

Communication aux Journées de l'AFSE (18 et 19 mai 2004) :

Les outils économiques au service d'un projet d'université citoyenne

Odile Blanchard

Maître de Conférences en économie

Université Pierre-Mendès-France, Grenoble

30 avril 2004

Résumé :

Le changement climatique est clairement un défi planétaire majeur du 21^{ème} siècle. Les actions pour lutter contre ce changement global sont à mener tant aux niveaux international, national que local. Le projet d'université citoyenne s'inscrit dans cette dernière perspective. Lancé au sein de l'Université Pierre-Mendès-France (UPMF) à Grenoble, avec l'accord de la Présidence, il vise à définir et mettre en place une stratégie de réduction des émissions de gaz à l'effet de serre de l'université. Le papier a pour objectif de montrer la diversité des outils économiques sollicités pour ce projet. Ce dernier s'appuie en effet sur la construction d'un bilan-gaz à effet de serre, des enquêtes sur les déplacements, divers calculs économiques de choix d'investissement, des analyses coûts-avantages et des analyses économiques développées par ailleurs. Les résultats attendus du projet sont en premier lieu des réductions d'émissions de gaz à effet de serre. Cependant il convient de compter également avec des co-bénéfices substantiels.

Abstract :

Climate change is a global challenge over the 21st century. Actions to fight against it must be taken internationally as well as nationally and locally. The climate-friendly university project reflects the latter framework. It was launched at the University Pierre Mendès France in Grenoble with the agreement of the dean of the university. It aims at defining and implementing a greenhouse gas emission reduction strategy at the university level. The paper shows the diversity of the economic tools used to carry out the project. The main tools include a greenhouse gas emission inventory, commuting surveys, economic appraisals of investment choices, cost-benefit analyses, and economic analyses carried out elsewhere. The expected results of the project are of course emission reductions. But substantial co-benefits will surely be reached simultaneously.

Communication aux Journées de l'AFSE (18 et 19 mai 2004) :

Les outils économiques au service d'un projet d'université citoyenne

Odile Blanchard

Maître de Conférences en économie

Université Pierre-Mendès-France, Grenoble

30 avril 2004

La température moyenne de la terre a augmenté de 0,6 ° C au cours du 20^{ème} siècle. Les scientifiques s'accordent pour attribuer cette augmentation pour une large part aux activités humaines génératrices d'émissions de gaz à effet de serre : combustion de combustibles fossiles dans l'industrie, le transport, le résidentiel-tertiaire ; déforestation ; utilisation d'engrais à base de nitrates dans l'agriculture, production de gaz de synthèse (CFC, HCFC, etc), ... Les gaz à effet de serre étant des polluants-stocks, ils ont un temps de résidence dans l'atmosphère plus ou moins long. Ainsi, l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre entraîne une augmentation de la concentration de ces gaz dans l'atmosphère, qui elle-même produit, à retardement, un réchauffement de la terre.

A l'horizon 2100, les concentrations de gaz à effet de serre sont appelées à atteindre des niveaux non connus depuis au moins 500 000 ans. Dans ces conditions, les projections actuelles font apparaître une fourchette d'augmentation possible de la température de 1,4° à 5,8 ° C en 2100 par rapport à 1990 (IPCC, 2001). La première conséquence sera l'élévation du niveau de la mer, et la disparition sous l'eau de certains territoires ou parties de territoire (îles du Pacifique, régions côtières du Bangladesh, des Pays-Bas,...). Sans que les scientifiques soient aujourd'hui en mesure d'annoncer précisément quelles conséquences climatiques dériveront de l'augmentation de la température de la terre, ils projettent en outre un bouleversement majeur du climat : précipitations accrues dans certaines régions, sécheresse accrue dans d'autres... L'impact sur les populations s'annonce considérable, en particulier pour les pays en développement : déplacements de population, augmentation de la mortalité, diminution des ressources agricoles,...

Le changement climatique est clairement un défi planétaire majeur du 21^{ème} siècle. Les actions pour lutter contre ce changement global sont à mener tant au niveau international qu'au niveau local. Au plan international, un premier pas est engagé depuis les années 1990 : les pays ont rédigé la Convention-Cadre sur les Changements Climatiques en 1992 (UNFCCC, 1992) puis le Protocole de Kyoto en 1997 (UNFCCC, 1997). Dans ce dernier, les pays industrialisés se sont engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2008-2012 globalement de 5,2 % par rapport à 1990. Les objectifs de réduction sont différenciés selon les pays. Ainsi, la France a pour objectif de stabiliser ses émissions par rapport à 1990.

Pour atteindre cet objectif, la France a défini en 2000 un Plan National de Lutte contre le Changement Climatique (PNLCC). Son application a été partielle et les résultats mitigés. La mise en place d'un plan d'action renforcé, le « Plan Climat 2003 », a été annoncée puis reportée à plusieurs reprises. Les actions proposées sont, semble-t-il, source de controverses. Pourtant des efforts considérables de réduction d'émissions sont nécessaires si la France veut parvenir à une stabilisation de ses émissions en 2008-2012 par rapport à 1990. Les secteurs transport et résidentiel-tertiaire en particulier ont vu leurs émissions augmenter rapidement au

cours des années 1990. La tendance dans ces deux secteurs s'annonce semblable sur la décennie en cours si aucune action d'envergure n'infléchit les projections actuelles.

Au-delà des mesures nationales, diverses initiatives sont mises en œuvre au niveau local. La ville de Châlon sur Saône a par exemple pris un engagement de réduire ses émissions de 5,2 % en trois ans (2003-2005). A Grenoble, l'Agence Locale de l'Energie (ALE) a établi un bilan des consommations d'énergie de l'agglomération puis engagé un travail avec différents partenaires et secteurs pour bâtir un plan d'action de maîtrise des émissions de gaz à effet de serre dans l'agglomération grenobloise.

Le projet d'université citoyenne s'inscrit également dans ce type de démarche. Lancé en septembre 2003 au sein de l'Université Pierre-Mendès-France (UPMF) à Grenoble, avec l'accord de la Présidence, le projet vise à définir et mettre en place une stratégie de réduction des émissions de gaz à l'effet de serre de l'université¹. A l'image de l'engagement des pays industrialisés dans le protocole de Kyoto, et de la France en particulier, l'objectif est que l'UPMF prenne un engagement de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre à un horizon à définir et mette en œuvre les actions nécessaires pour respecter cet engagement.

Plusieurs étapes sont nécessaires pour mener à bien ce projet, c'est-à-dire pour aider la Présidence à prendre la décision de réduire les émissions de l'université. La première consiste à établir un inventaire des émissions de gaz à effet de serre de l'université, appelé bilan-gaz à effet de serre. Ce bilan doit ensuite être analysé pour mettre à jour les tendances et les points critiques : c'est l'étape du diagnostic. Un troisième temps est consacré à l'identification des actions possibles et à leur chiffrage, tant en termes de réduction d'émissions que de coût économique. Divers outils économiques sont nécessaires à la réalisation de ces différentes étapes.

Le présent papier a pour objectif de montrer la diversité et l'utilité des outils économiques sollicités pour mettre en œuvre une stratégie de réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle d'une université. Les trois parties qui le composent correspondent aux trois étapes principales du projet : construction du bilan-gaz à effet de serre, résultats et diagnostic du bilan, identification et chiffrage des actions.

1. Proposition de méthodologie pour le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF

L'objectif du bilan-gaz à effet de serre est de constituer un inventaire des émissions de gaz à effet de serre de l'université à une date donnée, pour définir ensuite diverses actions à même de réduire ces émissions dans les années futures. Cette partie présente la méthodologie développée pour construire le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF².

La première section expose brièvement les diverses méthodes de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre à partir desquelles la méthodologie a été élaborée pour

¹ Le projet est porté par trois personnes : Sylvain Parodi, étudiant en maîtrise d'Ingénierie Economique à l'UPMF, dans le cadre d'un contrat d'apprentissage avec l'ALE de l'agglomération grenobloise ; Martine Echevin, directrice de l'ALE ; Odile Blanchard, auteur du présent papier, initiatrice du projet.

² Elle s'appuie sur le document : Blanchard (O.), Parodi (S.), 2004. *Bilan gaz à effet de serre : méthodologie et application au cas de l'UPMF*. Document prochainement disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.upmf-grenoble.fr/iepe/Equipe/blanchard/blanchardIntro.html> .

l'UPMF. La deuxième section précise les informations préalables qu'il convient de rassembler. La troisième expose les choix opérés pour définir les champs de l'étude. La quatrième, enfin, précise comment organiser le recueil des données nécessaires au bilan puis les traiter. Le cinquième constitue une brève synthèse.

1.1. Quelques méthodologies de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre

La méthode mise en oeuvre ici pour élaborer le bilan s'appuie principalement sur trois méthodes complémentaires développées respectivement par le World Resources Institute³ (Washington DC, Etats-Unis), Tufts University⁴ (Massachusetts, Etats-Unis) et le cabinet Manicore⁵ pour l'ADEME (France).

La méthode de WRI constitue une initiation synthétique et pédagogique à l'élaboration d'un bilan-gaz à effet de serre pour une activité de bureaux. Elle propose une typologie claire des sources d'émission, explicite les modes de calcul des émissions pas à pas. L'outil développé sous Excel est simple d'utilisation. Enfin, les recommandations de procédures pour mettre en oeuvre un bilan-gaz à effet de serre sont très utiles. Les limites sont de deux ordres : un seul gaz à effet de serre (le dioxyde de carbone ou CO₂) est pris en compte, ce qui risque de produire seulement une vue partielle des émissions de l'entité considérée ; les unités sont exprimées selon l'usage aux Etats-Unis (gallons, thermies, etc...), ce qui empêche leur utilisation immédiate en Europe.

La méthode utilisée à Tufts University rejoint globalement celle de WRI. Son intérêt principal vient du fait qu'elle concerne une université. Ainsi, même si les activités ne sont pas les mêmes que celles pratiquées à l'UPMF, certains points sont communs. Le retour d'expérience apporté par Tufts University est riche d'enseignements pour le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF.

Le Bilan Carbone™ de l'ADEME, qui est destiné en premier lieu aux entreprises, met l'accent avant tout sur la partie centrale d'un bilan-gaz à effet de serre : le calcul des émissions, à partir des « facteurs d'émission ». Il est en cela une source de référence incontournable pour tout organisme français souhaitant établir un bilan de ses émissions de gaz à effet de serre.

