

PRÉVOIR LE CLIMAT, CE N'EST PAS SI FACILE... Anticiper les effets du changement climatique pour décider

GHISLAIN DUBOIS

Directeur de TEC Conseil

< dubois.ghislain@tec-conseil.com >

LA VOLONTÉ D'AGIR POUR ADAPTER LE TOURISME AU CHANGEMENT CLIMATIQUE PEUT POUSSER LES DÉCIDEURS À DEMANDER AUX EXPERTS DES RÉPONSES QUE CEUX-CI NE SONT PAS EN MESURE DE LEUR FOURNIR. CONNAÎTRE À L'ÉCHELLE DE QUELQUES DÉCENNIES LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES DESTINATIONS TOURISTIQUES ET LES MOYENS DE S'Y ADAPTER N'EST PAS SI FACILE, D'AUTANT QUE LA SENSIBILITÉ DES TOURISTES AU CLIMAT N'EST PAS FORCÉMENT LÀ OÙ ON L'ATTEND. SI, BIEN ÉVIDEMMENT, IL NE FAUT PAS RESTER PASSIF FACE AUX ÉVOLUTIONS FUTURES, LES TRAVAUX DANS CE DOMAINE RESTENT DIFFICILES À ÉTABLIR ET À INTERPRÉTER AVEC RIGUEUR.

A lors qu'il ne constituait jusqu'alors qu'une question émergente, le changement climatique est devenu, avec la Conférence de Davos organisée en septembre 2007 par l'Organisation mondiale du tourisme (OMT), le Programme des Nations unies pour l'environnement (Pnue) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM), "le principal défi pour un développement durable du tourisme au XXI^e siècle⁽¹⁾". Cette prise de conscience se développe au sein des mouvements professionnels (hôtellerie, transport...), mais aussi et surtout au niveau des destinations, des États ou des organisations régionales (Caraïbe, Méditerranée, Asie-Pacifique...).

Dans ce contexte, l'information sur les risques liés au changement climatique, couramment désignée sous l'appellation de "services climatiques⁽²⁾", est devenue un enjeu stratégique pour le secteur du tourisme.

La relation entre tourisme et changement climatique doit être abordée comme une relation à plusieurs sens : les impacts du changement climatique sur le tourisme et les moyens de s'y adapter, bien sûr, mais aussi les émissions induites par cette activité, les possibilités de les atténuer. C'est essentiellement au premier point – l'adaptation du secteur et la contribution des services climatiques à cette adaptation – que nous nous intéressons ici.

La volonté d'agir pour l'adaptation du secteur est actuellement forte et peut pousser les décideurs à demander des réponses que les experts ne sont pas encore en mesure de leur fournir.

La mobilisation actuelle incite en effet à l'action. En particulier, elle suscite une forte demande d'études d'impact à une échelle locale, nationale ou régionale. Très légitimement, chacun cherche à percevoir l'intensité future du réchauffement et à se positionner, notamment en matière de perte ou de gain d'avantages concurrentiels. Les exigences des bailleurs de fonds comme des décideurs semblent cependant excessives face à l'état actuel

des connaissances des climatologues et des spécialistes du tourisme. En effet, vouloir connaître à l'échelle de quelques décennies les impacts du changement climatique sur les destinations touristiques, les moyens de s'y adapter, voire les coûts de cette adaptation, présente plusieurs limitations pratiques.

INCERTITUDE GÉNÉRALE. Face aux échelles et échelles spatiales envisagées, il faut d'abord rappeler que les incertitudes liées aux variations décennales du climat et celles liées aux biais et divergences des modèles restent importantes. Il est encore difficile de donner une image claire d'un avenir climatique, qui plus est local. On peut au mieux raisonner en termes de probabilités, mais beaucoup d'études d'impact ne prennent pas cette précaution.

