

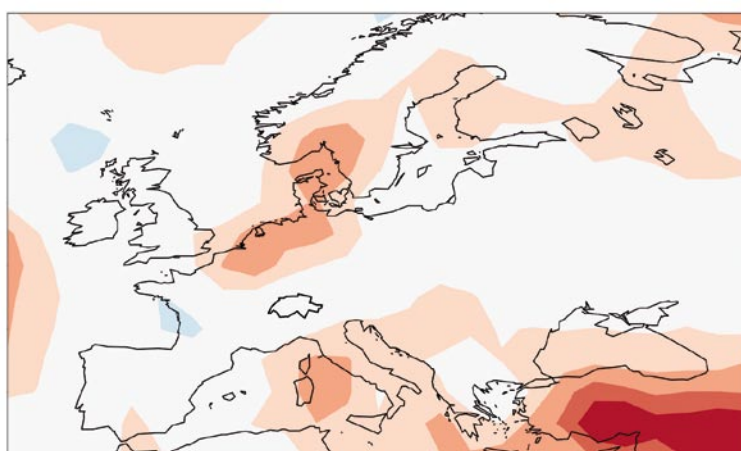
La variabilité du climat aujourd'hui et demain: La contribution de MétéoSuisse au projet de recherche NCCR Climate II

Pour la société et de nombreux secteurs de l'économie, des prévisions fiables et une évaluation précise des risques climatiques revêtent une importance accrue. La contribution de MétéoSuisse au Programme national de recherche sur le climat est ainsi consacrée à la variabilité climatique et à son anticipation. La recherche a porté sur l'amélioration des prévisions mensuelles et saisonnières, sur de nouvelles méthodes pour la prévision de précipitations intenses, sur le potentiel de dommages occasionnés par les tempêtes hivernales, et sur l'interaction des modèles de circulation à large échelle avec des paramètres régionaux comme la température, la neige et les phases phénologiques. Permettant à MétéoSuisse de mieux conseiller ses clients face aux risques engendrés par la météo et le climat, ces travaux représentent en outre une contribution à la recherche la plus récente sur le climat.

▶ **Fig. 1:** Qualité des prévisions saisonnières pour l'été du point de vue des températures en Europe de 1987 à 2007. Zones bleues et blanches: fiabilité nulle; zones rouges: bonne fiabilité

▶ **à droite:** prévisions saisonnières recalibrées.

