

## FRANCHE-COMTÉ

# L'évolution du climat prévue par les modèles en Franche-Comté

Julien ZGONC, Météo-France, Division études et climatologie, Nord-Est  
Daniel JOLY, Laboratoire Théma, UMR 6049 du CNRS-Université de Franche-Comté

L'évolution du climat au cours des décennies à venir repose sur des simulations numériques fort complexes. Elles peuvent sans doute être contestées dans le détail mais toutes les modélisations effectuées à ce jour confirment une modification du climat associée à une hausse inéluctable des températures. Une étude du climat commandée à Météo-France (qui a exploité les résultats du modèle ARPEGE-Climat) pour le compte du Conseil économique social et environnemental (CESE) de Franche-Comté, n'échappe pas à la règle : le climat de la Franche-Comté se réchauffera tandis que les précipitations, dont l'évolution est plus délicate à établir, marquent une légère baisse. Nous donnons ici quelques uns des traits les plus marquants de cette évolution.

Les médias présentent souvent le changement climatique de manière orientée. Ils s'attachent d'ordinaire aux seuls épisodes catastrophiques (canicules, tempêtes, inondations, etc.) en essayant de les rattacher à des causes prétendument identifiées : effet de serre ? Les climatologues sont bien en peine de répondre à ce genre de questions qu'ils jugent inappropriées. Car ces événements isolés, qui se produisent de manière plus ou moins aléatoire, participent tout simplement d'une climatologie normale. En revanche, ce qui intéresse les scientifiques à cet égard est l'évolution de leur fréquence associée à leur période de retour initiale : 120 ans pour

une tempête comme Lothar (26 décembre 1999), 50 ans pour l'inondation qu'a subi Vaison-la-Romaine en 1992, 20 ans pour une sécheresse identique à celle de 2003. Le problème du changement climatique, et de ses éventuelles conséquences, doit être posé en ces termes. Ainsi, cette approche sur les tendances lourdes ou les fréquences d'événements attendues au cours des 100 prochaines années est plus robuste.

### Le modèle ARPEGE-Climat de Météo-France

Pour ce faire, les physiciens ont développé des outils performants de simulation numérique. En France, le Centre national de recherche météorologique (CNRM) de Météo-France, en collaboration avec le Centre européen de prévision, a établi le

