



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI  
**Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse**

# Rapport annuel 2012











## Éditorial

Tempête balayant le pays en début d'année, premiers pollens durant un mois de janvier particulièrement doux, le tout suivi d'une des plus fortes vagues de froid depuis 1985: le temps a été très changeant en 2012, à l'image du processus de réforme mené par MétéoSuisse.

L'avenir sera aussi changeant  
que l'année 2012.  
MétéoSuisse y est bien préparé.

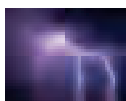


Fort du soutien du nouveau chef du Département fédéral de l'intérieur Alain Berset, MétéoSuisse a présenté au Parlement un projet de révision de la loi sur la météorologie. Les Chambres ne sont pas entrées en matière, mais les deux ans de travaux préparatoires ont porté leurs fruits, puisque les points essentiels de la réorganisation que sont la libéralisa-

tion des données, une meilleure transparence des coûts et une orientation client renforcée ont été maintenus. MétéoSuisse poursuit donc sa réforme avec un mandat modifié. Ainsi, des aspects importants de la stratégie et de l'organisation ont été revus, de même que la gestion des affaires courantes. L'extension du réseau radar et l'automatisation des stations de mesure avancent bien. Des scénarios climatiques nationaux ont été publiés pour la première fois en coopération avec l'EPF de Zurich. Nous continuons à affiner le modèle de prévision haute résolution COSMO et avons relevé le défi d'une collaboration internationale sous la forme du projet de développement CLIMANDES. Le déménagement en automne du service de prévision du Zürichberg en ville de Zurich vers l'aéroport de Kloten a également marqué un tournant. Il s'agit là de l'étape initiale du transfert à Kloten du siège de MétéoSuisse qui est prévu pour le début 2014. Le temps reste donc changeant, et MétéoSuisse y est bien préparé.

**Christian Plüss**

*Directeur général MétéoSuisse*



### Images

Nuages lenticulaires, cirrus et traînées de condensation embellissent le ciel au-dessus du Weissfluhjoch un jour de foehn d'octobre 2012 (photo: Yves-Alain Roulet). De vifs éclairs illuminent la partie supérieure du lac Léman durant la nuit du 1<sup>er</sup> août 2012 (photo: Dean Gill).

# Sommaire

## Météo

Un radar pour anticiper les intempéries .....	6
Quand les prévisions du temps profitent des jeux électroniques .....	9
Dangers naturels: une collaboration à toute épreuve .....	10
La météo aéronautique de nuit avec SMART /	
Un certificat pour le service de météorologie aéronautique .....	11

## Climat

La recherche sur le climat en Suisse évolue .....	12
Satellites météorologiques et avenir énergétique de la Suisse .....	15
Le livre d'histoire numérique des conditions météorologiques en Suisse	16
Un réseau scientifique pour la recherche sur le climat /	
Le grand froid de février .....	17

## Mesures

Comme un air d'automatisation .....	18
L'exposition UV modélisée de la tête aux pieds .....	21
L'effet de serre sous la loupe .....	22
Un pas vers les mesures automatiques de pollen /	
SPICE: un projet corsé .....	23

## À notre propos

Un vent de changement pour la réforme .....	24
Les centrales météorologiques dans un nouvel environnement .....	27
Réchauffement climatique: l'union fait la force .....	28
Nouveau: l'application de MétéoSuisse /	
Les utilisateurs associés à la conception du nouveau site Internet .....	29

Faits et chiffres .....	30
-------------------------	----

### Impressum

**Édition:** MétéoSuisse **Concept, rédaction et design:** Isabel Plana et Prime, Zurich **Traduction:** Lise Scherrer et MétéoSuisse, Genève **Impression:** galledia AG, Flawil **Photos:** Isabel Plana (7, 12, 18), Nina Aemisegger (25), Bruno Petroni (8), CSCS (9), MétéoSuisse (autres) © MétéoSuisse, mars 2013

Rad4Alp est synonyme de technique radar de pointe,  
de couverture totale et d'applications novatrices.  
Bref, il rend les alertes météo encore plus fiables.

*Urs Germann, responsable du projet Rad4Alp*

*Maurizio Sartori, ingénieur radar et collaborateur scientifique*



## Un radar pour anticiper les intempéries

Un radar météorologique offre bien plus que des images en couleur. Les données radar servent à de nombreuses applications quantitatives, comme par exemple les systèmes d'avertissement de fortes précipitations. C'est un système de ce type que MétéoSuisse a mis au point pour surveiller des falaises menaçant de s'effondrer au Tessin.

Les habitants du village tessinois de Preonzo ne sont pas prêts d'oublier le 15 mai 2012 : à l'aube, une falaise de la montagne du Valeyion s'effondre, entraînant 300 000 mètres cubes de pierres au fond de la vallée. Mais le danger n'est pas écarté pour autant. Les éboulis encore accrochés sur les pentes escarpées risquent de dégringoler à la prochaine pluie d'une certaine intensité et de couvrir de gravats la route cantonale et une partie du village. Mais comment savoir quand de fortes pluies s'abattront sur la zone surplombant Preonzo ?

Les autorités du canton consultent alors les experts de MétéoSuisse à Locarno. Ensemble, ils mettent au point un système d'alerte automatique à même de les avertir à l'approche de précipitations abondantes dans la région. Les données radar constituent la pièce maîtresse de cet instrument.

### Bien plus que des images en couleur

Des taches colorées en mouvement, permettant de localiser les pluies et la direction prise par le mauvais temps – tels sont les concepts qui viennent généralement à l'esprit à l'évocation de données radar. Rares sont ceux parmi nous qui savent ce qui se cache derrière ces images et ce que les mesures radar permettent de réaliser.

À peu de choses près, le principe de fonctionnement des radars est resté le même qu'à leur introduction en Suisse dans les années soixante : un signal est émis, qui est réfléchi par les gouttelettes de pluie et renvoyé sous forme d'écho. La technologie a toutefois fait des pas de géant depuis, les produits radar devenant de plus en plus complexes, grâce aux efforts déployés en matière de recherche et d'innovation, par MétéoSuisse également. Si les images en couleur fournies par les radars ne permettaient initialement que de localiser les cellules de précipitations, il existe aujourd'hui de multiples

### Le remplacement et l'extension du réseau radar suisse ont bien avancé.

Au bout de dix-huit ans de bons et loyaux services, les installations existantes ont été modernisées et deux stations additionnelles sont planifiées. La quatrième génération de radars météorologiques helvétiques est un tremplin pour les dix-huit prochaines années d'innovation et de recherche dans le secteur des avis de danger en cas de crues et d'orages reposant sur des données radar.





*Le remplacement du radar sur l'Albis en mai 2012 est un travail de haute précision pour la grue.*



*Il y a de l'animation à la Pointe de la Plaine Morte en Valais : les travaux de construction du quatrième radar météo de Suisse commencent en haute montagne à l'automne 2012.*

possibilités d'applications quantitatives. Parallèlement à la mesure des précipitations et à la détection des orages, les radars fournissent des informations sur les champs de vent, le volume des nuages de pluies et la taille des grêlons.

Les données radar sont devenues indispensables pour maîtriser les dangers naturels. Comme elles permettent de prévoir l'évolution des précipitations à court terme, elles servent de fondement aux avis de danger en cas d'orages violents, de précipitations intenses, de crues soudaines et d'inondations. On y recourt aussi pour évaluer la situation et organiser des interventions durant l'épisode critique. Elles constituent un paramètre important pour anticiper les débits hydrologiques et la base nécessaire au fonctionnement des systèmes d'alerte sophistiqués en présence de crues. L'énorme chantier de la gare Löwenstrasse intégrée à la gare principale de Zurich, notamment, utilise un instrument automatique de ce type pour mesurer l'écoulement de la Sihl. Citons encore la surveillance de zones à risque dans les Alpes, où des éboulements et des glissements de terrain menacent, comme dans le cas de la commune de Preonzo.

L'outil de pronostic de glissement de terrain développé par MétéoSuisse suite à l'effondrement de pans de falaise du Valeyion à l'intention des autorités tessinoises combine en temps réel des données radar, des mesures de stations au sol et des prévisions numériques, pour envoyer des alertes automatiques à l'arrivée de fortes pluies. En outre, les autorités sont régulièrement en rapport avec le centre de prévisions de Locarno-Monti afin d'anticiper les situations critiques.

### Une meilleure vue de l'arc alpin

Le nombre croissant d'applications complexes requiert des données de plus en plus précises à haute résolution

spatiale et temporelle. MétéoSuisse répond à ce besoin en modernisant et complétant son réseau de radars dans le cadre du projet Rad4Alp. Depuis 2012, les trois sites existants – Monte Lema au Tessin, La Dôle en Suisse romande et l'Albis près de Zurich – utilisent des instruments de pointe. Ils peuvent distinguer entre les gouttes d'eau et les flocons de neige ou les grêlons et sont à même de suivre leur évolution dans l'espace et leur intensité toutes les deux minutes et demie au kilomètre près dans un rayon de 247 kilomètres. En guise de comparaison, notons que la distance nord-sud maximale de la Suisse est de quelque 220 kilomètres.

La quatrième génération de radars météorologiques helvétiques va bientôt compter deux exemplaires supplémentaires : en Valais à la Pointe de la Plaine Morte et au Weissfluh dans les Grisons.

Le chantier a démarré en automne 2012 à la Plaine Morte. L'objectif des nouvelles stations est de mieux couvrir les régions alpines.

Il s'agit d'un progrès important si l'on sait que les

zones de montagne sont particulièrement exposées aux dangers naturels. De plus, les interruptions subies par une installation peuvent être comblées facilement en faisant appel à une autre. L'absence de lacunes accroît la fiabilité des systèmes d'alerte et améliore ainsi la protection de la population.

A Preonzo, la montagne tient toujours les autorités et le public en haleine. Si une partie des rochers sont tombés dans la vallée depuis, le prochain éboulement pourrait se produire plus haut dans la falaise. Sur place, MétéoSuisse maintient donc son outil d'alerte – pour le bien des villageois habitant au pied du Valeyion.

Les données radar sont devenues indispensables pour maîtriser les dangers naturels.





