

Projet présenté par les députés :

*M^{mes} et MM. Mathilde Captyn, Sophie Forster
Carbonnier, Emilie Flamand, Olivier Norer,
Sylvia Nissim, Jacqueline Roiz, François Lefort,
Catherine Baud, Pierre Losio, Brigitte Schneider
Bidaux, Esther Hartmann, Miguel Limpo, Anne
Mahrer et Morgane Gauthier*

Date de dépôt : 27 mai 2010

Projet de loi

modifiant la loi sur l'action publique en vue d'un développement durable (Agenda 21) (LDD) (A 2 60) (Pour l'instauration d'un plan climat régional)

Le GRAND CONSEIL de la République et canton de Genève
décrète ce qui suit :

Article unique Modifications

La loi sur l'action publique en vue d'un développement durable (Agenda 21) (LDD), du 23 mars 2001, est modifiée comme suit :

Art. 1, al. 3 (nouveau)

³ En particulier en termes d'efficacité écologique, les émissions de gaz à effet de serre de l'agglomération franco-valdo-genevoise (mesuré en CO₂ équivalent) sont réduites de 40% d'ici à 2020 et de 95% d'ici à 2050, sur la base des émissions de 1990.

Art. 4 Plan climat régional (nouvelle teneur)

Le Conseil d'Etat publie un plan climat régional regroupant un catalogue de mesures de réductions des émissions de gaz à effet de serre par secteur, notamment celui du bâtiment, du trafic terrestre et aérien, ainsi que des énergies fossiles. Ce plan est reconduit tous les 4 ans.

Art. 5 Evaluation (nouvelle teneur)

Le Conseil d'Etat rend public, en début de législature, un rapport d'évaluation du plan climat régional de la législature précédente.

Art. 17 (abrogé)

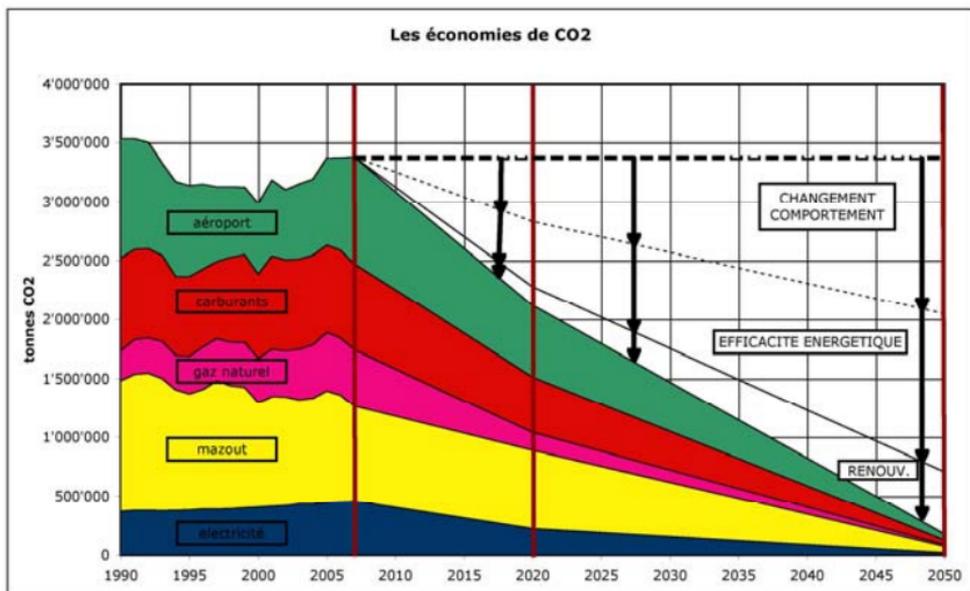
EXPOSÉ DES MOTIFS

Mesdames et
Messieurs les députés,

Contexte général

Le sommet de Copenhague sur le climat, qui s'est tenu au mois de décembre 2009, n'a pas réussi à fixer des objectifs contraignants aux Etats réunis en nombre. Mise à part l'immense mobilisation qu'il a suscitée, ce sommet est un échec en ce qui concerne la lutte contre le réchauffement climatique. Les enjeux écologiques restent pourtant une problématique majeure des démocraties contemporaines, si elles ne veulent pas faire les frais des conséquences dramatiques pour l'homme d'une augmentation de plus de 2°C de la température moyenne.

La mobilisation citoyenne, ainsi que l'échec de Copenhague, montrent qu'on ne peut plus attendre la conclusion d'accords internationaux pour agir. Au regard de l'urgence climatique, ce processus international de décisions, bien que nécessaire, est trop lent et a abouti à un compromis politique insuffisant. Or, **les mesures concrètes permettant de diminuer les émissions de CO₂ doivent de toute façon être mises en œuvre au niveau local** par les régions et les villes. Ceci plus particulièrement dans les domaines du bâtiment, du trafic terrestre et aérien, ainsi que de l'électricité. Les impasses momentanées du processus politique international ne se transformeront en un véritable échec que si nous n'en apprenons rien : il faut donc agir localement sans attendre.



Ce graphique¹ nous montre l'origine des principales émissions de CO₂ par secteur pour la région genevoise : **le gaz et le mazout qui servent au chauffage du domaine bâti représentent la plus grosse part polluante avec 38.2%** pour 2007 (respectivement 14.2% et 24%), viennent ensuite les carburants utilisés pour le trafic aérien avec 26.8%, terrestre avec 21.6%, ainsi que l'électricité avec 13.4%.

Le *Plan Climat Cantonal*² nous dit en particulier au sujet du trafic aérien : « A Genève, le kérosène fourni aux avions à l'aéroport de Genève génère des émissions de près d'un million de tonnes de CO₂ par an, soit plus d'un quart des émissions du canton de Genève. De plus, ces émissions dues au trafic aérien, déjà importantes, sont en très forte augmentation : entre 2000 et 2007, elles ont augmenté de 50% à Genève du fait de l'important développement de vols à bas coûts. »

Pourquoi un plan climat régional pour Genève ?

L'Etat de Genève publie régulièrement différents rapports qui, chacun pris séparément, vont dans le sens de préserver le climat. Il existe par exemple la conception générale de l'énergie, le plan directeur de l'énergie, le concept cantonal de l'environnement, le plan de mesures OPair, le plan de

¹ In *Plan climat cantonal*, association Noé 21, septembre 2009, p. 10

² *Idem*, p. 26

mesures Ozone qui détiennent tous des objectifs concrets. Or, aucun ne détient l'ensemble des mesures adéquates, pourtant indispensable pour **atteindre des objectifs concrets en matière de lutte contre le réchauffement climatique**. Il est par conséquent nécessaire que l'Etat de Genève produise une synthèse de ces différents rapports afin d'avoir un catalogue des mesures par secteur à appliquer sur quatre ans.

L'idée n'est pas de demander un document de plus à l'administration cantonale, mais bien de réunir les conclusions de ces différents rapports dans un plan climat régional afin d'avoir un véritable plan d'action régional, mieux à même de répondre à l'urgence climatique.

Ce plan climat ne vise pas non plus à s'arrêter aux frontières, car cela ne serait pas cohérent avec la perspective climatique. En effet, une vraie politique de réductions de gaz à effet de serre ne peut s'élaborer qu'au minimum à un niveau d'échelle régionale, celui de l'agglomération. Il s'agit donc d'inscrire les efforts à fournir dans un plan qui vise la région franco-valdo-genevoise. Ce point de vue semble d'ores et déjà acquis par la conseillère d'Etat responsable de l'environnement, M^{me} Isabelle Rochat, ainsi que le député-maire de Divonne, M. Etienne Blanc, à en croire un article de la Tribune de Genève³, qui ensemble **« ont pris l'engagement de créer un plan énergie-climat transfrontalier dans les trois ans. »**

Nouveau mécanisme instauré par le présent projet de loi

L'idée est de modifier le mécanisme de la loi sur l'action publique en vue d'un développement durable (Agenda 21) (LDD) (A 2 60). La loi actuelle prévoit que le Grand Conseil fixe les objectifs spécifiques de l'Etat en vue d'un développement durable tous les quatre ans, au début de chaque législature (art. 3). Sur cette base, le Conseil d'Etat réalise un calendrier de législature des actions spécifiques mises en œuvre pour appliquer ces objectifs (art. 4). Ce dernier doit enfin rendre public un rapport d'évaluation sur cette mise en œuvre (art. 5). En revanche, si le Conseil d'Etat ne propose pas tous les quatre ans de nouveaux objectifs au Grand Conseil, ou si le Grand Conseil ne s'auto-saisit pas de cet objet, alors la loi dans son ensemble disparaît.

Ce mécanisme n'est pas adapté à l'importance du réchauffement climatique et l'urgence d'agir. Certes, il est utile de prévoir que le parlement fixe les objectifs de la loi tous les quatre ans, mais le calendrier de mesures des actions spécifiques mises en œuvre pour appliquer ces objectifs doit

³ Article paru le 30.04.2010

laisser la place à un véritable plan climat régional, qui permettra de savoir par secteur quels sont les mesures qui vont être appliquées afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre de la région. Ensuite, l'évaluation prévue par la loi est parfaitement justifiée pour orienter correctement les actions entreprises sur le long terme. En revanche, l'abrogation automatique de la loi dans son ensemble prévue aujourd'hui par l'article 17 est à abandonner. En effet, **une loi ne peut pas disparaître d'elle-même par une éventuelle négligence des pouvoirs publics, ou un changement d'humeur du parlement**, plus particulièrement quand elle vise à permettre aux générations futures de pouvoir satisfaire leurs propres besoins ! Cette loi, faut-il le rappeler, rassemble les enjeux les plus cruciaux du moment, elle est indispensable à l'évolution de la région.

Le mécanisme proposé est donc sensiblement différent : il vise, d'une part, à renforcer et concrétiser les objectifs de la loi sur l'action publique en vue d'un développement durable (Agenda 21) (LDD) (A 2 60) et, d'autre part, à annuler l'auto-abrogation de la loi en cas de non traitement par le Grand Conseil.

Commentaire article par article

Art. 1, al. 2 (nouveau, l'ancien al. 2 devenant l'al. 3)

Cette modification vise à renforcer la loi sur l'action publique en vue d'un développement durable (Agenda 21) (LDD) par l'intégration d'objectifs chiffrés. Il s'agit des chiffres de référence scientifique internationale, calculé par le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat de l'ONU) dans son *Quatrième Rapport d'évaluation « Changements Climatiques 2007 »*, visant à ne pas dépasser +2°C d'augmentation de la température à la surface de la terre.

Art. 4 Plan climat régional (nouvelle teneur)

Cette modification de l'article 4 vise à instaurer un plan climat régional plutôt comportant un catalogue de mesures concrètes pour lutter contre le réchauffement climatique, plutôt qu'un « calendrier de législature des actions spécifiquement mises en œuvre en vue d'atteindre les objectifs déterminés par le Grand Conseil » (loi actuelle). Une proposition de répartition des mesures par secteur les plus polluants est faite dans la loi, qui n'a pas d'effet contraignant, l'idée étant de s'attaquer aux secteurs les plus polluants en premier et de permettre que ce document reste facile à adapter à l'évolution du réchauffement climatique. Enfin, la périodicité du document n'est pas remise en cause, elle est de quatre ans.

Art. 5 (nouvelle teneur)

L'article 5 est modifié pour une simple adaptation de forme : changer « la mise en œuvre de la stratégie en vue d'un développement durable » (loi actuelle) par « plan climat régional ».

Art. 17 (abrogé)

Cette abrogation vise à annuler la disparition automatique de la loi dans le cas où l'exécutif ou le législatif ne s'en saisirait pas, comme expliqué ci-dessus.

Conclusion

L'agglomération franco-valdo-genevoise, région prospère dans un pays riche et hôte de nombreuses organisations internationales (ONU, OMM, GIEC, etc.), se doit d'être un exemple et d'innover dans le domaine du développement durable. C'est au politique **de prendre ses responsabilités et de mettre en œuvre un véritable plan climat régional contre les changements climatiques** en adoptant des mesures concrètes, efficaces, accessibles et génératrices d'emplois. Nous espérons donc, Mesdames et Messieurs les députés, que vous réserverez un bon accueil à ce projet de loi.

Conséquences financières

Aucune.

**Association Noé21**

Quai Charles Page 19

1205 Genève

www.noé21.org

PLAN CLIMAT CANTONAL

sept 2009

Noé21 est l'acronyme de « Nouvelle orientation économique pour le XXI^e siècle »

Association basée à Genève, régie par les articles 60ss du code civil suisse

Membre de l'European Environmental Bureau et du Climate Action Network-Europe

Accrédité par la Convention Cadre des Nations Unies pour le Changement Climatique

PRÉFACE

Fermons les yeux un instant et laissons notre imagination nous porter jusqu'en 2050. Si, à cette date notre société perdure dans une forme proche de la nôtre - c'est à dire avec un niveau élevé de confort, de sécurité et de potentialités - c'est qu'elle se sera montrée victorieuse du changement climatique. Et, contrairement aux préjugés du début du XXIe, ce monde sans carbone n'aura aucunement signifié le retour à « l'époque des cavernes ».

Dans ce monde-là, nous habitons des immeubles passifs qui produisent leur propre énergie et alimentent même le réseau, nous circulons grâce à des transports collectifs et avec des véhicules à propulsion humaine dont certains seront assistés par l'électricité, la téléconférence et les moyens technologiques remplacent les voyages d'affaires, les voyages longues distance sont espacés de plusieurs années, l'énergie dont nous avons besoin est produite par le soleil, le vent, la géothermie et la biomasse durable. L'essentiel de l'économie, relocalisée et décarbonisée, génère des emplois verts (agriculture locale, aide à la personne, entretien et réparation des biens et du domaine bâti, ainsi que des technologies de pointe à très faible impact écologique). Les forêts et les espaces naturels sont protégés très strictement. Grâce à cette révolution-là, le champ des possibles nous est plus ouvert que jamais, chaque être humain jouit de plus de potentialités de développement.

Pour parvenir à ce monde radicalement transformé, notre société aura dû élever au rang de priorité la lutte contre les changements climatiques et la préservation de la nature. Elle se sera vigoureusement engagée à mettre en œuvre simultanément tout ce qui est possible pour atteindre une décarbonisation complète de notre économie : un passage à 100% aux énergies renouvelables, une amélioration drastique de l'efficacité énergétique et des changements d'habitudes permettant de conserver une qualité de vie élevée.

