



SOCOTEC
LE POUVOIR D'ANTICIPER

Carrière Chenilla II - CHB

*Comptage des Emissions de Gaz à Effet de Serre :
impact carbone du Transport*

SOCOTEC ENVIRONNEMENT - Patrick ARMANDO

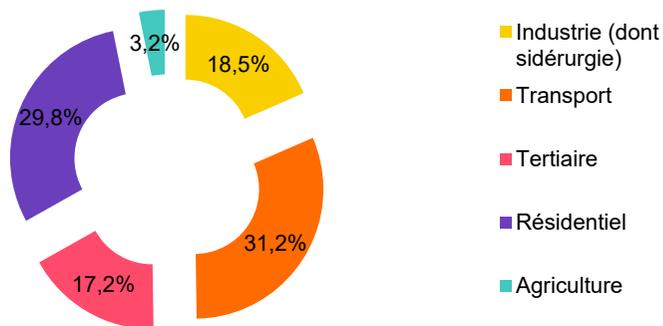
v3 du 14/01/2021

patrick.armando@socotec.com / 06 83 84 00 17

CONTEXTE CONSOMMATION D'ENERGIE ET GES - FRANCE

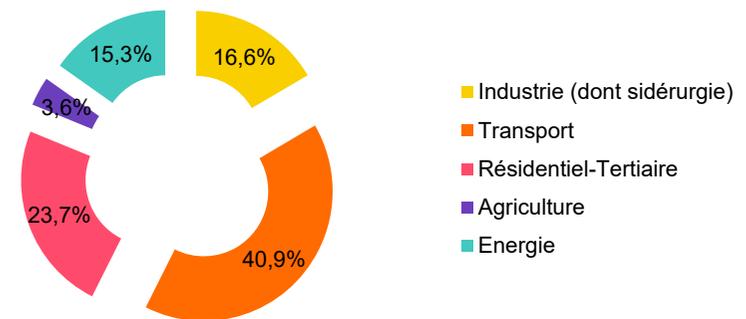
Répartition des consommations énergétiques en France, selon les différents secteurs d'activité :

Consommation finale d'énergie
France 2016



18,5 % des consommations énergétiques sont affectées au secteur **Industrie** (consommations directes).

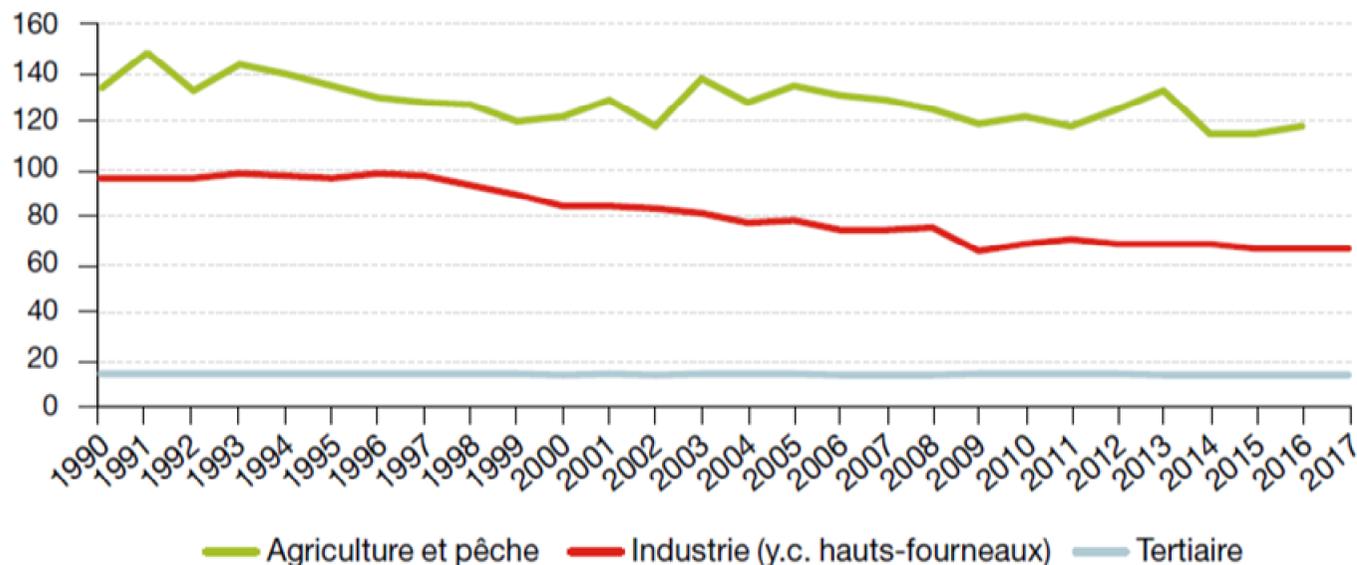
CO₂ lié à la combustion d'énergie
France 2016



16,6 % des gaz à effet de serre sont émis par le secteur **Industrie** (émissions directes)

CONTEXTE CONSOMMATION D'ENERGIE ET GES - FRANCE

Graphique 25 : évolution de l'intensité énergétique moyenne par secteur en France entre 1990 et 2017
En tep/M€2010 (données corrigées des variations climatiques)



Source : calculs SDES

FRANCE : STRATEGIE NATIONALE BAS CARBONE (AVRIL 2020)



Orientations sectorielles de la SNBC



BÂTIMENTS

OBJECTIFS de RÉDUCTION des ÉMISSIONS de GES PAR RAPPORT À 2015

2030 : -49%

2050 : **décarbonation complète**

COMMENT ?

- Recourir aux énergies décarbonées les plus adaptées à la typologie des bâtiments.
- Améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments (enveloppe et équipements) : nouvelles réglementations environnementales pour les bâtiments neufs en 2020 et pour la rénovation des bâtiments tertiaires ; 500000 rénovations par an pour le parc existant, en ciblant les passoires énergétiques.
- Encourager des changements comportementaux pour des usages plus sobres.
- Promouvoir les produits de construction et de rénovation et les équipements à plus faible empreinte carbone (issus de l'économie circulaire ou biosourcés) et à haute performance énergétique et environnementale sur l'ensemble de leur cycle de vie.