# Quand les prévisions du temps profitent des jeux électroniques

Les météorologues peuvent simuler l'évolution du temps au moyen de modèles numériques complexes. Pour améliorer encore la précision des prévisions, MétéoSuisse poursuit le développement de son modèle COSMO. Seul un superordinateur peut offrir la puissance considérable de calcul requise.

**C**olette et son fils Colin partagent une passion pour l'aviation – avec un simulateur de vol installé sur leur ordinateur. Ils se rendent souvent à Samedan, de préférence lorsque les conditions météorologiques sont difficiles.

Quel point commun le passe-temps favori de Colette et de Colin a-t-il avec les prévisions du temps professionnelles ? Il y en a bien un, du moins dans le futur proche. Il s'agit de leur matériel. L'industrie des jeux électroniques développe le marché des cartes graphiques, ce dont le calcul de haute performance (HPC) pourrait bien profiter un jour ; en sus des processeurs traditionnels, les CPU, les superordinateurs utiliseront en effet de plus en plus des cartes graphiques appelées GPU. Ces dernières peuvent effectuer davantage d'opérations en parallèle et sont dotées d'une plus large capacité de communication.

## Nouveau modèle COSMO en développement

Cela intéresse également MétéoSuisse. Car avec la poursuite du développement du système de prévision numérique du temps lancé dans le cadre du projet COSMO-NEXT début 2012, il faudra disposer d'énormes capacités de calcul. Premièrement parce qu'avec son maillage d'un kilomètre, le nouveau modèle COSMO-1 aura une réso-

lution nettement supérieure aux modèles précédents ; deuxièmement, parce que COSMO-NEXT comprendra un système d'ensemble (COSMO-E) permettant d'estimer l'incertitude des prévisions.

## À résolution supérieure, simulations plus réalistes

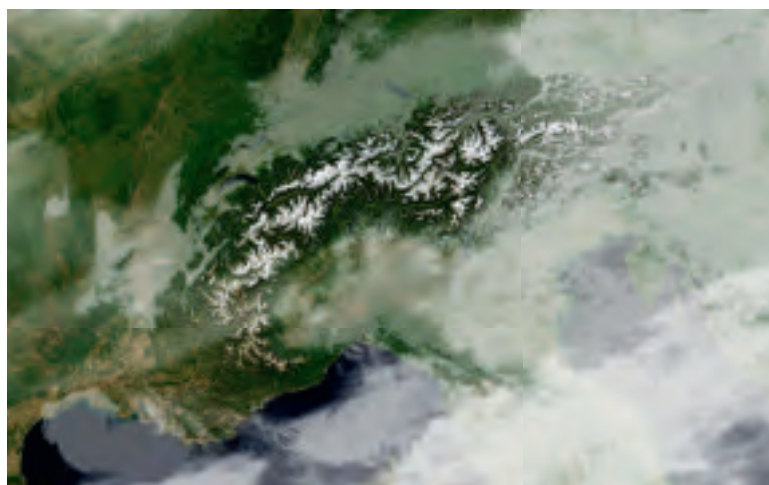
Une résolution supérieure du modèle permet d'optimiser les simulations. On peut reproduire les phénomènes atmosphériques importants avec davantage de détails et mieux tenir compte de l'influence des divers types de sols sur l'évolution du temps. Il en résulte des champs de vent à résolution plus fine, des champs de température et d'humidité plus structurés, et des cycles de vie des systèmes de nuages et de précipitations plus fidèles. Le projet COSMO-NEXT pose ainsi les bases de prévisions numériques du temps plus réalistes et de meilleure qualité. Une puissance de calcul accrue est toutefois indispensable ; MétéoSuisse étudie donc avec ses partenaires le recours aux



**Le superordinateur de la taille d'un homme** installé à Lugano effectue les calculs pour les modèles de prévision numériques de MétéoSuisse.

dernières technologies HPC dans le cadre de l'initiative nationale HP2C.

Peut-être Colin et sa fille Cora profiteront-ils de ces technologies lorsqu'ils pourront déterminer eux-mêmes en temps réel, à l'aide des GPUs de leur ordinateur, les conditions météorologiques pertinentes pour leur vol vers Samedan.



**Haute résolution pour des prévisions plus fiables :** le modèle COSMO-1 calcule l'évolution des conditions météorologiques sur l'arc alpin au kilomètre près.

## Le superordinateur de Lugano

La poursuite du développement du modèle COSMO s'inscrit dans le cadre du programme international « Consortium for Small-scale MOdelling ». La réunion annuelle de COSMO a eu lieu à Lugano en 2012, ville abritant désormais le « Swiss National Supercomputing Centre CSCS » chargé de calculer les modèles COSMO de MétéoSuisse.

# Dangers naturels : une collaboration à toute épreuve

Quand des intempéries menacent, il faut agir vite. Pour que la collaboration et la coordination ne connaissent aucune faille, MétéoSuisse et les autres services de la Confédération chargés de faire face aux dangers naturels pratiquent périodiquement des exercices.

**D**emain matin, la dépression secondaire Odin se déplacera du nord du pays vers l'est», annonce le chef de service du centre de prévisions. La tension monte chez les responsables de secteurs présents à la réunion de lancement de la cellule d'intervention de MétéoSuisse (EO Met). « Nous attendons des vents soufflant à plus de 120 kilomètres par heure sur le Plateau au nord des Alpes, pouvant atteindre 180 kilomètres par heure dans le Jura et les Préalpes, suivis de fortes précipitations », décrit le responsable du service météorologique.

Les autorités et les unités d'intervention des cantons ont déjà reçu un avis de fort danger (avant-dernier niveau). Faut-il charger la radio et la télévision d'avertir la population ? Doit-on publier un communiqué de presse ? D'autres mesures doivent-elles être prises ?

## Une coopération sans faille

La procédure suivie par EO Met et la cellule Dangers naturels – dont font partie les services de la Confédération chargés des

dangers naturels – correspond à celle des organes correspondants au sein des cantons et des communes. Une coopération sans faille permet d'agir rapidement et d'affronter de tels événements.

Les services de la Confédération – MétéoSuisse, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), l'Institut pour l'étude de la neige et des avalanches (SLF) et le Service Sismologique Suisse (SED) – travaillent activement à une harmonisation des processus. Les alertes sont lancées en fonction de normes unifiées pour ce qui est de l'échelle des dangers à cinq niveaux, de l'intitulé, de la structure et de la diffusion. Les avis de dangers naturels sont rédigés d'après des critères définis ou écrits collectivement par les services spécialisés lorsque plusieurs dangers sont présents simultanément. Tel est le cas de l'exercice EO Met en cours.

## Une série noire

Après les fortes chutes de neige de ces derniers jours, le temps change brusquement. EO Met a de la peine à évaluer les répercus-



*Tôt ou tard, une tempête arrivera.*

sions du danger marqué d'avalanches dans les Alpes sur la situation globale. On décide alors de consulter le SLF ainsi que l'OFEV pour avoir une vue d'ensemble.

Mais cela ne s'avère pas nécessaire. « Nous arrêtons ici », décide le chef d'EO Met et il demande aux participants de passer en revue l'exercice avec les instructeurs de l'Office fédéral de protection de la population.



*Jusqu'à ce que le danger soit écarté, EO Met suit l'évolution des conditions météorologiques et coordonne les mesures à prendre avec les autres cellules chargées de la gestion des dangers naturels.*

## Des régions d'alerte unifiées

Les services de la Confédération auxquels ressortissent les dangers naturels ont harmonisé les régions d'alerte, suite au mandat donné par l'organe de pilotage chargé des interventions en cas de danger naturel (LAINAT). La réalisation s'est déroulée en plusieurs étapes. Les régions d'alerte de MétéoSuisse et du SLF ont été définies fin octobre 2012; elles seront opérationnelles début 2013. Les alertes hydrologiques globales de l'OFEV demanderont plus de temps.

## En bref

### La météo aéronautique de nuit avec SMART

L'observation des conditions météorologiques est indispensable pour la sécurité du trafic aérien. Des observateurs se trouvant sur les aéroports rédigent régulièrement des informations codées, spécialement sous forme de bulletins METAR (Meteorological Aviation Routine Weather Report). A cet effet, ils sont soutenus par le logiciel SMART (System for Meteorological Automated Reporting) développé par MétéoSuisse, comprenant un système de saisie de données configurable, une surveillance



**Le service de météorologie aéronautique** prépare les informations sur les conditions météorologiques dont les pilotes ont besoin. Le logiciel SMART permet d'automatiser davantage de bulletins météorologiques.

des capteurs et un interpréteur de règles actualisable selon les besoins. Il est ainsi possible d'optimiser les propositions de SMART et les observateurs peuvent générer des METARs encore plus précis.

De plus, la nuit, en dehors des heures de présence du service de météorologie aéronautique, les bulletins météo peuvent être produits et expédiés automatiquement grâce au système SMART. Les aéroports régionaux disposent depuis un certain temps déjà de bulletins



**Le Conseiller fédéral Alain Berset** visite le service de météorologie aéronautique, dont l'Office fédéral de l'aviation civile a renouvelé la certification en 2012.

AUTO METAR. La qualité a déjà atteint un niveau tel que le système est de plus en plus utilisé de jour, permettant de diminuer les interventions des observateurs et de diffuser les METARs automatiquement. Dans le cadre du projet AUTO METAR II, MétéoSuisse améliore actuellement SMART au moyen d'algorithmes et de règles météorologiques, de priorités logiques et d'optimisations pour qu'une exploitation autonome soit rendue possible de nuit à l'aéroport de Genève.


### Un certificat pour le service de météorologie aéronautique

A la fin des années nonante, l'Union européenne (UE) a lancé sous le titre de Ciel unique européen (Single European Sky) un programme d'optimisation de l'espace aérien. Il s'agissait de restructurer les voies aériennes et de limiter la fragmentation de l'espace aérien en passant à un nombre réduit de blocs fonctionnels d'espace aérien. La réglementation sur les services de navigation aérienne, qui s'applique également à la Suisse, a été complétée depuis par l'UE.

MétéoSuisse est concerné par la navigation aérienne en sa qualité de prestataire de services de météorologie aéronautique. L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) contrôle régulièrement la mise en œuvre de la réglementation de l'UE sous forme d'audits. Après l'obtention de la certification fin 2006, MétéoSuisse a été l'objet en 2012 d'un renouvellement pour l'ensemble de ses prestations.

