

OcCC

Organe consultatif sur les changements climatiques
Beratendes Organ für Fragen der Klimaänderung

Rapport annuel 2009

OcCC

Schwarztorstrasse 9

3007 Berne

tél : 031 328 23 23

fax : 031 328 23 20

e-Mail : occc@scnat.ch

[http : www.occc.ch](http://www.occc.ch)

L'essentiel en bref

- 2009 s'est placé au cinquième rang mondial et au septième rang suisse des années les plus chaudes depuis le début des mesures en 1861 (respectivement 1864). La tendance à la hausse des températures annuelles moyennes s'est donc poursuivie l'an passé.
- Aucun accord juridiquement contraignant au sujet de la réduction des émissions n'a été conclu à la Conférence mondiale de Copenhague sur le climat. Au lieu d'un tel accord, les Etats parties à cette conférence des Nations Unies ont pris connaissance d'un document qui désigne comme objectif une augmentation maximale de la température de +2 °C par rapport à la température préindustrielle. L'espoir n'est pas perdu que sur la base de ce document, des mesures contraignantes suivent en 2010.
- L'OcCC s'est investi l'an passé dans le débat sur une politique climatique suisse ciblée et a orienté ses mandants ainsi que le grand public dans le contexte de la révision de la loi sur le CO₂ et pendant la phase préparatoire de la conférence internationale de Copenhague sur le climat.

Table des matières

L'essentiel en bref	1
1. Éditorial: L'année des grandes attentes à l'égard de la politique climatique	3
2. Climat, politique du climat et recherche sur le climat	4
2.1. Le climat global en 2009	4
2.2. Le climat en Suisse en 2009	5
2.3. Politique du climat	7
2.4. Recherche sur le climat	8
3. Activités de l'OcCC en 2009	9
3.1. Ateliers, manifestations et rapports	9
3.2. Prises de position	9
3.3. Relations publiques	10
3.4. Activités dans le cadre de la Convention sur le climat	11
3.5. Séances	11
4. Finances	12
Annexes	13
A1. Mandat et constitution de la commission	13
A2. Tâches de l'OcCC	13
A3. Publications	14
A4. Membres de l'OcCC	15

1. Éditorial: L'année des grandes attentes à l'égard de la politique climatique

L'an 2009 a été tout entier sous le signe de Copenhague. La Conférence des Nations Unies sur le climat, en décembre, a été précédée d'une période d'effervescence, au cours de laquelle les préparatifs ont tourné à plein régime. Les organisations non gouvernementales notamment ont engagé tous les moyens à leur disposition. Aussi les attentes à l'égard de la COP15/MOP5 étaient-elles gigantesques. Mais le fait est que lorsque 193 nations se rencontrent, il est difficile d'aboutir à des décisions radicales. Ceci devrait être évident pour tous les observateurs attentifs de la politique mondiale. L'OMC se bat depuis des années pour obtenir un consensus satisfaisant pour la liberté du commerce.

Mais 2009 a été aussi assombri par la plus grave crise économique depuis les années 30. Dans ce contexte difficile, le résultat de la Conférence est à considérer comme un pas dans la bonne direction. Dans l'« Accord de Copenhague », la communauté internationale a agréé l'objectif consistant à ne pas laisser la température monter de plus de 2 °C. Les pays industrialisés se sont engagés en outre à mettre à disposition des pays en développement des moyens financiers avec effet immédiat : 10 milliards de dollars US par an pour 2010-2012, pour que ces pays puissent s'adapter aux nouvelles conditions climatiques et réduire leurs émissions. Il est prévu de mettre une contribution de 100 milliards de dollars par an à disposition des pays en développement à partir de 2020.

La Suisse abaissera ses émissions de 20 pour cent, et est prête à les diminuer de 30 pour cent si d'autres pays industrialisés et émergents font des efforts substantiels pour limiter leurs émissions. La Suisse s'aligne ainsi sur la politique climatique de l'Union européenne. Du point de vue scientifique toutefois, des efforts de réduction plus importants seraient nécessaires pour atteindre l'objectif d'un réchauffement limité à 2 °C. Mais dans les conditions-cadres politiques et économiques actuelles, lancer tout de suite, sans longues discussions, un processus visant à abandonner les agents énergétiques fossiles par étapes de réduction adéquates, coordonnées à l'échelon international, est sûrement la voie la plus sûre pour progresser vers l'objectif. Pour obtenir les efforts de réduction nécessaires, il est donc de première importance de disposer d'informations objectives et scientifiquement correctes.

Le défi climatique offre à notre pays pauvre en ressources aussi une grande chance sur le plan technologique. Car le secteur des technologies propres est un domaine économique qui comporte un énorme potentiel. La Suisse peut beaucoup contribuer à un accord pour l'après-Kyoto. Et l'OcCC est volontiers prêt à accompagner ce processus.



Dr Kathy Riklin, Conseillère nationale
Présidente de l'OcCC

2. Climat, politique du climat et recherche sur le climat

2.1. Le climat global en 2009

Selon le récapitulatif de l'OMM et du Hadley-Center (Royaume-Uni) (figure 1), 2009 vient au cinquième rang des années les plus chaudes à l'échelon mondial depuis le début des mesures en 1861. La moyenne annuelle des températures mesurées a été de $+0.44^{\circ}\text{C}$ supérieure à la moyenne de référence des années 1961 à 1990. Comme il apparaît clairement sur la figure ci-dessous, la dernière décennie (2000-2009) a été plus chaude que toutes les décennies antérieures.

Des températures au-dessus de la moyenne ont été enregistrées dans le monde entier en 2009. Seuls les Etats-Unis et le Canada ont eu des températures annuelles moyennes qui n'ont pas dépassé la moyenne à long terme. De vastes parties d'Asie et d'Afrique ont même enregistré les températures les plus hautes jamais observées depuis le début des mesures. Les événements extrêmes, dans le sens de vagues de chaleur, ont été particulièrement fréquents dans l'hémisphère Sud.

En Europe du Nord et dans de grandes parties de l'Asie, 2009 a commencé avec des températures au-dessus de la moyenne. Par contre, dans le reste de l'Europe les températures d'hiver sont restées plutôt au-dessous de la moyenne. Par la suite, le printemps s'est montré extrêmement chaud en Europe centrale, les anomalies de températures allant jusqu'à $+5^{\circ}\text{C}$. Les températures d'été aussi ont été nettement supérieures à la moyenne à long terme. Des vagues de chaleur, avec des températures dépassant $40-45^{\circ}\text{C}$, ont été enregistrées dans de vastes parties de l'Europe méridionale, de l'Inde et de la Chine. Mais des températures d'été record ont été mesurées aussi au Canada et en Alaska. En revanche, les températures d'automne sont tombées nettement au-dessous de la moyenne à long terme aux Etats-Unis, au Canada et en Scandinavie : les écarts par rapport aux valeurs moyennes à long terme se sont situés aux environs de 2°C .

