

Appel à projets de recherche

*sur la connaissance des vulnérabilités
des activités humaines et des milieux
du bassin de la Loire
par rapport aux effets du changement climatique
sur les régimes d'inondation et de sécheresse*

Programme
opérationnel
plurirégional
Loire

Initiative ligérienne d'adaptation
aux impacts du changement climatique



Juin 2008

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| 1. Contexte de l'appel à projets : l'initiative ligérienne d'adaptation aux impacts du changement climatique..... | 3 |
| 1.1. Inscription dans le plan Loire grandeur nature 2007-2013..... | 3 |
| 1.2. Inscription dans une démarche de type "site pilote" | 3 |
| 1.3. Structuration de la démarche | 3 |
| 1.4. Travaux préparatoires : état des lieux et enjeux sur le bassin de la Loire..... | 4 |
| 2. Champ de l'appel à projets | 6 |
| 2.1. Articulation avec les programmes français et européens | 6 |
| 2.2. Spécificités de l'appel à projets | 6 |
| 2.3. Eléments de cadrage sur les données climatiques..... | 7 |
| 2.3.1. <i>Parti pris d'une limitation du nombre de simulations climatiques</i> | 8 |
| 2.3.2. <i>Identification des simulations retenues</i> | 8 |
| 2.3.3. <i>Présentation des modalités d'utilisation des données</i> | 9 |
| 3. Modalités pratiques de l'appel à projets..... | 10 |
| 3.1. Calendrier prévisionnel | 10 |
| 3.2. Dépôt des dossiers | 10 |
| 3.3. Critères de sélection des projets | 11 |
| 3.4. Composition des dossiers | 11 |
| 3.5. Financements | 12 |
| 3.6. Coordination | 12 |
| 4. ANNEXES..... | 13 |
| 4.1. Recensement de projets | 14 |
| 4.2. Engagement concernant la propriété intellectuelle et les droits d'utilisation..... | 15 |
| 4.3. Description des scénarios climatiques mis à disposition | 16 |
| 4.4. Conditions d'utilisation des données météorologiques (Formulaire) | 20 |

1. Contexte de l'appel à projets : l'initiative ligérienne d'adaptation aux impacts du changement climatique

Cet appel à projets est lancé dans le cadre de l'initiative ligérienne d'adaptation aux impacts du changement climatique, élaborée en lien avec le plan Loire grandeur nature 2007-2013, et avec le choix du bassin de la Loire comme site pilote, au niveau national, de l'adaptation aux impacts du changement climatique sur les régimes d'inondation et de sécheresse.

1.1. Inscription dans le plan Loire grandeur nature 2007-2013

Le plan Loire grandeur nature (www.plan-loire.fr) est un plan global d'aménagement de la Loire, lancé en 1994, conciliant la sécurité des personnes, la protection de l'environnement et le développement économique.

Les partenaires de l'actuel plan Loire grandeur nature se sont accordés sur la nécessité *"d'une part d'adosser aux résultats de la recherche les actions d'aménagement, de développement et de gestion du bassin fluvial, et d'autre part d'améliorer la capacité collective des acteurs aux enjeux actuels et futurs"*. Ils ont identifié, parmi les priorités pour la période 2007-2013, le *"développement et le partage d'une connaissance globale, fondamentale et opérationnelle du bassin de la Loire"*. Cette priorité est plus particulièrement portée par la plate-forme "Recherche/Données/Information" (RDI), animée par l'Etablissement Public Loire.

Dans ce cadre, le thème de l'impact du changement climatique sur le bassin de la Loire est l'un des deux thèmes ciblés dans les documents de contractualisation et de programmation du plan Loire¹, pour la réalisation de programmes de recherche.

1.2. Inscription dans une démarche de type "site pilote"

L'appel à projets fait également suite au choix du MEDAD (désormais MEEDDAT), en fin d'année 2006, de retenir le bassin de la Loire comme site pilote, au niveau national, de l'adaptation aux impacts du changement climatique sur les régimes d'inondation et de sécheresse.

A ce titre, le MEEDDAT soutient l'appel à projets, notamment en facilitant l'accès aux données climatiques et leur utilisation par les porteurs de projets (cf. 2.3.3).

C'est à ce titre également que l'appel à projets cible plus particulièrement les régimes d'inondation et de sécheresse.

1.3. Structuration de la démarche

S'inscrivant dans le plan Loire grandeur nature 2007-2013, l'initiative ligérienne d'adaptation aux impacts du changement climatique est conduite en lien étroit avec les réunions de travail

¹ Contrat de projet interrégional Loire 2007-2013 (CPIER), Programme Opérationnel (PO) plurirégional Loire : www.plan-loire.fr/document_de_reference-15-cp.html

de la plate-forme RDI et bénéficie de l'expertise du Conseil scientifique du plan Loire, installé en 2007.

Animée par l'Etablissement Public Loire, cette initiative est en outre dynamisée par un groupe de suivi réunissant le MEEDDAT, l'EP Loire, l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, Météo France, EDF, le CEMAGREF et la Zone Atelier Loire (ZAL).

