

L'EMPREINTE ECOLOGIQUE DES HABITANTS DE LA REGION D'ILE-DE-FRANCE

La notion d'empreinte écologique repose sur une réalité incontournable et sur un postulat. La réalité est que nous dépendons des écosystèmes et des éléments naturels pour tout ce que nous produisons et consommons, même les produits de la plus haute technologie qui paraissent loin de l'état naturel : « rien ne se crée tout se transforme ». Il en va de même pour notre alimentation et la dépollution de nos rejets, comme pour toute forme de vie sur Terre. Le postulat est que tout ce que nous prélevons et rejetons peut être converti en équivalents hectares.

Pour orienter les politiques de développement économique, de progrès social et de protection de l'environnement, il importe pour la Région d'Ile-de-France de mettre en oeuvre des outils de mesure de ces impacts afin de mieux appréhender les différents phénomènes et de proposer ensuite, des politiques adaptées. Dans ce contexte, un programme d'élaboration d'indicateurs de développement durable a été engagé en 2003 par l'IAURIF. L'empreinte écologique est, parmi ces indicateurs, celui qui permet, pour l'instant, de décrire et d'estimer globalement les pressions qu'exercent les activités humaines sur les ressources et les milieux naturels.

Empreinte écologique, de quoi s'agit-il ?

À l'échelle du globe terrestre, l'empreinte écologique de l'humanité est une estimation des superficies terrestres ou marines biologiquement productives¹ nécessaires pour répondre à l'ensemble de nos besoins (alimentation, logement, déplacements, production de biens et de services, absorption des déchets...) à court, moyen et long terme.

L'empreinte écologique est mesurée en hectares globaux, c'est-à-dire, en hectares de productivité moyenne à l'échelle mondiale, pour tenir compte des différences de rendements entre les différentes régions du monde. Ce rapport a été déterminé pour la France : 1 hectare global représente 2,58 "vrais" hectares en France.

Les divers modes d'utilisation de l'espace sont pris en compte par l'empreinte écologique. Un hectare de terre ou de mer "utilisé" par l'homme de différentes manières :

- servir de réserve pour la biodiversité ;
- être cultivé pour produire du blé, du riz... ;
- être utilisé comme pâturage pour élever du bétail ;
- héberger une forêt exploitée pour produire du bois d'œuvre ou de la pâte à papier ;
- héberger une jeune forêt dont le développement permet d'absorber une partie du CO₂ ;
- être "urbanisé" et accueillir des logements ou des voies de communication.

L'empreinte écologique de la Région d'Ile-de-France est donc la surface nécessaire qui va permettre la production des ressources consommées par les Franciliens et la gestion des rejets générés (traitement des déchets, traitement de l'eau, etc.). L'empreinte écologique est un outil d'analyse global assez puissant pour la sensibilisation et la communication.

¹ c'est-à-dire susceptible de produire des protéines animales (viandes ou poissons) ou végétales (fruits et légumes), des fibres textiles, etc.

La notion la plus couramment utilisée en liaison avec l’empreinte écologique est celle de **bio-capacité** par habitant. Cette surface biologiquement productive par habitant est la superficie de sols et d’espaces marins biologiquement productifs, disponibles par personne sur la Terre. Si l’empreinte écologique par habitant – qui indique la demande de l’Homme pour développer ses activités – est inférieure à la bio-capacité par habitant – qui mesure l’offre d’espace et de ressources – nous pouvons considérer que notre mode de vie est viable et tend vers la durabilité.

Modes de vie et empreinte écologique

Le principe du calcul est assez simple. Prenons l'exemple d'une ville. Le mode de vie de ses habitants est évalué à partir de leurs habitudes alimentaires, de leurs logements (superficie, mode de chauffage, etc.), de leurs déplacements (modes transports, kilométrage, etc.), de la fabrication/fourniture et de la consommation de biens et de services. Ensuite, une relation est faite entre les caractéristiques de ce mode de vie et l'empreinte écologique. En ce qui concerne l'alimentation, par exemple, la superficie nécessaire pour produire 1 kg de pain est déterminée en tenant compte principalement de la productivité moyenne d'un hectare de blé en France, ainsi que de la quantité d'énergie nécessaire pour moulinier le blé, fabriquer et cuire le pain, et le distribuer. Des démarches similaires permettent de calculer l'empreinte écologique du logement, des transports et de la production/consommation de biens et de services. L'addition du résultat de ces variables permet d'obtenir l'empreinte écologique totale d'un habitant.