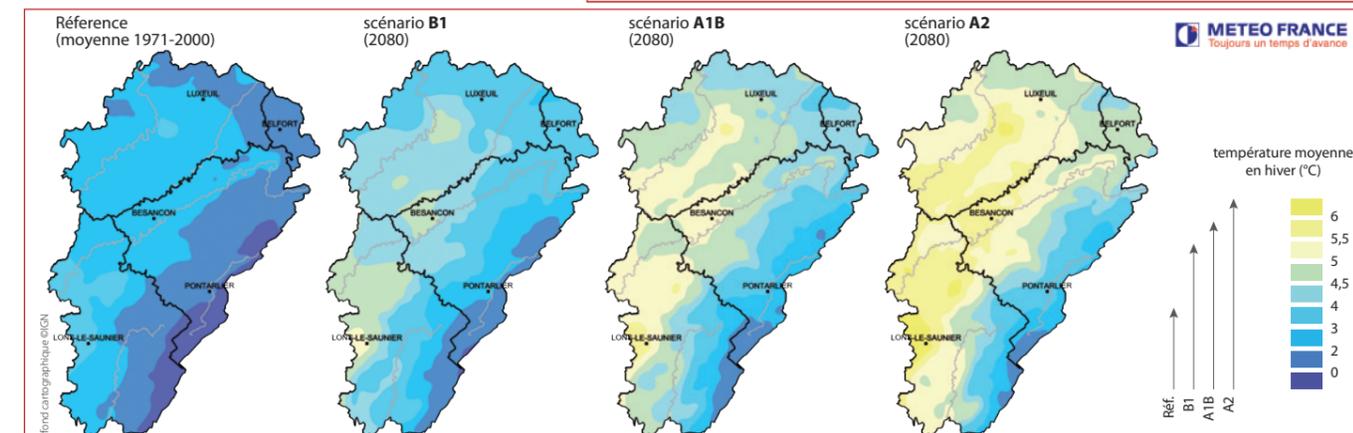


Figure 1 : température moyenne d'hiver, à l'horizon 2080, selon trois scénarios

modèle ARPEGE-climat, modèle climatique global. La plupart des composants du système terre-atmosphère à petite échelle est pris en compte (extension des glaces, chimie de l'atmosphère et notamment concentration en gaz à effet de serre, ...).

Cet outil a été appliqué à la Franche-Comté en 2010 par Météo-France pour le Conseil économique social et environnemental (CESE) de Franche-Comté. À l'issue de l'étude, un rapport complet a été remis et mis en ligne\*.

Une plaquette, reprenant certaines conclusions de ce rapport a été diffusée (*Le climat change, la Franche-Comté s'adapte*, CESE de Franche-Comté, juillet 2010), lui-même disponible en ligne sur le site du CESE. Dans la mesure où le CESE de Franche-Comté nous a aimablement autorisé à y puiser toute information qui nous semblerait utile, ce dernier article de IFC n°44 s'en inspirera très largement : les cartes sont celles de Météo-France, les commentaires ont souvent été repris tels quels. Parmi les quatre scénarios proposés, nous retiendrons les trois les plus utilisés en modélisation (voir l'article de Yves FOUART).

Il s'agit des scénarios :

- B1 (optimiste par rapport à l'évolution des émissions de gaz à effet de serre au niveau global)
- A1B (intermédiaire)
- A2 (pessimiste).

Les résultats obtenus s'inscrivent dans une fourchette de valeurs qui donne une idée précise de la marge d'incertitude des modèles. Enfin, nous

dégagerons prioritairement, de ce vaste inventaire, les indicateurs qui ont été présentés dans l'article précédent (*Évolution du climat à Besançon de 1890 à 2010*) afin que l'on puisse mesurer l'ampleur des changements qui nous attendent et qui, pour certains, ont déjà commencé.

### Températures

#### Température moyenne d'hiver

La température moyenne de référence (1971-2000) est inférieure à 0°C sur le Haut-Jura et atteint 3°C à 4°C sur les secteurs de Dole, Lons-le-Saunier et de Vesoul. La tendance générale est au réchauffement. À l'horizon 2080, le réchauffement est voisin de 1,5°C à 2°C avec le scénario B1, 2,5°C avec le scénario A1B, et environ 3°C avec le scénario A2 où une large zone de basse altitude présente des températures supérieures à 5°C, localement 6°C à 6,5°C sur le Revermont (figure 1).

\*Le Conseil économique, social et environnemental, assemblée consultative placée au côté du Conseil régional, représente la société civile.

<http://www.cese.franche-comte.fr/>

La loi lui a confié la mission d'éclairer, par ses réflexions, les décisions du Conseil régional. Pour ce faire, il formule obligatoirement un avis sur les politiques proposées par l'Exécutif régional et peut aussi répondre à la sollicitation du président du Conseil régional sur un dossier particulier (saisine). Il peut enfin décider d'étudier tout sujet porteur d'enjeux importants pour la région (autosaisine). C'est dans ce cadre qu'il a mené la réflexion sur le changement climatique :

([www.cese.franche-comte.fr](http://www.cese.franche-comte.fr)>> Les publications> Les rapports> Territoires> Le climat change, la Franche-Comté s'adapte).