Face à la complexité de démarrer une démarche de ce type, il a été décidé dès 2007 de la structurer en différentes actions selon un phasage prévisionnel centré autour d'un important **appel à projets mi-2008, sur la connaissance des vulnérabilités des activités humaines et des milieux par rapport aux effets du changement climatique.**

| Actions à mener | Prestations / études / appels à projets | Echéance |
|--|---|-----------------|
| 1- Recenser les éventuels impacts du changement climatique déjà perceptibles sur le site pilote, ainsi que les éventuelles mesures d'adaptation déjà mises en oeuvre sur le bassin de la Loire | Etude | 25 avril 2008 |
| 2- Connaissance des scénarios et effets du changement climatique sur le bassin de la Loire | Auditions (expertise prospective) | 31 janvier 2008 |
| | Table ronde (modélisation) | 30 avril 2008 |
| 3- Connaissance des vulnérabilités des activités humaines et des milieux par rapport aux effets du changement climatique | Appel à projets mi-2008 ! | |
| 4- Elaborer une stratégie d'adaptation dans la période de référence 2007-2013 | | 2009-2010 |
| 5- Planifier et mettre en oeuvre les mesures d'expérimentation à une échelle significative des mesures préconisées | | |
| 6- Evaluer le projet | | |
| 7- Etendre la méthode et les résultats à d'autres bassins européens | | Décembre 2013 |

1.4. Travaux préparatoires : état des lieux et enjeux sur le bassin de la Loire

Ainsi que le fait apparaître le phasage prévisionnel, trois actions préalables ont été engagées pour nourrir la préparation de l'appel à projets. Leur réalisation a bénéficié d'un soutien financier du FEDER, ainsi que d'un cofinancement de l'Etat (crédits ANR). Les porteurs de projets sont invités à prendre connaissance des trois actions ci-après, dont les résultats sont téléchargeables sur le site du plan Loire².

1. La réalisation d'un état des lieux initial des connaissances et projets concernant l'observation des impacts éventuels du changement climatique déjà perceptibles sur le bassin de la Loire, et les éventuelles stratégies ou mesures d'adaptation déjà mises en oeuvre sur le bassin. Cet état des lieux est complété par des recommandations sur les actions pertinentes à poursuivre ou à entreprendre. (Mission confiée au groupement de bureaux d'études SAFEGE-BIOTOPE)

² http://www.plan-loire.fr/initiative_ligerienne_d_adaptation_aux_impacts_du_changement_climatique-19-ad.html

2. La tenue à Orléans, le 31 janvier 2008, d'une audition prospective, sur le thème : «*Changement climatique et vulnérabilités des activités humaines et des milieux naturels dans le bassin de la Loire*». (Mission confiée à la société PLANETE PUBLIQUE)
3. L'organisation le 30 avril 2008 d'une table ronde technique, avec des spécialistes du climat et de la modélisation, sur le choix des scénarios climatiques à prendre en compte pour l'appel à projets mi-2008.

Par ailleurs, deux actions menées dès le 1^{er} semestre 2007 ont également permis d'avoir un premier aperçu des travaux et acteurs engagés sur le thème de l'adaptation au changement climatique dans le bassin de la Loire, et de sensibiliser et mobiliser les partenaires de la démarche, notamment en vue de cet appel à projets :

- enquête réalisée au printemps 2007, sur les besoins en matière de recherche du bassin de la Loire, dont les résultats ont été rendus publics en juin 2007³.
- 1^{er} Rendez-vous entre la communauté scientifique et les gestionnaires ligériens, organisé à Tours le 20 juin 2007, notamment l'atelier "Adaptation aux impacts du changement climatique du bassin de la Loire"⁴.

Le présent appel à projets est basé sur les résultats de l'ensemble de ces travaux préparatoires, dont certains sont rappelés brièvement ci-après.

L'état des lieux réalisé fin 2007-début 2008 a notamment souligné la faiblesse des connaissances actuelles des impacts du changement climatique sur le bassin de la Loire, le manque d'analyses ou de recherches les concernant, ainsi que la quasi inexistence d'actions d'adaptation en résultant.

Cependant, il apparaît qu'un grand nombre de paramètres sur le climat, les ressources en eau, les milieux naturels et les activités économiques, font d'ores et déjà l'objet de suivis par différents acteurs, même si à ce stade, ils ne sont pas analysés sous l'angle de l'observation des effets du changement climatique. La principale recommandation de l'étude concerne donc la poursuite du suivi de ces données, leur consolidation et leur partage, dans le but de leur exploitation pour connaître et caractériser les impacts éventuels du changement climatique et envisager des mesures d'adaptation.

Parallèlement, l'audition prospective du 31 janvier 2008 a eu pour but de faciliter l'appréhension des enjeux à prendre en compte dans la démarche ligérienne d'adaptation aux impacts du changement climatique, et a permis de faire émerger des questions liées à la vulnérabilité des activités humaines et des milieux naturels dans le bassin de la Loire.

³ Résultats : http://www.plan-loire.fr/Plate-Forme-RDI/RendezVous2007/SupportDoc/Doc/Analyse_V5.pdf

⁴ Actes : <http://www.plan-loire.fr/Plate-Forme-RDI/RendezVous2007/Actes/PAGES/Interventions.htm>

2. Champ de l'appel à projets

2.1. Articulation avec les programmes français et européens

Si le thème de l'adaptation au changement climatique peut être considéré comme relativement nouveau, il n'en demeure pas moins que différents projets et programmes de recherche ont déjà été élaborés ces dernières années en prenant en compte cet aspect. Le présent appel à projets se situe donc délibérément dans le prolongement des initiatives passées ou en cours, afin de bénéficier des résultats de recherche existants, et de rechercher d'éventuelles complémentarités.

Un certain nombre de projets retenus dans le cadre de programmes antérieurs et ayant pour objet de recherche les fleuves ou les bassins fluviaux, sont répertoriés (cf. 4.1). Les résultats qui en sont issus seront donc considérés comme connus des porteurs de projets.

Parmi les programmes recensés, deux sont signalés plus particulièrement, dans la mesure où ils semblent les plus proches, sur ce thème et au niveau national, des préoccupations de la démarche ligérienne :

- programme "vulnérabilité : milieux, climat et sociétés" (VMCS), de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR)
- programme "Gestion et Impacts du Changement Climatique" (GICC), du MEEDDAT.