Les livres d'histoire retiendront que ce combat acharné et quotidien pour traquer toutes les inefficiences et le « développement » non-durable aura commencé en 2009. En effet, cette année-là, notre année, l'Union Européenne se sera dotée de son fameux paquet énergie-climat, l'administration Obama aura fait adopter un plan similaire aux USA et la communauté internationale dans son ensemble aura signé en décembre au sommet de Copenhague un accord mondial succédant au Protocole de Kyoto mettant le monde sur les rails d'une économie sans carbone.

De son côté, localement, le Grand Conseil genevois aura engagé sa compétence et sa responsabilité : durant la législature 2009-2013, il aura su prendre les décisions pour mettre en œuvre les actions qui concrétisent les objectifs globaux de réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Il fera de Genève un des territoires pionniers et visionnaires préparés au monde de demain.

TABLE DES MATIERES

Le Plan climat cantonal *de Noé21 est structuré de la façon suivante :*

PRÉFACE.....	2
1 OBJECTIFS ET INTRODUCTION.....	5
2 INVENTAIRE DES ÉNERGIES ET DES ÉMISSIONS CO ₂ DE GENÈVE. OBJECTIFS 2050.....	8
2.1 Consommation d'énergie à Genève.....	8
2.2 Emissions de CO ₂ à Genève	9
2.3 Facteur d'émission du réseau électrique genevois.....	11
3 ETAT DES LIEUX DES POLITIQUES CLIMATIQUES À GENÈVE ET EN SUISSE.....	12
4 ACTIONS À ENTREPRENDRE ET IMPACT PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ	13
4.1 Secteur 1 : bâtiments.....	13
4.1.1 Rénovations des bâtiments existants	14
4.1.2 Nouvelles constructions.....	15
4.1.3 Energies renouvelables pour le chauffage des bâtiments	16
4.1.4 Ecoquartiers	16
4.2 Secteur 2 : trafic (public/privé)	17
4.2.1 Déplacement de personnes.....	18
4.2.2 Transport de marchandises.....	19
4.2.3 Liste des mesures évoquées pour réduire le trafic, et leur impact.....	20
4.3 Secteur 3 : électricité et énergies renouvelables	21
4.3.1 Gestion de la demande en électricité	21
4.3.2 Les énergies renouvelables pour diminuer les émissions de CO ₂	23
4.3.3 Nouvelles énergies renouvelables	24
4.4 Secteur 4 : agriculture.....	24
4.5 Secteur 5 : aéroport et vols.....	25
4.6 Énergie grise.....	27
5 MOYENS DE FINANCEMENT, PISTES	28
6 REMERCIEMENTS.....	30
7 RÉFÉRENCES.....	31

7.1	Référence du chapitre 2.2 poids en CO ₂ de l'électricité.....	31
7.2	Références du chapitre 3, 11 études existantes.....	31
7.2.1	Perspective énergétique pour la Suisse en 2050 des organisations écologiques	31
7.2.2	Etude complémentaire au premier rapport.....	31
7.2.3	Itinéraire vers la société à 2000 watts	32
7.2.4	Masterplan des organisations écologistes	32
7.2.5	Étude de l'académie suisse des sciences techniques	32
7.2.6	Novatlantis : la société à 2000W	32
7.2.7	Présentation des scénarios I à IV par l'OFEN	33
7.2.8	Plan directeur cantonal de l'énergie 2005-2009	33
7.2.9	Rapport de la commission de l'énergie au sujet de la conception générale de l'énergie 2005 - 2009.....	33
7.2.10	Plan de la Ville de Genève	33
7.2.11	Projet d'étude pour les organisations écologiques	33
7.3	Références du chapitre 4.....	34

1 OBJECTIFS ET INTRODUCTION

Dans le cadre de la lutte contre les changements climatiques, il est des bonnes et des mauvaises nouvelles. La bonne nouvelle, c'est la formidable prise de conscience planétaire de ces dernières années : plus personne aujourd'hui ne nie sérieusement la réalité du phénomène et la responsabilité des activités humaines est établie. Les solutions pour faire face à la menace climatique ont acquis elles aussi une légitimité nouvelle, notamment depuis la crise économique et la nécessité de relancer l'emploi. Cette prise de conscience permet d'envisager la réalisation du considérable gisement d'économies d'énergie que nous avons accumulées pendant les « 30 glorieuses » et les excès économiques qui ont suivi.

La mauvaise nouvelle, c'est que personne ne prend encore la réelle mesure du défi colossal auquel nous faisons face. Même si des organes spécialisés ont été intelligemment mis en place pour permettre de diffuser l'état des connaissances scientifiques, l'humanité semble ne pas encore vouloir croire ce qu'elle sait pourtant, tant les efforts à fournir paraissent, de prime abord, démesurés.

Etat de la connaissance scientifique

Dans les conclusions de son 4^{ème} et dernier rapport de 2007¹, le « Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat » (GIEC) de l'ONU² prévoit que :

1. Au-delà d'une augmentation de la température globale de la planète de 2°C par rapport à l'ère préindustrielle (avant 1850), les changements climatiques seront irréversibles et imprévisibles et la qualité de vie des générations futures ne pourra être garantie.
2. Ce niveau de réchauffement global correspond à une quantité de CO₂ dans l'atmosphère de 450ppm³, sachant que le niveau actuel est de 382ppm et qu'il était de 280ppm en 1850.
3. **Pour contenir les changements climatiques dans ces proportions, les actions mises en œuvre durant la prochaine décennie seront décisives** : les émissions mondiales doivent atteindre un pic au plus tard en 2015 et diminuer très fortement et continuellement ensuite. Pour les pays industrialisés, l'objectif à atteindre est de réduire les émissions, par rapport au niveau de 1990, de 25% à 40% en 2020 et de 80% à 95% d'ici à 2050⁴ (voir figure 1 ci-dessous). Les pays disposant de la plus grande capacité d'agir - comme la Suisse⁵ - doivent impérativement viser les objectifs les plus élevés, c'est à dire une réduction de 40% d'ici à 2020 et de 95% d'ici à 2050.

¹ http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf

² Cette organisation internationale, basée à Genève, regroupe des milliers de scientifiques du monde entier et a pour mission de synthétiser l'état de la connaissance actuelle sur les changements climatiques. Ses rapports, soumis à l'approbation des gouvernements, nous donne l'image la plus crédible et la moins polémique de la menace climatique à venir.
<http://www.ipcc.ch/>

³ Parties par million, unité de mesure utilisée pour décrire la concentration d'une molécule dans l'atmosphère

⁴ <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter13.pdf> (voir box 13.7 p.776)

Relevons que certaines études remettent en question les conclusions de ce rapport, en préconisant que la concentration de CO₂ dans l'atmosphère soit réduite à 350ppm : voir par exemple James Hansen et al., The Open Atmospheric Science Journal, 2008, 2, 217-231, http://www.columbia.edu/~jeh1/2008/TargetCO2_20080407.pdf

⁵ Du fait de son développement économique élevé, la Suisse a des capacités de réductions supérieures à la plupart des autres pays industrialisés. Il faut également considérer que la Suisse possède une grande réserve d'énergie renouvelable sous forme d'énergie hydraulique ; qu'elle importe énormément de produits industriels lourds en carbone et participe ainsi fortement aux émissions de CO₂ à l'étranger (énergie grise, ces émissions constituent environ 40% des émissions sur territoire suisse) ; qu'elle possède le réseau de chemin de fer le plus dense du monde, ce qui permet des transports particulièrement économes en énergie.

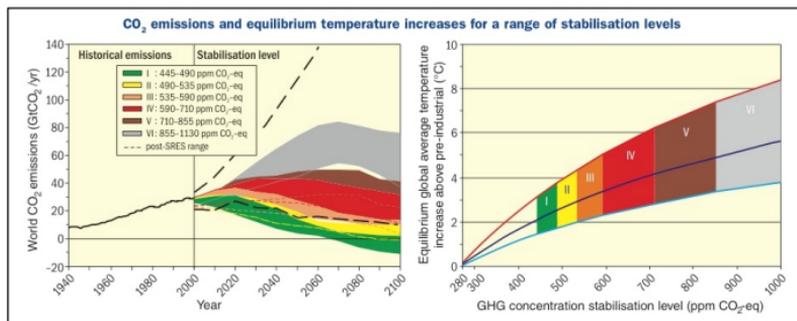


Fig. 1: Pour maintenir l'augmentation de la température inférieure à 2°C, la concentration du CO₂ dans l'atmosphère doit se situer dans la partie inférieure de la zone verte du graphique. Remarquons qu'à partir de l'an 2065, les émissions doivent même être négatives, c'est-à-dire qu'il faudra que les activités humaines absorbent plus de CO₂ qu'elles n'en rejettent ! Source: IPCC Fourth Assessment Report (AR4) Climate Change 2007: Summary for Policymakers, Page 21 (http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf)

WWW.OZEFAN-KLIMA.DE

Emissions Rising Faster

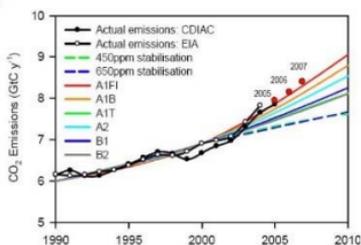


Fig. 2 : Emissions effectives par rapport aux scénarios du GIEC. Source : Stefan Rahmstorf et al, SCIENCE 316, p.709 (2007) <http://www.sciencemaq.org/cqi/content/abstract/316/5825/709>

Malheureusement, à ce jour, les mesures adoptées en pratique se révèlent largement insuffisantes : les émissions de CO₂ ont augmenté plus vite que prévu. Le niveau de la mer mesuré est monté bien plus vite que prévu par les pires scénarios du 3^{ème} rapport du GIEC datant de 2001⁶ (voir figure 2 ci-contre). Au niveau suisse, les émissions nationales n'ont pu que difficilement être stabilisées par rapport à leur niveau de 1990 et tout indique que, sans le recours aux certificats d'émission à l'étranger, la Suisse ne pourra pas honorer ses engagements internationaux dans le cadre du Protocole de Kyoto⁷.

Les scénarios futurs étudiés en Suisse (Scénario I à IV de l'OFEN) ont été développés avant la publication du 4^{ème} rapport du GIEC et doivent donc être adaptés. Le Scénario « IV E », le plus ambitieux, permet de réduire de 51% les émissions d'ici à 2035⁸. Les conclusions du 4^{ème} rapport du GIEC exigent une réduction de plus de 60% aux alentours de 2035.

Le projet de la société à 2000W réalisée en 2050 dont 500W proviennent de sources d'énergie fossile correspond grosso modo à 1 tonne de CO₂/habitant⁹. Ce niveau d'émissions correspond approximativement aux recommandations du GIEC dans son 4^{ème} rapport, pour une planète habitée par 10 milliards d'habitants.

⁶ <http://www.ipcc.ch/jpccreports/tar/vol4/index.php?idp=0>

⁷ OFEV, Réalisation des objectifs de la loi sur le CO₂, <http://www.news-service.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/11199.pdf>

⁸ OFEN, Informations sur les scénarios I à IV, 23.08.2006,

http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr_812567022.pdf&endung=Perspectives%20%E9nerg%E9tiques%202035%20-%202050:%204e%20atelier, p.14

⁹ Société à 2000W dont 500 fossiles : novatlantis : http://www.novatlantis.ch/index.php?id=26&type=98&no_cache=1&L=1

Compétences et responsabilités pour la prochaine législature politique à Genève

Si les politiques s'activent au niveau national et international pour définir des objectifs de réduction d'émission amenant les nations et les économies vers un monde sans carbone, les mesures concrètes devront être mises en œuvre au niveau local. Aujourd'hui, l'adéquation entre les objectifs globaux et les mesures locales reste à réaliser. Dans un système décentralisé comme la Suisse, le pouvoir des collectivités locales dans la mise en pratique des politiques est très important. Le *Plan climat cantonal* de Noé21 se veut une feuille de route pour les décideurs locaux sur la question climatique. Il doit leur permettre d'avoir une vision d'ensemble des mesures concrètes que les élus genevois peuvent mettre en œuvre pour réaliser au niveau local ce qui aura été pensé au niveau global.

La responsabilité que porteront les élus de la prochaine législature sera déterminante sur la question climatique : comme nous l'avons vu, les actions mises en œuvre d'ici à 2020 seront décisives quant à la capacité de l'humanité de relever ce défi. En Suisse, les procédures démocratiques prennent du temps. Ainsi, **les décisions prises durant la prochaine législature sont celles qui détermineront si Genève relèvera, à son niveau, le défi de la révolution verte à laquelle nous ne pouvons échapper.** Noé21 utilisera son *Plan climat cantonal* pour une large consultation des candidats aux élections de l'automne 2009 et pour évaluer le travail des autorités cantonales durant cette nouvelle législature.

Un devoir moral autant qu'une opportunité

Un canton prospère comme Genève dans un pays aussi riche que la Suisse a le devoir moral d'être une locomotive sur ces questions. Car si nous n'arrivons pas ici à prendre les mesures qui s'imposent, comment concevoir que nous y arriverons ailleurs ? Notons que, loin de constituer un obstacle au développement et au rayonnement de Genève, **les mesures proposées dans le *Plan climat cantonal de Noé21* constituent une formidable opportunité pour faire de Genève un territoire d'avenir,** réunissant et stimulant les compétences déjà existantes et se profilant comme un pôle de créativité sociale, financière et technologique de renommée internationale. Les incitations permettant de transformer et décarboniser l'économie genevoise qui sont contenues dans ce plan sont ambitieuses et vont bien au-delà du « Green new deal » tel que le conçoit le Conseil d'Etat¹⁰.

Ce *Plan climat cantonal* de Noé21 constitue un premier jalon qui répertorie les pistes d'actions à mener à Genève contre les changements climatiques et qui en donne une première estimation quantitative. Par exemple, ce rapport ne permet pas de définir le coût marginal de réduction d'émissions de chaque secteur d'activités séparément. Durant la prochaine législature, Noé21 va poursuivre son travail d'investigation et de mobilisation.

Structure du présent Plan climat cantonal

Pour chaque secteur d'activité à Genève, le *Plan climat cantonal* de Noé21 définit les actions selon les 3 piliers d'action que sont :

1. le remplacement des énergies fossiles par des **énergies renouvelables**
2. l'amélioration de l'**efficacité énergétique**
3. les **changements d'habitudes** qui seules nous permettront de conserver bien-être et sécurité

Nous avons distingué les mesures qui peuvent être mises en pratique immédiatement, (d'ici à 2020) de celles qui seront mises en pratique plus tard (d'ici 2050) en fonction des délais assignés par le GIEC.