L'audit a eu lieu du 27 au 30 août. Cela a représenté un défi pour MétéoSuisse en raison d'importantes modifications que les mesures de réorganisation avaient entraînées dans le service opérationnel. Le résultat peut être qualifié de tout à fait satisfaisant de ce point de vue : MétéoSuisse s'est vu attribuer le certificat pour une nouvelle période de deux ans.



A photograph of two men standing in a forest during autumn. The man on the left is wearing a red sweater and glasses, leaning against a large tree trunk. The man on the right is wearing a dark blue jacket and grey pants, standing next to the same tree. The ground is covered in fallen yellow and orange leaves. The background shows more trees with yellowing leaves.

Le climat change. Pour mieux nous adapter, nous devons comprendre les processus induisant le réchauffement – c'est à cela que sert la recherche.

*Francesco Isotta, collaborateur scientifique en bases climatiques*

*Andreas Fischer, scientifique confirmé en prévision du climat*





## La recherche sur le climat en Suisse évolue

Le pôle de recherche national NCCR Climate qui s'est achevé en 2012 a profondément modifié la recherche sur le climat en Suisse ces douze dernières années. MétéoSuisse a fortement contribué à ce processus.

Lorsque le projet a démarré en 2001, les températures relevées en Suisse enregistraient leurs premiers records. La communauté internationale des chercheurs estimait alors prudemment que le réchauffement climatique mondial était d'origine anthropogène. La climatologie de MétéoSuisse se concentrait sur l'analyse des séries de mesures helvétiques: elle consistait dans l'homogénéisation des données et dans l'atlas climatique, recueil de cartes saisonnières intégrant les différents paramètres climatiques pour la période s'étendant de 1931 à 1995.

Un changement de perspective s'est produit avec la participation de MétéoSuisse au pôle de recherche national. Sa contribution active au projet NCCR Climate a été l'occasion de moderniser la recherche appliquée dans le domaine du climat, faisant de MétéoSuisse un partenaire de choix en météorologie alpine et en recherche sur le climat tant dans notre pays qu'au plan international.

### Mieux évaluer les risques climatiques

Au départ, le projet NCCR était axé sur la mise au point d'outils de gestion des risques induits par les épisodes climatiques et météorologiques extrêmes ainsi que par les fluctuations saisonnières. Si la fiabilité des prévisions saisonnières s'est révélée très modeste en Europe, les systèmes développés sont désormais utilisés avec succès à l'échelle de la planète dans le secteur de l'assurance et pour les dérivés climatiques.

Afin d'améliorer les alertes à l'arrivée de tempêtes hivernales telles que Lothar, MétéoSuisse a créé dans le cadre de NCCR Climate un produit fondé sur le premier modèle probabiliste régional (COSMO-LEPS). Les cartes probabilistes sont utilisées aujourd'hui tant dans le contexte opérationnel des prévisions du temps qu'en hydrologie par l'Office fédéral de l'environnement dans ses avis de danger en cas de fortes précipitations. Ce produit sera remplacé dans les années à venir par un système de modélisation encore plus fin.

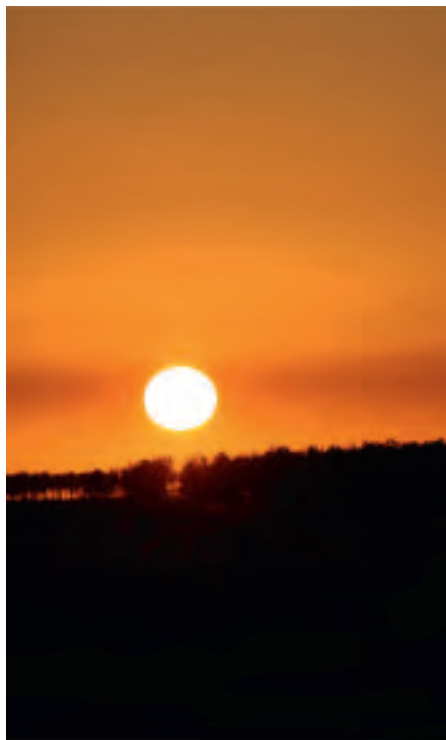
**Comme le réchauffement climatique touche également notre pays,** le Fonds national suisse a créé en 2001 le pôle de recherche NCCR Climate. Partenaire actif de ce réseau scientifique, MétéoSuisse a apporté une contribution significative à plusieurs projets de recherche et a fait fortement progresser l'étude du climat en Suisse.

Au fil du temps, l'intérêt de MétéoSuisse s'est porté, toujours dans le cadre de NCCR Climate, sur l'évolution du climat en Suisse dans le passé, sur la tendance qui se dessine pour les prochaines décennies et sur les incidences possibles sur des secteurs comme l'agriculture. Cela s'est traduit par la publication des nouveaux scénarios climatiques de la Suisse CH2011, fruit d'une étroite collaboration entre l'EPF de Zurich et le « Center for Climate Systems Modeling » (C2SM). Servant de fondement à des études sur les effets du changement climatique, ils sont incontournables pour définir la stratégie d'adaptation de la Confédération.

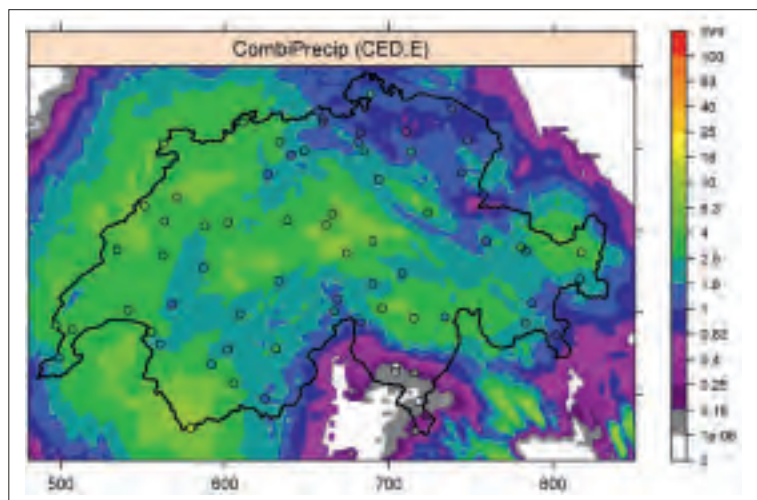
C'est ainsi qu'une étude menée par MétéoSuisse avec le concours de la Station de recherche Agroscope a révélé qu'avec le réchauffement climatique, un des principaux ravageurs des cultures fruitières, le carpocapse, va vraisemblablement se multiplier et prolonger sa période d'activité dans les vergers.

### Scénarios et données

Parallèlement aux scénarios, les séries de données modernes servent de base à la gestion des risques météorologiques et climatiques. La constitution de telles séries pour les régions de montagne représente un vrai défi.



**Quelles sont les incidences du réchauffement climatique sur la Suisse ? Elles sont l'objet de l'étude NCCR.**



**CombiPrecip, une des nombreuses retombées du projet NCCR, permet une analyse des précipitations à haute résolution en combinant les mesures radar avec les valeurs des stations au sol.**

Le projet NCCR Climate a été l'occasion de créer un produit combinant les données radar et les mesures au sol pour aboutir à une analyse des précipitations à haute résolution sur l'ensemble du territoire en tenant compte de la complexité des conditions dans l'arc alpin. L'élaboration de cartes de précipitations pour toutes les Alpes est en outre prévue dans le cadre d'un projet européen.

### Les services climatologiques gagnent en importance

Les travaux menés au profit de NCCR Climate ont donné une assise à de nouvelles prestations climatiques, rigoureusement scientifiques, permettant aux clients de mieux gérer les risques météorologiques et climatiques. Une étroite collaboration avec les utilisateurs finaux est essentielle à cet égard. L'importance accrue de cette problématique ressort également de la décision de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) d'instituer un Cadre mondial pour les services climatologiques (CMSC). Lors du congrès 2012, l'OMM a défini les conditions qui sont requises pour pouvoir mieux répondre aux demandes en la matière au plan national.

MétéoSuisse a fortement contribué à l'évolution de la recherche du climat en Suisse.





# Satellites météorologiques et avenir énergétique de la Suisse

Jour après jour, le soleil nous fournit de l'énergie. Mais combien de courant et de chaleur cette source peut-elle produire, à quel moment et à quels endroits? Toutes ces informations figureront bientôt sur un cadastre solaire, fruit de la collaboration entre MétéoSuisse, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) et l'Office fédéral de topographie swisstopo.

**B**leu, vert, orange, rouge – chaque toit visible sur la carte a une couleur permettant de connaître ses qualités du point de vue de l'exploitation de l'énergie solaire. Ces rectangles multicolores en disent bien plus long, puisque le cadastre solaire quantifie le potentiel solaire de chaque toit, à savoir le rayonnement solaire incident effectivement exploitable. Il s'agit de la somme du rayonnement mesuré chaque mois et toute l'année. Par ailleurs, le cadastre solaire permet de comparer le potentiel des surfaces de toits entre localités ou sur l'ensemble du territoire suisse. Cette carte qualitative peut ainsi servir de base de décision et de planification pour les communes et les cantons, les exploitants de centrales solaires, les architectes ou les propriétaires individuels.



**La carte qualitative montre les endroits idéaux** pour une installation solaire. Le potentiel solaire d'une surface de toit – colorée en rouge s'il est bon et en bleu s'il est mauvais – dépend aussi de sa déclivité.

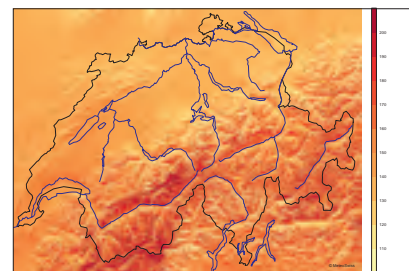
## Rayonnement global et modèle numérique de surface

Le rayonnement solaire exploitable varie selon la saison et la nébulosité, et en fonction de la déclivité et de l'exposition des toits. Il faut donc connaître non seulement l'intensité du rayonnement solaire arrivant à la surface de la Terre, mais aussi les propriétés de ce dernier. Pour déterminer le potentiel solaire, on associe les données de MétéoSuisse sur le rayonnement global au modèle digitalisé de surface de swisstopo.