TRANSPORTS

OBJECTIFS de RÉDUCTION des ÉMISSIONS de GES PAR RAPPORT À 2015

2030 : -28%

2050 : **décarbonation complète** (à l'exception du transport aérien domestique).

COMMENT ?

- Améliorer la performance énergétique des véhicules légers et lourds, avec un objectif de 4l/100 km réels en 2030 pour les véhicules particuliers thermiques.
- Décarboner l'énergie consommée par les véhicules et adapter les infrastructures pour atteindre 35% de ventes de véhicules particuliers neufs électriques ou à hydrogène en 2030 et 100% en 2040.
- Maîtriser la croissance de la demande pour le transport en favorisant le télétravail, le covoiturage, les circuits courts et en optimisant l'utilisation des véhicules.
- Favoriser le report vers les modes de transport de personnes et de marchandises les moins émetteurs (transports en commun, train) et soutenir les modes actifs (vélo...).



INDUSTRIE

OBJECTIFS de RÉDUCTION des ÉMISSIONS de GES PAR RAPPORT À 2015

2030 : -35%

2050 : -81%

COMMENT ?

- Accompagner les entreprises dans leur transition vers des systèmes de production bas-carbone (développement de feuilles de route de décarbonation, outils de financement). Soutenir l'émergence, en France, de moyens de production de technologies clés dans la transition.
- Intensifier la recherche et le développement de procédés de fabrication bas-carbone.
- Améliorer fortement l'efficacité énergétique et recourir à des énergies décarbonées.
- Maîtriser la demande en matière, en développant l'économie circulaire.



SOCOTEC

IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

COMPRENDRE

3. Les sources des gaz à effet de serre émis par l'homme

Le dioxyde de carbone : CO₂

- Transports (avions, autos, camions)
- Habitat (chauffage notamment)
- Production d'électricité
- Déforestation
- Combustion des énergies fossiles
- Activités industrielles, etc.

Le protoxyde d'azote : N₂O

- Combustion de la biomasse
- Synthèses chimiques industrielles
- Agriculture (engrais et pratiques agricoles), etc.

Le méthane : CH₄

- Agriculture (élevage)
- Décharges
- Production de pétrole, gaz, charbon, etc.

Halocarbures : 3 types de gaz fluorés (HFC, PFC, SF₆)

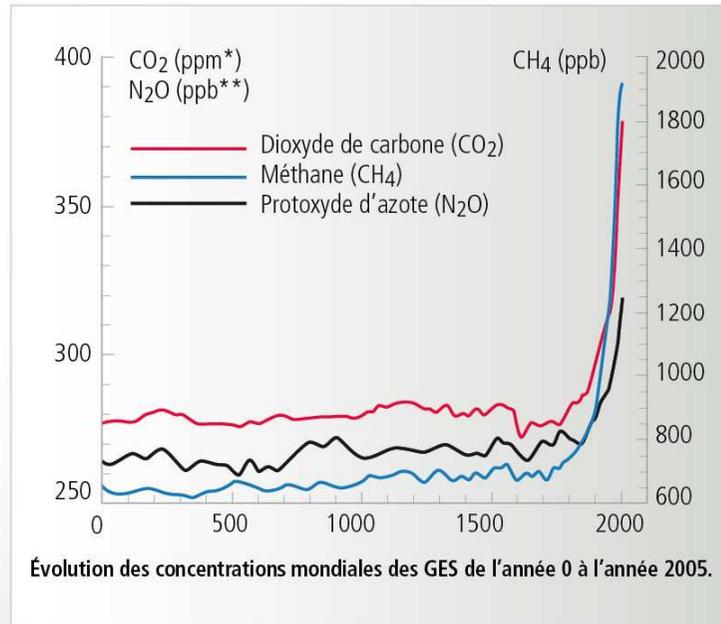
- Climatisation auto et habitat
- Systèmes de réfrigération
- Industries des semi-conducteurs, etc.

Les GES sont généralement comptabilisés en teqCO₂, (1 tonne équivalent carbone = 3,67 tonnes équivalent CO₂).

* Partie Par Million

** Partie Par Milliard (Billiard)

Source : GIEC, 2007.



Unité de référence des GES :

Le « kg équivalent CO₂ »,
qui agrège l'ensemble des gaz
contributeurs à l'effet de serre :

