

FICHE TECHNIQUE : LES STATIONS DE MESURE DE TEMPERATURE

Les stations de mesure de température Phénoclim ont été conçues spécifiquement par le CREA et plusieurs partenaires pour répondre aux besoins des chercheurs en acquisition de données comparatives pour l'étude de l'impact du changement climatique sur les écosystèmes.

Implantées au cœur des sites d'études de la faune et de la flore dans les Alpes (projet européen Interreg Alcotra PhenoAlp), les stations permettent de suivre avec une grande précision et « en direct » les variations thermiques du milieu de vie des espèces étudiées.



Station de mesure de température du CREA au Couvercle (Massif du Mont-Blanc 2 700 m) © CREA Mont-Blanc

Une collaboration de haute technologie

La première génération de stations a été conçue et fabriquée en 2004 en partenariat avec la fondation Somfy, l'entreprise ADISON et trois lycées techniques et professionnels de Haute-Savoie (Saint Jeires, Vallée de l'Arve et Charles Poncet à Cluses) qui ont participé activement au développement et à la production de nombreux éléments mécaniques et électroniques. Trois années de développement ont ensuite été nécessaires pour élaborer des stations autonomes en énergie et capables de transmettre les données en continu via le réseau de téléphonie mobile.

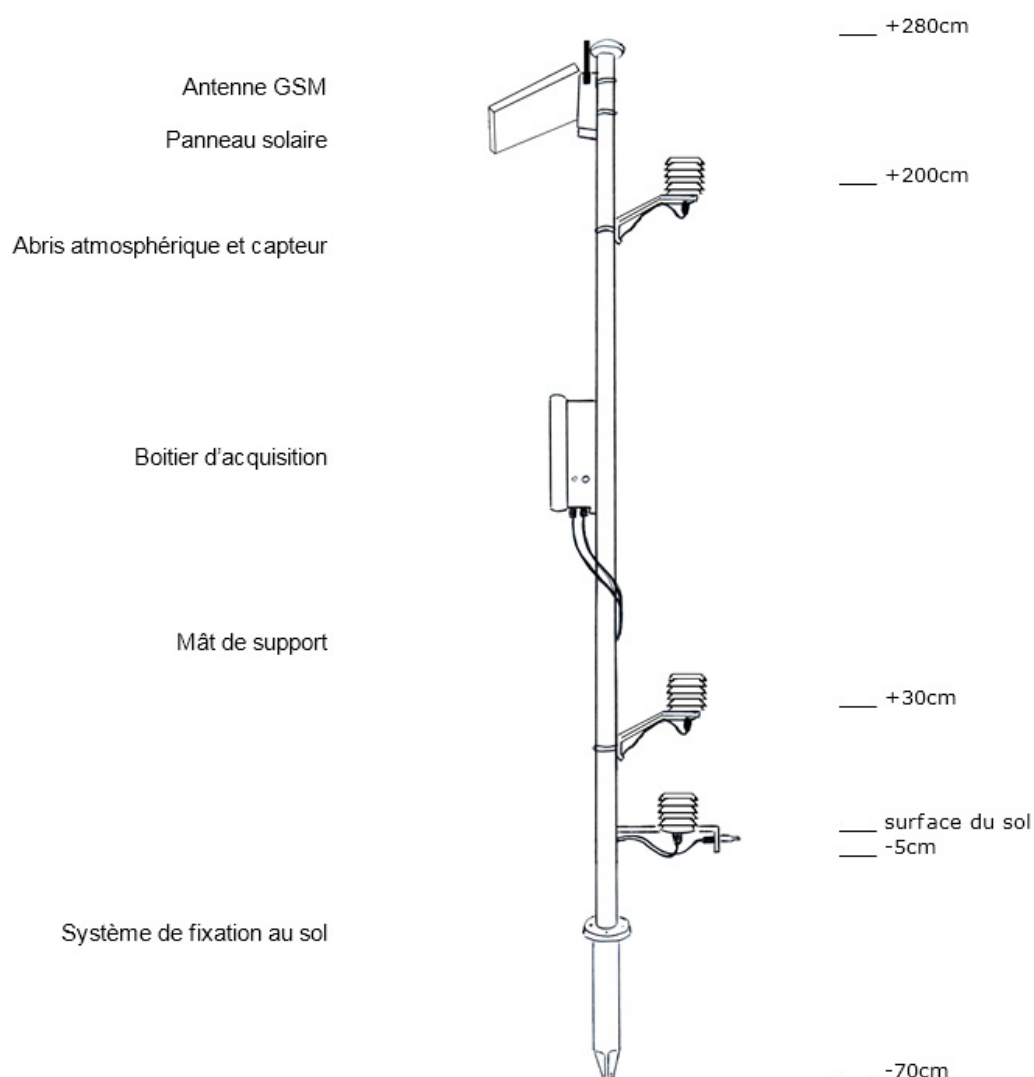
Le réseau de stations

Le réseau actuel compte 60 stations automatiques réparties sur les Alpes françaises, suisses et italiennes. Elles sont installées entre 200 et 2700m d'altitude sur des sites de suivi phénologique à long terme. Leur répartition tient compte des différentes influences climatiques liées aux massifs et du gradient altitudinal le long des versants et des vallées.

Des parcs nationaux, de nombreuses réserves naturelles, des établissements scolaires et autres structures qui participent au programme Phénoclim hébergent une à plusieurs stations sur leur zone d'étude. Les stations permettent l'acquisition de données comparatives qui, combinées avec les observations des comportements saisonniers de la faune et de la flore, permettent d'étudier l'impact du changement climatique sur les écosystèmes.

Présentation générale de la station

Les stations Phénoclim disposent de 4 capteurs de température placés à différentes hauteurs : à 5 cm sous le sol, à la surface du sol, à 30 cm et à 2 m. Les températures sont mesurées toutes les 15 minutes et mises en ligne en direct à disposition de tous.



