part des distances effectuées en avion
pco2_voit	Part de Co2 émis en voiture
pco2_train	Part de Co2 émis en train
pco2_avion	Part de Co2 émis en avion

... et gardons les parts des séjours selon les moyens de transports (PS_voiture, PS_tgv, PS_autre_train, PS_avion)

Le tableau présente des coefficients de corrélation de Pearson associé à leur pvalue, deux indicateurs de la corrélation.

¹² On considère que deux variables sont fortement corrélées si le coefficient de corrélation de Pearson est supérieur à 0.67 ou inférieur à -0.67.

Le coefficient de Pearson est compris entre [-1,1] et se calcule de la manière suivante :

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{COV}(x,y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

Avec $\text{COV}(x,y)$ la covariance entre les variables x et y , et $\sigma_x \sigma_y$ le produit de leur écart type.

Lorsque le coefficient de corrélation est proche de 0 alors les deux variables sont non corrélées. S'il est proche de 1 (respectivement de -1) alors il y a une relation positive (respectivement négative) entre les deux variables. Quant à la pvalue, si elle est inférieure à 0.05 alors la corrélation est significative.

D'après la matrice de corrélation, la part de séjours effectués en France métropolitaine est corrélée positivement et de manière significative avec, respectivement, la part de courts séjours, la part des séjours affinitaires, la part des séjours effectués en voiture et la part des distances effectuées en dehors de la région de résidence.

Par ailleurs, il existe une relation négative entre la part des séjours effectués en avion et les variables associées à des séjours courts, effectuées dans la région de résidence, en voiture ou en train. Cependant, ces relations ne sont pas très fortes, elles marquent une faible opposition. La part des séjours en avion sera en revanche corrélée de façon positive avec les variables associées à des séjours effectués à l'hôtel, à l'étranger et fortement émetteurs de GES.

Rappelons toutefois que la corrélation entre deux variables n'implique aucune relation de cause à effet et qu'il existe sans doute une troisième variable non mesurée dont dépendent les deux autres. Ceci justifie le recours à l'ACP, une méthode qui rend mieux compte des relations multidimensionnelles entre les différentes variables.

DICTIONNAIRE DES VARIABLES SELECTIONNEES

Les variables continues actives

Nom de la variable	Libellé de la variable
nb_sej_perso	nombre de séjours personnels
nb_ar_perso	nombre d'excursions personnelles
PS_affinitaire	Part des séjours personnels avec pour motif la visite à de la famille, amis..
PS_agrement	Part des séjours personnels avec pour motif les vacances, le loisir..
PS_non_march	Part des séjours personnels dans des hébergements non marchands
PS_voiture	Part des séjours personnels en voiture
PS_tgv	Part des séjours personnels en TGV
PS_autre_train	Part des séjours personnels en autre train (TER, corail...)
PS_avion	Part des séjours personnels en avion
PS_hotel	Part des séjours personnels à l'hôtel
PS_camping	Part des séjours personnels en camping
PS_court	Part des courts séjours personnels
PS_long	Part des longs séjours personnels
PS_france_metro	Part des séjours personnels en France métropolitaine
PS_GB_UE_Magh	Part des séjours personnels en Union européenne (+ Maghreb et Grande
PS_etrange	Part des séjours personnels à l'étranger
pdist_prop_reg	Part des distances effectuées dans la région de résidence
pdist_hors_reg	Part des distances effectuées hors de la région de résidence
pdist_eur_magh	Part des distances effectuées en Europe et au Maghreb
pdist_etrange	Part des distances effectuées à l'Étranger (hors Europe et Maghreb)

CO2_totale Emission totale de Co2

Les variables continues illustratives

Nom de la variable	Libellé de la variable
nb_sejpro_pro	Le nombre de séjours professionnels
nb_arpro_pro	Le nombre d'excursions professionnelles en France métropolitaine
nb_sejpro_france_metro	Le nombre de séjours professionnels en France métropolitaine
nb_sejpro_etranger	Le nombre de séjours professionnels à l'Etranger
nb_sej_etranger	Le nombre de séjours à l'Etranger

Les variables nominales illustratives

Nom de la variable	Libellé de la variable
region_insee	La région de résidence
agglo	Le type d'agglomération du lieu de résidence
pcs_kish	La catégorie socioprofessionnelle de la personne interrogée
sexek	Le sexe de la personne interrogée (1=homme)
agek	L'âge de la personne interrogée
revenu	Le revenu
taille_foyer	Le nombre de personne étant rattaché au foyer
enfant	Le nombre d'enfants
R2	La possession d'une résidence secondaire (1=oui)

STATISTIQUES DESCRIPTIVES SUR LES VARIABLES ACTIVES

Libellé de la variable	Moyenne	Ecart-type
nb_sej_perso	3,6	4,7
nb_ar_perso	0,9	1,9
co2_total (en kg eq CO2)	570,8	1184,4
PS_affinitaire	31,6	37,3
PS_agrement	36,2	39,2
PS_non_march	38,8	40,1
PS_voiture	54,8	44,6
PS_tgv	5,4	17,4
PS_autre_train	3,2	13,7
PS_avion	5,7	17,6
PS_hotel	12,4	25,2
PS_camping	6,3	20,2
PS_court	33,1	37,0
PS_long	35,1	37,9
PS_france_metro	64,2	44,3
PS_GB_UE_Magh	7,6	20,7
PS_etranger	1,8	9,6

pdist_prop_reg	9,5	28,9
pdist_hors_reg	59,5	48,0
pdist_eur_magh	5,3	19,4
pdist_etranger	4,3	18,4

Lecture : un individu effectue en moyenne 3,6 séjours pour un motif personnel dans l'année. Parmi ces séjours, en moyenne 54,8% d'entre eux représentent des séjours effectués en voiture et 64,2% d'entre eux sont effectués en France métropolitaine.

La variable qui nous intéresse principalement est la part de CO2-e émis. On voit qu'en moyenne un individu émet 570kg de CO2-e. Il est intéressant de voir que l'écart-type est considérable, ce qui suggère d'étudier de plus près la distribution de CO2-e émis.

Quantile	Estimation du Co2 émis (en tonne eq Co2)
100% Max	24,470
99%	6,197
95%	2,630
90%	1,224
75% Q3	0,483
50%	0,154
Médiane	
25% Q1	0
10%	0
5%	0
1%	0
0% Min	0

Figure 99 : Distribution en quantile du CO2 émis par les individus.

25% des individus ne partent pas et donc n'émettent pas de CO2 dans le cadre touristique.

La médiane est de 154 kg de CO2-e, ce qui signifie que 50% des individus émettent en dessous de ce seuil alors que les autres 50% d'individus émettent entre 154 kg et 24 tonnes de CO2-e. On remarque notamment que 10% des individus émettent plus d'une tonne de CO2-e.

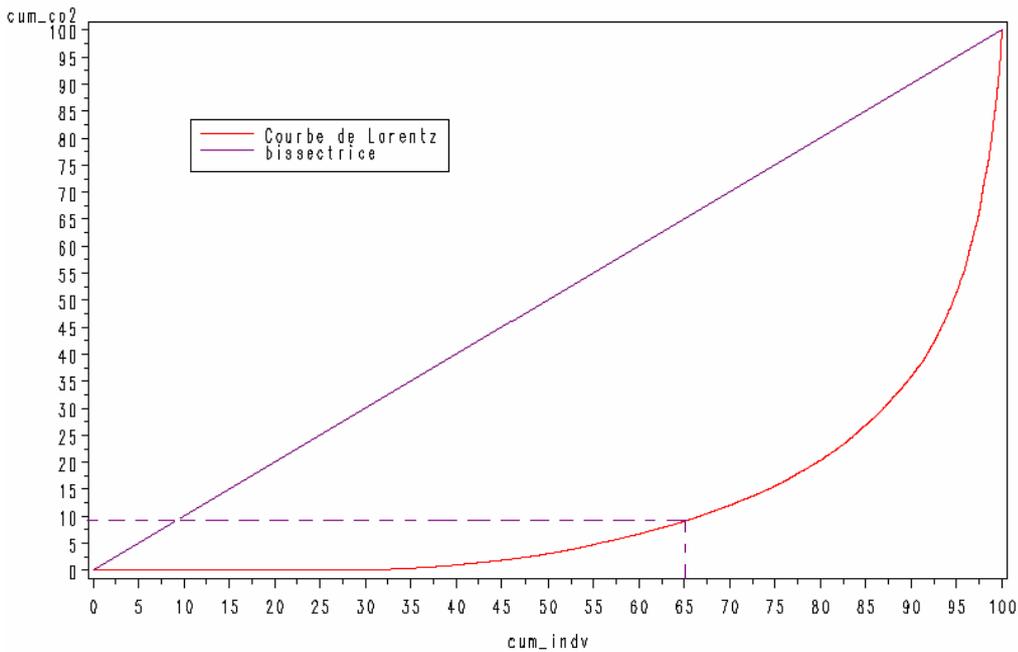


Figure 100 : Emissions cumulées en fonction des individus

La courbe de Lorenz reflète une situation très inégalitaire : elle est très éloignée de la droite d'équi-répartition. D'après ce graphique, 65% des individus émettent 10% du CO₂-e. Par conséquent, un groupe minoritaire d'individu émet la majorité des émissions. En effet, 5% des individus émettraient près des 50% d'émissions de GES. Quel est ce groupe de voyageurs qui pollue le plus ? Quelles sont les caractéristiques individuelles des individus qui ne partent pas en voyage? etc. La typologie va ainsi nous renseigner sur le comportement de divers groupes de voyageurs et par ailleurs, va nous permettre de comprendre la relation de certaines variables avec le taux d'émission de GES.

STATISTIQUES DESCRIPTIVES SUR LES VARIABLES ILLUSTRATIVES :

Les caractéristiques individuelles sont des informations intéressantes pour comprendre le comportement des voyageurs.

On peut rappeler certaines caractéristiques de la base d'individus représentative de la population française des plus de 15 ans en 2006 et les questionnements qu'elles suggèrent.

Agl	Part (en %)
petite	18,0
moyenne	14,0
grande	29,1
Ruraux	24,3
Ag Par	14,7

29,1% des individus vivent dans une grande agglomération et 14,7% vivent dans une agglomération parisienne. On peut se demander si les individus venant d'une grande

agglomération bien desservis par les différents modes de transports (notamment le rail et l'avion), auront quand même tendance à privilégier la voiture...

Age	Part (en %)
50/59 ans	15,0
70 ans et plus	25,3
20/29 ans	7,2
40/49 ans	14,3
moins de 20 ans	2,0
30/39 ans	15,6
60/69 ans	20,6

50,9 % des individus ont plus de 50 ans. Seuls 2% des individus de notre base ont entre 15 et 20 ans. Quelle est l'influence de l'âge sur la mobilité des voyageurs ?

Sexe	Part (en %)
Homme	44,7
Femme	55,3

Res_sec	Part (en %)
Pas de res	87,7
Residence2	12,3

12,3% des individus possèdent une résidence secondaire. Sont-ils caractérisés par une mobilité totale supérieure, quelles formes de mobilité privilégient-ils ?

Rev	Part (en %)
20000-50000F	19,0
12500-20000F	35,4
6000-12500F	36,6
moins de 6000F	7,9
>50000F	0,7
Réponse manquante	0,4

Les classes moyennes sont majoritaires dans l'échantillon : près de 70% des individus ont un revenu compris entre 1000 et 3000 euros. Le renforcement des classes moyennes a été pour beaucoup dans l'essor du tourisme ; jusqu'à quel point le revenu explique-t-il le pratiques de fortes mobilité : certains segments de la population voyagent –ils plus que leur revenu ne le laisserait penser ?

pcs_kish	Part (en %)
prof inter	12,5
retraite	44,9

employé	16,2
ouvrier	8,5
autre inactive	9,5
cadre,prof	6,3
artis,commerç	1,5
agriculteur	0,5

Les retraités représentent une part importante la base des individus. Ils sont près de 45%. On peut se demander si les retraités font partie ou non de ceux qui partent le plus en voyage parce qu'ils auraient plus de temps libre.

Taille_foyer	Part (en %)
1	29,3
2	41,9
3	11,9
4	11,7
5	4,3
6	0,6
7	0,2

Enfants	Part (en %)
0 enfant	80,4
1 enfant	8,6
2 enfants	8,1
3 enfants	2,5
>3 enfants	0,3

80,4% des individus de la base n'ont pas d'enfant à charge et près de 30% sont célibataires. Quelle est l'influence de la composition du ménage sur les pratiques de voyages d'agrément ?

1.2. L'Analyse en composante principale

Analyse factorielle et analyse en composante principale

L'analyse factorielle est une technique de représentation des données dont le but est de résumer l'information initiale dans un espace de plus petite dimension tout en perdant le moins d'information possible. Simplifier l'information de départ est essentiel lorsqu'elle est complexe.

L'enjeu ne consiste donc pas seulement à décrire l'ensemble des informations à disposition telle que le ferait une analyse descriptive, mais à explorer, à analyser, à fournir une interprétation de la réalité cachée derrière les données sans avoir d'hypothèse au préalable.

L'analyse en composante principale est une des méthodes de l'analyse factorielle. Elle s'applique à des tableaux où sont croisés les individus en lignes et les variables *quantitatives* en colonnes. L'objet étant de quantifier la distances entre les individus (c'est à dire mesurer leurs similitudes ou leurs différences) en prenant en compte l'information disponible (c'est à dire l'ensemble des variables).

Lorsque les unités de mesure des variables sont différentes, il faut faire une analyse normée pour améliorer la mesure de cette distance. Pour cela, on centre et réduit les variables afin de

les rendre comparables. Par ailleurs, on doit pondérer les individus car ils n'ont pas la même importance du fait de l'existence de non-répondants.

Les coordonnées des variables artificielles issues de la combinaison linéaire des variables d'origine vont déterminer des axes que l'on appelle composantes principales. Ces axes représentent un groupe de variables non corrélées entre elles. Chaque axe apporte ainsi une information différente, les points projetés sur les nouveaux axes sont de corrélation nulle.

On cherchera ainsi à choisir les composantes principales (ou axes) les plus pertinentes pour en extraire la meilleure information. On cherchera ensuite à mettre en évidence des liaisons entre les variables telles que les corrélations linéaires positives, négatives ou nulles ainsi qu'à évaluer la qualité de représentation de ces variables sur ces composantes principales.

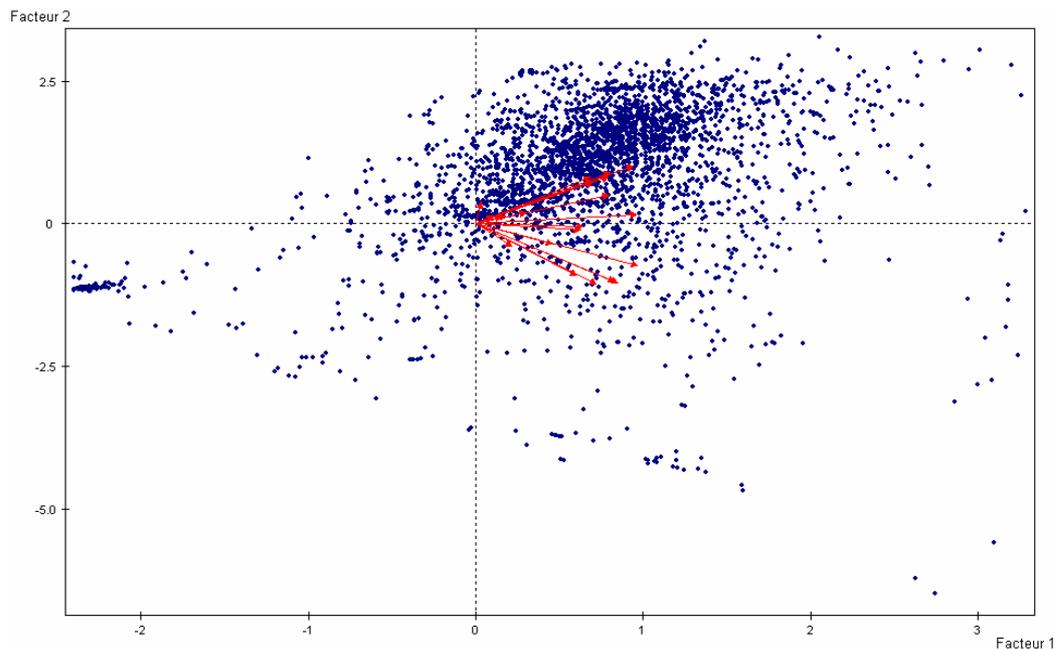
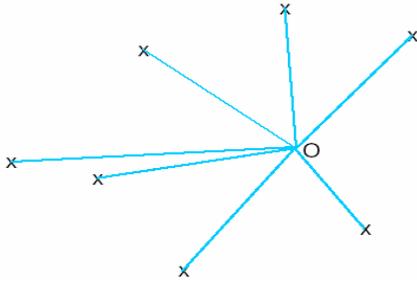


Figure I01 : Représentations des points individus et des anciens axes unitaires

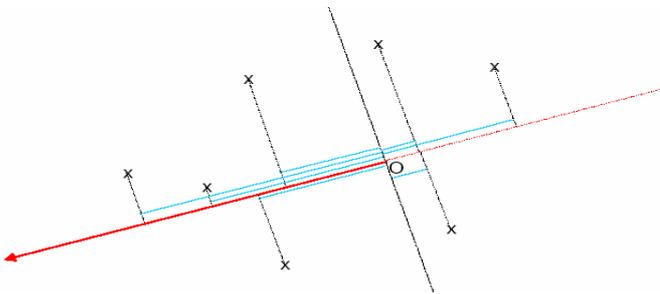
A l'instar d'une droite de régression, les anciens axes unitaires (en rouge sur le graphique) cherchent à passer le plus près des points individus (en bleu) pour expliquer le phénomène qui se cache derrière les données.

L'inertie projetée

Définition 1 : *L'inertie* est la somme des carrés des distances qui relient chaque point du nuage à un point quelconque de l'espace.



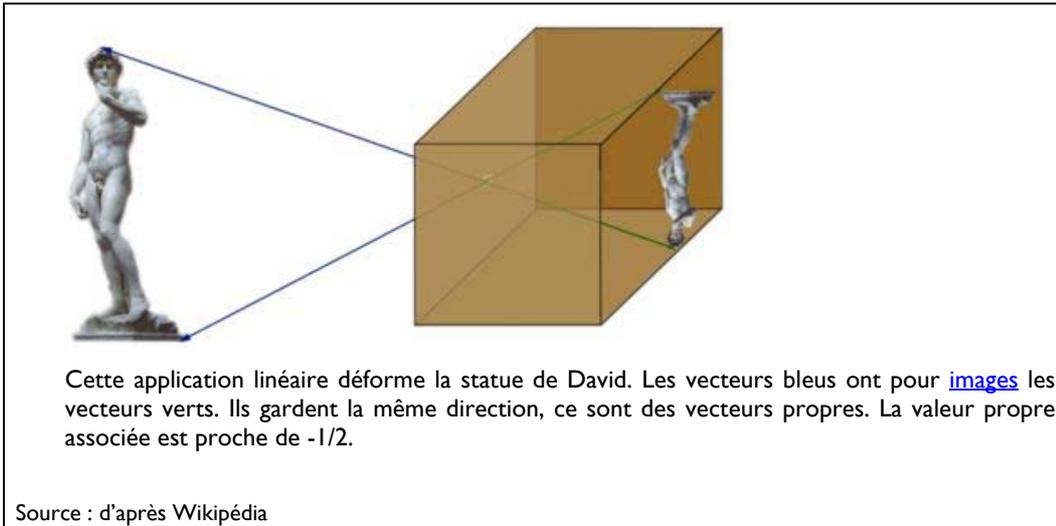
Définition 2 : *L'inertie projetée* est la somme des carrés des longueurs des projections de chaque point du nuage sur une direction quelconque.