## Des calculs à partir de données satellitaires

La climatologie du rayonnement global de MétéoSuisse, qui bénéficie d'une haute résolution spatiale et temporelle, montre l'évolution du rayonnement solaire de n'importe quel lieu de Suisse au fil des mois et des années, de 1983 à aujourd'hui. On calcule le rayonnement global en combinant

la nébulosité relevée par satellite à l'état modélisé d'une atmosphère dépourvue de nuages. L'influence de la neige, de la nébulosité et de la topographie alpine est prise en compte. Les mesures, fort précises



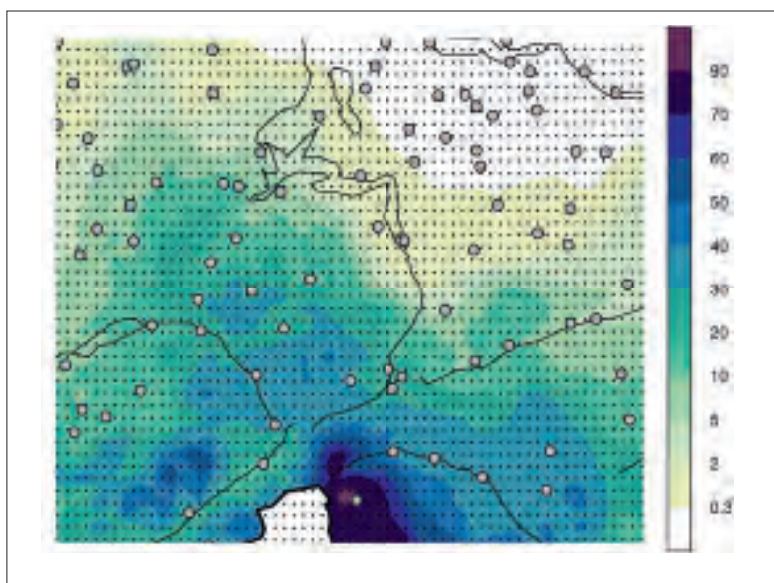
**La carte du rayonnement global** révèle le potentiel de l'énergie solaire en Suisse.

pour un lieu donné, provenant des stations au sol permettent de vérifier les valeurs tirées des données satellitaires et de les ajuster en cas de besoin. Les analyses de MétéoSuisse comportent encore d'autres composantes du rayonnement indispensables à la configuration optimale d'une installation solaire.

Grâce à ses compétences dans le domaine du climat, MétéoSuisse contribue significativement au cadastre solaire demandé le Conseil fédéral. Ce cadastre prendra la forme d'une carte solaire publiée en 2013 sur le visualiseur de cartes de la Confédération et sera complété d'ici 2016 pour atteindre progressivement le niveau des surfaces de toits elles-mêmes. Chacun pourra alors vérifier si le toit de sa maison est bleu, vert, orange ou plutôt rouge.

# Le livre d'histoire numérique des conditions météorologiques en Suisse

Quelle hauteur le lac de retenue a-t-il atteinte ? À quel niveau les eaux du fleuve montent-elles dans une situation extrême ? Le climat d'une certaine région est-il adapté à la culture d'une plante donnée ? Les secteurs de l'énergie, de la protection contre les crues et de l'agriculture ont besoin de données quantitatives sur la météo et le climat pour leur planification. De nouveaux produits de MétéoSuisse fournissent précisément ce type d'informations couvrant le pays entier.



**Les données matricielles apportent des informations** sur l'ensemble du territoire, comme la quantité de précipitations – même dans les endroits dépourvus de stations de mesure au sol.

Les quelque 130 stations de mesure au sol de MétéoSuisse enregistrent en continu des paramètres comme la température, les précipitations et la durée d'ensoleillement. Or pour planifier des activités, il faut généralement disposer de données météorologiques portant sur la totalité du territoire – même dans les endroits dépourvus de stations – et ce sur des périodes couvrant plusieurs décennies du passé.

## 13 000 points de grille pour suivre la météo et le climat

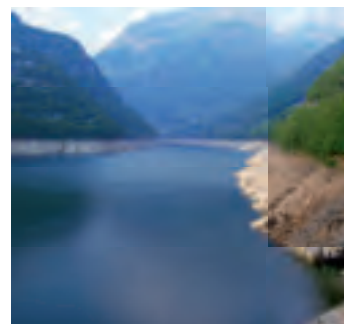
Depuis 2006, MétéoSuisse travaille à un relevé de données à long terme relatives à la température, aux précipitations et à la durée d'ensoleillement sur l'ensemble du pays. La répartition spatiale des valeurs est calculée au moyen d'une grille avec un maillage de deux kilomètres. Actualisées en

permanence, ces données matricielles sont désormais disponibles quotidiennement à partir de 1961 pour les trois paramètres précités.

Les données matricielles sont une sorte de livre d'histoire numérique des conditions météorologiques en Suisse. Nous y trouvons l'évolution du temps et sa répartition pour chaque jour du demi-siècle écoulé : chaleur dans les vallées préalpines durant les épisodes de foehn, fortes précipitations au Tessin parcourant du sud, ou encore rareté du soleil sur le Plateau se trouvant sous le stratus. Les données à haute résolution spatiale constituent une valeur ajoutée précieuse pour de nombreuses applications, car elles ne nécessitent ni interpolations compliquées entre les mesures des stations, ni la sélection toujours difficile de stations adéquates.

## Le casse-tête du climat de montagne

Par rapport à d'autres pays, l'élaboration de données matricielles est un véritable défi dans notre pays à cause de sa topographie et d'une climatologie très variable. Aussi MétéoSuisse a-t-elle dû mettre au point ses propres méthodes statistiques, de manière à ce que l'interpolation des mesures des stations intègre tant le terrain que les spécificités des phénomènes météorologiques.



**L'apport en eau d'un barrage est évaluable** grâce aux données matricielles.

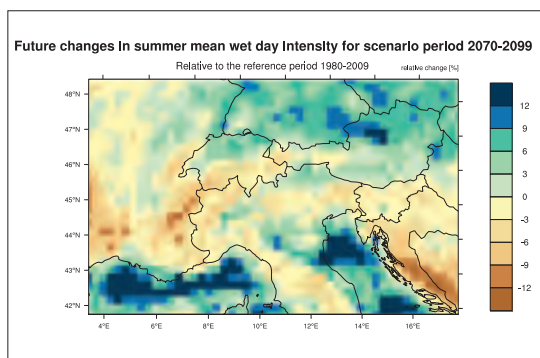
Selon le paramètre ou le produit, les données radar ou satellitaires sont également prises en compte.

Les milieux internationaux de la recherche s'intéressent également à l'évolution des données matricielles et à leur exploitation pour surveiller le climat, estimer le réchauffement et ses incidences pour notre planète. MétéoSuisse prend une part active à ces efforts. C'est ainsi que dans le cadre du projet de recherche EURO4M de l'UE, les climatologues de MétéoSuisse recueillent des données matricielles sur les précipitations dans l'arc alpin et étudient la fréquence des précipitations abondantes dans cette région durant les dernières décennies.

## En bref

### Un réseau scientifique pour la recherche sur le climat

Organisé sous forme de réseau scientifique entre l'École polytechnique fédérale (EPF) de Zurich, MétéoSuisse et le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (EMPA), le « Center for Climate Systems Modeling C2SM » est chargé depuis 2008 de promouvoir et coordonner le développement et les applications des modèles



**Les modèles climatiques sont au cœur du réseau scientifique C2SM dont MétéoSuisse est cofondateur.**

climatiques. En tant que membre fondateur, MétéoSuisse siège au comité directeur et participe à différentes activités de recherche. Parmi elles, citons le projet HP2C préparant le code de COSMO – le modèle numérique de prévision de MétéoSuisse – à la prochaine génération d'ordinateurs à haute performance (voir en page 9); ou encore tout récemment la publication, en coopération avec le C2SM, des scénarios climatiques CH2011 pour la Suisse à l'intention de la Confédération, des milieux économiques et du grand public.

Lancé par l'EPFZ en 2012, le projet de recherche CHIRP II a pour mission d'améliorer la modélisation du cycle actuel et futur de l'eau. En collaboration avec l'EPFZ, un doctorant étudie chez MétéoSuisse les possibilités

de simulation de phénomènes comme les orages que peut offrir le modèle COSMO. On espère qu'ainsi, on pourra mieux anticiper les variations de la pluviosité dans le futur. MétéoSuisse dirige en outre une thèse de doctorat dans le cadre du C2SM qui lui permettra d'évaluer plus en détail le réchauffement climatique potentiel en Suisse. Ces scénarios climatiques à haute résolution temporelle et spatiale fournissent les bases nécessaires à une meilleure quantification des incidences du changement climatique.

### Le grand froid de février

Une vague de froid, la plus intense depuis 27 ans, a balayé le pays en février 2012. A la station de mesure de Zurich-Fluntern, MétéoSuisse a relevé une température moyenne de  $-9,9$  degrés Celsius durant la période du 1<sup>er</sup> au 14 février, ce qui en fait une des dix quinzaines les plus glaciales depuis le début des mesures en 1864. Depuis le

milieu du XX<sup>ème</sup> siècle, elle est même au deuxième rang des périodes les plus extrêmes, après la vague de froid de janvier 1985 qui avait relevé une moyenne encore plus basse sur quinze jours.

Parallèlement à l'épisode de 1985, les vagues de froid les plus significatives remontent à 1879, 1929, 1956 et 1963. Généralement, elles se produisent en janvier et février. La seule exception eut lieu en décembre 1879. La nature se montra alors sans pitié, puisque deux mois plus tard, la Suisse connut une nouvelle vague de froid.

L'évolution suivie depuis le début des mesures révèle que les vagues de froid persistant durant deux semaines sont devenues de plus en plus rares ces dernières 150 années. Ce phénomène s'est encore accentué depuis quarante ans, période d'ailleurs marquée par une forte hausse des températures hivernales en Suisse.



**Une vague de froid comme celle de 2012 ne s'était plus produite depuis 27 ans. Des voitures garées au bord du lac Léman se sont retrouvées prises dans la glace à cause des embruns.**





Toutes les dix minutes, les stations de mesure automatiques nous indiquent les conditions météo sur 120 sites de Suisse.