2.2. Spécificités de l'appel à projets

Le présent appel à projets comporte plusieurs spécificités, qui le distinguent des programmes mentionnés ci-avant. Elles découlent de son inscription dans le plan Loire et dans la démarche de type site pilote, ainsi que des résultats des travaux préparatoires. Elles peuvent être déclinées de la manière suivante :

- **entrée territoriale** : l'appel à projets concerne le bassin de la Loire, et s'inscrit dans le cadre d'une programmation interrégionale ; les propositions de recherche pour lesquelles une dimension de bassin ou interrégionale est la plus pertinente seront donc soutenues en priorité.
- **entrée opérationnelle** : l'appel à projets comporte une focalisation sur les préoccupations opérationnelles des gestionnaires du bassin de la Loire ; il devra en outre permettre de déboucher sur des premières mesures d'adaptation concrètes à échéance 2010. En conséquence, la durée de réalisation des projets retenus ne devra pas excéder 18 mois.
- **entrée thématique** : l'appel à projets cible la connaissance des vulnérabilités, en particulier actuelles, des activités humaines et des milieux par rapport aux impacts du changement climatique sur les régimes d'inondation et de sécheresse du bassin de la Loire. La focalisation sur l'un et/ou l'autre de ces deux volets inondation/sécheresse revêt donc un caractère d'obligation.

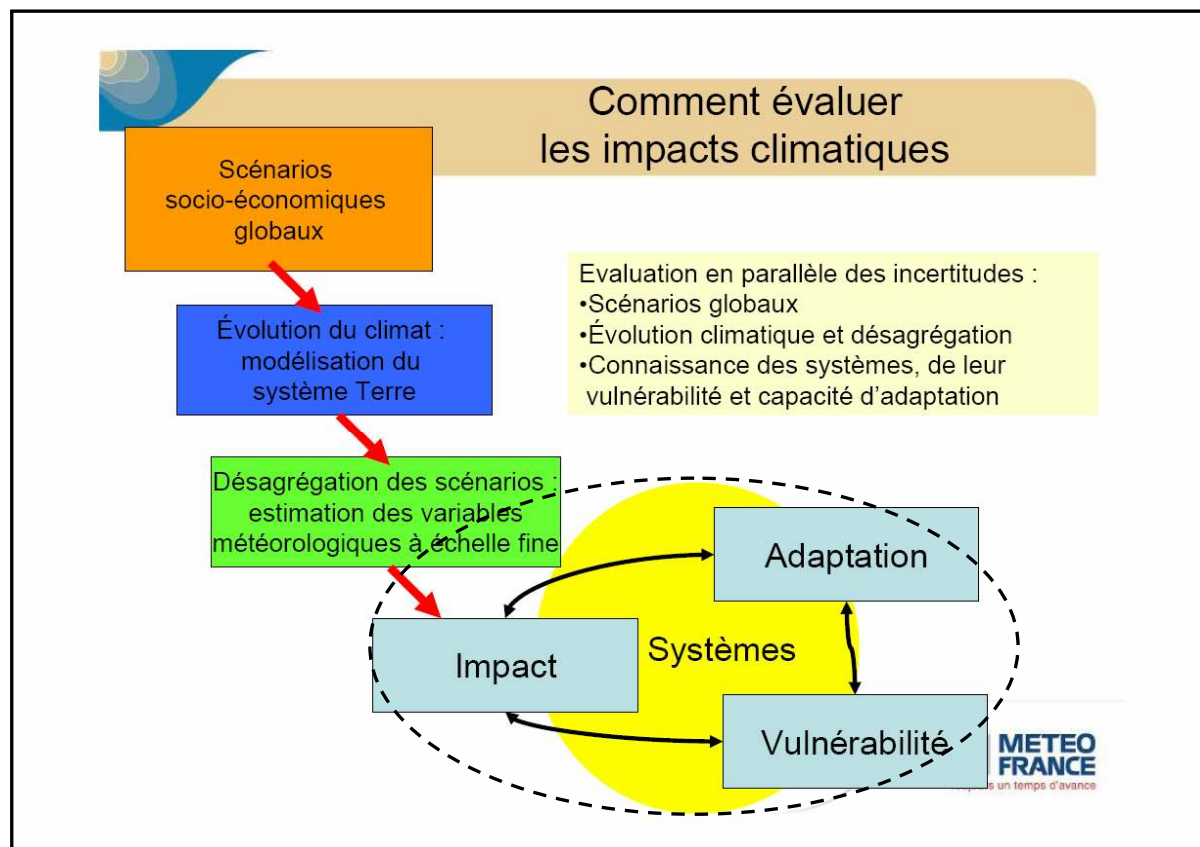
Les projets de recherche proposés devront donc être construits en respectant ces trois entrées (territoriale, opérationnelle et thématique) et s'inscrire de manière évidente dans la perspective de la mise en place de mesures concrètes d'adaptation applicables à court terme par les gestionnaires ligériens.