L'été austral fut également très chaud et accompagné de vagues de chaleur en Amérique du Sud et en Australie. Les feux de brousse dus à ces fortes chaleurs ont causé la mort de 173 personnes. Il faut relever aussi dans ce contexte les tempêtes de sable qui ont touché les villes de Sydney et de Brisbane.

De graves sécheresses ont affecté en 2009 la Chine, l'Inde et l'Afrique orientale. Les conséquences en furent des pertes de récolte et une pénurie d'eau. Mais des sécheresses ont causé des pertes de récolte aussi dans des parties des Etats-Unis, de l'Argentine et de l'Australie. L'Australie du sud-est souffre depuis neuf ans d'une sécheresse persistante. Des tempêtes d'hiver ont causé d'énormes dégâts en Europe occidentale et méridionale. A fin janvier, l'ouragan « Klaus » s'est développé jusqu'à devenir l'une des plus violentes tempêtes d'hiver de cette dernière décennie. En automne, des précipitations intenses dans

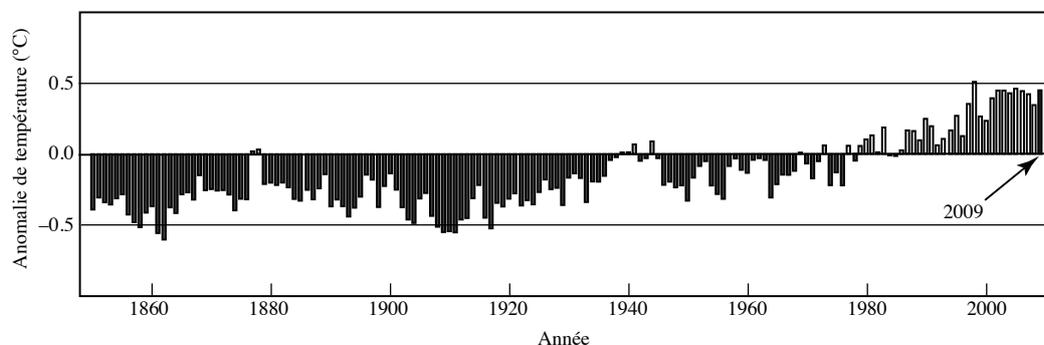


Figure 1 : Température annuelle globale à la surface de la Terre, par rapport à la moyenne de 1961 à 1990. Au niveau planétaire, 2009 figure au cinquième rang des années les plus chaudes (Source des données: Hadley Center, UK; <http://hadobs.metoffice.com/hadcrut3/diagnostics/comparison.html>).

l'espace méditerranéen (presqu'île ibérique, Afrique du Nord, Turquie) ont causé d'importants dommages. Mais des précipitations intenses ont entraîné de graves inondations aussi en Grande-Bretagne et en d'autres régions d'Europe. Pendant le printemps austral, ce sont surtout des parties d'Amérique du Sud (Argentine, Brésil et Uruguay) qui ont été touchées. Les précipitations déclenchées par l'ouragan « Ida » ont entraîné la mort de 192 personnes en El Salvador. En automne, des pluies abondantes et persistantes ont fait suite, en Inde et en Chine, à une mousson peu marquée. Elles ont causé 250 décès en Inde. De graves inondations se sont produites aussi en Afrique occidentale, en Zambie et en Namibie. Au Burkina Faso, une somme de précipitations de 263 mm a été mesurée en l'espace de douze heures – un record en plus de 90 ans de mesures.

En ce qui concerne l'ENSO (El Niño Southern Oscillation), un changement s'est produit en 2009 : les conditions relativement fraîches d'El Niña dans le Pacifique du Sud ont évolué en juin vers des conditions chaudes d'El Niño. Ainsi les températures de la mer dans le Pacifique central et oriental étaient-elles déjà de 1 °C au-dessus de la moyenne, avec tendance à la hausse. Le changement vers des conditions d'El Niño pourrait expliquer, au moins en partie, le fait que la saison des ouragans a été peu marquée dans l'Atlantique. Seulement neuf tempêtes tropicales y ont été dénombrées, dont trois seulement ont atteint l'ampleur d'un ouragan. C'est le plus petit nombre enregistré depuis 1997. Le nombre de tempêtes dans le Pacifique et l'océan Indien a correspondu à la moyenne à long terme. Mais elles ont causé d'énormes dommages et la mort de quelque 900 personnes dans les Philippines et de 400 à Taïwan.

En accord avec les températures au-dessus de la moyenne, la banquise dans l'océan Arctique a présenté en été 2009 la troisième plus petite extension enregistrée jusqu'alors, ceci après des fontes records en 2007 et 2008. L'accélération de la tendance vers un océan Arctique sans glace en été s'est donc poursuivie aussi l'an passé.

(Source: www.wmo.ch)

2.2. Le climat en Suisse en 2009

Avec un excédent de température de +1.2 °C, 2009 se situe au septième rang des années les plus chaudes depuis le début des mesures en 1864 (figure 2). Six des sept années les plus chaudes figurent ainsi parmi les dix dernières années. La tendance à long terme à des températures au-dessus de la moyenne se maintient donc aussi en Suisse. La Suisse a passé un

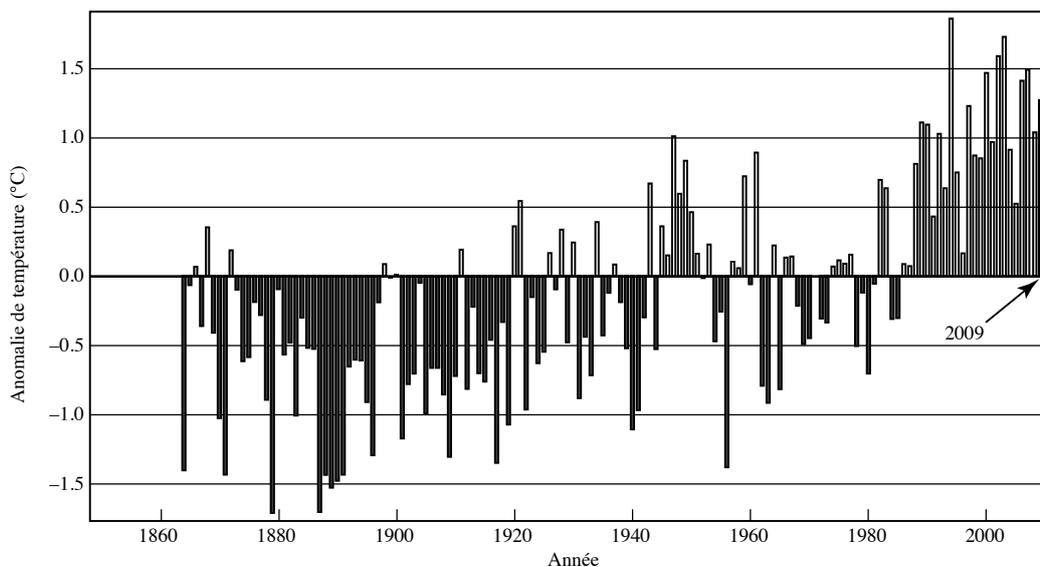


Figure 2 : Températures annuelles moyennes mesurées en Suisse de 1864 à 2009. Avec un excédent de température de +1.2 °C par rapport à la période de 1961 à 1990, l'an passé (2009) se place au septième rang des années les plus chaudes en 146 ans de mesures (Source : MétéoSuisse, Zurich).