Les calculs d’empreinte écologique, une normalisation attendue

L’empreinte écologique est applicable à toutes les échelles de la société humaine. De la population mondiale à une seule personne, d’un pays à une ville, chaque structure ou groupe, dès lors qu’il est délimité et que son mode de vie est connu, peut faire l’objet de cet exercice. Les méthodologies ayant évolué au fil des années, elles peuvent varier désormais d’une étude à l’autre. Deux grandes approches existent : l’approche « composants » et l’approche « agrégée ». Cette dernière est celle adoptée par le WWF pour le calcul de l’empreinte écologique des nations. A ce jour, l’absence de normalisation constitue encore un obstacle aux comparaisons.

Il existe par ailleurs, plusieurs façons de décliner ces calculs à des échelles infra-nationales : ville, agglomération, région... Deux méthodes principales existent (cf. encadré « Méthodologies ») : par les flux ou par calcul différentiel. La seconde a été retenue en première approche pour l’estimation de l’empreinte écologique des habitants de l’Ile-de-France. Ce calcul spécifique a été confié à *Empreinte Ecologique SARL*.

Méthodologies pour le calcul de l'empreinte écologique d'un territoire

1. Méthode de calcul par flux

Description du principe :

- identification des principaux flux de matière et d'énergie entrant ou sortant du territoire ;
- identification des stocks de matière et d'énergie sur le territoire, ainsi que leurs variations sur la période considérée ;
- établissement d'une sorte de bilan matière/énergie du territoire ;
- application/élaboration des coefficients de conversion permettant de convertir des quantités de matière et d'énergie en hectares ;
- addition des empreintes écologiques correspondantes pour obtenir l'empreinte écologique du territoire.

Avantages principaux :

- capacité à relier des flux ou des stocks de matière à l'empreinte écologique d'un territoire.

Inconvénients principaux :

- obligation d'identifier dans la littérature scientifique ou de calculer des coefficients de conversion pour tous les flux ou stocks identifiés, ce qui est long et coûteux ;
- difficulté à comparer deux calculs d'empreinte écologique, sauf à ce que les flux, les stocks et l'ensemble des coefficients de conversion utilisés soient identiques, ce qui est rarement le cas.

2. Méthode de calcul différentielle

Description du principe :

- détermination à partir de l'empreinte écologique du pays² dans lequel se situe ce territoire ;
- définition de variables d'ajustement au niveau du pays qui permettent "d'expliquer" l'empreinte écologique (nombre moyen de km parcourus en voiture par un français par exemple pour l'empreinte écologique de la mobilité) ;
- calcul de la valeur de chaque variable d'ajustement pour le territoire considéré ;
- définition d'une fonction d'ajustement de l'empreinte écologique en fonction des variations de la variable d'ajustement, et ce pour chaque variable d'ajustement.

Avantages principaux :

- grande probabilité de devenir la base d'une future "norme" du réseau international "Global Footprint Network" pour calculer l'empreinte écologique d'un territoire ;
- l'ensemble de variables d'ajustement de 1^{er} niveau développé correspond au découpage statistique en "Nomenclature de fonction" utilisé au niveau international ;
- facilité et sa rapidité (relative) de mise en œuvre ;
- comparaison possible de l'empreinte écologique de différents territoires ou activités.

Inconvénients principaux :

- ne pas mettre en évidence (par défaut) les flux de matière et d'énergie au niveau d'un territoire.

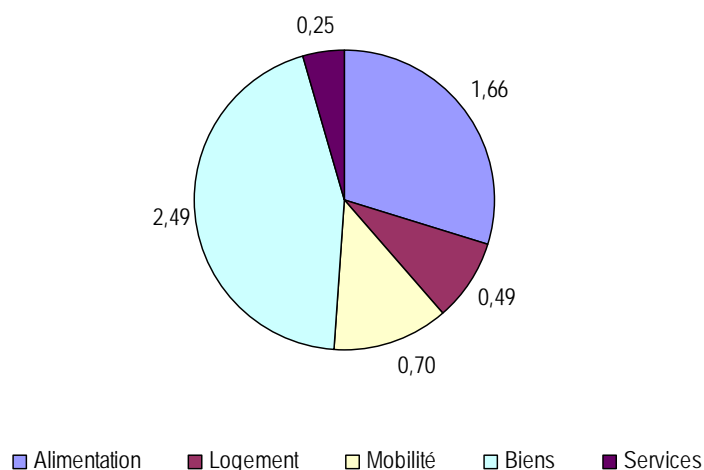
L'empreinte écologique du Francilien : la prédominance de la consommation de biens et d'énergie

L'empreinte écologique du « Francilien moyen » est de **5,58 hectares globaux** par an et par habitant. Ce calcul peut s'exprimer de deux manières : par type de consommation ou par type d'usage des sols.