1 kg CH₄ = 28 kg eq. CO₂

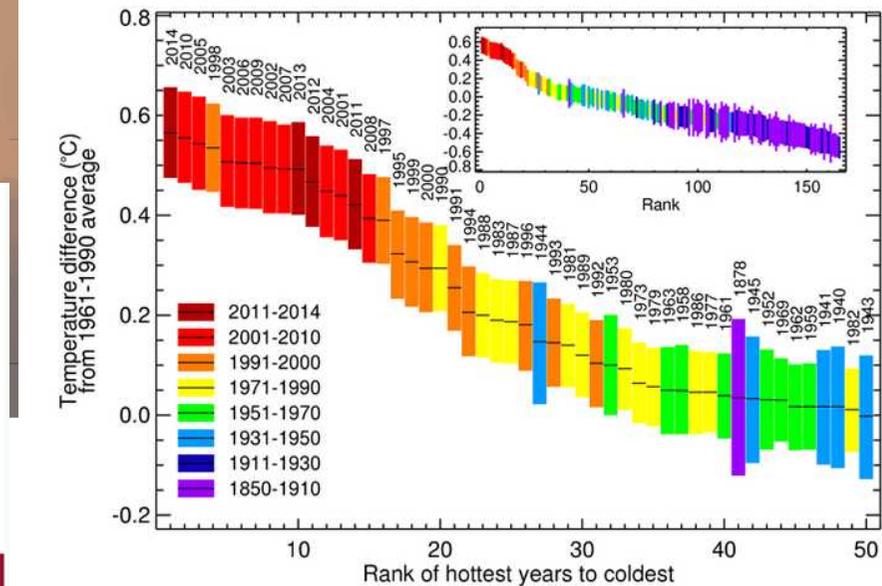
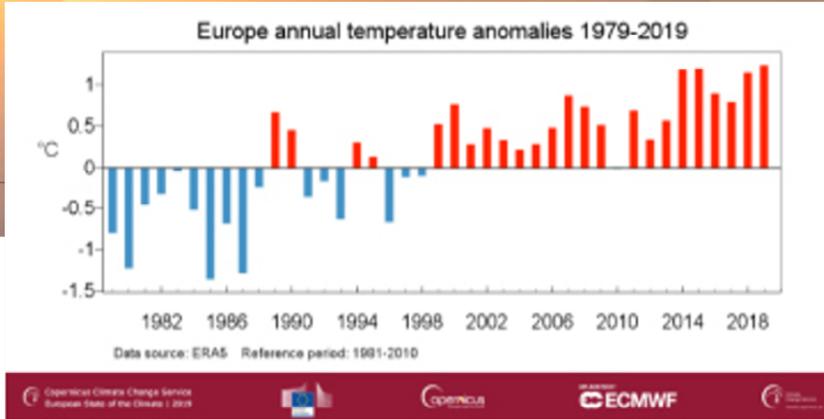
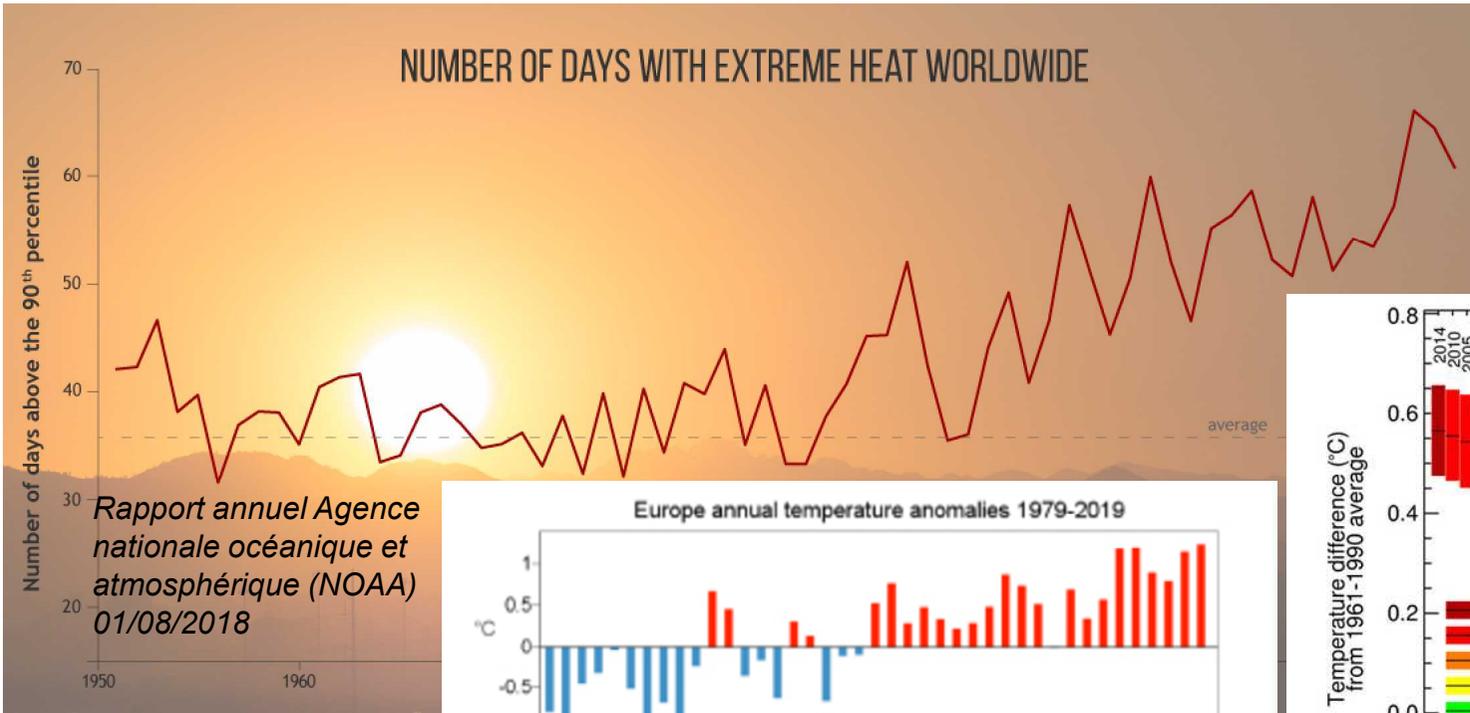
1 kg N₂O = 265 kg eq. CO₂

1 kg HFC = 1 000 à 10 000 kg eq. CO₂

Souvent exprimé en GWP (Global Warming Potential) ou PRP (Potentiel de Réchauffement Planétaire)

IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Records de vague de chaleur dans le monde :