À cette incertitude générale s'ajoutent des facteurs propres au secteur du tourisme :

- les touristes sont plus sensibles à un climat perçu (l'agrément, le confort) qu'à des moyennes climatiques, ce qui demande à la fois de connaître ces exigences climatiques des touristes et de pouvoir établir des indices climato-touristiques adaptés à partir des modèles climatiques. Or, dans ces deux domaines, malgré des recherches récentes, de grands progrès restent à faire ;

- la localisation précise des destinations touristiques est déterminante pour la vulnérabilité du tourisme. Les effets de brise marine sur le littoral peuvent, par exemple, largement limiter l'impact négatif d'un réchauffement de 3 à 4 °C, alors que l'îlot de chaleur urbain peut constituer un facteur aggravant pour le tourisme urbain ;

- la sensibilité du tourisme à un grand nombre de facteurs d'environnement local plus ou moins influencés par le climat (la neige, les paysages...), facteurs dont l'évolution est difficile à prédire et à hiérarchiser ;

- une méconnaissance des capacités d'adaptation des touristes à un changement climatique. À partir de quels seuils, pour quels produits et pour quelles destinations un touriste est-il susceptible de modifier sa décision d'achat ou ses pratiques de consommation ?

(1) OMT/PNUE, *Climate Change and Tourism. Responding to Global Challenges*, OMT, 2008.

(2) Les services climatiques (ou services climatologiques) sont "l'ensemble des informations et prestations qui permettent d'évaluer et de qualifier le climat passé, présent ou futur, d'apprécier la vulnérabilité des activités économiques, de l'environnement et de la société au changement climatique, et de fournir des éléments pour entreprendre des mesures d'atténuation et d'adaptation". Source : Alliance nationale de recherche pour l'environnement (Allenvi).

FIGURE 1

ÉVOLUTION DU NOMBRE DE JOURS POUR LESQUELS L'INDICE DE CONFORT TOURISTIQUE (TCI) EST SUPÉRIEUR À 70 EN ÉTÉ (SOIT DE BONNES CONDITIONS DE CONFORT) POUR LA PÉRIODE 2021-2050 COMPARÉE À 1971-2000
Gauche : moyenne des modèle
Droite : valeurs individuelles des modèles

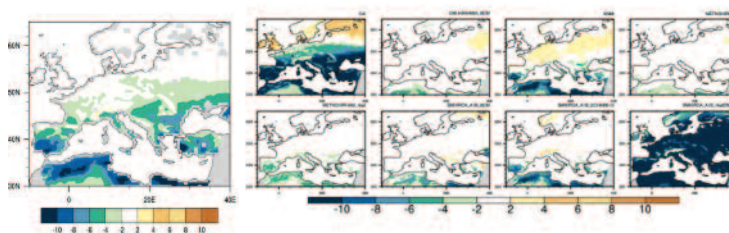


FIGURE 2

ÉVOLUTION DE LA VALEUR DE L'INDICE DE CONFORT TOURISTIQUE (TCI) ENTRE 2012-2050 ET 1971-2000
Gauche : moyenne des modèles
Droite : valeurs individuelles des modèles

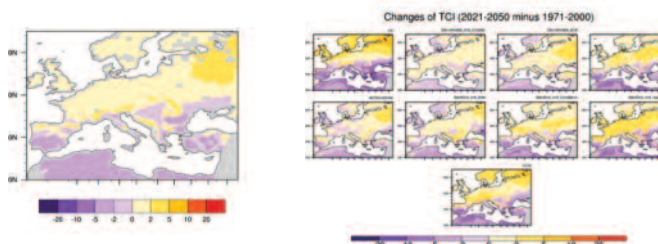


FIGURE 3

INDICE DE CONFORT TOURISTIQUE (TCI) POUR LA PÉRIODE 1980-2009, AVEC TROIS MÉTHODES DE CALCUL DIFFÉRENTES :
 – “daily”, pour données journalières moyennées sur la période de référence ;
 – “monthly”, pour moyenne des valeurs mensuelles individuelles de l'indice sur la période 1980-2009 ;
 – “Mieczkowski”, pour un calcul unique de l'indice utilisant les normales climatologiques (12 valeurs, soit une par mois, sur la période)