*Antoine Vessaz, collaborateur scientifique en techniques d'observation*



## Comme un air d'automatisation

Dans un monde où l'on veut tout et tout de suite, les données météorologiques n'échappent pas à la règle. Les besoins des clients s'orientent ainsi vers des mesures disponibles partout et en temps réel. MétéoSuisse relève ce défi dans le cadre du projet SwissMetNet, en automatisant ses réseaux de mesure. En 2012, une trentaine de sites de mesure ont ainsi été renouvelés.

Voilà plus de 150 ans que MétéoSuisse donne la mesure du temps. Certaines séries de mesures remontent jusqu'à 1840. À l'époque, des observateurs humains relevaient les principaux paramètres météorologiques plusieurs fois par jour, chaque jour de l'année. Aujourd'hui encore, certaines stations de mesure de MétéoSuisse fonctionnent de cette manière. Mais trouver des personnes prêtes à exécuter cette tâche contraignante est toujours plus difficile. En outre, l'on exige de plus en plus des données météorologiques qu'elles soient disponibles en temps réel. Ces deux raisons poussent les offices de météorologie à automatiser certains de leurs sites de mesure.

Débutée en 2004, la construction de SwissMetNet se fait selon trois axes : unification, densification et automatisation. D'abord, les anciennes stations automatiques sont modernisées, ce qui unifie les infrastructures. Ensuite, de nouvelles stations viennent compléter le réseau, afin de satisfaire aux nouveaux besoins des clients. Par exemple, ce réseau de stations plus dense permet de couvrir la totalité des 152 régions d'avertissement qui tirent la sonnette d'alarme en cas de phénomène météorologique dangereux sur le territoire suisse. Enfin, de nombreux sites avec observateur humain sont automatisés, ce qui a pour avantage de mesurer plus de paramètres avec une meilleure résolution dans le temps : trois mesures manuelles par jour contre une mesure automatique toutes les dix minutes.

### La recherche de sites est un défi

Lors du passage à une station automatique, le principal défi est d'assurer la continuité des mesures afin de pérenniser la longue série de données en cours. La pérennité et l'homogénéité des séries de mesures sont deux aspects essentiels pour des services climatologiques de qualité. Les conditions-cadre ainsi fixées restreignent le choix de

### Il n'y a pas si longtemps, les observateurs relevaient manuellement

plusieurs fois par jour les conditions météorologiques sur le lieu d'une station ; aujourd'hui, ce travail est pratiquement automatisé. Grâce au projet SwissMetNet lancé en 2003 afin d'automatiser, de moderniser et densifier le réseau de mesure au sol, MétéoSuisse répond à la demande croissante de données météorologiques extensives en temps réel. L'achèvement du réseau est fixé à l'horizon 2014/2015.





**L'automatisation des stations** requiert de nombreux réglages manuels, mais ensuite les mesures se font toutes seules.

l'emplacement de la nouvelle station, qui devra rester proche de la station manuelle pour permettre une homogénéisation des données.

Toutefois, un déplacement de la station est en général inévitable puisque l'infrastructure passe d'un abri conventionnel avec mât du vent et pluviomètre manuel, à un terrain de mesure nécessitant une surface plus grande. Le choix du nouvel endroit devra également tenir compte de critères dictés par les normes de l'Organisation météorologique mondiale (OMM). La classification de Leroy, par exemple, permet de qualifier un emplacement en fonction de l'environnement influençant les mesures. Le travail de recherche de sites adéquats est donc une étape déterminante dans la conception du nouveau réseau.

### Chaque goutte d'eau compte

Les précipitations sont sans aucun doute le paramètre météorologique caractérisé par la plus grande variabilité spatiale et temporelle. Leur quantification étant cruciale pour gérer adéquatement les ressources en eau, MétéoSuisse opère également un réseau de mesures manuelles de précipitations. Dans le cadre de SwissMetNet, des stations de ce réseau sont en cours d'automatisation grâce à un pluviomètre automatique de nouvelle génération qui fonctionne sur le principe de la pesée. Chaque goutte d'eau, grêlon ou autre flocon de neige qui tombe dans le récipient est pesé par une balance de haute précision et converti en une quantité d'eau. À l'instar des stations météorologiques complètes, l'automatisation des pluviomètres permet d'obtenir des données à haute résolution temporelle. Ce même type de station est installé depuis 2010 dans le canton du Valais dans le cadre d'un projet avec les institutions cantonales en charge de la surveillance des dangers naturels.

### Des millions de données collectées

À la fin de l'année 2012, le réseau automatique SwissMetNet comptait quelques 120 stations complètes et 25 stations pluviométriques. Au terme du projet, en 2014/2015, ce ne seront pas moins de 150 stations complètes et 90 stations pluviométriques qui auront été construites. Toutes ces stations seront reliées à la même plateforme d'acquisition et de communication des données qui utilise principalement le réseau de téléphonie mobile, mais également les satellites et la fibre optique, permettant ainsi une gestion centralisée du réseau.

Lors du passage à une station automatique, le principale défi est d'assurer la continuité des mesures.



Les millions de données météorologiques ainsi collectées chaque année, contrôlées, puis exploitées en produits, permettront de répondre efficacement aux besoins actuels et futurs des clients, en offrant des services rapides, à coûts optimisés et de haute qualité. Fort de son nouveau réseau, MétéoSuisse apporte ainsi sa pierre à l'édifice du Cadre mondial pour les services climatologiques de l'OMM.



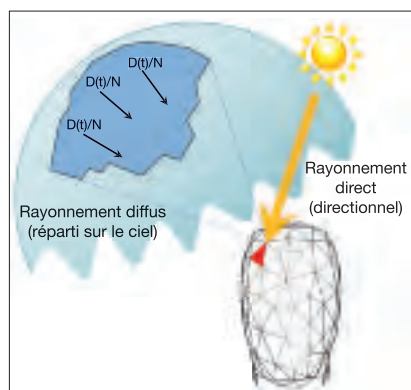
**Même dans les coins les plus reculés des Alpes**, les conditions météorologiques sont enregistrées par des stations de mesure automatiques.



# L'exposition UV modélisée de la tête aux pieds

Sans soleil il n'y aurait pas de vie. Mais trop de rayonnement ultraviolet (UV) est nuisible. Déterminer la dose UV que reçoit la population est très important pour la santé publique. MétéoSuisse relève le défi.

**T**out est poison, rien n'est sans poison, c'est la dose qui fait le poison. » Paracelse semble décrire l'influence complexe du rayonnement UV sur la santé. À faible dose, il prévient les carences en vitamine D, mais on estime que 50 à 90 pour cent des cancers de la peau sont dus à une exposition excessive. Comment savoir quelle



**La part du rayonnement diffus** contribue fortement à l'exposition aux UV.

dose UV on reçoit si on travaille à l'extérieur ou si on fait du sport en plein air ?

## Modéliser une réalité complexe

Les mesures UV habituelles sont faites sur une surface horizontale. La réalité est beaucoup plus complexe avec de nombreuses orientations possibles du corps et des différences entre parties exposées au soleil et celles dans l'ombre. Des dosimètres fixés sur des personnes peuvent être utilisés, mais de telles études sont coûteuses et difficiles à extrapoler.

MétéoSuisse mesure à quelques stations le rayonnement UV venant directement du soleil et celui diffusé par le ciel. Ce dernier est important car dans l'UV, même par beau temps, il représente environ la moitié du rayonnement.

Une collaboration entre l'Institut universitaire romand de Santé au Travail, MétéoSuisse, des spécialistes IT de l'université de Genève et le Centre Hospitalier Universitaire Vaudois a été mise en place pour intégrer ces données dans un modèle usant des techniques de rendu de lumière développées pour le cinéma d'animation.

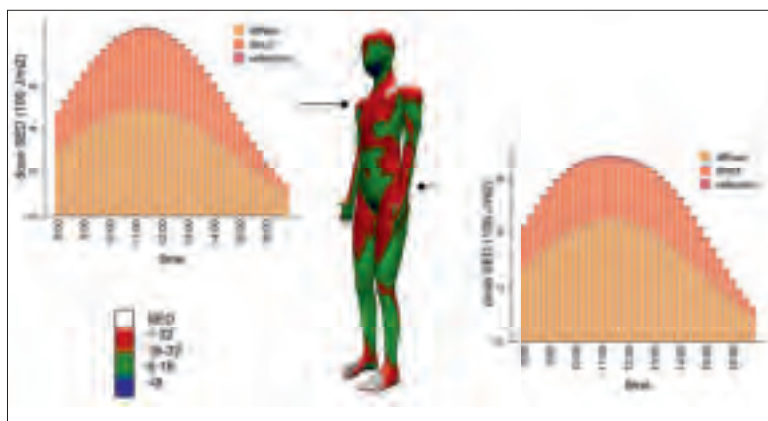
## L'UV diffus est sous-estimé

Ce modèle permet de transformer les mesures UV en doses reçues par un mannequin virtuel. Les résultats ont été comparés à des mesures par dosimètres prises en parallèle sur un mannequin réel et une

précision équivalente a été démontrée. Puis les doses que recevrait une personne travaillant chaque jour à l'extérieur ont été évaluées pour une année complète.

Cette étude a montré qu'une majeure partie de l'exposition chronique est due au rayonnement diffus et que le seuil érythémal (apparition d'un coup de soleil) est dépassé une majorité des jours, y compris lorsque des nuages sont présents.

C'est à travers de telles collaborations innovantes que MétéoSuisse peut contribuer au bien-être de la population suisse dans des domaines indirectement liés à la météorologie. Cette collaboration se poursuit pour explorer différents scénarios d'exposition (travail, loisirs, etc.) et trouver des moyens d'étendre à la Suisse entière les résultats obtenus.



**L'exposition aux UV varie énormément** selon les heures de la journée et les parties du corps humain. Les doses UV les plus élevées atteignent les parties du corps colorées en blanc et rouge comme la tête, les épaules et le dessus des pieds.

## L'effet de serre sous la loupe

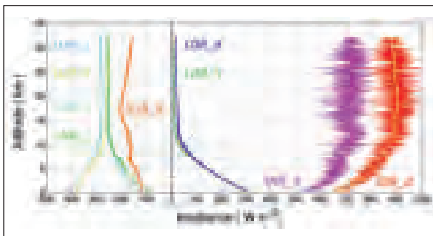
Afin de comprendre dans toute sa dimension et de quantifier l'effet de serre de l'atmosphère terrestre, il est nécessaire de savoir comment les flux de rayonnement évoluent en fonction de l'altitude. MétéoSuisse a réalisé des expériences qui permettent de mesurer les profils de rayonnement dans les différentes couches de l'atmosphère.