Parmi les travaux qui pourraient être proposés, on peut mentionner à titre strictement indicatif, ceux concernant :

- l'évaluation des effets du changement climatique sur les régimes d'inondation et de sécheresse du bassin de la Loire
- l'évaluation des impacts potentiels du changement climatique sur des paramètres clés de la vulnérabilité des activités humaines et des milieux par rapport aux régimes d'inondation et de sécheresse
- la mise en évidence de l'effet du changement climatique parmi les multiples facteurs pouvant influencer ces paramètres clés
- les évaluations socio-économiques des impacts du changement climatique sur les régimes d'inondation et de sécheresse du bassin de la Loire
-

2.3. *Éléments de cadrage sur les données climatiques*

Le processus d'évaluation des impacts climatiques peut être illustré par le schéma ci-après :



Eric Martin, 1er Rendez-vous entre la communauté scientifique et les gestionnaires ligériens Tours - 20 Juin 2007

L'appel à projets se situe à l'aval des travaux sur la modélisation du climat et l'estimation des variables climatiques à l'échelle du bassin de la Loire (ensemble des éléments entourés en pointillés).

Les projets de recherche nécessiteront, en "entrée", l'utilisation de données sur l'évolution du climat sur le bassin de la Loire dans les prochaines décennies.

Les éléments de cadrage résultent de la table ronde avec des spécialistes du climat et de la modélisation organisée le 30 avril 2008, pour préparer le choix des scénarios climatiques à retenir pour l'appel à projets, ainsi que les modalités d'utilisation des données correspondantes le cas échéant.

2.3.1. Parti pris d'une limitation du nombre de simulations climatiques

De très nombreuses simulations climatiques existent ou peuvent être réalisées en fonction notamment des hypothèses prises sur les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre, des modèles climatiques utilisés et des modèles et méthodes de désagrégation appliqués.

Le choix de limiter le nombre de scénarios pour l'appel à projets correspond aux raisons pratiques ou techniques suivantes :

- viser la concentration, l'homogénéité et la comparabilité des travaux,
- guider les porteurs de projets et leur faciliter l'accès aux données
- regrouper les demandes vis-à-vis des fournisseurs de données
- tenir compte de la faible divergence liée aux différents scénarios socio-économiques à l'horizon de 3 à 4 décennies.

Traitement des incertitudes

Toutefois, même limité, le nombre de simulations retenu doit permettre la prise en compte des incertitudes attachées aux études d'impacts du changement climatique, qui sont les mieux appréhendées par des approches multi-scénario et multi-modèle.

Il a par ailleurs été noté que les études de vulnérabilités peuvent être réalisées sans étude exhaustive des incertitudes liées au climat, alors que les études de risques impliquent une évaluation de la distribution de probabilité de l'impact futur.

2.3.2. Identification des simulations retenues

Dans ce cadre, les simulations ci-après ont été retenues en fonction de la disponibilité des données, de la pertinence des scénarios A1B/A2/B1, des nouvelles méthodes de descentes d'échelles, et en s'appuyant sur l'expérience acquise dans le cadre du programme GICC (notamment GICC Seine et Rhône, et plus récemment RexHySS).

Tableau récapitulatif des scénarios retenus

| Scénario SRES | Modèle climatique | Période | Méthode de descente d'échelle ou de correction | Source / fournisseur de données | Nb simulations disponibles, horaires ou quotidiennes, maille |
|----------------------|--------------------------|--|---|--|---|
| A1B/A2/B1 | ARPEGE Climat V4 | 1950-2000 pour la simulation de référence, | Régimes de temps | CERFACS | 3 simulations, données horaires et quotidiennes, maille 8x8km |
| | | 2001-2100 pour les scénarios | Correction variable (quantile-quantile) | Météo-France / CNRM | 3 simulations, données quotidiennes, maille 50x50 km |
| A1B | 15 modèles du GIEC | 1961-2000 2046-2065 2081-2100 | Régimes de temps | CERFACS | 15 simulations, données horaires et quotidiennes, maille 8x8 km |

Les simulations couvrent l'ensemble du bassin de la Loire.

La référence temps présent provient des données de la réanalyse SAFRAN pour la période 1971-2007.

2.3.3. Présentation des modalités d'utilisation des données

La **mise à disposition** des données sera effectuée selon les modalités décrites ci-après, définies avec les fournisseurs de données et le MEEDDAT.

- Les fournisseurs de données (Météo France et CERFACS) mettront les données à disposition sous forme de fichiers ascii, sur un domaine rectangulaire comprenant le bassin de la Loire.
- La description des données mises à disposition est annexée au présent appel à projets (cf. 4.3).
- Le volume des données étant très important (1To pour les données horaires, de l'ordre de 300 Go pour les données quotidiennes), seules les données quotidiennes seront mises à dispositions intégralement.
- Les données horaires ne seront fournies par le CERFACS que sur demande, sur disque fourni par le demandeur ; les porteurs des projets sélectionnés auront la possibilité de venir au CERFACS avec leur disque pour faire une copie des données dont ils auront besoin.
- Par ailleurs, un "guide d'utilisation", rédigé par les fournisseurs de données, sera mis à disposition, compte tenu de l'expertise nécessaire pour l'utilisation des données climatiques (choix des jeux de données à utiliser selon la période, le paramètre, la résolution (spatiale ou temporelle) étudiée).
- L'ensemble de ces éléments sera accessible aux porteurs des projets retenus, dès le démarrage des projets, pour la durée du projet et uniquement pour une utilisation dans le cadre du projet, après avoir complété le formulaire de demande correspondant (cf. 4.4).
- Le coût des données et de leur mise à disposition (hors fourniture de disque et déplacement éventuel sur place pour les données horaires, le cas échéant) est pris en charge par le MEEDDAT et n'est donc pas à inclure dans les dépenses des projets.

3. Modalités pratiques de l'appel à projets

Cet appel à projets fera l'objet d'une large diffusion. Il sera notamment mis en ligne sur le site Internet du plan Loire grandeur nature www.plan-loire.fr.

L'information pourra être relayée par les partenaires du plan Loire grandeur nature, les collectivités du bassin de la Loire et différents sites spécialisés.