L'inertie projetée croît lorsque la projection se fait sur l'axe d'étirement maximal du nuage de points. C'est sur cet axe d'étirement maximal que l'on peut voir le plus de choses. Ainsi pour voir au mieux le nuage de points, c'est à dire pour maximiser l'inertie projetée, il nous faut connaître les directions maximales d'étirement du nuage de points. Les axes conservant le maximum d'inertie seront ceux portés par les vecteurs propres associés aux plus grandes valeurs propres.

Le concept de vecteur propre

Le concept de vecteur propre est une notion [algébrique](#) s'appliquant à une [application linéaire](#) d'un espace dans lui-même. Il correspond à l'étude des axes privilégiés, selon lesquels l'application se comporte comme une dilatation, multipliant les vecteurs par une même constante. Ce rapport de dilatation est appelé valeur propre, les vecteurs auxquels il s'applique vecteurs propres, réunis en un espace propre. Le graphique illustre ces notions



LE CHOIX DU NOMBRE D'AXES

L'enjeu est de trouver le nombre d'axes qui optimise l'interprétation des informations sans omettre des informations pertinentes et sans rajouter trop d'informations ce qui complexifierait la structure des données ?

Une valeur propre étant associée à un axe (encadré ci-dessus), étudier ces valeurs propres et retenir les inerties qui leurs sont associées revient à retenir les axes associés.

Une première façon de choisir le nombre d'axes est de prendre tous ceux pour lesquels la valeur propre est supérieure à 1. C'est la méthode la plus simple mais pas toujours la meilleure.

Numéro	Valeur propre	Pourcentage	Pourcentage cumulé
1	5,7164	16,81	16,81
2	5,4659	16,08	32,89
3	3,2670	9,61	42,50
4	2,3362	6,87	49,37
5	2,0067	5,90	55,27
6	1,5998	4,71	59,98
7	1,3520	3,98	63,95
8	1,1141	3,28	67,23
9	1,0905	3,21	70,44
10	1,0304	3,03	73,47
11	1,0051	2,96	76,42
12	0,9802	2,88	79,31
13	0,9298	2,73	82,04
14	0,8807	2,59	84,63
15	0,8641	2,54	87,17
16	0,6948	2,04	89,22
17	0,5551	1,63	90,85
18	0,5239	1,54	92,39
19	0,4499	1,32	93,71

20	0,4058	1,19	94,91
21	0,3626	1,07	95,97
22	0,2901	0,85	96,83
23	0,2227	0,66	97,48
24	0,1786	0,53	98,01
25	0,1479	0,43	98,44
26	0,1376	0,40	98,85
27	0,0921	0,27	99,12
28	0,0811	0,24	99,36
29	0,0775	0,23	99,58
30	0,0494	0,15	99,73
31	0,0418	0,12	99,85
32	0,0328	0,10	99,95
33	0,0124	0,04	99,99
34	0,0049	0,01	100,00

Figure I02 : Tableau des valeurs propres

En suivant cette méthode, nous serions amenés à choisir onze axes, ce qui reviendrait à capturer 76,42% de l'information totale, peut être trop d'informations par rapport à ce que nécessite l'interprétation.

La méthode du coude est une deuxième façon de choisir le nombre d'axes.

AXE	POURCENTAGE D'INERTIE CUMULE	REPRESENTATION DE LA PERTE D'INERTIE
1	16.81	*****
2	32.89	*****
3	42.50	*****
4	49.37	*****
5	55.27	*****
6	59.98	*****
7	63.95	*****
8	67.23	*****
9	70.44	*****
10	73.47	*****
11	76.42	*****
12	79.31	*****
13	82.04	*****
14	84.63	*****
15	87.17	*****
16	89.22	*****
17	90.85	*****
18	92.39	*****
19	93.71	*****

Figure I03 : Histogramme des dix neuf premières valeurs propres

Cette méthode consiste à couper dès lors que l'on voit apparaître un « décrochage » ou également appelé un « coude », c'est à dire là où la perte d'inertie devient très grande. Ici par exemple, on peut couper après les deux, trois ou cinq premiers axes.

Une autre méthode consiste à calculer la différence seconde et à prendre les axes qui précèdent celle où la valeur de la différence seconde devient négative. On peut également obtenir un graphique plus parlant.

PALIER	VALEUR DU
--------	-----------

ENTRE	PALIER	
2 -- 3	1268.09	*****
3 -- 4	601.35	*****
7 -- 8	214.28	*****
5 -- 6	159.04	*****
16 -- 17	108.47	*****
9 -- 10	34.67	**
26 -- 27	34.45	**
13 -- 14	32.43	**
18 -- 19	29.79	**
15 -- 16	29.57	**
22 -- 23	23.31	*
29 -- 30	20.39	*
24 -- 25	20.38	*
23 -- 24	13.39	*
6 -- 7	9.94	*
27 -- 28	7.31	*
21 -- 22	5.01	*
12 -- 13	1.32	*

Figure 104 : Histogramme des paliers entre les différences secondes

On utilise de la même façon la méthode du coude pour identifier les points de rupture ; on peut retenir ici, soit 2, soit 3, voire 4 axes.

Tenant compte des divers résultats de ces méthodes, nous décidons de retenir 5 axes ce qui constitue le nombre maximum d'axes interprétables et revient à capturer 49,37% de l'inertie totale, ce qui est suffisamment élevé.

INTERPRETATION DES AXES

L'interprétation consiste en une étude des corrélations entre les composantes principales et les variables initiales du tableau de données. Comme une composante principale est une combinaison linéaire des variables initiales, rechercher à interpréter un axe revient à rechercher les variables d'origine qui contribuent le plus à sa construction, soit les plus corrélées.

Les aides à l'interprétation

Les aides à l'interprétation viennent compléter l'interprétation graphique qui peut être parfois trompeuse.

On s'appuie principalement sur deux types d'indicateurs.

La contribution (part de l'inertie d'un axe factoriel expliquée par un point du nuage) qui mesure la participation de la modalité, de la variable ou de l'individu à la construction de l'axe.

La qualité : Il s'agit d'un indicateur qui évalue la distance d'un point relative à un axe factoriel. Il mesure ainsi la qualité de projection d'un élément sur l'axe. Cet indicateur nous permet d'éviter l'illusion graphique car deux points projetés sur un plan factoriel peuvent sembler proches mais elles peuvent être éloignées en hauteur. Cet indicateur est compris entre 0 et 1. Lorsque la qualité vaut 1, cela signifie que la variable se situe sur le plan factoriel. On cherchera donc à avoir une qualité proche de 1. Les individus ou les variables contribuant bien aux axes du plan sont associés à une valeur proche de 1.

Le premier plan factoriel est constitué par les deux premiers axes qui expliquent le mieux la dispersion des points disponibles. Il capture la plus grande part de l'inertie expliquée : il représente environ 32,89% de l'inertie totale sachant qu'on en retient 49,37% après la sélection du nombre d'axes.

Pour caractériser l'axe on classe les variables actives dans l'ordre décroissant de leur contribution et on retient toutes les variables pour lesquelles la contribution est supérieure à la contribution moyenne. Autrement dit, les variables qui ont une bonne contribution sont celles qui attirent l'axe vers elles et le déterminent le plus. C'est donc par conséquent au travers d'elles que nous chercherons à donner un sens à cet axe.

Libellé de la variable	Axe 1	contribution	Cos2 ¹³
co2_total	0,67	10,21	44,63
pdist_hors_reg	0,66	10,06	43,94
PS_france_metro	0,65	9,75	42,59
pdist_etranger	0,59	7,95	34,76
pdist_eur_magh	0,58	7,57	33,09
PS_voiture	0,56	7,12	31,13
nb_sej_perso	0,55	6,92	30,24
PS_non_march	0,55	6,86	29,97
PS_etranger	0,50	5,62	24,58
PS_court	0,48	5,36	23,44
PS_affinitaire	0,48	5,17	22,58

Figure 105 : Les aides à l'interprétation de l'axe 1

Nous n'avons gardé que les variables les plus contributives de l'axe, c'est à dire les variables dont la contribution est supérieure à 4,76.

Sur l'axe 1, on a un effet taille : toutes les variables sont de coordonnées positives et situées du même côté du cercle des corrélations comme nous le voyons sur le graphique. Cela signifie que les variables sont fortement corrélées positivement entre elles. Les variables prennent toute une valeur plus élevée que celle de la moyenne en même temps. Nous sommes alors en présence de « grands » voyageurs et de « petits » voyageurs, d'où le nom d'effet taille. On cherche d'habitude à éliminer l'effet taille car cela peut masquer des informations importantes telle que l'indépendance de certaines variables : nous le conserverons mais nous nous intéresserons plus à l'interprétation des axes suivants.

L'axe 1 n'étant pas facilement interprétable du fait de l'effet taille, nous nous intéressons au plan factoriel défini par les axes 2 et 3. Ce plan représente environ 29% de l'inertie totale.

Libellé de la variable	Axe 2	contribution	Cos2	Libellé de la variable	Axe 3	contribution	Cos2
PS_france_metro	0,64	11,18	41,35	PS_agrement	0,762	25,42	58,08
PS_voiture	0,57	8,84	32,71	PS_long	0,590	15,26	34,88
PS_non_march	0,53	7,50	27,73	PS_camping	0,487	10,39	23,74
PS_affinitaire	0,52	7,39	27,32	PS_GB_UE_Magh	0,34863	5,32	12,15
PS_court	0,46	5,73	21,20	PS_non_march	-0,336	4,94	11,29
Co2_total	-0,47	6,01	22,21	PS_affinitaire	-0,454	9,05	20,69
PS_avion	-0,58	8,96	33,12				
pdist_eur_magh	-0,65	11,36	42,03				
pdist_etranger	-0,66	11,87	43,90				
PS_etranger	-0,67	12,14	44,88				

¹³ Le Cos2 est le cosinus carré de l'angle formé par le point et l'axe (en %). C'est la qualité de représentation sur l'axe

Figure 106 : Les aides à l'interprétation des axes 2 et 3

Sur l'axe 2, on trouve une opposition entre les séjours effectués en France et les séjours effectués à l'étranger. Du côté positif de l'axe, ce sont les séjours en France effectués en voiture pour une durée assez courte avec pour motif de déplacement la visite à de la famille ou a des amis. Ces séjours sont principalement passés dans des hébergements non marchands. Du côté négatif de l'axe, ce sont les séjours effectués en Europe ou à l'Étranger lointain par avion et émettant un fort taux de CO2.

Sur l'axe 3, on trouve une opposition entre les séjours de loisir et les séjours affinitaires. Du côté positif de l'axe, nous avons les séjours d'agrément et de loisirs qui sont souvent des séjours de longue durée, effectués en Europe ou au Maghreb et passés principalement dans des hébergements marchands tels que le camping. Du côté négatif de l'axe, ce sont les séjours qui ont pour motif la visite à de la famille ou à des amis. Ils se font pour la plupart en hébergement non marchand.

Libellé de la variable	Axe 4	contribution	Cos2
PS_GB_UE_Magh	0,66	27,74	42,96
PS_hotel	0,43	11,94	18,49
PS_tgv	0,36	8,39	12,99
PS_avion	0,29	5,55	8,59
PS_voiture	-0,29	5,27	8,17
PS_camping	-0,48	14,59	22,59

L'axe 4 oppose les séjours « hôtel » aux séjours « camping ». Du côté positif de l'axe, nous avons les séjours passés dans des hôtels effectués en Europe ou au Maghreb dont les modes de transport principaux sont le train et l'avion. Du côté négatif de l'axe, nous avons les séjours passés dans un camping dont le mode de transport principal est la voiture.

Libellé de la variable	Axe 5	Contribution	Cos2
PS_court	0,51	18,23	25,90
PS_hotel	0,45	14,13	20,07
nb_ar_perso	0,39	10,72	15,23
PS_non_march	-0,30	6,52	9,26
PS_tgv	-0,42	12,60	17,91
PS_long	-0,53	19,52	27,74

L'axe 5 oppose les séjours « courts » aux séjours « longs ». Du côté positif de l'axe, nous avons les courts séjours effectués à l'hôtel et également des allers retours à la journée. Du côté négatif de l'axe, ce sont des séjours longs dont une part importante est effectuée en train dans des hébergements non marchands.

L'analyse des données révèle donc 5 axes suffisamment interprétables sur lesquelles nous pouvons nous baser pour effectuer notre classification. La caractérisation des classes sera plus performante car nous avons filtré l'information bruitée auparavant.

I.3. Classification

La Classification hiérarchique ascendante permet de faire des regroupements d'individus en utilisant le critère de Ward. Cet algorithme consiste à agréger successivement deux objets (ici, des individus) les plus proches à chaque itération. Cela revient à minimiser l'inertie intra-classe et à maximiser l'inertie inter-classe à chaque étape. On obtiendra ainsi au final des classes les plus homogènes possibles et les plus dissemblables entre elles.

LE CHOIX DU NOMBRE DE CLASSES

DESCRIPTION DES	50	NOEUDS	D'INDICES	LES PLUS	ELEVES
NUM. AINE BENJ	EFF.	POIDS	INDICE	HISTOGRAMME	DES INDICES DE NIVEAU
9010 8974 8984	149	273.75	0.02854	*	
9011 8942 8977	69	160.42	0.02868	*	
9012 8967 8965	158	302.46	0.02928	*	
9013 8917 8956	283	611.22	0.02982	*	
9014 9008 8908	97	184.43	0.03078	*	
9015 9011 8972	87	208.37	0.03340	*	
9016 8969 8986	61	152.18	0.03522	*	
9017 8948 8963	71	187.83	0.03567	*	
9018 8920 8901	35	60.86	0.03780	*	
9019 9007 8905	124	277.03	0.03788	*	
9020 8981 8672	197	484.38	0.04002	*	
9021 8991 8906	91	176.72	0.04271	*	
9022 8999 8992	141	333.64	0.04307	*	
9023 9016 8983	97	212.54	0.04554	*	
9024 8976 8998	223	418.08	0.04691	*	
9025 8990 9004	128	272.25	0.04766	**	
9026 8949 8996	100	211.44	0.04794	**	
9027 8225 8975	1112	2506.98	0.04875	**	
9028 8993 9018	83	168.28	0.04900	**	
9029 8995 9013	432	927.99	0.05009	**	
9030 9015 9017	158	396.20	0.05334	**	
9031 8989 9009	144	393.94	0.05430	**	
9032 8994 8897	179	369.79	0.05664	**	
9033 9025 9005	148	316.34	0.06378	**	
9034 9003 8997	479	1037.73	0.07353	**	
9035 9019 8988	272	611.95	0.07803	**	
9036 9027 8571	1162	2613.52	0.08333	**	
9037 9028 8928	93	187.52	0.09216	**	
9038 9030 9032	337	765.99	0.09910	***	
9039 9026 9012	258	513.90	0.09920	***	
9040 9033 9014	245	500.77	0.09965	***	
9041 9034 9024	702	1455.81	0.10975	***	
9042 9021 9039	349	690.62	0.11927	***	
9043 8987 9000	114	260.07	0.11946	***	
9044 9006 9031	215	622.26	0.11977	***	
9045 9029 9010	581	1201.74	0.17524	****	
9046 9022 9041	843	1789.46	0.22668	*****	
9047 9035 9020	469	1096.33	0.25573	*****	
9048 9043 9038	451	1026.06	0.25892	*****	
9049 9040 9002	269	554.86	0.26484	*****	
9050 9045 9046	1424	2991.20	0.31847	*****	
9051 9047 9037	562	1283.86	0.36377	*****	
9052 2264 9050	1425	2996.29	0.40510	*****	
9053 9044 9051	777	1906.11	0.54156	*****	
9054 9023 9052	1522	3208.83	0.70141	*****	
9055 9042 9054	1871	3899.45	0.75465	*****	
9056 9048 9053	1228	2932.18	0.92408	*****	
9057 9056 9055	3099	6831.62	1.37077	*****	
9058 9049 9057	3368	7386.48	3.06848	*****	
9059 9036 9058	4530	10000.00	3.78063	*****	
SOMME DES INDICES DE NIVEAU = 18.09712					

Dans le tableau ci dessus la description des nœuds de la hiérarchie correspond à l'historique de la formation des classes. La somme en niveau indique l'inertie totale. L'indice indique l'inertie intra-classe. Celle-ci est nulle au début et devient de plus en plus grande à chaque itération, mais

elle doit être la plus faible possible. On utilise une fois de plus la méthode du coude pour couper l'histogramme lorsque le saut de l'inertie intra entre chaque itération devient grand. Deux coupures sont envisageables (trait noir ou trait bleu). Afin de distinguer le plus de classes possibles pour pouvoir affiner l'étude du comportement des voyageurs, nous choisissons de couper au trait noir pour créer le plus de classes interprétables possibles.

Numéro	Ainé	Benjamin	Nb d'éléments terminaux du noeud	Poids du noeud	Indice de niveau
9057	9056	9055	3099	6831,62	1,37077
9058	9049	9057	3368	7386,48	3,06848
9059	9036	9058	4530	10000,00	3,78063

Lorsque l'on coupe au trait noir, les autres classes ne seront plus formées. Les éléments terminaux qui restent sont ceux inférieurs à 9057 arrivants après la coupure. Nous obtenons ainsi 6 classes.

DESCRIPTION DES CLASSES

La caractérisation des classes se fait grâce à la valeur test, outil qui fournit en particulier les modalités actives et illustratives les plus contributives à chaque classe.

Encadré 4 : La valeur-Test

Lorsque l'on souhaite explorer de grands tableaux de données numériques, la valeur test est un bon critère qui permet de balayer au premier coup d'œil les traits saillants, aussi bien sur les données brutes que sur les résultats des analyses factorielles ou des classifications.

Ranger des éléments par valeurs tests décroissantes revient à ranger les variables d'un axe factoriel ou l'ensemble des modalités caractérisant un groupe d'individus par ordre de leur importance.

Pour caractériser un groupe par des variables continues, on considère l'écart entre la moyenne d'une variable dans le groupe k et sa moyenne générale. Plus cet écart est « significatif », mieux la variable caractérise le groupe k . Les variables qui caractérisent le plus le groupe des n_k individus sont celles qui sont associées à une petite probabilité critique ou bien à une grande valeur test.

La **valeur test** s'exprime en nombre d'écarts types d'une loi normale. Elle est issue du test de comparaison de moyennes et s'écrit de la manière suivante :

$$u = \frac{(m_k - m)}{s_k}$$

Avec m_k la moyenne des n_k observations du groupe à caractériser, m la moyenne théorique et s_k l'écart type des n_k observations.

La valeur test permet d'évaluer en quelque sorte la distance moyenne générale et la moyenne dans le groupe, en nombre d'écart d'une loi normale. C'est cette unité commune qui permet de comparer et trier par ordre d'importance les modalités caractéristiques d'un groupe d'individus et ainsi de faire ressortir pour chaque classe par exemple, les modalités les plus contributives.

