



# **Virage Énergie Climat, scénario 2020,**

## **chapitre Transport et Déplacements (T&D)**

### **Table des matières**

1	Résumé.....	2
1.1	Données de base.....	2
1.2	Les principales actions d'économie d'énergie :.....	3
1.3	Résultat de notre scénario et évolution des consommations d'énergie.....	3
2	Sources de données.....	3
3	Méthodologie.....	4
3.1	Remarques générales.....	4
3.2	Démarche.....	5
4	Analyse du secteur T&D.....	5
5	Les économies d'énergie pour les déplacements de personnes.....	6
5.1	Analyse des déplacements des personnes (t2).....	6
5.1.a	Les déplacements selon le trajet :.....	7
5.1.b	Variété des motifs de déplacements.....	7
5.2	Les actions d'économies d'énergie en relation avec la voiture individuelle.....	7
5.2.a	Réduire le nombre de déplacements.....	7
	1 / Pour les déplacements d'ordre professionnel :.....	7
	2 / Déplacements de type "accompagnement", notamment des enfants et scolaires.....	8
	3 / Réduction des déplacements pour les autres activités.....	8
5.2.b	Remplacer la voiture par d'autres modes de déplacement.....	9
5.2.c	Améliorer l'efficacité énergétique des déplacements en voiture.....	10
	a / Meilleure efficacité des moteurs.....	10
	b / Limiter la vitesse.....	11
	Une réduction de la vitesse maximale de 10 à 20 % engendre une diminution de la consommation d'environ 15 % ; valeur plus faible en agglomération.....	11
	c / Conduite économe.....	11
5.2.d	Efficacité énergétique des autres modes de déplacement.....	11
	a / Piéton, vélo, VAE.....	11
	b / Mode partagé (covoiturage , taxi à la demande , minibus ...)......	11
	c / Transport en commun.....	11
5.2.e	Les valeurs retenues pour les actions d'économies d'énergie.....	11
5.3	Mode de calcul du potentiel d'économie d'énergie.....	12

5.4 Calcul des économies d'énergie pour les déplacements de personnes en alternatives à la  
voiture individuelle.....13

5.5	Résultats des économies d'énergie sur les voitures particulières.....	17
5.6	Économies d'énergie pour les autres modes de déplacements des personnes.....	17
5.7	Cumul des économies d'énergie pour les déplacements des personnes, situation en 2050....	17
6	Économies d'énergie pour transport de marchandises.....	18
6.1	Données de base sur le transport de marchandises :.....	18
6.2	Méthodologie.....	18
6.3	Analyse du transport des marchandises.....	19
6.4	Les économies d'énergie pour les marchandises.....	19
6.4.a	Réduction du volume des marchandises.....	19
6.4.b	Amélioration de l'efficacité des camions.....	20
6.4.c	Report sur le fret ferroviaire.....	20
6.4.d	Les valeurs d'économies d'énergie pour le transport routier de marchandises.....	20
6.5	Tableau des actions d'économies d'énergie pour les marchandises.....	21
6.6	Résultats des économies d'énergie pour les marchandises:.....	22
7	Économie d'énergie et réduction de GES pour l'aérien.....	23
7.1	Les différences de comptage.....	23
7.2	Documents consultés :.....	23
7.3	Situation de base.....	24
7.4	Démarche.....	24
7.4.a	Évolution du nombre de passager.....	24
7.4.b	Baisse des émissions par passager.....	24
7.4.c	Augmentation des émissions globales.....	25
7.5	Les mesures proposées pour réduire le trafic aérien.....	25
7.6	Résultats.....	26
7.7	Remarque sur le comptage et l'évaluation des GES.....	26
8	Transport maritime : économie d'énergie et réduction des émissions de GES.....	27
8.1	Données de base.....	27
8.2	Sources.....	27
8.3	Démarche.....	28
8.3.a	Amélioration de l'efficacité.....	28
8.3.b	Réduction des volumes.....	28
8.4	Résultat.....	28
9	Résultat global pour les économies d'énergie dans les transports et déplacements.....	29
9.1	Résultats par types de déplacement ou transport.....	29
9.2	Évolution globale de 1990 à 2050 et calendrier.....	29
10	Conclusions pour les transports et déplacements.....	30

# 1 Résumé

Ce secteur concerne les déplacements de personnes, le transport de marchandises, pour les modes routier et non routier, les trafics aérien et maritime.

## 1.1 Données de base

Ce secteur représente - par rapport à la région - 1/3 des consommations d'énergie et plus du 1/4 des émissions de GES. La consommation d'énergie est peu prés stable depuis une dizaine d'année. Les transports dépendent du pétrole à 97 %.

	énergie		GES	
	%	TWh	%	MteqCO2
région 2016		91,1		30,1
transport 2016	33%	30,5	26%	7,9

Les modes routiers de déplacements des personnes et des transport de marchandises consomment 98 % de l'énergie de ce secteur. C'est sur ces 2 flux que porte l'essentiel de nos actions d'économie d'énergie.

## 1.2 Les principales actions d'économie d'énergie :

- d'abord, réduire le besoin de déplacement des personnes et réduire le volume des marchandises transportées,
- ensuite, optimiser les véhicules (covoiturage, moteur plus économique, réduction de vitesse, logistique améliorée ...)
- et en même temps, transférer ces flux vers d'autres modes plus économes en énergie (mode doux, transports collectif, fret ferroviaire ...)

## 1.3 Résultat de notre scénario et évolution des consommations d'énergie

années	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
source	Explicit	Explicit	Basemis	Basemis	Virage	Virage	Virage
énergie TWh	<b>21,06</b>	27,34	30,22	<b>31,43</b>	19,92	13,02	<b>8,42</b>
% / 1990	100%						40%
reduc /1990							<b>60%</b>
% / 2020				100%			27%
reduc / 2020							<b>73%</b>

*(Évolution des consommations d'énergie des transports de 1990 à 2050)*

Notre scénario, tout en prenant en compte une augmentation de près de 20 % de la population dans notre région, fait apparaître des économies d'énergie de 73 % par rapport à 2020 et de 60 % par rapport à 1990.

## 2 Sources de données

Basemis (édition 2018 avec données de 2016), version 1,1 ; airpl\_rapport basemis V5\_2018-11-21-f.pdf ; sur le site d'Air Pays de la Loire :

<http://www.airpl.org/Publications/rapports/02-10-2018-BASEMIS-resultats-de-l-inventaire-2016-conso.-et-prod.-d-energie-emissions-de-polluants-et-de-gaz-a-effet-de-serre-en-Pays-de-la-Loire>

Dreal 2018, inventaire énergétique et des émissions polluantes 2016, du secteur des transports en Pays de la Loire ; (ANALYSE ET CONNAISSANCE | N° 222 | Décembre 2018)

[http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/210312\\_rap-ieep-transports-2016-vf.pdf](http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/210312_rap-ieep-transports-2016-vf.pdf)

Dreal, les flux routiers de marchandises en 2016 (nov 2017, 212) ; (ANALYSES ET CONNAISSANCE | N° 212 | Novembre 2017 )

[www.observatoire-transports.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/les\\_flux\\_routiers\\_de\\_marchandises\\_en\\_2016\\_-\\_edtion\\_novembre\\_2017.pdf](http://www.observatoire-transports.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/les_flux_routiers_de_marchandises_en_2016_-_edtion_novembre_2017.pdf)

Explicit : (étude régionale énergie et effet de serre de 2006, disponible sur le site de VEC)

<https://virageenergieclimatpdl.org/wp-content/uploads/2020/01/rapport-bilan-pdl-v4-26-mar-09-2.pdf>

D'autres études sur le même sujet :

- Shiftproject : thématique transport en général :  
<https://theshiftproject.org/category/thematiques/transport/>  
  
Décarboner la mobilité dans les zones de moyennes densité, moins de carbone plus de lien, août 2017 :  
[https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/03/shift\\_mobilite\\_note\\_methodologique\\_v5.9\\_tw\\_acc.pdf](https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/03/shift_mobilite_note_methodologique_v5.9_tw_acc.pdf)  
  
<https://theshiftproject.org/article/rapport-decarboner-mobilite-vallee-seine/>
- Iddri : transport des marchandises : <https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/conference/comment-decarboner-le-transport-de-marchandises-en-france>
- negaWatt : <https://decrypterlenergie.org/le-regne-de-la-voiture-en-milieu-rural-est-il-une-fatalite>
- base GES Ademe
- Cerema Pays de la Loire, émissions de GES et énergie / co2 avec évolutions 2008 / 2016, en page 26

## 3 Méthodologie

### 3.1 Remarques générales

#### Comparaison Explicit / Basemis

L'analyse des documents Basemis et Explicit pour les consommations d'énergie de ce secteur fait apparaître une certaine continuité entre Explicit jusqu'en 2006 et Basemis à partir de 2008, il est donc possible d'avoir une vision 1990 / 2020 / 2050, ce que nous ferons pour évaluer le résultat global.