hiver avec des températures dans la moyenne, même s'il a été ressenti, dans la perception du grand public, comme un hiver rude. Cette perception des choses s'explique par le fait que les hivers précédents ont été plus chauds qu'en moyenne et que de surcroît, le début de 2009 a été blanc aussi en plaine. Deux épisodes de chutes de neige intenses en décembre 2008, suivis par des températures le plus souvent au-dessous de zéro, ont été la cause, p.ex. dans la région de Berne, d'un enneigement de durée inhabituelle : du 10 décembre 2008 à fin février 2009. Dans les zones légèrement surélevées du Plateau, la couverture neigeuse s'est maintenue sans interruption jusque vers fin mars, la hauteur de neige atteignant son maximum au début de mars avec des valeurs situées entre 50 et 80 cm. La neige a été abondante aussi au Sud au début de 2009. A Locarno notamment, on n'a enregistré depuis 1935 que trois fois une année avec davantage de jours de neige fraîche qu'en 2009. A Samedan, la hauteur de neige de 134 cm est la plus grande mesurée depuis de 1980 (début des mesures). Des événements caractéristiques de notre climat d'hiver ont été les deux tempêtes d'hiver « Joris », le 23 janvier, et « Quinten », le 10 février. A Cressier, entre les lacs de Neuchâtel et Biemme, les rafales de « Joris » ont atteint une vitesse de pointe inhabituelle de 155 km/h.

Mars aussi est resté souvent hivernal, accompagné de plusieurs épisodes de chutes de neige jusqu'en plaine et de situations froides de bise. Le temps a changé brusquement au début d'avril, où les températures sont montées à des niveaux attendus en moyenne seulement à partir de fin mai ou début juin. Avril s'est placé au quatrième rang des mois d'avril les plus chauds depuis le début des mesures. Un temps sec est allé de pair avec ces hautes températures. Les précipitations n'ont été abondantes que tout à la fin d'avril et ont formé alors, une fois encore, d'importantes chutes de neige à l'altitude. Le mois de mai aussi a été nettement trop chaud. Des températures estivales, approchant 32 °C, ont été mesurées en plaine au cours des derniers jours de ce mois. L'on a même enregistré 35 °C à Sion sous l'effet du foehn. Les températures au-dessus de la moyenne en avril et mai ont fait du printemps 2009 le deuxième plus chaud depuis le début des mesures. Seul le printemps 2007 a été encore plus chaud. A l'opposé d'un temps d'avant-été relativement stable pendant de longues périodes d'avril et mai, l'été 2009 s'est présenté souvent sous un jour capricieux. De fortes variations de températures ont caractérisé notamment les mois de juin et de juillet. Considéré par rapport à la moyenne à long terme, juillet a été très humide. De violents orages ont entraîné d'importantes sommes de précipitation notamment au Tessin : une somme mensuelle de 397 mm a été enregistrée à Lugano, un record depuis le début des mesures en 1864. Le 17 juillet 2009, 99 mm de pluie ont été mesurés dans cette ville en l'espace de seulement trois heures. Un temps d'été plus stable ne s'est installé qu'en août. La phase la plus chaude de l'été s'est étendue du 12 au 21 août. Cette période torride a fait entrer août 2009 dans la statistique comme troisième mois d'août le plus chaud depuis 1864. Le temps chaud et sec s'est prolongé aussi en septembre et au début d'octobre, avec pour conséquence une sécheresse d'automne prononcée. Puis novembre 2009 aussi a eu un temps extrêmement doux, comparable à celui de novembre de l'automne record de 2006. Une moyenne mensuelle plus élevée n'a été atteinte qu'en 1994. En montagne, la neige a commencé à tomber à mi-octobre, mais a fondu ensuite jusqu'à haute altitude sous l'effet du temps doux de novembre. L'hiver s'est finalement imposé dans les montagnes à fin novembre. D'importantes quantités de neige sont tombées jusqu'à début décembre dans tout l'arc alpin et une première couverture neigeuse s'est formée également en plaine. Les hauteurs de neige ont atteint quelque 200% de la moyenne à long terme dans les Alpes centrales et méridionales. Autour du 20 décembre, de l'air froid venant de l'Arctique a soufflé sur le Plateau, ce qui a fait descendre les températures nocturnes jusqu'à -17 °C dans des sites exposés en plaine. La Brévine, dans le Jura neuchâtelois, a enregistré -34.2 °C, la température la plus basse de 2009. Le matin du 22 décembre, il y avait 15 à 20 cm de neige aussi dans les sites les plus bas du sud du Tessin. Ensuite, un temps vraiment doux a régné au Nord pendant la dernière semaine de l'année, en relation avec une situation du sud-ouest. Il a plu par moments jusqu'à des altitudes supérieures à 2000 m.

(Source: MétéoSuisse)