La station est autonome en énergie et transmet automatiquement les données mesurées par le réseau de téléphonie mobile (GSM). Ce mode d'acquisition à distance offre un délai d'obtention des relevés de température très court et permet de choisir des sites d'implantation dont l'accès est difficile, à condition que le réseau GSM soit présent.

Support mécanique

Les éléments de la station reposent sur un tube en aluminium de 60 mm de diamètre et de 3,5 m de long (dont 70 cm sont souterrains). Le mât, utilisé en pavoisement, est à la fois léger et résistant au vent ainsi qu'à la reptation de la neige. La peinture blanche qui le recouvre le protège et limite la montée en température liée au rayonnement solaire (dans de nombreux sites, cette couleur, très visible en été, est parfaitement camouflée l'hiver).

La fixation au sol est assurée par un système de fourreau dans lequel s'insère le mât. Le pieu est enfoncé à la masse dans un pré-trou réalisé à la barre à mine. Un joint torique vient solidariser le mât et le fourreau.

Parfaitement écologique, ce système propose une excellente fiabilité en évitant l'utilisation de mortier ou de béton. La pose est donc totalement réversible.

Les supports des éléments techniques (panneau solaire, antenne GSM, boîtier et capteurs) sont en Inox pour leur garantir rigidité et résistance à la corrosion et peints en blanc pour limiter la réflexion solaire susceptible d'influencer la mesure de température. Leur forme a été réfléchi pour limiter les biais liés à l'accumulation de neige.

Fourreau d'implantation



Le panneau photovoltaïque

Le panneau solaire permet à la station d'être autonome en énergie. Un régulateur de tension assure la recharge en floating de la batterie. Son inclinaison est optimisée pour éviter notamment l'accumulation de la neige durant une longue période en hivers. L'autonomie de la batterie approche les 60 jours de fonctionnement standard.

Les capteurs de température

Les stations sont équipées de 4 capteurs Dallas DS18B20 de type « onewire ». Ils sont disposés dans des étuis en laiton intégrés à des abris atmosphériques ventilés. Il s'agit d'un empilement de coupelles en PVC résistant aux ultra-violets qui laissent passer l'air tout en protégeant le capteur du rayonnement direct.