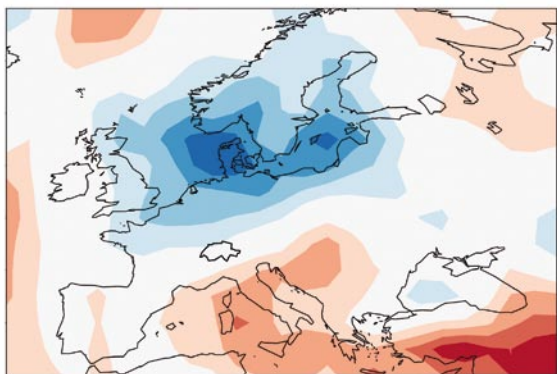
▼ **En bas:** prévisions saisonnières

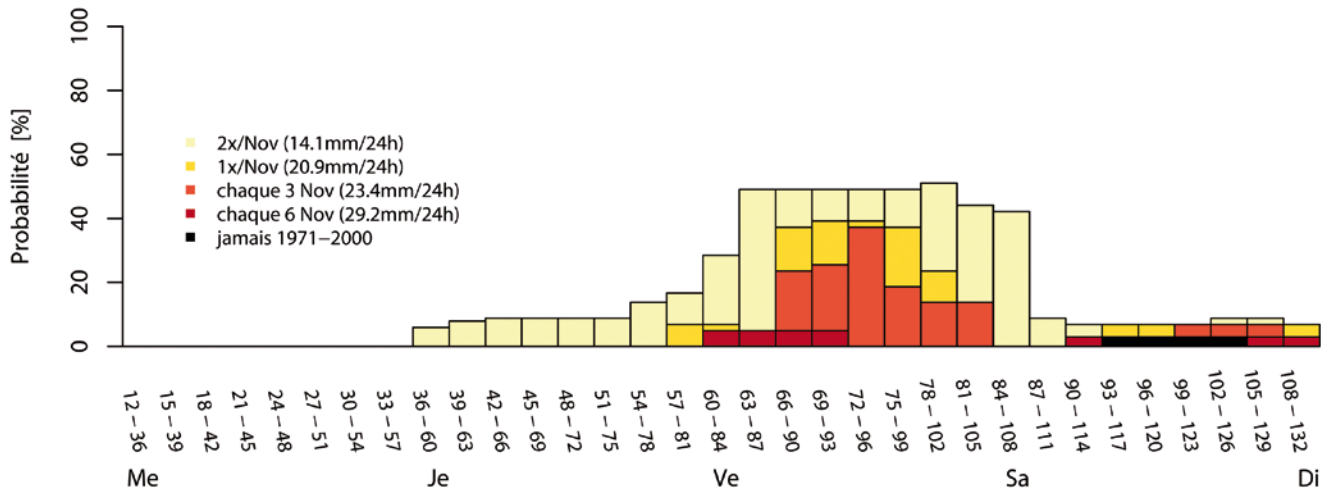


Les prévisions à long terme

L'économie a besoin de connaître l'évolution saisonnière pour pouvoir gérer efficacement les risques liés à la météo et au climat. Les climatologues de MétéoSuisse se sont donc penchés sur les prévisions saisonnières du Centre Européen de Prévisions Météorologiques à Moyen Terme (CEPMMT). Jusqu'à présent, celles-ci souffraient de lacunes: leur qualité dépend fortement de la région, de la saison, de la période, et de la grandeur météorologique considérées. En Europe, des prévisions fiables sur la température estivale, par exemple, ne peuvent être établies qu'en Méditerranée (fig. 1 à gauche), (Weigel et al. 2007 a, b). En outre, ces prévisions saisonnières ne reproduisaient pas le réchauffement climatique de façon satisfaisante (Liniger et al. 2007). Les probabilités pronostiquées indiquent par ailleurs une certitude exagérée.

Avec l'avènement des multimodèles, la possibilité d'une amélioration des prévisions saisonnières se dessine. Combinant les prévisions de modèles aussi différents que possible pour constituer un superensemble, les scientifiques limitent la fausse impression de certitude donnée par les prévisions des ensembles individuels. Les prévisions s'en trouvent également améliorées, grâce à une sorte de compensation des erreurs (Weigel et al. 2008 a). Une autre façon d'affiner les prévisions saisonnières est le recalibrage. Il consiste à analyser des prévisions passées pour déterminer les facteurs qui permettent d'«étirer» artificiellement les prévisions, afin qu'elles couvrent l'étendue complète de l'incertitude (Weigel et al. 2009). Ce procédé permet également de supprimer les erreurs systématiques. Dans le cas de l'Europe, caractérisée par une fiabilité restreinte des prévisions, cela améliore les résultats (fig. 1 à droite).





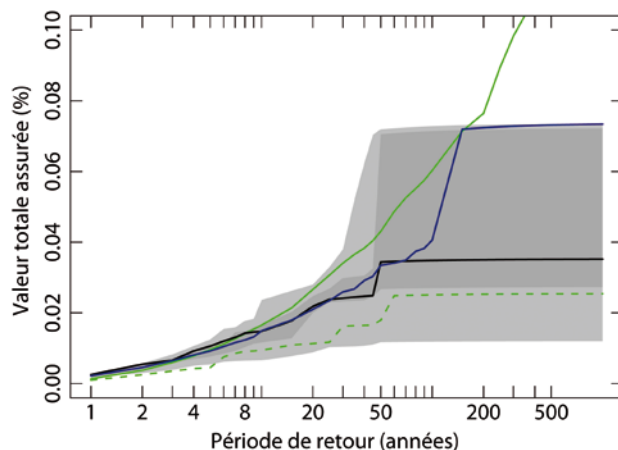
Parallèlement aux prévisions saisonnières, les prévisions mensuelles – couvrant les deux à quatre semaines à venir – ont également été étudiées par les chercheurs de MétéoSuisse. En Europe centrale, ces dernières sont nettement plus fiables que les prévisions saisonnières et disposent ainsi d'un potentiel d'application bien plus élevé dans cette région (Baggenstos 2007, Weigel et al. 2008b).