#### Augmentation de la population :

Sur la base des prévisions Insee, nous penons en compte une augmentation de la population d'environ 20 % entre 2016 et 2050. A partir des données Basemis de l'année 2016, nous faisons d'abord une actualisation de 2016 à 2020 puis une projection de 2020 à 2050 selon cette augmentation sur la base du raisonnement suivant : à usage constant, une population plus importante induit plus de transport et plus de consommation d'énergie.

#### L'énergie consommée comme unité de base

Notre démarche prend en compte le volume des consommations d'énergie et non pas le nombre de personnes.km ou de tonnes.km. Ces consommations d'énergie sont à priori proportionnelles au volume des transports et déplacements.

#### Motorisation à moyen terme

Nous ne faisons pas d'hypothèses techniques sur les motorisations à moyen terme. Notre chapitre consacré aux énergies renouvelables fera le lien entre les besoins en énergie (après avoir fait les économies correspondantes) et la fourniture d'un mix énergétique, adapté aux différents secteurs.

#### Changement par rapport à notre scénario 2013

La source principale de données est le document Basemis (édition 2018) et non plus l'étude Explicit de 2006 ; nous adoptons la même démarche générale pour les actions d'économies d'énergie.

#### Coûts écologiques et sociaux

Les arguments généraux concernant l'amélioration de la santé et la réduction des coûts écologiques et sociaux des transports (atteinte à la biodiversité, pollutions et risques pour la santé, bruit, utilisation des espaces, dépendance aux régions pétrolifères, etc.) ne sont pas repris ici.

### 3.2 Démarche

- analyse du secteur des transports et déplacements,
- actualisation des données de 2016 vers 2020 et 2050, selon l'augmentation de la population,
- économie d'énergie pour les déplacements de personnes,
  - sur les déplacements en voiture particulière,
  - sur les déplacements avec d'autres modes,
  - cumul pour les déplacements des personnes,

- économies d'énergie pour les transports de marchandises,
- économies d'énergie pour les trafics aérien et maritime,
- cumul des économies d'énergie de tous les transports et déplacements,
- présentation des résultats et conclusion.

## 4 Analyse du secteur T&D

Selon Basemis, voila la répartition selon les usages et véhicules. L'indication marchandises regroupent les VUL (véhicules utilitaires légers) et les poids lourds.

énergie consommée (TWh)	actualisation 2020		prévisions 2050 (avant économie d'énergie)
	TWh	% sur total	
<b>routier</b>	30,71	97,70 %	35,77
<b>personnes</b>	16,28	51,78 %	18,96
<b>marchandises</b>	13,51	42,99 %	15,74
<b>autres routiers</b>	0,92	2,93 %	1,07
<b>non routier</b>	0,72	2,30 %	0,84
<b>ferroviaire</b>	0,28	0,90 %	0,33
<b>aérien</b>	0,25	0,78 %	0,29
<b>maritime</b>	0,14	0,46 %	0,17
<b>tramway</b>	0,04	0,14 %	0,05
<b>fluvial</b>	0,01	0,02 %	0,01
<b>total T&amp;D</b>	31,43	100,00 %	36,61

Nos propositions concernent principalement les modes routiers pour le déplacement des personnes et le transport des marchandises ; ces 2 flux concentrent 98 % des consommations d'énergie.

Les modes ferroviaire et tramway se développeront par suite de transfert de modes routiers consommateurs d'énergie (voitures et camions) vers ces modes plus économes.

L'aérien et le maritime sont comptés selon les recommandations internationales, sur un trajet très limité, ce qui explique leur très faible valeur.

## 5 Les économies d'énergie pour les déplacements de personnes

Nous commençons par l'étude des déplacements en voitures particulières souvent synonyme d'auto-solisme, en proposant des actions favorisant un moindre usage de cette voiture. En 2018, ces déplacements pèsent près de 19 TWh, soit près de 52 % du total des transports et déplacement.

Nous passerons ensuite aux autres mode de déplacements : bus et 2 roues motorisées ; cette part est beaucoup plus faible, environ 1 TWh.

## 5.1 Analyse des déplacements des personnes (t2)

On peut caractériser un déplacement par les facteurs suivants :

- le trajet et son territoire : milieu rural, ville ...,
- le motif : accompagner un enfant , se rendre au travail,
- le mode : voiture solo, mode actif, collectif ...

Compte tenu de la variété de ces situations croisant les 3 critères, il ne peut pas y avoir une solution unique "passe partout" pour favoriser les économies d'énergie, nos actions vont donc être multiples et prendre en compte les critères de trajets et de motifs.

### 5.1.a Les déplacements selon le trajet :

Selon le document du Cerema Pays de la Loire, émissions de GES et énergie / co2 avec évolutions 2008 / 2016, en page 26 ; la consommation d'énergie selon le type de trajet ou territoire se répartit comme suit :

- rural, y compris les grandes routes : 37 %
- urbain, hors agglomération principale 32 %
- agglomération principale 31 %

Nous prendrons en compte cette différenciation des trajets dans nos propositions d'actions pour économiser l'énergie.

### 5.1.b Variété des motifs de déplacements

En regroupant des données de Basemis, Insee et un document Facteur 4 distribué lors des états généraux de l'énergie en 2012, nous retenons ce découpage pour les motifs de déplacement :

motifs de déplacement	%
travail	33
études	4
achats	14
loisirs	17
accompagner	17
démarches, services, santé	4
vacances	7
autres	4

Il ressort que le motif travail ne représente que 1/3 des déplacements.

## 5.2 Les actions d'économies d'énergie en relation avec la voiture individuelle

### 5.2.a Réduire le nombre de déplacements



Le fait de raisonner sur le besoin de se déplacer permet de faire apparaître des solutions pour en réduire le volume sur les 2 plans :

- réduire le nombre et la fréquence de ces déplacements,
- réduire les distances parcourues.

### **1 / Pour les déplacements d'ordre professionnel :**

- remplacer une partie des rencontres professionnelles par des visioconférences, des rencontres téléphoniques, espacer ce type de rencontre, être moins nombreux pour assister à des événements lointains ...
- opter pour la semaine de travail de 4 jours,
- favoriser le travail à domicile ou à distance,
- inciter à la mise en place de Plans de Déplacements Entreprise (PDE) qui peuvent favoriser ces actions.

Si le besoin de déplacement professionnel compte pour 1/3 et si ce besoin est réduit de 20 % par ce type d'actions, le gain global est de  $(1/3 \times 20 \%)$  6,6 % sur la totalité des déplacements.

Ces actions s'appuient sur des mesures de type organisationnel et sont réalisables à court terme.