De plus, on attribue un signe à la valeur test. Si le terme est positif (respectivement négatif), le groupe est caractérisé par les valeurs fortes (respectivement faibles) de la variable

Figure 107 : Valeurs-Tests des centres de classes après consolidation. Coupure 'b' de l'arbre en 6 classes

Libellé	Effectif	Poids absolu	Distance à l'origine	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
Classe 1 / 6	1599	3353,99	4,42061	23,23900	42,60940	25,32170	2,29877	-4,51389
Classe 2 / 6	270	544,43	15,75750	4,64414	7,69235	1,71004	22,10110	26,75780
Classe 3 / 6	877	2137,88	5,05347	6,45953	8,67362	-41,86560	-23,54550	-3,25030
Classe 4 / 6	351	791,24	13,79170	6,20377	-13,69770	-23,03000	38,93490	-4,51760
Classe 5 / 6	256	528,75	57,60760	40,24340	-44,41650	18,86880	-16,28480	0,29958
Classe 6 / 6	1177	2643,71	10,62030	-55,49730	-25,68480	19,29500	-5,96450	-2,57693

La valeur test donne ici les axes sur lesquels chaque groupe est le mieux représenté : par exemple la classe 1 est bien représentée sur les axes 1, 2 et 3.

Nous définissons 6 classes distinctes à partir des résultats de la classification (cf. **fichier Excel sortie_acp_classif**, feuille « *variables continues* », « *modalités illustratives* » (1) et (2).

On a les classes suivantes

- **Classe 1** : Les voyageurs qui partent beaucoup mais pour de court séjours ou bien pour des allers retours à la journée.
- **Classe 2** : Les voyageurs qui privilégient le train dont la destination principale est en France.
- **Classe 3** : Les voyageurs qui privilégient la voiture dont la destination principale est en France.
- **Classe 4** : Les voyageurs qui privilégient l'avion dont la destination est la France hors région de résidence et l'Europe.
- **Classe 5** : Les gros voyageurs, ceux qui partent souvent que ce soit en France ou dans des destinations lointaines et qui utilisent tout mode de transport confondu.
- **Classe 6** : Les non partants.

Classe 1

Les caractéristiques les plus discriminantes de cette classe sont les suivantes :

- ces individus voyagent fréquemment en France à la fois pour des raisons personnelles et professionnelles (séjours +80% et +40% au dessus de la moyenne) avec une proportion importante d'allers et retours à la journée (+ 87%)
- en revanche ils ne se dirigent pas vers des pays étrangers lointains (-97% par rapport à la moyenne en termes de séjours), ni vers l'Europe ou la Méditerranée (-58%)
- les visites aux amis et à la famille sont bien au dessus de la moyenne (+149%) et les vacances largement en dessous (-33 %). En conséquence ils utilisent des hébergements non marchands (+94%) ; une telle caractéristique rappelle clairement que la mobilité n'est pas seulement liée à la recherche de l'exotisme mais aussi à l'entretien de relations sociales.

- pour leur séjour ils utilisent plus que la moyenne la voiture comme moyen de transport (+55%) ainsi que les trains conventionnels (+106%), mais pas le TGV (-54%) et bien sur rarement l'avion (-70%).
- leur taux de possession de résidences secondaires est plus fort que la moyenne (+25%) mais moins que dans la classe 5.

Les individus avec des revenus moyens ou moyens supérieurs sont bien représentés dans cette classe de même que les cadres et les salariés avec une éducation supérieure (+49%), mais toutefois moins que dans la classe 5. Tout comme dans la classe 5 les individus avec de bas revenus, les ouvriers, les agriculteurs sont sous représentés.

En termes d'âge on note une sur représentation des personnes d'âge moyen (+19%), suivis par la tranche d'âge 60 à 69 ans (+4%) et celle de 50-59 ans (+4%) ; les individus de moins 30ans sont sous représentés.

Les couples avec 1 ou 2 enfants sont sur représentés (+10%), alors que les ménages sans enfant restent sous la moyenne (-3%) de même que les ménages de 5 personnes (-15%). Ceci paraît montrer que le nombre d'enfants est très important dans le façonnage du type de mobilité de loisirs et qu'il la limite à la France métropolitaine. Cet handicap surmonté, ces individus pourraient très bien passer à la classe 5 puisqu'ils sont assez similaires en termes de revenus et de culture.

L'origine géographique des individus de cette classe est assez bien répartie : ils vivent un peu plus dans les villes (de toutes tailles) et un peu moins à la campagne (- 4%) que la moyenne). Les parisiens sont moins sur représentés que dans la classe 5 (+2%). Quand ces individus partent ils tendent à aller plus loin, ce qui semble lié à un désir de s'échapper ou à la proximité d'un aéroport de grande taille ou au deux.

Classe 2

Elle est composée d'individus voyageant principalement en France métropolitaine (+145%) et bien entendu moins à l'étranger que la moyenne (-960%) avec toutefois une préférence relative pour le Maghreb (-74%).

On note toutefois dans ce groupe une forte inclination pour voyages professionnels (+146%), à la fois en France (+136%) mais aussi à l'étranger (+190%). Le nombre de séjours personnels et aussi sensiblement supérieur à la moyenne (+26%) ; il s'agit plus particulièrement de longs séjours (+51%) alors que les courts séjours ne sont que très légèrement supérieurs à la moyenne de l'échantillon global.

La part des séjours affinitaires est élevée (+77%) ; elle est associée également à une part importante d'hébergements non marchands (+63%), et accessoirement à un usage faible du camping (-79%).

Ce groupe utilise considérablement le TGV (+1124% en termes de séjour et +632% pour les distances en train). À l'inverse il utilise faiblement la voiture (-61% pour les séjours et -48% pour les distances).

Ce groupe comprend des ménages de petite taille (une personne : +87%), sans enfant (+20%). Ce sont des individus jeunes, de 20 à 25 ans (+36%), moins de 20 ans (+19%) ou alors des retraités (+18%), particulièrement âgés : 70 ans et plus (+47%).

A l'inverse sont sous représentés :

- les foyers de 4 à 5 personnes (-55%), les individus avec deux ou trois enfants (respectivement -30% et -68%) ;

- les classes d'âge du milieu de la vie active : 50-59 ans (-13%) , 30-39 ans (-20%), 40-49 ans (-36%) ;
- les milieux ouvriers (-38%) et les agriculteurs.

Tout cela est cohérent avec le faible usage de l'automobile noté plus haut ainsi qu'avec la forte représentation de l'agglomération parisienne (+149%) et la sous représentation des petites villes (-27%), des villes moyennes (-42%) et des ruraux (-64%).

Classe 3

Il s'agit d'individus dont le comportement est assez proche de l'idée que l'on se fait des congés payés de naguère.

Ce groupe est caractérisé par une part très importante des séjours d'agrément (+132%), avec une sur représentation de la destination France métropolitaine (+51%). Les séjours à l'étranger sont très sous représentés y compris ceux en Europe et au Maghreb (-60%) ce qui suggère que ce groupe est constitué avant tout de français de souche.

Les séjours sont plus longs que la moyenne (+86%) alors que les courts séjours sont légèrement en dessous de la moyenne de l'échantillon (-12%). Le nombre de séjours personnels moyens du groupe est relativement faible (-23%).

Les individus de ce groupe utilisent les hébergements marchands, surtout le camping (+280%) et un peu moins l'hôtel (+32%).

A l'inverse cette catégorie est associée à un très faible taux de séjours affinitaires (-69%), et à un faible usage de l'hébergement non marchand (-38%).

Ils utilisent beaucoup la voiture pour leurs déplacements (+61%), peu le TGV (-79%) et les autres trains (-53%) et naturellement très peu l'avion (-77% en termes de séjours).

Cette catégorie est caractérisée par un âge moyen : 40-49 ans (+44%), alors que les personnes âgées de + de 70 ans et les retraités sont fortement sous représentés (respectivement - 29% et -15%). Ce sont des couples avec enfants (2 enfants +42%, 3 enfants +35%). Les ouvriers (+25%) les employés (+17%) et les agriculteurs (+61%) sont sur représentés.

Les individus de ce groupe habitent le milieu rural (+16%) et peu l'agglomération parisienne (-22%).

Ils émettent 343 kg de CO2-équivalent.

Classe 4.

Les individus de ce groupe voyagent bien plus que la moyenne en Europe et dans la Méditerranée (+741%) mais moins en France (-45%). En conséquence il tendent à plus utiliser l'avion (+518%) et la voiture moins que la moyenne (-25%) de même que le TGV (-26%). Ils partent pour de longs séjours (+82%) mais moins que la moyenne pour de courts séjours (-17%).

Ce qui vient d'être dit tend à montrer que ce groupe abrite deux catégories très différentes

- des vacanciers conventionnels d'un type nouveau qui ont substitué le tourisme sur le littoral français par un autre tourisme de masse sur des côtes plus au sud : ils partent toujours, pas aussi fréquemment, pour des séjours plutôt longs mais vers des destinations plus lointaines et ils prennent l'avion.

- des résidents en France (qu'ils soient français ou non), qui ont des liens avec l'immigration (on ne parle pas ici des DOM-TOM), qui partent rendre visite à la famille ou aux amis dans leur pays d'origine (Europe du sud, Afrique du Nord principalement).

Au regard de certaines variables les deux sous groupes tendent à se neutraliser l'un l'autre. Par exemple la classe est sous la moyenne pour la visite aux parents et amis (-26%) ce qui très probablement traduit une part plus importante de nouveaux touristes conventionnels dans l'échantillon : ils utilisent d'ailleurs des circuits commerciaux (tour opérateurs) et séjournent plutôt dans les hôtels (+222%). Les deux sous catégories sont réticentes envers les terrains de camping (-56%).

Les individus avec des revenus moyens à élevés sont sur représentés de même que les cadres et les salariés d'un haut niveau d'éducation (+22%). Contrairement aux classes 1 et 5 les artisans et commerçants se situent ici au-dessus de la moyenne (+15%) de même que les agriculteurs (+10%).

La taille des ménages et plutôt réduite dans ce groupe : les ménages de deux personnes (+14%), les ménages avec 1 enfant (+33%) sont sur représentés, alors que ceux avec deux ou trois enfants sont sous représentés (-40% et - 52%). Cependant il y a aussi une sur représentation des ménages de forte taille (5 personnes et plus : +15%) ce qui peut être du à la part des individus liée à l'immigration dans cette classe. Ceci n'est pas contradictoire avec une proportion importante de moins de 20 ans (+59%) de même qu'avec une forte proportion de retraités (+7%) y compris des individus de plus de 70 ans (+13%) ; ce qui pourrait être expliqué par le contexte commercial et organisationnel des voyages pour des pays étrangers éloignés. Les individus de cette classe vivent plutôt dans des cités moyennes ou grandes (+8% et +15%) et dans l'agglomération parisienne (+16%), les petites villes et la campagne sont sous représentées (-10%, -24%).

Classe 5

Les individus dans cette classe sont sans aucun doute plus mobiles que les autres. La part des variables actives qui traduit une mobilité plus forte que la moyenne et beaucoup plus importante dans cette classe que pour les autres classes à mobilité forte 1 et 4.

	Nombre de variables actives à potentiel d'explication élevé	Nombre de variables au dessus de la moyenne (traduit une mobilité élevée)	Nombre de variables au dessous de la moyenne (traduit une mobilité faible)
Classe 1	28	15	13
Classe 4	23	9	14
Classe 5	26	22	4

Ces individus tendent à voyager vers des destinations lointaines beaucoup plus que la moyenne (+1762%), ce qui se reflète dans les distances parcourues (+1730%). Ils voyagent à la fois plus pour le loisir (+74%) et pour des motifs professionnels (+150%), avec des écarts à la moyenne particulièrement forts pour les voyages professionnels à la journée (+266%) et pour les voyages professionnels dans les pays étrangers (+345%). Le fait de voyager pour des raisons professionnelles manifestement ne décourage pas de voyager pour ses loisirs.

Ils font plus de longs séjours que la moyenne (+56%), mais également plus de courts séjours (+17%) qui sont dédiés à la fois aux loisirs (+57% au dessus de la moyenne) et à la visite de la famille et des amis (+10%). La part des séjours qu'ils font à la fois dans les hôtels et dans les hébergements non commerciaux est plus élevée que la moyenne (+154% et +10%). Ces chiffres

montrent cependant une tendance de ce groupe à privilégier les hébergements marchands par rapport aux hébergements non marchands et aux séjours dans la famille et chez les amis. Ils possèdent également une résidence secondaire plus fréquemment que la moyenne (+58%).

Ils utilisent bien entendu massivement l'avion pour leurs voyages (+558%) mais bien qu'ils ne se distinguent pas par une utilisation fréquente du train ou de la voiture (-23% comparé à son usage moyen), ils parcourent avec ces deux modes de transport des distances bien au dessus de la moyenne de l'échantillon total (+50% et +77%).

Les hauts revenus sont sur représentés dans ce groupe. Les cadres et les salariés avec une éducation supérieure le sont également (+85%) de même que dans des proportions plus faibles les employés (+38%) et les retraités (+10%).

En termes d'âge, l'écart à la moyenne le plus important concerne les tranches 60-69 ans (+36%) et 40-59 ans (+14%). Les jeunes sont sous représentés, de même que les individus au delà de 70 ans (-18%). Ceci suggère qu'il y a des limites à la tendance à voyager liée à la retraite : les voyageurs retraités les plus actifs semblent se concentrer dans la tranche d'âge 58-70 ans (tout au moins pour le voyage à très longue distance : voir classe 4).

Les individus de ce groupe vivent de manière prédominante seuls (+44%) ou en couple sans enfants (+10%).

La résidence dans l'agglomération parisienne favorise l'appartenance à ce groupe (+82%) contrairement à la résidence en zone rurale (-27%).

Classe 6 : les non partants

Leurs indicateurs pour les déplacements sont naturellement toujours inférieurs à la moyenne de l'échantillon et il n'y a guère à commenter à ce sujet.

Ce groupe est surtout caractérisé par de faibles revenus : - de 6000 F (+ 126%) et 6000 – 12500 F (+34%), pas de ressources (+6%), alors que la tranche de revenus la plus élevée 20000-30000 F est sous représentée (-55%).

Il s'agit de personnes âgées : 70 ans et plus (+41%), de retraités (+17%), les jeunes sont également légèrement sur représentés 20-29 ans (+2%). Ce sont des ouvriers (+25%) et des ruraux (+19%).

REPRESENTATION DES CLASSES

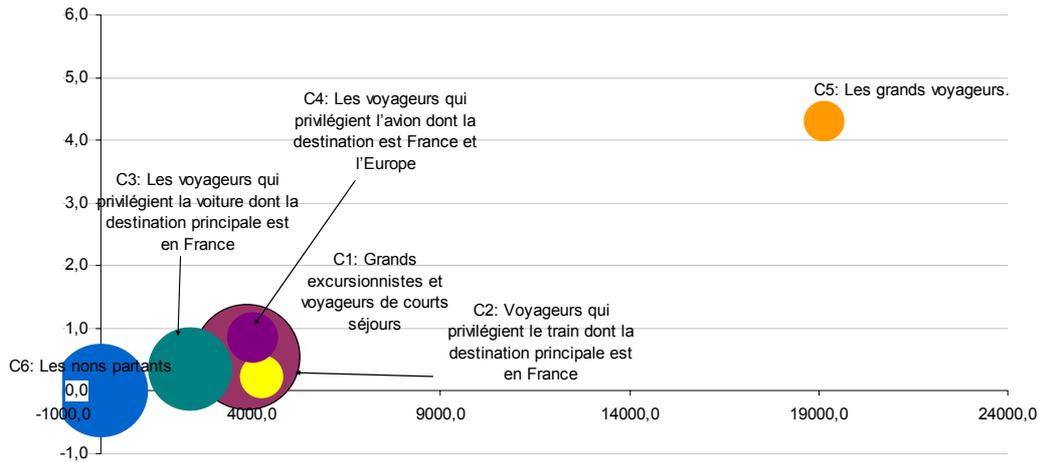


Figure 108 : Répartition des classes selon leur distance moyenne et leur émission moyenne de CO2

Ce graphique nous permet d'observer l'hétérogénéité des classes suivant leur émissions de CO2 et leur distance moyennes. Le volume des bulles est proportionnel à la part des effectifs. On peut noter que la classe 5 est beaucoup plus excentrée des autres classes. C'est celle en effet qui présente le plus d'émissions de CO2 et de part de distances alors qu'elle ne représente qu'un faible taux d'effectifs. La classe 1 au contraire présente une part des effectifs assez importante alors qu'il s'agit de la classe qui ne pollue pas au niveau touristique. Les autres classes présentent un comportement assez moyen en terme d'émissions de CO2 et de distances.

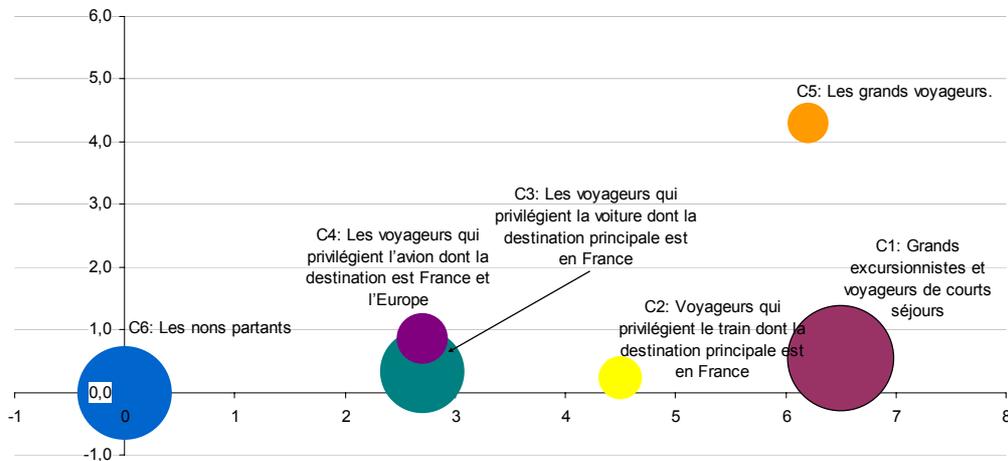


Figure 109 : Répartition des classes suivant leur nombre de séjours et leur émission de CO2 moyenne

La classe 1 est la classe qui en moyenne fait le plus de déplacements. Elle émet une part de CO2 relativement moyen et représente un nombre important de voyageurs. En comparaison à cette

classe, la classe 5 émet en moyenne 8 fois plus de CO₂ alors qu'elle présente une petite part d'effectifs pour une part de déplacements quasi égale.