2.3. Politique climatique

Depuis la conférence de la CCNUCC, en 2007 à Bali, 2009 figurait comme année clé de la politique climatique. Il était prévu qu'en 2009, la Conférence des Nations Unies sur le climat (COP15) à Copenhague parachèverait le processus d'élaboration de la politique climatique de l'après-Kyoto. C'est ainsi que les efforts pour atteindre des positions susceptibles de réunir une majorité ont figuré l'an passé au premier plan dans les négociations internationales. De telles positions étaient requises d'urgence pour la Conférence sur le climat, qui allait se dérouler à fin 2009 à Copenhague. Mais il était déjà évident après la conférence de Poznań, en 2008, que le temps était court pour conclure jusqu'à fin 2009 un accord successeur à la COP15/MOP5, à Copenhague. Les discussions ont été en effet difficiles. Un groupe de chefs d'Etats et gouvernements s'est entendu finalement pendant la dernière nuit sur un compromis qui permet aux Etats de prendre des mesures de réduction des rejets de gaz à effet de serre et de poursuivre les négociations pendant les mois suivants sur les questions encore ouvertes. Dans l'« Accord de Copenhague », juridiquement non contraignant, et que les Etats n'ont pas ratifié mais dont ils ont seulement pris connaissance, les Etats reconnaissent que les changements climatiques constituent le plus grand défi que doit affronter l'humanité et demandent que des mesures soient prises par les pays industrialisés et émergents. Ces derniers sont tenus de faire la transparence sur les mesures qu'ils prennent à l'égard de la Convention des Nations Unies sur le climat. Dans l'« Accord de Copenhague », les Etats expriment en outre leur volonté de limiter le réchauffement climatique mondial à deux degrés au maximum. Ils ne sont cependant pas parvenus à s'entendre sur l'objectif nécessaire à cette fin, qui consiste à réduire au moins de moitié les rejets de gaz à effet de serre jusqu'en 2050. Dans ce document, les Etats riches consentent à mettre à disposition des pays en développement au total 30 milliards de dollars jusqu'en 2012 pour des mesures de protection de climat. Cette somme doit augmenter jusqu'en 2020 à 100 milliards de dollars par an. Il a été décidé en outre de constituer un fonds climatique vert. L'« Accord de Copenhague » reconnaît que le déboisement et la dégradation de la forêt représentent une importante source de gaz à effet de serre. Le déboisement doit être jugulé entre autres par des incitations financières. Selon l'« Accord de Copenhague », les pays industrialisés ont jusqu'au 1er février 2010 pour annoncer leurs mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il reste à espérer que l'« Accord de Copenhague » débouchera l'année prochaine sur un accord juridiquement contraignant.

Au niveau national, les discussions ont tourné autour des deux variantes mises en consultation à fin 2008 en vue de la révision de la loi sur le CO₂ à partir de 2012. La variante 1, « objectifs climatiques contraignants », s'aligne sur les objectifs climatiques de l'Union européenne. Cette variante vise un objectif de réduction de 20% jusqu'en 2020 et met l'accent sur des mesures de réduction des émissions à l'échelon national. Si l'UE et d'autres Etats se décident pour une politique climatique plus ambitieuse pour la période après 2012, la Suisse suivra l'Union européenne et s'engagera pour une réduction des émissions de 30%. Les 10% de réduction supplémentaires seraient obtenus par l'achat de certificats par la Confédération, financés par des recettes de la taxe sur le CO₂ liées à cette affectation. La variante 2, « étapes contraignantes en vue de la neutralité climatique », vise un objectif de réduction plus élevé : -50% jusqu'en 2020 si les Etats s'entendent sur un régime climatique ambitieux et si les coûts pour l'acquisition de certificats ne dépassent pas les coûts de la taxe de garantie prévue sur les émissions de CO₂. L'accent porte dans ce cas sur la compensation des émissions indigènes par l'achat de certificats. Le fait que des mesures sont nécessaires aussi en matière d'adaptation et d'innovation est incontesté dans les deux variantes. Sur la base des commentaires reçus au sujet des deux variantes, le Conseil fédéral a approuvé à fin août, à l'attention du Parlement, le message relatif à la révision de la loi sur le CO₂. Jusqu'en 2020, les émissions de gaz à effet de serre de la Suisse devront être abaissées d'au moins 20% par rapport à 1990. Les mesures suivantes entre autres sont prévues à cette fin :

- Maintien de la taxe d'incitation sur le CO₂ prélevée sur les combustibles de 36 francs par tonne de CO₂ et de la possibilité d'exempter de cette taxe les entreprises qui s'engagent à

l'égard de la Confédération à des réductions de CO₂.

- Affectation partielle de la taxe sur le CO₂, à raison de 200 millions de CHF par an au maximum, au financement de mesures de réduction des émissions de CO₂ dans le secteur du bâtiment. Suivant l'évolution du prix du pétrole, la taxe d'incitation pourra être augmentée en deux étapes si cela devait être nécessaire pour atteindre l'objectif.
- Une taxe d'incitation sur le CO₂ peut aussi être introduite sur les carburants si cela devait être nécessaire pour atteindre l'objectif.
- Valeur cible contraignante pour les émissions de CO₂ de la moyenne des voitures de tourisme nouvellement achetées.
- Introduction de l'obligation, pour les producteurs et importateurs de carburants fossiles, de compenser au moins un quart des émissions de ces carburants par des mesures de réduction des gaz à effet de serre en Suisse ou à l'étranger.
- Maintien et amélioration du système existant d'échange de quotas d'émission (SEQE) pour les entreprises consommant beaucoup d'énergie en vue d'un rattachement au système européen.
- Coordination, par la Confédération, des mesures d'adaptation nécessaires aux changements climatiques inéluctables.

Les mesures proposées sont conçues de manière à ce que l'objectif de réduction de -20% par rapport à 1990 soit atteint en 2020. La variante d'une réduction de 30% est également contenue pour le cas où d'autres pays industrialisés se décidaient pour une réduction comparable de leurs émissions.

2.4. Recherche sur le climat

En 2009 aussi, la communauté scientifique internationale a obtenu d'importants résultats dans le vaste champ de la recherche sur le climat :

Dans les recherches touchant aux quelque dix mille dernières années, *Steinhilber et al.* (*Total solar irradiance during the Holocene, Geophys. Res. Lett.*, 36, L19704, doi:10.1029/2009GL040142.) sont parvenus à reconstituer la variation de la « constante solaire » au cours de l'holocène. Ceci a été possible notamment au moyen de mesures de la concentration de ¹⁰Be dans des carottes de glace. Ces résultats montrent aussi que l'augmentation du rayonnement solaire total depuis le minimum de Maunder (1645 à 1715 ; point culminant de la petite ère glaciaire) est de « seulement » $0.9 \pm 0.4 \text{ Wm}^{-2}$. Cette série de données constitue maintenant une entrée importante pour les modèles climatiques.

À l'aide de données satellitaires et de mesures au sol, *Steig et al.* ont démontré de façon concluante que l'Antarctique aussi s'est réchauffée au cours des cinquante dernières années (*Warming of the Antarctic ice-sheet surface since the 1957 International Geophysical Year, Nature* 457, 459–462). Ces dernières années, la discussion a tourné principalement autour du phénomène observé selon lequel l'intérieur de ce continent se serait plutôt refroidi, tandis qu'un réchauffement a été constaté sur ses bords. La cause en serait un « isolement » renforcé par l'intensification des vents d'ouest circumpolaires. Ces changements tiennent à la diminution de la concentration d'ozone dans la stratosphère pendant les dernières décennies. Mais les nouvelles données démontrent clairement que malgré tout, le continent dans son ensemble s'est réchauffé à raison d'environ +0.1 °C par décennie.