Pour tout renseignement, contacter l'Établissement Public Loire, Direction du Développement et des Relations Extérieures :

Tel. 02 38 64 47 70 ;
Fax. 02 38 64 35 35,
Email : ddre@eptb-loire.fr

3.1. Calendrier prévisionnel

| | |
|---|---|
| Lancement de l'appel à projets | 30 juin 2008 |
| Date limite de dépôt des dossiers | 26 septembre 2008 |
| Présélection des projets soumis pour avis au Conseil scientifique du plan Loire | Octobre 2008 |
| Sélection des projets et recueil des avis et décisions des cofinanceurs | Novembre 2008 |
| Comité de gestion/programmation du plan Loire (consultation écrite) | 1 ^{ère} quinzaine de décembre 2008 |
| Démarrage des projets sélectionnés | Fin décembre 2008 – début janvier 2009 |
| Fin et restitution des projets | Juin 2010 |

3.2. Dépôt des dossiers

Les dossiers devront être déposés auprès de l'EP Loire (un exemplaire « papier » et une version électronique) avant le 26/09/2008, à 14h00.

Établissement Public Loire (DDRE)
3, avenue Claude Guillemin - BP 6125
45061 Orléans Cedex 2
Email : ddre@eptb-loire.fr

Les dossiers feront l'objet d'un **premier examen par les services de l'EP Loire et des partenaires de bassin (Agence de l'eau, Etat)**. Les projets présélectionnés seront soumis pour avis au **Conseil scientifique du plan Loire**.

3.3. Critères de sélection des projets

- Dans une première phase :
 - respect de la date de fin de soumission des dossiers ;
 - adéquation du projet avec le contexte, les enjeux et les objectifs de l'appel à projets ;
 - respect des spécificités de l'appel à projets, à savoir les 3 entrées territoriale, opérationnelle et thématique ;

- Dans une seconde phase :
 - qualifications et références du responsable de projet et de son équipe.
 - réalisme du budget prévisionnel et du calendrier de réalisation ;
 - exploitabilité des résultats : outils, données, traduction en vue d'actions concrètes d'adaptation, compréhension par des non spécialistes ;
 - qualité des éléments de restitution proposés, perspectives de valorisation du projet et communication ;
 - implication ou association de gestionnaires du bassin de la Loire ;
 - exploitation des synergies avec d'autres bassins fluviaux
 - caractère innovant du projet, valeur ajoutée pour la recherche nationale et européenne ;

De plus, dans le cadre du présent appel à projets de recherche, sont encouragés :

- l'exploitation systématique des résultats de travaux et projets européens ;
- la prise en compte des interfaces avec d'autres programmes de recherche en cours, notamment ceux de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) : programme "Vulnérabilité : Milieux, Climat et Sociétés", et du MEEDDAT : programme "Gestion et Impacts du Changement Climatique" (GICC).

3.4. Composition des dossiers

Les porteurs de projets renseigneront le dossier type de demande de subvention du plan Loire, téléchargeable sur le site <http://www.plan-loire.fr>⁵, ainsi que le cas échéant le formulaire lié à l'utilisation des données météorologiques délivrées par Météo-France (cf. 4.4).

Une attention particulière sera portée :

- à la présentation détaillée et argumentée du projet (s'appuyant autant que de besoin sur une notice explicative et toute autre pièce utile) ;
- au calendrier de réalisation : la durée de réalisation des projets retenus ne devra pas excéder 18 mois, les projets devront pouvoir démarrer fin 2008-début janvier 2009 au plus tard ;
- à la présentation détaillée de l'équipe et son organisation : responsable, intervenants, compétences, références... ;
- au budget prévisionnel, ventilé par postes précis de dépenses et de recettes (fonctionnement, équipement le cas échéant), et appuyé par des devis chaque fois que cela est possible ;

⁵ http://www.plan-loire.fr/initiative_ligerienne_d_adaptation_aux_impacts_du_changement_climatique-20-ad.html

- aux propositions relatives à l'évaluation du projet notamment en ce qui concerne les résultats attendus ;
- au descriptif de la promotion qui sera faite du projet (publications, articles dans des revues spécialisées ...).

3.5. Financements

Les projets retenus dans le cadre de l'appel à projets pourront recevoir un financement au titre du plan Loire grandeur nature 2007-2013.

A titre indicatif, un montant de 125 000 € a été prévu, pour cet appel à projets, sur le budget 2008 de l'EP Loire (délibération n°08-10 du 28/02/2008 du Bureau de l'EP Loire). Des cofinancements d'autres partenaires sont également envisagés, à hauteur de 125 000 € maximum pour l'Agence de l'eau (en fonction de la nature des projets et selon ses modalités de participation) et d'un montant à préciser pour l'Etat, le cas échéant.

Il est également prévu la possibilité de mobiliser systématiquement en complément un cofinancement du FEDER, dans le cadre du Programme Opérationnel plurirégional Loire, à un taux maximum de 50%.

3.6. Coordination

Trois réunions d'une journée maximum seront organisées afin de coordonner les interventions, de mettre en relation les équipes et de favoriser les échanges sur les méthodes et les travaux respectifs.

Les équipes retenues s'engagent à participer à ces trois réunions.

- Une réunion de cadrage (lancement des travaux) ;
- Une réunion de suivi (point sur l'avancement des travaux à mi-parcours) ;
- Une réunion de restitution (mutualisation des résultats).