Cette autosaisine, sur la base du scénario A2 d'une étude commandée à Météo France, a ciblé quatre thématiques emblématiques de la Franche-Comté : ressource en eau, forêt, agriculture et tourisme. Le CESE en a déduit les mesures d'adaptation possibles, souhaitant ainsi sensibiliser davantage chaque acteur Franc-Comtois aux effets de ces évolutions climatiques et aux possibilités d'action.

adresse internet du rapport Météo-France : [http://www.cese.franche-comte.fr/uploads/tx\\_dkikpublications/rapportmeteofrance.pdf](http://www.cese.franche-comte.fr/uploads/tx_dkikpublications/rapportmeteofrance.pdf)

#### Météo-France :

établissement public administratif placé sous la tutelle du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL), est l'héritier de plus de cent ans d'histoire météorologique. Il emploie aujourd'hui environ 3 500 salariés. Son budget provient pour 56 % de subventions de l'État, pour 26 % des redevances aéronautiques et pour 18 % d'autres recettes (commerciales...)

## Température moyenne d'été

La température moyenne de référence (figure 2) est ponctuellement inférieure à 13°C sur le Haut-Jura et dépasse très localement 19°C vers Dole et Vesoul (18°C à 18,5°C sur Besançon). À l'horizon 2080, avec le scénario B1, les 19°C sont dépassés sur la plupart des régions de basse altitude, avec environ 20,5°C pour Besançon, et localement entre 21°C et 22°C, notamment vers Dole. Le réchauffement moyen est compris entre 2°C et 2,5°C selon le scénario B1 et passe à plus de 4°C selon le scénario A2 ; les 22°C, voire 23°C, sont dépassés en plaine tandis que seuls les plus hauts sommets gardent un peu de fraîcheur avec 16°C (contre moins de 13°C aujourd'hui).

## Nombre de jours de gel

La chronique 1890-2010 nous a montré que le nombre de jours de gel a considérablement décliné au cours du XX<sup>e</sup> siècle. Il est passé d'environ 85 à 65 jours par an. Cette évolution se poursuivra. À l'horizon 2080 (figure 3), le nombre de gelées est en forte diminution mais très hétérogène au sein de la Franche-Comté. Selon le scénario B1, on dénombrera 30 à 40 jours de gel sur le Revermont, 40 à 45 vers Besançon, soit moitié moins qu'aujourd'hui et trois fois moins qu'au début du XX<sup>e</sup>. Avec le scénario A2, on note seulement 15 à 25 jours avec gelées sur une partie du Revermont, 25 à 30 jours sur Besançon et ses environs. On dépasse encore 100 jours de gel à plus de 1000 m d'altitude sur le relief du Jura, alors qu'aujourd'hui, ce caractère s'étend sur la plupart des plateaux.

## Nombre de jours chauds

Le nombre de jours chauds (jours avec une température maximale supérieure à 25°C) a peu augmenté entre 1890 et 2010 avec environ 40 à 60 jours de chaleur à Besançon. La figure 4 montre que cet indicateur est sujet à d'amples variations dans l'espace ; à tel point que le Haut Jura compte moins de cinq jours chauds par an. Avec le scénario B1, on note entre 90 et 110 jours de chaleur à basse altitude. Le scénario A2, permet de dénombrer 110 à 130 jours de chaleur sur le tiers nord du département du Jura et une bonne partie de la Haute-Saône, et 50 à 70 jours de chaleur sur l'ensemble du relief du Jura

## Précipitations

### Hauteur moyenne des précipitations sur la saison froide

Sur la période allant de octobre à mars inclus, les précipitations de référence (1971-2000) sont en général comprises entre 400 et 600 mm à basse altitude (figure 5). Sur les reliefs, ces précipitations sont nettement plus élevées (plus de 1200 mm vers le ballon de Servance, 1100 à 1200 mm vers les Rousses). Les précipitations évoluent peu selon les simulations. Cependant à l'horizon 2080, elles sont en légère diminution pour les trois scénarios. Le scénario A1B accuse la baisse la plus marquée : de larges zones avec des précipitations comprises entre 300 et 400 mm apparaissent dans le nord-ouest de la région. La partie la plus arrosée du relief du Jura se contente de 1000 à 1100 mm.