Dans la perspective de la Conférence de Copenhague sur le climat, des études scientifiques qui traitent de l'objectif politique de limitation du réchauffement planétaire à 2 °C par rapport aux valeurs préindustrielles ont aussi été publiées. *Meinshausen et al.* (*Greenhouse gas emission targets for limiting global warming to 2 °C. Nature*, doi: 10.1038/nature08017 2009) calculent par exemple quelle quantité de gaz à effet de serre peut être relâchée dans l'atmosphère d'aujourd'hui à 2050 sans risque d'augmenter fortement le réchauffement de plus de deux degrés Celsius (2 °C) au-dessus du niveau préindustriel. L'objectif dit des 2 °C (par rapport aux valeurs préindustrielles) est visé maintenant par plus de cent pays dans le monde, dont la Suisse. Il implique que seulement mille milliards de tonnes de dioxyde de

carbone (CO₂) soient rejetés entre l'an 2000 et 2050. Pendant les neuf années passées, un tiers de cette quantité a déjà été émis. Il résulte des calculs que pour limiter à 25% le risque d'un réchauffement de plus de deux degrés, il faut abaisser les émissions de gaz à effet de serre de plus de 50% jusqu'en 2050 par rapport à 1990. Il convient de relever à cet égard qu'avec chaque année de retard, nous érodon davantage notre budget d'émission, limitons ainsi encore plus notre marge de manœuvre et accroissons le risque d'effets dangereux.

3. Activités de l'OcCC en 2009

3.1. Ateliers, manifestations et rapports

Symposium sur l'adaptation aux changements climatiques et les mesures à prendre dans la recherche et la pratique

Le 13 novembre 2009, quelque 150 experts du monde de la recherche, de l'Administration et de la pratique se sont réunis pour un échange scientifique au sujet des mesures d'adaptation appelées par les changements climatiques. Cette manifestation a été organisée par l'OcCC en collaboration avec ProClim- (le Forum sur le climat et le changement global), l'OFEV, MétéoSuisse et PLANAT (plate-forme nationale « dangers naturels »).

(http://www.occc.ch/symposium_anpassung.html)

3.2. Prises de position

Prise de position de l'OcCC au sujet de la révision de la loi sur le CO₂

L'OcCC a pris position le 13 mars 2009 au sujet du projet de révision de la loi sur le CO₂. L'OcCC accueille favorablement les mesures proposées de réduction des émissions. Mais il constate qu'il y a une différence de taille entre les deux variantes en ce qui concerne le caractère obligatoire de l'objectif de réduction en Suisse. L'OcCC se prononce clairement en faveur d'objectifs de réduction contraignants au niveau national et par conséquent pour un projet fondé sur la variante 1. Il est essentiel aux yeux de l'OcCC que les objectifs et les mesures d'amélioration aient un caractère contraignant et visent le long terme. L'OcCC part de l'idée que la politique climatique internationale exigera des mesures de réduction concrètes aussi de la Suisse. Les réductions nécessaires ne doivent donc pas être réalisées en majorité à l'étranger. L'OcCC constate en outre, sur la base de considérations scientifiques, qu'il est nécessaire à long terme de réduire les émissions à 1 t par habitant. Il est donc évident que les mesures de réduction doivent être prises avant tout au niveau national. L'OcCC fait observer d'autre part qu'un grand potentiel de réduction, présentant à long terme un bon rapport coût-utilité, existe précisément à l'échelon national et qu'il convient de l'exploiter à temps. Les bénéfices secondaires en matière de protection de l'air, de diminution des coûts de l'énergie, de moindre dépendance à l'égard de l'étranger et de modernisation des infrastructures sont encore d'autres aspects positifs à prendre en considération.

(www.occc.ch/comments_all_d.html)

Recommandations de l'OcCC au sujet de la politique climatique suisse et des négociations climatiques de Copenhague

En prévision des négociations climatiques de la COP15/MOP5 à Copenhague en décembre 2009, l'OcCC a présenté le 26 août 2009 ses recommandations pour la politique climatique suisse et pour le mandat de négociation de la délégation suisse. L'OcCC recommande dans ce contexte à la Suisse de s'investir en faveur d'objectifs contraignants au niveau mondial et d'apporter en ce sens elle-même une contribution substantielle : la Suisse doit se prononcer à la fin de l'année à Copenhague pour un objectif de réduction de 30% jusqu'en 2020 ; l'objectif national de réduction jusqu'en 2050 doit être porté à 80%.

(www.occc.ch/comments_d.html)

3.3. Relations publiques

Expositions

En collaboration avec des partenaires tels que ProClim- et l'OFEV, l'OcCC a participé en 2009 à plusieurs expositions relevant du domaine des relations publiques. Ces expositions ont permis à un large public intéressé d'approcher des sujets ayant trait aux changements climatiques en relation avec la Suisse. Les accents thématiques portaient sur la situation scientifique factuelle du problème, sur des effets observés et futurs des changements climatiques en Suisse et dans le monde, sur des mesures d'atténuation et d'adaptation ainsi que sur des approches de solution discutées actuellement sur le plan politique. L'OcCC était présent aux manifestations suivantes :

- Exposition au Gymnase libre de Berne (Freies Gymnasium Bern), 9.2.–27.3.2009
Exposition de posters et animation par ordinateur avec concours
Manifestation d'ouverture pour les écoles du degré secondaire supérieur du canton de Berne le 13.2.2009
- Global Platform for Disaster Risk Reduction, Genève, 16.–19.6.2009
50 cédéroms contenant des rapports de ProClim- et de l'OcCC
- « Bouleversement climatique et développement », Conférence annuelle de la coopération suisse au développement 2009, Zurich, 21.8.2009
Exposition de posters (7 posters) et présence sur place
- Lifefair, Zurich, 4.–6.9.2009
Exposition de posters (3 posters) et présence sur place
- BlueTech, Winterthur, 17.–19.9.2009
Exposition de posters, visites guidées pour élèves et présence sur place
- Exposition sur le climat au gymnase cantonal de Glaris, 23.11.–14.12.2009
Exposition de posters (10 posters)

Swiss Global Change Day

Le 10^e Swiss Global Change Day a eu lieu le 31 mars 2009 à Berne. Plus de trois cents scientifiques et membres de l'Administration ont participé et quatre-vingts posters ont été présentés. Les exposés ont été tenus par *Edouard Bard* (Collège de France, France, sujet : paléo-océanographie), *Naomi Oreskes* (University of California, Etats-Unis, sujet : le consensus dans le débat scientifique), *Markus Fischer* (Université de Berne, sujet : changements climatiques et biodiversité), *Konstantinos Boulouchos* (ETH Zurich, sujet : low carbon mobility), *Nicolas Gruber* (ETH Zurich, sujet : cycle global de l'azote et du carbone) et *Robert Watson* (Department for Environment, Food and Rural Affairs, Royaume-Uni, sujet : état du savoir sur les changements environnementaux planétaires – besoins en matière de recherche – urgences politiques). Lors de ce 10^e Swiss Global Change Day, les meilleurs posters de chaque catégorie (PIGB, PMRC, IHDP et Diversitas) ont été de nouveau récompensés par un prix. L'apéritif servi à la fin de ce colloque anniversaire a permis aux participants de mener des discussions approfondies.