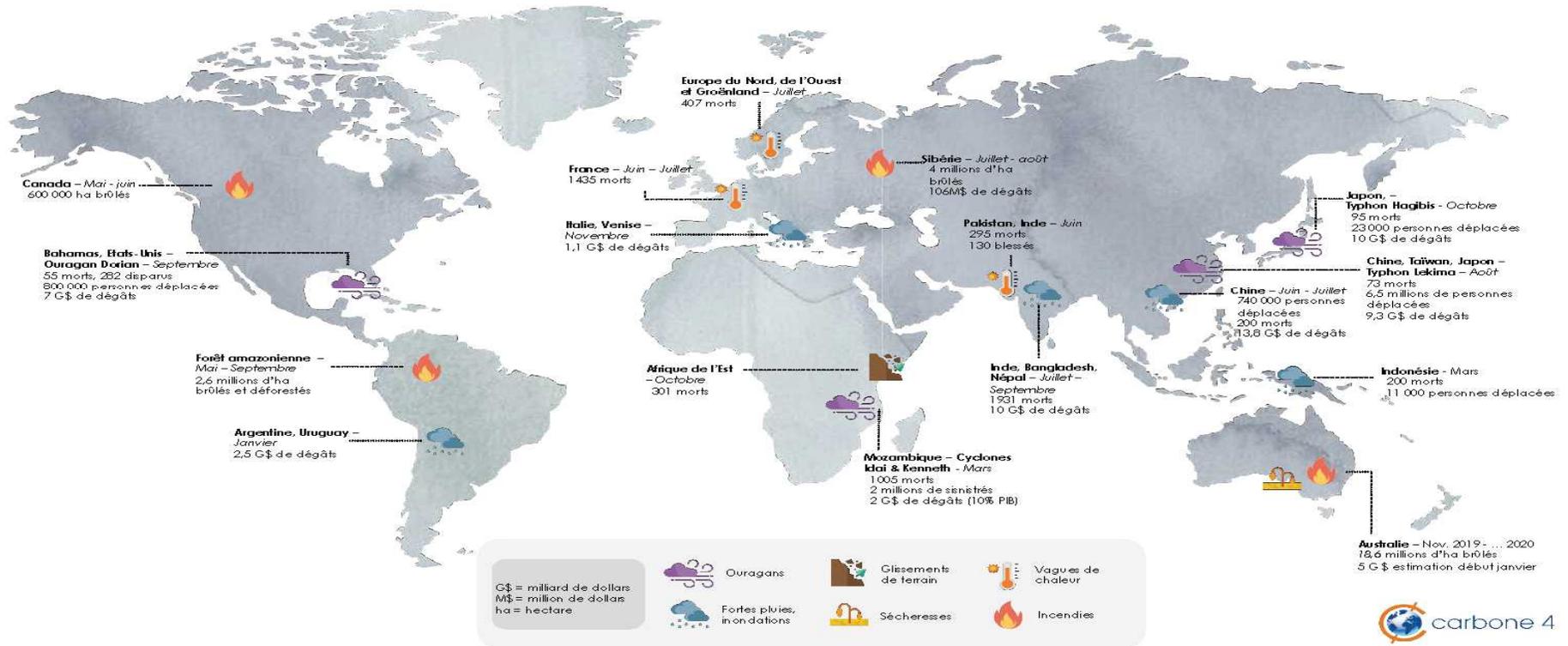


*Ci-dessous :
les années les plus chaudes
sont les plus récentes...*

Source : WMO

IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

CARTE DES PRINCIPAUX ÉVÈNEMENTS CLIMATIQUES EXTRÊMES ET LEURS IMPACTS EN 2019

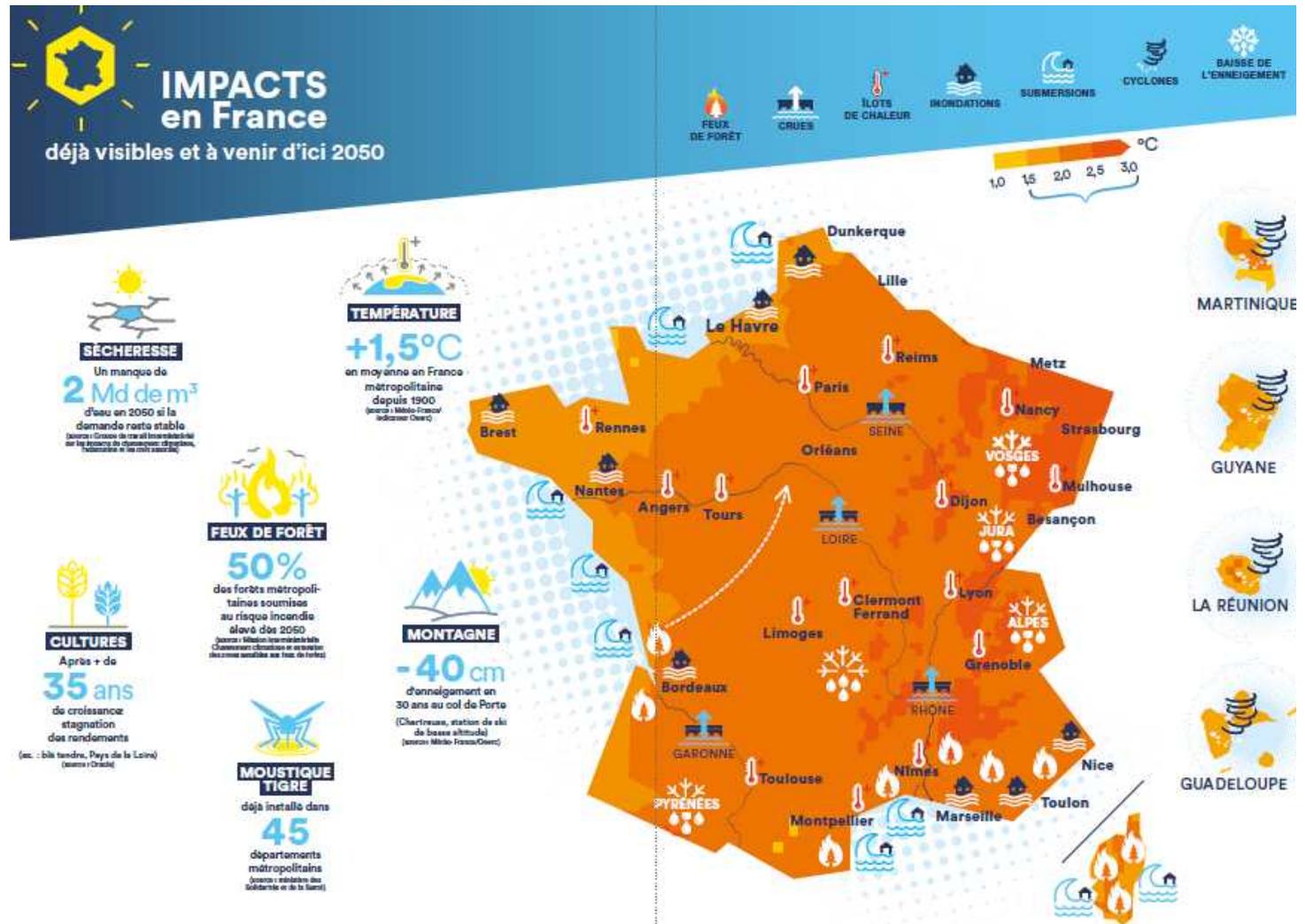


IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

En France, des effets sur toutes les régions et activités...