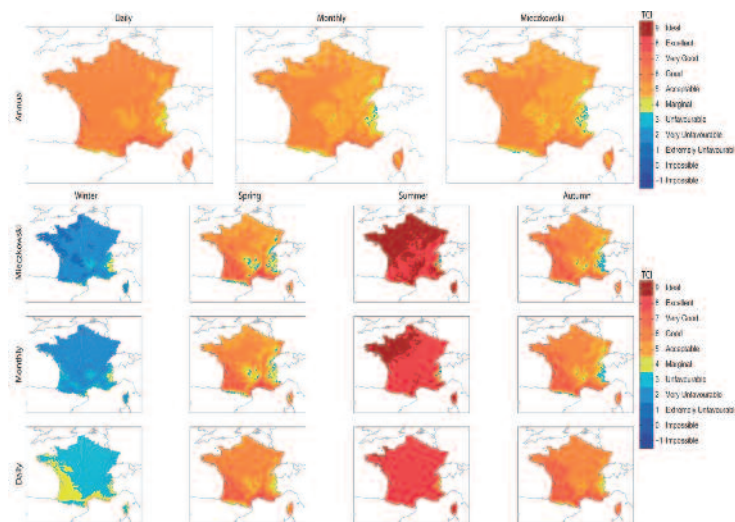
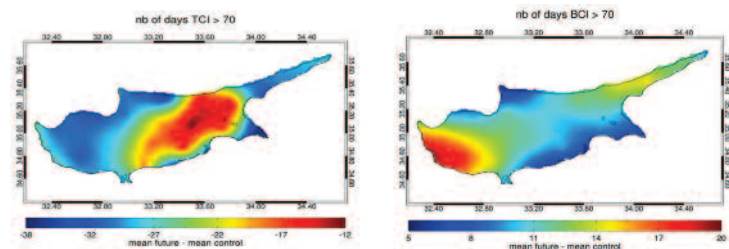


FIGURE 4

CHYPRE : ÉVOLUTION DU NOMBRE DE JOURS AVEC UN INDICE DE CONFORT TOURISTIQUE SUPÉRIEUR À 70 (GAUCHE) ET UN BEACH CLIMATE INDEX (BCI) SUPÉRIEUR À 70 (DROITE) ENTRE 2071-2100 ET 1971-2000 (MODÈLE RÉGIONAL DU KNMI CLIMATE EXPLORER, FORCÉ AVEC LE SCÉNARIO D'ÉMISSIONS AIB)



Source : Ghislain DUBOIS, Jean-Paul CERON, Clotilde DUBOIS, Maria Dolores FRIAS et Sixto HERRERA, “Reliability and usability of tourism climate indices”, *Earth Perspectives*, vol. 3, n° 2, 2016.

TRAVAUX MULTIMODÈLES. “Prédire” les impacts du changement climatique demande donc des travaux multimodèles, prenant en compte la diversité de la demande touristique et de ses attentes climatiques (par motivation du séjour, type de produit, âge, nationalité) et faisant des hypothèses sur les capacités d’adaptation de ces touristes. Ces exigences incitent donc à la prudence. Les questions de vocabulaire sont importantes : on peut au mieux dégager des tendances convergentes et quelques risques, ou identifier des formes de tourisme plus vulnérables que d’autres. En la matière, l’absence de résultats vaut parfois mieux que des résultats excessivement biaisés.

Nous prenons dans ce qui suit deux exemples : les indices de confort touristique, d’une part, et les indices de fiabilité de la couverture neigeuse, d’autre part.

CONFORT TOURISTIQUE. Les indices de confort touristique (TCI) sont utilisés pour décrire les conditions climatiques pour les activités touristiques, dans une perspective de planification, d’investissement ou de gestion quotidienne.

Des travaux récents⁽³⁾ se sont attachés à comprendre la relation entre le climat et la demande touristique (place du climat par rapport à d’autres facteurs explicatifs et détail de ces attentes climatiques). L’étape suivante consiste à mettre en équation ces attentes, en améliorant les indices de confort touristique (TCI) existants⁽⁴⁾ et en combinant des paramètres, comme la température, l’humidité, le vent, l’insolation..., pour traduire ce qu’est un climat idéal pour le tourisme. L’objectif est *in fine* de modéliser l’impact de scénarios de changement climatique sur l’évolution des flux.

Ces travaux montrent d’abord que la sensibilité au climat n’est pas forcément là où on l’attend : si les touristes déclarent fuir à la moindre pluie, en revanche ils se réjouissent de la perspective de fortes canicules telle celle de 2003. Les seuils déclarés d’acceptabilité de températures inconfortables ou sim-

plement trop chaudes vont bien au-delà des recommandations des autorités sanitaires (seuils d’alerte canicule...) : de quoi modérer l’idée d’étés “trop chauds” à l’avenir. Ensuite, les comparaisons menées⁽⁵⁾ font apparaître une grande diversité de résultats selon les âges, les nationalités et les motivations des séjours. Enfin, des différences méthodologiques simples entre enquêtes peuvent avoir pour conséquence des différences d’appréciation des seuils d’acceptabilité de l’ordre de 3° C, soit un niveau comparable au réchauffement attendu. La perspective d’une modélisation digne de ce nom est donc difficile, voire impossible.