¹⁰ Voir http://www.ge.ch/conseil_etat/dispositif_economie_emploi.asp

2 INVENTAIRE DES ÉNERGIES ET DES ÉMISSIONS CO₂ DE GENÈVE. OBJECTIFS 2050.

2.1 Consommation d'énergie à Genève

En 2005, les énergies consommées dans le canton de Genève, sans l'aéroport ni le CERN, peuvent se répartir en gros en 4 quarts presque parfaits.

- Carburants pour le trafic : 25%
- Mazout pour le chauffage des bâtiments : 28%
- Gaz également pour le chauffage : 22%
- Electricité : 25%

Ces 4 quarts serviront à structurer les actions à entreprendre par secteur d'activités, qui sont détaillées dans le chapitre 4. A noter toutefois que l'aéroport, vu son importance, et malgré la faible marge de manœuvre du canton de Genève a été délibérément rajouté dans les prochaines figures.

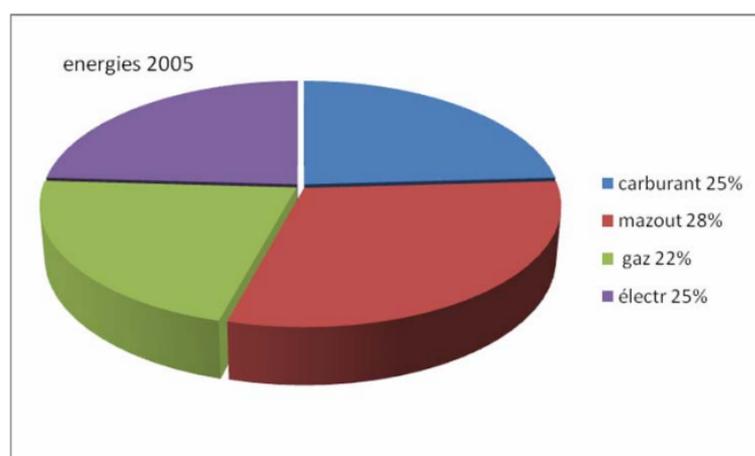


Fig. 3 : Les énergies en TJ sans l'aéroport.

Le graphique suivant montre l'évolution de ces 4 segments au cours des 20 dernières années. On voit que la part du mazout est en diminution, remplacé progressivement par le gaz (remplacement de certaines chaudières à mazout). En termes de CO₂, le gaz émet environ 20% de moins que le mazout. Malheureusement cette évolution positive au niveau suisse a été anihilée par une augmentation de notre consommation de carburants.

Notons aussi que la consommation d'électricité est en hausse continue, de 1,5% - 2% par an. Cette augmentation est préoccupante parce que la production d'électricité génère aussi du CO₂ (cf. chap. 2.2).

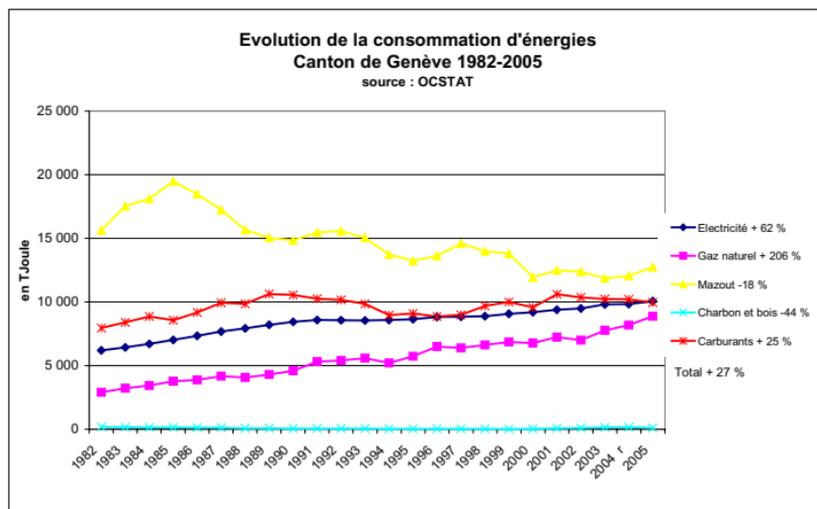


Fig. 4 : Evolution de la consommation d'énergie au cours des 30 dernières années.

2.2 Emissions de CO₂ à Genève

Sur les figures 5 et 6 ci-dessous, nous passons à une représentation en termes de CO₂: un litre d'essence brûlé, par exemple, émet 2,2kg de CO₂. Nous avons aussi intégré les émissions de l'aéroport, trop importantes pour pouvoir être ignorées. Du point de vue du traité de Kyoto, les émissions sont comptabilisées là où les agents énergétiques sont vendus. Dès que l'aviation civile sera incluse dans un futur traité international (signé à Copenhague ?), le kérosène sera imputé au pays qui le vend. Il est donc logique de les comptabiliser à Genève, même si l'aéroport a une vocation régionale. Sur les mêmes figures nous avons imaginé que le canton de Genève se donnait les moyens de se conformer au scénario No 1 du GIEC qui permet la stabilisation à 2 degrés (en vert sur la fig. 1).

Cela signifie que nous avons considéré que Genève allait relever le défi climatique, et effectivement abaisser de 40% ses émissions en 2020, et de 95% en 2050, par rapport à 1990. Et cela dans chaque secteur d'activité (trafic, aviation, chauffage, électricité). C'est la raison pour laquelle nous avons signalé les années cruciales, 2020 et 2050, ainsi que 2007, la situation actuelle.

Les émissions de CO₂ dues à l'agriculture sont trop faibles pour apparaître sur la figure. (cf. chap. 4.4). L'agriculture à Genève représente 1% des émissions totales de Genève.

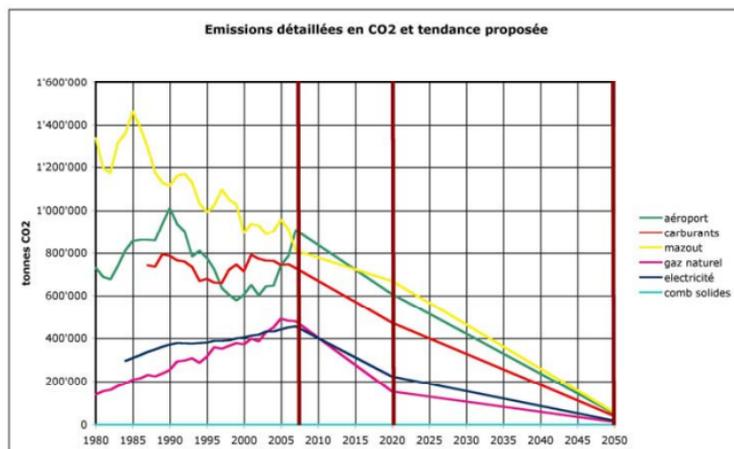


Fig. 5 : Emissions de CO₂ par énergie primaire + aviation dans le canton de Genève de 1980 à 2007 et sa tendance telle qu'exigée pour 2020 et 2050 selon l'GIEC (source OCSTAT).

Les émissions dues à l'électricité sont calculées avec un facteur de 158g CO₂/kWh (moyenne entre 154g CO₂/kWh OFEV et 162g CO₂/kWh SIA). Les autres facteurs sont ceux de l'OFEV. Voir chapitre 2.3.

Objectifs du GIEC : 2020: -40% par rapport à 1990, 2050: -95% par rapport à 1990.

- La baisse du mazout entre 1990 et 2007 est due au renouvellement des chaudières, les chaudières à gaz remplacent petit à petit les chaudières à mazout car elles ont un rendement un peu meilleur.
- La fluctuation de la part aviation est intéressante. Le creux en l'an 2000 montre que l'objectif de 2020 était déjà atteint en 1999 ! Pourquoi ? Probablement à cause de la baisse du nombre des longs courriers de Swissair et des autres compagnies. La remontée correspond à l'essor d'Easyjet.
- La consommation du carburant reste à peu près constante depuis 20 ans, malgré l'amélioration de l'efficacité énergétique des voitures. Le nombre et le poids des véhicules ont augmenté dans la même mesure.

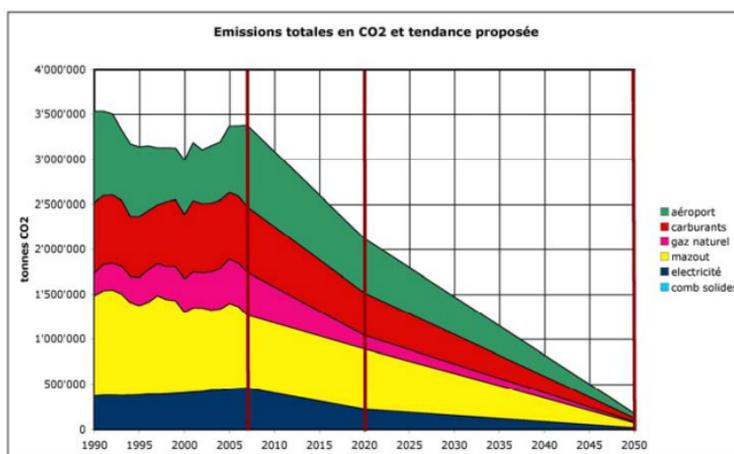


Fig. 6 : Emissions en CO₂ cumulées.

2.3 Facteur d'émission du réseau électrique genevois

Pour les carburants (l'essence et le diesel pour les voitures et les camions) et les combustibles (mazout et gaz pour le chauffage des bâtiments) la transformation des TJ en tonnes de CO₂ est simple, chaque tonne « pèse » environ 2,2 tonnes de CO₂.

Mais pour l'électricité, c'est beaucoup plus compliqué, un kWh électrique peut « contenir » 1000g de CO₂ s'il est produit dans une ancienne centrale à charbon, en Allemagne de l'Est ou seulement 7g. s'il a été produit dans un barrage. Il existe deux façons très différentes d'appréhender le problème :

1. Si l'on regarde l'électricité **achetée** par SIG, avec des contrats hydrauliques avec la CNR (compagnie nationale du Rhône, qui possède des barrages comme Génissiat près de Seyssel), avec Verbois qui amène 1/3 du courant acheté, et les fournitures de nucléaire suisse, (plus léger en CO₂ que les combustibles) le poids en CO₂ de chaque kWh est négligeable, les SIG donnent le chiffre de 12g CO₂/kWh. Le protocole de Kyoto lui aussi, pour éviter ce qu'on appelle le « double counting », ne compte que les émissions produites dans le pays même, soit très peu de poids CO₂ pour l'électricité produite en Suisse.

2. Si l'on s'intéresse en revanche à l'électricité **physiquement consommée** à Genève, alors c'est le « mix » qui circule sur le réseau suisse qu'il faut prendre en compte : c'est une moyenne pondérée qui inclut les centrales allemandes au charbon, et les centrales italiennes au fuel, lorsque nous importons du courant, à certaines heures de la journée. Nous avons choisi de prendre la moyenne entre le chiffre donné par la SIA (162g/kWh voir chiffre SIA2031.doc) et l'OFEV (154g /kWh, voir OFEV facteur d'émission.pdf). La moyenne de ces deux chiffres est de 158g/kWh de CO₂.

Après avoir longuement discuté de ces chiffres nous sommes arrivés à la conclusion que le chiffre le plus petit (12g/kWh), bien que correspondant à la réalité commerciale genevoise, est un trompe l'œil parce que physiquement tous les réseaux sont interconnectés.

De plus, ce chiffre de 12g/kWh n'encourage pas les économies d'électricité à Genève, et même favorise un transfert trop important vers l'électro-mobilité et les pompes à chaleur. En effet, un surcroît de consommation d'électricité augmentera l'importation de courant étranger, plus lourd en CO₂.

Le chiffre de 158g/kWh par contre sera retenu par nous dans nos calculs ci-dessous, parce qu'il correspond à la réalité physique, et encourage les économies d'électricité¹¹.

¹¹ Voir en annexe, au chapitre 7.1, le résumé du travail de L'OFEN.

3 ETAT DES LIEUX DES POLITIQUES CLIMATIQUES À GENÈVE ET EN SUISSE

En bonne méthode nous avons voulu relire les études fédérales et cantonales existantes, avant de nous lancer dans notre propre étude. Après avoir tout relu, il s'est avéré qu'aucune ne parlait de la nouvelle version du rapport du GIEC, et une seule mentionne les changements de comportement, qui sont l'une des bases importantes de notre travail.

Vous trouverez en annexe (chap. 7) les liens sur 11 études que nous avons relues, ainsi qu'un bref résumé de chacune.

Mentionnons parmi ces études le Master Plan des Organisations écologistes (WWF en tête, voir en annexe). Réalisée en 2006, elle ne pouvait tenir compte du dernier rapport alarmant du GIEC. Mais c'est la seule étude qui aborde de front le vrai problème : Comment des instruments économiques comme une forte taxe CO₂ par exemple, peuvent-ils orienter les choix des consommateurs ? A quels effets peut-on s'attendre ? Quels changements de comportement seront induits ?

Mentionnons aussi la conception cantonale de l'énergie, basée sur la société à 2000W, et le rapport de Valérie Cerda, de la Ville de Genève, qui prévoit de cesser la consommation de combustibles fossiles en 2050.

4 ACTIONS À ENTREPRENDRE ET IMPACT PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ

Pour chaque secteur, bâtiments, trafic, aéroport, etc., nous avons dressé une liste des mesures à entreprendre, avec pour chacune des pourcentages estimés de CO₂ économisés. L'idée est d'atteindre les scénarios du GIEC, pour 2020 et 2050.

Ce potentiel d'économie de CO₂ a été décomposé en 3 sous-catégories :

a) efficacité, b) comportement et c) renouvelables. Nous avons fait ce tableau pour 2020 et 2050, les deux dates butoir du rapport du GIEC.

4.1 Secteur 1 : bâtiments

Pour ce chapitre, remerciements à Gabriel Barrillier, Andréas Fabjan, Alain Gaumann, Jean-Marc Zraggen, Emile Spierer et Olivier Epelly du ScanE, Carole-Anne Kast, Alberto Velasco, Hugo Zbinden, François Hiltbrand, et Stéphane Fuchs, Bernard Giovanini, Sébastien Ziegler.