Résultats

	Nombre de séjours moyen	CO2 émis moyen (Moyenne= 570 kg de CO2).	Distance moyenne	Caractéristiques des séjours	Caractéristiques des voyageurs
La classe 1 : Les grands excursionnistes et voyageurs de courts séjours.	6,5	536 kg de Co2	3898 km	Séjours courts en hébergement non marchand. en France métropolitaine la voiture ou le train La part des excursions pour motif personnel et celle des séjours pour motif professionnel y sont importantes.	Femmes ayant un revenu moyen, étant soit cadres soit exerçant une profession intermédiaire, ayant entre 30 et 39 ans
La classe 2 : Les voyageurs qui privilégient le train dont la destination principale est en France.	4,5	231 kg de Co2	4265 km	Séjours courts ou longs effectués en hébergement non marchand ou en hôtel et ayant un motif affinitaire et ayant lieu principalement en France métropolitaine, avec pour mode de transport le TGV ou bien le train. Présence également des séjours pour motif professionnel.	Individus faisant partis d'un foyer de petite taille, n'ayant pas d'enfant, vivant en agglomération parisienne. Ils sont cadres ou retraités et ont entre 20et 29 ans ou bien ont plus de 70 ans. Ils possèdent pour la plupart d'entre eux une résidence secondaire.
La classe 3 : Les voyageurs qui privilégient la voiture dont la destination principale est en France.	2,7	343,5 kg de Co2	2371 km	Séjours d'agrément en France hors de leur région de résidence effectués dans des hébergements marchands tels que l'hôtel ou le camping. Ce sont des séjours longs ayant pour mode de transport principal la voiture. Les excursions pour motif professionnel sont caractéristiques de cette classe.	Individus ayant de moyens revenus, résidant dans des milieux ruraux, ayant entre 40 et 49 ans. Ce sont soit des employés, des ouvriers, des professions intermédiaires ou biens des agriculteurs. Ils ont une taille de foyer assez grande, de 1 à 3 enfants.
La classe 4 : Les voyageurs qui privilégient l'avion dont la destination est la France hors région de résidence et l'Europe.	2,7	853,7 kg de CO2	4041	Séjours d'agrément à durée longue dont le mode de transport principal est l'avion. Ces séjours ont lieu en France hors de la région de résidence, en Europe ou au Maghreb et sont passés à l'hôtel.	Individus ayant de hauts revenus, habitant en agglomération parisienne ou bien dans de grandes agglomérations. Ce sont des cadres, des professions intermédiaires, des retraités ou bien des inactifs. La part des moins de 20 ans y est importante.
La classe 5 : Les grands voyageurs.	6,2	4,3 tonnes de Co2	19153 km	Séjours d'agrément et affinitaires à durée longue effectués à l'étranger lointain et en France hors de la région de résidence. Le mode de transport le plus important est l'avion, vient ensuite la voiture puis le train. L'hébergement principal est l'hôtel mais il existe une petite part de séjour en hébergement non marchand.	Individus ayant de hauts revenu, n'ayant pas d'enfant, résidant dans une agglomération parisienne et possédant une résidence secondaire. La majorité ont entre 60 et 69 ans. Ce sont des retraités ou bien d'autres inactifs, des professions intermédiaires ou bien des cadres.
La classe 6 : Les non partants.					Individus ayant de bas revenus (moins de 2000 euros). La plupart d'entre eux ont plus de 70 ans, vivent dans des milieux ruraux, sont soit des ouvriers, des artisans commerçants, des retraités ou autres inactifs et n'ont pas d'enfant.

I.4. Conclusion

Si l'objectif est de diviser à l'échéance de 2050 les émissions par 4 (jusqu'à atteindre 142,5 Kg de CO₂-équivalent), les individus du groupe 5 devraient diviser leur émission par 30 ce qui est bien sur largement au delà de la contribution potentielle du progrès technique. Même si le tourisme devait bénéficier d'un traitement de faveur : c'est à dire par exemple une réduction par 3 seulement comme cela avait été envisagé dans une recherche précédente (Ceron et Dubois 2006), cela ne changerait pas la conclusion.

Les conclusions concernant les autres groupes sont moins banales.

Ceux qui utilisent l'avion ne sont pas nécessairement des voyageurs fortunés (groupe 4), ils ne dirigent pas nécessairement non plus vers les pays lointains ; cependant leurs émissions sont bien au dessus de la moyenne et devraient être divisées par presque 6 pour être compatibles avec un scénario de facteur 4. Les transports terrestres peuvent être théoriquement utilisés pour la majeure partie de leur voyage. Aller au Maroc ou en Tunisie en partant de Lille pourrait impliquer moins de 10 heures dans un TGV (une nuit dans un train – hôtel) pour atteindre Gibraltar, ceci étant suivi par une traversée de la mer en bateau (de type conventionnel ou non), voire en dirigeable. A moyen ou long terme le maintien de trajets de ce type ne paraît pas hors de portée.

D'autres personnes voyagent très fréquemment et ne prennent pas l'avion (groupe 1). L'analyse de leur caractéristiques suggère que pour une importante part de ce groupe le comportement est lié à une phase de leur vie où ils ont des enfants à charge et des contraintes financières qui devraient s'alléger dans les années à venir. A la fois au regard de leur revenu et de leur culture, ils ne paraissent pas si loin du groupe 5, ce qui est d'autant plus préoccupant pour l'avenir qu'ils représentent 1/3 de l'échantillon total.

2. TYPOLOGIE PLURIANNUELLE DES VOYAGEURS 2005-2007

Cette typologie est construite à partir des données des années 2005-2006-2007. Pendant ces trois années les règles de collecte des données n'ont pas été modifiées. Par rapport aux années précédentes, sont considérés en plus les allers-retours à la journée et les étrangers résidant en France.

La construction d'une typologie sur trois ans est motivée par le désir de mettre en lumière l'existence d'éventuelles stratégies pluriannuelles de voyages. Les analystes se demandent en effet quelle est dans la masse des non partants d'une année, la part d'individus qui partent une année sur deux (ou sur trois...) et qui participent donc aux pratiques touristiques. La prise en compte de ce phénomène modifie-t-elle de manière sensible la typologie précédente établie sur une seule année ?

2.1. Préparation des données

LA BASE DE DONNEES LONGITUDINALE (3ANS):

Pour réaliser cette typologie, nous nous basons sur le fichier longitudinal des individus que nous avons créé à partir du fichier des séjours et des allers retours. Nous avons rajouté les variables du transport, de l'hébergement, des destinations, de la durée du séjour, du motif du séjour exprimées de nombre de séjours, de distance parcourue et de CO2 émis pour chaque panéliste en sommant les différents séjours ou excursions qu'il a effectué. Une fois ce fichier créé, nous avons sélectionné les variables qui nous paraissaient les plus pertinentes parmi variables caractéristiques de l'individu, de sa mobilité et de ses émissions en CO2, puis nous les avons exprimé en % pour atténuer l'effet taille attendu dans les résultats.

Pour éviter la redondance d'information, nous ne pouvons retenir à la fois la part des distances et la part de CO2 émis. C'est d'ailleurs le cas aussi pour la part de CO2 émis par mode de transport et la part des séjours effectués par mode de transport. On considère que deux variables sont fortement corrélées si le coefficient de corrélation de Pearson est supérieur à 0.67 ou inférieur à -0.67 voir le tableau ci-dessous.

NAME	pdist_voit_3ans	pdist_autre_trans_3ans	pdist_tgv_3ans	pdist_avion_3ans
pCO2_voit_3ans	0.94	-0.16	-0.05	-0.47
pCO2_autre_trans_3ans	-0.20	0.94	-0.02	-0.10
pCO2_tgv_3ans	-0.18	-0.05	0.69	-0.09
pCO2_avion_3ans	-0.38	-0.03	-0.02	0.96

NAME	psej_voit_3ans	psej_autre_trans_3ans	psej_tgv_3ans	psej_avion_3ans
pCO2_voit_3ans	0.85	-0.19	-0.12	-0.39
pCO2_autre_trans_3ans	-0.20	0.90	-0.02	-0.08
pCO2_tgv_3ans	-0.21	-0.05	0.70	-0.06
pCO2_avion_3ans	-0.12	0.03	0.07	0.77

Figure I 10 : Tableau des corrélations

Nous éliminerons ainsi par la suite les variables suivantes de notre analyse :

pdist_voit_3ans	Part des distances effectuées en voiture sur les 3 ans (2005 2006 2007)
pdist_tgv_3ans	Part des distances effectuées en tgv sur 3ans (2005 2006 2007)
pdist_autres_tgv_3ans	Part des distances effectuées avec autres transports sur 3ans
pdist_avion_3ans	Part des distances effectuées en avion sur 3ans
pco2_voit_3ans	Part de Co2 émis en voiture sur 3ans
pco2_tgv_3ans	Part de Co2 émis en tgv sur 3ans
Pco2_autres_3ans	Part de Co2 émis avec autres transports sur 3ans
pco2_avion_3ans	Part de Co2 émis en avion sur 3ans

DICTIONNAIRE DES VARIABLES SELECTIONNEES

Elles sont identiques à celles de la typologie 2006 mais concernent trois années

Les variables continues actives

Nom de la variable	Libellé de la variable
nb_sej_perso_3ans	nombre de séjours personnels sur 3ans
nb_ar_perso_3ans	nombre d'excursions personnelles sur 3ans
PS_affinitaire_3ans	Part des séjours personnels avec pour motif la visite à de la famille, amis..
PS_agrement_3ans	Part des séjours personnels avec pour motif les vacances, le loisir.. sur
PS_non_march_3ans	Part des séjours personnels dans des hébergements non marchands sur
PS_voiture_3ans	Part des séjours personnels en voiture sur 3ans
PS_tgv_3ans	Part des séjours personnels en TGV sur 3ans
PS_autre_train_3ans	Part des séjours personnels en autre train (TER, corail...) sur 3ans
PS_avion_3ans	Part des séjours personnels en avion sur 3ans
PS_hotel_3ans	Part des séjours personnels à l'hôtel sur 3ans
PS_camping_3ans	Part des séjours personnels en camping sur 3ans
PS_court_3ans	Part des courts séjours personnels sur 3ans
PS_long_3ans	Part des longs séjours personnels sur 3ans
PS_france_metro_3ans	Part des séjours personnels en France métropolitaine sur 3ans
PS_GB_UÉ_Magh_3ans	Part des séjours personnels en Union européenne (+ Maghreb et Grande
PS_etranger_3ans	Part des séjours personnels à l'étranger sur 3ans
pdist_intra_reg_3ans	Part des distances effectuées dans la région de résidence sur 3ans
pdist_inter_reg_3ans	Part des distances effectuées hors de la région de résidence sur 3ans
pdist_eur_magh_3ans	Part des distances effectuées en Europe et au Maghreb sur 3ans
pdist_etranger_3ans	Part des distances effectuées à l'Étranger (hors Europe et Maghreb) sur
CO2_totale_3ans	Émission totale de Co2 sur 3ans

Les variables continues illustratives

Nom de la variable	Libellé de la variable
nb_sejpro_pro_3ans	Le nombre de séjours professionnels sur 3ans
nb_arpro_pro_3ans	Le nombre d'excursions professionnelles en France métropolitaine sur 3ans
nb_sejpro_france_metro_3ans	Le nombre de séjours professionnels en France métropolitaine sur 3ans
nb_sejpro_etranger_3ans	Le nombre de séjours professionnels à l'Etranger sur 3ans
nb_sej_etranger_3ans	Le nombre de séjours à l'Etranger sur 3ans

Les variables nominales illustratives

Nom de la variable	Libellé de la variable
--------------------	------------------------

region_insee	La région de résidence du panéliste
agglo	Le type d'agglomération du lieu de résidence
pcs_kish	La catégorie socioprofessionnelle de la personne interrogée
sexek	Le sexe de la personne interrogée (l=homme)
agek	L'âge de la personne interrogée
revenu	Le revenu
taille_foyer	Le nombre de personne étant rattaché au foyer
enfant	Le nombre d'enfants
R2	La possession d'une résidence secondaire (l=oui)

Statistiques descriptives sur les variables actives

L'ACP s'applique à des données centrées réduites ; la première opération va donc consister à calculer les moyennes et les écart-types des variables.

Les premiers résultats sont les statistiques élémentaires

Libellé de la variable	Moyenne	Ecart-type	Moyenne, par an
nb_sej_perso_3ans	11,30	14,70	3.77
nbCO2_total_3ans (en kg)	2135,29	9228,65	711.76
psej_FamilleAmis_3ans	39%	36%	
psej_vacancesloisir_3ans	34%	34%	
psej_non_march_3ans	44%	37%	
psej_voiture_3ans	59%	41%	
psej_tgv_3ans	7%	18%	
psej_autre_train_3ans	4%	13%	
psej_avion_3ans	7%	17%	
psej_H_tel_3ans	16%	24%	
psej_Camping_3ans	5%	16%	
psej_francem_tro_3ans	71%	39%	
psej_EuropeGBMaghreb_3ans	9%	19%	
psej_Etrangerdom_tom_3ans	2%	9%	
pdist_intra_r_gional_3ans	7%	19%	
pdist_inter_r_gional_3ans	53%	41%	
pdist_tranger_3ans	22%	33%	
pdist_EuropeGBMaghreb_3ans	14%	25%	
psej_court_3ans	34%	31%	
psej_long_3ans	49%	36%	

Commentaire : Page : 1
Curieux : si on divise par trois on obtient 3.77 à comparer à 3.6 pour 2006 et 711.7 à comparer à 570

Libellé de la variable	Moyenne	Ecart-type
nb_sej_perso_3ans	11,3	14,7
nbCO2_total__3ans (en kg)	2135,3	9228,7
nbsej_perso_FamilleAmis_3ans	5,7	9,8
nbsej_perso_vacancesloisir_3ans	4,0	6,4
nbsej_non_march_3ans	6,9	11,6
nbsej_perso_voiture_3ans	8,0	11,8
nbsej_perso_tgv_3ans	1,0	3,5

nbsej_perso_autre_train_3ans	0,6	3,0
nbsej_perso_autre_transport_3ans	0,6	1,9
nbsej_perso_avion_3ans	0,8	1,7
nbsej_perso_H_tel_3ans	1,8	2,8
nbsej_perso_Camping_3ans	0,5	1,9
nbsej_court_3ans	5,5	9,0
nbsej_long_3ans	5,8	8,2
nbsej_perso_francem_tro_3ans	9,7	13,2
nbsej_perso_EuropeGBMaghreb_3ans	0,9	1,9
nbsej_perso_tranger_3ans	1,2	2,3
nbsej_perso_inter_r_gional_3ans	7,5	10,4
nbsej_perso_intra_r_gional_3ans	2,2	7,3
nbdist_perso_intra_r_gional_3ans	433,5	1250,0
nbdist_perso_inter_r_gional_3ans	5327,4	6617,4
nbdist_perso_Etrangerdom_tom_3an	3414,0	12477,5
nbdist_perso_EuropeGBMaghreb_3an	2270,6	4755,2

Un individu a effectué en moyenne 11,3 séjours pour un motif personnel dans les trois dernières années. Parmi ces séjours, 59% (soit 8 séjours) sont effectués en voiture et 71% (soit 9,7 séjours) en France métropolitaine.

La variable qui nous intéresse principalement est la part de CO2 émis. On voit qu'en moyenne un individu a émis 2135kg de CO2 durant ces trois dernières années. Il est intéressant de voir que l'écart-type est très important. La distribution du CO2 émis est fournie par le tableau suivant.

Part des individus (Quantile)	Estimation du co2 émis (en tonne eq co2)
100% Max	12897,2
95%	7352,8
75% Q3	2271,7
50% Médiane	504,0
25% Q1	18,6
16%	0,0
0% Min	0,0

Figure III : Distribution en quantile du Co2 émis par les individus.

8% des individus ne partent pas et donc n'émettent pas de CO2 au titre des transports touristiques. La médiane est de 504 kg de CO2, ce seuil partage le total des individus en deux. Cela signifie que 50% des individus émettent en dessous de ce seuil alors que les autres 50% d'individus émettent entre 504 et 12 897 kg de Co2.

2.2. Analyse en composante principale

LE CHOIX DU NOMBRE D'AXES

Etape	Valeur propre	Pourcentage	Pourcentage cumulé
1	4,39	20,92	20,92

2	3,55	16,92	37,84
3	2,06	9,79	47,63
4	1,64	7,81	55,44
5	1,45	6,90	62,34
6	1,30	6,20	68,55
7	1,19	5,69	74,23
8	1,04	4,96	79,19
9	0,96	4,59	83,78
10	0,87	4,13	87,91
11	0,71	3,40	91,31
12	0,52	2,49	93,80
13	0,40	1,89	95,69
14	0,37	1,74	97,43
15	0,20	0,97	98,40
16	0,17	0,81	99,21
17	0,09	0,44	99,66
18	0,07	0,32	99,97
19	0,00	0,02	100,00
20	0,00	0,00	100,00
21	0,00	0,00	100,00

Figure 112 : Tableau des valeurs propres.

A partir de ce tableau, il faut déterminer le nombre d'étapes à retenir. Mais comme nous l'avons signalé plus haut, il n'existe pas de règle générale concernant ce nombre d'étapes à retenir ; remarquons ici que la variance expliquée par l'axe 9 est faible (4,59%), et remarquons aussi que l'essentiel de l'information est fournie par les huit premiers axes, puisque la variance expliquée cumulée par ces huit axes est de 79,19%.

En suivant cette méthode, nous serions amenés à choisir huit axes, ce qui reviendrait à capturer 79,19% de l'information totale. Mais il y a peut être ici trop d'informations non nécessaires à notre interprétation.

Nous décidons de choisir 5 axes pour notre étude car c'est aussi le nombre maximum d'axes interprétables. Cela revient à capturer 62,34% de l'inertie totale, ce qui est suffisamment élevé, sensiblement supérieur à la typologie 2006 (49.37%).

L'INTERPRETATION DES AXES :

L'interprétation consiste en une étude des corrélations entre les composantes principales et les variables initiales du tableau de données. En effet, une composante principale est une combinaison linéaire des variables initiales. Par conséquent, rechercher à interpréter un axe revient à rechercher les variables d'origine qui contribuent le plus à sa construction soit les plus corrélées.

Sur l'axe 1, on trouve une opposition entre les séjours effectués en France et les séjours effectués à l'étranger (Europe, Grande Bretagne et Maghreb). Du côté positif de l'axe, ce sont les séjours en France métropolitaine effectués en voiture avec pour motif de déplacement la visite à de la famille ou a des amis. Ces séjours sont principalement passés dans des hébergements non marchands. Du côté négatif de l'axe, ce sont les séjours effectués en Europe, Maghreb ou à l'Étranger lointain par avion et émettant un fort taux de CO2.

Sur l'axe 2, on a un effet taille : toutes les variables sont de coordonnées positives et situés du même côté du cercle des corrélations. Cela signifie que les variables sont fortement corrélées positivement entre elles. Les variables ont toutes une valeur plus élevée que celle de la moyenne en même temps. Nous sommes alors à la présence de « grands » voyageurs et de « petits » voyageurs, (effet taille). D'habitude, on cherche à éliminer l'effet taille car cela peut masquer des informations importantes telles que l'indépendance de certaines variables. Nous le conserverons mais nous nous intéresserons plus à l'interprétation des axes suivants. L'axe 2 n'étant pas facilement interprétable du fait de l'effet taille, notre premier plan factoriel se portera donc sur l'axe 1 et l'axe 3. Ce plan représente 30,71% de l'inertie totale.

Sur l'axe 3, on trouve une opposition entre les séjours de loisir et les séjours affinitaires. Du côté négatif de l'axe, nous avons les séjours d'agrément et de loisirs qui sont souvent des séjours de longue durée, effectués en voiture et passés principalement dans des hébergements marchands tel que le camping. Du côté positif de l'axe, ce sont les séjours qui ont pour motif la visite à de la famille ou à des amis. Ils se font pour la plupart en hébergement non marchand.

L'axe 4 oppose les courts séjours (moins de quatre nuits) aux longs séjours (quatre nuits et plus). Du côté positif de l'axe, nous avons les longs séjours effectués entre les régions Françaises dont les modes de transport principaux sont le tgv et les autres trains. Du côté négatif de l'axe, nous avons les courts séjours effectués en voiture dans la région de domicile.

L'axe 5 oppose les séjours à l'«Etranger et DOM-TOM» aux séjours en « Europe, Grande Bretagne et Maghreb ». Du côté positif de l'axe, nous avons les séjours personnels à l'étranger et DOM-TOM passés dans la résidence secondaire. Du côté négatif de l'axe, ce sont des séjours effectués en Europe, Grande Bretagne ou Maghreb.

L'analyse des données révèle 5 axes suffisamment interprétables sur lesquelles nous pouvons nous baser pour effectuer notre classification. La caractérisation des classes sera plus performante car nous avons filtré l'information bruitée auparavant.