Les figures en page 6 montrent les précautions méthodologiques à prendre afin de pouvoir réellement utiliser un indice de confort touristique pour la prise de décision (par exemple, lorsqu’un investisseur touristique souhaite localiser ses futures installations en fonction de la ressource climatique disponible).

Les figures 1 et 2 montrent d’abord différents calculs d’un même indice de confort touristique (celui de Mieczkowski) pour huit modèles régionaux présents dans la base de données Ensembles (descente d’échelle à 20 kilomètres pour l’Europe), et ce pour un seul scénario socioéconomique de référence (scénario SRES A1B). La moyenne des modèles (qui n’est pas forcément la plus probable) pourrait laisser penser à un constat clair : une dégradation des conditions climatiques en Afrique du Nord ; une relative stabilité en Europe. L’examen des différentes valeurs des modèles donne un tableau plus contrasté : certains modèles conduisent à une dégradation générale des conditions en été dans l’ensemble de l’Europe, alors que d’autres montrent une amélioration de la situation. Il est beaucoup plus difficile de prédire une tendance, en raison de ces incertitudes liées aux modèles climatiques.

La figure 3 montre l’impact pour la France de changements subtils dans les méthodes de calcul du TCI. Selon que des données jour-

.....
(3) – TEC et CREDOC,
Météorologie, climat et déplacements touristiques : comportements et stratégies des touristes,

MEIE/MEEDDM/DIACT, 2009.

– Michelle RUTTY et Daniel SCOTT, “Will the Mediterranean become ‘too hot’ for tourism? A reassessment”, *Tourism and Hospitality Planning & Development*, vol. 7, n° 3, 2010.

– Daniel SCOTT, Stefan GÖSSLING et Christopher R. DE FREITAS, “Preferred climates for tourism: case studies from Canada, New Zealand and Sweden”, *Climate Research*, vol. 38, n° 1, 2008.

.....
(4) Zbigniew (Ted) MIECZKOWSKI, “The tourism climatic index: A method of evaluating world climates for tourism”, *Le Géographe canadien*, vol. 29, n°3, 1985.

.....
(5) – Ghislain DUBOIS, Jean-Paul CERON, Stefan GÖSSLING et C. Michael HALL, “Weather preferences of French tourists: Lessons for climate change impact assessment”, *Climatic Change*, vol. 136, n° 2, 2016.

– Daniel SCOTT, Stefan GÖSSLING et Christopher R. DE FREITAS, “Preferred climates for tourism: case studies from Canada, New Zealand and Sweden”, *Climate Research*, vol. 38, n° 1, 2008.

FIGURE 5

ÉVOLUTION DE LA COUVERTURE NEIGEUSE GLOBALE SELON LES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Source : GIEC, *Changements climatiques 2014, Rapport de synthèse (Cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat)*, 2014.

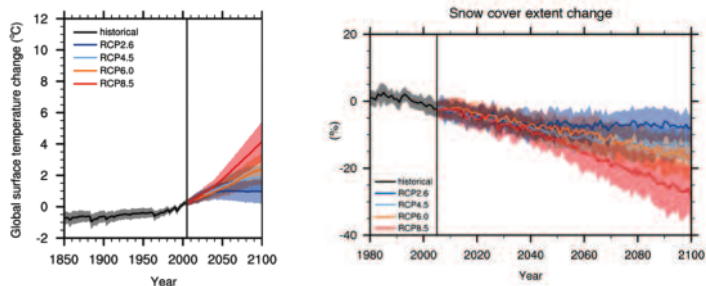


FIGURE 6

ÉVOLUTION DE LA ZONE POTENTIELLEMENT RECOUVERTE PAR LA NEIGE POUR LE MOIS DE FÉVRIER, OBTENUE PAR DOWNSCALING STATISTIQUE DES SORTIES DE TEMPÉRATURES DU MODÈLE ALADIN-CLIMAT – 1961-1990, 2021-2050, 2071-2100 (POUR LE SCÉNARIO A1B)

Source : Nicolas MARTIN, dans : GREC PACA, *Climat et changement climatique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur*, GREC Paca, 2016.