Figure 2 : température moyenne d'été, à l'horizon 2080, selon trois scénarios

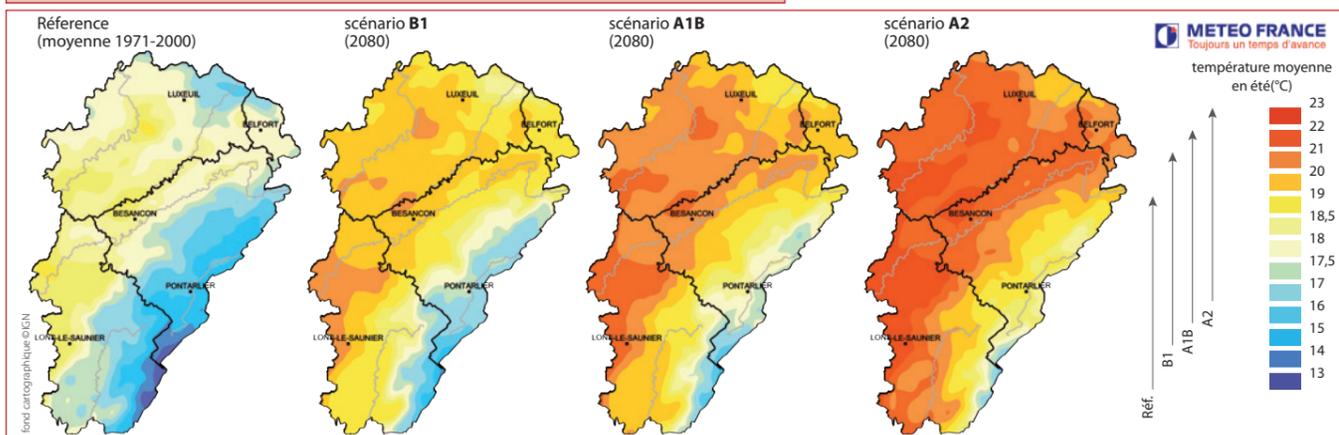


Figure 4 : nombre de jours avec une température supérieure à 25°C, à l'horizon 2080, selon trois scénarios

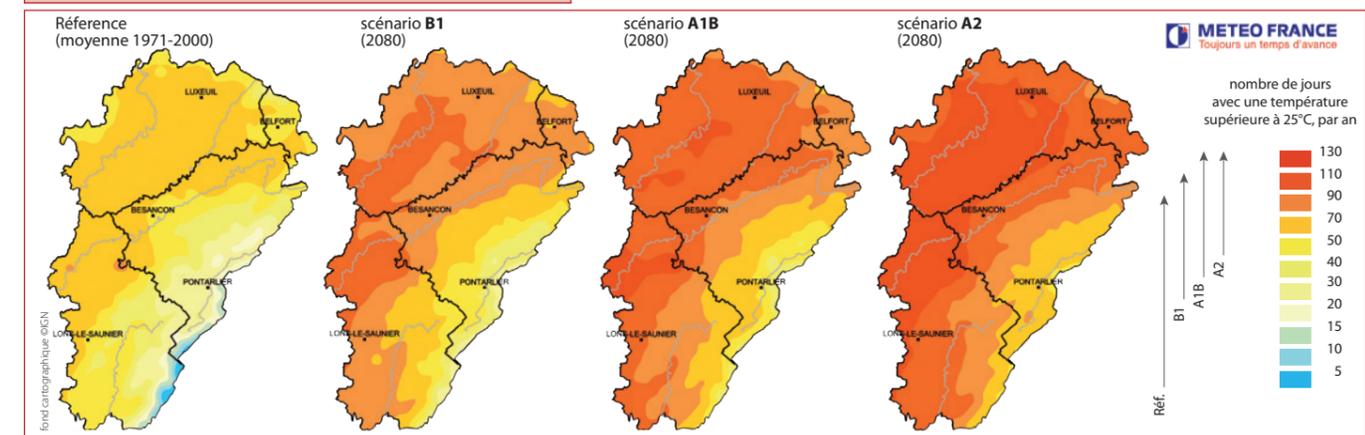


Figure 3 : nombre de jours de gel par an, à l'horizon 2080, selon trois scénarios