### **2 / Déplacements de type "accompagnement", notamment des enfants et scolaires**

- développer des circuits de type "pedibus" et "velobus" qui permettent aux enfants d'aller à l'école sans le besoin d'accompagnement en voiture,
- rapprocher les activités, afin de diminuer le besoin d'accompagnement,
- inciter la mise en place de Plans de Déplacements Établissement Scolaire (PDES).

Les accompagnements représentent 17 % des déplacements en voiture. Si ce besoin de déplacement est réduit d'environ 1/3 le gain est de plus de 5 %.

Ces actions s'appuient sur des mesures de type organisationnel et sont réalisables à court terme.

### **3 / Réduction des déplacements pour les autres activités**

a / Les activités comme les achats, les loisirs, les visites comptent pour près de la moitié des déplacements . Nos propositions sont les suivantes :

- privilégier les activités de proximité qui demandent moins de déplacement,
- s'organiser pour effectuer un déplacement unique pour réaliser plusieurs activités,
- pratiquer l'auto-partage qui se traduit souvent par une diminution d'usage du véhicule et une réduction du nombre de km.

Si on diminue de 25 % ces déplacements , le gain global est d'environ 12 % sur tous les types de trajets.

Ces actions sont de type comportemental et réalisables à court terme.

b / Réduire les distances parcourues : rapprocher l'habitat et les activités

Nous devons construire "la ville des courtes distances" de manière à privilégier les déplacements effectués par les modes actifs ou en transports en commun. Ce raisonnement est valable pour les centres villes, déjà souvent denses, mais aussi pour les zones périphériques et les bourgs ruraux qui disposent tous d'outils de planification à travers le Plan Local d'Urbanisme (PLU). Nos propositions :

- dans des villes et bourgs intermédiaires, maintenir et regrouper des activités (emplois, services, éducation ...) proches de l'habitat, même en zone de faible densité, pour assurer un rééquilibrage des territoires,
- lutter contre l'étalement urbain et densifier les villes,
- en zone de moindre densité, regrouper les services d'aide à la personne en un lieu unique, associé éventuellement à un service de covoiturage ou de navette.

Ces actions seront efficaces pour les trajets effectués actuellement en zone peu dense (interurbain et autoroute). En envisageant ces actions sur le long terme, le gain peut être estimé à 25 % en interurbain, 15 % en rural et 10 % pour la catégorie urbain.

Ces mesures concernent l'aménagement du territoire. Elles sont réalisables à moyen et long terme et dépendent des pouvoirs publics et des collectivités et demandent une forte volonté politique.

## 5.2.b Remplacer la voiture par d'autres modes de déplacement

Après avoir réduit le volume des déplacements effectués en voiture, nous réduisons son usage au profit d'autres modes de déplacement plus économes en énergie.

Indications correspondant aux appellations dans notre tableau :

- voiture : voiture solo ou "mode conducteur", que nous allons optimiser,
- mode actif : à pied , à vélo, VAE,
- partagé : covoiturage, taxi à la demande, autopartage, minibus ...,
- collectif : bus, car, train, tramway ...

A partir d'un volume initial de 100 déplacements en voiture, nous redistribuons les modes de déplacements en diminuant la voiture au profit des autres modes. Cette redistribution tient compte des types de trajets, par exemple le mode actif est fortement augmenté en ville (agglomération) mais reste moins important en milieu rural.

### Remplacement du mode 100 % voiture selon les trajets

	hors agglomération	rural (+ routes)	agglomération
voiture	33	35	25
actif	15	10	30
partagé	30	35	22
collectif	22	20	25

## **Exemple de calcul de la nouvelle part modale d'un mode de transport :**

Soit une grande ville où la part modale de la voiture solo est actuellement de 50 %, si on réduit sa place à 25 % des modes voitures, on passe alors à  $50\% \times 25\% = 13\%$  de nouvelle part modale de la voiture en ville en 2050.

En comparaison, le plan de déplacement urbain de Nantes Métropole (2017, 2027, évolution 2030), prévoit que la part "voiture conducteur" passe de 43 à 27 % à échéance 2030. Notre proposition représente ainsi une prolongation à l'échéance 2050 d'une telle tendance. Voir : <https://metropole.nantes.fr/files/pdf/deplacement/nm-pdu.pdf>.

Le mode doux gagne beaucoup en urbain (à Copenhague déjà près de 40 % des déplacements se font à vélo), il reste intermédiaire en interurbain, où le Vélo à Assistance Électrique (VAE) peut se développer facilement sur des distances jusqu'à 10 km.

Mode partagé (covoiturage, taxi à la demande, minibus ...) : ces nouvelles formes de transport collectif sont adaptables à différents types de trajets, mais ne remplaceront pas ou peu les Transports Collectifs (TC) classiques en urbain et interurbain.

Le rabattement permet à une personne de faire une petite partie d'un trajet en voiture (ou à vélo) pour accéder à un point de départ de transport collectif, avec lequel sera effectué ensuite la majeure partie du trajet. Des équipements (parking, abribus, etc.) favorisent l'usage de ce mode semi-collectif. Cette action n'est pas directement chiffrée, car elle est plutôt une mesure qui favorisera le changement vers d'autres modes de déplacement. De nombreuses expériences ont déjà été menées en France.

Les transports collectifs (tram, train, bus, autocar) augmentent fortement, pour tous les types des trajets, du fait du développement d'infrastructures nouvelles (voir par exemple les propositions de la FNAUT pour le développement de l'étoile ferroviaire autour de Nantes) et de la réouverture de lignes de Trains Express Régionaux (TER).

Voir aussi l'étude "Les transports en commun en milieu rural sont beaucoup plus efficaces en Espagne et en Allemagne qu'en France, selon l'autorité de la qualité de service dans les transports", <https://www.20minutes.fr/societe/2579791-20190808-transports-commun-zone-rurale-probleme-particulierement-vivace-france>.

Cette nouvelle répartition des modes de déplacement dépend surtout des collectivités locales et des pouvoirs publiques à travers l'amélioration de l'offre de transports publics (cadences, parcours, confort, tarifs, intermodalité ...). Elle est aussi en relation avec les mesures permettant de dynamiser des villes et bourgs intermédiaires.

Les citoyens doivent aussi s'y engager pleinement en privilégiant ces solutions alternatives plutôt que de continuer l'usage de la voiture solo.

### **5.2.c Améliorer l'efficacité énergétique des déplacements en voiture**

Après avoir réduit le besoin de déplacement en voiture et réduit la part modale correspondante, nous en optimisons l'efficacité énergétique. Les améliorations portent sur le véhicule et ses conditions d'usage.

#### **a / Meilleure efficacité des moteurs**

L'amélioration technique des véhicules implique le développement d'une motorisation plus efficace, une conception de véhicules plus légers et une réduction de la puissance. On vise un gain de 40 % de carburants par rapport à la moyenne des consommations actuelles.

Cette mesure technique est réalisable à moyen terme, elle demande de fortes incitations fiscales et réglementaires pour construire des véhicules plus économes. Son déploiement prend en compte le renouvellement des voitures d'ici à 2050.

Il est difficile de faire des hypothèses précises sur l'évolution des motorisations à terme : méthane d'origine renouvelable, électricité, hydrogène, hybride ... Une faible partie des véhicules - après économie d'énergie - peut passer à l'électrique, avec un meilleur rendement, ce qui permet une moindre consommation d'énergie et un "bonus" pris en compte dans notre chapitre synthèse.

#### **b / Limiter la vitesse**

Une réduction de la vitesse maximale de 10 à 20 % engendre une diminution de la consommation d'environ 15 % ; valeur plus faible en agglomération.

Mesure de type réglementaire et immédiatement applicable.

#### **c / Conduite économe**

La conduite économe ou éco-conduite favorise les économies d'énergie pour environ 10 %  
Mesure de type comportemental, à court terme.

