

**PROGRAMME**  
**"GESTION ET IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE"**

**APPEL A PROPOSITIONS DE RECHERCHE**

**Contexte Général**

L'atmosphère et le climat sont soumis à un certain nombre de modifications du fait, notamment, des activités humaines. L'opinion et les pouvoirs publics sont de plus en plus préoccupés par les changements climatiques liés à l'accroissement de l'effet de serre qui risquent d'entraîner des effets néfastes sur les écosystèmes et les ressources naturelles, sur les infrastructures et les activités économiques et plus généralement sur le bien-être des générations futures.

Face à ces menaces, la France a ratifié avec de nombreux pays la Convention de Rio sur le changement climatique et elle s'est engagée au sein de l'Union Européenne à limiter ses émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le cadre du protocole de Kyoto. L'application et le suivi efficaces des dispositions prévues dans ces accords internationaux nécessitent d'être fondés sur de solides évaluations scientifiques et économiques des risques encourus et des moyens techniques, économiques, sociaux et politiques de minimiser ces risques.

Pour répondre à cette nécessité, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) et la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre (MIES), en liaison avec le MENRT, les autres ministères concernés (MEFI, METL, MAP) et l'ADEME, ont mis en place pour une période de 5 ans (1999-2003) le programme de recherche "Gestion et Impacts du Changement Climatique" (GICC). Ce programme fédérateur constitue le volet "Impacts" du dispositif national de recherche sur l'atmosphère et le climat en intégrant les recherches en cours impulsées par le MATE dans ses actions antérieures. Il fait l'objet du présent appel à propositions de recherches (APR) avec des moyens financiers importants.

L'objectif général est de développer les recherches finalisées menées en France dans le domaine des impacts du changement climatique, pour **mettre au point les outils et les méthodes qui permettront aux pouvoirs publics d'optimiser les stratégies de prévention de l'augmentation de l'effet de serre et d'adaptation au changement climatique.**

L'appel à propositions de recherches est structuré en quatre grands chapitres :

- *la scène des négociations internationales*
- *les stratégies de réduction des émissions en France et dans l'Union Européenne*
- *l'évaluation, les impacts et les stratégies d'adaptation au risque climatique*
- *les développements méthodologiques*

Les équipes sont invitées à répondre à l'APR en recherchant la plus grande association possible entre les différents thèmes proposés, entre autres en constituant des regroupements multidisciplinaires, ou en permettant une extension au plan géographique (intégration spatiale à l'échelle du territoire). *Ce caractère intégré et multidisciplinaire sera un critère de sélection des projets, notamment pour les projets relevant de l'axe 3* qui devront chercher à associer des physiciens, des biologistes et des socio-économistes. Un nombre limité de grands projets intégrés, regroupant des équipes aux compétences complémentaires, sera financé.

Les propositions devront faire état de leur articulation souhaitée avec d'autres programmes nationaux et/ou européens dont les financements peuvent être combinés avec le programme GICC.

Deux types de réponse sont possibles pour tous les thèmes, à l'exception de ceux pour lesquels il est spécifiquement demandé de répondre exclusivement par une déclaration d'intention (cf. *infra*) :

- projets de recherche complets finançables au cours de l'année 1999 ;
- déclarations d'intention, à partir desquelles le programme GICC organisera des rencontres et séminaires au cours de l'année 1999, de façon à faciliter l'émergence de propositions intégrées en réponse à l'APR de l'année 2000.

**Les proposant sont invités à préciser dans la lettre accompagnant leur dossier quel type de projet (projet de recherche complet ou déclaration d'intention) est concerné par leur demande.** Ces dossiers, présentés selon le modèle fourni en annexe, devront parvenir en **60 exemplaires avant le 31 mars 1999** à

**Maurice MULLER**  
**Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement**  
**DGAD / SRAE**  
**20 avenue de Ségur**  
**75302 PARIS 07 SP**

Ils seront examinés par le Conseil Scientifique du programme (CS GICC) qui évaluera la qualité scientifique des projets, éventuellement avec avis d'experts étrangers. Sur la base des recommandations du CS, les projets prioritaires seront sélectionnés par le Comité d'Orientation (CO GICC), où sont représentés les donneurs d'ordre du programme (ministères et agences concernés par l'effet de serre, utilisateurs des résultats de la recherche, GIP Hydrosystèmes, GIP ECOFOR, INSU) qui décideront in fine de l'attribution des aides.