Le calcul de l'empreinte distingue quatre types de variables par **type de consommation** : l'alimentation, le logement, la mobilité des personnes, les biens et les services. La production et l'utilisation des biens ainsi que l'alimentation représentent à elles seules 75 % de l'empreinte écologique du Francilien. Suivent ensuite les secteurs de la mobilité des personnes (12 %) et du logement (9 %). Toute tentative visant à réduire significativement l'empreinte écologique d'Ile-de-France devrait intégrer des mesures portant sur l'un ou plusieurs de ces quatre postes.

² Cette empreinte écologique est calculée tous les deux ans par Mathis Wackernagel pour le compte du WWF International.

Empreinte écologique d'Ile-de-France par type de consommation



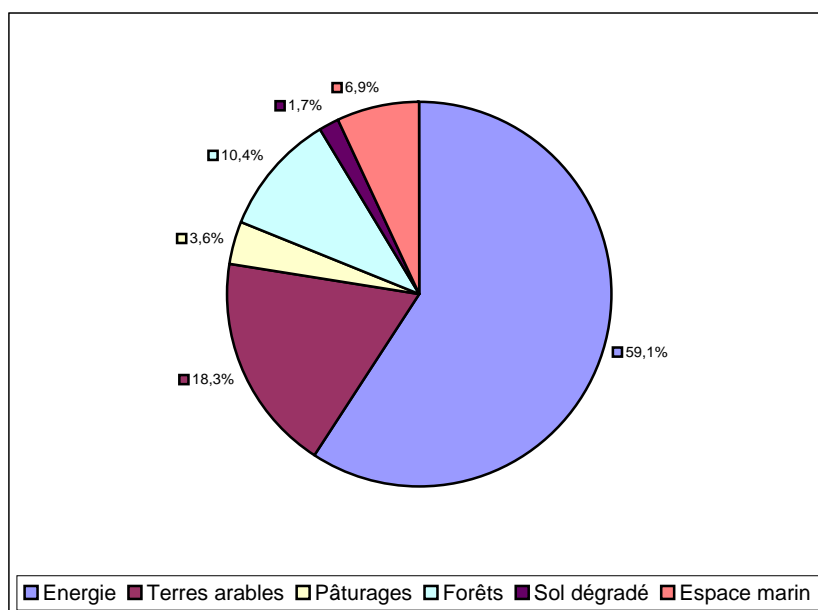
Empreinte écologique du Francilien par secteur de consommation et comparaison par rapport à la France

Secteur	Empreinte écologique (en gha/habitant/an)		Empreinte écologique (en %)	
	Ile-de-France	France ¹	Ile-de-France	France
Alimentation	1,66	≅ 1,61	30 %	31 %
Logement	0,49	= 0,49	9 %	9 %
Mobilité	0,70	≅ 0,66	12 %	13 %
Biens	2,49	> 2,23	45 %	43 %
Services	0,25	≅ 0,20	5 %	4 %
Total	5,58	5,20	100%	100%

La calcul de l'empreinte d'après les **types d'usages des sols** correspond à une décomposition de l'empreinte écologique selon les différents types d'usage que l'être humain peut faire de son environnement :

- sol énergie : superficie de forêt en croissance nécessaire pour absorber le CO₂ en excédent ;
- terres arables : terres cultivées pour produire des céréales, des légumes, des fruits, etc. ;
- pâturages : terres d'élevage pour la production de viande et autres produits animaux (lait, fromages, etc.) ;
- forêts : pour la production de bois d'œuvre, de pâte à papier, etc. ;
- sol artificialisé et/ou « dégradé » : superficie d'espaces bâtis, pollués, imperméabilisés, sol nu, etc. ;
- espace marin : superficie de l'espace marin, littoral ou non, nécessaire pour fournir les produits de la mer.