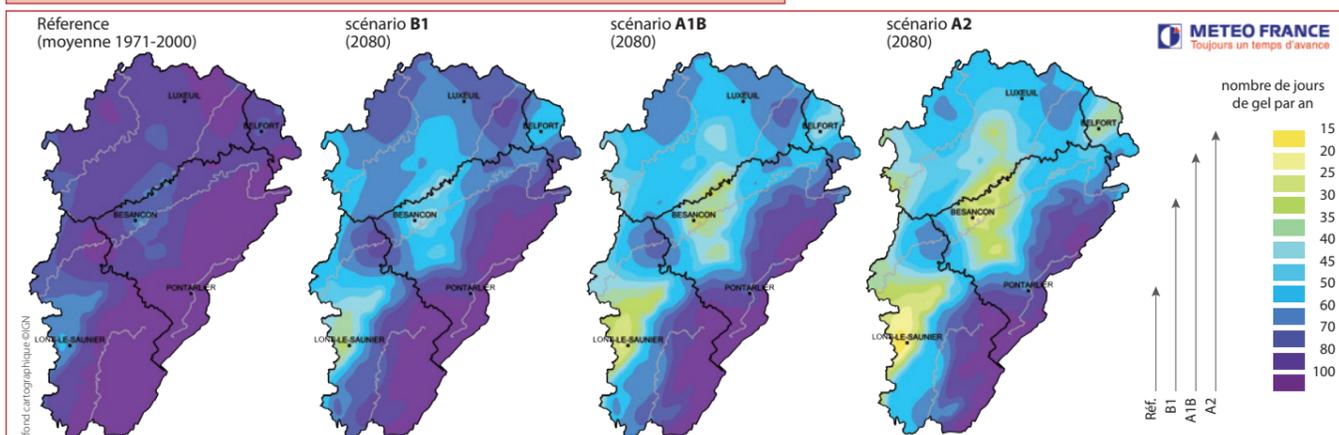
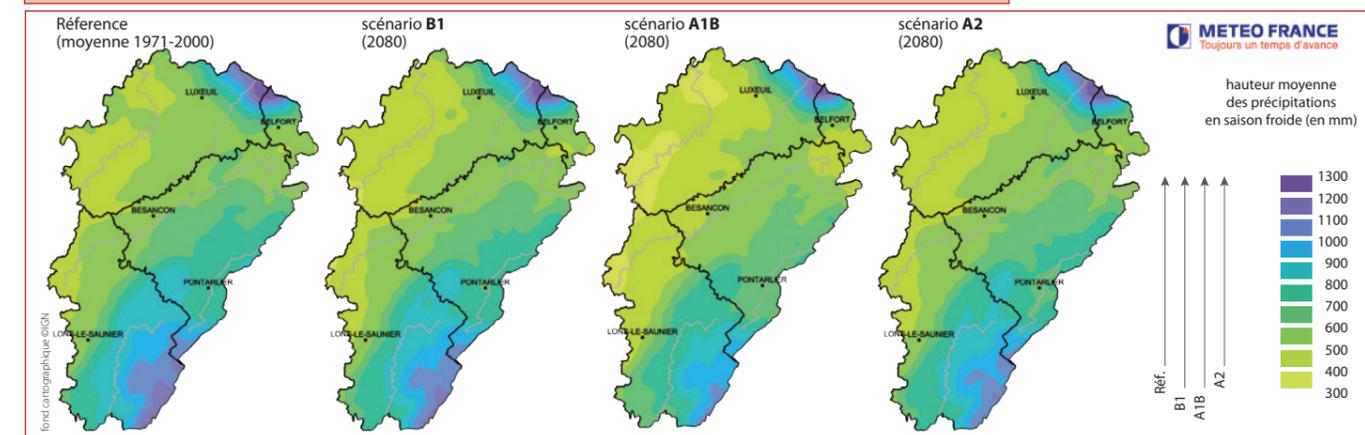