Le secteur **bâtiments** est celui où les gains de productivité sont les plus prometteurs. L'isolation des bâtiments permet une consommation d'énergie fossile réduite à zéro déjà avec les technologies actuelles. Pour l'eau chaude, les renouvelables (en particulier le solaire thermique) apportent eux aussi des technologies bon marché et déjà au point. Pour que ces technologies soient bien mises en valeur des changements de comportement sont toutefois nécessaires.

Le tableau ci-dessous détaille les normes de consommations énergétiques des bâtiments pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

Tableau 1 : Normes de consommations énergétiques des bâtiments pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

Norme	Dépenses énergétiques (pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire)
SIA 380/1 (recommandation actuelle des architectes suisses)	268 MJ/m ²
Minergie	136 MJ/m ²
Minergie P (maisons passives)	102 MJ/m ²
<i>Moyenne des immeubles de logement à Genève</i>	<i>540 MJ/m²¹²</i>

Comme on peut le voir dans le tableau ci-dessus, les standards énergétiques vont en s'améliorant. La figure ci-dessous complète cette vision, en montrant comment la consommation énergétique des immeubles s'est améliorée depuis 30 ans :

¹² Source : ScanE

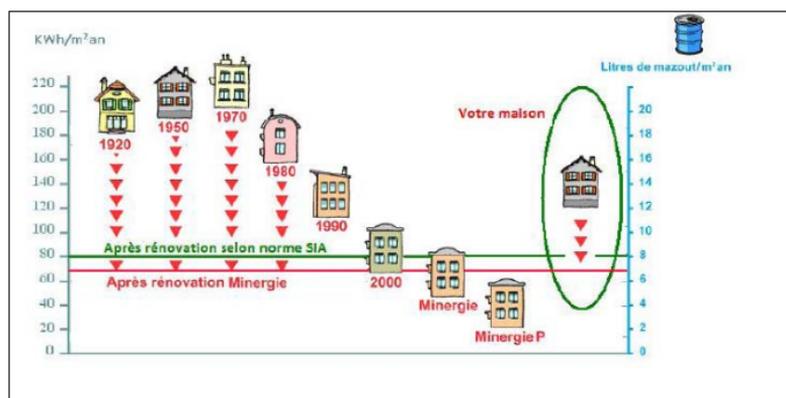


Fig. 7 : Consommation énergétique des immeubles.

4.1.1 Rénovations des bâtiments existants

Le parc actuel des immeubles de logement à Genève est extrêmement vorace en énergie et nécessite d'importants assainissements. Ce constat est également valable pour les villas, ainsi que pour les bâtiments non-résidentiels (de type commercial et industriel).

Dans le présent rapport, nous avons calculé en première approximation le coût des rénovations permettant de satisfaire la réduction de 40% des émissions de CO₂ dues aux bâtiments d'ici à 2020. Pour établir ce calcul, nous avons fait l'hypothèse suivante : les immeubles d'habitation, les villas et les bâtiments non-résidentiels (commerces, industrie, etc.) consomment la même quantité d'énergie par surface¹³. En effet, pour les villas nous pouvons estimer que l'indice de dépense énergétique au m² est le même, sachant que le facteur de forme est moins bon mais que l'incitation de réduire la consommation d'énergie est plus forte pour les propriétaires¹⁴. Pour le non-résidentiel, il n'existe pas pour l'instant de statistiques utilisables, et les situations sont très variables, c'est pourquoi nous avons décidé de prendre, là aussi, les indices moyens des immeubles de logement.

Pour calculer les émissions de CO₂ et les potentiels d'économie dans le bâtiment, nous nous sommes concentrés sur les immeubles de logement. Une étude faite par le bureau ATBA, sur mandat de Noé21, nous montre que notre immeuble type, datant des années 60, avec 24 appartements, et qui consomme aujourd'hui 600MJ/m² an, va coûter entre 1,3 millions de francs et 2,7 millions de francs pour être rénové, suivant la consommation d'énergie visée. Le tableau ci-dessous détaille les résultats de cette étude.

Tableau 2 : Coûts de rénovation d'un immeuble moyen à Genève de 24 appartements de 80 m² en moyenne.

Type de rénovation	Coût pour la rénovation de l'immeuble	Coût en Francs / (MJ/an) d'énergie économisée
A la norme SIA 380/1	CHF 1,3 million	2,01francs
A la norme Minergie	CHF 2,1 million	2,33 francs
A la norme Minergie P	CHF 2,7 million	2,79 francs

¹³ Une analyse plus détaillée sera menée dans le cadre d'un deuxième rapport.

¹⁴ Interview de M. Spirer, ScanE

Les chiffres de cette étude sont corroborés par l'étude de François Hiltbrandt pour le compte de la commission de standards énergétique du canton de Scane¹⁵. Celle-ci établit de manière théorique un coût moyen de 1,5 francs/MJ pour trois bâtiments types, mais des mesures effectuées ensuite sur les dépenses énergétiques effectives montrent que ces coûts sont sous-estimés. Ainsi, pour réduire la consommation énergétique de tous les bâtiments genevois de 40% (la surface totale des bâtiments de Genève est de 33 millions de m²¹⁶), **un investissement se situant entre 10 et 18 milliards de francs est nécessaire d'ici à 2020**, ce qui signifie environ 1 milliard de francs par an.

A titre de comparaison, le PIB cantonal est de 20 milliards de francs par an. La part des constructions (chantiers du tram, construction d'immeubles, de villas, rénovation) est de 3 milliards¹⁷. Celle des constructions et rénovations d'immeubles est d'environ 700 millions de francs selon l'OCSTAT¹⁸ et celle des rénovations 200 millions de francs selon l'OFS. Comme environ la moitié des coûts de rénovations sont énergétiques, on peut estimer qu'actuellement à Genève, 100 millions de francs sont investis chaque année pour la rénovation énergétique des bâtiments. Ce chiffre est à comparer avec le volume de 1 milliard par an calculé dans la présente étude comme nécessaire pour faire face aux changements climatiques.

Ces chiffres nous permettent de situer le problème : **il va falloir doubler voire tripler le volume actuel de nos investissements dans l'immobilier pour contribuer à résoudre le problème climatique. Et multiplier par 10 ou 20 la part énergétique de ces rénovations.** Ainsi, le principal problème, du point de vue climatique, pour les améliorations thermiques dans les bâtiments, reste le financement des rénovations¹⁹. Avec le bas prix de l'énergie actuel, les rénovations ne sont pas rentables dans un délai suffisamment intéressant. Mais lorsque les prix du mazout et du gaz naturel viendront à être multipliés par un facteur 3-5 (réf. F. Hiltbrandt), ce qui est vraisemblable, les gains liés à la baisse des charges amortiront, et au-delà, les frais de rénovation. Mais pour l'instant, jusqu'à ce que le prix de l'énergie fossile atteigne un niveau suffisamment élevé, il faut investir à perte, ce qui signifie concrètement qu'un soutien financier de l'Etat sera nécessaire les premières années. Comme pour tous les grands changements sociaux.

Ces investissements vont créer de nombreux emplois : sur ces milliards d'investissements supplémentaires, la moitié environ représente la part des salaires, ce qui signifie un doublement en gros du nombre d'apprentis et d'ouvriers dans le bâtiment (de 12 000 actuellement ce nombre va passer à 24 000 en 2020). Selon Gabriel Barrillier, la construction d'un nouveau centre de formation permanente est déjà planifiée. **Cela signifie en gros la création de 12 000 emplois à Genève !!**

Le PL 10258, discuté actuellement au Grand Conseil, représente un début de piste pour le financement nécessaire à la rénovation énergétique du parc immobilier. Il permettra de forcer les propriétaires des immeubles les plus gourmands (> 900MJ) à isoler leur bien. Mais les députés achoppent sur la répartition du financement : Une partie des frais sera assumée par les propriétaires (combien ?) une partie par le fonds de compensation étatique (combien ?) et une partie enfin sera à la charge des locataires. Il serait juste que chacun participe mais en pratique lorsqu'il faut mettre la main à la poche les grands principes n'ont souvent pas la cote ...

Quelles techniques adopter pour rendre agréable l'indispensable changement des mentalités ?

4.1.2 Nouvelles constructions

En ce qui concerne les nouvelles constructions, des réels changements de mentalité sont à l'œuvre : il existe à ce jour plus de 10 000 bâtiments en Suisse à la norme Minergie, soit environ 1,5% de la surface de bâtiments (contre près de 300 à la norme Minergie P qui est proche de ce que l'on appelle une maison passive). C'est 5 fois plus qu'il y a 5 ans, alors qu'il y a 10 ans il n'existait quasiment aucun bâtiment Minergie²⁰. Cette évolution n'est toutefois pas encore suffisante : les bâtiments passifs devront rapidement être généralisés pour les nouvelles constructions. En

¹⁵ Référence de l'étude de Hiltbrandt http://www.noe21.org/plan_climat_cantonal/Scane_presentation-2.pdf

¹⁶ OCSTAT, <http://www.geneve.ch/statistique/>

¹⁷ Source : Gabriel Barrillier, FMB

¹⁸ http://www.ge.ch/statistique/tel/publications/2009/tableaux_bord/construction/tb-ma-ci-t1-2009.pdf

¹⁹ Au sujet des méthodes de financement, voir notre chapitre 5 qui y est exclusivement consacré.

²⁰ Statistiques Minergie : http://www.minergie.ch/tl_files/download/Statistik_Webseite_2008_f.pdf

Allemagne, par exemple, il existe 20'000 maisons individuelles et bâtiments administratifs passifs. Le PL 10258, discuté actuellement au Grand Conseil ne prévoit dans sa version actuelle que de généraliser le label Minergie.

4.1.3 Energies renouvelables pour le chauffage des bâtiments

La rénovation énergétique des bâtiments existant ainsi que la construction de nouveaux bâtiments économes en énergie permettent de réduire la dépense énergétique pour se chauffer. L'énergie résiduelle nécessaire devra provenir de sources renouvelables. C'est pourquoi les chaudières au mazout devront être éliminées au profit de chauffage à bois, au biogaz et à la géothermie. A moyen terme, même les chaudières à gaz, plus efficaces, devront être éliminées.

Filière bois-énergie : l'approvisionnement en bois peut se faire à partir de la France voisine et de la Suisse sur de courtes distances. En ville, des filtres à particules seront nécessaires. Selon Bernard Giovanini, qui cite l'étude de Michel de Gallart, directeur du CRPF, un potentiel de 200GWh thermiques est exploitable.

Filière biogaz : trois centrales à couplage chaleur-force de 17GWh thermiques par an chacune et approvisionnées par les déchets verts peuvent être installées dans le canton. A titre de comparaison, le projet de centrale à gaz au Lignon est de 200GWh thermiques.

Filière géothermie : trois centrales de 100GWh thermiques chacune peuvent être installées dans le canton.

4.1.4 Ecoquartiers

Le concept d'écoquartier va plus loin que celui de Minergie et des normes de consommation énergétique : il s'agit d'une vision holistique qui implique entre autres une participation active des habitants dans tout le processus de décision, des mesures sur la mobilité et sur la gestion des déchets. L'exemple du projet « Carré vert » (anciennement Artamis) va dans la bonne direction mais souffre toutefois de l'absence de processus participatif dès la conception ainsi que d'une place trop grande laissée à la voiture (parking souterrain surdimensionné). Du point de vue technologique de tels quartiers doivent être la norme partout. Complétés par la production d'énergie locale (photovoltaïque, éolienne, géothermie, etc.), l'objectif d'économie de 95% d'énergie paraît réalisable.

L'énergie grise des bâtiments ne doit pas être négligée. La construction en bois avec des isolants à faible énergie grise est une réponse à ce problème. Le secteur Praille - Acacias - Vernets (PAV) pourrait sans problème être conçu comme un écoquartier en bois. Au lieu de construire un quartier phare traditionnel (tours, bâtiments dits élégants) on pourrait construire un quartier phare moderne, soit un quartier rigoureusement durable.

La construction en Minergie-P-Eco est nécessaire, mais insuffisante. Il faut en plus choisir des matériaux pauvres en énergie grise. Une étude de cas comparative du bureau d'architecture Conrad Lutz montre que l'énergie grise d'une construction Minergie P peut être importante si les matériaux utilisés ne sont pas bons²¹. Le comportement éco-logique des habitants doit en plus être favorisé par des mesures techniques et incitatives : économies des ressources, minimisation et recyclage des déchets, économie d'eau, etc. Les quartiers dans leur ensemble doivent satisfaire aux exigences quantitatives formulées par WWF / BioRégioal²².

Une grande partie du gaspillage d'énergie et des ressources est causée par le comportement des habitants pendant la période d'utilisation des immeubles. Pour atteindre les objectifs de durabilité du concept d'écoquartier, l'implication participative et l'information des habitants sont une condition indispensable.

La conception des écoquartiers est une mesure intégrative qui est également bénéfique pour la diminution de la mobilité (voir chapitre 4.2).

²¹ http://www.ecoattitude.org/accueil/sites/default/files/presentation_conrad_lutz_fevrier2009.ppt

²² http://assets.wwf.ch/downloads/2007_opl_en_suisse_principes_et_objectifs.pdf

À terme, les quartiers traditionnels, en particulier les quartiers de villas devraient également être transformés en écoquartiers.

2020	2050
<p>Efficacité</p> <ul style="list-style-type: none"> - En isolant les bâtiments on peut gagner 40% d'émissions. Toutefois les frais des travaux sont considérables. Les calculs ci-dessous montrent que pour atteindre les chiffres recommandés par le GIEC dans le chauffage des bâtiments, il va falloir rénover entre 5000 et 10'000 bâtiments à la norme Minergie à Genève avant 2020, pour un investissement de 2 millions de francs par bâtiment. - Le PL 10258, actuellement discuté au Grand Conseil, prévoit des normes d'isolation, il s'agit de le renforcer et de trouver une clé de répartition des frais entre le fonds cantonal, les propriétaires et les locataires. - Les nouveaux bâtiments doivent être passifs. - Le déploiement de systèmes de gestion intelligente de l'énergie peut, pour sa part économiser environ 25% à moindres coûts. 	<p>Efficacité</p> <ul style="list-style-type: none"> - En 2050 l'ensemble du parc sera à la norme Minergie, avec une bonne moitié des bâtiments refaits à neuf. Avec des ventilations double-flux, le chauffage de l'eau chaude solaire, les besoins en énergie fossiles seront ramenés à zéro, et toute l'électricité nécessaire aux circulateurs et à la ventilation sera renouvelable. - 50% des nouveaux immeubles sont construits en bois ou d'autres matériaux issus de la biomasse à l'horizon 2050, ce qui économise des millions de tonnes de CO₂ émis jusqu'ici par la fabrication du béton.
<p>Comportement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour qu'un bâtiment consomme effectivement ce qui était calculé, et pas davantage, des changements de comportement des locataires sont toutefois indispensables. Ne pas laisser de fenêtre ouverte en hiver, nous devons privilégier les douches aux bains notamment en installant des douches mieux pensées et plus confortables, ne pas surchauffer les logements en hiver,... 	<p>Comportement</p> <ul style="list-style-type: none"> - En 2050 tous les quartiers de villas auront été transformés en écoquartiers, les enfants joueront dans la rue les transports se feront exclusivement par des transports publics électriques.
<p>Renouvelables</p> <ul style="list-style-type: none"> - 40 000m² de capteurs solaires thermiques installés dans le canton de Genève. - Développement de la filière bois-énergie, biogaz et géothermie à Genève. 	<p>Renouvelables</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'eau chaude de l'ensemble des bâtiments de la ville est solaire en 2050. 200 000m² de capteurs. Voir le projet du service de l'énergie de la Ville de Genève « 100% renouvelable en 2050 » (qui, hélas, n'englobe pas l'électricité).