Le bilan énergétique de la Terre est déterminé par le rayonnement solaire à ondes courtes entrant et le rayonnement terrestre à ondes longues sortant. Malgré les grandes quantités de mesures disponibles concernant ces paramètres, il n'existe que très peu d'observations permettant de documenter le comportement des flux de rayonnement et leur évolution dans l'atmosphère en fonction de l'altitude – des informations pourtant cruciales pour l'analyse de l'effet de serre et de ses répercussions sur la température de l'atmosphère et de la surface terrestre.

Les deux composantes du rayonnement thermique à ondes longues sont à cet égard d'une extrême importance : il s'agit du rayonnement ascendant émis par la surface de la Terre d'une part, et du rayonnement descendant réfléchi en retour par les gaz à effet de serre et les nuages d'autre part.

### Des ballons pour sonder l'atmosphère

À la station aérologique de MétéoSuisse de Payerne, des ballons météorologiques et des radiosondes équipés de radiomètres nets spéciaux ont été utilisés afin de mesurer en



**Les profils de rayonnement** montrent comment ses composantes évoluent en fonction de la hauteur dans l'atmosphère.

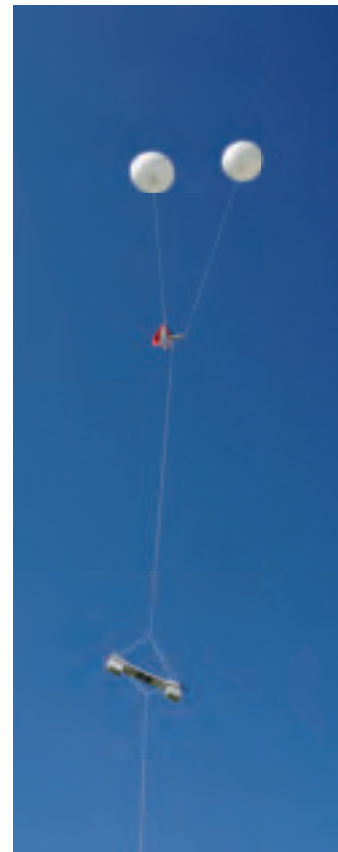
continu les profils de flux de rayonnement depuis la surface de la Terre jusqu'à une altitude de 35 kilomètres dans la stratosphère. Les vols, réalisés de jour comme de nuit, ont été combinés à des mesures au sol continues 24 heures sur 24. Les données recueillies ont permis de créer des profils de rayonnement de l'ensemble des composantes de flux nécessaires pour reproduire la structure verticale du bilan de rayonnement de la Terre.

La comparaison des profils de rayonnement a révélé que la moindre variation de la température et de la teneur en vapeur d'eau s'accompagnait d'une modification du rayonnement ascendant et descendant à ondes longues. Dans des conditions sans nuages, les mesures montrent que le rayonnement net à ondes longues (delta entre la composante ascendante et la composante descendante) augmente en même temps que la teneur en vapeur d'eau, tant en direction de l'espace qu'en direction du sol où il contribue à l'augmentation du réchauffement en surface.

### Un outil pour explorer le changement climatique

Ces résultats fournissent une preuve du forçage des gaz à effet de serre : le bilan énergétique de la Terre est perturbé par les émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique. L'élévation de la concentration en gaz à effet de serre entraîne l'augmentation du rayonnement à ondes longues et, partant, de la température de l'atmosphère avec, en retour, une augmentation de la teneur en vapeur d'eau.

Les profils de rayonnement à ondes longues représentent par conséquent un remarquable



**Les radiomètres des ballons-sondes** s'élèvent jusqu'à 35 kilomètres et mesurent les flux de rayonnement.

outil pour le suivi et l'étude des changements climatiques. Les profils de rayonnement à ondes courtes permettent quant à eux d'étudier les effets radiatifs des aérosols et de l'évolution de la nébulosité par rapport à l'évolution de la teneur en vapeur d'eau atmosphérique. Les profils de rayonnement permettront enfin d'améliorer les codes de rayonnement des modèles climatiques et serviront de base d'étalonnage pour les mesures satellitaires.

## En bref

### Un pas vers les mesures automatiques de pollen

L'allergie au pollen touche près de 20 pour cent de la population de notre pays. MétéoSuisse, l'office de référence nationale, fournit des données et des prévisions de pollen. Mesurer les



#### Déterminer la quantité de pollens est long et compliqué.

MétéoSuisse s'efforce donc de mettre au point des méthodes d'analyse automatiques.

concentrations de pollens de l'air implique un travail manuel long et minutieux: ces particules restent collées sur des bandes d'enregistrement, puis sont identifiées et comptées au microscope. Standard international actuel, cette méthode précise permet l'identification de tous les pollens, mais les données sont disponibles avec un délai qui limite leur utilisation pour l'information du public et l'établissement de prévisions.

Afin de raccourcir ce délai et mettre à disposition des données en temps réel, MétéoSuisse a organisé en septembre 2012 à Payerne une rencontre internationale pour faire le point sur les méthodes d'ana-

lyse automatique du pollen de l'air. Différentes technologies sont à l'étude, des compteurs laser aux détecteurs immuno-chimiques; elles nécessitent encore des développements. MétéoSuisse testera dès 2013 un capteur basé sur l'analyse d'images dans son centre régional de Payerne, ce dernier poursuivant ainsi sa tradition dans l'évaluation des méthodes de mesures appliquées aux sciences de l'atmosphère.

### SPICE: un projet corsé

La 15<sup>ème</sup> session de la CIMO (Commission des instruments et des méthodes d'observations de l'OMM), tenue à Helsinki en 2010, a décidé de lancer un programme ambitieux de mesures de précipitations solides sous différents climats, possédant des caractéristiques physiques différentes. Il s'agit d'une inter-comparaison qui permettra de définir les meilleures pratiques en termes de mesure de ce paramètre important pour la gestion des ressources en eau. Cet exercice, exigeant une

parfaite coordination entre les 15 sites de mesure retenus, méritait un nom à la hauteur du défi: SPICE (Solid Precipitation Intercomparison Experiment) était né.

Chaque site est équipé des mêmes instruments de référence, configurés de manière identique afin de permettre la comparaison. La Suisse, par l'intermédiaire de MétéoSuisse, participe activement à ce projet en offrant le seul site de mesure pour le climat alpin. Un site existant au Weissfluhjoch a été choisi et complété, en collaboration avec le SLF, afin de satisfaire aux exigences du projet. Un DFIR (Double Fence Intercomparison Reference), accueillant la mesure de référence, a notamment été construit. Les mesures seront prélevées pendant deux ans, dès l'hiver 2012. L'analyse des résultats permettra d'optimiser les réseaux de mesure en conséquence.



La station de mesure sur le Weissfluhjoch est dotée d'un nouvel équipement pour SPICE.



Nous travaillons à la stratégie de MétéoSuisse pour pouvoir mieux remplir notre mission de service national de météorologie et de climatologie.

*Bettina Durrer, cheffe de Stratégie et planification*





**L'avenir est au programme. Le projet Avenir M regroupe les mesures de réforme** que MétéoSuisse entend concrétiser. Une première étape a consisté à redéfinir la stratégie de base, qui repose désormais sur trois piliers: différenciation grâce au statut de référence pour les questions liées à la météorologie et au climat, coopération renforcée et optimisation continue des processus et des prestations.

## Un vent de changement pour la réforme

Le Parlement n'est pas entré en matière sur le projet de révision de la loi sur la météorologie. Désireux de mettre en œuvre les points incontestés de la réforme – tels que la libéralisation des données et le remaniement du portefeuille de prestations – MétéoSuisse les a regroupés dans un train de réformes intitulé « Avenir M ».

**M**ême après la décision prise par le Parlement de ne pas réviser la loi sur la météorologie, l'avenir de MétéoSuisse est placé sous le signe du changement. Le Département fédéral de l'intérieur (DFI), dirigé par le Conseiller fédéral Alain Berset, a chargé MétéoSuisse de procéder à une réforme de nouvelle mouture, consistant à mettre en œuvre les points incontestés et à poursuivre les recommandations du Contrôle fédéral des finances.

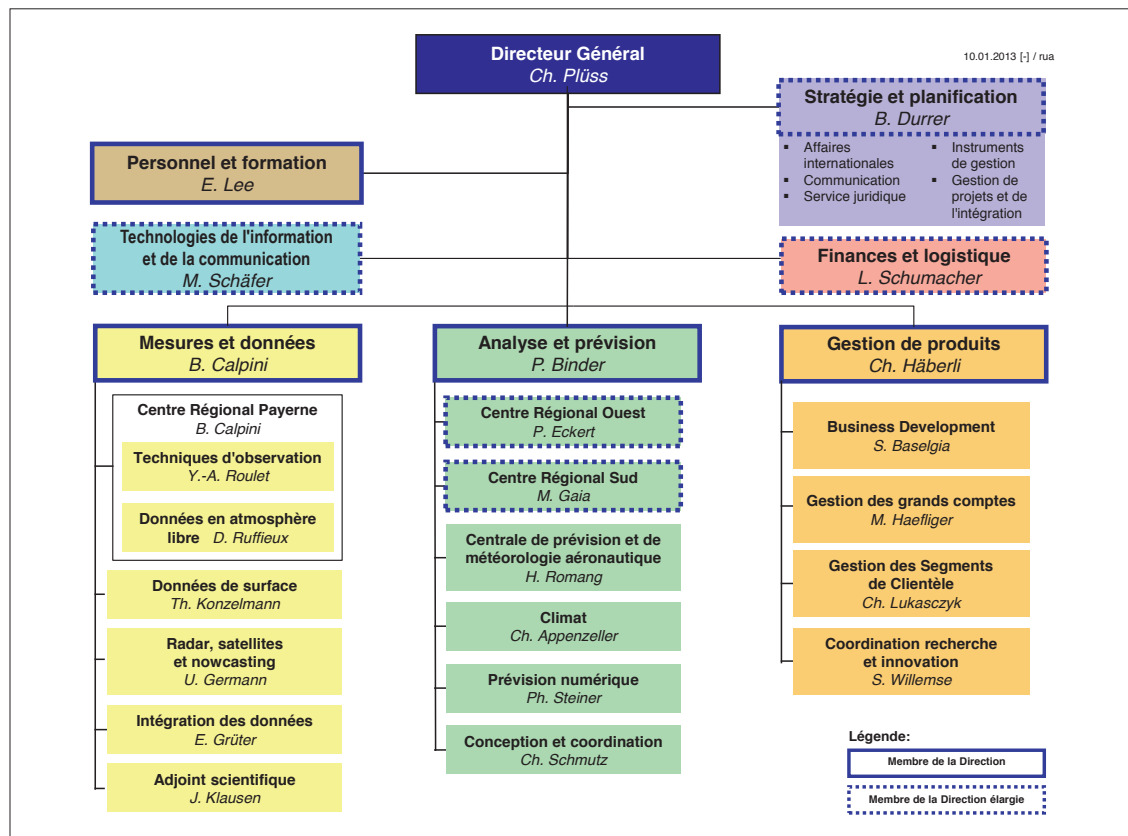
Le train de réformes « Avenir M », tel qu'il a été baptisé, se concentre sur la redéfinition de la stratégie de base de MétéoSuisse, sur une répartition claire des tâches ressortissant à l'approvisionnement de base, aux prestations payantes et aux fonds de tiers, ainsi que sur l'élaboration d'un projet de libéralisation des données.