## **Thème 1 - La scène des négociations internationales**

### **1.1. La scène des négociations internationales, entre équité et efficacité**

Cinq questions vont dominer les négociations dans le cadre de la Convention sur le climat:

- les questions liées à la participation des pays en développement;
- la nature des dispositifs communs ou harmonisés à mettre sur pied pour estimer les émissions ou les puits, contrôler le respect des objectifs quantifiés, sanctionner et pénaliser les pays défaillants;
- l'organisation des différents mécanismes internationaux de flexibilité prévus par le Protocole de Kyoto;
- la détermination des objectifs quantifiés par pays pour les périodes postérieures à 2012;
- l'identification des politiques et mesures qu'il serait nécessaire d'harmoniser de façon internationale.

Ces questions ont besoin d'être mieux éclairées par les travaux des différentes disciplines économiques, juridiques, politiques et sociales, éthiques et philosophiques. Les considérations d'équité et d'efficacité économique seront privilégiées à cette occasion, autour des thèmes suivants :

- modalités de la répartition des efforts, au crible de l'acceptabilité et de différentes théories de la justice et de la légitimité; faut-il des critères, lesquels ?
- approche critique, rétrospective et prospective de l'idée d'une convergence à long terme (des droits initiaux, des émissions réalisées) ;
- organisation de la négociation (coalitions partielles entre parties, procédures suivies, influence des experts scientifiques);
- **jeu des différents acteurs et organisations (quelles ont les raisons pour lesquelles ces questions constituent un enjeu pour eux ? Comment interagissent-ils ? Comment "construisent-ils" ces problèmes ? Comment développent-ils controverses et débats publics ? Comment utilisent-ils la catégorie risque?);**
- règles du commerce international des quotas d'émission du point de vue de l'efficacité environnementale et économique (estimation des potentiels de gain; formules d'interprétation de la clause d'additionnalité; répartition des rentes; conciliation entre efficacité statique à court et moyen terme et efficacité dynamique résultant de la stimulation additionnelle du progrès technique et de l'orientation précoce des choix d'infrastructures; Mécanisme de Développement Propre (MDP) comme mécanisme économique dans les PED; mécanisme de mise en œuvre conjointe; permis négociables et réformes fiscales écologiques; impacts sur la compétitivité des entreprises de l'existence de zones soumises à des régimes différents et d'une non harmonisation des régimes nationaux).

## 1.2. La dimension juridique

Le principe d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre (ou permis d'émission négociable), entre pays ayant des quotas définis en matière de réduction des émissions, permet aux Etats, et par extension aux entreprises concernées, qui réduisent plus d'émission que le quota qui leur est attribué, de revendre le surplus à d'autres Etats ou entreprises qui auraient dépassé leur plafond d'émission.

Cet échange de droits nécessite une réglementation des mécanismes institutionnels correspondants: quelle mise en œuvre juridique, étant observé que l'Etat est à la fois arbitre (définition des règles institutionnelles) et acteur (cessibilité des droits) sur un marché interne et international ? *La question générale posée est: comment anticiper les négociations ?*

En droit international, l'échange de droits d'émission devra être apprécié tant au niveau de l'Etat que des entreprises. Le MDP ou l'application conjointe permettent de compenser les émissions d'un pays par des réductions équivalentes dans un autre pays. Il faudra examiner les répercussions de ces mécanismes sur le plan de la concurrence internationale et de ses éventuelles limitations. Quels critères pour déterminer un prix du marché pour ces compensations ? Quels mécanismes fiscaux dans les Etats de départ (retenues à la source ou

non) et d'arrivée (crédits d'impôts ou non) ? Cette compensation doit-elle être rattachée à un contrat commercial international ? Sous quel régime juridique ? Avec quelles garanties destinées à encadrer ce transfert de droits ? Comment faire respecter les engagements mutuels des contractants ?

## **Thème 2 – Les stratégies de réduction des émissions en France et dans l'Union européenne**

### **2.1. La France dans l'Union Européenne**

Les objectifs de limitation des émissions de GES pris par les pays européens dans le cadre de l'accord de Kyoto devront se traduire par des mesures prises par les pouvoirs publics tant au niveau communautaire qu'au niveau des Etats Membres. Deux types de question méritent d'être approfondies:

- l'une concerne l'efficacité économique et sociale des mesures au regard d'un côté des bénéfices attendus, et de l'autre, des coûts marginaux de réduction des émissions dans les différents secteurs de consommation et dans les différents pays; des outils de modélisation ont été développés afin de hiérarchiser les différents gisements de réduction d'émission et il convient de développer et de valoriser ces outils. Les propositions devront s'attacher à évaluer précisément les mesures propres à exploiter ces gisements et les coûts associés, incluant les coûts administratifs des mesures, leurs effets sur l'emploi et les revenus, ainsi que les bénéfices attendus, particulièrement au regard de la mise en oeuvre des stratégies d'adaptation (cf. thème 3) . Les résultats devraient permettre de décrire de façon détaillée la hiérarchisation des actions à entreprendre dans les différents secteurs et pays en fonction de leur efficacité ;
- l'autre est relative aux conditions de mise en oeuvre des mesures et des politiques de limitation des émissions: afin d'éviter des distorsions de concurrence certaines mesures doivent être prises au niveau communautaire; d'autres en revanche relèvent d'échelles territoriales plus locales. L'identification des mesures les plus efficaces économiquement devra être complétée par une évaluation des niveaux les plus pertinents de mise en oeuvre.

Les propositions devront s'attacher à identifier les outils et travaux existants dans ce domaine afin de valoriser les acquis existant tant au niveau européen que national (un état des lieux sera réalisé). La perspective de valorisation de ces outils à un niveau international, plus global que celui de l'Union Européenne dans une perspective de long terme (au-delà des échéances 2008-2012) pourra être envisagée.

### **2.2. L'intégration des instruments de lutte contre l'effet de serre**

La plupart des pays européens utiliseront une combinaison d'instruments de politique sur leur territoire en complément ou en substituts de permis négociables. Cela soulève trois types de questions:

- dans quelles circonstances les Etats auraient-ils avantage à recourir à tel ou tel instrument dans différents secteurs (de la production électrique aux transports et à l'habitat en passant par l'aménagement du territoire et l'industrie lourde...) ? Quels sont les instruments les plus appropriés pour impliquer les collectivités territoriales et orienter leurs choix d'aménagements, d'infrastructures et de régulation des flux de transports ?
- peut-on concevoir différents systèmes d'échange des permis et quotas ? Ces différents systèmes peuvent-ils coexister, être compatibles et viables ?
- dans quelle mesure et de quelle manière l'emploi simultané de différents instruments est-il praticable du point de vue de l'équité et de l'efficacité économique ? Peut-on identifier une ou

des combinaisons à la fois optimales et acceptables ? Quels types de permis ou crédits négociables seraient les plus compatibles avec d'autres instruments ?

- comment articuler ces différents instruments nationaux avec le développement d'un échange international des quotas d'émission au niveau des firmes ?

L'étude de ces questions devra être menée en distinguant les points de vue de l'Etat, des entreprises, des ménages, et des collectivités territoriales. L'impact sur la compétitivité des firmes menant leur activité en France sera à apprécier en fonction de différents scénarios sur l'organisation des échanges internationaux de quotas d'émission: extension géographique du marché, existence possible d'un plafond, harmonisation internationale ou pas d'harmonisation de la règle de réallocation initiale des quotas aux entreprises. Une attention particulière sera portée aux mécanismes de crédits d'émission liés à des projets d'investissements (application conjointe pour l'Annexe 1 et MDP dans les PED): définition d'une référence acceptable pour les émissions de base; règles de partage des bénéfices entre les parties; potentiels pour les entreprises françaises et les branches concernées.

Du point de vue de la dimension juridique et du droit interne, il conviendra de réglementer ces mécanismes. Comment concilier un droit de l'environnement (concept de développement durable) avec le "marché" des échanges de droit d'émission ? Sur quelle base définir l'allocation de tels droits ? L'allocation primaire doit-elle en être gratuite ? Comment déterminer le niveau d'émission de gaz à effet de serre par pays et pour chaque entreprise ? Doit-on utiliser la réglementation inhérente aux installations classées ? Quelle sera la nature juridique des sanctions (administratives, pécuniaires,..) en cas de non-respect des quotas ? Quel juge (français, international) sera compétent pour apprécier la régularité de ces sanctions ? Ces droits incorporels étant dotés d'une valeur économique, quelles les règles comptables et fiscales appliquer: amortissement comptable et fiscal, sur quelle durée ? Constatation d'une plus ou moins value en cas d'aliénation de ce droit consécutif à une cession d'actif incorporel ("marchandisation" du bien collectif "atmosphère") ?