### **5.2.d Efficacité énergétique des autres modes de déplacement**

#### **a / Piéton, vélo, VAE**

La consommation électrique d'un VAE représente environ 1,5 % de l'énergie d'une voiture. Nous négligeons donc cette consommation résiduelle et considérons que le passage de la voiture au mode actif (piéton, vélo, VAE) est efficace à 100 %.

Mesure réalisable à court terme, elle dépend principalement des aménagements des collectivités et du comportement des usagers.

#### **b / Mode partagé (covoiturage , taxi à la demande , minibus ...)**

Le covoiturage permet de multiplier environ par 2 le nombre de personnes par voiture dont on a déjà amélioré l'efficacité énergétique. Nous évaluons le gain d'efficacité énergétique du covoiturage à 66 %.

Cette mesure dépend des aménagements des collectivités et du comportement des usagers, à court / moyen terme.

### c / Transport en commun

Le tramway est très efficace en agglomération et le TER entre les villes. En milieu rural et interurbain des lignes de cars express peuvent être une bonne alternative (voir les propositions de type transport public express du Shift Project)

Nous comptons sur une valeur moyenne d'efficacité de 66 %, pour tous les types de transports et types de trajets (voir base GES Ademe).

Cette mesure dépend des aménagement des collectivités, à moyen et long terme.

### 5.2.e Les valeurs retenues pour les actions d'économies d'énergie

Ce tableau présente les valeurs retenues, en pourcentage de gain, par les actions d'économies d'énergie, avec les distinctions selon les types de trajet.

ligne info	% économie d'énergie	hors agglo		rural + grandes routes		agglo	
		répartition des modes		répartition des modes		répartition des modes	
A	accompagnement		5		5		5
B	travail		7		5		5
C	regroupement		10		10		10
D	rapprochement		15		15		10
E	mode voiture	33		35		25	
F	moteur		40		40		40
G	vitesse		15		15		6
H	conduite		10		10		10
I	mode actif	15		10		30	
J	actif		100		100		100
K	mode partagé	30		35		20	
L	partagé		66		66		66
M	mode collectif	22		20		25	
N	collectif		66		66		66

Commentaires sur les lignes :

Pour toutes les lignes (sauf E,I,K et M) chaque action se traduit par un % d'économie d'énergie ; par exemple,

- ligne A : diminuer le besoin d'accompagnement génère 5 % d'économie, pour tous les types de trajets
- ligne D : favoriser le rapprochement habitat / activités génère 15 % d'économie hors-agglo mais uniquement 10 % en agglo
- lignes E,I,K et M : nouvelle répartition modale sur la base de 100 voitures initiales (après les actions d'économies d'énergie) :
- ligne E : il reste 33 voitures solo hors agglo et 25 en agglo

- ligne K : le mode partagé remplace 30 voitures hors-agglo et 20 en agglo

### 5.3 Mode de calcul du potentiel d'économie d'énergie

En prenant en compte les actions d'économies d'énergie, selon les trajets, nous pouvons combiner ces actions et faire apparaître les économies générées.

Exemple de calcul. Nous allons enchaîner plusieurs actions d'économie d'énergie en raisonnant sur le besoin en litre de carburant :

- situation initiale : 100 personnes font 40 km par jour en voiture avec une consommation d'essence de 7 l / 100 km , soit un total de 280 litres d'essence ( $100 * 40 * 7 / 100$ )
- suite à la réduction du besoin de déplacement, 10 personnes ne se déplacent plus, on gagne 10 %, soit un total intermédiaire de 252 litres,
- et 20 % des personnes restantes réduisent de 20 % la distance (soit 32 km), nouveau total intermédiaire ( $252 * 80 \%$ ) = 202 litres
- pour ces trajets restants, la moitié des personnes prennent un transport collectif, plus économe en énergie de 2/3, total collectif = 45 personnes \* 32 km \* ( $7 / 100 * 1/3$ ) = 34 litres,
- l'autre moitié des personnes utilise des voitures plus économes en énergie de 40 %, total voiture =  $45 * 32 * 7/100 * 60\%$  = 60 litres
- Le nouveau total énergie = total collectif (34) + total voiture (60) = 94, soit  $94/280 = 33 \%$  de la consommation initiale d'énergie, on a ainsi économiser les 2/3 de la consommation initiale en combinant ces actions.

C'est bien la conjonction de plusieurs facteurs d'économie d'énergie qui permet cette forte réduction. Les % de gain de s'additionnent pas, ils se composent l'un à la suite de l'autre.

A noter que le transport de marchandises se prêtera à un calcul analogue, en remplaçant le nombre de personnes en déplacement par un volume de marchandises transportées.

### 5.4 Calcul des économies d'énergie pour les déplacements de personnes en alternatives à la voiture individuelle

Le tableau de la page suivante prend en compte les 3 types de trajets. Pour chaque trajet on fait intervenir les actions d'économies d'énergie avec les valeurs de gain correspondant.

La base de calcul ou point de départ est la quantité d'énergie (en TWh) consommée par un type de trajet. Par exemple pour les trajets hors-agglo, qui représente 32 % des trajets , on a  $18,96 \text{ TWh} * 32 \%$  = 6,07 TWh.

Chaque ligne caractérise une action d'économie d'énergie :

- la base de départ du calcul (TWh)
- le pourcentage de gain de cette action pour ce trajet,
- le gain en économie d'énergie. La base de départ, sur laquelle on déduit ce gain, devient la base de départ de l'action suivante.

Les 4 premières lignes représentent les actions pour réduire le besoin de déplacement :

- accomp : réduire le besoin d'accompagnement,
- profes : réduire les déplacements liés au travail,
- regroup : réduction des déplacements suite au regroupement d'activités,
- rapproch : installer des activités dans des villes intermédiaires.

Ensuite, les valeurs (4.10, 4.84, 4.30) indiquent la nouvelle base de départ, pour chaque trajet, après les économies d'énergie des 4 lignes précédentes.

Puis, la ligne voiture (en colonne mode) indique le nouveau mode de déplacement attribué à la voiture, de même (plus bas) pour mode actif, mode partagé et mode collectif.

Pour le mode voiture, on précise les 3 actions d'économie d'énergie (économie sur moteur, réduction de la vitesse et conduite économe).

Reste voiture : reste du besoin en énergie pour le mode voiture, une fois faites les économies d'énergie. De même Reste actif, Reste partage et Reste collec : reste du besoin en énergie pour les modes correspondants.

En bas de tableau :

- économie d'énergie : cumul des économies d'énergie générées par les différentes action
- énergie restante : cumul de Reste voiture + Reste partage + Reste collectif
- vérif total : vérification avec la quantité d'énergie initiale

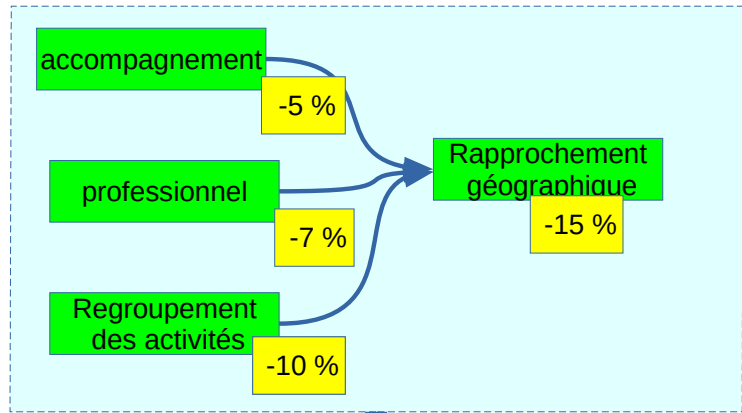
## Calcul des économies d'énergie pour les déplacements de personnes, alternatives à la voiture particulière