Empreinte écologique des habitants d'Ile-de-France par type d'usage des sols

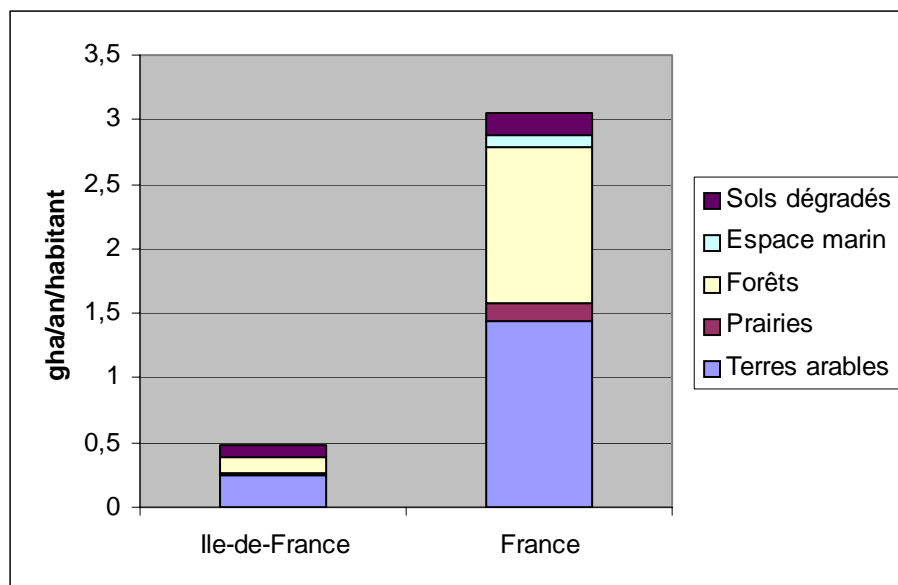


Empreinte écologique des Franciliens par type d'usage des sols

Energie	Terres arables	Pâturages	Forêts	Sol dégradé	Espace marin	Total
3,302	1,019	0,200	0,580	0,097	0,385	5,583
59,1 %	18,3 %	3,6 %	10,4 %	1,7 %	6,9 %	100 %

Empreinte écologique des Franciliens par type d'usage des sols et par type de consommation

	Energie	Terres arables	Pâturages	Forêts	Sols dégradés	Espaces marins	Total
Alimentation	0,202	0,894	0,180			0,384	1,660
Logement	0,433			0,010	0,048		0,491
Mobilité	0,668				0,028		0,696
Biens	1,748	0,125	0,020	0,570	0,022	0,001	2,485
Services	0,252						0,252
Ile-de-France	3,302	1,019	0,200	0,580	0,097	0,385	5,583



Il s'avère que près de 60 % de l'empreinte écologique du Francilien est du à l'usage du «sol énergie». La prédominance de la consommation d'énergie dans l'empreinte est courante pour les pays dits "développés".

L'empreinte écologique du francilien doit pouvoir s'apprécier aussi au regard de la biocapacité du territoire **d'Ile-de-France**. Avec **0,48 gha/an/habitant**, la surface estimée biologiquement productive de l'Ile-de-France s'avère très inférieure (soit plus de 11 fois) à l'empreinte écologique des habitants de la région d'Ile-de-France. Premier constat du résultat du calcul, l'espace nécessaire pour permettre aux Franciliens de satisfaire leurs besoins (alimentation, logement, déplacements, biens et services) est très supérieur aux limites administratives de l'Île-de-France. Autrement dit, l'impact sur l'environnement de l'Ile-de-France se fait sentir au delà de ses limites administratives. Mais la forte concentration humaine sur le territoire de l'Île-de-France encourage le développement de pratiques favorables à l'environnement, par exemple le développement de modes de transports en commun "lourds" (métro et RER en particulier) et permet de relativiser le constat précédent.

Les thèmes traités pour affiner le calcul de l'empreinte écologique

Les thèmes retenus pour des calculs complémentaires affinés sont ceux sur lesquels la région d'Ile-de-France est susceptible d'avoir des leviers d'action : l'empreinte des logements, l'empreinte des transports (y compris marchandises) et l'empreinte des déchets ménagers.

L'empreinte écologique du logement : ancienneté du bâti, habitat et chauffage individuel ou collectif

Le calcul de l'empreinte du **logement** a consisté à analyser l'empreinte écologique standard (estimée à **0,49 gha/an/hab.**) selon différents critères : type de logement, date de construction, type d'équipement de chauffage et type d'énergie utilisée.

La répartition des sources énergétiques utilisées dans les logements en Ile-de-France donne une large prédominance au gaz, à l'électricité et aux produits pétroliers avec les deux grands constats suivants :

- la maison individuelle est le type de logement le plus pénalisant au niveau de la consommation d'énergie : ce constat n'est pas nouveau, toutes les études sur les économies d'énergie dans le logement montrant l'intérêt des habitats collectifs ;

- les logements en immeubles collectifs avec chauffage central collectif ont une empreinte écologique beaucoup plus forte que ceux avec chauffage central individuel, l'individualisation des factures jouant probablement un rôle régulateur important.

Les résultats du calcul de l'empreinte écologique des **logements par type** (individuel ou collectif) et par **date de construction** permettent de constater que :

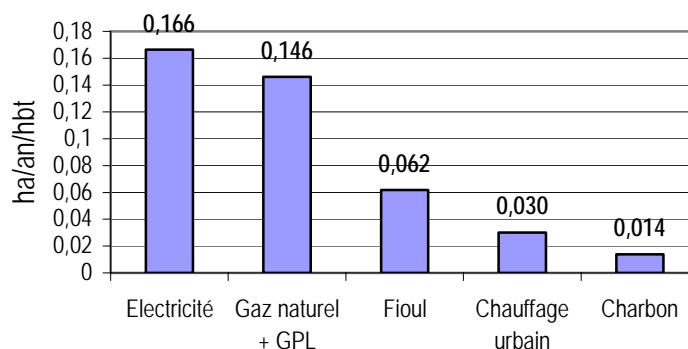
- les logements construits avant 1975 dits « anciens » (date des premières normes thermiques) sont respectivement plus consommateurs d'énergie que les logements dits « récents » ; l'ancienneté du parc de logements collectifs en Ile-de-France pèse donc sur l'empreinte écologique Logement en Ile-de-France ;
- les différences observées entre collectifs et individuels s'expliquent de la même manière que précédemment.