Rencontres du Groupe parlementaire « Changements climatiques »

ProClim-/OcCC organisent les rencontres du Groupe parlementaire « changement du climat ». En 2009, ces rencontres, qui ont eu lieu pendant les sessions de printemps, d'été et d'automne, ont traité les sujets suivants :

1.) 4 mars 2009: Economie mondiale et changements climatiques : des crises qui ont des points communs

- La limitation des risques grâce à l'éthique dans la direction d'entreprise ?
(*Prof. Dr Dr h.c. Norbert Thom*, directeur de l'Institut für Organisation und Personal, Université de Berne)
- Faire avec sens – changement des valeurs dans le monde financier
Antoinette Hunziker-Ebnetter, CEO et fondatrice Forma Futura Invest, SA, Zurich)

2.) 10 juin 2009: La conférence de Copenhague – quelles options en politique climatique?

- Pourquoi il n'y a pas de solution qui évite de prendre rapidement des mesures de protection du climat

(Prof. Thomas Stocker, directeur, Climat et physique de l'environnement, Université de Berne, et coprésident du GIEC)

- La politique climatique de la Suède et le climat comme priorité pendant la présidence du Conseil de l'UE

(Ambassadeur Per Thöresson, Ambassade de Suède, Berne)

3.) 9 sept. 2009: Réduction du CO₂ en Suisse : de quelle ampleur?

- Le potentiel d'économie de CO₂ Suisse – des avantages supérieurs aux coûts ?

(Marco Ziegler, partenaire de McKinsey & Company, Zurich)

- Diminution des émissions de CO₂ et création de plus-value par la rénovation optimisée des bâtiments

(Mark Zimmermann, chef de la section Technologie du bâtiment, EMPA, Dübendorf)

(proclim4f.scnat.ch/4dcgi/proclim/fr/event?934)

Site Internet de l'OcCC

Le site Internet de l'OcCC informe sur les activités de l'organe consultatif et permet de télécharger les rapports publiés par l'OcCC et ses prises de position. En 2009, le site de l'OcCC a enregistré en moyenne annuelle environ 650 accès et 130 visites par jour (contre quelque 700 respectivement 150 l'année précédente). D'autre part, le téléchargement de documents en format PDF (au total 17 GB en 2009) met en évidence l'importance des services Internet.

(www.occc.ch)

3.4. Activités dans le cadre de la Convention sur le climat

La Conférence mondiale des Nations Unies sur le climat COP15/MOP5 a eu lieu du 7 au 19 décembre 2009 à Copenhague (Danemark) sous le patronage de la CCNUCC (voir paragraphe 'Politique climatique'). Etant donné l'importance de cette conférence sur le climat, l'OcCC a été prié de désigner deux représentants scientifiques pour la délégation officielle aux négociations. L'OcCC a décidé d'envoyer à Copenhague comme représentants de la science les professeurs Andreas Fischlin et Lucas Bretschger (tous deux de l'EPF de Zurich). Durant la conférence, ces deux scientifiques se sont tenus à disposition de la délégation comme conseillers scientifiques compétents.

3.5. Séances

Trois séances plénières de l'OcCC ont eu lieu en 2008. Elles ont porté sur les sujets suivants:

1.) 4 février 2009:

- Mise en consultation de la révision de la loi sur le CO₂
- Thématique de l'adaptation : préparation d'une manifestation pour l'automne 2009

2.) 1er juillet 2009:

- COP15 à Copenhague – objectifs de réduction – position de l'UE et de la Suisse – prise de position de l'OcCC
- Symposium de l'OcCC «Anpassung an den Klimawandel» – Handlungsbedarf für Forschung und Praxis – 13.11.09

3.) 6 novembre 2008:

- Politique internationale et nationale – COP15 à Copenhague et révision de la loi sur le CO₂ – collaboration OcCC 2010, état des choses
- Symposium de l'OcCC sur l'adaptation aux changements climatiques et les mesures à prendre dans la recherche et la pratique, du 13.11.2009

4. Finances

L'OFEV met à disposition de l'Académie suisse des sciences naturelles CHF 200'000.- par an pour financer le mandat de l'OcCC 2009 à 2011. A ceci s'ajoute un montant de CHF 40'000.- lié à un projet.

Le tableau ci-dessous donne une vue d'ensemble sur le budget de 2009, les dépenses en 2009 et le budget de 2010. Les différences qui apparaissent entre le budget de 2009 et les dépenses en 2009 tiennent à l'organisation au cours de l'année d'un grand colloque et à la réalisation, confiée à l'OcCC, de petits projets spéciaux. Le compte boucle en 2009 avec un bénéfice de 6'058.- CHF.

Les provisions de l'OcCC pour des grands projets s'élèvent ainsi maintenant à 29'756.- CHF.

Compte d'exploitation

Recettes	Budget 2009	Recettes 2009	Budget 2010
Contribution de l'OFEV	200'000	200'000	200'000
Contribution de l'OFEV liée à un projet	40'000	40'000	40'000
Soutien de la SCNAT	11'000	11'000	11'000
Recettes rapports et prestations OcCC OFEV 10'105.- / MeteoSuisse 2'820.-)	1'000	13'897	0
Intérêts	500	517	500
Solde reporté de l'année précédente	0	0	0
Total	252'500	265'414	251'500

Dépenses	Budget 2009	Dépenses 2009	
Dépenses de personnel	169'000	180'726	172'500
Charges sociales	35'000	35'453	35'000
Frais généraux d'administration	3'000	1'722	3'000
Location / charges de locaux	12'750	14'548	12'750
TED	1'000	278	1'000
Etudes / publications	16'000	5'119	12'500
Frais de voyage / congrès / séances de l'OcCC	4'000	10'353	3'000
Prestations de service de la SCNAT	11'000	11'000	11'000
Divers	750	157	750
Résultat 2009		6'058	
Total	252'500	259'356	251'500

Bilan Passifs

Provisions	
Solde reporté	23'698
Résultat 2009	6'058
Total Solde des provisions	29'756

Annexes

A1. Mandat et constitution de la commission

Fin 1996, la conseillère fédérale Ruth Dreifuss a donné mandat à l'Académie Suisse des Sciences Naturelles (SCNAT) de constituer un Organe consultatif sur les Changements Climatiques (OcCC). L'Académie a invité environ 20 personnalités de la recherche, de l'économie et de l'Administration fédérale à participer à cet organe. Le secrétariat fut rattaché à ProClim- pour exploiter les synergies avec les structures existantes. L'accompagnement de ce mandat par l'Administration fédérale est assuré par l'OFEV.

