

Programme soutenu par la **Fondation MAIF** (2008-2010) :

« *Les risques climatiques liés aux changements en cours dans la dynamique des masses d'air sur l'Europe Occidentale* »

Coordination : Olivier PLANCHON
(COSTEL – LETG UMR 6554 CNRS UNIVERSITE RENNES-2)

Résumé du rapport final (MARS 2011)

Le programme consacré à l'étude des « *risques climatiques liés aux changements en cours dans la dynamique des masses d'air sur l'Europe Occidentale* », soutenu par la Fondation MAIF pour la période 2008-2010, avait pour objectif de proposer une approche des risques climatiques fondée sur l'évolution des enchaînements des masses d'air depuis la fin du XIX^{ème} siècle, et analysée au moyen de la classification des types de circulations atmosphériques de Hess-Brezowsky (version *objective* développée par P. James au *Met-Office*, Royaume-Uni). L'étude des types de circulations (identification, fréquence, évolution) générant les situations à risques a été menée en vue d'obtenir une régionalisation de ces risques. Les risques hydro-climatiques étudiés ont été les suivants :

- Précipitations / crues-inondations ;
- Gelées tardives (régions viticoles) ;
- Sécheresses.

Ce programme s'est inscrit plus précisément dans le contexte géographique du grand Ouest français, élargi à d'autres régions non méditerranéennes selon les cas étudiés de façon la plus détaillée, permettant ainsi des interactions et complémentarités avec d'autres programmes de recherches sur des problématiques voisines. Le choix des espaces étudiés et des points de mesures retenus (stations météorologiques en particulier) a été fixé aussi, bien entendu en fonction des données disponibles, mais aussi de l'intérêt de certaines stations pour des comparaisons inter-régionales.

Durant la première année d'existence du programme (2008-2009), l'effort de recherche s'est concentré sur l'analyse statistique des types de circulations et leurs effets, en termes de fréquence et d'intensité, sur les éléments climatiques sélectionnés à des périodes récentes, (puis quelques premiers essais sur des périodes séculaires : sécheresses) et à des échelles spatiales régionales et locales. Cette première partie du programme a donc permis de tester et vérifier la validité de la méthode de classification de Hess-Brezowsky sur les régions de l'Ouest de la France. Les quelques problèmes rencontrés, d'ordre méthodologique (adéquation entre les pas de temps : crues lentes et sécheresses) ont été bien identifiés et commentés, mais ces analyses demanderaient à être refaites dans d'autres cadres de recherches.

La deuxième étape du programme (2009-2010) a été consacrée à l'étude de la variabilité des types de circulations, sur la période totale disponible dans le catalogue des GWL produit par P. James (1850-2009). Quelques tendances statistiquement significatives sur la série 1850-2009 ont été observées au pas de temps saisonnier, mais si l'on ampute la série de ses 50 premières années, certaines de ces tendances se maintiennent tandis que d'autres ne sont plus

détectées ou d'autres apparaissent. Ceci a montré la nécessité d'étudier les séries les plus longues possibles, puisque certaines tendances ont été décelées très tôt dans la série des GWL. Les tendances ont été observées aussi bien sur des situations faiblement que fortement représentées et peuvent donc avoir des impacts différents.

D'autre part, des oscillations irrégulières dans l'évolution de la fréquence des types de circulations permettent d'identifier des groupes d'années avec des caractéristiques particulières. Les résultats produits au cours de cette deuxième étape du programme nous ont amenés à nous demander si la fréquence et/ou l'intensité d'un type d'impact climatique lié à un type de circulation donné a pu varier au cours de la période d'étude.

La troisième et dernière étape du programme (2010-2011) a donc eu pour objectif de répondre à cette dernière question, tout en essayant de spatialiser les évolutions. L'analyse des impacts thermiques et pluviométriques des types de circulations atmosphériques a été effectuée sur un type de circulation principal ou GWL (circulations de Sud en hiver) et sur trois types de circulations individuels ou GWL (WW en hiver, HNFZ au printemps et NA en été), pour lesquels les analyses statistiques ont permis de détecter les tendances les plus significatives, avec des dates de rupture permettant la comparaison de stations (Rennes et Genève) pour lesquelles des longues séries de données quotidiennes de températures minimales (TN), de températures maximales (TX) et de précipitations étaient disponibles. Les séries de données plus récentes (depuis 1950) de quatre stations du Val de Loire ont aidé à affiner la spatialisation des impacts climatiques.