### **2.3. Les évolutions techniques**

Avec l'augmentation des coûts des émissions, la technologie apparaît comme une variable majeure pour élaborer une stratégie, notamment sur le long terme. Il s'agit en fait de comprendre quels sont les mécanismes qui conduisent les agents à arbitrer en faveur de certaines technologies. Pour répondre à ces interrogations, les travaux porteront sur l'économie du changement technologique, sur la sociologie de l'innovation et sur les sciences politiques. Ils porteront sur différents secteurs, dont par exemple les transports et la production d'énergie, et associeront, dans toute la mesure du possible, les aspects juridiques ( cf. 1.2) et les modélisations économiques.

Plusieurs questions sont posées:

- par quels mécanismes les agents économiques ont-ils été amenés à prendre en considération, dans leurs choix technologiques, les effets produits par les GES ? Poids respectif des diverses incitations liées aux prix (du marché, corrigés par des réglementations publiques, disparition des situations de monopole) ? Les propositions seront centrées sur des secteurs d'activité spécifiques et devront permettre de mieux comprendre les mécanismes de prise de décision;

- les théories économiques du changement technologique et de l'innovation permettent-elles d'expliquer pourquoi certaines technologies ayant un impact sur les émissions se sont développées plutôt que d'autres au cours des dernières années ? Ces analyses sont-elles extrapolables, et permettent-elles d'esquisser les évolutions futures?

- comment les politiques des pouvoirs publics destinées à diminuer les émissions ont-elles été déterminées? A-t-on assisté à des phénomènes de capture, et, si oui, dans quels domaines et selon quels mécanismes ? Quels rôles pour les experts et de leurs évaluations ? Peut-on établir un inventaire de ces différentes politiques et de leurs effets, en particulier via des

comparaisons internationales ? Est-il possible, et selon quelles méthodologies, de faire un inventaire des impacts technologiques de politiques publiques non explicitement orientées vers la réduction des émissions ? Comment rendre compte des éventuelles incohérences et incompatibilités entre différentes politiques publiques sectorielles ?

- la technologie est souvent un moyen entre les mains des états et des firmes pour imposer de nouvelles formes de concurrence. On s'efforcera de décrire et d'analyser les stratégies par lesquelles différents agents économiques parviennent, en imposant certains critères dans les choix technologiques, à exclure à leur avantage certaines technologies tout en en rendant d'autres incontournables. Par exemple, sous quelles conditions et dans quels contextes institutionnels, des technologies connues, comme la co-génération, peuvent-elles se développer ? Possibilité pour des marchés de "niche" ("niche market") ? L'analyse inclura les agents privés et publics et prendra en compte la dimension internationale de ces rapports de force.

- le progrès technique se décide sur le marché, tout en faisant également l'objet de débats plus spécifiquement politiques. Certaines filières nourrissent des débats sociaux qui, à terme, peuvent avoir des conséquences sur l'organisation même des marchés (par exemple le problème des déchets vis à vis de la production d'énergie nucléaire, ou d'autres dans le domaine des transports, de la gestion des déchets, ...), impliquant que le progrès technologique est de plus en plus débattu en amont du marché. Quelles analyses de cette évolution ? Quelle organisation de ces débats ? Quels effets ?

- **quelle est la perception du progrès technique par le citoyen: débat citoyen, rôle des médias et des experts, rôle dans le jeu d'acteurs (cf. 1.1), ... ?**

## **2.4. Synergies et/ou conflits d'objectifs dans les politiques environnementales**

Les objectifs de qualité environnementale sont multiples et concernent différents milieux, du local, depuis l'entreprise, au planétaire, et différentes échelles de temps, du court terme au long terme. Les moyens mis en oeuvre pour atteindre un but donné peuvent avoir des conséquences, positives mais aussi négatives, dans d'autres domaines de l'environnement. Le triangle du développement durable élargit cette problématique d'interaction aux dimensions économiques, sociales et environnementales.

Les propositions porteront sur ces problématiques d'interaction:

- place des GES dans des concepts comme celui de meilleure technologie disponible, dans des outils comme les systèmes de management environnemental et d'audit, dans les normes, labels, analyses de cycle de vie, ... ?

- synergies possibles, en terme économique mais aussi de légitimité politique, entre des politiques locales (par exemple de maîtrise de la mobilité pour cause de santé publique, développement durable urbain, ..) et la lutte contre l'effet de serre ?

- synergies ou conflits possibles entre des enjeux nationaux ou européens (par exemple défense de l'emploi, réduction du temps de travail, politique agricole ) et les enjeux globaux (climat, biodiversité, ...) ?