TWh	hors_agglo				rural + grandes routes				agglomération			
	mode %	base de calcul	% gain	gain réalisé	mode %	base de calcul	% gain	gain réalisé	mode %	base de calcul	% gain	gain réalisé
les actions												
accompagn.			5,00				5,00				5,00	0,00
profession.			7,00				5,00				5,00	0,00
regroupem.			10,00				10,00				10,00	0,00
cumul des 3		6,07	22,00	1,33		7,01	20,00	1,40		5,88	20,00	1,18
rapprochem.		4,73	15,00	0,71		5,61	15,00	0,84		4,70	10,00	0,47
à répartir	4,02				4,77				4,23			
mode voiture	33,00	1,33			35,00	1,67			25,00	1,06		
moteur		1,33	40,00	0,53		1,67	40,00	0,67		1,06	40,00	0,42
vitesse		0,80	15,00	0,12		1,00	15,00	0,15		0,63	6,00	0,04
conduite		0,68	10,00	0,07		0,85	10,00	0,09		0,60	10,00	0,06
reste voiture		0,61				0,77				0,54		
mode actif	15,00	0,60			10,00	0,48			30,00	1,27		
actif		0,60	100,00	0,60		0,48	100,00	0,48		1,27	100,00	1,27
reste actif		0,00				0,00				0,00		
mode partagé	30,00	1,21			35,00	1,67			20,00	0,85		
partagé		1,21	66,00	0,80		1,67	66,00	1,10		0,85	66,00	0,56
reste partagé		0,41				0,57				0,29		
mode collectif	22,00	0,88			20,00	0,95			25,00	1,06		
collectif		0,88	66,00	0,58		0,95	66,00	0,63		1,06	66,00	0,70
reste collectif		0,30				0,32				0,36		
économies d'énergie				4,746				5,356				4,693
énergie restante		1,320				1,658				1,184		
vérif total			6,067				7,015				5,877	

Consommation d'énergie initiale (voiture particulière) prévue en 2050 : 18,96 TWh  
 Gain en économie d'énergie : 14,8 TWh  
 Énergie restante nécessaire en 2050 : 4,16 TWh, soit une réduction de 78 %



## REDUCTION DES BESOINS DE DEPLACEMENT



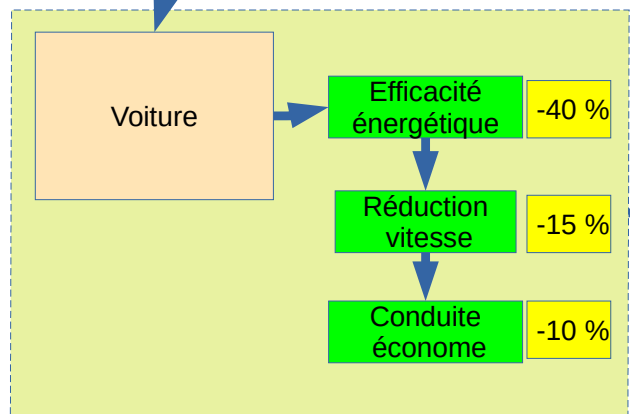
Consommation d'énergie transports AVANT économies

Valeurs pour le trajet " Hors agglomération "

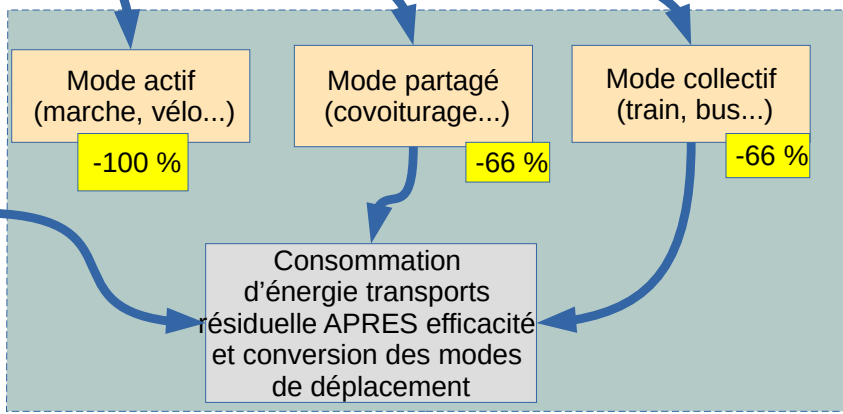
-66 % Pourcentage d'économies d'énergie possibles

Consommation d'énergie transports APRES réduction des besoins de déplacement

## OPTIMISATION DE LA VOITURE



## MODIFICATION DES MODES DE DEPLACEMENT



33 %

15 %

30 %

22 %

Ce graphique permet de visualiser l'enchaînement des actions d'économie d'énergie, avec les valeurs pour un trajet "hors-agglo"

## 5.5 Résultats des économies d'énergie sur les voitures particulières

En conclusion du tableau précédent, le total des consommations sera de 4,23 TWh en 2050, suite à la "réaffectation" des déplacements en voiture ; ce qui se traduit par des nouveaux usages comme suit :

### réaffectation de l'énergie initiale sur les déplacements

	énergie TWh	%
situation départ 2020	18,96	
total 2050	4,16	22%
reste voiture individuelle	1,91	10%
mode partagé	1,27	7%
collectif	0,98	5%

## 5.6 Économies d'énergie pour les autres modes de déplacements des personnes

Nous prenons maintenant en compte les autres modes de déplacement des personnes, car, bus et 2 roues motorisées. Nous appliquons des économies d'énergie à ces modes (50 % sur bus/car et 66 % sur moto) ; la consommation d'énergie correspondante passe de 1 à 0,5 TWh.

## 5.7 Cumul des économies d'énergie pour les déplacements des personnes, situation en 2050

En prenant en compte les économies d'énergie des différents modes de déplacements des personnes (voitures et autres), voila la situation en 2050 :

énergie (TWh)	2020, avant économie d'énergie	2050, avant économies d'énergie	2050, après économie d'énergie
voitures particulières	<b>16,28</b>	<b>18,96</b>	<b>1,91</b>
mode partagé (2050)			1,27
bus, car (2020)	0,61	0,72	0,36
collectif (2050)			0,98
motos	0,31	0,36	0,12
<b>total</b>	<b>17,20</b>	<b>20,03</b>	<b>4,64</b>
en % sur base 2020			27%
<b>soit une diminution de</b>			<b>73%</b>

La consommation d'énergie pour les déplacements de personnes est réduite à moins de 5 TWh , soit une réduction de plus de 70 % par rapport à la valeur de 2020.

C'est bien la diminution de l'usage des voitures particulières et le transfert sur d'autres modes plus économes qui permet cette forte réduction des consommations d'énergie à l'échéance 2050.

## 6 Économies d'énergie pour transport de marchandises

### 6.1 Données de base sur le transport de marchandises :

Sources :

"La situation des transports en Pays de Loire : les flux routiers de marchandises en 2016 – DREAL Pays de Loire 2017". Remarque : ce document ne prend pas en compte le transit, les pavillons étrangers ni le transport léger (< 3,5 T).

Campagne Ademe Objectif CO2, les transporteurs s'engagent : <https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/reduire-impacts/optimiser-transports-marchandises/dispositif-objectif-co2-transporteurs-routiers-marchandises>

Efficacité énergétique dans les transports : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Efficacit%C3%A9\\_%C3%A9nerg%C3%A9tique\\_dans\\_les\\_transports](https://fr.wikipedia.org/wiki/Efficacit%C3%A9_%C3%A9nerg%C3%A9tique_dans_les_transports)

"scénario SESP 170", scénarios de forte réduction des GES dans les transports et les bâtiments à l'horizon 2050

## 6.2 Méthodologie

Nous ne prenons pas en compte la différence entre compte propre et compte d'autrui mais uniquement les volumes de matériaux transportés. Nous ne faisons pas de différence selon les types de trajets.

Comme pour les déplacements de personnes, nous actualisons les chiffres de 2016 vers 2020 puis 2050 selon l'augmentation de la population.