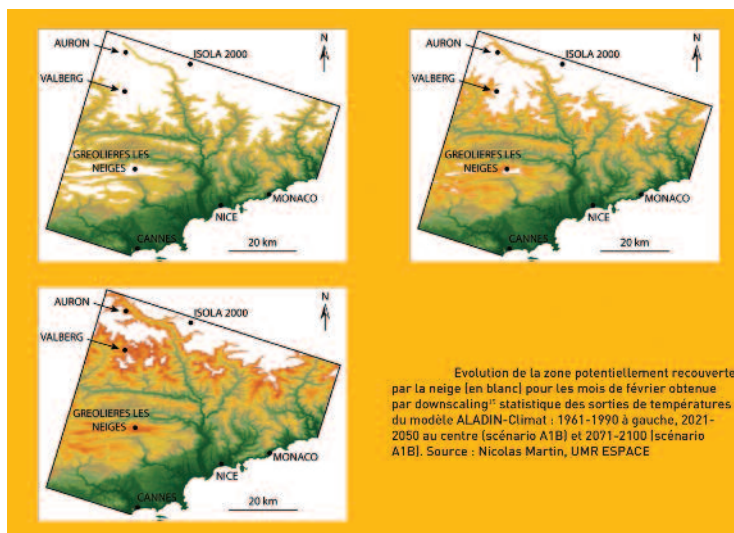
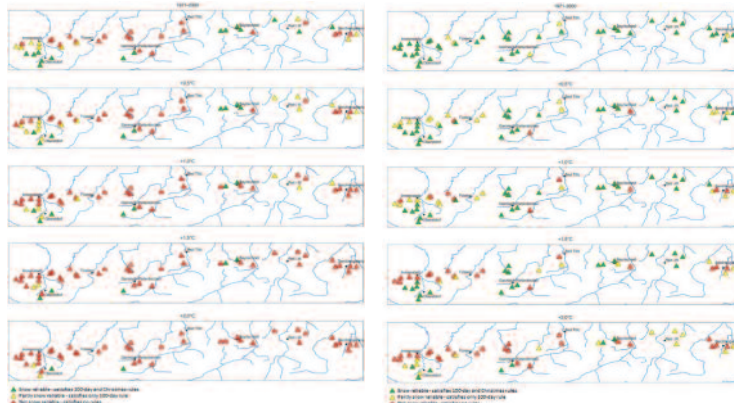


FIGURE 7

INDICATEURS DE FIABILITÉ DU MANTEAU NEIGEUX : RÈGLE DES 100 JOURS AVEC 30 CM ET RÈGLE DE DISPONIBILITÉ POUR LES VACANCES DE NOËL (VERT), RÈGLE DES 100 JOURS SEULEMENT (JAUNE) ET AUCUNE DES DEUX (ROUGE)

Source : Christian STEGER, Sven KOTLARSKI, Tobias JONAS et Christoph SCHÄR, "Alpine snow cover in a changing climate: A regional climate model perspective", *Climate Dynamics*, vol. 41, n° 3-4, 2013.



nalières, mensuelles ou la méthode d'origine de Mieczkowski sont utilisées, le résultat peut être sensiblement différent. C'est le cas, par exemple, en été ou en hiver.

Enfin la figure 4 (page 6) montre, pour le cas de Chypre, l'impact du choix de la formule de calcul, en comparant deux indices : à gauche le TCI de Mieczkowski, conçu indépendamment d'une forme particulière de tourisme ; à droite le BCI (Beach Climate Index) de Morgan *et al.*⁽⁶⁾, adapté aux activités balnéaires. Alors que la valeur du TCI se dégrade, celle du BCI s'améliore avec le changement climatique ! Que faut-il en conclure ?

ENNEIGEMENT. Les sports d'hiver sont probablement la forme de tourisme la plus directement dépendante d'une ressource climatique unique, la neige, avec une dégradation, passée et future, de cette ressource sans ambivalence en ce qui concerne la tendance. La figure 5 (page 8) montre les tendances attendues pour les différents scénarios globaux d'émission (entre - 10 % et - 30 % de couverture neigeuse en fin de siècle).