Ces trois méthodes ont permis de construire celle nécessaire au bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF. Les sections suivantes en précisent les étapes.

1.2 Informations préalables à la construction du bilan-gaz à effet de serre

Identifier le type d'activités, le fonctionnement administratif, le patrimoine immobilier et les composantes de l'université s'avère une étape préalable indispensable à l'élaboration du bilan-gaz à effet de serre.

³ Putt Del Pino (S.), Bhatia (P.), 2002. *Working 9 to 5 on Climate Change : an Office Guide*, World Resources Institute, disponible sur Internet à l'adresse: http://pubs.wri.org/pubs_description.cfm?PubID=3756

⁴ Tufts Institute of the Environment, 2002. *Method for Conducting a Greenhouse Gas Emission Inventory for Colleges and Universities*, Tufts University, disponible sur Internet à l'adresse: <http://www.tufts.edu/tie/tci/pdf/InventoryMethods.pdf>

⁵ Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), 2003. *Bilan Carbone d'une activité industrielle ou tertiaire*, décembre, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.ademe.fr/Outils/BilanCarbone/telechargement.htm>

Les types d'enseignement et de recherche effectués à l'université influent à la fois sur les sources d'émission et sur les gaz à effet de serre potentiellement rejetés. L'activité d'une université de sciences sociales telle que l'UPMF est essentiellement assimilable à une activité de bureaux. Ceci est moins vrai pour une université de sciences où des émissions de gaz à effet de serre peuvent être engendrées par des expériences de laboratoires en physique, chimie, médecine, biologie, etc...

La connaissance du fonctionnement administratif et la mise à jour du processus de décision de l'université sont nécessaires pour comprendre qui fait quoi au sein de l'université, savoir où aller collecter les informations et à qui s'adresser pour émettre des recommandations d'actions. L'organigramme de l'université permet de se familiariser avec le fonctionnement administratif de l'université et la structure hiérarchique de décision.

Le patrimoine immobilier d'une université comprend tous les bâtiments dont l'université est propriétaire : bâtiments administratifs, d'enseignement, de recherche, locaux techniques, etc.... Dans le but d'appréhender les émissions de gaz à effet de serre associées à ces bâtiments, il convient de répertorier les bâtiments de façon exhaustive, de repérer leur localisation géographique, d'identifier leur système de chauffage, et le cas échéant, de climatisation. Un tableau synoptique peut être construit pour faire apparaître ces divers éléments.

Les étudiants, les enseignants-chercheurs, les chercheurs, les personnels administratifs et techniques sont répartis dans l'université au sein de « composantes »: unités de formation et de recherche (UFR), laboratoires de recherche, services administratifs,... Pour définir le périmètre physique (le champ de comptabilisation) du bilan gaz à effet de serre, il est important d'une part de connaître les différentes composantes de l'université étudiée et leurs effectifs, et d'autre part de repérer les bâtiments dans lesquelles elles sont hébergées. Il peut exister des composantes autonomes de gestion, par rapport à l'administration centrale. Il faut clairement les identifier car ce sont des interlocuteurs obligés lors du recueil de données.

1.3 Les champs choisis pour le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF

Divers éléments doivent être précisés lors de l'élaboration d'un bilan gaz à effet de serre, dans la mesure où ils conditionnent les résultats obtenus. Il s'agit en particulier de définir précisément la (les) période (s) d'observation, le périmètre physique (à l'intérieur duquel seront calculées les émissions), les gaz à effet de serre et les sources d'émissions pris en compte.

❖ Période d'observation

La date à laquelle le bilan sera établi doit être précisée dès le début. Le bilan peut porter sur une année particulière ou sur plusieurs années. Le premier cas a l'avantage de réduire les besoins liés à la collecte des données. Pour les transports notamment, il est plus facile d'enquêter sur les modes de déplacement des étudiants et du personnel de l'université sur une année que sur plusieurs années. Cependant, il est impossible de replacer l'année d'observation dans une tendance ou dans une moyenne par rapport à d'autres années.

L'observation de plusieurs années permet de faire apparaître des tendances d'évolution des émissions et d'isoler d'éventuelles ruptures atypiques qui seraient dues à des conditions particulières d'accès aux réseaux, à des conditions climatiques exceptionnelles, ou à d'autres

phénomènes exceptionnels à un moment donné. Parmi les années d'observation, une année de référence, caractéristique des tendances majeures, peut ainsi être identifiée et servir de base pour définir l'objectif de réduction des émissions à un horizon de temps donné. C'est l'approche qui a été adoptée pour le bilan énergétique de l'agglomération grenobloise établi par l'ALE en 2002. C'est celle qui est adoptée ici.

Le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF est établi pour les années 2000, 2001 et 2002. Comme l'année 2002 ne s'avère pas atypique par rapport à 2000 et 2001, elle sert de référence pour l'engagement de réduction des émissions de l'UPMF et la mesure des performances des actions qui en découleront.

❖ Périmètre physique du bilan

Il s'agit de délimiter les espaces physiques et les personnes qui entrent dans la comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre de l'UPMF sur la période d'observation. Ceci se justifie au moins pour deux raisons. Tout d'abord, c'est seulement par rapport à un périmètre clairement identifié qu'un objectif de réduction des émissions pourra être défini pour l'UPMF. Ensuite, la définition du périmètre est indispensable dès lors que l'on souhaite comparer les émissions d'une année à l'autre : les inventaires d'émissions ne seront comparables qu'à périmètre constant.

Le périmètre n'est pas forcément exhaustif mais il doit être représentatif de l'activité de l'UPMF. Il doit par ailleurs permettre un recueil des données et la mise en place d'actions de réduction d'émissions de façon relativement aisée.

L'annexe 1 présente le patrimoine immobilier de l'UPMF et le périmètre choisi pour le projet. Compte tenu de la grande dispersion géographique des bâtiments de l'université au sein de l'agglomération grenobloise mais aussi dans d'autres villes (Valence, Vienne), seuls les bâtiments situés sur le campus de Saint-Martin d'Hères ont été retenus. Le périmètre ainsi défini représente 62 % de la superficie totale des bâtiments UPMF. Ce pourcentage peut paraître relativement faible. Cependant, ces bâtiments regroupent une proportion d'utilisateurs plus importante, à savoir 74 % des étudiants inscrits à l'UPMF (total inscrits en 2002 : 19 296) et 70 % du personnel UPMF (total enseignants, chercheurs, personnel administratif et technique en 2001 : 1 394 personnes)⁶.

Le choix d'un lieu unique pour le calcul des émissions de gaz à effet de serre est guidé par plusieurs contraintes qui affecteront les actions de réduction des émissions. Au niveau du chauffage et des usages spécifiques de l'électricité, un diagnostic par bâtiment et la mise en place d'actions de réductions d'émissions adéquates est possible. Dans ce cas, la prise en compte de tous les bâtiments UPMF serait envisageable. En revanche, pour les émissions concernant le transport, l'unicité de lieu s'avère nécessaire. Le bilan-gaz à effet de serre du transport serait très lourd à construire s'il s'agissait de mettre en place une enquête auprès des étudiants et personnels de toutes les composantes de l'UPMF. Par ailleurs, les problèmes de déplacement sont différents selon les lieux et ne nécessitent pas forcément les mêmes actions. Enfin, les difficultés chroniques d'accès au campus et de stationnement sur le campus

⁶ Sources : service de la scolarité centrale de l'UPMF (effectifs étudiants) ; Bilan social 2001 publié par le service de gestion des ressources humaines de l'UPMF (personnel universitaire). Ces proportions sont très stables pour les années 2000 et 2001 (effectifs étudiants), 2000 et 2002 (personnel universitaire).

méritent une attention particulière⁷. Une autre contrainte justifie que le périmètre du bilan-gaz à effet de serre soit restreint au campus : de par l'éparpillement géographique des sites de l'UPMF, la mobilisation des acteurs, la collecte d'informations, la coordination et la mise en place des actions nécessiteraient beaucoup de temps et plus de ressources humaines que celles allouées à ce projet.

Le périmètre ainsi défini n'est pas exhaustif. Les bâtiments et composantes de l'UPMF non inclus dans ce périmètre sont écartés temporairement, le temps de tester et de tirer les leçons de l'expérience qui sera menée sur le campus de Saint-Martin d'Hères. La même démarche de diagnostic et préconisations pourra être menée ultérieurement dans ces bâtiments sur la base de la méthode développée pour le campus.

❖ Gaz et sources d'émission pris en compte

Parmi les six familles de gaz à effet de serre incluses dans le Protocole de Kyoto, il convient de centrer le bilan sur les émissions les plus importantes en quantités d'équivalent CO₂ rejetées dans l'atmosphère⁸. Les sources d'émission de ces 6 familles de gaz sont répertoriées, par exemple, par le Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique (CITEPA)⁹. C'est l'importance relative des sources d'émission dans le périmètre d'activité retenu qui permet de choisir celles incluses dans le bilan gaz à effet de serre.

L'annexe 2 identifie les diverses sources d'émissions de gaz à effet de serre de l'UPMF et les gaz à effet de serre associés. Les consommations d'énergie à des fins de chauffage, d'éclairage, de consommation de papier et de déplacements sont les sources d'émission de CO₂ de l'UPMF. Le méthane, le protoxyde d'azote et l'hexafluorure de soufre ne sont pour ainsi dire pas présents dans l'activité de l'UPMF. De plus, seul un bâtiment est équipé d'un système de climatisation. Ce bâtiment représente 2% de la surface étudiée. Les gaz réfrigérants (HFC) sont donc marginalement émis par l'UPMF. Il apparaît ainsi que les gaz autres que le CO₂ sont très peu émis par l'activité de l'UPMF. Ceci justifie le choix opéré de ne retenir que les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) pour le projet d'université citoyenne.

Sur la base de la méthodologie proposée par WRI, les sources d'émissions sont classées en deux catégories. Les émissions directes émanent de sources appartenant juridiquement à l'UPMF ou étant contrôlées par celle-ci. Elles incluent les émissions issues des activités d'enseignement, de recherche et des activités d'accompagnement (administratives et techniques), dès lors que les sources d'émission sont la propriété de l'université. La production de chaleur par les chaudières appartenant à l'UPMF et les déplacements avec des véhicules qui sont la propriété de l'établissement sont les sources directes d'émissions de l'UPMF. Les émissions indirectes sont la conséquence de l'activité de l'UPMF, mais leurs sources n'appartiennent pas à l'établissement. Les déplacements engendrés par les activités de l'UPMF, tels que les trajets domicile-campus des étudiants et du personnel ou tels que les déplacements à l'extérieur de l'agglomération grenobloise pour des colloques ou séminaires, donnent lieu à des émissions indirectes. Les émissions provenant du chauffage fourni par la Compagnie de Chauffage de Grenoble, tout comme les émissions associées aux

⁷ Un « Plan de Déplacement des Administrations » interuniversitaire est à l'étude.