Alertes en cas d'épisodes météorologiques rares

Les fortes intempéries survenues ces dernières années ont éveillé l'intérêt du grand public pour les événements météorologiques extrêmes. Là aussi, l'approche climatologique amène des pronostics plus précis (Fundel et al. 2009). A cette fin, MétéoSuisse a donc établi rétroactivement, sur 30 ans, des prévisions d'ensemble à l'aide du système COSMO-LEPS (Montani et al 2003) et les a utilisées pour un calibrage. Cela a permis d'avancer le lancement des alertes automatiques, parfois même de 24 heures. Certains systèmes d'alerte comme la plateforme Internet du projet MAP D-PHASE (Rotach et al. 2009) se sont déjà servis de ces prévisions (fig. 2).

Fig. 2: Prévisions à 5½ jours du modèle COSMO-LEPS portant sur les sommes de précipitations en 24 h. Les couleurs indiquent la rareté du phénomène, la hauteur des colonnes leur probabilité.

Fig. 3: Dommages potentiels dus aux tempêtes, calculés de manière conventionnelle (vert), sur la base d'observations (noir) et au moyen de la nouvelle méthode (bleu, la part d'incertitude étant en gris).



Fréquence des tempêtes hivernales en Europe et dégâts causés

Les tempêtes balayant l'Europe en hiver représentent des risques de dégâts élevés pour la population, qui se répercutent sur les réassureurs tels que Swiss Re. Afin d'estimer les risques, Swiss Re combinait jusqu'ici son portefeuille de tempêtes historiques avec des modèles d'évaluation des dommages. Mais des données de qualité sur les vents manquaient souvent. Un projet conjoint de Swiss Re et de MétéoSuisse a donc puisé dans les prévisions saisonnières pour créer une série de données artificielles

couvrant plus de 300 ans du climat hivernal actuel (Della-Marta 2008, 2009). La série de données ainsi établie a été reliée au modèle d'évaluation des dommages de Swiss Re de manière à pouvoir calculer les dégâts potentiels. Alors qu'il y a convergence dans la somme des dommages estimée par les différentes méthodes lorsque la période de retour est brève, l'écart augmente rapidement dès que le phénomène se fait rare (fig. 3). Il est donc important, pour anticiper des dommages étendus à caractère exceptionnel, de prendre en considération la série de données artificielle nouvellement développée et des méthodes alternatives.

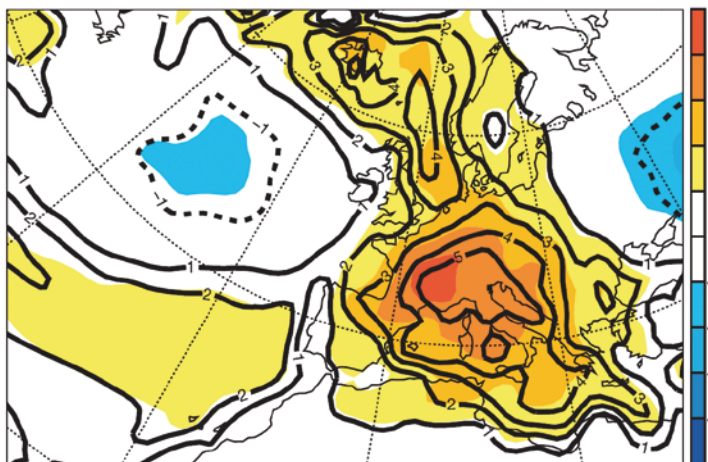


Fig. 4:
Canicule de 2003:
anomalie de
température en
Europe. Les valeurs
sont jusqu'à quatre
degrés supérieures
à la norme saison-
nière (1961-1990).