### Une stratégie avec de nouvelles lignes directrices

En 2012, le projet Avenir M s'est attaché à réexaminer les bases stratégiques. La stratégie est désormais axée sur une différenciation accrue par rapport à d'autres prestataires, sur la poursuite du développement de l'offre via des coopérations et sur une optimisation continue des processus. La préparation du nouveau mandat de prestations applicable à partir de 2014 à l'Office GMEB (géré par mandat de prestations et enveloppe budgétaire) s'inscrit dans cette ligne.

Un projet d'optimisation du système SAP en place a en outre été lancé. Il offre le cadre nécessaire à une restructuration du portefeuille de produits et de prestations, à la réduction de six à deux du nombre de groupe de produits, et à une comptabilité analytique simplifiée.

MétéoSuisse a donc franchi une première étape de son projet en adoptant fin 2012 les nouvelles stratégies pour chaque Domaine et pour l'Office dans son ensemble – un jalon décisif pour son avenir.



**Le nouvel organigramme** compte les trois divisions Mesures et données, Analyse et prévision, et Gestion de produits.

### Nouvel organigramme

Début 2012, MétéoSuisse se donnait un nouvel organigramme: les Domaines Soutien, Temps et Climat ainsi que les activités de coordination et les tâches transversales étaient refondus, débouchant sur les nouveaux Domaines « Mesures et données », « Analyse et prévision » et « Gestion de produits ». Alors que la première unité est responsable des mesures et des observations, la deuxième traite les données au moyen de modèles et de

méthodes pour établir des prévisions, lancer des alertes et effectuer des analyses du climat. La troisième se consacre quant à elle à la coordination de la recherche, au développement de produits et à l'aménagement du portefeuille de prestations.

Dans le cadre du projet Avenir M MétéoSuisse va procéder à la libéralisation des données.

### Vision

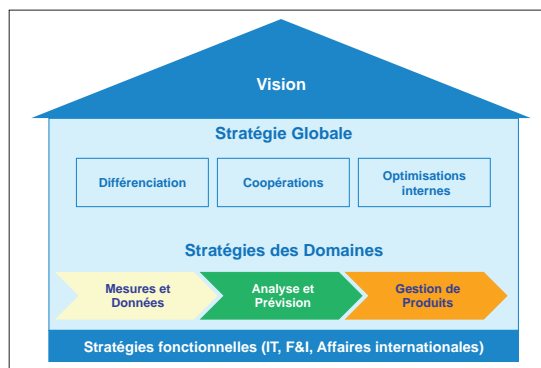
Nous sommes la référence nationale pour toutes les questions liées à la météo et au climat. Nous entendons apporter des prestations de niveau international à la population suisse. De plus, nous coopérons avec des partenaires des secteurs de la recherche, des pouvoirs publics et de l'économie, ainsi que de la communauté internationale. Ceci nous vaut notoriété et estime de la part de nos clients et concitoyens.

### Mission

MétéoSuisse est le service de météorologie nationale suisse. Nous relevons des données météorologiques et climatiques et effectuons des prévisions pour notre pays. Nous contribuons durablement au bien-être de la population et fournissons des prestations utiles à l'économie, la science et l'environnement.

Les fonctions de pilotage et d'assistance ont également été modifiées.

Après avoir été réunis à titre transitoire au sein des Ressources un an plus tôt, à partir de 2013, les services Informatique, Finances et Logistique sont directement subordonnés au Directeur, tout comme les unités Stratégie et planification ainsi que le Service du personnel.



**Les piliers de la nouvelle stratégie** sont la différenciation, la coopération et l'optimisation interne.



## Les centrales météorologiques dans un nouvel environnement

La vue sur le lac de Zurich, l'Uetliberg et les Alpes : cela, le nouveau siège de MétéoSuisse ne pourra plus l'offrir. Il disposera en revanche, dans le bâtiment de l'Operation Center 1 situé à l'aéroport de Zurich, de bureaux ultramodernes dans des locaux entièrement rénovés.

**D**ans la décision de quitter la Krähbühlstrasse en ville de Zurich pour transférer le siège de MétéoSuisse à l'aéroport, le critère déterminant a certes été le loyer moins élevé, mais surtout la proximité du secteur aéronautique, qui représente le plus gros client de l'Office fédéral. Il s'agissait de profiter des synergies de ce site.

Le projet de nouveau siège de MétéoSuisse a démarré le 1er janvier 2012, quelques semaines après la décision prise par la Direction. Beaucoup a été réalisé les mois qui ont suivi, l'étape principale étant le lancement du chantier de la nouvelle centrale opérationnelle de prévision.

### Vue satellitaire en guise de peinture murale

Au bout de trois mois de travaux, les bureaux étaient prêts ; la Direction de l'aéroport de Zurich les a officiellement remis à MétéoSuisse. La nouvelle centrale météorologique et la division Analyse et Prévision de Zurich APZ qui venait de fusionner sont opérationnelles depuis le 3 décembre 2012. Il est prévu que le gros des effectifs du siège en ville de Zurich déménage à l'aéroport en 2014.

La nouvelle centrale de prévision est parfaitement au goût du jour : mobilier, luminaires



*Une image satellite décore une paroi du nouveau centre de prévision à l'aéroport de Zurich, au nouveau siège de MétéoSuisse.*

dernier cri, mur couleur tilleul dans le coin cuisine et à l'entrée, paroi vidéo de six fois 2,8 mètres et paroi murale sur mesure représentant une vue satellitaire de la Terre à 360 degrés – un vrai bijou.

### Les prévisions du Tessin proviennent d'un bâtiment Minergie

Le Centre régional sud de MétéoSuisse a lui aussi fait ses cartons. Après dix-huit mois de travaux, le personnel du Tessin a réintégré en octobre les bureaux de Locarno-Monti.

Important dans l'histoire de l'architecture du canton, ce bâtiment datant des années cinquante a été dûment rénové. Le chauffage au mazout a été remplacé par une pompe à chaleur géothermique, dont les besoins annuels en courant sont couverts par la nouvelle installation photovoltaïque. Grâce à elle et à d'autres équipements, la construction répond aux normes Minergie.



*Le centre de prévision à Locarno-Monti a été rénové selon le standard Minergie.*

### Infrastructure moderne pour la recherche à Davos

L'Observatoire de physique et de météorologie de Davos PMOD/WRC a également été rénové. Le bâtiment plus que centenaire ne correspondait plus aux exigences de la recherche d'aujourd'hui. Lors des travaux lancés en 2010, on s'est efforcé de conserver l'aspect extérieur dans la mesure du possible et d'optimiser le recours aux énergies alternatives. Le bâtiment historique sera inauguré à l'occasion d'une cérémonie officielle en avril 2013.

# Réchauffement climatique : l'union fait la force

Le réchauffement climatique frappe tout particulièrement les pays en développement et les États émergents. MétéoSuisse a décidé de s'engager dans des projets de coopération internationale visant à créer et optimiser les services climatologiques, comme au Pérou par exemple.

Les effets du changement climatique se font sentir sur la planète entière. C'est pour faire face à ce défi qu'a été créé le Système mondial d'observation du climat (SMOC) il y a 20 ans. Car seules des séries complètes de données provenant des quatre coins de la Terre permettent de se prononcer sur l'état et l'évolution du climat pour élaborer des stratégies d'adaptation le cas échéant.

Le service Swiss GCOS Office rattaché à MétéoSuisse a donc lancé le projet CATCOS dans le but de combler les lacunes existant dans les données recueillies par les pays en développement et les États émergents.

## Un cadre mondial pour les services climatologiques

Lors du premier congrès extraordinaire tenu en octobre 2012 par l'Organisation météorologique mondiale (OMM), les gouvernements du monde entier ont adopté un plan décennal de mise en œuvre du Cadre mondial pour les services climatologiques (CMSC).

Le but de cet instrument est d'améliorer le réseau mondial des mesures d'observation, d'approfondir les connaissances, d'optimiser l'intégration des données dans les modèles climatiques globaux et de favoriser le dialogue entre fournisseurs et utilisateurs de prestations climatologiques. Il a été décidé qu'une septantaine de pays dont les services climatologiques sont insuffisants devraient pouvoir profiter des progrès scientifiques accomplis.



*MétéoSuisse s'engage au Pérou en participant au projet CLIMANDES dédié à de meilleurs services climatologiques.*

## Des produits climatiques pour les décideurs des Andes

Le projet-pilote CMSC CLIMANDES a été lancé dans le sillage du congrès. Financé par la DDC à raison de 3,2 millions de francs et chapeauté par l'OMM, il entend renforcer un partenariat entre les pays de montagne que sont la Suisse et le Pérou. L'accent est mis sur l'amélioration des services climatologiques et le transfert de savoir aux décideurs locaux. Il est également prévu de promouvoir la formation des météorologues et climatologues dans les pays andins.