L'OcCC s'occupe de questions touchant à la recherche sur le climat et le changement du climat. Il se situe à l'interface entre la recherche, l'économie et l'administration. Il se tient au courant des résultats de la recherche internationale, examine des problèmes et des approches de solution, et rédige des prises de position et des conclusions à l'attention des départements et offices fédéraux compétents. Il formule également des recommandations sur les priorités et orientations de la recherche suisse sur le climat.

Le 1er janvier 2009, le mandat de l'OcCC a été prolongé pour une durée de trois ans.

A2. Tâches de l'OcCC

- 1) L'OcCC observe et évalue
 - l'évolution de la recherche mondiale et les résultats qu'elle fournit au sujet des mécanismes et changements du climat, leurs causes et leurs effets ;
 - l'évolution et les effets des mesures prises au niveau national et international – sur la base notamment des travaux de l'IPCC et des conférences faisant suite à la convention sur le climat – pour éviter de dangereuses retombées des activités humaines sur le climat;
 - l'évolution du climat, notamment ses retombées en Suisse.
- 2) Partant de ces observations, l'OcCC élabore des recommandations ayant trait
 - aux priorités de la recherche suisse et à leur coordination dans les instituts et les programmes, comme base de décision en matière de politique de la recherche ;
 - aux mesures à prendre en Suisse et à l'étranger pour atténuer les retombées des activités humaines sur le climat et pour éviter ou atténuer les atteintes à l'être humain et les dommages matériels ;
 - à la position des délégations suisses dans les négociations internationales ;
 - à la manière de réagir aux variations du climat.
- 3) L'OcCC fonctionne comme charnière entre la science, les autorités fédérales et cantonales et le public et leur communique ses résultats, jugements, idées et opinions au sujet du climat.
- 4) L'OcCC propose aux autorités fédérales des scientifiques recommandés par ProClim- comme experts pour collaborer aux travaux de l'IPCC et des délégations suisses des COPs.
- 5) L'OcCC rend annuellement compte de ses activités au donneur et aux preneurs de mandat.

A3. Publications (2000 - 2009)

Documents et rapports de l'OcCC

- Recommandations de l'OcCC au sujet de la politique climatique suisse et des négociations de Copenhague sur le climat, 6 p., 2009 (D, F)
- Prise de position de l'OcCC au sujet du projet de révision de la loi sur le CO₂, 4 p., 2009 (D, F)
- Le climate change – que faire?, 47 p., 2008 (D,F)
- Prise de position de l'OcCC sur la politique climatique « post 2012 ». 4 p., 2007 (D, F, I).
- Les changements climatiques et la Suisse en 2050, 168 p., 2007 (allemand, français).
- Le centime climatique II (Fiches de données, 2006)
- De bonnes raisons à la taxe sur le CO₂. 4 p., 2005. (Versions française et allemande)
- Prise de position de l'OcCC sur le centime climatique. 7 p., 2004. (Versions française et allemande)
- Soziale Auswirkung von CO₂-Abgabe und Klimarappen. Faktenblatt. 2004. (Seulement en allemand)
- G. Müller-Fürstenberger und D. Hässig: Faktenblatt zum Emissionshandel.OcCC, 2004. (en allemand)
- Evénements extrêmes et changements climatiques, 94 p., 2003. (en français, allemand et anglais)
- Le climat change, en Suisse aussi. Les points principaux du troisième rapport du GIEC sur l'état des connaissances, du point de vue de la Suisse, 48 p., 2002.(Versions française et allemande)
- Prise de position de l'OcCC sur la motion « Diminution neutre sur le plan budgétaire des prix de carburants Diesel et gazeux », 9 p., 2002. (Versions française et allemande)
- Bénéfices secondaires des réductions de gaz à effet de serre, 40 p., août 2000. (Versions française, allemande et anglaise)
- Sekundärnutzen (Secondary Benefits) von Treibhausgas-Reduktionen, rapport de l'atelier, 52 p., août 2000. (Seulement en allemand)
- Klimaänderung Schweiz, Trockenheit in der Schweiz, rapport de l'atelier, juillet 2000. (en allemand)

Climate Press (ProClim- et l'OcCC)

- Conférence de Copenhague sur le climat: le grand défi de l'objectif climatique des 2°C (4/09)
- Protection technique du climat: où en est la technologie CSC? (3/09)
- Le réchauffement planétaire ne fait pas relâche (2/09)
- A quelle vitesse fond la glace du Groenland? (1/09)
- Mit Geoengineering gegen die Klimaerwärmung: Dilemma zw. Möglichkeiten und Risiken (1/08)
- La protection du climat a-t-elle un intérêt pour l'économie ? (janvier 2006)
- Les contradictions entre les données de satellites et les températures mesurées à proximité du sol sont en grande partie éliminées (septembre 2005)
- Un marché pour le climat (mars 2005)
- La protection du climat a-t-elle un intérêt pour l'économie ? (janvier 2005)
- Le rayonnement cosmique détermine-t-il le climat ? (décembre 2004)
- Le réchauffement global, une cause d'un changement climatique abrupt ? (mai 2004)
- Faisait-il autrefois plus chaud qu'aujourd'hui ? (février 2004)
- Premières répercussions des changements climatiques dans les mondes végétal et animal (juin 2003)
- Tourisme d'hiver : Les conséquences du réchauffement climatique peuvent-elles être compensées par des investissements ? (janvier 2003)
- Aérosols – un point d'interrogation à propos de l'avenir du climat (août 2002)
- Pourquoi le Protocole de Kyoto piétine-t-il ? (avril 2002)
- Ozone: trop pour nos bronches, trop pour le climat, et pas assez pour se protéger du soleil (août 2001)
- Réchauffement du climat: les indices débouchent sur un verdict de culpabilité de l'Homme (mars 2001)
- La glace polaire peut-elle résister à l'effet de serre ? (décembre 2000)
- Les sécheresses seront-elles à l'avenir une menace pour la Suisse ? (juillet 2000)
- Le climat devient-il plus extrême ? (mai 2000)
- La malaria arrive-t-elle chez nous ? Conséquences possibles d'un changement climatique dans le domaine de la santé publique. (janvier 2000)

A4. Membres de l'OcCC

Etat à fin décembre 2009

Membres (ad personam)