Axes 1 et 2

Variables actives				_ AXE1 _			
Ident.	CTR (seuil)	POIDS	COORD	CTR	RCTR	Cos 2	QLT
psej_francem_tro_3ans	4.76	4.76	0.82	15.4	1	67.8	67.8
pdist_inter_r_gional_3ans	4.76	4.76	0.77	13.4	2	58.7	58.7
psej_non_march_3ans	4.76	4.76	0.68	10.5	3	46.1	46.1
psej_voiture_3ans	4.76	4.76	0.63	9.1	4	40.0	40.0
psej_FamilleAmis_3ans	4.76	4.76	0.62	8.8	5	38.6	38.6
psej_EuropeGBMagh_3ans	4.76	4.76	-0.59	7.8	6	34.5	34.5
pdist__tranger_3ans	4.76	4.76	-0.57	7.4	7	32.5	32.5
psej_avion_3ans	4.76	4.76	-0.54	6.6	8	29.2	29.2
pdist_EuropGBMagh_3ans	4.76	4.76	-0.50	5.6	9	24.7	24.7

Variables actives				_ AXE2 _			
Ident.	CTR (seuil)	POIDS	COORD	CTR	RCTR	Cos 2	QLT
pdist__tranger_3ans	4.76	4.76	0.71	14.3	1	51.0	83.5
psej_long_3ans	4.76	4.76	0.62	10.8	2	38.3	40.0
pdist_EuropGBMagh_3ans	4.76	4.76	0.61	10.6	3	37.8	62.5

Résultats

psej_EuropGBMagh_3ans	4.76	4.76	0.59	9.9	4	35.2	69.6
psej_vacancesloisir_3ans	4.76	4.76	0.54	8.1	5	28.9	29.7
psej_avion_3ans	4.76	4.76	0.53	7.8	6	27.8	57.0
psej_H_tel_3ans	4.76	4.76	0.46	6.0	7	21.2	31.8
psej_francem_tro_3ans	4.76	4.76	0.45	5.7	8	20.4	88.2
psej_voiture_3ans	4.76	4.76	0.42	5.0	9	17.7	57.8

Axe3

Variables actives				_ AXE3_			
Ident.	CTR (seuil)	POIDS	COORD	CTR	RCTR	Cos 2	QLT
psej_vacancesloisir_3ans	4.76	4.76	-0.67	21.8	1	44.8	74.5
psej_FamilleAmis_3ans	4.76	4.76	0.55	15.0	2	30.8	80.2
psej_Camping_3ans	4.76	4.76	-0.53	13.6	3	27.9	28.8
psej_non_march_3ans	4.76	4.76	0.47	10.6	4	21.8	84.0
psej_long_3ans	4.76	4.76	-0.36	6.2	5	12.7	52.7
psej_voiture_3ans	4.76	4.76	-0.33	5.2	6	10.7	68.4

Axe 4

Variables actives				_ AXE4_			
Ident.	CTR (seuil)	POID S	COOR D	CT R	RCT R	Co s2	QL T
psej_court_3ans	4.76	4.76	-0.61	22.4	1	36.8	69.8
psej_long_3ans	4.76	4.76	0.55	18.5	2	30.4	83.1
psej_tgv_3ans	4.76	4.76	0.51	16.1	3	26.4	33.9
pdist_intra_r_gional_3ans	4.76	4.76	-0.44	12.0	4	19.6	26.8
psej_voiture_3ans	4.76	4.76	-0.35	7.5	5	12.4	80.8
psej_autre_train_3ans	4.76	4.76	0.29	5.1	6	8.3	17.9
pdist_inter_r_gional_3ans	4.76	4.76	0.29	5.0	7	8.3	78.1

Axe 5

Variables actives				_ AXE5_			
Ident.	CTR (seuil)	POID S	COOR D	CT R	RCT R	Co s2	QL T
psej_Etrandom_tom_3ans	4.76	4.76	0.59	24.1	1	35.0	61.0
nbCO2_total_3ans	4.76	4.76	0.49	16.7	2	24.1	36.7
pdist_EuropGBMagh_3ans	4.76	4.76	-0.41	11.5	3	16.6	83.6
psej_EuropGBMagh_3ans	4.76	4.76	-0.36	8.9	4	12.9	84.6

psej_ResScdaire_3ans	4.76	4.76	0.34	8.2	5	11.8	21.7
nb_sej_perso_3ans	4.76	4.76	0.27	4.9	6	7.1	43.4

Figure 113 : Les aides à l'interprétation des axes

2.3. Classification

CHOIX DU NOMBRE DE CLASSES

La description des nœuds de la hiérarchie correspond à l'historique de la formation des classes. L'inertie totale est de 21. La dernière colonne du tableau indique la perte d'inertie interclasse. On utilise une fois de plus la méthode du coude pour couper l'histogramme lorsque le saut de la perte d'inertie inter entre chaque itération devient grand. Dans notre optique de vouloir distinguer le plus de classes possibles pour pouvoir affiner le comportement des voyageurs, nous choisirons de couper pour obtenir 7 classes.

Noeud	Effectif pondéré	Classes jointes	Perte d'inertie inter 0/00 cum. dif	Histogramme
CL1	6040.0	CL2-CL427	167 167 . !*****	
CL2	4985.0	CL3-CL4	122 289 45 !*****	
CL3	3366.0	CL6-CL5	46 335 76 !*****	
CL4	1619.0	CL8-CL7	41 376 5 !*****	
CL5	1343.0	CL11-CL28	39 415 2 !*****	
CL6	2023.0	CL9-CL16	38 452 1 !*****	
CL7	113.0	CL19-333	37 489 1 !*****	
CL8	1506.0	CL13-CL17	34 523 3 !*****	
CL9	1721.0	CL12-CL10	32 554 2 !*****	
CL10	576.0	CL29-CL27	24 578 8 !*****	
CL11	931.0	CL15-CL23	19 597 4 !*****	
CL12	1145.0	CL21-CL14	14 611 5 !*****	
CL13	1124.0	CL18-CL25	12 623 2 !****	
CL14	838.0	CL34-CL26	10 633 1 !***	
CL15	629.0	CL54-CL32	10 643 1 !***	

DESCRIPTION DES CLASSES

La caractérisation des classes se fait grâce à la valeur test. Celle-ci nous donne en particulier les modalités actives et illustratives les plus contributives à chaque classe.

Classe	Effectif absolu	Effectif pondéré	rho2	nb_sej_perso_3ans	nbCO2_total_3ans	psej_FamilleAmis_3ans
1	1057	175	16.553	-36	-3	-70
2	979	162	11.870	-0	2	-3
3	1960	325	4.2182	34	-0	264
4	1208	200	4.4451	-12	-3	-70
5	277	46	19.580	0	-2	19

Résultats

6	372	62	16.57 6	61	1	-22
7	187	31	40.20 6	-0	57	-1

psej_vacancesloisir_3ans	psej_non_march_3ans	psej_voiture_3ans	psej_tgv_3ans
-61	-85	-124	-9
29	-5	-2	-0
-45	201	29	22
155	-96	70	-1
-1	14	31	-6
30	59	23	-0
8	-1	-12	-0

Ce tableau nous donne ici les axes sur lesquels chaque groupe est le mieux représenté. Nous nous intéressons aux valeurs les plus grandes en valeur absolue : par exemple la classe 3 contient beaucoup plus de séjours non marchands de type « chez la famille » ou « chez des amis ».

Nous obtenons les classes suivantes :

- **Classe 1** : Les non partants.
- **Classe 2** : Les voyageurs qui privilégient l'avion dont la destination principale est en Europe, Grande Bretagne et le Maghreb.
- **Classe 3** : Les voyageurs qui privilégient la voiture et le train dont la destination principale est la France métropolitaine.
- **Classe 4** : Les voyageurs qui privilégient la voiture dont la destination est la France hors région de résidence.
- **Classe 5** : Les voyageurs qui privilégient la voiture et qui effectuent des courts séjours dans leur région de résidence.
- **Classe 6** : Les gros voyageurs.
- **Classe 7** : Les gros pollueurs. Leur principal mode de transport est l'avion.

La **première classe** est caractérisée par des variables dont les valeurs test sont négatives. Cela signifie qu'aucune de ces variables n'est fortement contributive. Il s'agit de la classe des non partants. Ces individus présentent la caractéristique d'avoir des revenus bas (moins de 2000 euros). La plupart d'entre eux ont plus de 64 ans, vivent en campagne ou dans des milieux ruraux, sont soit des retraités ou autres inactifs et n'ont pas d'enfant. Cette classe regroupe les individus qui changent souvent de domicile (au moins une fois en trois ans). Ils n'émettent pas de CO2 dans le cadre touristique.

La **deuxième classe** regroupe des individus effectuant des longs séjours (plus de quatre nuits) en hôtel principalement pour des motifs d'agrément (vacances et loisirs). Ces séjours ont lieu en Europe, Grande Bretagne et au Maghreb avec pour mode de transport principal l'avion. Ces individus font partie d'un foyer de petite taille (seul ou couple). Ils n'ont pas d'enfant. Ils vivent majoritairement en agglomération parisienne. Ils sont soit retraités, soit des employés ou exercent des professions intermédiaires. Ils ont entre 30 et 50 ans ou bien ont plus de 70 ans.

Les individus de cette classe émettent en moyenne environ 3,5 tonnes de CO₂ sur trois ans¹⁴ (soit environ un peu plus d'un million de tonne par an).

La **troisième classe** se caractérise par une part importante de séjours personnels. Elle regroupe les individus effectuant majoritairement des séjours affinitaires (visite à de la famille ou à des amis) en France métropolitaine hors de leur région de résidence. Ils séjournent principalement dans des hébergements non marchands tels que la famille. Ce sont en générale des séjours courts (moins de quatre nuits) ayant pour mode de transport principal la voiture et le train (y compris le TGV). Ces individus ont des revenus moyens (entre 1500 et 3000 euros par mois), vivent majoritairement dans l'agglomération parisienne, ont entre 30 et 50 ans ou plus de 65 ans. Ce sont soit des professions intermédiaires, soit des employés ou bien des retraités. Ils ont une taille de foyer moyenne, ont de 1 à 3 enfants. Les individus de cette classe émettent en moyenne environ 2 tonnes de CO₂ sur trois ans.

La **quatrième classe** regroupe les individus effectuant des séjours d'agrément à longue durée dont le mode de transport principal est la voiture. Ces séjours ont lieu en France hors de la région de résidence. Ils séjournent en camping ou dans des hôtels. Ces individus ont des revenus modestes, ils habitent dans de grandes agglomérations. Ce sont des professions intermédiaires, des retraités ou bien des employés. Ils ont entre 30 et 60 ans. Les individus de cette classe émettent en moyenne environ 997 kg de CO₂ sur trois ans.

La **cinquième classe** regroupe des individus effectuant des séjours courts en France métropolitaine dans la région de résidence. Le mode de transport principal est la voiture. Il s'agit pour une part importante de ces séjours de séjours affinitaire. De même, le mode d'hébergement principal est la famille mais il existe une part non négligeable de séjour en Camping. Les individus de cette classe sont des retraités, employés, ouvriers ou des professions intermédiaires. La plupart ont entre 30 et 40 ans ou plus de 60 ans, habitent dans d'autres milieux (littoral, montagne...), présente des revenus moyens, n'ont pas d'enfant. Cette classe présente en moyenne 453 kg de Co₂ par individu sur trois ans.

La **sixième classe** est la plus importante en nombre de séjours personnels. Ces séjours sont principalement effectués en France métropolitaine mais il ya une petite part effectué à l'étranger lointain. Le principal mode de transport utilisé est la voiture, viens ensuite l'avion. Cette classe regroupe des individus qui voyage beaucoup d'où la très grande variété des caractéristiques des séjours. Il s'agit pour une part importante de ces séjours, des séjours d'agrément. Le mode d'hébergement principal est l'hébergement non marchand. Les individus de cette classe sont majoritairement des retraités ayant plus de 60 ans. La plupart d'entre eux habitent. En agglomération parisienne, présentent de hauts revenus et possèdent une résidence secondaire. En moyenne les individus de cette classe émettent 3,2 tonnes de CO₂ en trois ans.

En fin la septième classe regroupe les plus gros pollueurs. Les individus de cette classe effectuent des séjours longs vers des destinations lointaines (Etranger lointain, DOM-TOM ou Maghreb) pour des vacances et loisirs. Le principal mode de transport est l'avion. Ils séjournent dans des hôtels ou dans leur résidence secondaire. Ces individus sont des cadres, professions intermédiaires ou retraité, disposant de revenus assez élevés. La plupart habite en agglomération parisienne et n'ont pas d'enfant. Cette classe présente le plus fort taux d'émission de CO₂ avec une moyenne de 16 tonnes par individu sur trois ans.

¹⁴ La moyenne de CO₂ émis par l'ensemble des 6040 individus de notre échantillon sur ces trois dernières années est de 2,13 tonnes par individu.

REPRESENTATION DES CLASSES

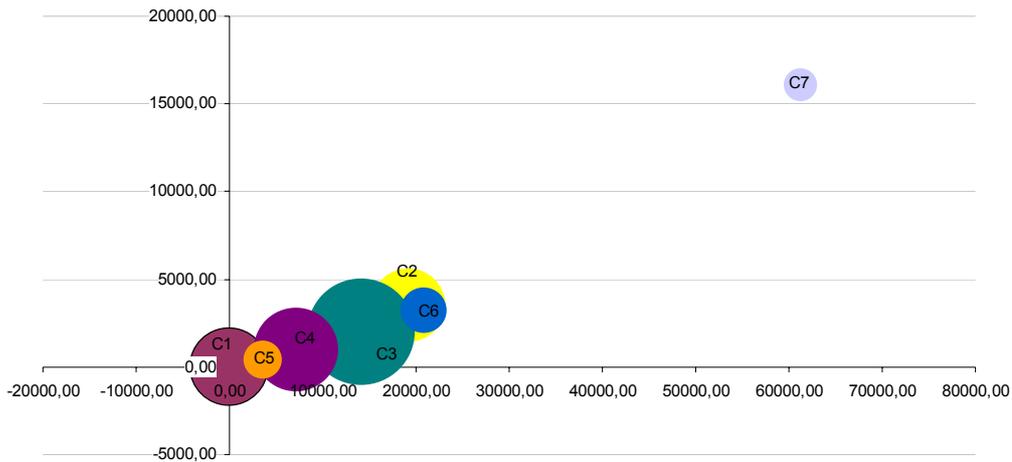


Figure 114 : Représentation des classes selon leur distance moyenne et leur émission moyenne de CO2 (sur 3 ans)

Ce premier graphique nous permet d’observer l’hétérogénéité des classes suivant leur émission moyenne de CO2 et leur distance moyenne. Le volume des bulles est proportionnel à la part des effectifs. On peut noter que la classe 7 est très excentrée. C’est celle en effet qui présente le plus d’émissions de CO2 les plus fortes distances alors qu’elle représente le plus faible taux d’effectif. La classe 5 aussi présente un faible effectif mais à la différence de la classe 7, elle regroupe les individus qui émettent le plus faible taux de CO2. Les autres classes présentent un comportement assez moyen en termes d’émissions de CO2 et de distance parcourue.

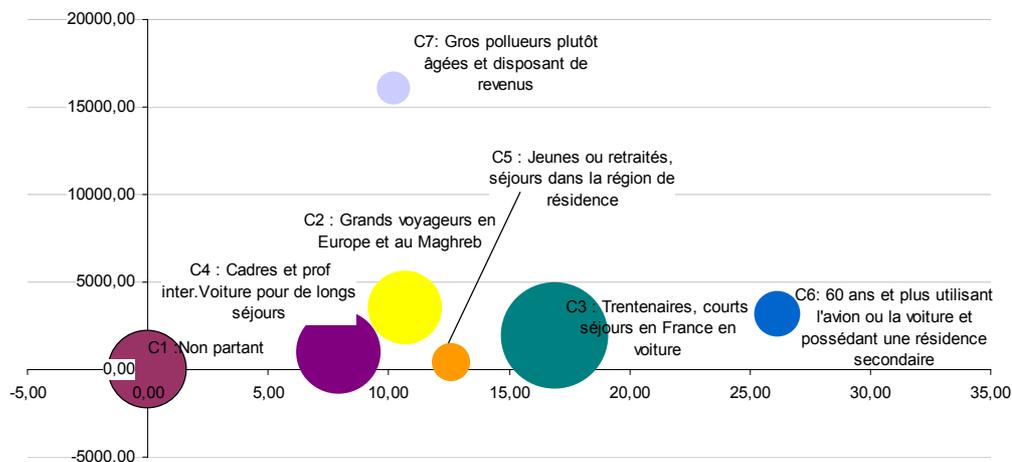


Figure 115 : Répartition des classes selon leur nombre moyen de séjour et leur émission moyenne de CO2

Si l’on s’attache à comparer la typologie 3 ans à celle sur 2006 on obtient approximativement les correspondances suivantes

Typologie 3ans	Typologie 2006
Classe 1 (non partants)	Classe 6 (non partants)
Classe 2 (avion, Europe Maghreb)	Classe 4 (avion, France, Europe)
Classe 3 (voiture et train , France)	Classe 2 (train France)
	Classe 3 (voiture, France)
Classe 4 (voiture, France, hors région de résidence)	Classe 3 (voiture, France)
Classe 5 (voiture, courts séjours, région de résidence)	Classe 3 (voiture, France)
Classe 6 (grands voyageurs, tous transports)	Classe 1 (grands voyageurs, France d'abord, tous transports)
	Classe 3 (voiture, France)
Classe 7 (grands voyageurs, avion)	Classe 5 (grands voyageurs, avion)

Figure I 16 : Comparaison des typologies des individus

Comme on pouvait s’y attendre le fait de prendre en compte trois années ne change rien pour la catégorie des grands voyageurs avion (classe 7 et 5/2006). La classe 1/2006 voit son effectif se scinder en une minorité qui voyage plus intensément (classe 6 : retraités hébergement non marchand, résidence secondaire, parisiens) et le gros de la troupe (classe 3), plutôt trentenaires, voiture, courts séjours. La classe 2/2006 (individus qui voyagent beaucoup mais pas loin parce qu’ils ont des enfants) est également attirée vers la classe 3. La classe 4/2006 est proche de la classe 2, mais les effectifs de cette dernière sont plus importants, ce qui pourrait précisément traduire le fait que les résidents liés à l’immigration ne partent pas à l’étranger chaque année et que le voyage à l’étranger pour une partie des autres résidents du groupe n’est pas annuel non plus. La nouvelle typologie introduit des différenciations dans la classe 3/2006 (déjà mentionnée plus haut), selon que les individus restent dans la région de résidence (classe 5) ou non (classe 4), ce qui change plus le nombre de séjours que les émissions par individu. Quand à la classe des non partants, elle diminue naturellement en importance relative si on réalise la typologie sur trois ans.

3. TYPOLOGIE DES SEJOURS 2006

La typologie des séjours vient compléter celle des voyageurs. Comme pour les typologies précédentes, nous procédons d'abord à une analyse en correspondance multiple (ACM) suivie par une classification ascendante hiérarchique (CAH).

3.1. Analyse des données

Dans un premier temps, nous sélectionnons les variables que nous retenons: la raison du séjour, le mode de transport, le type d'hébergement, l'espace de destination, la destination, la durée du séjour. On a décidé de découper ces variables en un nombre limité de modalités pour ne pas alourdir la mise en œuvre de l'ACM.