Si certains types de circulations influent différemment sur certains éléments climatiques entre le début et la fin du XX^{ème} siècle, les évolutions ne sont pas toujours significatives. De plus, la comparaison de la variabilité des impacts entre Rennes et Genève montre que, de part et d'autre de la France centrale, ces stations réagissent, selon les éléments climatiques analysés et les types de circulations étudiés, soit en phase (précipitations), soit différemment (température, avec plus forte variabilité à Genève), en fonction d'une part de leur position en longitude par rapport aux centres d'action et d'autre part du poids de la continentalité. La prise en compte dans l'analyse de quatre stations supplémentaires dans les régions du Centre-Ouest fait ressortir une homogénéité climatique d'ensemble, mais aussi certains gradients spatiaux liés à la continentalité, modulés par certains caractères climatiques locaux (en particulier à Saumur et à Romorantin).

Ainsi, malgré l'échelle spatiale large (synoptique) prise en compte par les GWL, la différenciation des impacts fait ressortir le poids de certains facteurs locaux, faisant intervenir le rôle des états de surface (topographie, occupation du sol, nature du substratum...) et leurs interactions complexes avec la couche limite atmosphérique.

Le problème des facteurs locaux du climat s'est posé à toutes les étapes de ce programme, et la synthèse des travaux spécifiques à cette préoccupation a été rappelée en dernière partie du présent rapport. Plusieurs pistes de recherche ont été explorées afin de trouver la (ou les) meilleure(s) connexion(s) possible(s) entre les types de circulations atmosphériques d'échelle synoptique (GWL) et leurs impacts climatiques en tenant compte des facteurs locaux. Ces recherches ont portées (et portent toujours) sur les sécheresses, la climatologie appliquée à l'échelle des terroirs viticoles et les types de temps. Ainsi, des méthodes et outils ont été développées, ou sont en cours de développement et d'utilisation sur ces problématiques :

- modélisation spatiale à fine résolution des bilans hydriques avec prise en compte de la diversité des sols et du relief à l'échelle de la parcelle, pour l'étude des sécheresses et de leurs impacts au niveau d'échelle local ;

- modélisation numérique méso-échelle (intégrant les faits de circulation atmosphérique à différentes échelles) et modélisation géostatistique (développée au moyen d'un S.I.G.), pour l'étude des régions et terroirs viticoles ;

- réalisation d'un logiciel pour la détermination automatique des types de temps baptisé « *Types de Temps Sensibles et à Risques* » (TTSR). Cet outil pourrait être développé pour l'établissement de cartes dynamiques des risques météo-climatiques pour toute la région Ouest, puis à l'échelle de la France.

Le développement de ces outils et leur application met en jeu et produit une masse considérable de données incluant en particulier des mesures de terrain, pour lesquelles l'installation de réseaux de mesures ou les prélèvements in-situ, puis la collecte, implique une veille permanente. Ces travaux prenant en compte le rôle des facteurs locaux du climat sont donc toujours en cours de développement. D'autre part, ils permettent de resserrer le lien avec le monde agricole déjà engagé grâce aux interactions entre le programme « *Dynamique des masses d'air et risques climatiques* » et les programmes CLIMASTER et TERVICLIM. Le programme CLIMASTER, dont les travaux portent sur quatre régions de l'Ouest de la France (Basse-Normandie, Bretagne, Pays de la Loire et Poitou-Charentes), est entré dans sa dernière année en 2011. Le programme TERVICLIM s'achève aussi cette année, mais est dès à présent relayé par le programme GICC-TERADCLIM (2011-2013) : « *Adaptation au changement climatique à l'échelle des terroirs viticoles* », qui poursuit et élargit le cadre international du précédent.

L'intégration, dans ce programme, des travaux sur les types de circulations et de temps, constitue un projet majeur pour les années à venir, combinant deux problématiques :

- interaction types de circulations / types de temps permettant de renouveler la question déjà ancienne des *saisons naturelles* et les *normes intra-saisonnières* (*singularities* des climatologues britanniques ; *Regelfälle* des climatologues allemands) ;

- étude combinée de la variabilité des types de circulations et de temps dans le contexte des oscillations climatiques contemporaines et du changement climatique.

Malgré le problème posé récemment par l'interdiction, de la part du Met-Office, d'utiliser la version objective de la classification de Hess-Brezowsky, ce projet pourra être engagé en réutilisant la méthode Hess-Brezowsky d'origine dont le catalogue des GWL est, non seulement, toujours diffusé en accès libre par le *Potsdam Institut für Klimafolgenforschung* (PIK), mais a aussi été récemment mis à jour jusqu'en 2009.