Pourtant, au-delà de ce constat global, toujours plus robuste, les décisions tardent à être prises en ce qui concerne l'adaptation du secteur. En effet, les acteurs ont, pour se décider, besoin d'une information plus précise :

- quelle est la probabilité de ne plus avoir de conditions suffisantes de neige dans une station donnée ?
- quels seront les stations et massifs les plus touchés ? à quelle altitude ? existe-t-il des seuils d'altitude distinguant le "plus de neige du tout" du "moins de neige" ?
- à quel horizon temporel doit-on s'adapter ? Vingt, trente, quarante, cinquante ans ? jusqu'à quand pourra-t-on pallier le manque de neige naturel par de la neige de culture ?
- au-delà de l'enneigement, quelles sont les perspectives économiques ? à quel moment des seuils de non-rentabilité des exploitants de remontées mécaniques vont-ils être dépassés ?

On comprend bien que, compte tenu des enjeux économiques et humains, les décideurs

publics et privés ont besoin d'informations précises, localisées, cadrées en termes d'incertitudes et de probabilités et, si possible, couplées avec des modèles économiques. Cela pour fonder des décisions, comme l'arrêt des investissements en dessous de certaines altitudes ou dans certaines stations, la mise en œuvre de programmes de diversification de l'offre et de plans de sortie du ski. On mesure bien aussi le défi scientifique et technique.

Une première étape consiste alors à préciser le besoin d'information utile, en spécifiant des indicateurs :

- des indicateurs de disponibilité de la neige naturelle (la règle des "30 cm de couverture neigeuse pendant au moins 100 jours" donne dans ce cas une limite de rentabilité) ;
- des indicateurs de disponibilité de neige de culture, essentiellement liée aux températures hivernales.

Une deuxième étape consiste à améliorer la résolution de l'information pour se rapprocher de la réalité de la station, par différentes méthodes de descente d'échelle. La figure 6 donne un exemple du type d'information obtenue en projetant, par une méthode de géostatistique, le déplacement de l'isotherme zéro. Si le résultat est spectaculaire, il est très incertain. En effet, la carte est fondée sur un seul modèle climatique (le modèle Aladin de Météo France), sur un seul scénario d'émissions de gaz à effet de serre (le changement climatique pouvant être plus fort ou plus faible selon le scénario retenu) ; surtout, elle ne projette que la température, pas les précipitations, ni l'évolution du manteau neigeux sur le sol. Elle comprend donc de fortes incertitudes.

Une troisième étape consiste à travailler par station, sur de vrais indicateurs d'enneigement, avec plusieurs modèles. Steiger⁽⁷⁾ a réalisé cela pour les stations de ski du sud de l'Allemagne. La figure 7 montre les résultats à la fois pour la neige naturelle et la neige de culture, pour la période de référence 1971-2000, et pour des scénarios de réchauffement allant de + 0,5 °C à + 2 °C. On y voit les stations les plus vulnérables.

.....
 (6) R. MORGAN, E. GATELL, R. JUNYENT, A. MICALLEF, E. ÖZKAN et A. T. WILLIAMS, "An improved user-based beach climate index", *Journal of Coastal Conservation*, vol. 6, n° 1, 2000.

 (7) Christian STEIGER, Sven KOTLARSKI, Tobias JONAS et Christoph SCHAR, "Alpine snow cover in a changing climate: A regional climate model perspective", *Climate Dynamics*, vol. 41, n° 3-4, 2013.

Enfin, une dernière étape, en cours de réalisation par l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea) et Météo France, consiste à coupler des modèles climatologiques de résolution relativement frustrés concernant l'enneigement (autour de 10 kilomètres) avec des modèles simulant l'évolution du manteau neigeux à l'échelle d'une piste et de strates d'altitude très fines. Le tout avec un effort important de validation par de bonnes observations de terrain.



L'information parfaite n'existe pas, et l'adaptation au changement climatique se fera toujours en contexte incertain. Il ne s'agit pas de réclamer toujours plus de moyens pour la

recherche sur le climat, ni de remettre en cause la possibilité d'éclairer la prise de décision par la connaissance. Cependant, les exemples des indices de confort touristique et d'enneigement montrent plusieurs choses. Tout d'abord, les relations entre tourisme et climat sont très complexes et il est nécessaire d'aller au-delà des diagrammes "pluie-température" pour les comprendre. Ensuite, il est nécessaire de bien définir le besoin des utilisateurs et, si possible, de construire la connaissance avec eux, dans une perspective de co-production. Enfin, il est nécessaire de s'appuyer sur des intermédiaires pour traduire la rigueur du travail scientifique, en exprimer les limites et en tirer les conséquences pour la prise de décision. ■



© 279photo