Modalité	Part de la modalité dans la variable (en %)
Espace	
mer	26,77
montagne	14,18
campagne	34,77
lac	4,06
ville	37,22
Raison personnelle	
agrément	41,41
fam_amis	50,46
autre_motif_perso	8,13
Transport	
voiture	74,22
train	13,80
avion	7,04
autre_trans	4,95
Hébergement	
hotel	15,63
camping	4,92
autre_marchand	11,89
non_marchand	22,49
autre_heb	2,70
Destination	
France_metro	89,21
union_eur	6,16
autre_eur	1,30
dom_tom	0,37
dest_lointaines	2,96
Durée du séjour	
sej_court	51,60
sej_4_7nuits	27,80
sej7_14_nuits	10,61
sej_plus_14_nuits	9,99

Figure I 17 : Statistiques descriptives sur les variables actives

Libellé	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
mer	3,11	2,81	0,34	0,14	15,42

montagne	0,82	2,70	0,02	0,28	11,45
campagne	1,96	0,07	2,08	0,48	8,17
lac	0,26	0,23	0,41	0,54	6,28
ville	0,06	8,39	0,31	0,26	1,94
agrément	6,24	6,17	0,16	2,44	0,44
fam_amis	5,42	4,60	0,06	6,12	0,02
autre_motif_perso	0,00	0,16	2,37	6,52	1,39
voiture	1,73	2,66	3,96	0,04	0,02
train	0,00	5,40	27,82	0,00	0,84
avion	11,08	4,16	3,76	4,70	0,02
autre_trans	1,65	0,14	3,15	12,48	4,96
hotel	4,85	3,16	4,88	3,77	0,29
camping	0,30	4,18	0,01	1,76	5,11
autre_marchand	0,93	5,72	0,09	0,13	4,76
non_marchand	0,37	0,70	0,98	0,17	1,35
autre_heb	0,48	0,28	3,63	6,81	5,62
france_metro	1,62	0,51	0,52	0,08	0,11
union_eur	6,56	2,58	1,76	0,22	2,09
dest_lointaines	7,23	2,01	3,64	4,55	0,23
sej_court	2,88	2,99	3,70	8,33	0,27
sej_4_7nuits	1,50	1,18	4,66	12,76	5,33
sej7_14_nuits	0,77	0,29	0,39	0,94	0,59
sej_plus_14_nuits	1,24	3,13	0,11	0,01	3,46

Figure I 18 : Contributions des modalités actives aux axes de l'ACM

Nous retenons les modalités qui sont supérieures à la contribution moyenne. Celle-ci étant de 3,84.

3.2. Classification

CLASSE 1 : LES « COURTS SEJOURS CHEZ LA FAMILLE »

Il s'agit des séjours courts effectués en voiture dont la destination est principalement en France, soit à la campagne, soit en ville. La raison du séjour est la visite à de la famille ou à des amis.

Classe: Classe 1 / 5 (Effectif: 44565 - Pourcentage: 39.26)				
Libellés des variables	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test
fam_amis	99,88	49,50	79,23	306,27
voiture	98,89	76,32	50,88	164,50
sej_court	71,35	54,13	51,76	94,72
france_metro	98,73	89,79	43,18	90,44
campagne	48,41	35,94	52,89	70,14
ville	39,76	35,87	43,52	21,88

CLASSE 2 : LES « VACANCES CHEZ LA FAMILLE »

Il s'agit de séjours dont la durée est comprise entre 4 jours et 2 semaines. Ces séjours ont lieu principalement en France dans un milieu urbain. La raison du séjour est la visite à de la famille ou à des amis. Le mode de transport utilisé est le train ou bien dans une moindre mesure l'autocar. Cette classe se différencie de la précédente d'abord par le moyen de transport privilégié. Les visites à la famille et aux amis restent majoritaires mais dominant moins, ce qui traduit une part significative de tourisme urbain d'agrément

Libellés des variables	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test
train	91,47	12,44	93,01	256,57
ville	55,68	35,87	19,64	51,82
fam_amis	66,21	49,50	16,92	43,17
france_metro	97,99	89,79	13,81	40,81
non_marchand	26,76	22,72	14,90	12,13
autre_trans	6,09	4,57	16,86	8,94
sej_4_7nuits	28,56	26,73	13,52	5,26
sej7_14_nuits	10,62	9,85	13,64	3,28

CLASSE 3 : LES SEJOURS ATYPIQUES

Ces séjours ont plutôt une durée soit de moins de 4 jours, soit de plus de 2 semaines. Ils ont lieu en France, principalement à la campagne ou près d'un lac et sont plutôt effectués dans des hébergements non marchands. Il n'y pas de motifs de séjour réellement discriminants. Le mode de transport utilisé est la voiture mais aussi les moyens de transports routiers collectifs. Cette catégorie recouvre à la fois les pratiques les plus traditionnelles de séjour à la campagne auxquelles sont venues s'ajouter au fil des années, avec la généralisation de l'automobile, des séjours de fin de semaine éventuellement prolongés (sans doute retrouve-t-on là beaucoup de résidents secondaires...)

Classe: Classe 3 / 5 (Effectif: 9011 - Pourcentage: 7.94)

Libellés des variables	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test
autre_motif_perso	83,16	7,98	82,73	196,84
autre_heb	29,74	2,85	82,84	107,24
autre_trans	13,54	4,57	23,50	35,51
france_metro	95,08	89,79	8,41	18,89
non_marchand	29,99	22,72	10,48	16,63
sej_court	60,17	54,13	8,83	12,04
sej_plus_14_nuits	12,61	9,30	10,77	10,82
voiture	79,64	76,32	8,29	7,86
lac	5,44	4,19	10,30	5,94
campagne	38,55	35,94	8,51	5,34

CLASSE 4 : LES « VACANCES NATURE ET CAMPING » (AGREMENT, HEB MARCHAND, +DE 4 JOURS)

Il s'agit de séjours d'agrément ayant lieu en France à la montagne (dont sports d'hiver, à la mer ou près d'un lac. Ces séjours sont effectués dans tout type d'hébergement, principalement dans les hébergements non marchands, mais le camping, l'hôtel et d'autre type d'hébergement marchand sont également fréquentés. Sans doute retrouve-t-on ici les séjours de sports d'hiver, ce qui explique la proportion de séjours de 4-7 nuits (alors que la catégorie précédente comportait une forte proportion de séjours de durée encore inférieure). Cete catégorie amalgame donc des séjours relativement coûteux (avec hébergement en hôtel) avec des pratiques de vacances bon marché (le camping) en hébergement marchand, ce qui induit l'importance numérique de cette catégorie. Les transports routiers tel que la voiture et l'autocar sont principalement utilisés ; le train ne perce pas eu égard à la faible proportion de séjours aux sports d'hiver..

Classe: Classe 4 / 5 (Effectif: 35695 - Pourcentage: 31.45)

Libellés des variables	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test
agrement	98,24	42,52	72,66	278,61
voiture	94,01	76,32	38,74	103,72
autre_marchand	25,94	11,89	68,60	95,00
camping	15,80	5,81	85,50	94,18
mer	42,14	27,09	48,92	75,75
france_metro	98,21	89,79	34,40	72,17
montagne	24,25	14,18	53,78	63,66
sej_plus_14_nuits	17,04	9,30	57,64	58,42
non_marchand	28,87	22,72	39,95	32,98
sej_4_7nuits	31,53	26,73	37,10	24,52
sej7_14_nuits	12,16	9,85	38,83	17,40
lac	5,62	4,19	42,12	15,80
autre_trans	5,25	4,57	36,12	7,32
hotel	15,59	14,77	33,20	5,24

CLASSE 5 : LES VACANCES A L'ETRANGER

Cette classe regroupe les séjours d'une durée de plus de 4 nuits ayant pour lieu de destination l'union européenne et les destinations lointaines. L'espace de destination est très divers, il peut s'agir de la montagne, de la mer, de la ville ou près d'un lac. Cette classe se compose de 83% des séjours d'agrément et de 62 % des séjours passés à l'hôtel.

Classe: Classe 5 / 5 (Effectif: 9868 - Pourcentage: 8.69)

Libellés des variables	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test
avion	64,35	6,67	83,92	171,76
union_eur	55,35	5,91	81,37	154,53
dest_lointaines	32,10	2,80	99,57	127,86
hotel	62,02	14,77	36,52	115,49
agrement	82,92	42,52	16,95	86,44

Résultats

mer	50,38	27,09	16,17	51,60
ville	57,91	35,87	14,04	46,63
sej_4_7nuits	42,05	26,73	13,68	34,50
autre_trans	11,78	4,57	22,39	30,79
sej7_14_nuits	17,92	9,85	15,83	25,86
sej_plus_14_nuits	15,41	9,30	14,41	20,36
lac	7,54	4,19	15,63	15,83
montagne	17,67	14,18	10,83	10,10
autre_heb	4,57	2,85	13,95	9,96
autre_marchand	12,52	11,89	9,15	1,97

Au final, la typologie établit d'abord une césure nette entre les séjours à l'étranger et ceux en France. A l'intérieur de ces derniers, toutes les catégories sauf une sont caractérisées par le recours massif à l'automobile, ce qui est tout à fait cohérent avec la statistique globale. Cette catégorie où sont sur représentés la ville, la famille et les amis est également marquée par des séjours de durée moyenne, ce qui au bout du compte doit conduire à une faible empreinte écologique. La classe I quant à elle traduit, eu égard à son importance numérique, la vigueur de la tendance aux courts séjours et leur focalisation sur des espaces de relative proximité (la campagne, la ville).

Résultats

	Classe 1 : Les courts séjours chez la famille	Classe 2 : Les vacances chez la famille	Classe 3 : Les séjours atypiques	Classe 4 : Les vacances nature et camping	Classe 5 : Les vacances à l'étranger
Moyenne du nombre de nuitées	3,2	5,2	6	7,5	8
Emissions moyennes de Co2	65 kg de Co2	17 kg de Co2	237 kg de Co2	85 kg de CO2	1 tonne de CO2
Distance moyenne (en km)	489	848	577	655	1820
Age moyen	47	48	52	49	50
Revenu en moyenne	moins de 1000 euros	1000-1500 euros	1500-1900 euros	1900-2300 euros	2300-2700 euros
part des séjours en voiture (en %)	98,8	0	79,6	94	18,4
part des séjours en train (en %)	0	4,4	4,7	0,5	5,4
part des séjours en avion (en %)	0,9	2,4	2	0,6	64,3
Part des séjours en hôtel (en %)	4,6	12,6	13	15,5	62
Part des séjours en hébergement non marchand (en %)	91,4	78,4	42,7	38,5	17,5
Part des séjours en France (en %)	98,7	97,9	95	98,2	2,2
Part des séjours en Europe (en %)	1,3	1,98	3,04	1,7	62
Part des séjours à l'étranger lointain (en %)	0	0,12	1,96	0,1	35,8
Part des séjours d'agrément (en %)	0,04	21,2	11,2	88,5	78,8
Part des séjours pour une visite de famille ou d'amis (en %)	99,8	66,2	18,9	1,7	12,8

Conclusion

UN RETOUR SUR LA METHODE... ET SUR SES DIFFICULTES

Ce rapport a tenté de présenter les principaux résultats du projet « Le monde est à nous ? Analyse des émissions de gaz à effet de serre du tourisme et des loisirs ». Il n'épuise pas la richesse de l'enquête SDT, tant les possibilités de croisement, d'approfondissements, de regards particuliers, sont nombreuses. Et ceci avec ou sans traitement supplémentaire que ceux qui ont été réalisés. Il faut donc voir dans ce rapport autant un exposé des possibilités de cette enquête pour l'étude du tourisme, des transports et du changement climatique – et des précautions à prendre-, qu'une exploitation exhaustive.

Ce travail a d'abord permis de tirer un certain nombre d'enseignements, qui se répartissent entre satisfaction et regrets.

Au chapitre des satisfactions, la plus évidente, mais qui n'est pas à négliger, est qu'il s'est révélé possible d'exploiter l'enquête SDT afin d'analyser les émissions de gaz à effet de serre des déplacements touristiques. La complexité de cette enquête et de ses modes de traitement, la nécessité de mettre en place une logistique et une organisation de projet adéquat, sont des difficultés qui ne doivent pas être négligées pour ce type de recherche. Les procédures de conversion d'un nombre de séjours en passagers.km puis en émissions de CO₂ sont maintenant au point et éprouvées. Etant donné le nombre d'étapes de traitement nécessaire (traitement des non-réponses, itération successives, calibration...), que de temps avant de pouvoir se dire « sûr » d'un résultat), d'assumer sa méthodologie de calcul ! Cette première phase devrait permettre de pérenniser un ensemble d'indicateur d'évaluation des émissions de gaz à effet de serre du tourisme au sein de la direction du Tourisme. C'est aussi une valorisation directe de la recherche.

Ensuite, il ressort des résultats produits :

- des chiffres beaucoup plus rigoureux et fiables que par le passé qui seront à même d'alimenter les débats actuels, par exemple sur les mérites comparés des différents moyens de transport ;
- une évaluation globale des émissions des transports touristiques ; un certain nombre de corrélations, avec la région de résidence, les revenus, le type de destination, l'activité pratiquée...et au final une compréhension plus fine des dynamiques socio-économiques en cause ;
- le fait que les bases de données touristiques sont aussi une bonne source d'analyse des transports, et que leur usage devrait être développé dans ce but. Ceci demande de les associer avec d'autres types de données (matrices de distance, facteurs d'émission), et donc de prendre les précautions adéquates. A noter qu'il n'est pas possible de répondre avec ces « grandes » enquêtes à toutes les questions, les problèmes de taille de l'échantillon et d'inadaptation du questionnaire à la question posée se posant tôt ou tard à un porteur d'une question trop précise (par exemple l'enquête ne fait pas la différence entre vols réguliers et vols *Low Cost* alors que c'est une problématique importante aujourd'hui).

Au chapitre des regrets il ressort une impression de difficultés récurrentes à apprivoiser cette enquête :

- la complexité des définitions, l'imbrication des fichiers, et le format des données nécessitent clairement une phase d'adaptation pour qui que ce soit ;

- le fait que les porteurs du projet n'aient pas maîtrisé les techniques de manipulation de ces données (maîtrise de logiciels statistiques comme SAS ou Spaden) a introduit une coupure forte entre les personnels en charge des traitements (stagiaires, encadrés par le service statistique de la direction du Tourisme) et ceux en charge de l'interprétation des données
 - o coupure spatiale, avec une localisation de TEC à Marseille, des données et des techniciens en charge du traitement à Paris ;
 - o temporelle, avec une séparation entre des phases où le projet s'est concentré sur la technique du traitement (les deux phases de stage de 6 mois), et sur les deux questions « comment faire réaliser un maximum de traitement tant que quelqu'un est là pour le faire ? » et « comme être sûr qu'il ne se trompe pas » ? Et des phases d'interprétation de ces traitements ;
 - o organisationnelle, avec un certain formalisme dans l'échange (communication et discussion des résultats lors de comité de pilotage mensuels), sans assez d'interactions entre ces moments d'échange : le traitement d'une enquête de ce type peut demander un échange quotidien, « en direct », entre le statisticien et le thématicien, ce qu'il n'a pas été possible de mettre en place pour ce projet ;
 - o communicationnelle, avec une difficulté à trouver un langage commun entre statisticiens et non statisticiens

LES PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

Sans revenir sur le détail des résultats, il est possible de dire que ce projet a produit :

- une bonne connaissance de la contribution du tourisme aux émissions de GES, de même que les principaux déterminants (modes de transport, distance, motivations et profils des voyageurs...);
- un rappel qu'il est urgent de focaliser les stratégies d'atténuation sur l'avion, que ce soit au niveau global ou au niveau national. Ce constat était déjà connu, mais n'avait pas été illustré avec autant de points de vue et de précision ;
- mais aussi un besoin de focaliser les actions sur les « grands voyageurs », ce qui est plus nouveau. La stratification sociale et le poids des très grands voyageurs, avec le risque d'une généralisation de ces comportements, est une donnée majeure de ce travail. 5% des individus pour 50% des émissions, 20% pour 80% : ces chiffres interpellent directement les politiques d'atténuation : celles-ci doivent-elles avoir des groupes cibles prioritaires ? comment empêcher élitisme et contre-coup social ? comment éviter que les 95% restants adoptent le comportement des 5% ?
- au-delà de ces résultats, on peut s'interroger sur l'utilité des typologies dans la compréhension de phénomènes de ce type. Des classifications simples, avec un ou deux critères, ne sont-elles pas plus opératoires, et quelle est la valeur ajoutée de techniques sophistiquées d'analyse des données ? Sans répondre ici, on peut constater que la plupart des travaux de l'Insee se contentent de tris à plats et de tris croisés, sans doute plus manipulables et interprétables que des typologies.

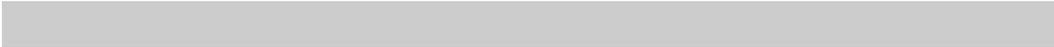
PROLONGEMENTS

On peut distinguer des prolongements de ce travail à court, moyen et long terme :

- à court terme, il s'agit de mettre à disposition les données produites pour des approfondissements thématiques : il existe trop souvent des restrictions d'accès aux enquêtes publiques comme le SDT, qui empêchent des chercheurs de développer leurs propres problématiques. Le présent rapport, ainsi que les fichiers de résultat des traitements (tris à plat) seront mis en libre téléchargement sur le site de TEC ;
- à moyen terme, il s'agit de pérenniser le traitement du SDT pour suivre les émissions de GES des transports touristiques. Au sein du groupe de travail du projet, l'ex-service

statistique de la direction du Tourisme (dont les personnels sont désormais à l'Insee), comme le Service de statistique du ministère de l'Ecologie (Soes) ont manifesté leur intérêt pour la mise en place d'indicateurs annuels. A suivre...

- à plus long terme, on peut poser la question du rôle de ce projet dans la définition d'une norme internationale d'inventaire des émissions du tourisme.
 - Ce type d'inventaires est-il utile ? Si oui sous quelle forme ? Comment calculer et répartir (et faut-il le faire) les émissions du transport aérien sur une base nationale ou un régime international peut-il suffire ?
 - Qu'apportent en plus des inventaires d'émission basés sur la consommation et pas sur les secteurs de production ? Va-t-on à l'avenir se diriger vers des normes de réduction d'émission par individu (projets de budget carbone des ménages et de « cartes carbonés »), ou rester dans le cadre d'une régulation des principaux secteurs de production, qui peut engendrer une certaine injustice (« je travaille, tu pollues, il consomme »).



Bibliographie

- ADEME (2001). Véhicules: technologies actuelles et futures. Paris, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie: 41p.
- ADEME (2006). Bilan carbone. Calcul des facteurs d'émission et sources bibliographiques utilisées (version 4.0). Paris, ADEME, MIES: 227.
- ATAG (2005). Aviation and environment summit discussion paper. Geneva, Air transport action group.
- Becken, S. (2002). Tourism and transport in New Zealand. Lincoln, Lincoln University: 25p.
- Bows, A., K. Anderson, et al. (2007). Technologies, scenarios and uncertainties. E-CLAT Technical seminar "Policy Dialogue on Tourism, Transport and Climate Change: Stakeholders meet Researchers", UNESCO, Paris, France.
- Calvia (no date). Calvia local agenda 21. The sustainability of a tourist municipality. Calvia.
- Ceron, J. P. and G. Dubois (2006). Demain le voyage. La mobilité de tourisme et de loisirs des français face au développement durable. Scénarios à 2050. Paris, Ministère des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer: 181p.
- Commissariat général au Plan (1998). Réinventer les vacances : la nouvelle galaxie du tourisme. Paris, La documentation française.
- Conseil Général des Ponts et Chaussées (2006). Démarche prospective transports 2050. Paris, Ministère des Transports, de l'Équipement, du tourisme et de la Mer: 53p.
- DG Enterprise European Commission (2004). Feasibility and preparatory study regarding a Multi-stakeholder European Targeted Action for Sustainable Tourism & Transport; FINAL REPORT. The Hague: 160p.
- DSB (2001). DSB gront regnskab 1998. Copenhagen, Danish rail company.
- Dubois, G. and J. Ceron (2005). Greenhouse gas emissions from tourism under the light of equity issues. Tourism, recreation and climate change. C. M. Hall. Clevedon, Channel View Publications.
- Dubois G. and J. Ceron (2006). Adaptation au changement climatique et développement durable du tourisme. Paris, Ministère délégué au tourisme. Direction du Tourisme.
- Gijssen, A. and R. M. van den Brink (2002). Het spoor in model: energiegebruik en emissies door het railvervoer. Beschrijving en toepassing van het model PRORIN. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM).
- Gössling, S. (2002). "Global environmental consequences of tourism." Global environmental change(12): 283-302.
- Gössling, S., P. Peeters, et al. (2005). "The Eco-efficiency of Tourism." Ecological economics 54: 417-434.
- Grassl, H., J. Kokott, et al. (2003). Climate protection strategies for the first Century: Kyoto and beyond. Special Report. : Berlin, WBGU.
- IFEN (2000). Tourisme, environnement, territoires : les indicateurs. Orléans, Ifen.
- Kruger Nielsen, S. (2001). Air travel, life-style, energy use and environmental impact, Danmarks tekniske Universitet: 218.
- LAT, D., et al, (1998). .Development of a database system for the calculation of indicators of environmental pressure caused by transport. Transport and Environment Database System (TRENDS). Draft Final Report of Phase I. . Thessaloniki, University of Thessaloniki.