4.2 Secteur 2 : trafic (public/privé)

Réduire les émissions de CO₂ dans le secteur du trafic est à la fois techniquement et politiquement délicat mais reste nettement moins coûteux que dans d'autres domaines. En effet, contrairement à l'assainissement des bâtiments, par exemple, le potentiel strictement technique d'efficacité énergétique pour les voitures individuelles est relativement restreint et n'est que marginalement du ressort de la politique cantonale. Des mesures peuvent toutefois être prises pour réduire fortement le nombre de gros véhicules polluants et en limiter l'accès à certaines zones.

Mais c'est surtout dans l'évolution des comportements que se trouvent le plus grand potentiel d'efficacité, or celui-ci peut être directement et durablement réorienté par des politiques volontaristes relatives aux infrastructures, au stationnement et aux incitations financières. En effet, construite pour transporter cinq passagers et des bagages à 120km/h, l'automobile est très largement surdimensionnée pour l'usage quotidien qui en est fait : soit un taux d'occupation moyen

par véhicule d'une ou deux personnes (pendulaires), sans bagage et sur des trajets de moins de 5km pour 50% des déplacements. En misant sur une forte réduction du trafic individuel motorisé (TIM) évitable, le potentiel d'économie à service rendu égal est considérable.

Il existe aussi une réserve d'économie importante par l'utilisation rationnelle des transports dans le domaine des marchandises où, là encore, les véhicules sont très souvent utilisés bien en deçà de leur capacité de charge. Ci-après suivent plusieurs solutions qui permettraient, si elles étaient encouragées par une réglementation adéquate, de réaliser des réductions substantielles d'émissions à service rendu égal.

4.2.1 Déplacement de personnes

Contenir la mobilité. Si au cours du XX^{ème} siècle la quantité de kilomètres parcourus par habitant a explosé, l'objectif devra être, d'ici à 2050, de ralentir puis d'inverser la croissance des déplacements motorisés dans le canton, à commencer par les plus facilement évitables et les plus polluants d'entre eux.

S'il est nécessaire de continuer à améliorer l'offre en transports publics, il faut veiller à ce que celle-ci ne génère pas de nouvelles demandes en mobilité motorisée, à savoir que les usagers ne profitent de ces nouvelles infrastructures pour déménager toujours plus loin de leur lieu de travail. Toute nouvelle offre en transports publics devra donc au minimum être conditionnée à une diminution subséquente de l'offre en transport privé sur les mêmes axes afin de créer un véritable transfert modal et non une mobilité supplémentaire. Il faudra aussi trouver les mécanismes pour mettre un frein à l'accroissement des déplacements pendulaires. Par exemple, une taxation des entreprises en fonction des kilomètres parcourus par leurs employés (pondérée en fonction du mode de transport utilisé) encouragerait les employeurs à embaucher, dans la mesure du possible, prioritairement des gens vivant à une distance raisonnable de l'entreprise, voire à collaborer avec des régies pour proposer à leurs employés des logements dans un rayon de quelques kilomètres.

Plans de mobilité d'entreprise. Pour les trajets pendulaires incompressibles, les plans de mobilité d'entreprise mis en place suite à un travail de consultation entre des bureaux d'ingénieurs et des employeurs aboutissent à une consommation d'énergie rationalisée. L'aéroport de Genève a, par exemple, instauré un ensemble de mesures pour inciter ses employés à se rendre au travail sans voiture : places de stationnement exclusivement réservées aux employés habitant hors zone desservie par les TPG, mise à disposition d'abonnements TPG à prix réduits et réalisation et fourniture de plans de parcours sécurisés pour se rendre à l'aéroport à vélo figurent parmi les leviers ayant permis un important transfert modal. D'ici à 2020, des plans similaires devraient être engagés dans toutes les entreprises du canton employant au moins 10 personnes.

La politique de stationnement constitue un autre levier important pour réduire le trafic. La vente de macarons donnant accès aux zones bleues est une bonne politique qui doit être renforcée notamment en l'appliquant aux parkings souterrains existants pour inciter les résidents à n'utiliser leur véhicule que lorsqu'ils en ont besoin et pour dissuader le trafic individuel motorisé à destination des commerces. 60% des pendulaires bénéficient d'une place de stationnement sur leur lieu de travail. Pour réduire l'effet « aspirateur à voitures », le nombre de ces places doit diminuer, en commençant par les nouveaux bâtiments, puis en cherchant les moyens de réduire les stationnements actuellement à disposition des employés, y compris dans les bâtiments privés. Les centres commerciaux doivent favoriser les clients s'y rendant sans voiture, par un système de livraison des achats et une bonne desserte en TP. Structurellement, le commerce de proximité décentralisé doit être soutenu au détriment des grands centres commerciaux de périphérie.

Faire de la place pour la mobilité douce. Aujourd'hui, en de nombreux endroits du canton, les cyclistes roulent en moyenne à 15km/h sur des chaussées conçues pour des voitures d'une tonne et demie et des véhicules lourds (camions, cars, bus) roulant à une vitesse légale de 50km/h. Dans ces conditions, seule une minorité courageuse emprunte ce mode de transport, pourtant le plus efficace, le plus économique et n'émettant aucun gaz à effet de serre. Pour inverser cette situation, les déplacements à vélo doivent être sécurisés par des aménagements tels que des pistes cyclables continues, sécurisées et séparées du trafic routier. Le développement du vélo électrique, particulièrement quand il vient en remplacement de la voiture, doit être encouragé ainsi que la mise en place d'un système de vélos en libre-service. La politique d'aménagement et de régulation doit aussi encourager les déplacements piétonniers. L'absence d'onde verte pour les piétons

(notamment aux carrefours) et le nombre réduit de zones piétonnes constitue une inhibition involontaire au développement de la marche. Ces mesures auront également pour effet de réduire l'attractivité pour les déplacements motorisés individuels.

Un urbanisme mieux pensé pour les transports. L'obligation faite aux promoteurs immobiliers de construire 1,1 place de parc par logement neuf doit disparaître lorsque les habitants ne possèdent pas de voiture ou s'engagent à s'en débarrasser. Dans un écoquartier, on dispose au maximum de 0,5 place de stationnement par logement. Les plans de nouveaux quartiers (MICA, PAV, etc.) devront être conçus comme écoquartiers avec des services et commerces décentralisés, diminuant la dépendance à la voiture²³. Les nouveaux quartiers devront bénéficier d'une mixité habitation - commerce - économie générant de la convivialité et réduisant les besoins et l'envie de se déplacer. La présence locale de commerces, d'associations de quartier, de centres de loisirs, de services sociaux et d'une offre culturelle et sportive favorisera ces tendances. Dorénavant, la politique d'aménagement du territoire cherchera à minimiser le trafic individuel motorisé en développant la ville autour des axes de transport collectifs.

Mesures diverses : développement des transports publics en zone périurbaine ; création de zones à faible émissions polluantes incluant le CO₂²⁴ ; réduction globale de la vitesse de circulation (30km/h sur les grands axes et 20km/h dans les quartiers) avec suppression de nombreux feux de circulation ; remplacement des bus TPG par des trolleybus ; réservation d'une piste des routes pénétrantes aux transports en commun et au co-voiturage au moins pendant les heures de pointe ; modulation du prix de la taxe d'immatriculation annuelle des véhicules selon les émissions de CO₂/km ; augmentation du prix du stationnement en ville et diminution de l'offre en surface sans compensation : encouragement à l'auto partage (p. ex. Mobility) ; interdiction de la publicité automobile sur les panneaux d'affichage ; cours d'éco-conduite obligatoire pour l'obtention du permis de conduire.

4.2.2 Transport de marchandises

En ville, 11% des émissions de CO₂ sont dus à l'acheminement des marchandises²⁵.

Depuis très peu de temps à Genève, le transport de marchandises sans émission de CO₂ est apparu sous la forme de triporteur à assistance électrique pouvant déplacer jusqu'à 180kg de charge dans tout le canton (entreprise Ecomotrice) (fig.8). Le système Vélocity relie les cyclomessageries de Suisse et permet à une entreprise ou un particulier d'expédier un colis porte-à-porte d'une localité à l'autre en combinant le triporteur et les CFF. L'avantage comparatif des triporteurs pourrait être accentué dans la législation future pour favoriser le transport de marchandises par les véhicules les moins émetteurs de CO₂. Les biens plus lourds seront acheminés soit par des camionnettes/camions électriques bénéficiant de taxes d'immatriculations très attractives par rapport aux camionnettes à essence / diesel. Le potentiel de déplacements de marchandises par des remorques de tramways circulant tôt le matin est à étudier (voir projet SNCF « Train tram fret », magazine SNCF "Rail et Recherche" n° 29 oct./nov./déc. 2003 sous le titre "Acheminer les marchandises au cœur des villes »).



Fig. 8 : Triporteur électrique
(www.lapetitereine.com).

²³ Voir : Groupement des Coopératives d'Habitation Genevoises : « cahier des charges pour un écoquartier coopératif aux communaux d'Ambilly », octobre 2007

²⁴ Les véhicules émettant plus de 250gCO₂/km devraient être, de fait, interdits (sauf autorisation spéciale) à la circulation au centre-ville.

²⁵ Rapport Marchandises en ville
<http://www.cnt.fr/UserFiles/File/rapports/UVT/UVTome2/Tome2Annexe/A10LivraisonsMarchandises.pdf>

A plus long terme, c'est le volume de marchandises déplacées qui devra diminuer, la production locale, la réparation et l'entretien des biens (réduction de la demande en produits de consommation) devant se développer dans un processus de relocalisation de l'économie qui évitera des transports intercontinentaux ainsi que des transports locaux.

Avantages collatéraux. Si les mesures recommandées dans le secteur du bâtiment n'affecteront qu'assez marginalement le mode de vie des habitants, les mesures de réduction du trafic influenceront positivement la qualité de vie de tous : réduction de l'encombrement dû aux embouteillages et aux véhicules en stationnement, du bruit, de la pollution de l'air, des accidents, du stress, augmentation de l'activité physique et réappropriation de l'espace public pour les habitants... tous ces « avantages collatéraux » seront synonymes de rues plus agréables, plus sûres et plus conviviales pour tous, et en particulier les plus faibles (personnes âgées, enfants, etc.) qui souffrent aujourd'hui des dépassements fréquents des mesures fédérales en matière de qualité de l'air (OPair) et du bruit.

4.2.3 Liste des mesures évoquées pour réduire le trafic, et leur impact

2020	2050
<p>Efficacité</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baisse de 15% du CO₂ par l'amélioration de l'efficacité des véhicules en circulation : les véhicules de tourisme passent en moyenne de 180g de CO₂/km à 150g de CO₂/km. - Mise en place des zones à faibles émissions polluantes. - Renforcement des mesures rendant l'impôt auto proportionnel au CO₂ émis et multiplication par 4 de celui-ci. - Réduction de la vitesse autorisée. - Favoriser les triporteurs dans la législation. 	<p>Efficacité</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baisse de 50% : les derniers véhicules à carburant fossile en circulation émettent en moyenne 90g de CO₂/km. - Interdiction des véhicules émettant plus de 120g de CO₂/km. - Bridage des moteurs.
<p>Comportement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baisse de 24% du CO₂ par ces mesures : - Les nouveaux projets d'urbanisme sont assortis de maximum 0,5 places de parc / place de travail ou ménage. 30% des nouveaux immeubles n'ont plus du tout de places de stationnement. - Instaurer les pistes réservées aux TP et au co-voiturage sur les grands axes pendant les heures de pointe. - Diminution du nombre de parkings au centre-ville et hausse des prix. 	<p>Comportement</p> <ul style="list-style-type: none"> - En 2050, le trafic automobile est réduit de 90%. La plupart des déplacements se font à pied, en vélo ou en transports publics électriques (électricité renouvelable). - La part des ménages sans voiture dans le canton est passée de 24% (2005) à 85% (2050). - La plupart des rues sont entièrement piétonnes à l'exception des véhicules de services / urgences / livraisons.
<p>Renouvelables</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1% de biocarburants issus de la récupération locale (huiles usagées, déchets forestiers). 	<p>Renouvelables</p> <ul style="list-style-type: none"> - En 2050, 100% de l'électricité utilisée pour les TPG, les stations pour véhicules électriques, est d'origine renouvelable.

4.3 Secteur 3 : électricité et énergies renouvelables

4.3.1 Gestion de la demande en électricité

L'électricité est un secteur très particulier. Son utilisation n'entraîne aucune émission de CO₂, c'est seulement sa production qui pose problème, et encore, pour l'essentiel sa production à l'étranger, en Suisse les barrages et les centrales nucléaires n'émettant que peu de CO₂.

Du coup de savants calculs sont nécessaires pour estimer le « poids » en CO₂ de l'électricité en Suisse, on en voit un exemple au chapitre 2.2.

Et aussi dès qu'on parle électricité on rencontre un fantôme, tapi dans un coin, qui nous attend au tournant : le nucléaire. Qui ne produit pas de CO₂ dans sa production d'électricité mais qui en produit des quantités considérables pour l'enrichissement du combustible, les centrifugeuses américaines fonctionnant au charbon...

Rien n'est simple !

3 études jusqu'ici ont aidé SIG à baliser le chemin des économies d'électricité :

1. L'étude de Mme Le Strat, faite pour eco21 de SIG, qui montrait les potentiels d'économies bon marché chez les gros consommateurs (>1GWh/an).