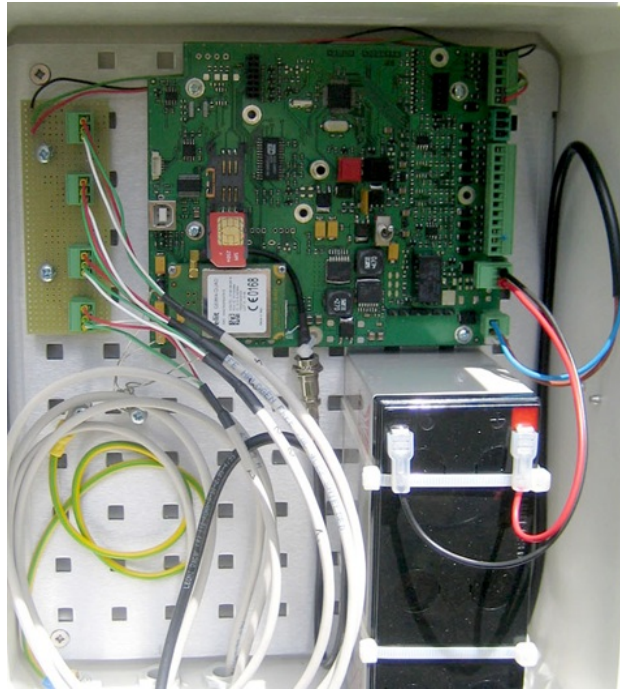
Panneau solaire, abri atmosphérique sur son support et capteur de réflectance



À noter : sur la partie droite de l'illustration un capteur de réflectance de la végétation mesurant au sol deux longueurs d'onde dans le rouge et le proche infrarouge. Le rapport normalisé des deux est communément appelé NDVI, il donne une idée précise du stade végétatif. Seules quelques stations choisies en sont équipées.

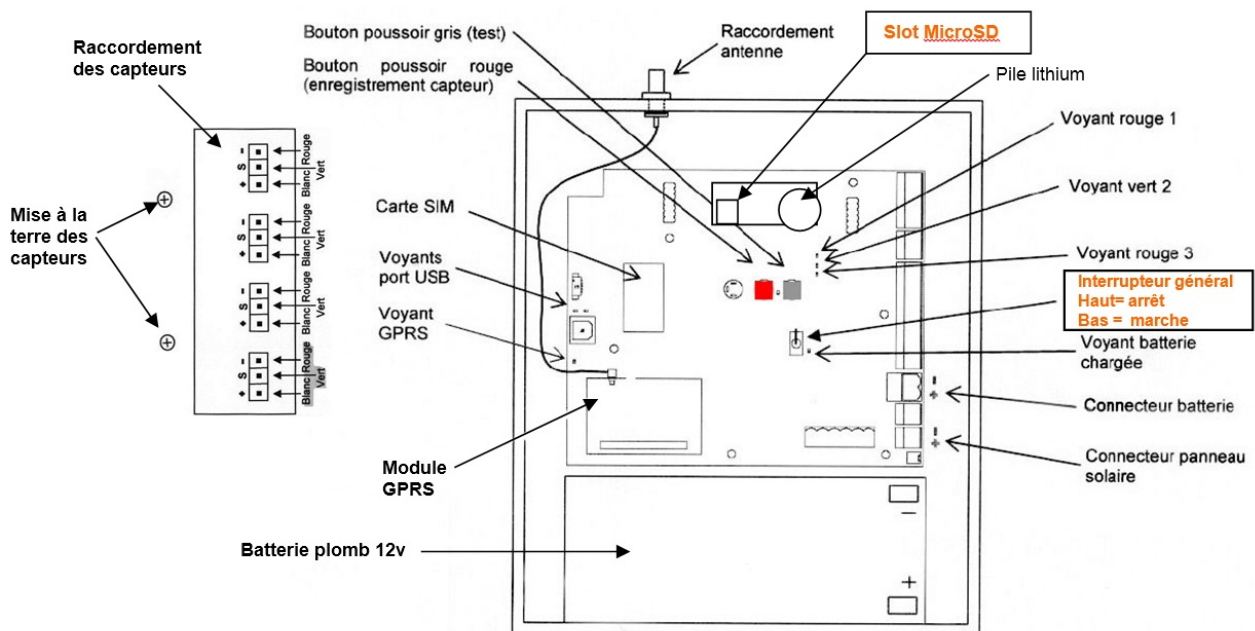
Le boîtier d'acquisition

Organisation interne du boîtier d'acquisition



La carte électronique (tropicalisée) assure le fonctionnement global du système : prise de mesure, formatage, stockage, envoi. Un logiciel spécifique permet de dialoguer avec la station et de régler les différentes fonctions (fréquence acquisition, numérotation, envoi GPRS...). D'autres capteurs peuvent venir se raccorder sur ce système (NDVI par exemple).