- et plus généralement, au delà de ces quelques thèmes, analyse des synergies et/ou conflits d'objectifs dans des domaines où interviennent à la fois les émissions de GES et l'identification de dividendes multiples ou, au contraire, de facteurs de blocage.

## **2.5. Changement d'utilisation des terres, forêts et agriculture**

Les stratégies de réduction des émissions doivent s'appuyer sur des bilans fiables de gaz à effet de serre, d'où la nécessité de rapprocher les recherches techniques sur les termes des bilans avec les recherches à caractère socio-économique destinées à élaborer des stratégies de réduction des émissions.

Les propositions doivent permettre de répondre aux questions concernant

- l'évaluation de l'impact de l'accroissement de l'effet de serre sur la fixation du carbone par les sols et les couverts végétaux ( cf. 3.3 et 3.5);
- les possibilités de mise en place, et l'évaluation de la pertinence, de stratégies de réduction de l'accroissement de l'effet de serre, faisant appel à des changements d'utilisation des terres ou à des modifications de leur mode de conduite;
- l'évaluation des conséquences économiques, sociales et environnementales des différentes stratégies qui peuvent être proposées.

L'intensification des plantations forestières peut être une réponse à des politiques d'accroissement du stockage terrestre du carbone. Cette problématique induit bien évidemment des recherches sur la dynamique de ces écosystèmes (cf. 3.5). Les axes prioritaires concernent donc les espaces forestiers et agricoles, ainsi que les autres espaces naturels.

Les espaces forestiers:

- bilan de carbone sous les principaux couverts forestiers, intégrant le stockage dans les produits durables ? Variation historique de ce bilan et perspectives d'évolution (climat et pratiques sylvicoles, en lien avec 3.5) ? Prise en compte du stockage de carbone par le sol ?
- évaluation des potentiels de limitation des émissions ou de séquestration du carbone de différents modes de gestion de la production forestière (plantation et récolte, bois-énergie, bois-matériau, ...) et des coûts associés? Quelles sont les incitations ( fiscales ou autres) envisageables pour le développement de ces différentes options?

Les espaces agricoles (zones cultivées et prairies):

- évaluation de l'évolution du stock de carbone des sols sous l'impact des pratiques agricoles actuelles et de leur évolution ? Evaluation des possibilités de restockage par des pratiques agricoles modifiées (techniques simplifiées de travail du sol,...) ou par des changements d'usage des sols ? Influence des modifications du climat sur ces évolutions ?
- bilan des émissions/absorptions de N<sub>2</sub>O au niveau de ces zones représentatives ? Définition et évaluation de l'impact de stratégies de réduction de ces émissions ?
- bilan des émissions/absorption de CH<sub>4</sub> des sols et des dispositifs de gestion des effluents d'élevage ? Définition et évaluation de l'impact de stratégies de réduction de ces émissions par les sols ? Définition et évaluation de stratégies de réduction des émissions par les ruminants ?

Les autres espaces naturels:

- évaluation de la contribution des autres zones naturelles aux émissions/absorption de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub> ? Définition et évaluation de l'impact de stratégies de réduction de ces émissions ? Une attention particulière sera portée sur le fonctionnement des zones humides (marécages, ripisylves, bandes enherbées,...).

## **Thème 3 – Evaluation, impacts et stratégies d'adaptation au risque climatique**

### **3.1. La régionalisation des scénarios climatiques (*Déclaration d'intention*)**

La prévision des conditions d'environnement climatique local et régional, nécessaire à toute détermination des impacts socio-économiques, est établie à partir des tendances calculées à

l'aide de modèles climatiques à grande échelle. Plusieurs difficultés sont alors à surmonter, d'ordre algorithmique ou numérique et d'ordre physique (compatibilité de la représentation des processus orographiques, de surface,...). De plus, la sensibilité des modèles régionaux est fortement dépendante des structures et de la sensibilité propre du modèle climatique utilisé pour calculer les conditions de grande échelle. Enfin, l'évolution des conditions climatiques peut conduire à une modification des conditions régionales (par exemple concernant l'usage des sols), qui pourra avoir en retour un effet non négligeable sur le climat à grande échelle. **L'analyse des impacts dépend aussi de façon importante de l'horizon temporel auquel ils sont évalués, selon qu'il s'agit des conséquences des fluctuations climatiques à l'échelle des deux prochaines décennies, ou des stratégies d'adaptation à l'horizon du siècle.**