4. ANNEXES

4.1. Recensement de projets

Parmi les projets consultés dont l'exploitation et les résultats sont considérés comme connus on peut mentionner (liste non exhaustive) :

| Nom court | Nom complet | Coordinateur | Années |
|----------------------|--|---|-----------|
| GICC-IMFREX | 4/02 - Impacts des changements anthropiques sur la fréquence des phénomènes extrêmes de vent, de température et de précipitations | Météo-France | 2003-2005 |
| GICC Rhône | 9/99 et 2/00 Etude des impacts potentiels du changement climatique sur le bassin versant du Rhône en vue de leur gestion (2 phases) | CEMAGREF | 1999-2004 |
| GICC Seine | 8/01 Influence du changement climatique sur le fonctionnement hydrologique et biogéochimique du bassin de la Seine | CNRS-UMR Sisyphe | 2002-2004 |
| GICC AQUABIO | 3/00 Conséquences potentielles du changement climatique sur les biocénoses aquatiques et riveraines françaises (1ère phase) | UMR CNRS 5023. Ecologie des Hydrosystèmes Fluviaux. | 2001-2003 |
| GICC-RExHySS | 3/05 Impact du changement climatique sur les ressources en eau et les extrêmes hydrologiques dans les bassins de la Seine et de la Somme | CNRS-UMR Sisyphe | 2007-2008 |
| RDT - "IMAGINE 2030" | CIIMat et Aménagements de la Garonne : quelles Incertitudes sur la ressource en Eau en 2030 ? | Cemagref, Unité de Recherche Hydrologie-Hydraulique | 2007-2009 |
| D2RT | Le changement climatique, révélateur des vulnérabilités territoriales | Université de Tours | 2006-2007 |

Travaux ayant un développement sur le bassin de la Loire

| | | | |
|-------|---|---|--|
| IMPEC | IMPact des Evolutions Climatiques sur les activités d'EDF | Cemagref, Unité de Recherche Hydrologie-Hydraulique | |
|-------|---|---|--|

4.2. Engagement concernant la propriété intellectuelle et les droits d'utilisation

Conformément à l'article L 131-3 du Code de la propriété intellectuelle, les principes déclinés ci-dessous seront intégrés dans le conventionnement avec chaque porteur de projets retenu.

Les dispositions prévues n'emportent pas transfert de la propriété des données et productions qui reste celle des porteurs de projets. Elles organisent la cession des droits patrimoniaux attachés à ces éléments en vue de permettre leur réutilisation par les signataires du CPIER Loire (Etat, Agence de l'eau Loire-Bretagne, EP Loire et Régions concernées), dénommés ci-après les bénéficiaires.

En vue de valoriser dans le long terme les réalisations issues du présent appel à projets dans le cadre de la mise en oeuvre du PO plurirégional Loire, les conditions de mise à disposition, de réutilisation et de diffusion des données et productions sont ainsi définies :

- les droits d'utilisation sont cédés aux bénéficiaires selon les modalités suivantes : droit de reproduction en autant d'exemplaires que nécessaire, par tous moyens, sur supports de toute nature connus actuellement ou non connus, droit d'utilisation, publication, représentation et diffusion par tous procédés actuels ou futurs ;
- les bénéficiaires disposent des droits cédés pour les durées légales fixées par le Code de la propriété intellectuelle ;
- la cession des droits d'utilisation sur les éléments mentionnés plus haut s'effectue, à l'égard de personnes morales de droit public concourant à l'accomplissement de mission d'intérêt général, à titre gratuit ;
- les porteurs de projets devront s'assurer qu'ils disposent de tous les droits permettant de prendre le présent engagement et déclarent que rien en conséquence ne s'oppose à la cession des droits au profit des bénéficiaires. Dans le cas contraire ils en supporteront l'entière responsabilité ;
- les bénéficiaires s'engagent à respecter les droits des porteurs de projets. Ils s'engagent à ne pas dénaturer les données et à les utiliser à bon escient. Ils s'engagent également à faire figurer le nom du (des) auteur(s).

4.3. Description des scénarios climatiques mis à disposition par Météo-France et le CERFACS dans le cadre de l'appel à projets de recherche lancé par l'EP Loire

Deux types de simulations sont mis à disposition par Météo-France et le CERFACS dans le cadre de l'appel à projets de recherche lancé par l'EP Loire :

- 1/ Les simulations climatiques avec ARPEGE Climat V4, données brutes et corrigées par la méthode quantile-quantile, maille 50 km
- 2/ Les données désagrégées par le CERFACS à partir des résultats de différentes simulations climatiques (modèle ARPEGE Climat V4 et 15 modèles utilisés pour le 4^{ème} rapport du GIEC), dites SCRATCH08.

Les données issues de l'analyse SAFRAN seront également fournies et serviront de référence temps présent.

1. Les simulations climatiques avec ARPEGE Climat V4

Description générale du modèle

Une série de nouveaux scénarios a été produite avec la dernière version (4.6) du modèle ARPEGE-climat. Ce modèle de circulation générale atmosphérique est dérivé du modèle de prévision opérationnelle de Météo-France. Son maillage recouvre le globe avec plus de 35000 points, dont environ 10% couvrent le territoire métropolitain, grâce à une résolution horizontale variable (version étirée). La distance entre deux points voisins sur la France métropolitaine est de **50 km** environ.

Les simulations

Quatre simulations de situations météorologiques virtuelles ont été réalisées. La première couvre la période **1950-2000** et utilise les **forçages radiatifs** (gaz à effet de serre, aérosols) **observés**. Les trois autres couvrent la **période 2001-2100**, en continuité avec la première simulation, et utilisent les **forçages radiatifs des scénarios préconisés par le GIEC A1B, A2 et B1**. Comme le modèle ne simule pas l'évolution de l'océan, la température de surface de la mer (TSM) provient des simulations du GIEC-AR4 réalisées à Météo-France avec une version basse résolution non étirée (300 km) d'ARPEGE couplée au modèle d'océan OPA. On dispose en effet de simulations couplées pour les deux périodes et les trois scénarios ci-dessus. Dans les simulations purement atmosphériques à haute résolution, on n'utilise pas la TSM brute, mais une quantité corrigée à partir de l'estimation des biais mensuels moyens.