⁸ Les six familles de gaz sont : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), les hydrofluorocarbones (HFC), les hydrocarbures perfluorés (PFC), l'hexafluorure de soufre (SF₆).

⁹ <http://www.citepa.org/pollution/sources.htm#sf6>

consommations d'électricité distribuée par EDF font également partie des émissions indirectes, car l'université n'est pas propriétaire des sources d'émissions.

Cette distinction entre émissions directes et indirectes s'inscrit dans l'éventualité d'une réglementation, par les Etats, obligeant les acteurs économiques à comptabiliser leurs émissions propres. Elle vise à éviter les doubles comptages des mêmes émissions par deux organisations différentes.

1.4. Collecte et traitement des données

La préparation du bilan gaz à effet de serre se poursuit avec l'organisation de la collecte des données auprès des personnes ressources et le traitement des informations recueillies.

❖ Identification des décideurs, des personnes relais et des personnes ressources

La réussite d'un tel projet passe par l'appui des décideurs, des "personnes relais" et des "personnes ressources" au sein de l'université.

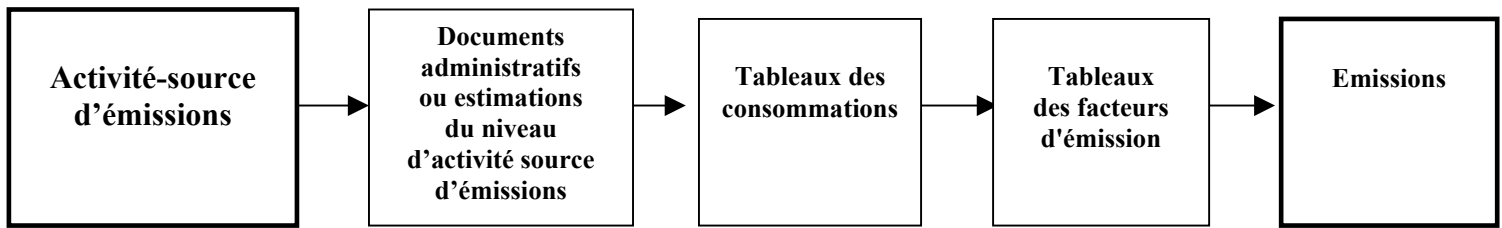
Les décideurs sont les personnes qui, au plus haut niveau de l'université, donnent leur accord pour le lancement du projet, délèguent le suivi du projet à des personnes relais et, sur la base des conclusions du projet, engageront l'université dans un effort de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre. Ils se composent essentiellement des vice-Présidents et du Président de l'université. Pour lancer un tel projet, il convient d'en montrer l'intérêt pour l'université. Les économies d'énergie donc budgétaires, les avantages que peuvent tirer les étudiants et le personnel (désengorgement des déplacements), l'image de l'université, la sensibilisation des étudiants et du personnel à un problème planétaire sont quelques arguments qui peuvent être avancés initialement.

Les « personnes relais » sont les personnes déléguées par les décideurs pour transmettre les décisions prises aux « personnes ressources » et leur donner les consignes pour mettre en œuvre les décisions. Il s'agit principalement du secrétaire général et de l'intendant.

Les « personnes ressources » sont celles qui détiennent directement les informations nécessaires au bilan des émissions de gaz à effet de serre. Ce sont généralement les agents du service Intendance, les gestionnaires des composantes autonomes, les agents des services Comptabilité et Ressources Humaines. Il s'agit de bien les identifier avec l'aide des personnes relais et de leur présenter le projet dès le lancement. L'adhésion de ces personnes à la démarche entreprise et à l'objectif final, ainsi que l'entretien de relations cordiales facilitent considérablement la collecte des données.

❖ Recueil des données et calcul d'émissions

Le schéma ci-dessous permet de visualiser le cheminement de l'information pour calculer les émissions de gaz à effet de serre à partir d'une activité génératrice d'émission de gaz à effet de serre.



La première étape est la collecte de toutes les données de consommations correspondant à des activités émettrices de gaz à effet de serre. Il s'agit notamment des consommations d'électricité, de chaleur, ou de carburant des véhicules. Ces données sont ensuite saisies dans des tableaux de consommations qui permettent à la fois d'observer les consommations par mois, par bâtiment ou par source d'émission, de calculer des variations et de construire divers graphiques. Les tableaux des facteurs d'émission sont des tableaux de conversion des consommations (kWh, MWh, litres...) en tonnes équivalent CO₂ : ils permettent de calculer les émissions de gaz à effet de serre à partir des données de consommations.

❖ Le calcul des émissions indirectes de CO₂ liées aux déplacements

Si les consommations d'électricité et de chaleur, nécessaires au calcul des émissions, sont des informations directement disponibles à l'université (par des factures ou des relevés), il n'en est pas de même pour les consommations d'énergie liées aux déplacements. Pour les véhicules appartenant à l'université (sources d'émissions directes), les volumes de carburant peuvent être déduits des données disponibles à l'université. Ces dernières correspondent aux dépenses de carburant. Les volumes de carburant sont ainsi calculés à partir d'hypothèses sur les prix moyens des carburants de chaque année. Pour les déplacements sources d'émissions indirectes, la question est beaucoup plus complexe.

Divers types de déplacements donnent lieu à des émissions indirectes de CO₂ par l'université. On en retiendra principalement deux, à savoir les déplacements occasionnels en dehors de l'agglomération grenobloise, liés à l'activité exercée, et les déplacements réguliers domicile-campus universitaire. Préalablement au calcul des émissions de CO₂ associées à ces déplacements, il convient de connaître le mode de déplacement émetteur (bus, tramway, train, avion, automobile), les distances parcourues, les consommations unitaires d'énergie et les facteurs d'émission.

Pour les déplacements occasionnels en dehors de l'agglomération grenobloise, l'information sur le mode de déplacement et les distances parcourues peut être facilement obtenue grâce aux ordres de missions. La question est, à ce niveau, avant tout une question de temps pour rassembler et saisir les informations. Compte tenu des faibles ressources humaines disponibles sur le projet, il n'est pas envisagé, dans un premier temps, de procéder au recueil de ces données dispersées.

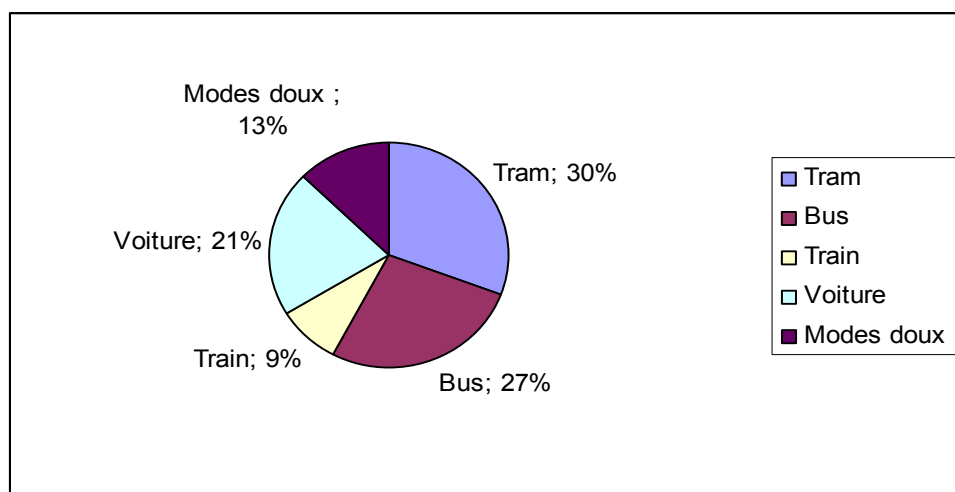
En ce qui concerne les déplacements domicile-campus, une enquête s'impose auprès des quelque 14 000 étudiants et 980 membres du personnel de l'UPMF travaillant sur le campus. Si le contenu lui-même de l'enquête ne présente pas de difficultés majeures a priori, l'échantillonnage, le mode d'administration du questionnaire et le traitement des réponses constituent en revanche des points méthodologiques critiques. Les moyens humains actuels disponibles pour le projet ne permettent pas de lancer l'enquête dans l'immédiat.

Il est toutefois intéressant d'avoir un ordre de grandeur des émissions de CO₂ dues aux déplacements quotidiens, en particulier au regard des émissions dues au chauffage et aux consommations d'électricité. Une estimation grossière de ces émissions a été effectuée, sur la base des résultats d'une enquête transport succincte récemment menée au niveau global du campus¹⁰ et des données générales sur les déplacements domicile-travail rassemblées dans le Bilan Carbone™ de l'ADEME.

Les hypothèses adoptées pour cette estimation sont très simplificatrices de la réalité. Tout d'abord, nous supposons que les personnes se déplacent exactement de la même façon sur les trois ans (même mode de transport, même distance en 2000, 2001 et 2002) : seuls les effectifs différents modifient le volume des émissions de gaz à effet de serre d'une année à l'autre. Faute d'informations pour chaque année du bilan, l'effectif du personnel universitaire (enseignants, chercheurs, administratifs) est supposé constant sur les trois années et égal à l'effectif de 2001 (donné par le service des Ressources Humaines). De même, faute d'autres données, nous supposons que les résultats de l'enquête transports, menée auprès des étudiants de toutes les universités présentes sur le campus et de toutes les filières, sont applicables à tous les étudiants de l'UPMF, et aussi au personnel universitaire (même répartition modale, même répartition de la provenance géographique, ...). Cette toute dernière hypothèse est assurément éloignée de la réalité : les étudiants ne se déplacent pas de la même façon que le personnel et leurs domiciles ne sont sans doute pas répartis géographiquement à l'identique.

Sur ces bases, la répartition modale des personnes de l'UPMF figure dans le graphique 1¹¹. Les transports en commun sont prédominants (66 %). Les modes doux comprennent la bicyclette et la marche à pied.