Une meilleure connaissance des paramètres d'environnement local, tant physiques que chimiques et biosphériques, **et en particulier de ceux dont l'importance est grande vis à vis des impacts hydrologiques et agronomiques et vis à vis de la vulnérabilité des écosystèmes,** passe donc par le développement de recherches sur les interactions entre l'échelle globale et le climat régional. Ces travaux sont soutenus par le PNEDC (Programme National d'Etude de la Dynamique du Climat). L'application à l'évaluation des impacts en France métropolitaine et dans les départements et territoires outre-mer, qui relève de GICC, devra prendre en compte les incertitudes liées aux méthodologies actuelles. Un séminaire commun entre le PNEDC et GICC sera organisé afin de reserrer ces incertitudes méthodologiques et tracer un plan partagé entre les deux programmes.

### **3.2. Le cycle de l'eau et les hydrosystèmes**

Il s'agit de déterminer l'évolution des hydrosystèmes en réponse à une modification du régime climatique. On s'intéressera en particulier au développement de modélisations atmosphériques et hydrologiques couplées prenant en compte des scénarios d'évolution climatiques, mais aussi l'évolution conjointe du mode d'occupation des sols et du mode d'exploitation de la ressource en eau superficielle et souterraine, pour répondre aux questions suivantes:

- conséquences des changements climatiques sur le régime hydrologique ? Cas particulier de l'occurrence et de l'intensité des événements extrêmes (crues et sécheresses, érosion des sols...) ? Mécanismes générateurs de risques ?
- répercussions des modifications du régime hydrologique en termes de quantité et de qualité des eaux ? Dimensionnement, exploitation et sûreté des installations liées à la production d'électricité, à l'extraction des matériaux en zone alluviale, au captage en rivière et en aquifère, à l'assainissement urbain ?
- conséquences des modifications de l'accessibilité à la ressource en eau sur l'aménagement du territoire et sur les pratiques agricoles ?
- définition des données hydroclimatiques et des expérimentations ou zones ateliers nécessaires à la validation des simulations ?

Pour chaque question les modèles devront répondre en terme d'évolution de variables physiques caractérisant les hydrosystèmes (débits des cours d'eau, contenu hydrique du sol, état des aquifères et du manteau neigeux...) et les simulations devront déboucher sur des diagnostics ou des stratégies prenant en compte les facteurs économiques et sociaux.

### **3.3. L'agriculture (*Déclarations d'intention*)**

Par ses causes (augmentation de CO<sub>2</sub>, variation de l'O<sub>3</sub>, ...) et ses conséquences (température, humidité, pluie...), tout changement climatique induit des modifications de stratégie d'occupation de l'espace rural qui visent une meilleure valorisation agricole du milieu, une certaine préservation ou une amélioration à long terme des potentialités agricoles (cf. 2.4. et

## 2.5). Les modifications du climat ont également un impact sur la production de biomasse végétale avec des répercussions sur les besoins en eau et en éléments minéraux.

Les questions posées concernent l'évaluation de l'impact de ces changements sur les cycles annuels des agro- ou éco-systèmes, sur une gamme d'échelles allant de 100km à 1000km ou plus, et à travers des modèles intégrés de bilan hydrique et énergétique et/ou de production basés sur un fonctionnement bien étayé du continuum sol-plante-atmosphère. L'intégration à des modèles fournissant des scénarios de changements climatiques est encouragée, afin de mieux prendre en compte les rétroactions possibles de l'interface sur les microclimats de surface.

Ces modélisations doivent permettre de gérer les bilans hydriques et les besoins éventuels en irrigation des systèmes de culture actuels et futurs sur de longues périodes (30 à 50 ans), et d'éclairer, par couplage rétroactif, les possibles transitions entre défrichement en vue d'une mise en culture et aridification et désertification. Elles doivent aussi permettre d'analyser le risque pour ces systèmes (production, efficacité hydrique) de fluctuations extrêmes de température et de précipitation ou de conditions défavorables trop fréquentes et/ou persistantes. Elles doivent enfin contribuer à l'analyse de l'adaptation des nouvelles pratiques (conditions de mise en œuvre) et des coûts socio-économiques qu'elles peuvent entraîner.