Dr. Kathy Riklin (Présidente)	Conseillère nationale Schipfe 45 8001 Zürich	T.: 044 210 32 38 kathy.riklin@parl.ch
Prof. Martin Beniston	C3i: Climatic Change and Climate Impacts Pôle en Sciences de l'Environnement Université de Genève 7, route de Drize CH-1227 Carouge / Genève	T.: 022 379 07 69 F.: 022 379 07 44 martin.beniston@unige.ch
Dr. Charlotte Braun-Fahrländer	Institut für Sozial- und Präventivmedizin Universität Basel Steinengraben 49 4051 Basel	T.: 061 270 22 20 F.: 061 270 22 25 c.braun@unibas.ch
Prof. Lucas Bretschger	CER-ETH Center of Economic Research at ETH Zurich Zürichbergstrasse 18 ETH Zentrum ZUE F7 8092 Zürich	T.: 044 632 21 92 F.: 044 632 13 62 lbretschger@ethz.ch
Dr. Thomas Bürki	Energie Ökologie Politikberatung Thomas Bürki GmbH Gerlisbrunnenstr. 20 8121 Benglen	T.: 044 887 24 40 F.: 044 887 24 44 thomas.buerki@bluewin.ch
Prof. Andreas Fischlin	Terrestrische Systemökologie Departement für Umweltwissenschaften ETH Zürich CHN E21.1 Universitätsstr. 16 8092 Zürich	T.: 044 633 60 90 F.: 044 633 11 36 andreas.fischlin@env.ethz.ch
Prof. Nicolas Gruber	Institut für Biogeochemie und Schadstoffdynamik (IBP) ETH Zürich Universitätsstr. 16 8092 Zürich	T.: 044 632 03 52 F.: 044 632 16 91 nicolas.gruber@env.ethz.ch
Dr. Andreas Spiegel	Swiss Re Sustainability and Emerging Risk Management Mythenquai 50/60 8022 Zürich	T.: 043 285 21 21 F.: 043 285 29 99 andreas.spiegel@swissre.com
Gabi Hildesheimer	öbu – Ökologisch bewusste Unternehmen Postfach 8035 Zürich	T.: 044 364 37 38 F.: 044 364 37 11 hildesheimer@oebu.ch
Prof. Christian Körner (Comité)	Botanisches Institut – Pflanzenökologie Universität Basel Schönbeinstrasse 6 4056 Basel	T.: 061 267 35 10 F.: 061 267 35 04 ch.koerner@unibas.ch
Prof. Hansruedi Müller	Forschungsinstitut für Freizeit und Tourismus Universität Bern Schanzeneckstr. 1 Postfach 8573 3001 Berne	T.: 031 631 37 13 F.: 031 631 34 15 hansruedi.mueller@fif.unibe.ch
Prof. Thomas Stocker	Physikalisches Institut Klima- und Umweltp Physik Universität Bern Sidlerstr. 5 3012 Berne	T.: 031 631 44 62 F.: 031 631 87 42 stocker@climate.unibe.ch

Prof. Philippe Thalmann Recherches en Economie et Management de l'Environnement (REME)
EPF Lausanne
Bâtiment BP, Station 16
1015 Lausanne
T.: 021 693 73 21
F.: 021 693 43 80
philippe.thalmann@epfl.ch

Prof. Alexander Wokaun Forschungsbereich Allgemeine Energie
Paul Scherrer Institut (PSI)
5232 Villigen
T.: 056 310 27 51
F.: 056 310 44 16
Alexander.Wokaun@psi.ch

Membres / Experts avec voix consultative

Dr Reto Burkard Service d'état-major Ecologie
Office fédéral de l'agriculture (OFAG)
Mattenhofstr. 5
3003 Berne
T.: 031 322 58 77
F.: 031 322 26 34
reto.burkard@blw.admin.ch

Melanie Butterling Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)
3003 Bern
T.: 031 322 40 60
F.: 031 322 78 69
melanie.butterling@are.admin.ch

Evelyn Coleman Brantschen Waldabteilung 2 Frutigen - Obersimmental /
Saanen
Amt für Wald des Kantons Bern
Krattigstrasse 48
CH-3700 Spiez
T.: 033 655 52 01
F.: 033 655 52 09
waldamt@vol.be.ch

Dr Lukas Gutzwiller Sektion nat. und internat. Energiepolitik
Office fédéral de l'énergie (OFEN)
3003 Berne
T.: 031 322 56 79
F.: 031 323 25 00
lukas.gutzwiller@bfe.admin.ch

Dr. Roland Hohmann Office fédéral de l'environnement (OFEV)
Division Climat
Section Rapports climatiques et adaptation aux
changements
Papiermühlestr. 172
3063 Ittigen
T.: 031 325 58 83
F.: 031 323 03 67
roland.hohmann@bafu.admin.ch

Daniel K. Keuerleber-Burk Directeur
MétéoSuisse
Krähbühlstr. 58
8044 Zurich
T.: 044 256 92 88
F.: 044 256 96 66
daniel.keuerleber@meteoschweiz.ch

Janine Kuriger Global Programme Climate Change
Corporate Domain Global Cooperation
DEZA
Freiburgstr. 130
3003 Bern
T.: 031 323 51 30
F.: 031 325 93 62
janine.kuriger@deza.admin.ch

Dr José Romero Office fédéral de l'environnement (OFEV)
Division Affaires internationales
3003 Berne
T.: 031 322 68 62
F.: 031 322 03 49
jose.romero@bafu.admin.ch

Dr. Thomas Roth Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO)
Effingerstrasse 1
3003 Bern
T.: 031 324 08 42
F.: 031 324 09 58
thomas.roth@seco.admin.ch

Dr. Bruno Schädler Gruppe für Hydrologie
Geographisches Institut - Physische Geographie
Universität Bern
Hallerstrasse 12
3012 Bern
T.: 031 631 85 68
F.: 031 631 85 11
bruno.schaedler@giub.unibe.ch

Kurt Seiler Konferenz der Vorsteher der
Umweltschutzamtstellen der Schweiz
Mühlentalstrasse 184, Postfach
8204 Schaffhausen
T.: 052 632 76 66
kurt.seiler@ktsh.ch

Ursula Ulrich-Vögtlin

Chef du Service santé et environnement
Office fédéral de la santé publique (OFSP)
3003 Berne

T.: 031 323 87 01
F.: 031 322 34 37
ursula.ulrich@bag.admin.ch

Membre d'office

Christian Preiswerk

Scnat
Schwarztorstrasse 9
3007 Berne

T.: 031 310 40 22
F.: 031 310 40 29
preiswerk@scnat.ch

Sécretariat

Dr Christoph Ritz

Secrétaire de ProClim-
Schwarztorstrasse 9
3007 Berne

T.: 031 328 23 23
F.: 031 328 23 20
ritz@scnat.ch

Dr Christoph Kull

Secrétaire de l'OcCC
Schwarztorstrasse 9
3007 Berne

T.: 031 328 23 23
F.: 031 328 23 20
kull@scnat.ch

Rédaction:
Christoph Kull

Traduction française:
Jean-Jacques Daetwyler,
Sciencepress, Berne