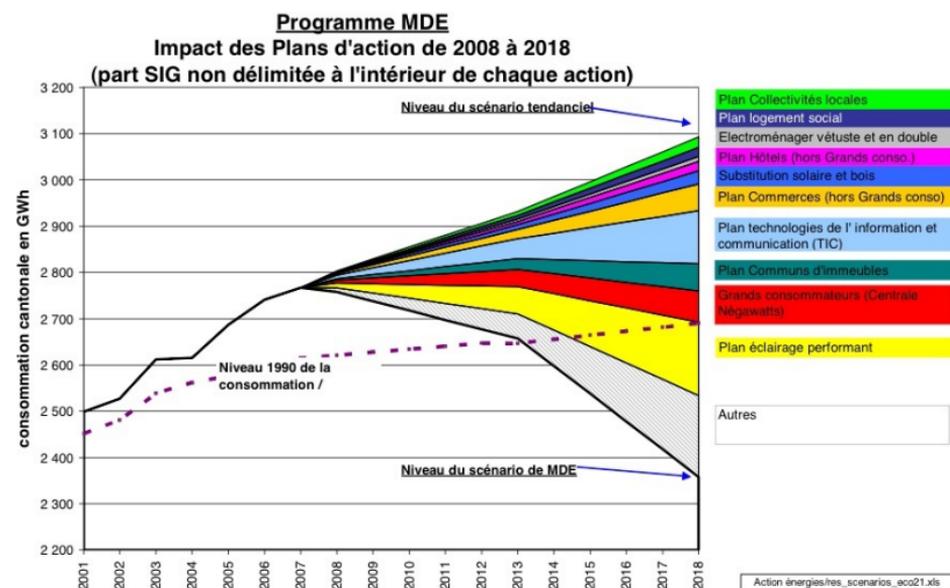


Fig. 9 : Les objectifs du programme MDE des SIG (P. Le Strat : « Mission d'accompagnement du programme ECO21 », SIG, avril 2008).

La fig. 9 montre la consommation d'électricité entre 1990 et 2007 et tendance exigée jusqu'en 2018. Nous avons inscrit également l'objectif du projet MDE. Il est évident que ce programme est insuffisant pour atteindre le but. Les mesures doivent donc être complétées :

- Économie sur l'énergie grise. (Bien que l'énergie grise ne soit pas comptabilisée en Suisse il faut tout de même l'économiser par solidarité avec les Chinois).
- Gestion de la lumière naturelle dans les nouveaux bâtiments et lors de rénovations.
- Électroménager efficace, utilisation généralisée des éclairages LEDs.
- Gestion des ascenseurs et escaliers roulants.

- Climatisations et gestion du froid dans les commerces.
- Renoncer à certains procédés industriels.
- Introduire une gestion intelligente des réseaux électriques (smart grid).
- Mise sur pieds d'un Lenkungsabgabe et d'un Förderabgabe (Stromsparfonds) comme à Bâle. Deux taxes qui encouragent les économies d'électricité.

2. L'étude de Mme Coormans qui explique pourquoi ces études n'ont jamais été suivies d'effets : La raison principale est psychologique, l'électricité n'est pas assez chère pour motiver des dépenses et des travaux importants. Les chefs d'entreprise s'occupent en priorité de leur « core business », les frais d'électricité représentent moins de 2% de leur chiffre d'affaires.

3. L'étude de Noé21, faite à la demande de eco21, qui explique mieux comment les Californiens ont fait pour limiter la consommation d'électricité, de manière à consommer moitié moins que le reste des USA, par une technique appelée « decoupling ». Cette technique fera l'objet d'un séminaire, organisé conjointement par Noé21 et Alpiq, le 4 novembre 2009, où nous inviterons des experts de Californie. Lors de ce séminaire nous étudierons les points suivants :

Comment marche le « decoupling » ? En gros chaque « utility » (une « utility est une entreprise qui fabrique ou qui vend de l'électricité) reçoit un quota de production à ne pas dépasser. Si elle le dépasse, les revenus supplémentaires sont « confisqués » par une commission, la CPUC, qui utilise l'argent pour financer des mesures d'efficacité énergétique (DSM, Demand Side Management). Le decoupling est une méthode économique pour que les utilities gardent leurs revenus même si elles vendent moins.

Pourquoi maîtriser la demande ?

Maîtriser la consommation d'électricité c'est contenir nos émissions de CO₂. En effet, si nous augmentons notre consommation au-delà de la fourniture domestique, (ce qui est déjà le cas plusieurs heures pas jour à certains saisons) nous sommes alors contraints d'importer du courant européen, beaucoup plus lourd en CO₂ (centrales à charbon).

Comment gérer les pics ? Des programmes de gestion des pics de consommation sont capables de lisser la demande sur 24 h et 365 jours.

Le poids en carbone de l'électricité étant estimé au chapitre 2.2, il importe de constater que ce poids est assez lourd, environ un quart de nos émissions, il nous faut donc le réduire comme nos autres émissions, selon les courbes ci-dessous :

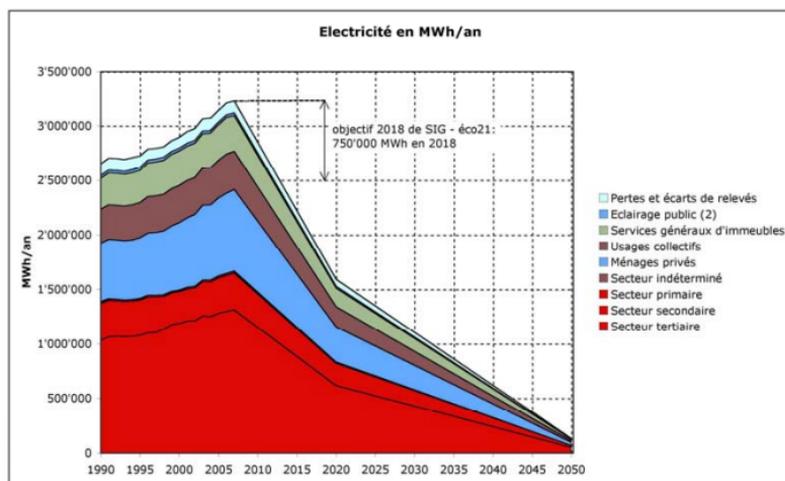


Fig. 10 : Consommation d'électricité entre 1990 et 2007 et tendance à suivre impérativement jusqu'à 2050 (source OCSTAT).

C'est dans cette logique là aussi que les experts de Noé21 se sont penchés sur le problème de la centrale à gaz du Lignon : si elle peut contribuer pendant quelques années à améliorer le poids en CO₂ du mix européen (qui est actuellement de 365g/kWh, alors que le projet en lice arrive à 168g) son impact psychologique serait désastreux, c'est pourquoi nous pensons majoritairement qu'il faut refuser ce projet, ou du moins le faire attendre.

4.3.2 Les énergies renouvelables pour diminuer les émissions de CO₂

L'effort que nous allons devoir faire pour diminuer nos émissions de CO₂ est énorme. Toutefois, grâce aux énergies renouvelables, l'effort à fournir pour réduire notre consommation énergétique ne sera pas aussi important, puisque celles-ci se substitueront aux énergies fossiles - notamment pour produire de l'électricité - et n'émettent pas de CO₂. Nous avons essayé d'évaluer la part des renouvelables dans la Genève de demain.

Pour évaluer le potentiel de production d'énergie renouvelable du canton, d'ici à 2050, nous nous sommes basés sur un travail fait par la conception cantonale de l'énergie 2009²⁶.

Néanmoins, un point intéressant de cette évaluation, qui ressort dans la figure ci-dessous, est que le potentiel des énergies renouvelables est nettement moindre que la nécessité de l'efficacité énergétique et des changements de comportement. En clair, cela signifie que nous ne pourrions pas continuer à vivre le « rêve américain » et que nous allons devoir changer notre mode de vie.

Dans la figure 11 ci-dessous, nous avons représenté la part des renouvelables, de l'efficacité et du comportement, dans une économie décarbonisée à 95%. Une partie de l'effort est obtenu par l'utilisation d'énergies renouvelables.

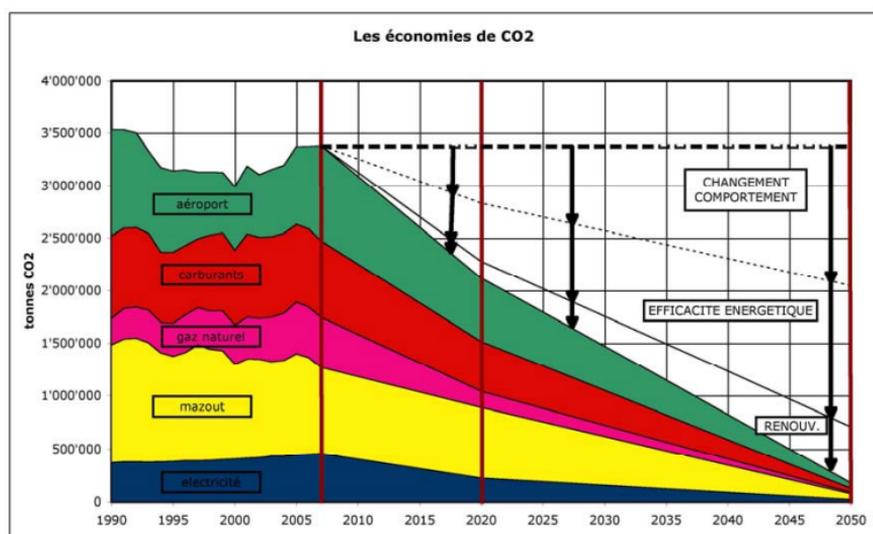


Fig. 11 : Émissions en tonnes de CO₂ dans le canton de Genève de 1990 à 2007 et sa tendance pour 2020 et 2050 pour respecter les directives du GIEC.

Les domaines opaques représentent les émissions de CO₂ selon la nature de l'énergie primaire. Les émissions causées par l'aviation sont montrées séparément.

Les émissions réelles entre 1990 et 2007, calculées selon les statistiques de consommation d'énergie de l'OCSTAT sont représentées en utilisant les facteurs d'émission. Pour les années 2020 et 2050 ce sont les émissions selon les propositions du GIEC, réparties proportionnellement sur les différents

²⁶ Voir au chapitre 7.3 le détail de cette évaluation.

types d'énergie primaire. Les émissions des combustibles solides sont trop faibles pour être représentées.

Les domaines transparents montrent les économies nécessaires pour atteindre les objectifs, en partant des émissions 2007. Elles sont regroupées selon les trois thèmes :

- 1) Le changement des habitudes et comportements, celui dont l'acceptation est la plus difficile.
- 2) L'augmentation de l'efficacité énergétique. Surtout facile dans les bâtiments, même si les rénovations coûtent cher.
- 3) La substitution par de nouvelles énergies renouvelables. Aucun impact sur la vie quotidienne, mais potentiel limité.

4.3.3 Nouvelles énergies renouvelables

SIG a de grands projets d'énergie renouvelable :

- 130GWh/an suite à l'agrandissement du barrage de Chancy-Pougny, situé en France mais propriété des Suisses (Conflans).
- 140GWh/an éolien dans le Jura.
- Plus de 200GWh (une partie en chaleur et une partie en électricité) en 2030 grâce à la géothermie de moyenne profondeur.

On peut également mentionner le développement des filières bois-énergie et biogaz pour le chauffage des bâtiments. Le potentiel de ces deux mesures est évalué au chapitre 4.1.3, énergies renouvelables pour le chauffage des bâtiments.

Tous les chiffres ci-dessous sont à mettre en rapport avec les 3000GWh de notre consommation cantonale d'électricité annuelle.

Tous ces projets ne viennent pas réduire directement nos émissions en CO₂, mais ils permettent de se substituer à des énergies fossiles, comme le montre le chapitre 4.3.1 ci-dessous.

4.4 Secteur 4 : agriculture

Les émissions de CO₂ dues à l'agriculture représentent 20% au niveau mondial, mais seulement 1% à Genève, canton-ville.

L'agriculture contribue en Suisse pour 11% des émissions de GES, soit environ 5,84Mt de CO₂eq. L'agriculture est responsable de 80% (soit 134kt) des émissions de méthane (CH₄) et de 76% (soit 8kt) des émissions de protoxyde d'azote (N₂O)²⁷. Le potentiel de réchauffement global du méthane est 21 fois supérieur à celui du CO₂ et celui du protoxyde d'azote 310 fois plus élevé.

La campagne de la région genevoise représente la moitié du territoire et participe à hauteur de 1% de l'agriculture suisse, soit 11 000ha de surfaces agricoles utiles (SAU) dont 8 000ha de surfaces d'assolement (SDA) pour près de 400 exploitations²⁸.

En Suisse, les émissions de GES liées à l'agriculture ont sensiblement diminué depuis 1990, ceci est notamment dû à la diminution du cheptel bovin et à une optimisation de son alimentation (fig. 12). Cependant, la tendance s'inverse depuis 2004²⁹. Il s'avère que l'utilisation moyenne d'une voiture émet autant de CO₂ par an que la consommation de viande (pesticides, transport, fourrages importés, viandes importées, méthane digestion). La viande de bœuf est la plus fortement émettrice³⁰.

²⁷ <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/07/03/blank/ind24.indicator.240504.2405.html>

²⁸ <http://etat.geneve.ch/dt/agriculture/accueil.html>

²⁹ Agriculture suisse, Statistique de poche, 2009

³⁰ http://www.climatmundi.fr/lng_FR_srub_35-diminuer-ses-emissions-de-co2.html

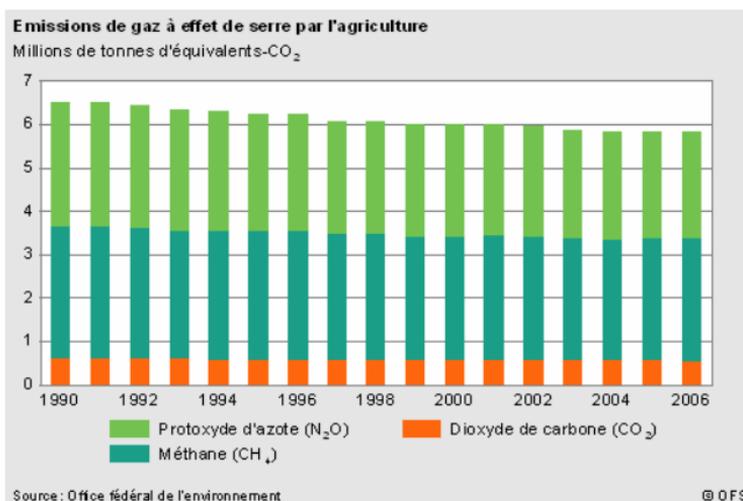


Fig. 12 : Part des émissions de GES (OFEV).