### **3.4. La conservation de la biodiversité et la gestion des espaces protégés (Déclarations d'intention)**

La conservation de la biodiversité sur le long terme ne peut se contenter d'une politique d'aires protégées. Si les changements climatiques modifient localement les conditions d'existence des espèces, celles-ci doivent donc s'adapter, disparaître ou migrer. Il faut donc analyser les conditions nécessaires à la survie des espèces dans un cadre dynamique d'évolution des milieux. Les connaissances actuelles sont encore insuffisantes et trop fragmentées. Un séminaire de mise en place des activités de recherche sera organisé sur la base des déclarations d'intention reçues.

Les questions qu'il est d'ores et déjà possible d'identifier concernent:

- apports des études de paléoenvironnement pour les scénarios d'évolution de la biodiversité dans les zones tempérées et tropicales ? Potentiels d'adaptation, tant génétique que physiologique, des organismes végétaux et animaux ? Capacités de migration de ces organismes en fonction de la vitesse des changements climatiques ?
- sensibilité de la dynamique des populations, en fonction de leurs caractéristiques biologiques, à la variabilité climatique et aux extrêmes météorologiques ?
- migrations différenciées des espèces d'un même biome, en fonction de leur biologie ? Apparition et stabilité de nouvelles associations ? Rôle des espèces introduites récemment (flore et faune) ?
- barrières spatiales à la migration d'espèces terrestres du fait d'une utilisation des terres à des fins agricoles ou industrielles ? Mécanismes correctifs possibles ? Evolution des systèmes aquatiques continentaux, soit par colonisation d'autres systèmes si des connections s'établissent entre bassins, soit par piégeage dans les limites d'un système se retrouvant isolé ?
- priorité à donner à la conservation des espèces dans des zones refuges qui pourraient de nouveau fonctionner dans le futur ?
- mise en place de politiques de conservation des espèces cultivées ?

### **3.5. Les forêts (Déclarations d'intention)**

Les conséquences prévisibles des modifications de l'environnement et du changement climatique sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers (modification des cycles de

végétation, risques de fragilisation par carences géochimiques,...), sur son évolution à moyen terme et sur leur gestion sont multiples :

- positives par l'élévation de la productivité ligneuse et par le rôle de stockage de carbone de l'écosystème forestier;
- négatives par la vulnérabilité accrue de certaines formations ou régions biogéographiques et par des bilans négatifs concernant les éléments géochimiques mettant en cause à moyen terme la durabilité de ces écosystèmes.

Les résultats existants doivent être confortés par de nouvelles recherches sur l'identification de l'effet propre des changements climatiques (à distinguer des dépôts atmosphériques et d'une éventuelle intensification de la gestion) et sur les changements d'échelle (de l'arbre à l'écosystème). D'autre part des stratégies et tactiques de gestion robustes et efficaces doivent être testées pour optimiser les compromis entre apports de la forêt (en terme de réduction de l'effet de serre) et risques évidents par le changement climatique (cf. 2.5.). Afin d'éclairer ces questions, complexes à inscrire dans une vision globale du fonctionnement de l'écosystème forestier, et afin de spécifier les besoins de métrologie, de sites intégrés et de réseaux d'observation, un séminaire sera organisé au premier semestre 1999 sur la base des déclarations d'intention reçues, qui permettra de préciser le contenu de l'APR.

### **3.6. L'aménagement durable du territoire (*Déclarations d'intention*)**

En milieu urbain, hors littoral, le réchauffement climatique aura un double effet:

- croissance de la consommation en eau. La question des ressources en eau et de leur qualité à l'échelle de bassins versants fortement urbanisés, déjà posée, devra faire l'objet de recherches afin de déterminer les scénarios d'évolution possibles;
- réduction des besoins de chauffage d'un côté, et accroissement de la demande de climatisation (habitat, transport) de l'autre. La question essentielle reste la mise en place de stratégies d'aménagement urbain qui réduisent les émissions, en limitant les consommations d'énergies fossiles et de biocarburants. Dans le cadre d'implantations nouvelles ou de réorganisation de villes récentes, des recherches doivent être conduites sur l'adaptation optimale à chaque région (selon le climat, le style architectural,...) de la notion de ville "compacte" de type haussmannien (incidence sur le chauffage, la mobilité, les transports en commun, ...).

Les transports (tous modes confondus) constituent la principale source de consommation d'énergie et celle qui croît le plus vite. La priorité est de réduire cette consommation et d'orienter la mobilité vers des modes de transport individuels et de marchandises moins producteurs de GES. Une prospective, nationale et internationale (Allemagne, Japon, ...), sur l'offre technologique dans ces domaines du transport est nécessaire. Des recherches doivent être entreprises sur la viabilité et les coûts économiques des choix possibles aux échelles régionale et nationale, et sur leurs effets en termes de production de CO<sub>2</sub>, d'emploi, état de santé par réduction de polluants, ...