Comme pour les déplacements de personnes nous raisonnons sur les consommations d'énergie, proportionnelles au volume (tonnes et km) des marchandises transportées.

## 6.3 Analyse du transport des marchandises

Consommations d'énergie du transport routier de marchandises :

actualisation à 2020 : 13,51 TWh

actualisation à 2050 : 15,74 Twh

Répartition des marchandises transportées en % sur les tonnes.km

Les principaux produits transportés sont les pondéreux (minerais et matériaux de construction) et les produits agroalimentaires ; ces 2 catégories représentent 70 % du tonnage et 56 % des tonnes.km.

marchandises transportées	répartition en % sur les tonnes.km
Produits agricoles	20%
Produits alimentaires	18%
Produits énergétiques	5%
Minerais	8%
Produits métallurgiques	3%
Produits chimiques	4%
Ordures et déchets	4%
Matériaux de constructions	9%
Produits manufacturés	27%
Autres marchandises	1%

## 6.4 Les économies d'énergie pour les marchandises

En analogie avec les déplacements des personnes, nous avons 3 leviers principaux pour faire des économies d'énergie sur le transport des marchandises du mode routier :

- réduire le volume de marchandises et les distances de transport,
- améliorer l'efficacité des camions pour les volumes restants,
- et transférer une part importante sur le fret ferroviaire.

#### **6.4.a Réduction du volume des marchandises**

Selon la nature des marchandises transportées, nous envisageons des réductions de volume, en relation avec les autres chapitres de notre scénario :

- produits agro-alimentaires : l'évolution de l'agriculture et de l'alimentation ira vers une réduction de l'usage des produits transformés et une augmentation de l'usage des produits locaux, plus proches et nécessitant moins de transport (voir chapitre agriculture / alimentation),
- matériaux et produits manufacturés : l'industrie utilisera moins de matériaux en relation avec une moindre production de produits manufacturés (voir chapitre industrie),
- déchets : la généralisation des démarches "zéro déchets" et de l'économie circulaire favorisera une réduction très forte des déchets (voir chapitre industrie),
- construction : le secteur du bâtiment utilisera de plus en plus des matériaux bio-sourcés et locaux (voir chapitre logement).

Valeurs retenues pour la réduction du tonnage et des distances :

- Sobriété des consommateurs, gain de 12 %,
- Durée de vie des produits plus longue et réparabilité , gain de 22%,
- Relocalisation d'une partie des productions, moins de distances parcourues : gain de 13 %.

#### **6.4.b Amélioration de l'efficacité des camions**

- amélioration de la logistique : elle assurera un meilleur remplissage des camions, une optimisation des trajets et du ratio volume/poids faisant économiser 25 % de l'énergie,
- optimisation du transport sur le « dernier kilomètre » : par l'amélioration des circuits de distribution en ville, l'utilisation des réseaux de transport en commun, la mutualisation avec des véhicules adaptés... ; cela apportera un gain de 8 % d'énergie,
- économies d'énergie sur la motorisation et l'aérodynamisme; soit un gain d'environ 25 % selon l'ADEME et le scénario SESP 170,
- limitation de la vitesse ; gain d'environ 8%,
- formation à la conduite économe ; gain de 12 % (ADEME).

#### **6.4.c Report sur le fret ferroviaire**

Les expériences de ferroutage (chargement d'un camion complet sur un train : tracteur + remorque + chauffeur) sont largement développées en Allemagne et en Suisse. Le

ferroulage présente l'avantage de combiner la souplesse du transport par camion sur les distances inférieures à 200 km et l'efficacité supérieure du transport ferroviaire sur les longues distances. La combinaison camion/tramway peut même s'envisager en milieu urbain

Nous proposons donc de transférer 40 % des marchandises restantes à transporter par route - après les actions de réduction des volumes - vers le transport ferroviaire, sous différentes formes (ferroulage, container etc.). Le transport ferroviaire permet d'économiser près des 3/4 (75%) de l'énergie.

#### 6.4.d Les valeurs d'économies d'énergie pour le transport routier de marchandises

Pour les actions d'économies d'énergie présentées précédemment, voila les valeurs retenues en termes de pourcentage de gain. Par exemple : le fait d'avoir des marchandises qui durent plus longtemps et sont plus facilement réparables induit une diminution de 22% du volume transporté.

action d'économie d'énergie	valeurs
<b>réduction du volume et km</b>	
sobriété	12
durée + réparation	22
relocalisation	13
<b>mode camion</b>	60
logistique	25
dernier km	8
amélio moteur, aérodynamisme	25
vitesse	8
conduite économe	12
<b>mode ferroviaire</b>	40
ferroviaire	75

#### 6.5 Tableau des actions d'économies d'énergie pour les marchandises

En analogie avec le tableau de réduction des consommations d'énergie pour les déplacement des personnes (voir plus haut), ce tableau présente les résultats des actions d'économie d'énergie pour les marchandises.

Présentation du tableau :

Les 3 premières lignes concernent la réduction du volume et des distances.

Puis on garde 60 % pour les camions et on transfère 40 % sur le ferroviaire.

Pour le mode camion, on détaille les actions d'économie d'énergie spécifique à ce mode.

économies d'énergie / marchandises (TWh)				
	mode %	base de calcul	% gain	gain réalisé
Durée + réparation		15,74	22	3,46
Sobriété		12,28	12	1,47
Relocalisation		10,80	13	1,40
<i>A Répartir</i>	9,40			
Efficacité CAMION	60	5,64		
Logistique		5,64	25	1,41
Dernier km		4,23	8	0,34
Économie moteur		3,89	25	0,97
Vitesse		2,92	8	0,23
Conduite		2,68	12	0,32
Reste Efficacité CAMION		2,36		
Report FERROVIAIRE	40	3,76		
Ferroviaire		3,76	75	2,82
Reste après report FERROV.		0,94		
Reste énergie		3,30		
<b>Total économie énergie</b>				<b>12,44</b>
Verif : rappel départ			15,74	

## 6.6 Résultats des économies d'énergie pour les marchandises:

consommation d'énergie / marchandises TWh	2020	2050 avant économie d'énergie	2050 après économie d'énergie
rappel des valeurs pour 2020 et 2050	13,5	15,7	3,30
soit X % de 2020			24%
soit une diminution de			76%

Dans notre scénario, les diverses action d'économies d'énergie pour le transport des marchandises se traduisent par une réduction de plus de 75 % par rapport à la valeur de 2020.

L'analyse des actions générant des économies d'énergie montre que :

- le gain sur le volume représente plus de 40 %,
- l'amélioration de l'efficacité des camions apporte un gain de près de 20 %,
- et l'efficacité du report sur le ferroviaire induit un gain de 18 %.

quantité d'énergie pour marchandises	%	économie	restant
départ 2050	15,74		
gain sur le volume	6,34	40%	6,34
gain sur camion	3,28	21%	3,28
reste camion	2,36	15%	2,36
gain sur ferroviaire	2,82	18%	2,82
reste ferroviaire	0,94	6%	0,94
verif total	15,74	100%	12,44
			3,30

# 7 Économie d'énergie et réduction de GES pour l'aérien

## 7.1 Les différences de comptage

L'évaluation du trafic aérien régional, en termes de consommation d'énergie, d'émissions de CO2 et de GES peut être effectuée selon différents critères :

- rapportage SECTEN : le cycle LTO (landing and takeoff) compte les phases approche, roulage, décollage et montée jusqu'à 3000 pieds ; il ne compte pas du tout le vol de croisière qui est la partie la plus importante du vol ; Basemis prend en compte ce rapportage ;
- le comptage - type territoire - concernant les mouvements effectués sur l'aéroport de Nantes Atlantique : il prend en compte le cycle LTO et la moitié de la croisière, il reflète le trafic fait au départ de la région (avec la faible approximation due à la non prise en compte des autres petits aéroports de la région) ;
- le comptage - plus complet - du trafic aérien global généré par les voyages aériens effectués par les personnes habitant la région : il prend en compte les vols au départ de Nantes mais aussi ceux effectués à partir d'autres aéroports, notamment ceux de la région parisienne en faisant une péréquation à partir des chiffres nationaux ramenés à la part de la population régionale.