MétéoSuisse joue un rôle central dans la coordination de la contribution helvétique à CLIMANDES, dans le contrôle de qualité et l'homogénéisation des données, et dans la formation des météorologues. La mise en

œuvre du projet au Pérou incombe au service péruvien de météorologie nationale SENAMHI et à l'université La Molina. Outre MétéoSuisse, l'Institut de Géographie de l'Université de Berne et Meteodat Sàrl apportent leur soutien aux partenaires péruviens. CLIMANDES aide ainsi la population du Pérou à mieux surmonter les difficultés posées par le réchauffement climatique.

## En bref



### **La météo nomade:**

*MétéoSuisse propose désormais une application pour téléphones intelligents et tablettes.*

### **Nouveau: l'application de MétéoSuisse**

Si la météo fait partie de notre quotidien, que dire des appareils nomades qui nous suivent partout, de jour comme de nuit? C'est pour répondre au besoin de nombreux citoyens d'être informés en permanence sur le temps observé et prévu qu'une application pour téléphones intelligents et tablettes a été développée. Depuis 2011, une version du site de MétéoSuisse avait déjà été adaptée aux appareils mobiles.

Cette année, une nouvelle étape a été franchie avec une application pour iOS, Android et bientôt Windows Phone. Dès la page d'accueil, un contenu actualisé est disponible: prévisions, données et avis d'intempéries. En zoomant sur la carte suisse, on trouve intuitivement des informations sur chaque localité.

Les animations de précipitations, les températures et la nébulosité permettent de connaître non seulement le temps actuel, mais aussi la tendance des heures à venir. Il est facile d'installer des emplacements favoris sur la page d'accueil. Avec un abonnement, l'internaute peut être prévenu par bulletin «push» si un seuil d'alerte prédéfini est atteint ou qu'un certain type d'avis de danger est lancé. Cela permet de prendre les mesures adéquates pour éviter d'être pris dans les intempéries.



**Les utilisateurs participent à la conception du nouveau site Internet.**

### **Les utilisateurs associés à la conception du nouveau site Internet**

Le site Internet de MétéoSuisse, dont la conception est la même depuis 2005, connaîtra une refonte complète. Lancé début 2012, le projet se fonde en particulier sur un questionnaire en ligne, dont il est ressorti que le site ne répondait qu'en partie aux besoins des utilisateurs, tant au niveau des informations fournies, de la vue d'ensemble et des possibilités d'interaction. Les personnes interrogées souhaitaient par exemple des pages «météo» personnalisables. Le nouveau site offrira de telles fonctionnalités, de même qu'un libre accès aux informations sur le temps et le climat, tout en se conformant à l'identité visuelle de la Confédération.

Le nouveau site, qui sera mis en ligne à la fin du premier semestre 2014, repose sur une conception axée sur les utilisateurs (User Centered Design). L'accent sera mis sur la convivialité; un processus itératif permettra de vérifier et d'intégrer leurs demandes en permanence.

Le but poursuivi est d'offrir à la population suisse des réponses compréhensibles et interactives sur les questions liées à la météorologie et au climat, et de fournir des contenus spécifiques aux autorités, aux milieux de la recherche et au monde économique. Les sujets seront traités de manière à être particulièrement lisibles et adaptés à la Toile et seront proposés dans les trois langues nationales (français, allemand, italien) et souvent en anglais. Ils pourront être consultés sur plusieurs supports – pour que chacun profite en tout lieu et à tout moment d'informations de qualité sur la météo et le climat.



# Faits et chiffres 2012

Le compte de résultats 2012 se solde par un excédent de revenus de 1,8 million de francs en comparaison du budget.

Ce résultat s'explique par les recettes additionnelles obtenues par les deux groupes de produits « Prévisions météorologiques et avertissements » et « Prestations supplémentaires ».

Par ailleurs, les dépenses et amortissements sont inférieurs aux chiffres budgétés, suite au retard pris par les projets Rad4Alp et SwissMetNet, ce qui a également reporté les investissements prévus.

## Compte de résultats en millions CHF

	Bilan 2011	Budget 2012	Bilan 2012	Différence absolue par rapport au budget 2012	Différence en % par rapport au budget 2012
<b>Revenus</b>	<b>33,6</b>	<b>32,5</b>	<b>34,3</b>	<b>1,8</b>	<b>5,5 %</b>
Avec incidence financière	26,0	23,6	25,5	1,9	8,1 %
Imputation des prestations	7,6	8,9	8,8	-0,1	-1,1 %
Sans incidence financière	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 %
<b>Dépenses</b>	<b>88,6</b>	<b>93,8</b>	<b>90,2</b>	<b>-3,6</b>	<b>-3,8 %</b>
Avec incidence financière, dont	61,9	64,9	63,4	-1,5	-2,3 %
Dépenses de personnel	45,0	45,3	45,9	0,6	1,3 %
Dépenses pour le matériel	16,9	19,6	17,5	-2,1	-10,7 %
Contributions aux organisations internationales	15,2	15,7	13,8	-1,9	-12,1 %
Imputation des prestations	8,0	9,2	9,3	0,1	1,1 %
Amortissement/Provisions	3,5	4,0	3,7	-0,3	-7,5 %
<b>Solde</b>	<b>55,0</b>	<b>61,3</b>	<b>55,9</b>	<b>-5,4</b>	<b>-8,8 %</b>

## Compte d'investissements en millions CHF

	Bilan 2011	Budget 2012	Bilan 2012	Différence absolue par rapport au budget 2012	Différence en % par rapport au budget 2012
Dépenses d'investissements	3,8	5,6	3,5	-2,1	-37,5 %

### Structure du personnel

	Nombre de collaborateurs
Femmes temps plein	41
Femmes temps partiel	65
Total de femmes	106
Hommes temps plein	178
Hommes temps partiel	68
Total d'hommes	246
À durée déterminée	57
À durée indéterminée	295
<b>Total de collaborateurs</b>	<b>352</b>

### Langue maternelle

	Nombre de collaborateurs
Allemand	228
Français	90
Italien	28
Rhêto-romanche	1
Anglais	1
Autres	4

### Formation

	Nombre de collaborateurs
Université/Hautes écoles	192
Hautes écoles spécialisées	18
Formation professionnelle supérieure	20
Maturité	13
Formation professionnelle	101
Sans formation professionnelle	1
Apprentis	7

### Répartition des âges

	Nombre de collaborateurs
Moins de 20 ans	6
20 à 29 ans	28
30 à 39 ans	82
40 à 49 ans	130
50 à 59 ans	88
60 à 65 ans	18

Les contributions allant aux organisations internationales – à hauteur de 13,8 millions de francs – ont été moins élevées que dans le budget.

Ceci s'explique par la diminution du versement destiné à l'OMM en raison d'un programme différé et par le recours aux réserves constituées les années précédentes pour financer les programmes d'EUMETNET.

Les recettes dépassent de 1,8 million de francs les chiffres planifiés pour 2012. Des ventes supplémentaires ont permis d'améliorer le taux de couverture des coûts par rapport au budget 2012.

Le taux de couverture des coûts est plus bas qu'un an plus tôt parce que depuis 2012, les recettes provenant des prestations en faveur de l'enseignement et de la recherche, de même que les subventions, ne sont plus intégrées dans la comptabilité analytique.

### Contributions aux organisations internationales en millions CHF

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
OMM	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,6	2,0	2,2	2,2
EUMETSAT	14,0	14,0	12,7	10,9	10,7	10,3	10,3	9,0	7,9	8,9	10,1	9,8	8,4
WRC	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1	1,0	1,1	1,1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4
CEPMMT	1,6	1,9	1,9	1,7	1,9	1,9	1,9	2,2	2,0	1,7	1,8	1,6	1,6
Coopération européenne (EUMETNET, ECOMET)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2
<b>Total</b>	<b>17,8</b>	<b>18,2</b>	<b>16,9</b>	<b>15,0</b>	<b>15,5</b>	<b>15,0</b>	<b>15,0</b>	<b>14,0</b>	<b>13,0</b>	<b>13,8</b>	<b>15,5</b>	<b>15,2</b>	<b>13,8</b>

OMM	Organisation météorologique mondiale (Genève, CH)
EUMETSAT	European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (Darmstadt, DE)
WRC	World Radiation Center (Davos, CH)
CEPMMT	Centre européen de prévision météorologique à moyen terme (Reading, GB)
EUMETNET	Réseau des services météorologiques européens (Bruxelles, BE)
ECOMET	European Cooperation in Meteorology (Bruxelles, BE)

### Comptabilité analytique en millions CHF

	Compte 2011		Budget 2012		Compte 2012	
	Recettes	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes	Coûts
Prévisions météorologiques et avertissements	9,7	27,0	5,8	25,9	6,8	26,4
Service de météorologie aéronautique	19,7	19,7	19,4	19,4	19,1	19,1
Données météorologiques	8,9	17,4	5,2	17,6	5,0	17,5
Informations climatologiques	0,3	10,0	0,3	9,5	0,2	9,3
Prestations supplémentaires	2,9	2,7	1,8	1,5	3,2	2,5
Missions internationales	0	0	0	2,5	0	2,1
<b>Total</b>	<b>41,5</b>	<b>76,8</b>	<b>32,5</b>	<b>76,4</b>	<b>34,3</b>	<b>76,9</b>
<b>Taux de couverture des coûts</b>		<b>54%</b>		<b>43%</b>		<b>45%</b>



MeteoSchweiz  
Krähbühlstrasse 58  
CH-8044 Zürich

T +41 44 256 91 11  
[www.meteoschweiz.ch](http://www.meteoschweiz.ch)

MeteoSchweiz  
Flugwetterzentrale  
CH-8058 Zürich-Flughafen

T +41 43 816 20 10  
[www.meteoswiss.ch](http://www.meteoswiss.ch)

MeteoSvizzera  
Via ai Monti 146  
CH-6605 Locarno-Monti

T +41 91 756 23 11  
[www.meteosvizzera.ch](http://www.meteosvizzera.ch)

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

T +41 22 716 28 28  
[www.meteosuisse.ch](http://www.meteosuisse.ch)

MétéoSuisse  
Chemin de l'Aérologie  
CH-1530 Payerne

T +41 26 662 62 11  
[www.meteosuisse.ch](http://www.meteosuisse.ch)