Figure 5 : hauteur moyenne des précipitations sur la saison froide, à l'horizon 2080, selon trois scénarios



## Le point sur...

### ... « l'enquête »

L'année dernière, nous avons initié un sondage destiné à connaître le lectorat de *Images de Franche-Comté*. Nous avons reçu seulement 46 réponses, ce qui est peu à l'aune des 3 000 exemplaires distribués par la Région en Franche-Comté et du grand nombre de consultations par voie électronique.

Mais, pour autant, pouvons-nous en conclure que notre revue n'est pas appréciée. Sans doute pas, car le taux de satisfaction déclaré est de 90 %. Une seule personne s'est déclarée hostile à l'égard de la revue en déclarant rageusement : « que d'argent gaspillé ! » (sic).

L'immense majorité affirme utiliser la revue à des fins professionnelles ou individuelles. La fréquence de sortie (deux numéros par an) est jugée correcte pour 65 % des personnes ayant répondu.

Il semble bien que, à l'aune de ce sondage, notre revue répondait à un besoin d'information sur notre région.

### Hauteur moyenne des précipitations sur la saison chaude

Sur la période de référence, les précipitations varient moins avec l'altitude que pour la saison froide (figure 6) : entre avril et septembre inclus, on relève 400 à 600 mm en plaine, 800 à 900 mm vers le Ballon de Servance et 800 à 1000 mm sur le Haut-Jura. Les précipitations sont en diminution : en 2080, on totalise de 300 à 500 mm à basse altitude, 700 à 800 mm vers le Ballon de Servance, et jusqu'à 700 à 900 mm sur le Haut-Jura. On perd environ 100 mm sur toute la région, voire davantage sur le relief du Jura. Les résultats sont différents pour le scénario B1 qui entraîne, pour l'horizon 2080, une baisse moins marquée que pour les deux autres scénarios.

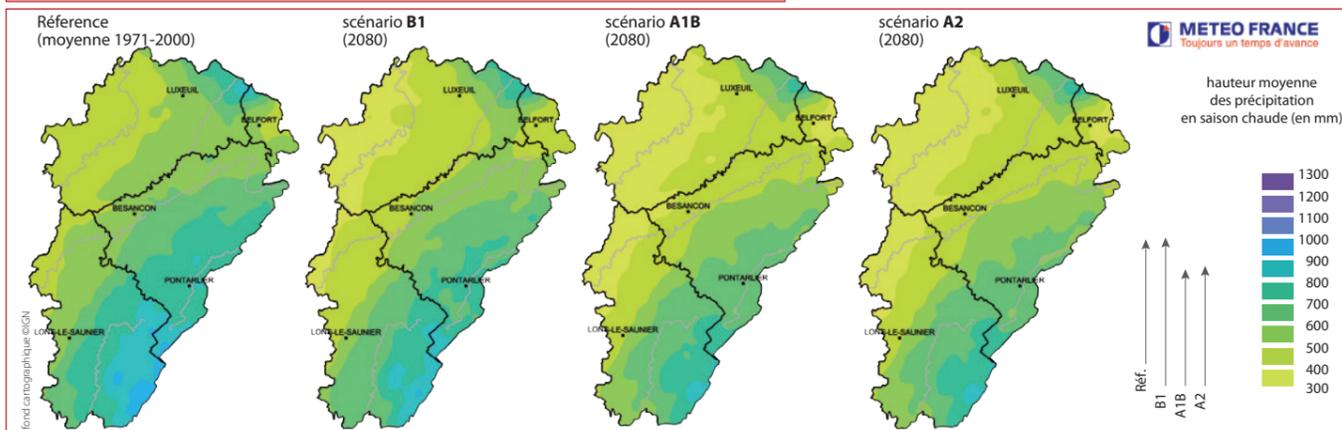
### Nombre de jours avec des précipitations supérieures à 10 mm, dans une année