Schéma descriptif de la carte électronique



Les données

La station formate les fichiers en .txt (séparateurs « ; »), où les données sont organisées en matrice :

```
243;14/01/11;23:00:00;+00.18;-00.81;-02.75;-02.50;0129
243;14/01/11;23:15:00;+00.18;-00.75;-02.37;-02.18;0012
243;14/01/11;23:30:00;+00.12;-00.75;-02.62;-02.43;0129
243;14/01/11;23:45:00;+00.18;-00.87;-02.75;-02.50;0009
243;15/01/11;00:00:00;+00.12;-00.93;-02.43;-02.18;0129
243;15/01/11;00:15:00;+00.12;-00.75;-02.68;-02.37;0007
243;15/01/11;00:30:00;+00.18;-00.81;-02.62;-02.31;0129
```

Les colonnes sont respectivement :

Numéro station ; Date ; Heure GMT ; capteur à - 5 cm ; capteur au sol ; capteur à 30 cm ; capteur à 2 m, tension de la batterie (ici 0129 décivolts soit 12.9 V) en alternance avec la température interne boîtier.

Envoi GSM

Les fichiers sont envoyés régulièrement (concentration horaire en journée, parfois trihoraire) par le module GPRS intégré à la carte électronique. Le système accueil des cartes SIM standards de n'importe quel opérateur, protégées par leurs codes PIN. Il suffit de paramétrer le programme avec les codes d'accès appropriés.

Les données de température sont prises en charge sur le serveur FTP, vérifiées et organisées en bases de données.

Si le transfert échoue, le fichier sera transféré lors de la prochaine tentative de connexion. Au-delà de 10 jours de tentatives infructueuses, le système évite la procédure d'envoi pour limiter les pertes d'énergie et sauvegarder la fonction première de prise de données.

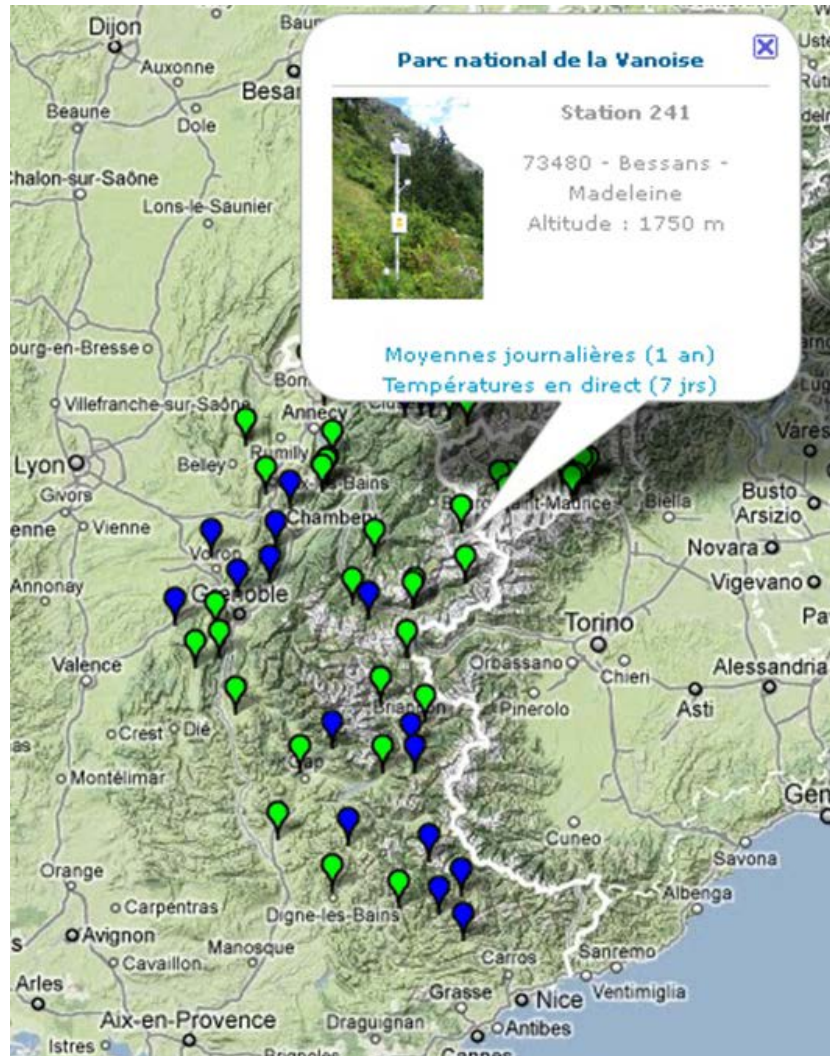
L'envoi des données par GSM n'efface pas la mémoire interne sur laquelle sont stockées les données. Il est toujours possible de les récupérer en connectant un pc équipé du logiciel adéquat directement à la station.