Graphique 1 : répartition modale des déplacements domicile-campus des personnes de l'UPMF



Adaptation de : Forys (2003)

Les distances parcourues annuellement dépendent du lieu de résidence et du nombre de jours des allers-retours domicile-campus. La distance aller-retour quotidienne a été déterminée en

¹⁰ Source : Forys (2003)

¹¹ L'enquête source de ces informations fait apparaître une catégorie « Autres » qui inclut les personnes qui utilisent plusieurs modes successivement (Forys, 2003). En l'absence de plus amples précisions, nous avons supposé que cette catégorie était ventilée entre toutes les autres catégories proportionnellement au poids de chaque catégorie dans le total, de manière à obtenir in fine une répartition des modes de transport entre le tramway, le bus, le train, la voiture, et les modes doux.

croisant la répartition de la provenance des étudiants donnée dans l'enquête transport et les informations sur les distances de référence indiquées par l'ADEME (ADEME, 2003, P. 70 à 73). Le nombre de jours de fréquentation du campus a été évalué à 150 jours pour les étudiants et 220 jours pour le personnel universitaire.

En combinant les effectifs respectifs des deux populations (étudiants et personnel universitaire) avec la répartition modale et les distances parcourues, nous obtenons des quantités de trafic annuel (passagers-km pour les transports en commun, distances annuelles pour les véhicules individuels) sur lesquelles nous appliquons les facteurs d'émission publiés par l'ADEME (ADEME, 2003) pour obtenir les émissions de CO₂ dues aux déplacements domicile-campus¹².

❖ Elaboration des facteurs d'émission pour l'UPMF

La validité de l'inventaire des émissions repose sur le choix des facteurs d'émission. Il convient de choisir ces facteurs de façon adéquate. Des facteurs d'émission sont disponibles pour les principales sources d'émission, tant au niveau international que national¹³. Cependant, quand cela est possible, il est recommandé d'utiliser des facteurs d'émission qui reflètent la situation locale. Cette démarche s'impose notamment lorsque les sources d'émissions se composent d'un mix énergétique spécifique.

Les facteurs d'émission utilisés pour le calcul des émissions de gaz à effet de serre à l'UPMF figurent dans le tableau 1.

Tableau 1 : facteurs d'émission 2002 retenus pour le projet

Energie / Source d'énergie	Emissions unitaires
Electricité	80 g CO ₂ / kWh
Chauffage urbain de la Compagnie de Chauffage de Grenoble	230 g CO ₂ / kWh
Gaz Naturel	235 g CO ₂ / kWh
Gazole	2985 g CO ₂ /l
Essence	2710 g CO ₂ /l
Train, tramway	8,43 g CO ₂ / passager-km
Bus	93,5 g CO ₂ / passager-km
Déplacements individuels domicile-campus en voiture	374 g CO ₂ / km pour vitesse moyenne de 15 km/h ; 352 g CO ₂ / km pour vitesse de 20 km/h ; 323 g CO ₂ / km pour vitesse de 25 km/h

Sources : ADEME (2003), calculs propres pour le chauffage urbain

Ces chiffres méritent d'être explicités. De façon générale tout d'abord, pour une même source d'énergie, on peut choisir différents facteurs, selon le but du bilan-gaz à effet de serre (ADEME, 2003). L'objectif peut être de comptabiliser les seules émissions directes, c'est à

¹² Le covoiturage, quoique pratiqué dans la réalité, n'est pris en compte faute d'informations précises. Le coefficient d'occupation des véhicules personnels est donc égal à 1.

¹³ Au niveau international, des facteurs d'émission sont mis à jour régulièrement par exemple dans le GHG Protocol, voir : <http://www.ghgprotocol.org/index.htm>. Au niveau national, le Bilan Carbone de l'ADEME fournit les facteurs d'émission de très nombreuses sources, en indiquant leur champ de validité et leurs limites éventuelles. Voir : <http://www.ademe.fr/Outils/BilanCarbone/Default.htm>

dire celles qui émanent de sources dont l'entité considérée est propriétaire. Dans ce cas, les facteurs d'émission indiquent le volume d'émissions engendrées uniquement par la *production* d'une unité de la source émettrice (production d'un kWh de chauffage au gaz dans le cas de l'UPMF, par exemple). L'objectif du bilan-gaz à effet de serre peut être de comptabiliser les émissions directes et les émissions indirectes pour faire apparaître l'ensemble des émissions qu'une entité produit de par son activité. Il s'agit alors de prendre en compte *la totalité des émissions* qui sont engendrées pour la fourniture d'une unité de chaque source émettrice, c'est-à-dire d'inclure dans le facteur d'émission les émissions des activités amont qui permettent la fourniture d'une unité de la source. Pour les produits pétroliers raffinés par exemple (fioul, carburants, ...), le facteur d'émission inclut les émissions liées à l'extraction du pétrole, au raffinage, au transport. Pour la production d'électricité d'origine hydraulique ou nucléaire, qui n'engendre aucune émission, les facteurs d'émission ne sont pas nuls, car ils comprennent les émissions liées à la construction des barrages ou des centrales. Le choix opéré pour le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF est d'analyser les sources directes et certaines sources indirectes d'émission. Les facteurs d'émission retenus sont par conséquent « inclusifs ».

Le tableau appelle également des commentaires sur le facteur d'émission adopté pour l'électricité. Depuis 2001, EDF communique chaque année le facteur d'émission des centrales dont elle est propriétaire¹⁴. Il est la moyenne annuelle des facteurs d'émission calculés et publiés mensuellement, et reflète les sources d'énergie primaire utilisées par EDF dans ses centrales pour la production d'électricité. Il est par exemple de 53 g CO₂/kWh pour 2002, en analyse de cycle de vie¹⁵. Cependant, il n'est pas possible de prendre ce facteur comme représentatif de la quantité de CO₂ émise par kWh consommé car l'électricité distribuée aux consommateurs par EDF provient pour 95 % d'électricité qu'EDF a elle-même produite, mais aussi pour 5 % d'électricité qu'elle a achetée à des producteurs indépendants. Pour un consommateur tel que l'UPMF, qui n'a pas de contrat d'approvisionnement exclusif par EDF, le facteur d'émission de l'électricité doit prendre en compte l'électricité produite par EDF et par les producteurs indépendants. Ces producteurs utilisent des modes de production généralement plus émetteurs en gaz à effet de serre que la production d'EDF (qui est basée majoritairement sur l'énergie nucléaire et l'hydroélectricité). Ceci explique le facteur d'émission de 80 g CO₂/kWh¹⁶ adopté pour le bilan-gaz à effet de serre de l'université. Ce facteur est une estimation moyenne nationale supposée stable dans le temps faute d'études récentes. Nous l'utilisons pour toutes les années considérées dans notre bilan-gaz à effet de serre.

Pour le facteur d'émission du chauffage émanant des chaufferies de la Compagnie de Chauffage de Grenoble, le calcul repose d'une part sur le mix énergétique utilisé pour la production de chaleur et d'autre part sur la prise en compte de la cogénération d'électricité en sus de la chaleur. Le tableau 2 présente le mix énergétique et les émissions de CO₂ associées pour 2002.

¹⁴ Voir : http://www.edf.fr/index.php4?coe_i_id=21

¹⁵ Le calcul en analyse de cycle de vie intègre la totalité des émissions depuis la construction de la centrale jusqu'à sa fin de vie (y compris démantèlement s'il y a lieu).

¹⁶ Ce facteur, calculé en analyse de cycle de vie, est une estimation de J.M. Jancovici sur la base d'une étude de 1997 (ADEME, 2003, p.51).

Tableau 2 : Emissions de CO₂ de la Compagnie de Chauffage, 2002

Sources d'énergie	Chaleur produite (MWh)	Facteurs d'émission (gCO ₂ /kWh)	t CO ₂ émises
Charbon	315 412	385	121 434
Fioul lourd 1	102 564	323	33 128
Fioul lourd 2	27 306	345	9 420
Fioul domestique	403	301	121
Bois	53 183	0	0
Farines animales	31 270	0	0
Gaz naturel	15 360	235	3 610
Cogénération chaleur achetée	94 637	0	0
Incinération	159 152	0	0
Total prod. brute de chaleur	799 287		167 713
-Cogénération élec. produite	66 129	80	5 290
Prod. de chaleur nette de cogénération	733 158		162 423
Chaleur vendue	705 100		162 423

Sources : Compagnie de Chauffage, ADEME (2003)

Les facteurs d'émission utilisés pour les énergies fossiles sont « inclusifs » (ils comprennent les émissions amont). Le facteur d'émission du bois est nul, car la combustion du bois est considérée comme neutre vis-à-vis de l'effet de serre anthropique. Certes la coupe du bois supprime un puits de carbone et la combustion du bois dégage des émissions carbonées. Cependant, l'hypothèse est faite que le CO₂ émis lors de la combustion du bois est absorbé par des arbres en croissance qui ont été plantés dans le cadre d'une gestion environnementale adéquate des forêts. On notera que cette hypothèse est réaliste dans le cas de la France dans la mesure où à l'heure actuelle, la surface globale boisée augmente chaque année.

L'incinération des ordures ménagères et des farines animales est également considérée comme neutre en terme d'émissions de GES. En effet, si ces déchets étaient mis en décharge, la putréfaction des matières organiques émettrait dans l'atmosphère un mélange de méthane et de CO₂ (le biogaz) équivalent au CO₂ émis lors de l'incinération (Ademe, 2003, p. 56) . En conséquence, en faisant l'hypothèse (abusive) que toutes les ordures ménagères traitées par la Compagnie de Chauffage sont *organiques*, la combustion des ordures ménagères et des farines animales dans les chaufferies n'augmente pas les émissions fatales qui seraient rejetées dans l'atmosphère.

En ce qui concerne la cogénération, la Compagnie de Chauffage a produit 66 129 MWh d'électricité en 2002 en récupérant une partie des pertes de chaleur engendrées par la production de chaleur. La cogénération a ainsi réduit les émissions de la Compagnie de Chauffage. L'estimation des réductions réalisées dépend du facteur d'émission que l'on adopte pour les « économies » d'émissions d'électricité. L'hypothèse retenue ici considère

que l'électricité aurait été produite dans une centrale dont les caractéristiques d'émissions de CO₂ sont celles de la moyenne des centrales françaises, soit 80 g CO₂/Kwh¹⁷.

Le facteur d'émission de la Compagnie de Chauffage se déduit du tableau 2 : c'est le rapport entre le nombre de tonnes de CO₂ émises et la chaleur vendue, soit :
 $162\,423 / 705\,100 = 0,230 \text{ t CO}_2 / \text{MWh}$, soit encore 230g CO₂ / kWh.