Au delà de la consommation d'énergie, l'évaluation des émissions de GES se fait avec un coefficient qui permet de passer des émissions directes de CO2 - due à la combustion du kérosène - à une valeur globale d'émission de GES. En effet la combustion se fait en altitude ce qui induit beaucoup d'autres conséquences en termes d'effet de serre. Les valeurs prises par ce coefficient sont très différentes :

- pour les comptages officiels, on prend en général une valeur proche de 1 (retenue par Basemis)
- selon les scientifiques du GIEC ce coefficient varie entre 2 et 4.
- l'Ademe conseille une valeur de 2, par défaut
- une étude récente indique une valeur de 3 (voir :

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231020305689>)

Dans ce chapitre nous travaillerons principalement à partir de Basemis, avec rapportage Secten et coefficient 1 mais nous verrons en conclusion l'importance d'envisager d'autres évaluations.

## 7.2 Documents consultés :

DGAC - Les émissions gazeuses liées au trafic aérien en France en 2018

- [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/bilan\\_emissions\\_gazeuses\\_2018.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/bilan_emissions_gazeuses_2018.pdf)

Dossier de concertation ; 27 mai au 31 juillet 2019 ; PROJET DE RÉAMÉNAGEMENT DE L'AÉROPORT DE NANTES-ATLANTIQUE À L'HORIZON 2040

- [https://www.debatpublic.fr/sites/cndp.portail/files/documents/na\\_dossier\\_de\\_concertation\\_sans\\_annexes.pdf](https://www.debatpublic.fr/sites/cndp.portail/files/documents/na_dossier_de_concertation_sans_annexes.pdf)



- [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/bulletin\\_stat\\_trafic\\_aerien\\_2018.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/bulletin_stat_trafic_aerien_2018.pdf)

voir aussi : « Crise(s), climat : préparer l'avenir de l'aviation » : les propositions du Shift <https://theshiftproject.org/article/climat-preparer-avenir-aviation-propositions-shift-contreparties/>

### 7.3 Situation de base

Selon Basemis, le trafic aérien représente 0,25 TWh et 0,044 MteqCO<sub>2</sub> , soit moins de 1 % du total énergie ou GES des transports.

Quelques indications du trafic en 2016 :

- nombre de passagers : près de 5 millions
- nombre de mouvements : 50 000
- distance moyenne des mouvements : 834 km
- augmentation de plus de 2 fois du nombre de passager d'ici à 2050

### 7.4 Démarche

Notre étude prend en compte les éléments suivants :

- forte augmentation du trafic due à l'augmentation du nombre de passagers
- légère amélioration des performances
- augmentation globale des consommations d'énergie et des émissions de GES
- propositions pour réduire l'impact du trafic aérien
- présentation des résultats selon ces propositions
- traduction de ces résultats selon d'autres modes de comptage et d'évaluation des GES

#### 7.4.a Évolution du nombre de passager

Basée sur les taux de croissance du SCÉNARIO MÉDIAN de la Consultation pour l'aménagement de Nantes-Atlantique

	<b>Kpax</b>	<b>Kpeq</b>	Variation
			Base 2018
<b>2018</b>	6 200	6 300	
<b>2030</b>	9 237	9 386	+49,0%
<b>2040</b>	11 370	11 554	+83,4%
<b>2050</b>	13 997	14 222	+125,8%

Le nombre de passager fera plus que doubler d'ici à 2050. (Kpax : milliers de passagers / Keqp : milliers équivalent passager)

#### 7.4.b Baisse des émissions par passager

Cette diminution est obtenue par la poursuite de gains techniques : efficacité technique (moteurs, structure, vitesse de croisière ...), APU et roulage décarbonés .... En prenant en

compte une réduction de 1% par an pour les émissions par passager, la baisse globale est inférieure à 30 % en 2050. Nous ne faisons pas d'hypothèse sur l'utilisation du kérosène ou d'autres types de carburant.

	kg CO2/peg	Variation Base 2018
<b>2018</b>	8,6	
<b>2030</b>	7,6	-11,4%
<b>2040</b>	6,9	-19,8%
<b>2050</b>	6,2	-27,5%

### 7.4.c Augmentation des émissions globales

Le croisement de l'augmentation des passagers et la baisse des émissions unitaires fait apparaître une forte augmentation des émissions globales en 2050.

	ktCO2/an	variation
<b>2018</b>	54	100%
<b>2030</b>	71	132%
<b>2040</b>	79	147%
<b>2050</b>	88	164%

D'autres améliorations techniques sont possibles, mais les principales innovations ont déjà été réalisées depuis 20 ans et le gisement de nouvelles économies d'énergie est de plus en plus faible. Ces améliorations sont insuffisantes pour réduire les consommations d'énergie et les émissions correspondantes. C'est bien le trafic aérien lui-même qui 'il faut réduire fortement .

## 7.5 Les mesures proposées pour réduire le trafic aérien

Afin de réduire le trafic aérien, nous proposons les actions suivantes qui peuvent se combiner :

- sobriété individuelle : choix de destinations plus proches pour les vacances et loisirs, (réduction possible de 75 %)
- usage du train pour les courtes et moyennes distances ; amélioration de l'intermodalité, prise en charge de bout en bout par un même opérateur du voyageur et des bagages permettant une amélioration des services (correspondances, enregistrement de bagages, accueil des voyageurs...) , réduction possible de 35 %
- usage des télé-conférences permettant de réduire le nombre de personnes participant à des congrès, séminaires, rencontres de différents types à l'étranger

La réalisation de ces propositions peut s'appuyer sur des mesures fiscales (taxe sur le billet proportionnelle aux conséquences), réglementaires (interdiction de publicité pour certains voyages) ou de type rationnement (attribution à chacun d'un quota de "kms

aériens" par période, dans une démarche globale de forte réduction des émissions de GES).

## 7.6 Résultats

Les actions proposées permettent de réduire de 85 % d'ici à 2050 les consommations d'énergie, les émissions de CO2 et de GES. La réduction est plus importante lors de la 1ère décennie ; en effet la sobriété individuelle est une démarche personnelle qui peut se réaliser rapidement sans contrainte particulière.

### évolution des émissions de CO2 annuelles directes avec les réductions du trafic aérien

années	2020	2030	2040	2050
kt CO2	54,0	30,9	19,4	7,9
% / 2020	100%	57%	36%	15%

Ainsi notre étude fait apparaître un très important potentiel de réduction des consommations d'énergie et d'émissions de CO2 et de GES, principalement par la sobriété individuelle . Elle a pris pour base le comptage Secten (comme Basemis).

## 7.7 Remarque sur le comptage et l'évaluation des GES

Nous pouvons reprendre les comparaisons évoquées en introduction sur les comptages et le coefficient GES. Le tableau ci-dessous prend en compte ces 2 éléments

	données 2018	rapportage SECTEN	mouvements Nantes Atlantique	péréquation nationale pour tous vols des ligériens
A	émissions kt CO2	54	306	1224
B	coef GES déjà compté	1	1	2
C	passage coef GES de 3			1,5
D	total GES kteqCO2	54	306	1836
E	rapport	1	6	34

A / Pour les émissions directes de CO2, le rapportage Secten produit des émissions 6 fois plus faible que le comptage des mouvements de l'aéroport de Nantes Atlantique, lui-même 4 fois inférieur à la péréquation nationale des vols effectués par les habitants de la région.  
 B et C / Pour le coefficient GES / CO2, cette péréquation prend déjà en compte un coefficient proche de 2. Pour arriver à un coefficient de 3 nous appliquons un facteur 1,5.  
 D et E / Le résultat des émissions de GES passe de 54 à 1836 kt CO2, soit un rapport 34 entre le rapportage SECTEN et une évaluation plus globale des activités aériennes des ligériens.