- Madre, J.-L. (1997). "L'enquête Transports." Recherche Transports Sécurité(56): 6-8.
- Matthews, H. D. (2005). "Decrease of emissions required to stabilise atmospheric CO₂ due to positive carbon cycle climate feedbacks." Geophysical research letters(32).
- Meinhausen, M. (2006). What does a 2°C target mean for greenhouse gas concentrations. A brief analysis based on multi gas emission pathways and several climate sensitivity uncertainty estimates. Avoiding dangerous climate change.
- Orfeuil, J. P. (2004). Transports, effet de serre et changement climatique. Creteil, Université de Paris XII. Institut d'urbanisme de Paris: 24.
- Peeters, P. (2002). ESCAPE: Economic screening of Aircraft preventing emissions., Peeters Advies, Delft Aerospace, TRAIL.
- Peeters, P., S. Gossling, et al. (2006). Air transport greenhouse gas emissions factors. E-CLAT Climate change and tourism conference. Tourism and Climate Change Mitigation, Tilburg, The Netherlands.
- Peeters, P., E. Szimba, et al. (2005). European transport ,tourism and environment. European transport conference, Strasbourg.
- Peeters, P., T. van Egmond, et al. (2004). European Tourism, Transport and Environment. Final Version. Breda, NHTV CSTT.
- Peeters, P. M. (1996). Langzaam maar zeker, onderzoek naar de meerwaarde van trage vervoerssystemen: theoretische collectieve en individuele meerwaarde. Beheersbare mobiliteit: een utopie?, Delft, Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk.
- Penner, J. E., Lister D.H., et al., Eds. (1999). Aviation and the Global Atmosphere.
- A Special Report of IPCC Working Groups I and III in collaboration with the Scientific Assessment Panel to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone, Cambridge University Press.
- Pulles, J. W., G. Baarse, et al. (2002). AERO main report. Aviation emissions and evaluation of reduction options. Den Haag, Ministerie van V&W.
- Radanne, P. (2004). La division par 4 des émissions de carbone en France d'ici 2050. Paris, Mission interministérielle de l'effet de serre: 35p.
- Roos, J. H. J., A. N. Bleijenberg, et al. (1997). Energy and emission profiles of aircraft and other modes of passenger transport over European distances. Delft, Center for energy conservation and environmental technology.
- Scott, D., B. Jones, et al. (2005). Climate, Tourism and Recreation: a Bibliography -1936 to 2005. Waterloo, Canada, University of Waterloo.
- Shoval, N. and M. Isaacson (2007). "Tracking tourist in the digital age." Annals of tourism Research **34**(1): 141-159.
- Stern Review (2006). The Economics of Climate Change.
- Stopher, P., M. Xu, et al. (2005). Assessing the accuracy of the SYdney household travel survey with GPS. 28th Australasian transport Research Forum, Sydney, Australia.
- Stopher, P. R. and S. P. Greaves (2007). "Household travel surveys: where are we going?" Transportation Research Part A(41): 367-381.
- Syrota, J. (2007). Perspectives énergétiques de la France à l'horizon 2020-2050. Rapport d'orientation. Synthèse. Paris, Centre d'analyse stratégique: 130p.
- TEC and Direction des études et de l'évaluation Environnementale (2008). Déplacements touristiques des Français : hyper concentration des comportements les plus émetteurs de gaz à effet de serre. Economie, environnement et développement durable. Paris, Ministère de l'écologie., **Hors série**: 4p.
- Thomas, C., T. Tennant, et al. (2000). The GHG indicator. UNEP guidelines for calculating greenhouse gas emissions for businesses and non commercial organisations. Genève, UNEP.

- TREMOVE (2004). TREMOVE v2.1 results download page: EU 15 summary data, Katolieke Universitet Leuven.
- UNWTO-UNEP-WMO (2008) *Climate change and tourism: Responding to global challenges*. Madrid: UNWTO.
- Van Essen, H., O. Bello, et al. (2003). To shift or not to shift. That's the question. The environmental performance of the principal modes of freight and passenger transport in the policy making context. Delft, CE Delft.
- Von Weizacker, E., A. B. Lovins, et al. (1998). Factor Four: Doubling Wealth - Halving Resource Use: A Report to the Club of Rome., Kogan Page.
- WBCSD (2004). Mobility 2030: Meeting the challenge to sustainability. Conches, Genève, World Business Council for Sustainable Development: 175.
- Whitelegg, J. and H. Cambridge (2004). Aviation and Sustainability. A Policy Paper. Stockholm, Stockholm Environment Institute.: 49p.
- Wilbanks, T. J., P. Romero Lankao, et al. (2007). Industry, settlement and society. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. O. F. C. M.L. Parry, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson. Cambridge, UK, Cambridge University Press: 357-390.
- Wolf, J., M. Loechl, et al. (2003). Trip rate analysis in GPS-enhanced personal travel surveys. Transport survey quality and innovation. P. Stopher and P. Jones, Pergamon press: 483-498.

ARTICLES ET COMMUNICATION CENTRES SUR LE PROJET

« La contribution croissante des déplacements touristiques aux émissions de gaz à effet de serre », *Point sur* du Service d'observation et de statistique du ministère de l'Ecologie (CGDD), à paraître à l'automne 2009

Note conjointe ministère de l'Ecologie/ ministère de l'Economie (D4E/DT) « Déplacements touristiques des Français : hyper concentration des comportements les plus émetteurs de gaz à effet de serre. », *Lettre de l'évaluation*, Hors série, n° 11, février 2008

Gossling S., Ceron J.P et Dubois G. (2009) « Hypermobile travellers » in Gossling S. and Upham P. (Eds) *Climate Change and Aviation*. Earthscan.

Ceron J.P et Dubois G. (2008), "Building a tool to assess GHG emissions from tourism and leisure transport", *Sustainable Tourism Futures: Perspectives on Innovation, Scale and Restructuring*. Stefan Gössling, Michael Hall and David Weaver (eds) – *Advances in Tourism Research*, Elsevier

Dubois G. et Ceron J.P. "Assessing the greenhouse gas emissions from the travel of French tourists: methods and results", *Conférence Tourism and travel in the age of climate change*, Eastbourne, 9-10 juillet 2009

Dubois G. et Ceron J.P, « Using national tourism demand surveys to assess greenhouse gas emissions from long distance passenger transport », *Forum des statistiques de l'OCDE*, Paris, 19-21 novembre 2008

Organisation d'un séminaire de restitution final des résultats du projet, le 12 mai 2009

Dubois G. et Ceron J.P (2008), *Communication au colloque du programme GICC „Apport des sciences économiques et sociales aux politiques publiques liées au changement climatique“*, Paris, MEEDDAT, 27-28 mai 2008

Ceron J.P et Dubois G., "Building a tool to assess GHG emissions from tourism and leisure transport", *Conférence "Achieving sustainable tourism"* de l'Université de Lund, Helsingborg, Suède, 25-27 septembre 2007

REPRISE PARTIELLE DES RESULTATS DU PROJET

Peeters P., Dubois G. (2009), « Methods for unlikely futures: exploring tourism travel under climate change mitigation constraints », accepté par *Transport Geography*

Dubois G, Peeters P., Ceron J.P et Gossling S. (2009) « The future tourism mobility of the world population: Emission growth versus climate policy », soumis à *Transportation research Part A*

Scott D., Amelung B., Becken S., Ceron J.P, Dubois G, Gossling S., Simpson M. (2008) "Tourism and Climate Change : Responding to Global Challenges", Madrid : UNWTO, 250 p.

Rapport technique de la conférence sur le tourisme et le changement climatique de Davos, 1-2 Octobre 2007, organisée par UNWTP, PNUE et OMM.

Dubois G. (2009) « Turismo y cambio climático : un desafío global » conférences des chercheurs chiliens en tourisme, Valparaiso, 18-20 mai 2009

Dubois G. « L'émergence du tourisme lent », Cahier Espaces « Les nouvelles formes de mobilité touristique », mars 2009

Ceron J.P et Dubois G. (2009). Tourisme et changement climatique : répondre à un enjeu global, Symposium international sur le tourisme et le développement durable, Québec, 17-20 mars 2009

Ceron G. et Dubois G. (2008) „Limits to tourism ? The French and their greenhousegas emissions from tourism transport, now and in the future”, Conference *World Heritage, Tourism and Climate Change. Sharing knowledge and good practices*”. 21-23 May 2008, Eivissa, Balearics, Spain

Dubois G. (2008) “Tourism and Climate Change : Luxury and Inequality in the Access to Mobility”, „Workshop on luxury consumption and tourism landscapes in the Mediterranean and the Carribean“, Lancaster, 11-12 septembre 2008

Dubois G. (2008) « Tourism and Climate Change : Responding to Global Challenges... through Education » Contribution à la journée sur le changement climatique au forum annuel de l'Association mondiale pour la formation hôtelière et touristique (AMFORTH), 8-12 octobre 2008

Annexe I : L'estimation du nombre de trajets dans l'étude OMT/Davos

Les statistiques habituelles de l'OMT fournissent les arrivées du tourisme international par mode de transport.

Les compléments concernant le tourisme national sont les suivants.

En 2005 le service des statistiques de l'OMT a évalué le tourisme national à 4MM d'arrivées. Ce chiffre est l'aboutissement de la prise en compte des données suivantes et également des hypothèses ci dessous :

Pour les pays développés

Le tourisme national dans l'union Européenne est estimé à 510M de déplacements¹⁵ ; pour les USA, le chiffre est de 1.2MM ¹⁶

Par rapport à ces chiffres les autres pays développés représentent des quantités marginales (ex :72M pour l'Australie)¹⁷. L'hypothèse est faite que les autres pays développés ajoutent 250M de voyages.

Pour les pays en développement :

La Chine représentait 1.21M de voyages en 2005¹⁸ ; l'Inde 309M en 2003 avec une estimation de 404M en 2005¹⁹. Pour l'Indonésie le chiffre était de 108M en 2004 et au moins 110M en 2005²⁰ ; la Thaïlande comptait 80M de touristes nationaux en 2005²¹. Pour le reste des pays en développement d'Asie les auteurs font l'hypothèse de 100M de voyages

En Amérique du sud, en extrapolant les données disponibles pour un pays comme le Pérou²², les auteurs estiment que le nombre de touristes nationaux est de l'ordre de dix fois le nombre de touristes internationaux²⁵, soit 250M.

En Afrique, les auteurs retiennent le chiffre de 50M en fonction de la population et en tenant compte de revenus plus faibles (à l'exception de l'Afrique du Sud)

Ils aboutissent ainsi à un total de 1.960M contre 2100M pour les pays développés. Vu le niveau d'incertitude ils arrondissent à 2MM pour chacun des deux groupes

¹⁵ Peeters, P., Szimba, E. & Duijnsveld, M. (2007a). Major environmental impacts of European tourist transport. *Journal of Transport Geography*, 15, 83-93

¹⁶ UNWTO (2006). *Tourism market trends: World overview and tourism topics*, 2005 Edition. Madrid: World Tourism Organisation

¹⁷ Australian Bureau of Statistics (2007). *Tourism satellite account*. Canberra: National Information and Referral Service, Australian Bureau of Statistics

¹⁸ National Bureau of Statistics of China (2007). *China Statistical Yearbook - 2006*. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2006/indexee.htm>

¹⁹ Ministry of Tourism (2004). *India Tourism Statistics 2003*. Market Research Division, Ministry of Tourism, Government of India

²⁰ Federation of Hotel & Restaurant Association (2006). *Department of Tourism Matters, India*. <http://www.fhrai.com/Mag-News/newsletDOT.asp>

²¹ Ministry of Culture and Tourism (2005). *Tourism in Indonesia*. <http://www.world-tourism.org/tsunami/reports/Serial7.pdf>

²² Tourism Authority (2006). *Thailand tourism statistics main page*. http://www2.tat.or.th/stat/web/static_index.php

²³ Prom Perú (2004). *Perú. Perfil de turista nacional 2003*. Lima: Prom Perú.

²⁴ Prom Perú (2004). *Perú. Perfil de turista extranjero 2003*. Lima: Prom Perú

²⁵ UNWTO (2007). *UNWTO World Tourism Barometer*, Volume 5, Number 1. Madrid: UNWTO

Annexe 2 : Sources de données de l'étude OMT

Table 1: Known data on international tourism by transport mode, trip number and distance

International tourist		
Description	Value	Source
Number of trips by air transport	330 million trips	UNWTO-DSEMT
Number of trips non-air transport	420 million trips	UNWTO-DSEMT
Number of intra-regional air trips	210 million trips	UNWTO-DSEMT
Number of inter-regional air trips	120 million trips	UNWTO-DSEMT
Number of intra-regional non-air trips	620 million trips	UNWTO-DSEMT
Number of inter-regional non-air trips	130 million trips	UNWTO-DSEMT
Number of intra-regional air pkm	872 billion pkm	UNWTO-DSEMT
Number of intra-regional air pkm	1,743 billion pkm	UNWTO-DSEMT
Share of non-air trips by coach/rail/water	30%	UNWTO ⁱⁱ
Average return distance per air trip	7,696 km	UNWTO-DSEMT
Average return distance per non-air trip	1,200 km	MuSTT ⁱⁱⁱ
CO ₂ emissions air transport	0.120 kg/pkm	Based on Table 5.2 in Chapter 5
CO ₂ emissions car transport (average car occupancy 2)	0.133 kg/pkm	Based on Table 5.2 in Chapter 5
CO ₂ emissions coach/rail	0.025 kg/pkm	Based on Table 5.2 in Chapter 5
Domestic tourist		
Description	Value	Source
Number of trips by air transport	480 million trips	UNWTO-DSEMT
Number of trips non-air transport	3,520 million trips	UNWTO-DSEMT
Share of domestic trips developed countries	50%	Annex A, section A.2
Share of non-air trips developed countries by coach/rail/water	10%	Gössling. ^{iv}
Share of non-air trips developing countries by coach/rail/water	70%	Gössling. ^v
Average return distance per air trip	2655 km	UNWTO-DSEMT
Average return distance in developed countries per non-air trip	1100 km	MuSTT ^{vi}
Average return distance in developing countries per non-air trip	900 km	MuSTT ^{vii}
CO ₂ emissions air transport	0.155kg/pkm	Based on Table 5.2 in Chapter 5
CO ₂ emissions car transport in developed countries (average car occupancy 2)	0.133 kg/pkm	Based on Table 5.2 in Chapter 5
CO ₂ emissions car transport in developing countries (average car	0.089 kg/pkm	Based on Table 5.2 in Chapter 5

occupancy 3)		
CO ₂ emissions coach/rail	0.025 kg/pkm	Based on Table 5.2 in Chapter 5
Same-day trips		
Description	Value	Source
Number of international trips by air transport	10 million trips	UNWTO-DSEMT
Number of international trips non-air transport	1050 million trips	UNWTO-DSEMT
Number of domestic air trips	40 million trips	UNWTO-DSEMT
Number of domestic non-air trips	3960 million trips	UNWTO-DSEMT
Share of same-day domestic air pkm in developed countries	79%	Based on UNWTO-DSEMT
Share of non-air trips developed countries by coach/rail/water	10%	Gössling. ^{viii}
Share of non-air trips developing countries by coach/rail/water	70%	Gössling. ^{ix}
Average return distance per air trip	7696 km	UNWTO-DSEMT
Average return distance per non-air trip	1200 km	MuSTT ^x
CO ₂ emissions international air transport	0.120 kg/pkm	Based on Table 5.2 in Chapter 5
CO ₂ emissions domestic air transport	0.155 kg/pkm	Based on Table 5.2 in Chapter 5
CO ₂ emissions car transport in developed countries (average car occupancy 2)	0.133 kg/pkm	Based on Table 5.2 in Chapter 5
CO ₂ emissions car transport in developing countries (average car occupancy 3)	0.089 kg/pkm	Based on Table 5.2 in Chapter 5
CO ₂ emissions coach/rail	0.025 kg/pkm	Based on Table 5.2 in Chapter 5

Data as provided in table I covers most of the data needs. For unknown data, some expert-assumptions are made.

Assumptions	
Description	Value
Average car seat occupancy international tourism trips	2 per car
Average car seat occupancy domestic tourism in developed countries	2 per car
Average car seat occupancy in domestic tourism in developing countries	3 per car
International non-air share of trips by car for same-day trips	80%
Share of same-day domestic trips in developed countries	70%
Average distance same-day trips by air	2000 km
Average distance same-day trips by other modes	250 km
Number of interregional tourist trips by car	5 million trips
Number of interregional tourist trips by coach/rail/water	5 million trips

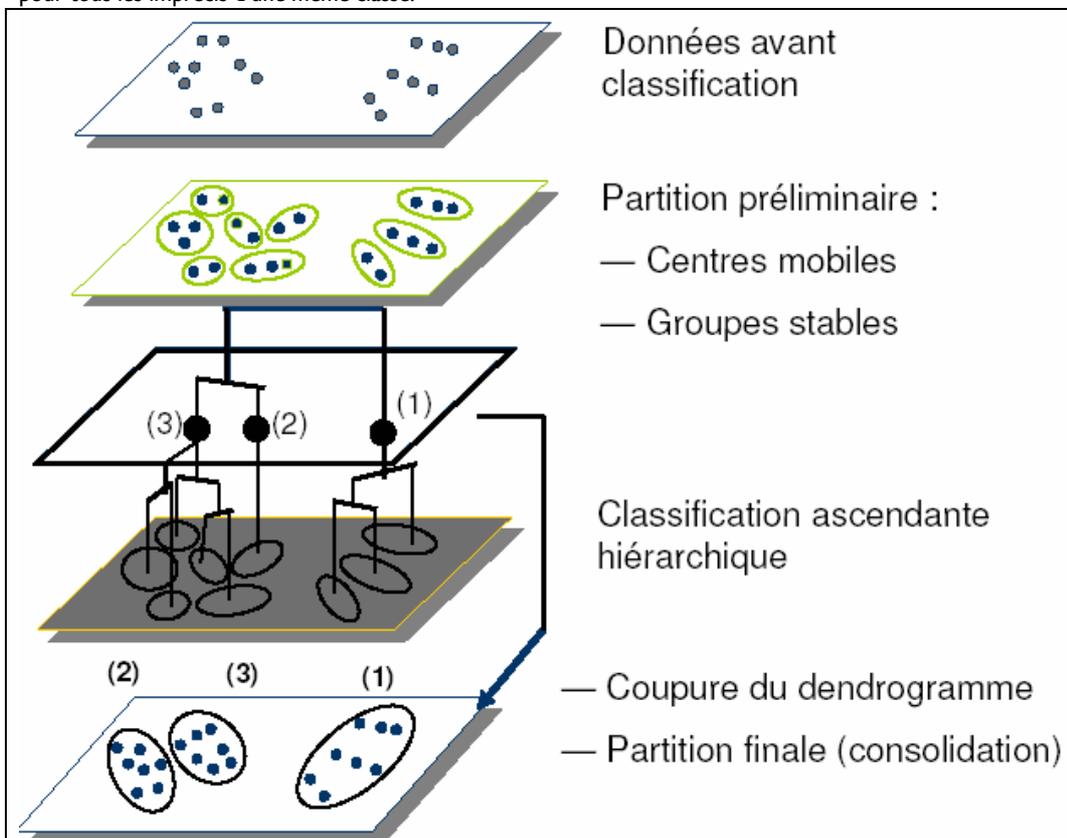
Annexe 3 : Imputation des valeurs manquantes de la variable transport par une classification mixte :

Pour le traitement des imprécis de transport, la Sofres était déjà en cours de recherche sur cette méthode. Elle proposait en effet un algorithme permettant de corriger la non réponse. Il s'agit d'une classification mixte qui met en oeuvre la méthode des centres mobiles dans un premier temps pour faire apparaître des formes de classes fortes, puis qui fait une classification hiérarchique ascendante (CAH) dans un deuxième temps pour consolider ces classes et en réduire le nombre. Cette méthode est fréquemment utilisée pour l'imputation des valeurs manquantes d'une variable qualitative ; elle est reprise pour les besoins de la présente étude.