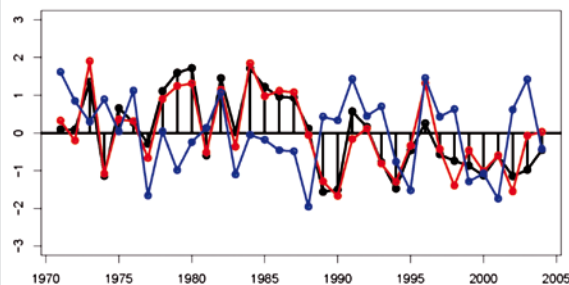


Fig. 5:
Séries de mesure
portant sur le
début du printemps
dans l'arc alpin du
point de vue de
la phénologie
(noir), des tempé-
ratures (rouge) et des
sommés de précé-
pitations (bleu).
Les valeurs élevées
correspondent à un
printemps tardif.

Températures et neige dans l'arc alpin suisse

La neige et la température sont des paramètres climatiques essentiels en Suisse, vu le réchauffement climatique. Nos analyses montrent que les quantités de neige tombées en hiver en dessous de 1300 m ont nettement diminué depuis la fin des années quatre-vingt, et que l'enneigement est étroitement lié à la direction dominante du courant atmosphérique et à la position des systèmes de pression (Scherrer et al. 2006). Il ressort de travaux conjoints réalisés avec d'autres chercheurs dans le cadre de NCCR Climate que les températures saisonnières et mensuelles ont atteint toutes deux des records à longue échéance sur un territoire étendu (fig. 4, Schär et al. 2004, Luterbacher et al. 2007). Observations et modèles révèlent, en été surtout, une nette hausse du mercure et une légère augmentation des fluctuations (Scherrer et al. 2008). La convergence entre observations et scénarios sur le climat constitue une bonne base pour une étude approfondie du changement climatique en Suisse.

Observations phénologiques

Les effets du réchauffement climatique sont visibles dans de nombreux systèmes biologiques. Etant donné les observations systématiques dont l'arc alpin est l'objet, les stades de développement des plantes au cours des saisons (phénologie) constituent un indicateur idéal pour démontrer les changements survenus dans la nature.

Un indice (1971-2004) établi dans la zone alpine élargie à partir des données phénologiques de différentes plantes met en évidence leur répartition géographique et son lien avec le changement climatique (Meier, 2009). Les comparaisons effectuées par les scientifiques de MétéoSuisse entre les observations et les températures et précipitations journalières ont révélé que la température est le facteur limitant, et non pas les précipitations (fig. 5). Ceci se confirme si l'on compare les observations phénologiques aux données satellitaires de plusieurs décennies, même avec la topographie complexe de la Suisse (Studer et al, 2007). Les satellites offrent ainsi la possibilité d'un suivi continu sur un large territoire.



Perspectives

MétéoSuisse entend poursuivre ses propres travaux de recherche et continuer à collaborer avec les écoles polytechniques et les universités dans le cadre de la troisième phase du projet national NCCR Climate et du Center for Climate Systems Modeling (C2SM). Le C2SM est le réseau scientifique créé par l'EPF de Zurich, MétéoSuisse et l'institut de recherche Empa pour étudier la mo-

délisation du climat. Deux projets de recherche prioritaires de MétéoSuisse seront consacrés à la mise au point de scénarios climatiques nationaux à partir de multimodèles, ainsi que de données climatiques à haute résolution spatio-temporelle. Ces nouvelles données ouvriront la voie à des analyses approfondies dans l'arc alpin, en particulier en hydrologie et en agriculture.



Références

Baggenstos, D. 2007:

Probabilistic verification of operational monthly temperature forecasts. Veröffentlichung der MeteoSchweiz, 76, 52 pp.

Della-Marta, P. M., Mathis, H., Frei, C., Liniger, M. A., Appenzeller, C. 2007:

Extreme Wind Storms over Europe: Statistical Analyses of ERA-40. Arbeitsbericht der MeteoSchweiz, 216, 79 pp.

Della-Marta, P. M., Mathis, H., Frei, C., Liniger, M. A., Kleinn, J. and Appenzeller, C. 2008:

The return period of wind storms over Europe. International Journal of Climatology, DOI: 10.1002/joc.1794.

Della-Marta, P. M., Liniger, M. A., Appenzeller, C., Bresch, D. N., Köllner-Heck, P., Mucicione, V. 2009:

Improved estimates of the European winter wind storm climate and the risk of reinsurance loss, submitted.