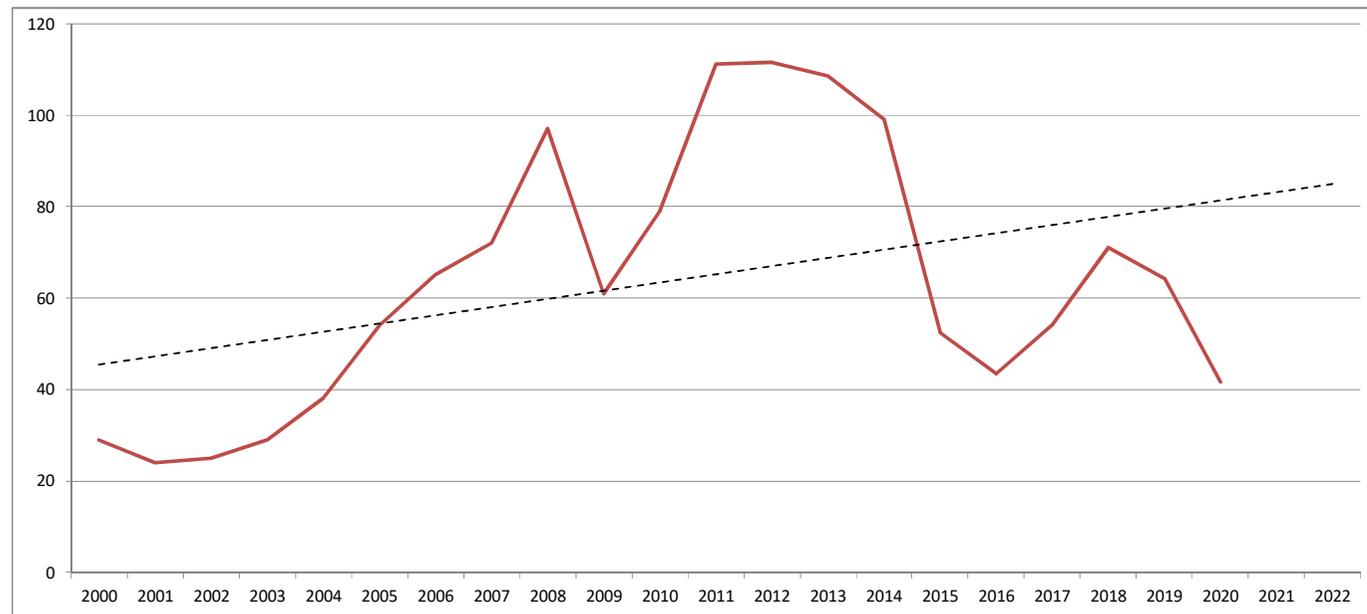
Zoom grandes villes :

- Amplification des vagues de chaleur,
- Augmentation des risques d'inondations,
- Débordement réseau d'assainissement...



ENJEUX FINANCIERS ENERGIE & CLIMAT

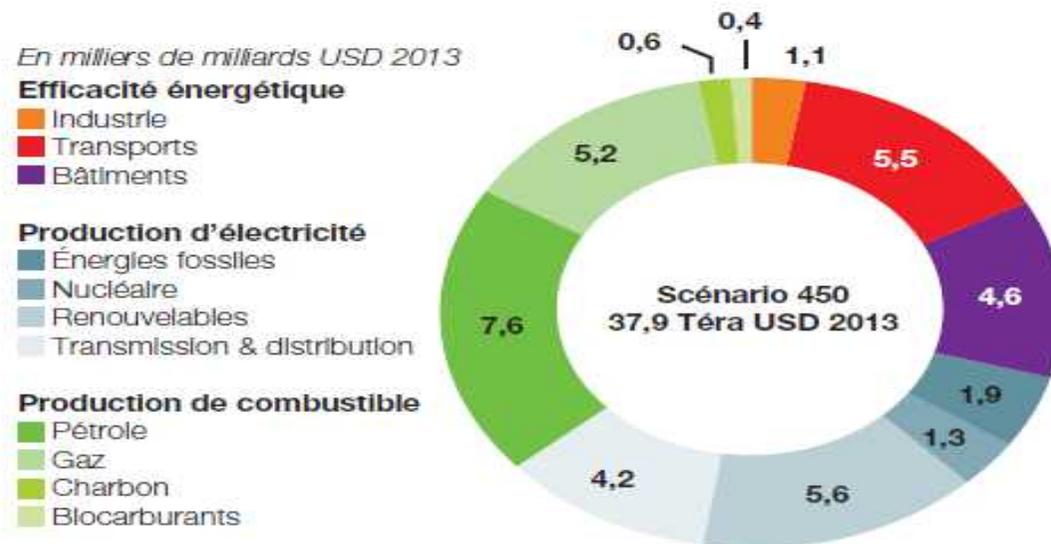
Une hausse tendancielle du prix des produits pétroliers, qui influence les autres énergies...