La classification mixte consiste à regrouper des individus ayant des caractéristiques très proches afin d'obtenir des classes homogènes et distinctes. Cette méthode est fréquemment utilisée pour l'imputation des valeurs manquantes d'une variable qualitative. L'idée est de rechercher pour chacun des groupes la modalité la plus sur-représentée de la variable qualitative considérée et de l'affecter aux valeurs manquantes de cette classe.

On associe la méthode des centres mobiles pour créer des petits groupes d'individus stables. La classification ascendante hiérarchique (CAH) permet de consolider ces groupes à partir de leur barycentre pour former des classes fortes.

Le choix du nombre de classes initiales dans la méthode des centres mobiles et les variables choisies pour la classification vont jouer fortement dans l'impact de l'affectation des imprécis à une valeur qui sera la même pour tous les imprécis d'une même classe.



Les variables actives utilisées pour la classification sont :

- l'hébergement
- le mois du séjour
- la région de destination
- Les indicatrices d'espace de destination (mer, montagne..)

- La raison du séjour
- Le moyen de transport
- Le nombre de nuitées, regroupé en classe
- La première activité pratiquée durant le séjour.

On a choisi 20 centres mobiles et 40 classes.
Voici ce que donne le résultat de l'imputation :

	Fréquence avant	Fréquence après
Imprécis	0,4477	0
Voiture foyer	70,5009	70,867
Voiture location	1,2846	1,2846
Minibus	0,1548	0,1548
Autocar	2,4018	2,4206
Bateau	0,4624	0,4624
Moto	0,2469	0,2469
Autre	0,6151	0,6151
Camping-car	1,0419	1,0419
Train TGV1	2,3955	2,3976
Train TGV2	7,0087	7,0317
Train Corail1	0,6255	0,6255
Train Corail2	3,1612	2,7846
Train Corail2	0	0,3766
TER	1,3369	1,3369
Avion	0,6025	0,6025
Affaires/1ere		
Avion eco	7,3183	7,356
Train 2003+SAI	0,205	0,205
Avion 2003+SAI	0,1904	0,1904
total	100,0001	100,0001

Annexe 4 : Emissions de véhicules automobiles

1 - Catégorie 3 à 5 CV fiscaux, essence

Puissance administrative (CV fiscaux)	Masse à vide (kg)	Parc Total au 1er janvier 2002	Litres aux 100 calculés en situation réelle, selon type de parcours			durée de vie (km) ²⁴⁷	Part de la fabrication, g équ. C/km	Emissions liées à la consommation (grammes équ. C/km), selon le type de parcours			Emissions globales (grammes équ. C/km), selon le type de parcours		
			Extra-urbain	Mixte	Urbain			Extra-urbain	Mixte	Urbain	Extra-urbain	Mixte	Urbain
3	720	36 672	5,0	5,8	7,1	100 000	10,8	37,2	42,7	52,5	48,0	53,5	63,3
4	881	4 563 806	5,8	6,8	8,7	120 000	11,0	42,8	50,5	64,4	53,8	61,5	75,4
5	1 011	3 342 309	6,3	7,7	10,1	140 000	10,8	46,7	57,0	75,0	57,5	67,8	85,8
Moyenne catégorie	935	7 942 787	6,0	7,2	9,3	128 324	10,9	44,4	53,2	68,8	55,3	64,1	79,7

Tableau 176 : Facteurs d'émission des véhicules de 3 à 5 CV fiscaux essence en fonction du type de parcours effectué

2 - Catégorie 6 à 10 CV fiscaux, essence

Puissance administrative (CV fiscaux)	Masse à vide (kg)	Parc Total 1er janvier 2002	Litres aux 100 calculés en situation réelle, selon type de parcours			durée de vie (km) ²⁴⁸	Part de la fabrication, g équ. C/km	Emissions liées à la consommation (grammes équ. C/km), selon le type de parcours			Emissions globales (grammes équ. C/km), selon le type de parcours		
			Extra-urbain	Mixte	Urbain			Extra-urbain	Mixte	Urbain	Extra-urbain	Mixte	Urbain
6	1 077	2 564 652	6,4	7,9	10,5	150 000	10,8	47,0	58,0	77,3	57,8	68,8	88,1
7	1 212	4 293 265	6,7	8,4	11,4	160 000	11,4	49,2	61,9	84,1	60,6	73,3	95,5
8	1 258	455 023	7,1	9,1	12,6	180 000	10,5	52,7	67,4	93,1	63,1	77,9	103,6
9	1 379	996 779	7,6	9,7	13,3	200 000	10,3	56,1	71,5	98,2	66,4	81,8	108,5
10	1 442	416 864	8,1	10,3	14,1	200 000	10,8	59,6	75,9	104,4	70,4	86,7	115,2
Moyenne catégorie	1 205	8 726 583	6,8	8,5	11,5	164 584	11,0	50,0	62,8	85,1	61,0	73,8	96,1

Tableau 177 : Facteurs d'émission des véhicules de 6 à 10 CV fiscaux essence en fonction du type de parcours effectué

Puissance administrative (CV fiscaux)	Masse à vide (kg)	Parc Total 1er janvier 2002	Litres aux 100 calculés en situation réelle, selon type de parcours			durée de vie (km) ²⁴⁸	Part de la fabrication, g équ. C/km	Emissions liées à la consommation (grammes équ. C/km), selon le type de parcours			Emissions globales (grammes équ. C/km), selon le type de parcours		
			Extra-urbain	Mixte	Urbain			Extra-urbain	Mixte	Urbain	Extra-urbain	Mixte	Urbain
Moyenne catégorie	1 454	742 000	8,3	10,9	15,4	230 889	9,5	61,7	80,6	113,5	71,1	90,0	122,9

Tableau 178 : Facteurs d'émission des véhicules de plus de 11 CV fiscaux essence en fonction du type de parcours effectué

4 - Catégorie 3 à 5 CV fiscaux, diesel

Puissance administrative (CV fiscaux)	Masse à vide (kg)	Parc Total 1er janvier 2002	Litres aux 100 calculés en situation réelle, selon type de parcours			durée de vie (km) ²⁶⁰	Part de la fabrication, g équ. C/km	Emissions liées à la consommation (grammes équ. C/km), selon le type de parcours			Emissions globales (grammes équ. C/km), selon le type de parcours		
			Extra-urbain	Mixte	Urbain			Extra-urbain	Mixte	Urbain	Extra-urbain	Mixte	Urbain
3	735	1 623	3,6	4,0	4,6	120 000	9,2	29,5	32,4	37,1	38,7	41,5	46,3
4	1 069	1 045 341	4,6	5,6	7,2	140 000	11,5	37,9	45,3	58,4	49,3	56,7	69,9
5	1 198	3 687 275	5,4	6,5	8,5	160 000	11,2	43,7	53,0	69,3	54,9	64,2	80,5
Moyenne catégorie	1 169	4 734 239	5,2	6,3	8,2	155 570	11,3	42,4	51,3	66,9	53,7	62,6	78,2

Tableau 179 : Facteurs d'émission des véhicules de 3 à 5 CV fiscaux diesel en fonction du type de parcours effectué

5 - Catégorie 6 à 10 CV fiscaux, diesel

Puissance administrative (CV fiscaux)	Masse à vide (kg)	Parc Total 1er janvier 2002	Litres aux 100 calculés en situation réelle, selon type de parcours			durée de vie (km) ²⁶¹	Part de la fabrication, g équ. C/km	Emissions liées à la consommation (grammes équ. C/km), selon le type de parcours			Emissions globales (grammes équ. C/km), selon le type de parcours		
			Extra-urbain	Mixte	Urbain			Extra-urbain	Mixte	Urbain	Extra-urbain	Mixte	Urbain
6	1 334	5 533 099	5,5	6,7	8,7	180 000	11,1	45,1	54,5	71,1	56,2	65,6	82,3
7	1 502	1 624 164	5,9	7,2	9,4	200 000	11,3	48,2	58,5	76,7	59,5	69,8	88,0
8	1 599	331 791	6,8	8,3	10,9	220 000	10,9	55,3	67,5	88,8	66,2	78,4	99,7
9	1 737	140 662	7,8	9,4	12,3	240 000	10,9	63,2	76,7	100,3	74,1	87,6	111,1
10	1 793	201 789	8,2	9,9	12,9	260 000	10,3	66,9	80,8	104,8	77,3	91,2	115,1
Moyenne catégorie	1 399	7 831 505	5,8	7,0	9,1	188 981	11,1	47,1	57,0	74,4	58,2	68,1	85,5

Tableau 180 : Facteurs d'émission des véhicules de 6 à 10 CV fiscaux diesel en fonction du type de parcours effectué

Puissance administrative (CV fiscaux)	Masse à vide (kg)	Parc Total 1er janvier 2002	Litres aux 100 calculés en situation réelle, selon type de parcours			durée de vie (km) ²⁴⁸	Part de la fabrication, g équ. C/km	Emissions liées à la consommation (grammes équ. C/km), selon le type de parcours			Emissions globales (grammes équ. C/km), selon le type de parcours		
			Extra-urbain	Mixte	Urbain			Extra-urbain	Mixte	Urbain	Extra-urbain	Mixte	Urbain
Moyenne catégorie	1 454	742 000	8,3	10,9	15,4	230 889	9,5	61,7	80,6	113,5	71,1	90,0	122,9

Tableau 178 : Facteurs d'émission des véhicules de plus de 11 CV fiscaux essence en fonction du type de parcours effectué

Annexe 5 : comparaison des facteurs d'émission

Comparaisons internationales.

TREMOVE average car emissions EU15 (2 persons/car)

CO ₂ emissions	NO _x emissions	PM emissions
g/pkm	g/pkm	g/pkm
115	0,43	0,0195

(TREMOVE 2004) cité par (Peeters, van Egmond et al. 2004)

MuSTT average car emissions EU15 (2 persons/car)

CO ₂ emissions	NO _x emissions	PM emissions
g/pkm	g/pkm	g/pkm
133	0,50	0,0225

(Peeters, van Egmond et al. 2004) p 103

NB le taux d'occupation ci-dessus est de 2

Mode	CO ₂ factor	equiv. factor	CO ₂ -e	PM	NO _x
	kg/pkm		kg/pkm	gram/pkm	gram/pkm
Air <500 km	0.206	2.0	0.412	0.00175	1.028
500-1000 km	0.154	2.3	0.354	0.00135	0.716
1000-1500 km	0.130	2.7	0.351	0.00117	0.578
1500-2000 km	0.121	2.7	0.326	0.00111	0.522
>2000 km	0.111	2.7	0.299	0.00103	0.466
Rail	0.027	1.05	0.0284	0.013	0.16
Car	0.133	1.05	0.1397	0.0225	0.50
Ferries	0.066	1.05	0.0693	0.001	1.6
Coach	0.022	1.05	0.0231	0.0103	0.246

Table 0-1: Operational emission factors for tourism OD-transport modes²⁶ (source: see Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

(Peeters, van Egmond et al. 2004)

Table 2: Energy consumption for different vehicle types in New Zealand

Transport mode	Energy use per vehicle kilometre [MJ/vkm]	Average load factor [pax]	Energy use per passenger kilometre [MJ/pkm]
<i>High energy modes</i>			
Stewart Island Ferry	NA	NA	8.70
Other Ferries	NA	NA	3.53
Domestic Air	NA	NA	2.75
Cook Strait Ferry	NA	NA	2.40
<i>Medium energy modes</i>			
Camper van	4.54	2.20	2.06
Recreational boat	9.62	5.49	1.75
Train	NA	NA	1.44
Private car	3.25	3.16	1.03
Hitchhiking	3.25	3.16	1.03
Coach (tour bus)	23.10	22.9	1.01
Rental car	2.35	2.50	0.94
<i>Low energy modes</i>			
Scheduled coach	NA	NA	0.75
Motorcycle	1.22	1.40	0.87
Shuttle bus, van	3.22	5.46	0.59
Backpacker bus	23.10	39.8	0.58

NA= not applicable/available

source:(Becken 2002) p 13.

Principaux vols réguliers (Kruger Nielsen 2001) p 120	125-175 g CO2/RPK
Les plus efficaces des charters européens, soit les émissions minimales pour des voyages de vacances de plus de 2000 km (Kruger Nielsen 2001) p 120	109 g CO2/RPK
Vols réguliers (<i>regional</i>) à courtes distances les moins efficaces (Kruger	250 g

²⁶ The term 'tourism OD-transport modes' should not be misunderstood: these modes are not specifically for tourism transport. Still emissions factors have to be dedicated to the specific purpose of travel because the operational circumstances – like seat occupation rates, speeds, average distances travelled, specific types of vehicles used – may differ to a large extend. For example the average occupation rate for commuting by car in The Netherlands is only 1.1 person, while this is for leisure about double this value, causing the specific emission factor (g/pkm) for car commuting to be twice the value for car leisure.

Nielsen 2001) p 120	CO2/RPK
Automobile moyenne USA (Kruger Nielsen 2001) p 121	272 g CO2/km
Automobile moyenne DK (Kruger Nielsen 2001) p 121	193 g CO2/km
Car longue distance (remplissage 70%) (Roos, Bleijenberg et al. 1997), cité par (Kruger Nielsen 2001)	20-30g CO2/pk
ICE (Allemagne) (Roos, Bleijenberg et al. 1997) p. 101 cité par (Kruger Nielsen 2001) (taux occup 51%)	41g CO2/pk
TGV (France) (Roos, Bleijenberg et al. 1997) p 101 , cité par (Kruger Nielsen 2001) (taux occup 65%)	7 g CO2/pk
Danemark Intercity Electrique (taux occup 51%) (DSB 2001) cité par (Kruger Nielsen 2001)	26g CO2/pk
Danemark Intercity diesel (taux occup 51%) (DSB 2001) cité par (Kruger Nielsen 2001)	42g CO2/pk
Avion (indifférencié) (ifen) repris ceron et dubois JOST 2006	140 g/pk
Automobile (indifférencié) (ifen)	100g/pk
Auto essence 2003 Orfeuil g de CO2 par veh km (1995) (Orfeuil 2004)	163 177
Auto diesel 2003 Orfeuil (Orfeuil 2004)	151 175
Auto ensemble 2003 Orfeuil (Orfeuil 2004)	155 155
Auto (Van Essen, Bello et al. 2003) cité par (Whitelegg and Cambridge 2004) p 34	176 g CO2/km
Taxi (Van Essen, Bello et al. 2003) cité par (Whitelegg and Cambridge 2004)	222 g CO2/km
Avion (Van Essen, Bello et al. 2003) cité par (Whitelegg and Cambridge 2004)	134 g CO2/km
Train local (Van Essen, Bello et al. 2003) cité par (Whitelegg and Cambridge 2004)	50 g CO2/km
Train intercity (Van Essen, Bello et al. 2003) cité par (Whitelegg and Cambridge 2004)	30g CO2/km
Avion long haul (Roos, Bleijenberg et al. 1997) cité par (Peeters, Gossling et al. 2006)	80 – 100 g CO2/pk
Avion long haul (Peeters, Szimba et al. 2005)	111 g CO2/pk
Avion short haul UNEP (Thomas, Tennant et al. 2000) cité par (Peeters, Gossling et al. 2006)	180g CO2/pk
Avion long haul UNEP (Thomas, Tennant et al. 2000) cité par (Peeters, Gossling et al. 2006)	110 gCO2 /pk
Auto 3-5 CV essence Ademe extra urbain inclus emissions indirectes (ADEME 2006)	55,3 g C:km
Auto 6- 10 CV essence Ademe extra urbain inclus emissions indirectes	61 g C/km
Auto >11 CV Ademe essence extra urbain inclus emissions indirectes	71,1 g C/km

- ⁱ Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). Summary for Policymakers. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller (Eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- ⁱⁱ Based on data for 2004 on international modal split for water, road and rail and assuming the amount of coach trips to equal the number of rail trips; UNWTO (2006) *Tourism market trends. World overview and tourism topics*. 2005 Edition Madrid: World Tourism Organisation.
- ⁱⁱⁱ The MuSTT study for EU tourist travel revealed that average return distances for car, coach and rail varied between 1100 and 1240 km. For international travel we estimated this to be 1200 km; data based on Peeters, P. M., van Egmond, T. & Visser, N. (2004). *European tourism, transport and environment. Final Version*. Breda: NHTV CSTT.
- ^{iv} Gössling, S. (2002). Global environmental consequences of tourism. *Global environmental change - Part A*, 12 (4), 283-302.
- ^v Gössling, S. (2002). Global environmental consequences of tourism. *Global environmental change - Part A*, 12 (4), 283-302.
- ^{vi} The MuSTT study for EU tourist travel revealed that average return distances for car, coach and rail varied between 1100 and 1240 km. For domestic tourism in developed countries this was is estimated this to be 1100 km; data based on Peeters, P. M., van Egmond, T. & Visser, N. (2004). *European tourism, transport and environment. Final Version*. Breda: NHTV CSTT.
- ^{vii} For domestic travel in developing countries we assume then infrastructure quality allows a lower travel speed and thus, due to the travel time budget, we estimated this to be 900 km; data based on Peeters, P. M., van Egmond, T. & Visser, N. (2004). *European tourism, transport and environment. Final Version*. Breda: NHTV CSTT; travel time budget on Schafer, A. & Victor, D. G. (2000). The future mobility of the world population. *Transportation Research - A*, 34, 171-205.
- ^{viii} Gössling, S. (2002). Global environmental consequences of tourism. *Global environmental change - Part A*, 12 (4), 283-302.
- ^{ix} Gössling, S. (2002). Global environmental consequences of tourism. *Global environmental change - Part A*, 12 (4), 283-302.
- ^x The MuSTT study for EU tourist travel revealed that average return distances for car, coach and rail varied between 1100 and 1240 km. For international travel we estimated this to be 1200 km; data based on Peeters, P. M., van Egmond, T. & Visser, N. (2004). *European tourism, transport and environment. Final Version*. Breda: NHTV CSTT.