Empreinte écologique du Francilien par type d'usage du sol et comparaison par rapport à la France

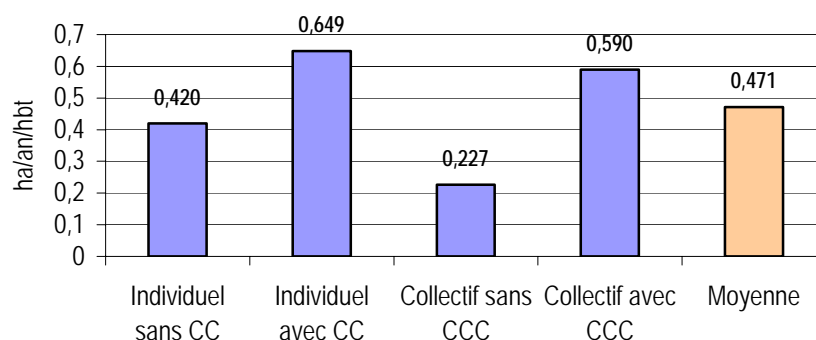
Secteur	Empreinte écologique (en gha habitant/an)		Empreinte écologique (en %)	
	Ile-de-France	France	Ile-de-France	France
Energie	3,30	3,02	59,1 %	58,1 %
Terres arables	1,02	0,98	18,3 %	18,9 %
Pâturages	0,20	0,19	3,6 %	3,6 %
Forêts	0,58	0,46	10,4 %	8,8 %
Sol dégradé	0,10	0,18	1,7 %	3,5 %
Espace marin	0,38	0,37	6,9 %	7,1 %
Total	5,58	5,20	100%	100%

Calcul de la société de conseil Best Foot Forward

Répartition de l'empreinte écologique des logements en Ile-de-France en fonction du type d'énergie utilisée

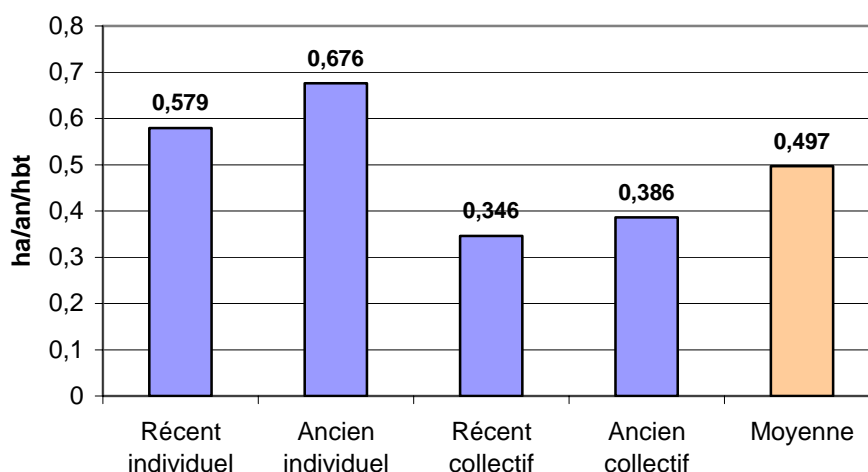


Empreinte écologique Logement d'un habitant selon le type de logement et son équipement



CC : chauffage central ; CCC : chauffage central collectif

Empreinte écologique Logement d'un habitant selon l'âge du logement et de son équipement