Pour diminuer le cheptel animal il faut que les consommateurs diminuent leur consommation de viande. Si l'on suppose un recul de 10 % du nombre de bovins, entre 2000 et 2010, les émissions de méthane reculent de 0,2 million de tonnes de CO_2eq par rapport au scénario de référence³¹. 50% de la viande consommée en Suisse l'est au restaurant. Afin d'y encourager une réduction de la consommation de viande, tous les lieux de restauration collective (restaurants, cafétérias, cantines, stands lors de fêtes publiques, etc.) doivent donc intégrer à leur carte un choix intéressant de repas sans viande complets et équilibrés.

La part des émissions de GES provenant de l'agriculture reste relativement faible au niveau cantonal par rapport au niveau national. La loi sur la promotion de l'agriculture genevoise, entrée en vigueur en 2005, encourage l'agriculture durable, notamment en ce qui concerne la consommation des produits locaux tout en préservant au mieux l'environnement. Il faut cependant aller plus loin: diminuer la pratique du labour pour les cultures qui le permettent, fortement favoriser l'agriculture biologique, optimiser l'utilisation des engrais, notamment en privilégiant les engrais organiques par rapport aux engrais chimiques.

Il est primordial de préserver nos sols par des pratiques agricoles les protégeant de l'érosion et/ou de la compaction tout en augmentant la quantité et la qualité de la matière organique, si nous voulons continuer à produire des cultures ayant des rendements suffisants pour nourrir la population dans les années à venir, tout en diminuant les émissions de GES liés à l'agriculture.

4.5 Secteur 5 : aéroport et vols

Les émissions dues au trafic aérien représentent 3% des émissions de CO_2 sur le plan mondial et sont en forte augmentation. Ces émissions inquiètent les scientifiques et les politiques du fait qu'émis en altitude le CO_2 a un effet plus important. Notons également qu'à ce jour, seule 7% de la population mondiale a effectué un voyage en avion dans sa vie et seulement 1% effectue un vol par an ou plus. Compte tenu de cette très forte disparité et de la croissance économique des pays du Sud, il est absolument capital de réduire fortement les émissions dues au trafic aérien dans les pays industrialisés. C'est notamment pourquoi l'Union européenne, par exemple, intégrera le trafic aérien dans son système d'échange de quotas d'émission dès 2012.

³¹ OFEV, Émissions de gaz à effet de serre au sens du Protocole de Kyoto, Perspectives d'émissions pour 2010, 2005

A Genève, le kérosène fourni aux avions à l'aéroport de Genève génère des émissions de près d'un million de tonnes de CO₂ par an, soit plus d'un quart des émissions du canton de Genève. De plus, ces émissions dues au trafic aérien, déjà importantes, sont en très forte augmentation : entre 2000 et 2007, elles ont augmenté de 50% à Genève du fait de l'important développement de vols à bas coûts.

Différentes actions peuvent être mises en œuvre pour réduire les émissions du trafic aérien, une liste de pistes d'actions est fournie ci-dessous. Toutefois, il est nécessaire de souligner que la réduction d'émission souhaitée est d'une envergure telle (-40% d'ici 2020 et -95% d'ici 2050) qu'une réduction substantielle du trafic aérien lui-même sera inévitable.

L'Etat de Genève n'a pas la compétence pour mettre en œuvre des politiques visant la réduction des émissions dues directement au trafic aérien puisque le domaine de l'aviation civile est de compétence fédérale et est réglé par la politique aéronautique de la Suisse³². Toutefois, en tant que canton aéroportuaire, le canton de Genève a la responsabilité de se pencher sur la question, de lancer des initiatives et de faire pression sur le niveau fédéral, afin que l'aviation civile, comme tous les autres secteurs de l'économie, adapte ses émissions aux limites physiques énoncées par le GIEC. Une priorité devrait être accordée pour modifier la politique aéronautique suisse actuelle qui donne le mandat aux aéroports nationaux de répondre à la demande en terme de trafic aérien. A l'avenir, une gestion de la demande sera indispensable pour répondre au défi climatique et, de ce fait, les projets actuels d'extension de l'aéroport de Genève deviendront caducs. Une concertation avec les autres cantons aéroportuaires (Zürich, Bâle, Tessin) pourrait être envisagée.

Il faut relever que, dans son domaine de compétence, l'aéroport de Genève se montre exemplaire dans la réduction des émissions de CO₂, notamment grâce à la réduction de la consommation d'énergie fossile et à son plan de mobilité.

Pistes d'actions pour réduire les émissions dues au trafic aérien à Genève:

- Inciter les compagnies à améliorer les taux de remplissage des avions, à baisser la vitesse de croisière des avions, à emprunter des routes plus courtes et à utiliser des avions efficaces. Une possibilité pourrait être de moduler la taxe passager selon un principe de bonus-malus lié au taux de remplissage et aux émissions de CO₂ de l'avion. Ou en ajoutant une taxe supplémentaire sur le climat. Le niveau de telles taxes devrait être suffisamment élevé pour constituer un signal-prix efficace et être incitatif. Le niveau de ces taxes devrait également être progressif dans le temps, annoncée avec suffisamment d'avance pour que les acteurs économiques puissent se préparer avec certitude aux conditions cadres opérant à l'avenir. Rappelons à ce propos que le kérosène est aujourd'hui exempt de taxe, contrairement aux autres agents énergétiques et qu'il s'agit donc d'une forme de subvention cachée au secteur aérien et d'un avantage comparatif face au rail.
- Développer des moyens de téléconférences crédibles : développer quelques lieux de téléconférence hi-tech répartis géographiquement à Genève et à disposition des acteurs économiques permettant de reproduire de manière optimale les réunions physiques.
- Introduire le secteur aérien dans le futur système d'échange de quota de CO₂ suisse (qui sera en discussion au Parlement fédéral dès l'automne 2009).
- Limiter les vols pour des destinations proches, par exemple en augmentant la taxe passager pour les vols de moins de 700km. Eventuellement la moduler en fonction de la présence ou non d'alternatives ferroviaires crédibles.
- Favoriser l'ajout de biocarburant de 3^{ème} génération (fabriqué à partir d'algues) dans le carburant des avions, pour autant que les recherches actuellement en cours aboutissent à des carburants respectueux de l'environnement et avec un bilan CO₂ complet amélioré sérieusement.
- Envisager des investissements futurs pour que l'aéroport soit compatible avec les plus légers que l'air (dirigeables). Effectuer une étude pour déterminer la faisabilité d'une telle alternative (notamment pour le fret) ainsi que les adaptations qui seraient nécessaires pour que Genève développe un tel terminal.

³² <http://www.admin.ch/ch/f/ff/2005/1655.pdf>

- Encadrer la publicité pour les compagnies aériennes, notamment en rendant obligatoire la publication des émissions générées par les trajets aériens, voire en interdisant la publicité.
- Promouvoir le tourisme local.
- Plafonner le nombre des atterrissages/décollages annuels, et éventuellement développer une bourse d'échange pour des droits aux décollages/atterrissages.

2020	2050
<p>Efficacité</p> <p>Baisse des émissions de 15% grâce à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Taux de remplissage. - Baisse de la vitesse de croisière. - Renouvellement de la flotte. - Routes plus courtes. 	<p>Efficacité</p> <p>Baisse des émissions de 30% grâce à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Taux de remplissage. - Baisse de la vitesse de croisière. - Renouvellement de la flotte. - Routes plus courtes. - Fret alternatif via dirigeables : -20%.
<p>Comportement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baisse de 10% du nombre de vols grâce à la promotion de la vidéoconférence. - Baisse de 10% via l'augmentation de la taxe d'atterrissage ou l'introduction de nouvelles taxes introduisant un signal prix. - Interdiction de la publicité pour les vols en avion. 	<p>Comportement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baisse de 20% grâce à la promotion de la vidéoconférence. - Plafonnement du nombre de mouvements (avec éventuellement une bourse aux droits de décoller/atterrir) : -20%. - Promouvoir tourisme local : -15%.
<p>Renouvelables</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réduction de 2% grâce aux biocarburants de 3^{ème} génération. 	<p>Renouvelables</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avions à hydrogène produit avec du CSP. - Biofuels de X^{ème} génération.

4.6 Énergie grise

Cette énergie ne figure que rarement dans les statistiques. En règle générale elle est comptabilisée dans le pays de production du produit concerné. Il faut donc veiller à ce que l'on ne la compte pas deux fois dans des statistiques internationales. Sa part dans l'économie est pourtant importante. Exemples: matière plastique au lieu d'aluminium, économie de papier, recyclage des emballages comme verre, PET, aluminium, construction en bois au lieu de béton, autres matériaux de construction à énergie grise réduite.

La meilleure illustration de ce problème d'énergie grise peut se voir au niveau des statistiques : en effet les statistiques de la Confédération pour Kyoto parlent de 7 tonnes de CO₂ par habitant en Suisse, et par an. Alors que dans les statistiques de l'OCDE, qui tiennent compte de l'énergie grise notamment pour les voitures importées d'Allemagne, et les appareils électroniques de Taiwan, on parle de 11 tonnes/hab. pour la Suisse !

Il est souvent difficile pour les non - connaisseurs de s'y retrouver dans tous ces chiffres différents.

5 MOYENS DE FINANCEMENT, PISTES

La question du financement des mesures nécessaires pour atteindre les objectifs est intimement liée à celle de la fiscalité (on assiste d'ailleurs à un retour en Europe de la notion de réforme fiscale écologique) et de la mise en place d'instruments incitatifs de taxe/exonération. Le rôle de l'Etat est donc primordial et ses décisions futures devront dépasser des clivages politiques d'un autre âge. Sans mesures contraignantes, telles que prévues, par exemple, dans le projet de loi neuchâteloise de l'énergie, qui impose l'assainissement des bâtiments les plus gourmands en énergie, nous ne parviendrons jamais à atteindre les objectifs ambitieux et nécessaires de 40% de réduction des émissions carbone d'ici à 2020.

Si la formule « Green New Deal », lancée aux Etats-Unis et reprise par le ministre genevois des finances a un sens, c'est celui d'une thérapie de choc qui soit efficace pour transformer profondément la société. Il s'agit de redéployer les flux financiers pour investir dans les procédés d'efficacité énergétiques susceptibles de nous affranchir de la dépendance envers les énergies fossiles. Le bien commun en dépend, de même que les intérêts de l'économie réelle à long terme (forte augmentation des emplois « verts », meilleure compétitivité par une utilisation optimale des ressources, cadre de vie attrayant, création d'un centre de compétence genevois), qui ont tendance à être subordonnés à des intérêts particuliers en fonction des mythes de l'ultralibéralisme.

Parmi les leviers financiers directement à disposition de l'Etat, les **impôts** et les **taxes** sont les plus puissants. Les plus délicats à mettre en œuvre aussi, objets de tous les blocages politiques et idéologiques. Il nous semble que des allègements fiscaux décidés en 2009 et destinés à stimuler une consommation dont les outrances sont l'une des causes profondes de l'impasse écologique actuelle vont à l'encontre des objectifs de réduction de nos émissions de carbone, alors qu'une politique fiscale responsable devrait au contraire permettre de financer massivement des investissements écologiques. **Des crédits d'impôts devraient n'être consentis que pour encourager des actions ayant un impact concret et mesurable sur la consommation énergétique.** Il s'agirait plutôt d'augmenter les impôts, à l'exception des bas revenus, si nous voulons nous donner les moyens d'élaborer un dispositif qui permette à l'échelle genevoise de respecter les niveaux d'émission de CO₂ préconisés par le GIEC, objectif sur lequel tout le monde est d'accord, sans que personne ne veuille prendre le risque politique de la cohérence. Il est clair que la question fiscale nécessite un approfondissement qui sera l'objet de l'étude complète que Noé21 réalisera dans un deuxième temps. La charge supplémentaire pour la population doit être compensée par des allègements dans d'autres domaines, la neutralité de l'effet financier global est l'un des principes de base de la notion de fiscalité écologique.

Le recours à l'**emprunt** est aussi du ressort de l'Etat. Il s'agit aussi d'une question très sensible, d'autant plus que le niveau d'endettement de Genève, malheureusement causé par des investissements très peu productifs et pas du tout écologiques, est élevé. Cette option devrait donc n'être envisagée qu'avec la plus grande prudence et en cas d'urgence extrême. Le rôle de l'Etat devrait plutôt être celui d'un garant, de manière à faciliter l'accès au crédit de sociétés de service énergétique, par exemple, ou de propriétaires d'immeubles à rénover qui manqueraient de fonds propres pour mener à bien les améliorations énergétiques de leur bien.

Dans cet ordre d'idée, une approche mise en place avec succès en France est celle des éco-prêts à taux zéro. Les crédits d'impôt « développement durable » et les éco-prêts à taux zéro, qui peuvent être cumulés sous certaines conditions, sont des mesures qui visent essentiellement les travaux de rénovation des bâtiments. Leur potentiel est important, dans la mesure où les bâtiments sont l'une des principales sources d'émission de CO₂. Les modalités d'un partenariat avec la Banque Cantonale de Genève, dont le Canton et les communes détiennent la majorité des droits de vote et qui a, selon ses statuts, pour but principal de contribuer au développement économique du canton et de la région, devraient être explorées.

Parmi les mécanismes novateurs, l'un des plus intrigants, qui a fait l'objet de beaucoup d'intérêt en Allemagne, mais aussi dans d'autres pays européens, est celui des **ESCOs**. Le « modèle berlinois » a prouvé son efficacité à Berlin en particulier, où jusqu'à présent les ESCOs ont investi plus de 43 millions d'Euros dans des mesures d'efficacité énergétique dans 1400 bâtiments pour une diminution de la facture énergétique de plus de 10 millions d'Euros (26%). Ce principe de garantie d'économie contractuelle, avec un « pooling » des bâtiments pour permettre des économies d'échelle au contracteur, a été répliqué dans de nombreux pays.