Au niveau des facteurs d'émission du transport, le tableau 1 montre que les émissions des déplacements individuels sont environ quatre fois supérieures à celles d'un passager de bus par kilomètre parcouru (350 contre 93 g CO₂) et 41 fois supérieures à celles d'un usager du tramway ou du train (350 contre 8,4 g CO₂). Dans une optique environnementale, ces chiffres appellent au moins au covoiturage¹⁸. Mais ces chiffres plaident surtout pour l'utilisation des transports en commun.

1.5. Synthèse

Cette première section a exposé la méthodologie développée pour construire l'outil d'aide à la décision indispensable pour le projet d'université citoyenne : le bilan-gaz à effet de serre de l'université. Compte tenu de la dispersion géographique de l'UPMF, le bilan-gaz à effet de serre n'est établi que pour la partie de l'UPMF qui se trouve sur le campus de Saint-Martin d'Hères. Les émissions de gaz à effet de serre comptabilisées sont celles relatives aux consommations d'électricité, de chauffage et à une partie des déplacements. Leur estimation repose sur les consommations d'énergie réelles (électricité, chauffage) ou estimées (déplacements) et sur les facteurs d'émission associés à chaque source.

2. Résultats et diagnostic du bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF

Sur la base de la méthodologie présentée dans la section précédente, le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF a été construit de manière différente pour les consommations d'électricité et de chauffage d'une part, et pour les déplacements d'autre part. Les sections suivantes exposent et analysent les résultats selon ces deux axes, puis présentent le bilan-gaz à effet de serre global de l'UPMF.

2.1. Bilan-gaz à effet de serre des consommations d'électricité et de chauffage

Comme indiqué précédemment, les émissions des gaz à effet de serre sont calculées à partir des consommations de chauffage et d'électricité. Il convient donc de présenter d'abord les consommations énergétiques, puis les émissions associées.

Le chauffage de l'UPMF est assuré pour certains bâtiments par des chaufferies au gaz naturel propriétés de l'UPMF, pour d'autres bâtiments par le réseau de la Compagnie de Chauffage de Grenoble. Les tableaux A.3.1 et A.3.2 de l'annexe 3 relatent les consommations d'énergie

¹⁷ La Compagnie de Chauffage retient une hypothèse qui lui est beaucoup plus favorable : elle considère que l'électricité aurait été produite dans une centrale au fioul (avec un facteur d'émission dix fois plus élevé). Cette hypothèse nous semble peu adaptée à la situation française.

¹⁸ En termes d'émissions de CO₂, le covoiturage de quatre personnes est ainsi sensiblement équivalent au transport de quatre passagers en bus.

de l'UPMF par bâtiment, selon ces modes de chauffage. Le tableau 3 récapitule les consommations de chauffage de l'UPMF sur le campus de Saint-Martin d'Hères.

Tableau 3 : consommations totales de chauffage de l'UPMF (campus)

Source	2000	2001	Var 2001/ 2000	2002	Var 2002/2001
Chauffage gaz	5 729,9	5 369,8	-6%	4 815,6	-10%
Chauffage urbain	675	918	36%	921	0%
Total	6 404,9	6 287,8	-1,8%	5 736,6	-8,8%

Source : Intendance UPMF

Globalement, les consommations de chauffage de l'UPMF (campus) diminuent de 2000 à 2002. Les consommations de gaz naturel sont en diminution depuis 2000 dans tous les bâtiments. En revanche, les consommations de chauffage urbain connaissent une forte croissance entre 2000 et 2001, en partie due à l'extension de surface d'un bâtiment en 2001 (bâtiment de l'ARSH). Elles se stabilisent globalement en 2002.

Une première source de variation globale des consommations de chauffage est le climat. Le tableau 4 présente les variations climatiques (en termes de froid) des trois années d'analyse.

Tableau 4 : variations climatiques annuelles ¹⁹

Degrés-Jours Unifiés / 18°C	2000	2001	Var 2001/ 2000	2002	Var 2002/2001
Total	2 211	2 399	9%	2 320	-3%

Source : Météo-France

Les variations annuelles des consommations de chauffage entre 2000 et 2002 sont assurément pour partie dues à ces hivers plus ou moins rigoureux. Cependant, d'autres facteurs contribuent à expliquer ces constats (voir partie 2.2).

Les consommations d'électricité de l'UPMF sont consignées par groupe de bâtiments dans le tableau 5.

Tableau 5 : consommations d'électricité de l'UPMF (MWh)

Sites	2000	2001	Var 2001/ 2000	2002	Var 2002/2001
Site central	870,6	952,1	9%	976,4	3%
IEP	239,9	246,2	3%	269,7	10%
MSH	52,9	61,8	17%	74,1	20%
ARSH	86,1	143,5	67%	160,7	12%
BSHM	339,6	365,8	8%	457,1	25%
ESA	251,7	253,7	1%	248,1	-2%
BU Droit et Lettres	456,3	476,2	4%	453,9	-5%
TOTAL	2 297,2	2 499,3	9%	2 640,0	6%

Source : Intendance UPMF

¹⁹ Les degrés-jours unifiés sont les jours et les différences de températures comptabilisés par Météo-France dans une année, pour les jours où la température moyenne est inférieure à 18°C. Ainsi, si un jour la température moyenne est de cinq degrés, ce jour est enregistré pour 13 degrés-jour. En fin d'année, Météo France totalise les degrés-jours.

Hormis quelques rares exceptions (ESA, BU), la tendance des consommations est clairement à la hausse. L'extension de surface de l'ARSH en 2001 justifie la forte augmentation constatée cette année-là sur ce bâtiment. Malgré l'utilisation de quelques chauffages individuels d'appoint en début ou fin de période de chauffage collectif, les usages de l'électricité à l'UPMF sont avant tout des usages captifs, pour l'éclairage et les ordinateurs. Les hausses observées ont fait l'objet d'une analyse approfondie, de manière à proposer des actions pour enrayer la tendance (voir partie 2.2).

Les émissions de CO₂ se déduisent de ces consommations par une simple multiplication des consommations par les facteurs d'émission. Le tableau 6 récapitule les émissions de l'UPMF ainsi obtenues pour le chauffage et l'électricité.

Tableau 6 : bilan-gaz à effet de serre du chauffage et de l'électricité

Emissions	2000	2001	Var 2001/ 2000	2002	Var 2002/2001
Directes : chauffage gaz naturel	1347	1262	-6%	1132	-10%
Indirectes :					
- Chauffage urbain	224	198	-12%	212	7%
- Electricité	184	200	9%	211	6%
Emissions Totales	1755	1660	-5%	1555	-6%

Alors qu'en termes de consommations d'énergie, les chaufferies au gaz naturel représentent presque 60 % des MWh consommés globalement par l'UPMF, elles émettent près de 75 % du CO₂ associé au chauffage et à l'électricité. Ceci s'explique par le facteur d'émission relativement faible de l'électricité par rapport aux autres sources²⁰.

Le poids majoritaire des émissions des chaufferies au gaz naturel pourrait inciter à explorer des actions de réduction d'émissions essentiellement axées sur cette source. Cependant, les actions qui pourraient être proposées ne seraient pas forcément les plus efficaces économiquement. De plus, les émissions des chaufferies au gaz sont en diminution sur les trois années d'observation, alors que celles des consommations d'électricité sont nettement à la hausse : d'aucuns pourraient préconiser d'abord d'enrayer cette tendance haussière. Dans une démarche citoyenne, il convient de mettre en lumière tous les potentiels de maîtrise des consommations, qu'ils soient ou non fortement générateurs d'émissions de gaz à effet de serre. C'est pourquoi le diagnostic et les actions qui sont tirés du présent état des lieux portent sur chacune des sources d'émissions.

Le suivi des consommations d'énergie et des émissions de CO₂ peut également porter sur des ratios, de manière à comparer avec d'autres établissements d'activité similaire (d'autres universités par exemple). Le tableau 7 expose les consommations d'énergie et les émissions de CO₂ rapportées aux effectifs et à la surface du périmètre du bilan-gaz à effet de serre.

²⁰ Le facteur d'émission de l'électricité dépend du mix énergétique utilisé pour la production électrique. En France, la production thermique (fioul, gaz) d'électricité est très marginale. L'électricité produite par EDF est à près de 80 % d'origine nucléaire. Ce mode de production est très peu générateur de GES (seuls la construction et le démantèlement des centrales nucléaires émettent des GES).

Tableau 7 : Consommations d'énergie et émissions de CO₂ unitaires (2002)

Source	kWh / pers	kWh /m ²	kgCO ₂ /pers	kg CO ₂ /m ²
Chauffage	376	93	88	22
Electricité	173	43	14	3
Total UPMF	549	136	102	25

A notre connaissance, les sources de comparaison disponibles au niveau universitaire sont les universités impliquées dans les projets « Maîtrise de l'électricité- Campus» (MDE-Campus)²¹. Les chiffres disponibles concernent uniquement les consommations d'électricité. Le ratio de l'UPMF de 43 kWh/m² s'avère inférieur aux ratios affichés par les universités de l'opération MDE-Campus. De nombreux facteurs peuvent expliquer les différences. En particulier le mode de chauffage exclusivement non électrique de l'UPMF contraste avec celui des autres universités, qui est dans la plupart des cas un mix d'électricité et d'autres énergies.

2.2 Diagnostic du bilan-gaz à effet de serre du chauffage et de l'électricité

Les consommations d'énergie et les émissions associées doivent être analysées de façon approfondie, de manière à faire apparaître les points critiques et les points atypiques au-delà des tendances générales. Outre l'examen minutieux des factures, une expertise sur le terrain, bâtiment par bâtiment, s'avère indispensable pour identifier les caractéristiques énergétiques majeures desdits bâtiments et les potentiels de réduction de consommations associés.

Les factures des fournisseurs d'énergie sont intéressantes à plusieurs titres. Elles permettent tout d'abord d'analyser l'évolution des consommations. Les factures d'électricité, par exemple, étant mensuelles et par bâtiment, il est aisé d'identifier des anomalies. Ainsi, l'absence de diminution des consommations globales d'électricité de l'UPMF en août 2001 par rapport au mois de septembre est anormale, dans la mesure où l'université est fermée les quinze premiers jours d'août (voir annexe 3). De même, on constate la très forte croissance des consommations sur juillet-août 2002 par rapport aux années antérieures. L'origine de cette hausse se trouve dans un bâtiment (BSHM) dont les consommations ont triplé en juillet et sextuplé en août 2002. Pour l'heure, les différents services interrogés ne trouvent pas d'explication.