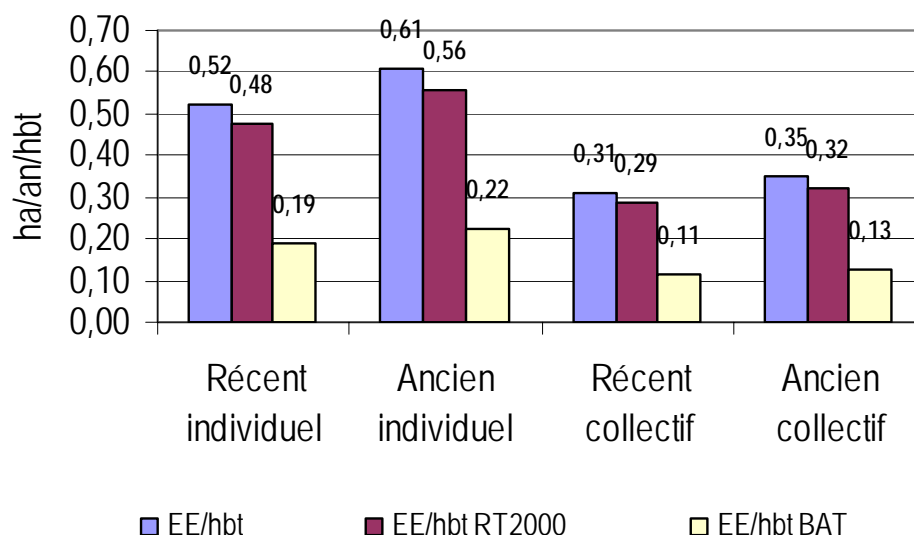


L'analyse de l'empreinte écologique du logement selon le type d'énergie revient à étudier les coefficients de conversion utilisés pour passer de 1 kWh à 1 ha. On peut considérer, en première approche, que ces coefficients de conversion sont étroitement corrélés avec la quantité d'équivalent-carbone produite par chaque type d'énergie pour produire 1 kWh (cf. tableau ci-dessous).

Type d'énergie	Production carbone (kg C / kWh)
Électricité	0,02
Gaz naturel	0,05
Pétrole	0,07
Chauffage urbain	0,035
Charbon	0,09
Bois	0,01

Source : Best Foot Forward

Empreinte écologique selon deux scénarios d'optimisation



L’empreinte écologique des transports : le poids de la route et de l’aérien

L’empreinte écologique standard ne permet d’individualiser que le secteur de consommation relatif à la **mobilité des personnes : 0,70 gha/an/habitant**. Celle du transport des marchandises étant répartie sur plusieurs autres postes (surtout en biens et service), un calcul complémentaire a du être mené.

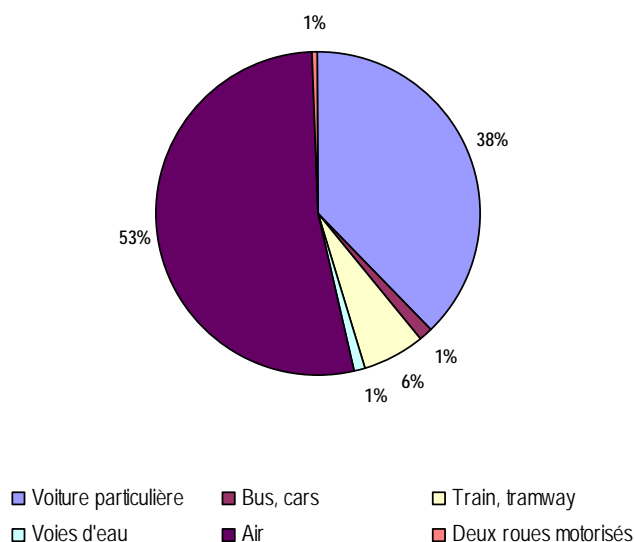
L’analyse par modes de transport de **l’empreinte écologique du transport des personnes** en Ile-de-France met en évidence la forte prédominance du **transport aérien et de la voiture**. La forte empreinte écologique du transport de passagers liée à l’aérien (53 %) s’explique par la très forte empreinte écologique unitaire du transport aérien (30 fois plus grande que pour la voies d’eau ou le fer) et par l’effet de la présence de deux aéroports internationaux - Orly et CDG – L’usage de ce mode de transport est assuré par l’ensemble de la population française et internationale. Celle du transport de personnes par la route est également élevée (38 %) ; elle est due à une empreinte unitaire forte (émissions de CO₂, emprise des infrastructures, etc.), et au fait que la majeure partie des transports comptabilisés se fait par la route.

L’empreinte écologique du **transport de marchandises** est nettement plus faible avec 0,2 gha/an/habitant. Le calcul se base sur les tonnages transportés annuellement dans la région, accrédités de coefficients ajustés selon chaque mode de transport. Le **transport routier** est fortement prédominant, participant pour plus de 80 % du total. Cela est due à l’addition de la forte empreinte écologique unitaire du transport routier et des tonnages transportés. A un niveau moindre, la proximité des deux aéroports franciliens couplée à la très forte empreinte unitaire du fret aérien (7 fois supérieure à celle du fer ou de la voie d’eau) situe ce le transport aérien en deuxième position, loin devant la voie d’eau et les trains de marchandises.

A la lumière de ces résultats, toute réduction significative de l’empreinte écologique du transport des personnes ou des marchandises devra cibler en priorité le transport routier (le transport aérien restant un levier d’action difficile à faire évoluer). L’organisation du réseau

d'infrastructures de transports de marchandises et de personnes, ainsi que la recherche de bio-carburant peut-être un moyen pour diminuer l'empreinte écologique des habitants d'Ile-de-France.