Usage et diffusion

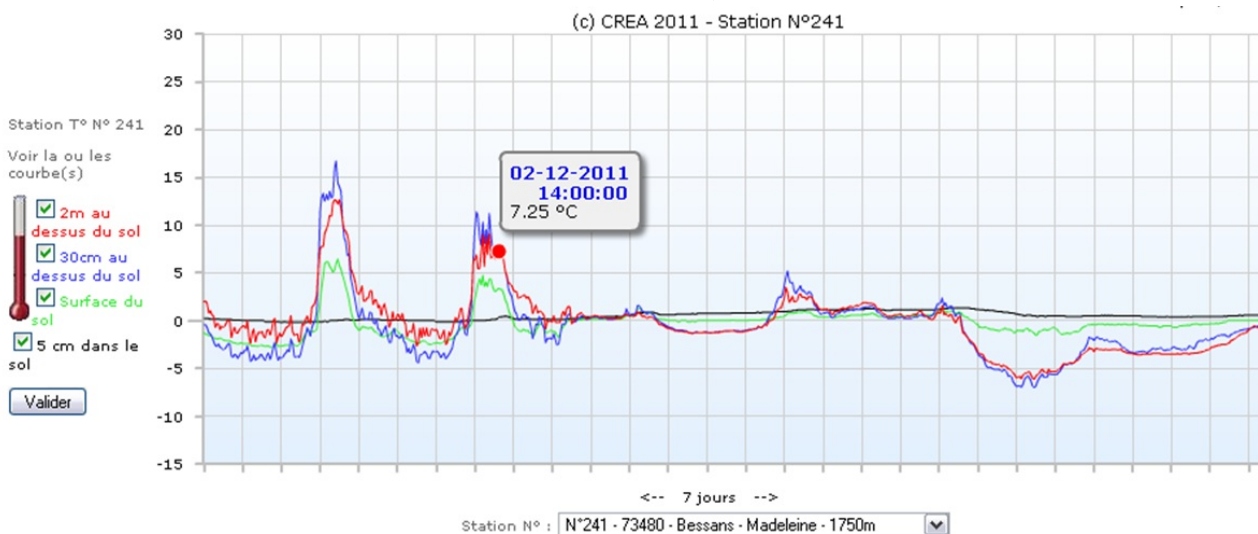
Les données sont utilisées à des fins scientifiques dans le cadre du programme participatif Phénoclim qui vise à étudier l'impact du changement climatique sur la faune et la flore en montagne.

Les données sont organisées sous forme de cartes et de graphiques dynamiques et diffusées sur le site Internet Phénoclim accompagnées des analyses et conclusions des chercheurs. L'ensemble est actualisé automatiquement et accessible à tous - particuliers, établissements scolaires ou professionnels.

Affichage des stations sur carte



Visualisation des températures



Perspectives

Le réseau présente un intérêt scientifique et pédagogique majeur. L'amélioration permanente des performances et des technologies est indispensable. Les chercheurs du CREA sont ouverts à de nouvelles collaborations pour optimiser les systèmes, développer des modules complémentaires et expérimenter des solutions d'avenir dans le domaine de la télédétection.



Station de mesure de température à Loriaz (Massif du Mont-Blanc, 2 000 m)