Les factures permettent également d'analyser le mode de facturation des consommations. Les factures de la Compagnie de Chauffage de Grenoble sont par exemple actuellement libellées en MWh sans décimales. Cette facturation grossière ne permet pas d'avoir un suivi fin des consommations. Une visite des postes de comptage a révélé que les compteurs permettent une lecture des consommations en kWh. Nous recommandons par conséquent à l'UPMF de demander à ce que les consommations soient facturées en kWh et non plus en MWh par la Compagnie de Chauffage de Grenoble.

Enfin, les factures permettent aussi de vérifier si les contrats souscrits correspondent bien à la solution la plus efficace économiquement, eu égard au service demandé. La puissance souscrite, les accords de maintenance et de gestion centralisée du chauffage sont notamment

²¹ Les projets « MDE-Campus » relèvent d'un partenariat ADEME-EDF-EcoCampus. Cinq établissements universitaires sont engagés à l'heure actuelle dans cette opération pilote. Pour plus d'informations, voir : http://www.ecocampus.net/ecocampus/default_flash.html

des éléments à examiner. L'étude minutieuse des contrats de fourniture d'électricité par EDF sur 2000-2002 met en évidence de nombreux dépassements de puissance souscrite dont les pénalités peuvent représenter jusqu'à 10 % du montant de la facture. Un ajustement de certains contrats à la puissance réellement appelée permettra de réaliser des économies considérables sur le budget électricité de l'UPMF. La gestion centralisée du chauffage du campus est assurée par une société extérieure qui facture ses services sur une base forfaitaire. Outre la rémunération de la régulation et de la maintenance des installations de chauffage, le forfait inclut la facturation forfaitaire des consommations de gaz naturel des chaufferies de l'UPMF. Un examen minutieux est en cours pour déterminer si ce forfait est le plus adapté aux besoins de l'UPMF ou si une facturation des consommations réelles ne serait pas plus avantageuse économiquement.

En plus de l'analyse des factures, les visites sur sites constituent un élément complémentaire de l'audit énergétique. Au moins une visite a été effectuée dans chacun des bâtiments du périmètre du bilan-gaz à effet de serre. L'équipement en appareils consommateurs d'électricité (éclairage, parc informatique, photocopieurs, fax,...) et les conditions de gestion des consommations d'électricité ont été observés. De même, la température en différents points des bâtiments, l'équipement, les modes de régulation et de pilotage du chauffage ont été systématiquement relevés. A l'issue de ces visites, il apparaît que certaines caractéristiques sont communes à la plupart des bâtiments.

Au niveau des appareils électriques, de très nombreux appareils demeurent en permanence en fonctionnement, car ils ne sont pilotés ni par une minuterie ou un détecteur de présence (éclairage des parties communes), ni par un système de mise en veille automatique (ordinateurs, photocopieurs, fax). Beaucoup de bureaux possèdent des imprimantes individuelles, alors qu'un système de partage d'imprimantes par zone (par couloir ou par étage, par exemple) s'avérerait beaucoup plus efficace énergétiquement. Certains luminaires correspondent à la génération technologique actuelle et sont donc efficaces énergétiquement. D'autres, cependant, sont obsolètes (tubes fluorescents sans réflecteurs), ou fournissent un éclairage halogène indirect, sources dans les deux cas de surconsommations d'électricité.

Au niveau du chauffage, hormis dans les bâtiments récents, la plupart des installations ne possèdent pas de sonde d'ambiance qui permettrait d'ajuster la température de la pièce en fonction de la température réelle. De même, nombreux sont les radiateurs sans robinets, ou sans robinets thermostatiques. En conséquence, certains bâtiments semblent surchauffés et conduisent les usagers à ouvrir les fenêtres.

2.3 Bilan et diagnostic des émissions de gaz à effet de serre des déplacements

Le tableau 8 présente une estimation grossière des émissions de CO₂ de l'UPMF dues aux déplacements des personnes. De plus, elle est partielle car seuls les déplacements avec la flotte de véhicules propriétés de l'UPMF et les déplacements domicile-campus ont été évalués. En particulier, les déplacements des agents de l'UPMF hors du campus, dans le cadre de leur travail, n'ont pas été estimés.

L'estimation des émissions des déplacements domicile-campus repose sur des hypothèses très simplificatrices (voir section 1.4) qui ont deux conséquences. Premièrement, les émissions sont plutôt sous-estimées, car la répartition modale des déplacements du personnel universitaire est supposée identique à celle des étudiants. Dans la réalité, le personnel utilise a

priori plus les transports individuels -plus générateurs de CO₂ que les transports en commun- que les étudiants. Ensuite, les variations d'une année à l'autre de ces émissions estimées ne proviennent que des variations des effectifs étudiants.

Tableau 8 : Bilan-gaz à effet de serre des déplacements

t CO ₂	2000	2001	2002	% du total des émissions 2002	Rappel répartition modale des déplacements individuels
Emissions directes					
Véhicules UPMF	13	18	15	0,3%	
Emissions indirectes des déplacements domicile-travail (tCO₂)					
Voiture	3571	3547	3607	80,5%	21%
Bus	709	705	717	16,0%	27%
Tramway	71	71	72	1,6%	30%
Train	71	71	72	1,6%	9%
Modes doux	0	0	0	0,0%	13%
Emissions indirectes totales	4422	4393	4468	99,7%	100%
Emissions totales des déplacements	4435	4411	4483	100%	

Le tableau met en évidence que les sources directes d'émission sont très réduites, comparées aux sources indirectes. Ceci est lié au fait que l'UPMF n'est propriétaire que de quelques véhicules. Les émissions indirectes proviennent à plus de 80 % des véhicules personnels, alors que seulement 20 % des déplacements domicile-campus sont effectués en voiture. Cette disproportion s'explique par le facteur d'émission de CO₂ par kilomètre parcouru, qui est beaucoup plus élevé pour un passager d'une voiture que pour un passager de tout mode de transport en commun (voir tableau 1). Le tableau 8 révèle, si besoin était, la nécessité d'encourager les usagers du campus (et plus généralement tout utilisateur de voiture personnelle) à utiliser les transports en commun.

2.4. Bilan-gaz à effet de serre global de l'UPMF

Le tableau 9 récapitule les émissions de CO₂ de l'UPMF (campus). Celles-ci ont baissé annuellement de 1 à 2 % entre 2000 et 2002, sous l'effet conjugué de la baisse des émissions du chauffage (chauffage au gaz naturel, plus précisément) et, pour 2000-2001, de celle des émissions des déplacements domicile-campus.

Les émissions directes représentent presque 20 % des émissions mises à jour, contre donc 80 % pour les émissions indirectes²². Les émissions directes émanent de sources dont l'UPMF est propriétaire et en quelque sorte juridiquement responsable. Si, à terme, les émissions de gaz à effet de serre de toute entité économique devaient être limitées quantitativement, la mesure des émissions de l'UPMF porterait sur ces seules émissions. Cependant, de

²² Toutes les émissions indirectes n'ont pas été évaluées dans ce bilan, loin s'en faut : outre les émissions des déplacements des agents hors du campus dans le cadre de leur travail, ou encore les émissions liées aux consommations de papier, de nombreuses autres émissions indirectes pourraient être comptabilisées. On peut citer par exemple les émissions liées à la construction des bâtiments, les émissions incorporées dans le mobilier,...

nombreuses sources d'émissions indirectes peuvent aussi faire l'objet d'actions de réduction par l'UPMF. La comptabilisation des émissions indirectes permet ainsi de mettre à jour des axes de progrès en termes de performance environnementale, parallèlement à des économies budgétaires (voir partie 3).

Tableau 9 : bilan-gaz à effet de serre global de l'UPMF

tCO ₂	2000	2001	Var 2001/2000	2002	Var 2002/2001	% du total des émissions 2002
Directes :						
- Chauffage	1347	1262	-6,3%	1132	-10,3%	18,7%
-Véhicules UPMF	13	18	38,5%	15	-16,7%	0,2%
Indirectes :						
- Chauffage et électricité	408	398	-5,4%	423	-6,3%	7,0%
-déplacements domicile-campus	4422	4393	-0,7%	4468	1,7%	74,0%
Emissions Totales	6190	6071	-1,92%	6038	-0,6%	100%

Les émissions de CO₂ de l'UPMF proviennent des déplacements domicile-campus pour près des trois quarts. Plus précisément, elles proviennent des déplacements en véhicules individuels pour près de 60% du total, puisque ces déplacements en voiture émettent 80 % du CO₂ des déplacements domicile-campus. Même si les estimations de ces émissions sont très grossières, elles sont probablement sous-estimées (voir section 2.3). Le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF montre ainsi clairement le poids de la variable « transports », et plus précisément « transports individuels » dans les émissions de l'université.

2.5. Conclusion intermédiaire

Le diagnostic du bilan-gaz à effet de serre a permis de mettre à jour les principales caractéristiques des émissions de gaz à effet de serre de l'université, de faire apparaître quelques points critiques dans les consommations d'énergie et d'ouvrir ainsi la voie à des actions de maîtrise de l'énergie et de réductions d'émissions de gaz à effet de serre. La partie suivante présente les nombreuses actions qui peuvent être engagées pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

3. Propositions d'actions, évaluation des réductions d'émissions associées et évaluation monétaire

Les actions qui peuvent être mises en place en vue de réduire les émissions de gaz à effet de serre de l'université ne concernent ici que les volets chauffage et consommations d'électricité. Au vu du bilan-gaz à effet de serre global dressé ci-dessus, les actions relatives aux déplacements s'avèrent nécessaires. Cependant il convient tout d'abord d'affiner l'estimation des déplacements domicile-campus. De plus, les actions dans ce domaine doivent s'inscrire à l'échelle de la totalité du campus universitaire et impliquer les autres universités de Grenoble présentes sur le campus au même titre que l'UPMF.

Les actions proposées sont présentées ci-dessous dans quatre sections distinctes, selon qu'elles relèvent d'aspects organisationnels, techniques, de campagnes de sensibilisation ou d'engagements institutionnels.

3.1. Actions organisationnelles

Ces actions portent sur les processus de décision internes à l'université. Elles incluent des actions correctives immédiates, à l'échelle de six mois, tout comme des actions à moyen terme.