Reste à savoir comment mettre en place un tel système, qui nécessite une forte volonté politique, une bonne communication, des procédures transparentes et un cadre légal adéquat. L'une des voies choisies est celle de la Haute Autriche qui s'est efforcé de constituer de toute pièce un marché pour le financement par des tiers. Il s'est agi d'aider financièrement et en fournissant une expertise et un appui logistique aux entreprises de services énergétiques qui désiraient se développer.

Il est clair que les expériences menées jusqu'à présent sont de taille modeste et se sont concentrées sur des mesures permettant un retour sur investissement relativement rapide. Il s'agit des « low hanging fruits », qui ne coûtent pas très chers mais risquent de rendre plus difficiles les réhabilitations lourdes (isolation thermique complète) qui seules peuvent mettre les bâtiments aux normes Minergie ou Minergie P. Tous les travaux devraient idéalement être financés d'un seul coup. Le système des ESCOs, appuyé par d'autres mesures d'aide (eco-prêts à taux zéro, par exemple, est-il capable de rentabiliser dans un délai raisonnable les lourds investissements qui sont nécessaires ? Nous continuons à explorer ce sujet.

De manière plus générale, nous nous intéressons à d'autres pistes, originales et futuristes, pour favoriser les changements d'habitudes et relever le défi d'une société à faible consommation d'énergie. Ces mécanismes devraient idéalement être développés au niveau national ou supranational en raison de la complexité de leur mise en œuvre mais mériteraient d'être envisagées et discutées à Genève si nous voulons nous situer à l'avant-garde.

L'une d'elle est le « DTQ », système de « carte carbone » très sérieusement envisagée en Grande-Bretagne depuis bientôt 15 ans. Il s'agit, de même que pour les certificats d'économie d'énergie « certificats blancs » ou les taxes carbones, de s'attaquer aux émissions de carbone qui ne sont pas couvertes par le mécanisme de Kyoto, réservé aux gros pollueurs industriels. Destinée à rationner la consommation d'énergie des personnes et des petites entreprises, elle pose une limite indépassable d'émissions de CO₂ qui s'inscrit dans le cadre d'une politique climatique, mais aussi pour anticiper l'après-pétrole en recourant à des formes de rationnement comme moyen de mieux distribuer une énergie qui deviendrait plus rare et plus chère.

6 REMERCIEMENTS

- Gabriel Barillier, FMB
- Andreas Fabjan, secrétaire général de la société des régisseurs genevois (USPI Genève)
- Stéphane Fuchs, et François Hiltbrand, architectes
- Carol-Ann Kast, avocate du rassemblement pour une politique sociale du logement
- Emile Spirer, expert au ScanE en matière d'indices énergétiques
- Bernard Giovanini, prof de physique
- Marc Mounier, membre de la direction de l'AIG, chargé de la division Environnement et affaires juridiques
- Nicolas Gaspoz, membre de la direction, chargé de la division technique
- Philippe Quaglia, responsable de projets au service environnement
- Robert Preisig, adjoint équipements de la division technique
- Emilie Flamand, ATE

7 RÉFÉRENCES

7.1 Référence du chapitre 2.2 poids en CO₂ de l'électricité

Nous avons retenu la moyenne entre les 2 valeurs (presque identiques) proposées par l'OFEN et la SIA respectivement, soit 158g équivalents de CO₂/kWh.

- Recommandation OFEN

R. Frischknecht, et M. Tuchschnid, Primärenergiefaktoren von Energiesystemen. ESU-services, version 1.4 décembre 2008, p.3.

<http://www.esu-services.ch/cms/fileadmin/download/frischknecht-2008-Energiesysteme.pdf>

Mix d'électricité consommé en Suisse, 0.043kg équivalents de CO₂/MJ (154g_{eq}/kWh)

- Recommandation de la SIA

Projet SIA Merkblatt 2031 : Energieausweis für Gebäude gemäss EN 15217 und EN 15603 (état 10.8.08) p. 37,

Mix d'électricité consommé en Suisse : 0.045 équivalents de CO₂/MJ (162g_{eq}CO₂/kWh)

7.2 Références du chapitre 3, 11 études existantes

7.2.1 Perspective énergétique pour la Suisse en 2050 des organisations écologiques

L'étude veut montrer si la société 2000W peut être réalisée en l'an 2050, si on utilise la meilleure technologie actuellement disponible. La réponse est NON, de loin pas! Sans changements de comportement c'est impossible.

A. Sturm et al., « Energieperspektive 2050 der Umweltorganisationen », Ellipson SA, Bâle (2006) (en allemand).

http://www.greenpeace.ch/uploads/tx_ttproducts/datasheet/perspE_bericht_20060302_01.pdf

7.2.2 Etude complémentaire au premier rapport

Etude également sur mandat des organisations écologiques.

L'étude recherche quelles mesures supplémentaires seraient nécessaires pour arriver à la société 2000W en 2050. 5 domaines sont touchés:

- Il faut une technologie plus efficace pour le domaine de l'habitation (en dehors du chauffage).
- Il faut adopter partout la norme Minergie P
- Il faut des moyens de transport plus efficaces
- Il faut réduire la mobilité
- Il faut davantage d'énergies renouvelables

A. Sturm, N.Egli, « Prognoseskizze Energie 2050 - Zusatzuntersuchung zur Studie «Energieperspektiven 2050 der Umweltorganisationen» » Ellipson SA, Bâle (2006) (en allemand).

http://www.greenpeace.ch/fileadmin/user_upload/Downloads/de/Energie/2006_Bro_Energiepers_Zusatzbericht.pdf

7.2.3 Itinéraire vers la société à 2000 watts

Vulgarisation des 2 études citées ci-dessus. La base de leur plan c'est la société à 2000W, soit exclusivement des mesures techniques. Les résultats du rapport GIEC 2007 ne sont pas encore retenus. Pas de propositions concernant le changement du mode de comportement.

Organisations écologistes : « Itinéraire vers la société à 2000 watts » (2006) (en français). <http://www.noe21.org/plan%20climat%20cantonal/Perspective%20Energie%20fr%20bref.pdf>

7.2.4 Masterplan des organisations écologistes

Le Masterplan est le texte de base, approuvé par 51 organisations écologiques, qui montre la politique proposée par les organisations écologiques pour affronter le changement climatique et la pénurie d'énergie.

Excellent texte, très complet, parle aussi des emplois créés et de la compensation du trafic aérien par les forêts. Contient deux graphiques passionnants CO₂ et eq CO₂ par habitant en Suisse (p. 5). Présente la taxe - fédérale ! - comme le premier instrument le plus utilisé et privilégié (p. 12). Comment dans ces conditions faire un plan climat cantonal ? Présente des détails de l'effet de la taxe, les mesures sur les bâtiments et la circulation (p. 15). Intéressant !

Organisations écologistes, P. Hofstetter et al. : « Programme pour la protection du climat : vers une Suisse respectueuse du climat » (2006) (en français).

<http://www.noe21.org/plan%20climat%20cantonal/MasterplanOrgEcolFrancais.pdf>

7.2.5 Étude de l'académie suisse des sciences techniques

L'étude SATW se base surtout sur des pompes à chaleur parce qu'ils veulent encourager le nucléaire. Ils ne proposent pas de changement du mode de vie, mais seulement des mesures techniques comme les pompes à chaleur ou la géothermie de grande profondeur. Cette étude recoupe celle de la société à 2000W.

Dans sa stratégie pour un approvisionnement énergétique durable, formulée en 2002, le Conseil fédéral recommande d'axer la politique énergétique et climatique de la Suisse sur l'objectif d'une société à 2000 watts et d'émissions par habitant de 1 tonne de CO₂ par an. Étant donné qu'à l'heure actuelle en Suisse, par an et par habitant une puissance de 5200 watts est produite à base d'énergie primaire et plus de 6 tonnes de CO₂ sont émises, il est clair que les objectifs visés ne peuvent être atteints que grâce à une modification profonde de l'approvisionnement, de la transformation et de l'utilisation énergétiques actuels. Des efforts sont requis dans trois domaines: premièrement, l'énergie primaire employée doit être utilisée de manière plus efficace jusqu'à la mise à disposition de prestations énergétiques; deuxièmement, l'approvisionnement énergétique doit s'appuyer de manière accrue sur des sources d'énergie à faibles émissions de CO₂; troisièmement, des changements de comportement sont requis de la part des utilisateurs. Le scénario 2000W propose quand même 500W fossiles en 2050, ce qui correspond aux 500kg de CO₂/hab. du scénario GIEC SR3 mais pas au SR4.

M. Berg, M. Real : « Energies renouvelables Suisse : Une analyse visant la valorisation des potentiels d'ici 2050 » Cahier SATW (Académie suisse des sciences techniques) n° 39, Zurich, décembre 2006.

http://www.satw.ch/publikationen/schriften/39_roadmap_f.pdf

7.2.6 Novatlantis : la société à 2000W

Explication du concept de la société à 2000W. Ne touche pas non plus au comportement de la population.

Novatlantis: "The 2000-Watt Society". <http://www.novatlantisch.ch/index.php?id=5&L=1>

7.2.7 Présentation des scénarios I à IV par l'OFEN

Par des diapos commentées, sont présentés les scénarios pour 2035, retenus par l'OFEN. En page 7-8 on voit que les scénarios III et IV requièrent une taxe incitative pour obtenir les réductions proposées. Ces scénarios non plus ne proposent aucun changement du mode de vie. Les scénarios proposent presque tous au moins une grosse centrale nucléaire pour l'électricité, et des centrales à gaz. Le seul qui nous semble répondre aux exigences du développement durable est le scénario IV.

M. Renggli : « Informations sur les scénarios I à IV », OFEN 2006.

http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr_812567022.pdf&endung=Perspectives%20%E9nerg%E9tiques%202035%20/%202050-%204e%20atelier

7.2.8 Plan directeur cantonal de l'énergie 2005-2009

C'est le plan du CE pour concrétiser la Conception générale de l'énergie 2005-2009, approuvé par le GC. Ce dernier document figure dans le chapitre 1 de ce texte.

Service cantonal de l'énergie : « Plan directeur cantonal de l'énergie 2005-2009 ».

http://etat.geneve.ch/dt/SilverpeasWebFileServer/Plan_directeur_cantonal_de_l_%C3%A9nergie.pdf?ComponentId=kmetia69&SourceFile=1205242780563.pdf&MimeType=application/pdf&Directory=Attachment/Images/

7.2.9 Rapport de la commission de l'énergie au sujet de la conception générale de l'énergie 2005 - 2009

C'est le Rapport du Conseil d'Etat au Grand Conseil sur la conception générale de l'énergie 2001-2005 et projet de conception générale de l'énergie pour la législature 2005-2009 et la Proposition de résolution du Conseil d'Etat approuvant la conception générale de l'énergie. Statistiques intéressantes pp 22-32 pour les émissions de Genève.

Rapport de la Commission de l'énergie et des Services industriels de Genève chargée d'étudier : a) RD 676-A Rapport du Conseil d'Etat au Grand Conseil sur la conception générale de l'énergie 2001-2005 et projet de conception générale de l'énergie pour la législature 2005-2009 b) R 524-A Proposition de résolution du Conseil d'Etat approuvant la conception générale de l'énergie.

<http://www.noe21.org/plan%20climat%20cantonal/RD00676A.pdf>

7.2.10 Plan de la Ville de Genève

Plan de la Ville de Genève pour équiper ses bâtiments à 100% renouvelable en 2050, Élaboration d'une stratégie visant à réduire les risques de dépendance structurelle envers les agents énergétiques fossiles pour les besoins en chauffage des bâtiments de la Ville de Genève.

Service de l'énergie de la ville de Genève : « 100% renouvelable en 2050 », septembre 2006.

http://www.ville-ge.ch/geneve/energie/documents/sortie_energies_fossiles.pdf

7.2.11 Projet d'étude pour les organisations écologiques

Offre d'un consortium pour une étude comment mieux investir les 30 milliards prévus par Swisselectric pour couvrir la pénurie de courant. Offre de 112'000 Frs.

R. Iten et al. : « 30 mia CHF für effizienten und erneuerbaren Stromverbrauch ». TNC-Consulting SA et Infras, Zürich (2008) (en allemand).

<http://www.noe21.org/plan%20climat%20cantonal/wwf-saul-ulrike-final.pdf>

7.3 Références du chapitre 4

Pour évaluer l'augmentation de la production d'énergie renouvelable entre 1990 et 2050, nous avons utilisé les données de la conception cantonale de l'énergie (tableau 4).

Ce concept prévoit dans cet intervalle de temps une augmentation de 700W à 1500W, soit de 800W par personne (voir tableau 3). Multiplié par le nombre d'heures par an (8760) et la population cantonale en 1990 (382500) on obtient 2680GWh/an d'énergie renouvelable supplémentaire. La nature de cette énergie renouvelable n'est pas spécifiée : nous assumerons qu'il s'agit pour partie du bois de chauffage qui remplacerait le gaz naturel, et pour une autre partie de renouvelables qui produisent de l'électricité, comme le solaire PV et la géothermie. On économisera alors l'équivalent de 2680GWh/an de gaz naturel. Multiplié par 198t CO₂/GWh, on économise environ 530'000t de CO₂/an (voir calcul précis au tableau 3).

Tableau 3 : Calcul des émissions de CO₂ économisées par l'emploi de nouvelles énergies renouvelables.

No	Texte	valeur	unité	formule
1)	habitants en 1990	382'543	hab.	
2)	énergie renouvelable en plus (1990 à 2050) par pers	800	W	
3)	heures par année	8'760	h/an	
4)	énergie renouvelable en plus Wh/an	2'680'861'344'000	Wh/an	= 1) * 2) * 3)
5)	énergie renouvelable en plus GWh/an	2'681	GWh/an	= 4) / 1.0E9
6)	tonnes CO ₂ par TJ	55	tCO ₂ /TJ	
7)	TJ par GWh	3.6	TJ/GWh	
8)	tonnes CO ₂ par GWh	198	tCO ₂ /GWh	= 6) * 7)
9)	<u>énergie renouvelable en plus en t CO₂</u>	<u>530'811</u>	<u>tCO₂/an</u>	= 5) * 8)

Tableau 4 : Objectifs de consommation d'énergie par personne selon la conception générale de l'énergie 2005-2009.

	Objectif			Perspectives			
	Etat 1990	Etat 2005	2010	Scénario modéré		Scénario ambitieux	
				2035	2050	2035	2050
Fossile	3300	3200	3000	2200	1800	1400	500
Renouvelable	700	900	1000	1300	1500	1300	1500
Nucléaire	600	0	0	0	0	0	0
Total	4600	4100	4000	3500	3300	2700	2000