Empreinte écologique du transport de personnes
par mode

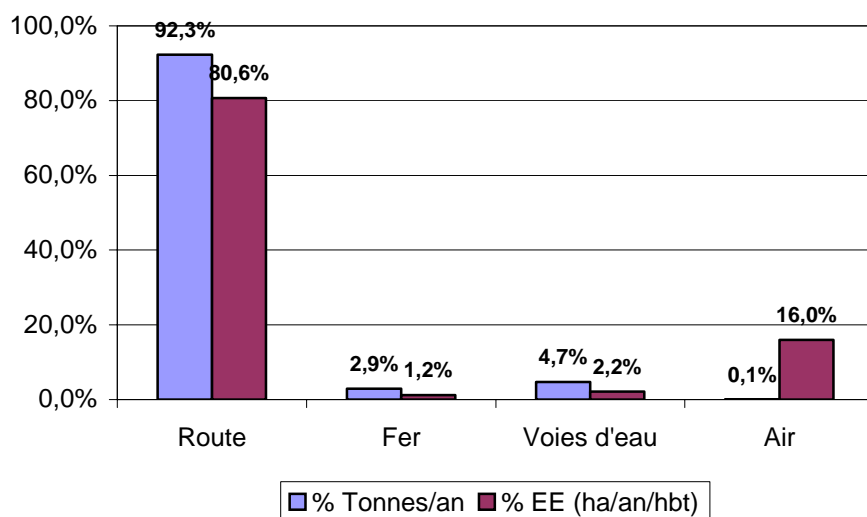


Empreinte écologique des transports des Franciliens en ha/an/hbt

Modes de transport	Empreinte écologique Transport de personnes en ha/an/habitant	Empreinte écologique Transport de personnes en %
Voiture particulière	0,26	37,5
Bus, cars	0,01	1,4
Train, tramway	0,04	5,8
Voies d'eau	0,01	1,4
Air	0,37	53,3
Deux roues motorisés	0,0041	0,6
Total	0,70	100

Ile-de-France	Route	Fer	Voies d'eau	Air	Total
Tonnes/an	205 738 526	6 430 467	1 0461 951	180 510	222 811 454
Part en %	92,3 %	2,9 %	4,7 %	0,1 %	100 %
EE (ha/hbt/an)	0,161	0,002	0,004	0,032	0,200
Part en %	80,6 %	1,2 %	2,2 %	16,0 %	100 %

Empreinte écologique en Ile-de-France du transport de marchandises par mode

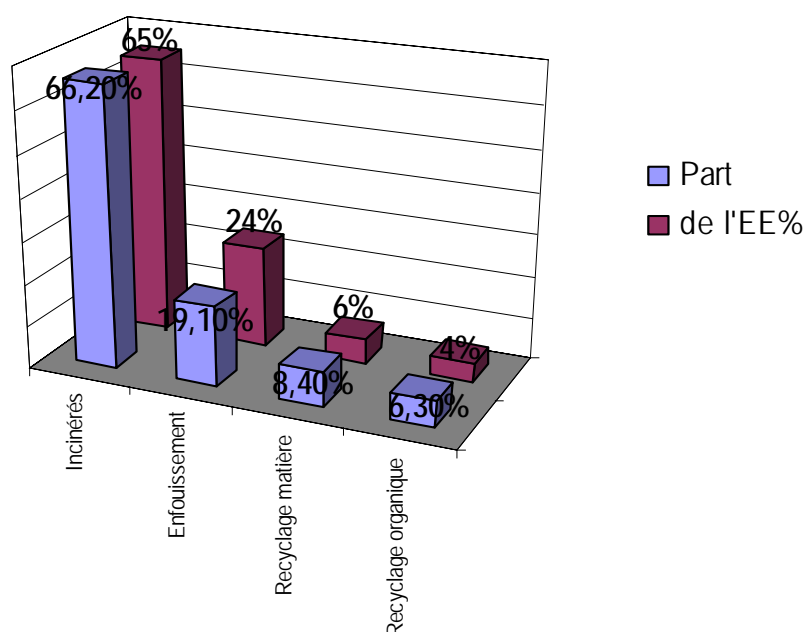


L’empreinte écologique des déchets ménagers : l’intérêt de la valorisation

Le calcul standard de l’empreinte écologique ne permet pas de mettre en évidence l’empreinte écologique liée à la **gestion des déchets ménagers**. La conversion entre les tonnages de déchets produits/traités et l’empreinte écologique induite se fait actuellement en prenant en compte principalement l’énergie "stockée" dans le déchet qui est soit perdue soit récupérée par recyclage matière ou par incinération avec valorisation de l’énergie.