Dans le domaine littoral, l'hydrosystème à prendre en compte comprend le fleuve, le bassin versant et son interface avec la mer. L'évolution du trait de côte, dépendant des interactions entre les flux continentaux et la dynamique océanique, doit être vue à courte et longue échéances temporelles pour séparer les conséquences d'événements exceptionnels des effets d'une évolution climatique, et pour développer des stratégies régionales de prévention. Dans le domaine côtier ou margino-littoral, les études régionales doivent porter sur deux systèmes fortement dépendants de l'évolution climatique: les zones humides et les prodeltas. Ces deux systèmes enregistrent toutes les modifications de flux, les changements dans la qualité des eaux et des particules. La fonction puits et l'activité biogéochimique qui en résultent font que ces zones sont les lieux privilégiés de formation de CH<sub>4</sub>.

### 3.7. La santé (*Déclarations d'intention*)

Les conséquences directes sur la santé du changement climatique lié à l'effet de serre font l'objet de nombreux débats. Face à un alarmisme systématique ou au contraire une minoration des risques, il est important de déterminer les conséquences possibles du changement climatique sur la santé publique. On peut en effet escompter des répercussions sur certaines pathologies, notamment en tenant compte du vieillissement de la population française.

Un objectif important pourrait être de déterminer l'impact de températures estivales élevées sur la morbidité. Outre les risques cardiovasculaires liés aux températures élevées et les problèmes respiratoires liés à l'accroissement en divers polluants photochimiques, on doit s'attendre à un développement des réactions allergiques (déplacement vers le Nord de l'aire de répartition de nombreuses espèces végétales allergisantes, augmentation du pollen libéré dans l'air par réduction des précipitations ?). Il est par ailleurs important de se préoccuper des impacts potentiels du changement climatique sur les maladies à vecteurs. A partir de déclarations d'intention sur ces thèmes, une consultation de spécialistes des problèmes de santé pourrait être organisée en 1999 pour cerner les orientations de recherches à développer dans le cadre du programme.

Dans les DOM-TOM, l'impact indirect du changement climatique sur la santé, via son effet sur les ressources renouvelables à la base de l'alimentation humaine, paraît à l'heure actuelle le plus important. Des recherches sur les conséquences des changements climatiques, en particulier sur les ressources marines dans les DOM-TOM, doivent donc être initiées, sur la base de déclarations d'intention susceptibles de conduire à des propositions à financer rapidement.

### 3.8. Les assurances (*Déclarations d'intention*)

Les compagnies ou mutuelles qui assurent contre les risques de dommages causés par les catastrophes naturelles (tempêtes, inondations, glissements de terrain...) ou des pertes de revenus (dans les secteurs de l'agriculture, du tourisme...) causées par des conditions météorologiques défavorables (sécheresses, gels intenses...) s'interrogent sur la façon de répercuter, dans la gestion de leurs contrats d'assurance, l'augmentation prévisible de ces risques lorsqu'ils sont liés au changement climatique. Des déclarations d'intention de recherche sont encouragées en ce domaine, prenant en compte son importance socio-économique.

## Thème 4 – Développements méthodologiques sur les "Images du futur"

Il est nécessaire d'éclairer les citoyens, les leaders d'opinion et les responsables politiques sur les futurs possibles. Ces futurs sont construits sur la base de projections économiques (OCDE, Banque Mondiale, ..), alimentant à leur tour, via des concentrations de GES dans l'atmosphère, des modèles climatiques. Il est tout aussi important de présenter à ces mêmes auditoires comment les différentes hypothèses de modélisation affectent les prévisions fournies. Il faut rappeler que des extrêmes climatiques peuvent avoir des conséquences socio-économiques très importantes, et expliquer que ces extrêmes sont encore prévus de façon différente d'un modèle à l'autre. Il faut donc insister sur la nécessité de ne pas "moyenner" les différents extrêmes prévus, mais au contraire de considérer individuellement les diverses situations résultantes. La présentation de l'ensemble des situations, les meilleures et les pires, doit être faite, en expliquant en particulier les dernières sur la base des meilleurs arguments scientifiques. La perspective globale doit toujours être rappelée, du fait de l'interdépendance économique des différentes parties du monde. Les opérateurs possibles de telles présentations sont invités à présenter leur projet (méthodes, support d'information, ...).