Les données brutes

Les données quotidiennes pour les quatre simulations seront fournies pour les paramètres suivants :

- température, minimale et maximale à 2m
- humidité à 2m, précipitations liquides et solides
- rayonnement visible et infra-rouge
- module du vent à 10m
- évapotranspiration potentielle (ETP calculée).

Les données de températures et précipitations quotidiennes, corrigées par la méthode quantile-quantile

Sur la période 1950-2000, les TSM n'ont, par construction, aucune erreur systématique. Le climat moyen sur l'Europe et la France en particulier est en assez bon accord avec la moyenne des observations de cette période pour chaque saison. Cependant l'accord n'est pas parfait. Non seulement il existe des **erreurs systématiques** sur les moyennes, mais encore **certains extrêmes sont assez mal reproduits**. Par exemple le modèle sur-estime les pluies faibles et sous-estime les pluies fortes. **Il est donc nécessaire dans certaines applications de corriger les variables du modèle** pour rendre la **distribution statistique** des données quotidiennes identique à la distribution observée en chaque point, pour chaque saison, et pour la période 1971-2000. Nous disposons en effet pour cette période de séries quotidiennes (en fait horaires) à haute résolution (8 km) de valeurs interpolées ou calculées à partir du réseau d'observation de Météo-France. **Cette base de données s'appelle SAFRAN**. La méthode de correction utilisée est une méthode non-linéaire appelée **quantile-quantile**. En chaque point du modèle sur la France, pour chaque variable météorologique (température, précipitations) on calcule les 99 centiles des séries quotidiennes en traitant séparément les quatre saisons. On calcule de même les 99 centiles des séries observées, en utilisant tous les **points de SAFRAN voisins d'un point du modèle**, ce qui multiplie par environ 40 la longueur des séries. La fonction de correction consiste à associer chaque centile du modèle au centile de SAFRAN correspondant. Pour toute valeur du modèle située entre deux centiles, on fait une interpolation linéaire. Au delà du 99ème et en deçà du 1er, on applique une correction constante estimée sur le centile extrême correspondant.

Les données de température et précipitations quotidiennes corrigées par la méthode de correction quantile-quantile seront fournies pour l'ensemble des quatre simulations ARPEGE V4.

Les données des analyses SAFRAN (référence temps présent)

Les données des analyses SAFRAN à haute résolution (maille 8 km) pour la période 1970-2007 seront également fournies et serviront de référence temps présent. Il s'agit de données interpolées ou calculées à partir du réseau d'observation de Météo-France. Les données sont disponibles au pas de temps horaire et quotidiens pour les paramètres suivants :

- température, minimale et maximale à 2m
- humidité à 2m, précipitations liquides et solides
- rayonnement visible et infra-rouge
- module du vent à 10m
- évapotranspiration potentielle (ETP calculée).

2. Description des scénarii climatiques SCRATCH08 (données désagrégées mises à disposition par le CERFACS)

Les scénarii climatiques

Un ensemble de scénarii ou projections climatiques réalisés dans le cadre du 4^{ème} rapport du GIEC a été désagrégé à une résolution de 8 km sur une région couvrant la France et une partie de la Suisse. La méthodologie de descente d'échelle utilisée est celle développée par Julien Boé au CERFACS (Boé et al. 2006 ; Boé 2007). Cette méthodologie est une désagrégation d'échelle statistique multivariée qui repose sur l'utilisation du concept de type de temps et qui est dérivée de la méthode classique des analogues. Les propriétés climatiques régionales sont utilisées afin d'établir des types de temps discriminants pour une variable locale donnée (les précipitations pour les scénarii SCRATCH08). L'hypothèse principale est que chaque régime de temps particulier (représenté par une variable de circulation atmosphérique de grande échelle \equiv le/les prédicteur(s)) est associé à une distribution spécifique des variables climatiques locales (par exemple la température et les précipitations à petite échelle \equiv le/les prédicteur(s)). Cette association est

représentée par une fonction de transfert qui est construite statistiquement à partir des observations et/ou réanalyses disponibles.

Les jeux de données utilisés pour construire la fonction de transfert sont d' une part l'analyse météorologique à méso-échelle SAFRAN développée à Météo-France (pour les prédictants) et d'autre part la réanalyse météorologique du National Center for Environmental Prediction – NCEP (pour les prédicteurs). L'analyse SAFRAN couvre la France sur une période allant de 1970 à 2005 à une résolution spatiale de 8 km (zones climatiques cohérentes) sur une grille régulière en projection Lambert-II étendue. Elle comporte 7 paramètres, soient : les précipitations solide et liquide, la température à 2 m, le module du vent à 10 m, la radiation infra-rouge et visible incidente en surface, l'humidité spécifique à 2 m. Les scénarii climatiques désagrégés contiennent en plus de ces 7 variables l'évapotranspiration potentielle, l'humidité relative (moyenne, minimale et maximale), les températures minimale et maximale. Les variables sont fournies à l'échelle journalière.

Les scénarii climatiques qui ont été désagrégés proviennent de 15 modèles utilisés pour le 4^{ème} rapport du GIEC (forcé par le même scénario d'évolution des gaz à effet de serre GES, le scénario médian A1B). Un jeu additionnel de 3 scénarii réalisés à Météo-France à l'aide du modèle ARPEGE (voir ci-dessus) avec différents scénarii d'évolution des GES a également été désagrégé. Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques des simulations désagrégées disponibles.