L’empreinte écologique des déchets ménagers en Ile-de-France est de **0,39 gha/an/habitant**. Elle correspond essentiellement à l’empreinte du traitement des déchets, celle liée à leur transport étant insignifiante (11 m²/an/habitant) à cause de la proximité des centres de traitements et par l’agencement de la desserte. Les trois modes de valorisations les plus "intéressants" pour l’empreinte écologique sont respectivement Le compostage (recyclage organique), le recyclage matière puis la valorisation énergie. Inversement, l’enfouissement en décharge contrôlée s’avère moins bon.

Part de l'empreinte écologique en fonction du type de traitement des déchets en Ile-de-France



Des enseignements utiles sur les modes de consommation de la population et le développement du territoire

Malgré ses limites (cf. encadré), l'empreinte écologique s'est révélée être un très bon outil de sensibilisation et de communication, facile à comprendre sur le plan technique. C'est aussi un outil de synthèse intéressant car il permet de mettre en évidence des incohérences dans des ensembles complexes, tout en étant assez facile à mettre en œuvre et à actualiser.

Les principales limites de la méthode

Les principales limites existant au niveau du calcul de l'empreinte écologique sont les suivantes :

- non prise en compte de l'épuisement des stocks de matière et/ou d'énergie (l'empreinte écologique mesure les flux plus que les stocks) ;
- les principaux rejets dans l'air considérés sont uniquement les émissions de gaz à effet de serre (et certainement pas de tous) ;
- non prise en compte de manière standard des rejets dans l'eau ;
- la notion de « responsabilité » n'apparaît pas dans la méthode de calcul de l'empreinte écologique.

Bio-capacités de la région Ile-de-France et de la France

Sur la base des données actuellement disponibles, l'empreinte écologique des habitants d'Ile-de-France est de 5,58 hectares globaux par an et par habitant, légèrement supérieure à celle de la France, estimée à 5,20 gha/an/hab. La différence semble se placer sur la production et consommation de biens ; cette question mériterait d'être considérée plus attentivement. Par ailleurs, près de 60 % de l'empreinte écologique d'Ile-de-France est due à la consommation d'énergie ; le lancement d'études complémentaires, en particulier la réalisation d'opérations

Bilan Carbone (évaluation des émissions directes et induites de six principaux gaz à effets de serre retenus par le protocole de Kyoto) en Ile-de-France, doit s'inscrire en complément. Le poids de la variable « énergie consommée » dans les résultats, par rapport aux autres variables mériterait d'être validé et approfondi.

Le déficit écologique de la région est important, avec une bio-capacité régionale évaluée à seulement 0,48 gha/an/hab., mais ce constat doit être relativisé par l'impact positif de l'économie d'espace, résultat de la forte concentration humaine.

D'après le résultat du calcul, les modes de vie et de développement du territoire d'Ile-de-France ne garantissent pas, pour l'instant, une gestion économe et durable de l'espace. Si cette hypothèse est validée, l'empreinte écologique devrait se situer aux alentours de 2 hectares par an et par habitant (seuil de durabilité écologique calculé pour la planète). En d'autres termes, si tout le monde sur la planète avait le mode de vie et de consommation du francilien « moyen », et des pays développés en général, près de 3 planètes seraient nécessaires pour assurer ces conditions de vie.

Des nouvelles exigences de la société se font jour concernant les problèmes liés à l'environnement et la qualité de vie des populations (remise en cause de la mode de croissance actuel). Des nouvelles façons de penser et d'organiser l'espace s'avèrent nécessaires.

Les données utilisées devraient idéalement correspondre à des données réelles mesurées sur le terrain. Dans la majorité des cas, une telle précision est illusoire et a d'autant moins de sens que l'ensemble des dites mesures réelles - mesures individuelles avec le pas de temps le plus fin - doivent servir à l'établissement d'une moyenne annuelle pour l'ensemble des Franciliens. Les données statistiques sont pour cette raison largement utilisées (les données de l'INSEE Ile-de-France, par exemple), en privilégiant celles qui ont le plus d'exhaustivité et correspondent le mieux à l'échantillon francilien.

Parmi les sols les plus consommés figure ainsi le « **sol énergie** » avec la production de biens, la mobilité des personnes et le logement comme principaux consommateurs. Le sol énergie, avec la forêt, sont des sols plus consommés par les Franciliens comparativement à l'empreinte française. Inversement, parmi les secteurs de consommation par usage des sols qui se démarquent le plus, on retrouve les postes précédents :

- les biens et services (consommations de sol énergie et de forêts) ;
- l'alimentation ;
- la mobilité des personnes ;
- le logement.

Paris, le 13/07/05

Note réalisée par : Iuli **NASCIMENTO** et Erwan **CORDEAU**