Moyenne annuelle cotation du baril de Brent à Londres en \$, période 2000-2020 (graphique SOCOTEC)

ENJEUX FINANCIERS ENERGIE & CLIMAT

INVESTISSEMENTS ÉNERGÉTIQUES MONDIAUX NÉCESSAIRES ENTRE 2015 ET 2030 SELON LE SCÉNARIO 450 DE L'AIE



Source : Agence internationale de l'énergie, juin 2015

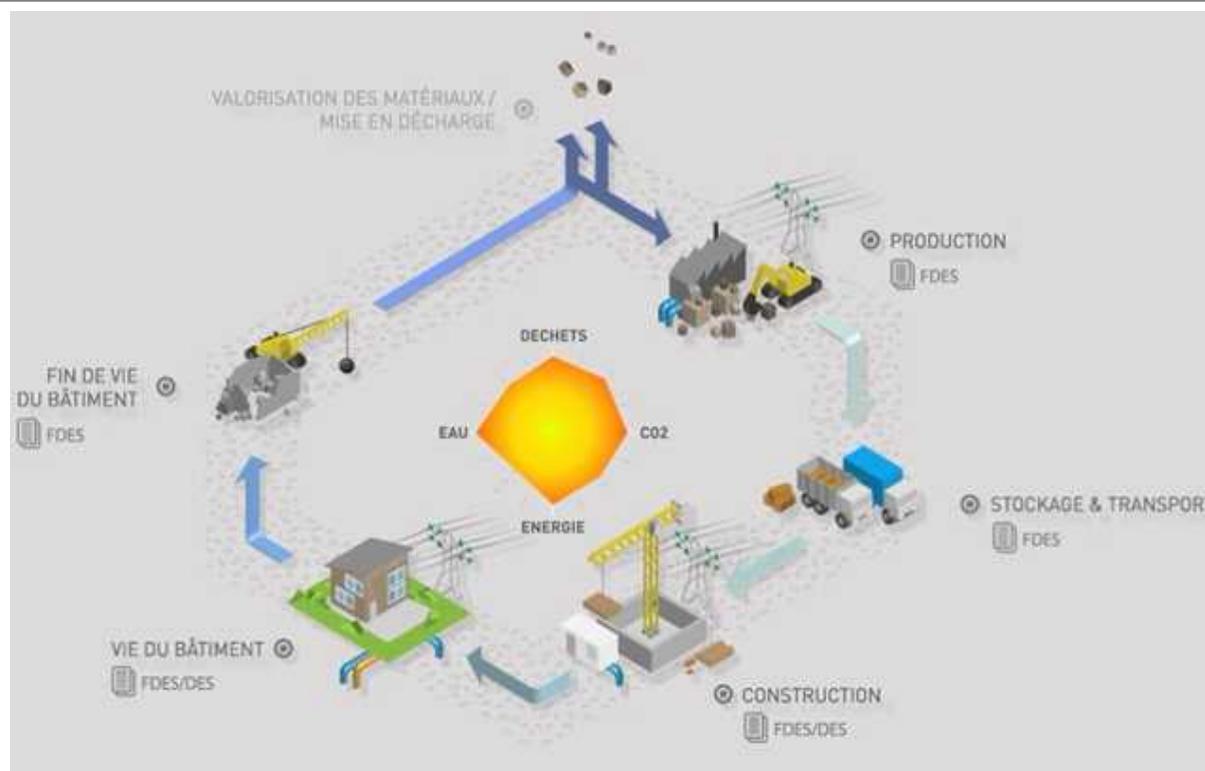
POURQUOI CALCULER LES ÉMISSIONS GES DU SECTEUR BTP ?

Chacune des phases du cycle de vie d'un bâtiment ou d'une route est à l'origine d'émissions.

Une partie de celles-ci est due à l'élaboration des matériaux de construction...

Le cycle de vie d'un bâtiment :

- Fabrication des produits
- Transports
- Construction
- Vie en œuvre
- Fin de vie



CARRIERE CHENILLA II : CALCULS DES GES ÉMIS EN PHASE TRANSPORT

DESCRIPTIF DU PROJET

Projet d'exploitation de roches massives sur la Carrière Chenilla II (300 000 t/an en moyenne, 400 000 t/an au maximum), période 2022-2052.

Dans ce cadre, on cherchera à quantifier l'impact Carbone entre 3 options, pour une production donnée de matériaux de carrière :

- Un scénario sans transport lacustre, vers les zones de chalandises de CHB (France & Suisse).
- Un scénario Bas-carbone sur ces mêmes clients, avec mise en œuvre d'une infrastructure permettant un transport en barges sur le lac Léman pour 60 % des tonnages.
- Un 3^e scénario sans la carrière Chenilla II, sur la base d'hypothèses de transport par camion depuis une ou plusieurs autres carrières disponibles (département de l'Ain) pour alimenter ces mêmes clients.

Pour ce faire on réalise une analyse du poste Transport, afin d'analyser les différences de consommations de carburants et de GES émis.

CARRIERE CHENILLA II : CALCULS DES GES ÉMIS EN PHASE TRANSPORT

1°) **Cadre Général**

Description :

Hypothèse haute de 400 000 tonnes/an de matériaux transportées depuis la carrière (St Gingolph) vers ses clients en France et en Suisse.

Le chargement des matériaux bruts, s'effectue comme suit :

- Transport par camion : chargement par gravité et/ou par engin (type chargeuse),
- Transport par barge (type chaland) : chargement direct de la barge par un tapis convoyeur depuis la carrière.

A ce stade, ni le dimensionnement du tapis, ni la quote-part d'une chargeuse pour la cas des camions ne sont encore dimensionnés d'un point de vue consommations associées.

L'impact de ce chargement au niveau de la carrière est donc négligé, ce qui à pour impact de sous-évaluer très légèrement les consommations et émissions du transport par barge (faiblement, car l'électricité en France est très peu carboné) et sous-estimer plus significativement l'impact du transport par camion.

De fait, ces hypothèses simplificatrices reviennent à sous-estimer l'impact positif du transport par bateau.

Données d'entrées :

- Scénario sans transport lacustre : 70 % du tonnage est transporté à 18 km de route aller simple en moyenne, en France et en Suisse ; 30 % du tonnage restant est transporté à 71 km vers Lausanne.
- Scénario avec transport lacustre : 60% du tonnage est transporté sur bateau (50 % vers Ouchy et 50 % vers Amphion) ; les 40 % restant sont transporté par la route à 18 km aller simple en moyenne, en France et en Suisse.