La prise en compte des incertitudes

Tout exercice de scénario sur le 21^{ème} siècle est et sera toujours forcément de nature probabiliste en raison des nombreuses sources d'incertitude existantes (certaines sont fondamentalement irréductibles). Les projections climatiques SCRATCH08 ne sont pas des prévisions et aucune échelle de probabilité ne leur est attachée (aucun scénario n'est plus probable qu'un autre). Elles représentent à priori des évolutions plausibles du climat de la France sur le 21^{ème} siècle basées sur nos connaissances actuelles. Elles seront amenées à évoluer dans les prochaines années avec les améliorations anticipées sur la compréhension et la modélisation du système climatique et de son évolution.

Il est important de souligner que certaines des sources d'incertitude ne sont pas représentées au sein des scénarii SCRATCH08. De plus, il est impossible de dire si la dispersion des projections SCRATCH08 représente une limite haute ou basse des sources d'incertitude prises en compte. La considération de l'ensemble des scénarii SCRATCH08 permet néanmoins une première approche simple pour l'estimation de deux sources d'incertitude : l'incertitude structurelle liée à la représentation des processus physiques dans les modèles et l'incertitude associée aux scénarii d'évolution des GES. La première peut être analysée en utilisant plusieurs (idéalement tous) scénarii issus des modèles du GIEC. La deuxième peut être approchée avec le jeu restreint des 3 simulations ARPEGE.

Il est donc recommandé d'utiliser dans les projets une palette de scénarii climatiques et d'éviter le syndrome du scénario unique, surtout pour des études de risque avec prise en compte de l'aléa climatique.

SCRATCH08 : SCénarii Régionaux Adaptés à l'éTude des CHangements climatiques 2008

| Modèles du GIEC | Scénario GES | Période couverte | Centre climatique |
|--|----------------------|---|--|
| CCCMA CGCM3.1 T63 CNRM-CM3 CSIRO-MK3.0 GFDL-CM2.0 GFDL-CM2.1 GISS-AOM GISS-ER IAP-FGOALS INGV ECHAM4 IPSL CM4 MIROC3.2 MEDRES MIUB ECHO-G MPI-ECHAM5 MRI CGCM 2.3.2a NCAR CCSM3 | GES Observé + A1B | 01/01/1961-31/12/2000 01/01/2046-31/12/2065 01/01/2081-31/12/2100 | CCCMA (Canada) Météo-France CSIRO (Australie) GFDL (USA) GFDL (USA) GISS (USA) GISS (USA) FGOALS (Chine) INGV (Italie) IPSL (France) MIROC (Japon) MIUB (Allemagne) MPI (Allemagne) MRI (Japon) NCAR (USA) |
| Modèle ARPEGE | | | |
| ARPEGE version4 | GES Observé | 01/01/1950-31/12/2000 | Météo-France |
| ARPEGE version4 | B1 | 01/01/2001-31/12/2100 | Météo-France |
| ARPEGE version4 | A1B | 01/01/2001-31/12/2100 | Météo-France |
| ARPEGE version4 | A2 | 01/01/2001-31/12/2100 | Météo-France |

Références:

J. Boé, L. Terray, F. Habets, and E. Martin: A simple statistical-dynamical downscaling scheme based on weather types and conditional resampling. *J. Geophys. Res.*, 111 :D21106, 2006.

J. Boé. Changement global et cycle hydrologique : Une étude de régionalisation sur la France. PhD thesis, Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2007.

C. Pagé, J. Boé, L. Terray : Projections climatiques à échelle fine sur la France pour le 21^{ème} siècle : les scénarii SCRATCH08. Technical Report TR/CMGC/08/64, CERFACS, Toulouse, France, 2008

4.4. Conditions d'utilisation des données météorologiques (Formulaire)

CONDITIONS D'UTILISATION DES DONNEES METEOROLOGIQUES

DELIVREES PAR METEO-FRANCE

FORMULAIRE

Je soussigné(e)⁽¹⁾

habilité à représenter la société :

- **adresse**.....

m'engage à :

1.- ne pas utiliser les données figurant en annexe et délivrées à ma société par Météo-France dans le cadre strict de l'appel à projets lancé par l'Etablissement Public Loire pour la réalisation d'autre étude que celle définie ci-après :

la connaissance des vulnérabilités des activités humaines et des milieux du bassin de la Loire par rapport aux effets du changement climatique sur les régimes d'inondation et de sécheresse

2.- à ne pas transférer tout ou partie des données à un tiers, sauf autorisation écrite préalable de Météo-France,

3.- à mentionner l'origine des données utilisées dans toute publication réalisée grâce à l'utilisation de celles-ci, à décrire pour chacun des documents édités (publications, CD-ROM, ...) le public visé et le tirage envisagé et à signaler si les données diffusées ont subi une quelconque transformation,

4.- à adresser, à Météo-France – CNRM/RETIC- – 42, Avenue Gaspard Coriolis – 31057 Toulouse Cedex, deux exemplaires de tout document visé à l'alinéa 3,

5.- à informer toute personne, travaillant à la réalisation de l'étude et amenée à utiliser les données, des conditions qui sont attachées à celles-ci,

6.- à assurer la destruction du jeu de données (et de toute copie qui aurait pu en être faite) à l'issue des travaux nécessitant leur utilisation.

7.- à indemniser Météo-France pour toute perte subie du fait du non respect des présentes conditions,

Fait à , le.....

Signature et cachet

(1) *nom, prénom + titre ou grade*