D'après la climatologie de référence, le nombre de jours avec des précipitations supérieures à 10 mm est inférieur à 30 sur une partie nord-ouest de la Haute-Saône, voisin de 40 à Besançon, et supérieur à 70 sur les plus hauts reliefs. Ce nombre de jours tend à diminuer légèrement avec les horizons futurs. En 2080, ce nombre de jours est compris entre 20 et 30 sur un tiers nord-ouest de la région, et voisin de 35 à Besançon. Les 70 jours ne sont atteints que sur les Hautes-Vosges (extrême nord du territoire de Belfort).

Les simulations effectuées par Météo-France confirment les tendances qui ont été décrites concernant la période 1890-2010. Il est clair que le réchauffement, par exemple, s'il se confirme, ne se fera pas de manière linéaire. L'augmentation des températures observée tout au long du XX<sup>e</sup> siècle s'est réalisée de manière hétérogène, avec de fortes variations interannuelles, avec des hausses sur 10-20 ans suivies de refroidissements sur des durées équivalentes, mais d'ampleur moindre de sorte que, au bout du compte, sur le long terme, la température a crû. Au niveau mondial, les années 1990 à 2005 ont cumulé les records de chaleur à tel point que les prévisions les plus pessimistes des modèles ont quasiment été dépassées. Cette évolution ne saurait se poursuivre telle quelle sur l'ensemble du siècle et il est probable que les températures stagneront durant quelques années avant qu'une nouvelle hausse se manifeste ; et ainsi de suite, par paliers. Le schéma de réchauffement en dents de scie qui a été mis en évidence grâce à la chronique 1890-2010 a, selon toute probabilité, beaucoup de chances de se reproduire. Au bout du compte, la hausse annoncée de deux à quatre degrés (selon les scénarios) devrait être atteinte haut la main... si aucune mesure contraignante de préservation des énergies fossiles n'est prise d'ici là ■

Le comité de rédaction de *Images de Franche-Comté* remercie Météo-France pour lui avoir gracieusement fourni les cartes illustrant cet article, ainsi que Julien ZGONC, ingénieur d'études à Météo-France (division études et climatologie, Nord-Est) qui a réalisé l'étude.

Figure 6 : hauteur moyenne des précipitations sur la saison chaude, à l'horizon 2080, selon trois scénarios



## Une revue, trois partenaires

Aux termes d'une convention signée entre l'**Association pour la cartographie et l'étude de la Franche-Comté (ACEFC)**, et le **Conseil régional de Franche-Comté**, la revue semestrielle *Images de Franche-Comté* est éditée par l'ACEFC et soutenue financièrement par le Conseil régional.

Les articles publiés sont choisis par le comité de rédaction, constitué essentiellement d'enseignants et de chercheurs de l'**Université de Franche-Comté**.

Ce dispositif original vise à garantir au lecteur un contenu rédactionnel rigoureux et objectif, indépendant de toute influence politique ou commerciale. Il traduit par ailleurs une volonté d'étroite coopération entre le Conseil régional et les laboratoires universitaires.

Chaque numéro de la revue aborde l'espace comtois sous l'angle de sa diversité spatiale et de son évolution. La nature et les hommes, les structures du territoire, les changements démographiques et économiques sont présentés avec le maximum de clarté grâce à une utilisation optimale de la carte et de l'image en général ■