Sur environ 50 % des trajets, les retours s'effectueront avec des matériaux de remblaiement.

Transport par camions : 36 l gazole/100 km. Capacité : 25 t en moyenne pour les semis et camions utilisés.

Transport lacustre : Capacité Chaland moyen utilisable dans ce cadre (bateaux SAGRAVE) : 411 t / rotation et 0,292 l/t transportée sur ces tronçons (41 l/h, pour 2h55 de traversée AR).

CARRIERE CHENILLA II : CALCULS DES GES ÉMIS EN PHASE TRANSPORT

1°) Cadre Général

Consommations déduites des données précédentes :

Transport par CHALANDS, de St Gingolph à Amphion/Publier ou Ouchy :			<i>Temps de trajets identiques (1h35 à plein + 1h20 à vide)</i>	
Capacité moyenne pour 2 AR	822	t	<i>Moyenne chalands Léman, Rhodania, Romandie, Savoie, Vallesia : 411 t</i>	
Consommation moyenne pour 2 AR	240	l	<i>Moyenne chalands Léman, Rhodania, Romandie, Savoie, Vallesia : 41 l/h</i>	
Soit un ratio pour un voyage moyen :	0,292	l / t	0,736	kg eq CO2/t
Pour le scénario AVEC Transport Lacustre, Transport Bateau vers Amphion :	35 036	l de GNR	88 292	kg eq CO2/an <i>pour 120 000 t/an</i>
Pour le scénario AVEC Transport Lacustre, Transport Bateau vers Ouchy :	35 036	l de GNR	88 292	kg eq CO2/an <i>pour 120 000 t/an</i>

Transport par CAMIONS de St Gingolph vers clients :				
Capacité camion	25,00	t		
Consommation camion	36	l/100 km		
Distance Route de St Gingolph à Amphion/Publier (route de la Dranse)	23	km AS		
Distance Route de St Gingolph à Lausanne (Ouchy)	70	km AS		
Distance Route de St Gingolph à client sur une distance moyenne	18	km AS	<i>(Maxilly 12 km, Evian 15 km, Thonon 26 km)</i>	
Scénario SANS Transport lacustre, 100 % Route	387 072	l de Gazole	971 551	kg eq CO2/an <i>pour 400 000 t/an</i>

CARRIERE CHENILLA II : CALCULS DES GES ÉMIS EN PHASE TRANSPORT

1°) **Cadre Général**

Modalités de calculs des GES :

GES = Quantités de carburant x Facteur d'Emission du carburant
selon FE Base Carbone ADEME (v19.0 - 07/12/2020) :

Gazole : 2,51 eq CO₂/l (*dernière révision du FE : Décembre 2016*)

GNR : 2,52 eq CO₂/l (*dernière révision du FE : Octobre 2014*)

Emissions lors de la phase roulage (scope 1 & 2).

Scope : périmètre selon découpage des émissions issue de l'ISO 14 064-1.

CARRIERE CHENILLA II : CALCULS DES GES ÉMIS EN PHASE TRANSPORT

2°) **Scénario Sans Transport lacustre (400 000 t/an)**

Résultats émissions de GES, cas des tonnages transportés en totalité par camions :

Scénario SANS Transport lacustre, 100 % Route	387 072	l de Gazole	971 551	kg eq CO2/an
--	----------------	--------------------	----------------	---------------------

CARRIERE CHENILLA II : CALCULS DES GES ÉMIS EN PHASE TRANSPORT

3°) Scénario Bas Carbone (400 000 t/an, dont 60 % par transport lacustre)

Résultats émissions de GES, cas des tonnages transportés par barge :

Scénario AVEC Transport Lacustre, 40 % du Transport par Camion :	82 944	l de Gazole	208 189	kg eq CO2/an	<i>pour 160 000 t/an</i>
--	--------	-------------	---------	--------------	--------------------------

Résultats émissions de GES, cas des tonnages transportés par camion :

Scénario AVEC Transport Lacustre, 60 % du Transport par Barge :	70 073	l de Gazole	176 584	kg eq CO2/an	<i>pour 240 000 t/an</i>

& Complément transport matériaux de remblaiement en camion, depuis quai de Locum vers carrière Chenilla II (2,5 km), sur hypothèse 50 % des bateaux : 8 640 l, soit 21 686 kg eq. CO₂.

→ Gains d'émissions de GES grâce au transport par barge :

Gain liés au Scénario Bas Carbone (déduction du retour matériaux remblaiement via bateau + camion)				
Scénario 60 % par bateau	225 415	l de carburants	565 091	kg eq CO2/an

CARRIERE CHENILLA II : CALCULS DES GES ÉMIS EN PHASE TRANSPORT

3°) **Scénario Bas Carbone** (400 000 t/an, dont 60 % par transport lacustre)

L'augmentation significative du transport par barge permet ainsi d'économiser près de 565 t CO₂/an.

→ Cela représente, pour le tonnage moyen et toute la durée d'exploitation de la carrière :

- 16 953	t eq CO2 sur 30 ans	soit l'équivalent de :
----------	---------------------	------------------------

87 837 970	kms en voiture moyenne en France, représentant	2 196	fois le tour de la terre
------------	--	-------	--------------------------

CARRIERE CHENILLA II : CALCULS DES GES ÉMIS EN PHASE TRANSPORT

4°) Scénario Absence de la carrière de St Gingolph :

Hypothèses :

- Recours aux zones 3, 4, 7 et 8 du Schéma des carrières de l'Ain.

→ **Calcul distance de 150 km (moyenne)**

- Recours à la zone 4 du Schéma des carrières de l'Ain.

→ **Calcul distance de 110 km (moyenne)**

- Prise en compte de 75 % du voyage retour (50 % pour matériaux de remblaiement et 25 % de retour à vide 50 %).