Fundel, F., Liniger M. A., Appenzeller C., Walser A. and Frei C. 2009:

Calibrated Warnings of Precipitation Events over Switzerland Using COSMO-LEPS Reforecasts, in prep.

Liniger, M. A., Mathis H., Appenzeller, C. and Doblas-Reyes, F. J. 2007:

Realistic Greenhouse Gas Forcing and Seasonal Forecasts. Geophys. Res. Lett., 34 L04705.

Luterbacher, J., Liniger, M. A., Menzel, A., Estrella, N., Della-Marta, P. M., Pfister, C., Rutishauser, T. and Xoplaki, E. 2007:

Exceptional European warmth of autumn 2006 and winter 2007: Historical context, the underlying dynamics, and its phenological impacts. Geophys. Res. Lett., 34 L12704.

Meier, N. 2009:

Phänologische Muster und ihre Beziehung zum Klimawandel im grösseren Alpenraum, in prep.

Rotach, M. et al. 2009:

MAP D-PHASE: Real-time Demonstration of Weather Forecast Quality in the Alpine Region, submitted.

Schär, C., Vidale, P., Luethi, D., Frei, C., Haeberli, C., Liniger, M. A., Appenzeller, C., 2004:

The role of increasing temperature variability for European summer heatwaves. Nature, 427, 332-336.

Scherrer, S. C., et al., 2008:

Distribution changes of seasonal mean temperature in observations and climate change scenarios. In: Climate variability and extremes during the past 100 years, S. Brönnimann, et. al. Eds., Springer, Vol. 33 in the Advances in Global Change Research Book Series, 364p, ISBN: 978-1-4020-6765-5.

Scherrer, S. C., and C. Appenzeller, 2006:

Swiss Alpine snow pack variability: major pat-

terns and links to local climate and large-scale flow. Climate Research, 32, 187-199.

Studer, S., Stöckli, R., Appenzeller, C. and Vidale, P. L. 2007:

A comparative study of satellite and ground-based phenology. Int. J. Biometeorol., 51(5) 405-414.

Weigel, A. P., Liniger M. A. and Appenzeller, C. 2007a:

The discrete Brier and ranked probability skill scores. Mon. Wea. Rev., 135(1) 118-124.

Weigel, A. P., Liniger M. A. and Appenzeller, C. 2007b:

Generalization of the Discrete Brier and Ranked Probability Skill Scores for Weighted Multimodel Ensemble Forecasts. Mon. Wea. Rev., 135(7) 2778-2785.

Weigel, A. P., Liniger, M. A. and Appenzeller, C. 2008a:

Can multi-model combination really enhance the prediction skill of probabilistic ensemble forecasts? Quart. J. Roy. Met. Soc., 134 241-260.

Weigel, A. P., Baggenstos, D., Liniger, M. A., Vitart, F. and Appenzeller, C. 2008b:

Probabilistic verification of monthly temperature forecasts. Mon. Wea. Rev., 136, 5162-5182.

Weigel, A. P., Liniger, M. A. and Appenzeller, C. 2009:

Seasonal ensemble forecasts: Are recalibrated single models better than multi-models? Mon. Wea. Rev. in press.

Bibliographie sur Internet:

www.meteoschweiz.admin.ch/web/fr/recherche/projets/nccr_ii.html

Contact: klimadienste@meteoschweiz.ch

MeteoSchiweiz
Krähbühlstrasse 58
CH-8044 Zürich

T +41 44 256 91 11
www.meteoschweiz.ch

MeteoSchiweiz
Flugwetterzentrale
CH-8060 Zürich-Flughafen

T +41 43 816 20 10
www.meteoswiss.ch

MeteoSvizzera
Via ai Monti 146
CH-6605 Locarno Monti

T +41 91 756 23 11
www.meteosvizzera.ch

MétéoSuisse
7bis, av. de la Paix
CH-1211 Genève 2

T +41 22 716 28 28
www.meteosuisse.ch

MétéoSuisse
Les Invaudes
CH-1530 Payerne

T +41 26 662 62 11
www.meteosuisse.ch