Cette évaluation révèle le niveau très important des émissions réelles de GES dues au trafic aérien généré par les habitants de la région. Ce total des GES aériens représente près de 20 % des émissions du secteur des transports (environ 8 MteqCO2) et 6 % des émissions régionales, ce qui correspond à peu près aux mêmes proportions qu'au niveau national. Nos propositions d'actions restent les mêmes pour réduire fortement le trafic aérien et ces émissions de GES.

## 8 Transport maritime : économie d'énergie et réduction des émissions de GES

### 8.1 Données de base

Le rapportage Secten, utilisé dans le document Basemis, ne prend en compte que la phase d'approche des ports et non le trafic international ; ainsi les valeurs d'énergie et de GES du transport maritime sont très faibles. Les valeurs prises en compte ici concernent principalement le port de St Nazaire et le transport de marchandises qui représentent la grande majorité du trafic.

- marchandises transportées : 30 millions de tonnes
- consommation d'énergie en 2016 0,14 TWh
- émissions de GES (format Secten): 0,13 MteqCO<sub>2</sub>
- émissions totales de GES (avec international) 0,513 MteqCo<sub>2</sub>

En incluant le trafic international, les émissions de GES sont 4 fois plus fortes que avec le rapportage Secten.

Détail de marchandises transportées, en cumul import / export

<b>Import + Export</b>	<b>tonnes</b>	
Produits pétroliers	14 632 240	50,0%
Gaz	4 261 414	14,6%
Charbon	1 226 844	4,2%
Autre vrac liquide	1 045 836	3,6%
Produits agricoles	3 077 178	10,5%
Sable de mer	1 213 782	4,1%
Autre Vrac solide	1 071 381	3,7%
Bois	61 972	0,2%
Conteneurs	1 747 389	6,0%
Roulier	561 890	1,9%
Autres	373 118	1,3%
<b>total</b>	<b>29 273 046</b>	

Les produits liés à l'énergie représentent plus des 2/3 des tonnages et les produits agricoles près de 10%.

### 8.2 Sources

- Basemis
- Commissariat général au développement durable , « L'activité des ports maritimes français repart en 2017 »

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-12/datalab-47-activite-des-ports-maritimes-francais-repart-en-2017-decembre2018.pdf>

- Statistiques Nantes Saint-Nazaire Port – Trafics 2018 – 28/02/2019  
[http://www.nantes.port.fr/fileadmin/Images/3.L\\_autorite\\_portuaire/3.8.Statistiques/statistiques\\_2018.pdf](http://www.nantes.port.fr/fileadmin/Images/3.L_autorite_portuaire/3.8.Statistiques/statistiques_2018.pdf)

## 8.3 Démarche

Les économies d'énergie et la réduction des GES s'appuient sur les propositions suivantes :  
améliorer l'efficacité par unité transportée et réduire le volume des marchandises.

### 8.3.a Amélioration de l'efficacité

Le Parlement souhaite que l'industrie maritime contribue à l'objectif de neutralité climatique en proposant une réduction de 40 % de CO<sub>2</sub> d'ici à 2030 , voir sur <https://www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20200910IPR86825/le-pe-souhaite-que-l-industrie-maritime-contribue-a-la-neutralite-climatique>

Nous prenons en compte une reconduction de 50 % d'ici à 2050.

Ces améliorations s'appuieront sur des évolutions techniques de la motorisation, le développement de la marine utilisant la voile, la réduction des vitesses des navires ...

### 8.3.b Réduction des volumes

Nous réduisons les volumes des marchandises suivantes :

- produits pétroliers et énergétiques : réduction de 100 %. Les économies d'énergie et le développement des énergies renouvelables régionales permettront de se passer complètement de ces produits (voir chapitre sur les ENR)
- des produits agricoles : diminution des importations de soja et d'engrais et des exportations de céréales, réduction des 2/3 (voir chapitre agriculture)
- conteneurs et rouliers : diminution de 2/3 liée à la relocalisation et à la diminution de la production industrielle (voir chapitre industrie)

La réduction de ces familles de marchandises apporte une réduction globale d'environ 80 % sur le volume.

## 8.4 Résultat

En cumulant l'amélioration de l'efficacité et la diminution du volume, le tonnage diminue d'environ 90 % d'ici à 2050.

La même démarche - économie d'énergie et réduction des émissions de GES - aurait pu s'appliquer sur la base d'un comptage complet du trafic maritime régional, beaucoup plus important que celui étudié ici selon le rapportage Secten.

## 9 Résultat global pour les économies d'énergie dans les transports et déplacements

### 9.1 Résultats par types de déplacement ou transport

Nous pouvons maintenant globaliser les résultats des déplacements des personnes, des transports de marchandises et des modes non routiers.

regroupement des modes	energie TWh	%
voiture + partagée	3,18	37,74 %
camion	2,36	28,06 %
bus, car	1,02	12,09 %
train (person. + march.) + tramway	1,64	19,51 %
2 roues motorisées	0,12	1,44 %
maritime	0,02	0,21 %
aérien	0,07	0,85 %
fluvial	0,01	0,10 %
<b>total</b>	<b>8,42</b>	<b>100,00 %</b>

Selon notre scénario, en 2050 le total du besoin en énergie est de 8,42 TWh, comparé à plus de 31 TWh en 2016, soit une réduction de 73 % (tout en ayant pris en compte une augmentation de la population de près de 20 %)

Proportionnellement à ce nouveau total du besoin en énergie, on note une augmentation des modes collectifs (bus, car et train ...) qui représentent alors environ un tiers de cette consommation d'énergie qui a été fortement diminuée.

### 9.2 Évolution globale de 1990 à 2050 et calendrier

Pour dérouler le calendrier de mise en œuvre des actions d'économie d'énergie, notre raisonnement global est le suivant : une bonne partie de ces actions peuvent être réalisées à court terme (changements de comportement, organisation matérielle ou logistique, mesures réglementaires ou fiscales ...) ; elles peuvent représenter la moitié du potentiel des économies d'énergie et sont réalisables dès la première décennie.

Nous pouvons ainsi dérouler notre scénario entre les années 2020, 2030, 2040 et 2050 avec les autres mesures à moyen et long terme. En reprenant les valeurs de l'étude Explicit sur les années 1999 / 2006 et en faisant le lien avec les valeurs Basemis (2008 / 2016), nous traçons une évolution sur 1990 / 2050.

années	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
source	Explicit	Explicit	Basemis	Basemis	Virage	Virage	Virage
énergie TWh	<b>21,06</b>	27,34	30,22	<b>31,43</b>	19,92	13,02	<b>8,42</b>
% / 1990	100%						40%
reduc /1990							<b>60%</b>
% / 2020				100%			27%
reduc / 2020							<b>73%</b>

Selon notre scénario nous diminuons les consommations d'énergie en 2050 de 60 % par rapport à 1990 et de 73 % par rapport à 2020.

## 10 Conclusions pour les transports et déplacements

De très fortes économies d'énergie dans le secteur des T&D sont possibles : près de 60 % de réduction par rapport à 1990.

Les actions correspondantes doivent être menées à tous les niveaux de la société, par exemple :

- état et région : aménagement du territoire au profit des villes intermédiaires, politique ferroviaire, mesures fiscales et réglementaires pour des véhicules plus économes
- collectivités : développement des offres de transport en commun et alternatives à l'auto-solisme, urbanisation menant à la ville des courtes distances,
- production des biens et services : choix de fabrication permettant de diminuer les volumes de production, logistique à optimiser et réduction des distances pour les flux,
- particuliers : modification de ses habitudes de vie pour utiliser d'autres modes de déplacement que la voiture ou l'avion et meilleure organisation des déplacements.