Les actions immédiates représentent des économies budgétaires évidentes pour l'université par la réduction des consommations de chauffage et d'électricité, à coût quasi nul pour l'université²³. Il s'agit de s'assurer de la continuité du circuit d'information qui part de la décision du Président de l'université de couper le chauffage lors de la fermeture officielle de l'université (vacances de Noël) jusqu'à son exécution effective. De même, une procédure pourra être définie pour garantir la coupure de la climatisation pendant la fermeture officielle de l'université les quinze premiers jours d'août, dans l'unique bâtiment climatisé. Enfin, il conviendra, pour le prestataire de service, de revoir la gestion technique centralisée de l'énergie de l'UPMF sur le campus. La température des locaux devra notamment être régulée de façon plus adaptée aux conditions météorologiques extérieures, pour éviter l'ouverture des fenêtres en plein hiver.

A l'horizon de six mois, là encore à coût quasi nul, des tableaux de bord de suivi mensuel des consommations d'énergie peuvent être mis en place à l'intendance et dans les centres de gestion autonomes, à partir des suggestions apportées par les acteurs du projet pour répondre aux besoins des services. Ces tableaux de bord doivent permettre de décider rapidement d'actions correctives en cas de dérapage des consommations d'énergie. A ce même horizon de temps, les services de gestion de l'UPMF pourront demander à ce que les relevés des consommations de la Compagnie de Chauffage ne soient plus libellés en MWh mais en kWh. Les contrats souscrits auprès d'EDF et du prestataire du chauffage pourront être renégociés. Il convient toutefois de noter que cette dernière action mènera à des économies budgétaires sans réduction des consommations, et donc sans réduction des émissions de CO₂.

A moyen terme, l'université pourra s'engager dans une démarche systématique de maîtrise de l'énergie, par exemple en adoptant une charte qui définirait les contraintes à respecter lors de changements d'équipements consommateurs d'énergie et lors de la construction de nouveaux bâtiments. Cette charte pourrait s'inscrire plus largement dans une démarche « Haute Qualité Environnementale » (HQE).

3.2 Actions techniques

Les actions techniques concernent les équipements émetteurs de gaz à effet de serre et plus précisément les équipements de chauffage et ceux consommateurs d'électricité. Il s'agit d'envisager l'installation de nouveaux équipements ou le remplacement de divers équipements par des appareils plus efficaces énergétiquement et donc moins émetteurs de gaz à effet de serre. Les actions pourront être classées par ordre croissant de temps de retour sur investissement. En d'autres termes, les équipements dont le temps de retour est inférieur à un an devraient être installés sans attendre, tandis que ceux avec un temps de retour plus long nécessiteront plus de réflexion. Ceci signifie que pour chaque équipement potentiel à installer,

²³ Les seuls coûts de cette mesure concernent des coûts de transaction, entre les acteurs du projet d'université citoyenne et les décideurs de l'université d'une part, entre ces derniers et les personnes chargées sur le terrain de la régulation du chauffage des locaux d'autre part.

il conviendra d'effectuer un calcul économique de rentabilité pour déterminer le temps de retour.

Au niveau du chauffage, la pose de sondes d'ambiance dans de nombreux bâtiments et/ ou de robinets thermostatiques sur les radiateurs devrait permettre de mieux réguler les températures des bureaux, des salles de classe, des amphithéâtres et des zones de passage.

Du côté de l'électricité, divers équipements peuvent contribuer à une meilleure efficacité énergétique. L'enjeu est considérable compte tenu des superficies à éclairer et du nombre probable d'ordinateurs branchés chaque jour ouvré²⁴. Le remplacement de lampes à incandescence ou halogènes par des lampes fluorescentes compactes, le remplacement des lampes fluorescentes (improprement appelées « néons ») anciennes par des lampes avec réflecteurs permettent des consommations unitaires moindres pour des temps de retour sur investissement très rapides. L'installation de minuteries et de détecteurs de présence dans les endroits de passage qui sont pour l'heure éclairés en permanence représente également des investissements faibles avec des temps de retour minimales (minuteries) à acceptables (de l'ordre de cinq ans pour les détecteurs)²⁵. Les consommations de marche ou de veille classique des ordinateurs en l'absence des utilisateurs pourraient être fortement réduites par la mise en veille prolongée automatique des ordinateurs. Par cette opération, l'ordinateur est éteint et ne consomme donc plus d'électricité mais l'environnement de travail est sauvegardé. Ainsi, lors du redémarrage de l'ordinateur, les programmes et documents ouverts lors de la dernière utilisation réapparaissent.

3.3 Actions de sensibilisation

Des campagnes d'information seront nécessaires dans l'optique de parvenir à un changement de comportement des usagers de l'UPMF (étudiants et personnel). Deux types de campagnes semblent intéressants à promouvoir. Le premier pourrait mettre l'accent sur la nécessité de développer un comportement citoyen, par exemple en invitant les utilisateurs à couper quotidiennement leur ordinateur et leur écran lors de leur départ définitif. EDF souligne que 20 heures de veille classique d'un ordinateur consomment autant d'électricité que 4 heures d'utilisation²⁶. La veille des appareils électriques est devenue de façon générale une source de gaspillage d'électricité importante qu'il convient de limiter (AIE, 2001). Une telle campagne pourrait indirectement contribuer à une prise de conscience des individus de l'impact des veilles de leurs appareils domestiques personnels et mener à un changement de comportement vis-à-vis de ces veilles à leur domicile. Un autre exemple de campagne en faveur d'un comportement citoyen pourrait inviter les personnes du bâtiment climatisé à régler leur thermostat de climatisation de façon modérée.

Un deuxième type de campagne pourrait porter sur les déplacements, pour inciter les usagers de l'UPMF à utiliser plus les transports en commun ou, à défaut, à pratiquer de façon massive

²⁴ On peut estimer le parc d'ordinateurs personnels (les « PC ») au minimum à 1500 postes, en faisant l'hypothèse que chacun des quelque 1000 membres du personnel de l'université sur le campus a un ordinateur et que les UFR, les bibliothèques, les laboratoires de recherche mettent à disposition des étudiants ou des extérieurs au moins 500 postes.

²⁵ Les temps de retour mentionnés ici proviennent de l'étude de l'Agence régionale de l'Energie-Provence Alpes Côte d'Azur (2001).

²⁶ Source : <http://particuliers.edf.fr/article243.html>

le covoiturage²⁷. Les déplacements vers le campus ou en partance du campus sont de plus en plus congestionnés à certaines heures de la journée. Des difficultés de stationnement découlent également de l'afflux massif de véhicules individuels sur le campus. Cette campagne pourrait mettre l'accent sur les gains économiques individuels tirés d'un transfert du transport individuel vers les transports en commun (tramway, bus, train-express-régional) ou vers le covoiturage. Le calcul des gains économiques est indispensable pour cette campagne et fera l'objet d'une analyse coûts-avantages dans laquelle les coûts externes du transport individuel seront inclus (Hubert, 2004).

3.4 Propositions d'engagements institutionnels

Les actions proposées ci-dessus relèvent du fonctionnement interne de l'université. Cependant diverses actions peuvent être aussi envisagées au niveau de la Présidence de l'université, à destination de l'extérieur. Elles viseraient à engager l'université en tant qu'entité institutionnelle. Des actions de communication externe pourraient promouvoir le projet auprès des divers partenaires de l'université et auprès d'autres universités²⁸. La campagne de sensibilisation en faveur des transports en commun et du covoiturage pourrait s'inscrire plus largement dans la réflexion menée actuellement au niveau interuniversitaire pour développer un plan de déplacement sur le campus.

Le développement d'une image citoyenne de l'université pourrait également être renforcé par la décision de l'université d'acheter des réductions d'émission de gaz à effet de serre pour compenser la totalité de ses propres émissions (« carbon offsets ») et garantir ainsi la « neutralité » de l'UPMF vis-à-vis de l'effet de serre. Cette décision ne viendrait évidemment pas remplacer les actions de maîtrise de l'énergie et de réduction des émissions proposées précédemment. L'idée est plutôt de constater que l'UPMF est actuellement vouée à émettre des gaz à effet de serre de par son activité, malgré tous les efforts de réduction possibles. L'achat de compensations contribue simplement à augmenter encore l'engagement de l'université dans la lutte contre le changement climatique. Les compensations achetées doivent répondre à certains critères tels que l'« additionalité »²⁹ et la vérifiabilité. Une analyse de ces critères pour divers organismes vendeurs de compensations carbone devra être fournie à l'université, comme outil d'aide à la décision³⁰.

L'achat d'« électricité verte » s'inscrit dans la même perspective. Une analyse de l'opportunité ou non pour l'UPMF de se lancer dans cette opération pourra être effectuée lors de l'ouverture du marché européen de l'électricité à la concurrence, à partir de juillet 2004.

En termes d'enseignements, l'offre de cours relatifs au changement climatique pourrait être enrichie pour les étudiants en économie, et proposée pour les étudiants en droit ou en sciences politiques. Ces cours aborderaient différents aspects de la question climatique en fonction de la discipline considérée.

²⁷ Préalablement à cette campagne, l'estimation des émissions liées aux déplacements domicile-campus devra être affinée.

²⁸ La création de pages web sur le site Internet de l'UPMF est l'exemple le plus immédiat.

²⁹ L'additionalité existe si le projet financé par des compensations carbone n'aurait pas eu lieu autrement.

³⁰ Les organismes suivants organisent par exemple le commerce de compensations carbone : The Climate Trust (<http://www.climatetrust.org/>), Climate Care (<http://www.climatecare.org/Individuals/index.cfm>)

3.5 Synthèse des actions

Lorsque toutes les actions possibles de réduction d'émissions auront été identifiées, il conviendra d'en dresser un tableau récapitulatif et de faire apparaître les économies d'énergie attendues, les réductions d'émissions attendues ainsi que l'impact sur le budget de l'université. Une proposition d'objectif quantitatif de réduction des émissions de CO₂ de l'université pourra être formulée à partir de ce tableau.

Il est clair que certaines actions seront délicates à chiffrer tant en termes monétaires qu'en termes de réductions de consommations d'énergie et de réductions d'émissions. C'est le cas notamment des campagnes de sensibilisation. Il est clair également que certaines actions proposées ne s'inscrivent pas a priori dans une perspective d'efficacité économique : l'achat de compensations des émissions de carbone ou l'achat d'électricité verte ne peuvent pas se justifier par un retour sur investissement. Le gain de ces deux actions est avant tout un avantage en termes de réputation, d'image de l'université.