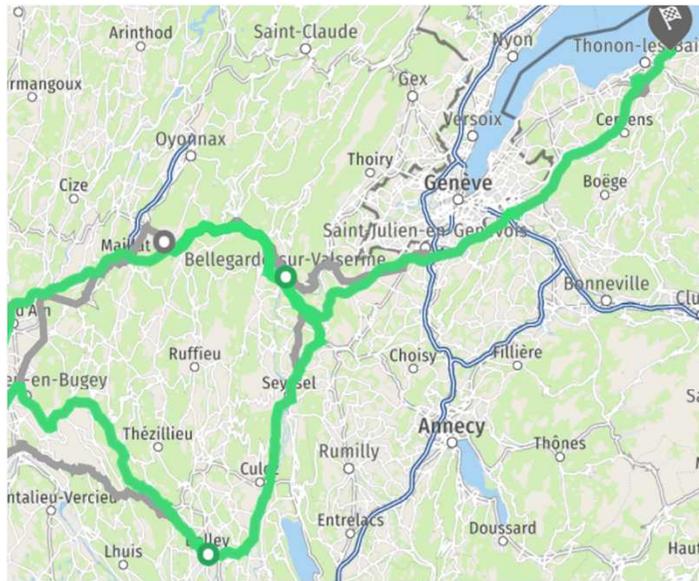
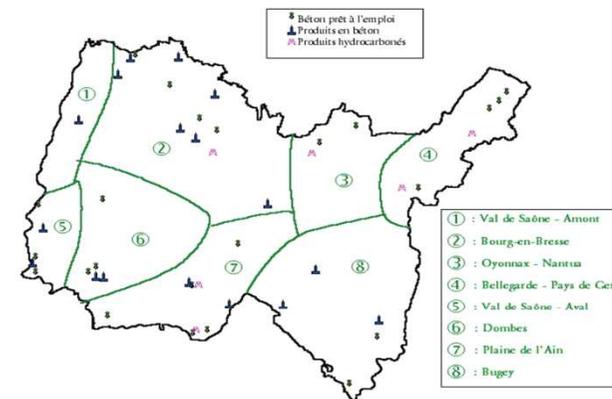


Figure n° 5 - Localisation des sites de production, en fonction des secteurs d'étude :



	Depuis	Vers Lausanne	Vers Evian	Vers Villeneuve (Vaud, suisse)	
	Zone 3 : Nantua	129	123	167	km
	Zone 4 : Bellegarde/V	97	99	135	km
	Zone 7 : Meximieux	185	166	223	km
	Zone 8 : Belley	142	123	181	km

CARRIERE CHENILLA II : CALCULS DES GES ÉMIS EN PHASE TRANSPORT

4°) Scénario Absence de la carrière de St Gingolph

Le recours à d'autres carrières disponibles, non saturées en terme de capacité de production (carrières de l'est de l'Ain) et pour le même type de matériaux, entrainerait ainsi une augmentation minimale des émissions de 2 783 t CO₂/an :

Scénario 3 : Emissions totales Transport depuis carrières de l'Ain

Hypothèse d'un transport de 400 000 t de matériaux de carrières de l'Est de l'Ain en camion, distance moyenne des zones de chalandises de CHB 110 km :

Emissions transport par camions :

2 783 088	kg eq CO2/an
-----------	--------------

 pour 400 000 t transportées sur distance moyenne de 110 km

--> Surplus d'émissions de :

1 811 537	kg eq CO2/an
2 217 997	kg eq CO2/an

 de plus par rapport au Scénario 100 % Camions depuis St Gingolph Ou

54 346	t eq CO2 sur 30 ans
66 540	t eq CO2 sur 30 ans

 de plus par rapport au scénario Bas Carbone, 60 % transport lacustre Ou

Soit sur 30 ans, des **émissions supplémentaires** équivalent aux émissions d'une voiture réalisant plus de 8 600 fois le tour de la terre (par rapport au scénario Bas Carbone) :

Par rapport au scénario 100 % Camions depuis St Gingolph, l'équivalent de :	281 586 106	kms en voiture moyenne en France, représentant	7 040	fois le tour de la terre
	14,4%	des émissions de la Ville d'Evian-les-Bains en 2018*		
Par rapport au scénario Bas Carbone, 60 % transport lacustre, l'équivalent de :	344 766 383	kms en voiture moyenne en France, représentant	8 619	fois le tour de la terre
	17,6%	des émissions de la Ville d'Evian-les-Bains en 2018*		

* : Consommation d'Electricité et de Gaz des habitants

CARRIERE CHENILLA II : CALCULS DES GES ÉMIS EN PHASE TRANSPORT

SYNTHESE :

Base Production totale de 400 000 t/an en moyenne

Scénario 100 % Camions

Pour 400 000 t transportable par route

Emissions Totales liées au Transport hors site

972 t eq CO2/an

29 147 t eq CO2 sur 30 ans

Scénario Bas Carbone

Pour 240 000 t transportable par barge

Emissions Totales liées au Transport hors site

406 t eq CO2/an

12 194 t eq CO2 sur 30 ans

Gains en GES du scénario Bas Carbone par rapport au scénario 100 % Camion : - 58%

565 t eq CO2/an supplémentaires, par rapport au Scénario 100 % Camions

16 953 t eq CO2 sur 30 ans

soit l'équivalent de 2 196 fois la circonférence de la Terre parcourue par un véhicule moyen
(émissions non émises, grâce au transport lacustre à hauteur de 60 % des tonnages transportés)

Scénario sans la Carrière de St Gingolph/Chenilla II Emissions Totales liées au Transport hors site

Pour 400 000 t de matériaux en provenance de l'Ain

2 783 t eq CO2/an

(hypothèse basse 110 km de distance moyenne)

83 493 t eq CO2 sur 30 ans

Emissions supplémentaires de GES via un approvisionnement en matériaux de l'Ain : + 186%

1 812 t eq CO2/an supplémentaires, par rapport au Scénario 100 % Camions

54 346 t eq CO2 sur 30 ans

soit l'équivalent de 7 040 fois la circonférence de la Terre parcourue par un véhicule moyen
(émissions en plus, avec recours aux carrières de l'Ain pour les besoins locaux en matériaux pour fabrication de béton)