Conclusion

L'élaboration du projet d'université citoyenne et la décision potentielle de l'université de s'engager à réduire ses émissions de gaz à effet de serre reposent sur l'utilisation de divers outils économiques. La construction du bilan-gaz à effet de serre et la mise en place d'une enquête pour estimer les émissions des déplacements constituent les deux outils principaux indispensables au diagnostic des émissions. Les propositions d'actions, ensuite, reposent pour certaines sur les résultats de calculs économiques (choix d'investissement), pour d'autres sur une analyse coûts-avantages (report modal des déplacements), pour d'autres encore sur des analyses économiques développées dans d'autres cadres (compensations carbone, achat d'électricité verte).

Les résultats attendus de ce projet d'université citoyenne sont en premier lieu des réductions d'émissions de gaz à effet de serre. Cependant il convient de compter également avec des co-bénéfices substantiels. Les gains sur le budget « énergie » de l'université seront une conséquence de la maîtrise des consommations d'énergie et des émissions. Les économies sur les déplacements du personnel et des étudiants seront obtenues grâce à des reports modaux, qui eux-mêmes permettront une diminution des congestions de trafic automobile, de moindres difficultés de stationnement et une réduction de la pollution locale. L'image « verte » dont bénéficiera l'université, tout comme l'essaimage du projet à d'autres universités, voire à d'autres collectivités locales qui présenteraient les mêmes caractéristiques (exemple : une petite municipalité) constituent également des co-bénéfices du projet.

Une analyse globale des coûts et des bénéfices du projet pourrait être menée. Mais plusieurs difficultés ne manqueraient pas d'apparaître. Une telle étude demanderait des moyens humains et financiers que l'université ne serait assurément pas en mesure de déployer. Par ailleurs, la valorisation monétaire de certains bénéfices non marchands (coûts externes évités par la baisse du transport individuel, image de l'université,...) serait délicate et inévitablement sujette à controverse.

Bibliographie

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), 2003. *Bilan Carbone d'une activité industrielle ou tertiaire*. Décembre, disponible sur Internet à l'adresse : <http://www.ademe.fr/Outils/BilanCarbone/telechargement.htm>

Agence Internationale de l'Energie (AIE), 2001. *Things that Go Blip in the Night ; Standby Power and How to Limit it*. OECD / IEA.

Agence Régionale de l'Energie Provence Alpes Côte d'Azur, 2001. *Etude de solutions de maîtrise de la demande d'électricité pour l'éclairage des lycées*. Rapport final Enertech, disponible sur Internet à l'adresse : http://perso.club-internet.fr/sidler/EcLy_RF.PDF

Blanchard (O.), Parodi (S.), 2004. *Bilan gaz à effet de serre : méthodologie et application au cas de l'UPMF*. Document interne prochainement disponible à l'adresse : <http://www.upmf-grenoble.fr/iepe/Equipe/blanchard/blanchardIntro.html>

Forys (C.), 2003. *Le projet Camplus au service des étudiants*. Mémoire de 2^{ème} année d'IUP Ingénierie Economique, Université Pierre-Mendès France.

Hubert (M.), 2004. *Coûts environnementaux de l'automobile*. Note de méthode, IFEN (à paraître).

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2001. *Summary for Policymakers to Climate Change 2001*. Synthesis Report of the IPCC Third Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press. Disponible sur Internet à l'adresse: <http://www.ipcc.ch/pub/tar/syr/index.htm> (June 27, 2002).

Putt Del Pino (S.), Bhatia (P.), 2002. *Working 9 to 5 on Climate Change : an Office Guide*, World Resources Institute, disponible sur Internet à l'adresse : http://pubs.wri.org/pubs_description.cfm?PubID=3756

Tufts Institute of the Environment, 2002. *Method for Conducting a Greenhouse Gas Emission Inventory for Colleges and Universities*, Tufts University, disponible sur Internet à l'adresse: <http://www.tufts.edu/tie/tci/pdf/InventoryMethods.pdf>

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), 1992. New York, May 9.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), 1997. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*.

Annexe 1 : Patrimoine immobilier de l'UPMF en 2002 et périmètre du bilan-gaz à effet de serre

Bâtiments	Nom utilisé dans l'étude	Adresse	Ville	Agglo.	Campus	Inclus dans le bilan	Superficie en m ²
Bâtiment administratif	Site central	151, rue des Universités	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	7652
Galerie des amphis		151, rue des Universités	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	
PUG - ANRTS		1041, rue des Résidences	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	404
Bâtiment logistique		1041, rue des Résidences	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	441
Patio		1043, rue des Résidences	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	1064
Agora (salles de TD D)		1041, rue des Résidences	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	1185
Trèfle		75, rue des Universités	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	1078
Centre des Langues Vivantes		77, rue des Universités	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	2126
Faculté de Droit		73, rue des Universités	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	1713
BATEG		1221 - 1241, rue des Résidences	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	5932
Institut d'Etudes Politiques	IEP	1030, avenue Centrale	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	7447
Maison des Sciences de l'Homme - Alpes	MSH	1221, avenue Centrale	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	1438
Bâtiment des Arts et Sciences Humaines	ARSH	1281, avenue Centrale	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	4842
Bâtiment des Sciences de l'Homme et des Mathématiques	BSHM	1251, avenue Centrale	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	7870
Ecole Supérieure des Affaires	ESA	525, avenue Centrale	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	4363
SICD 2	BU Droit et Lettres	1130, avenue Centrale	St Martin d'Hères	OUI	OUI	OUI	14201
Cité des Territoires Vigny-Musset		14, avenue Marie Reynoard	Grenoble	OUI	NON	NON	2974
IUT Verdun		Place Verdun	Grenoble	OUI	NON	NON	2997
IUT 2		2, place Doyen Gosse	Grenoble	OUI	NON	NON	10387
IUP Commerce et Vente		1, rue Voltaire	Grenoble	OUI	NON	NON	295
IUT 2		Place C. Brenier	Grenoble	OUI	NON	NON	3823
CDPG		5, rue de la liberté	Grenoble	OUI	NON	NON	295
CUIPED		2, place de l'Etoile	Grenoble	OUI	NON	NON	235
IUT Valence		51 rue Barthélémy de Laffemas -	Valence	NON	NON	NON	8246
IUT Vienne		Espace St Germain 36, avenue du	Vienne	NON	NON	NON	4826

		Général Leclerc					
Bâtiment Sciences Economiques Valence		Pôle universitaire Latour-Maubourg 87, avenue de Romans	Valence	NON	NON	NON	3359
SUPERFICIE TOTALE BATIMENTS UPMF							99193
Dont superficie du périmètre du bilan- gaz à effet de serre							61756

Source : Intendance UPMF

Annexe 2 : Gaz à effet de serre et sources d'émissions de l'UPMF

Gaz à effet de serre ou famille de gaz ³¹	Symbole chimique	Principales sources d'émissions anthropiques ³²	Sources d'émission UPMF	
			<i>Emissions directes</i>	<i>Emissions indirectes</i>
Dioxyde de carbone	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Combustion d'énergie fossile (charbon, pétrole, gaz) • Production industrielle (ciment) • Déforestation • Combustion de bois 	<ul style="list-style-type: none"> • Combustion de gaz naturel dans les chaufferies UPMF • Déplacements avec les véhicules UPMF 	<ul style="list-style-type: none"> • Consommation de chauffage urbain • Consommation d'électricité • Déplacements motorisés des étudiants et du personnel UPMF • Consommation de papier non recyclé
Méthane ou "gaz naturel"	CH ₄	<ul style="list-style-type: none"> • Elevage des ruminants • Culture du riz • Décharges d'ordures ménagères et compostage • Exploitation pétrolière, gazière et charbonnière 		
Protoxyde d'azote	N ₂ O	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation des engrais azotés • Procédés chimiques 		
Hydrofluorocarbones³³	HFC	<ul style="list-style-type: none"> • Propulsion dans les aérosols • Fluides réfrigérants (climatisation) 		<ul style="list-style-type: none"> • Climatisation
Hydrocarbures perfluorés²³	PFC	<ul style="list-style-type: none"> • Electrolyse de l'aluminium 		
Hexafluorure de soufre	SF ₆	<ul style="list-style-type: none"> • Industries primaire et secondaire du magnésium • Utilisation comme agent diélectrique et de coupure dans les équipements électriques 		

³¹ Gaz figurant à l'annexe A du Protocole de Kyoto à la Convention-Cadre des Nations Unies sur le changement climatique.

³² Sources : www.manicore.com et www.citepa.org/pollution/sources.htm#sf6

³³ Les HFC et PFC sont regroupés dans la famille des halocarbures.

Annexe 3 : consommations de chauffage et d'électricité de l'UPMF

Tableau A.3.1 : consommations de gaz naturel dans les chaufferies de l'UPMF (MWh)

Sites	2000	2001	Var 2001/ 2000	2002	Var 2002/2001
Site central	2 664,1	2 518,1	-5%	2 446,2	-3%
IEP	849,9	810,9	-5%	782,8	-3%
BSHM	988,8	895,1	-9%	719,9	-20%
BU Droit et Lettres	1 227,1	1 145,8	-7%	866,7	-24%
TOTAL	5 729,9	5 369,8	-6%	4 815,6	-10%

Tableau A.3.2 : consommations de chauffage urbain (MWh)

Sites	2000	2001	Var 2001/ 2000	2002	Var 2002/2001
MSH	115	127	10%	132	4%
ARSH	258	460	78%	439	-5%
ESA	302	331	10%	350	6%
TOTAL	675	918	36%	921	0%

Source : Intendance UPMF

Tableau A.3.3 : consommations mensuelles d'électricité du campus de l'UPMF (MWh)

Mois	2000	2001	Var 2001/ 2000	2002	Var 2002/2001
janvier	227,1	230,9	2%	230,2	0%
février	260,0	242,5	-7%	259,6	7%
mars	215,1	271,3	26%	236,4	-13%
avril	210,0	187,2	-11%	228,1	22%
mai	180,1	216,7	20%	207,2	-4%
juin	165,1	175,0	6%	184,9	6%
juillet	119,2	132,7	11%	206,9	56%
août	97,9	95,6	-2%	156,5	64%
septembre	131,0	64,3	-51%	149,6	133%
octobre	205,0	320,3	56%	238,2	-26%
novembre	230,3	286,9	25%	264,5	-8%
décembre	256,4	275,9	8%	277,8	1%
TOTAL	2 297,2	2 499,3	9%	2 640,0	6%