



**Objectif : créer les principaux instruments utilisés en météorologie (thermomètre, pluviomètre, baromètre, girouette, anémomètre, hygromètre) puis construire une station météorologiques et l'exploiter.**

Certains instruments seront construits pour la station météorologique que l'on va créer, d'autres permettront de comprendre leur fonctionnement.

### Mesurer la température

Un thermomètre fonctionne sur le principe que les liquides se dilatent quand la température augmente. Il est constitué d'un réservoir contenant un liquide et d'un tube gradué. Lorsque la température croit, le liquide dans le réservoir se dilate et le niveau monte dans le tube, si la température baisse le niveau descend. Comme liquide on utilise en général le mercure ou l'alcool, pour notre expérience nous allons prendre l'eau, cela sera moins précis mais aussi moins dangereux.

#### Le thermomètre

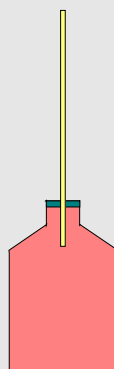
*Construction d'un thermomètre à eau dans le but de comprendre son principe.*

##### Matériel nécessaire

- Un flacon de verre (~60 ml) avec un bouchon étanche.
- Un tube en verre ou une paille transparente.
- Un bac en plastique.
- Un thermomètre classique.
- De l'encre.

##### Marche à suivre

- Percer le bouchon pour y passer le tube. Pour que l'ensemble reste étanche, utiliser éventuellement du mastic ou de la pâte à modeler.
- Remplir complètement le flacon avec de l'eau très froide qui aura été colorée avec un peu d'encre.



- Marquer le niveau de l'eau dans le tube.
- Observer l'évolution : petit à petit l'eau revient à la température ambiante et le niveau monte dans le tube. Lorsque c'est stabilisé faire une marque sur le tube.
- Placer le flacon dans un bac d'eau très chaude. Observer que le niveau de l'eau dans le tube monte rapidement.
- On a donc fabriqué un thermomètre, on peut alors le graduer. Pour cela on recommence les manipulations en remplissant le flacon d'eau à la température ambiante et en le plongeant successivement dans un bac d'eau froide, tiède et chaude. A chaque fois mesurer la température dans le bac à l'aide d'un thermomètre classique et marquer sur le tube le niveau d'eau équivalent.



## Mesurer les précipitations

Le retour de l'eau à la surface de la Terre sous forme de pluie, est une composante très visible du cycle de l'eau. Or, avec la température, la quantité de pluie qui tombe annuellement sur une région détermine en grande partie son type de climat. Cette mesure est donc très importante, nous allons pour cela construire un pluviomètre.

### Le pluviomètre

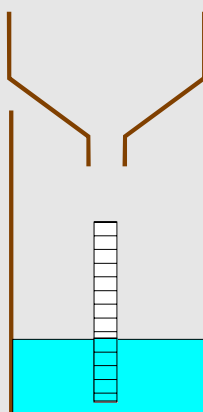
*Construction d'un pluviomètre à l'aide d'une bouteille.*

#### Matériel nécessaire

- Une bouteille d'eau en plastique, de préférence étroite car les mesures seront alors plus précises.
- Du scotch résistant à l'eau.
- Une règle.
- Un verre mesureur.

#### Marche à suivre

- Couper le haut de la bouteille.
- Coller le scotch verticalement sur la bouteille
- Dessiner une graduation de la hauteur d'eau sur le scotch. Pour cela, avec le verre mesureur, verser 1 cm d'eau dans la bouteille et marquer le niveau sur le scotch, puis continuer centimètre par centimètre. Entre les marques des centimètres dessiner les millimètres à l'aide de la règle.
- Retourner le haut de la bouteille et le poser à l'envers sur la base, nous avons alors construit un pluviomètre.
- Le placer à l'extérieur, dans un site dégagé, en le bloquant au sol par des pierres ou des briques.
- Mesurer la hauteur d'eau chaque matin, la noter dans un carnet, puis vider l'eau et replacer le pluviomètre.



## Mesurer la pression

L'air qui nous entoure, bien qu'il soit invisible, est un gaz comme les autres avec son propre poids. On définit ainsi la pression atmosphérique comme le poids de la colonne d'air au dessus de nous.

La pression diminue par exemple quand en montagne on prend de l'altitude, car la colonne d'air se réduit. Elle décroît aussi lorsque la température augmente parce que l'air se dilate, il est alors moins dense (moins de molécules dans le même volume) et donc moins lourd.

La pression varie aussi selon le type de temps, dépression ou anticyclone, d'où l'intérêt de sa mesure. Nous allons pour cela construire deux types de baromètre, un à air, l'autre à eau.



## Le baromètre à air

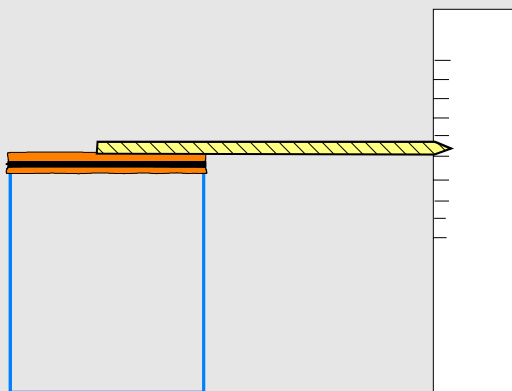
*Fabrication d'un baromètre à air.*

### Matériel nécessaire

- Un verre.
- Un ballon de baudruche.
- Un élastique.
- Un morceau de carton rectangulaire et un socle en carton pour le tenir droit.
- De la colle.
- Du scotch.

### Marche à suivre

- Enfiler le ballon sur le verre en l'étirant bien, le fixer solidement avec l'élastique.
- Découper en forme de pointe un des bouts de la paille.
- Coller l'autre extrémité de la paille au centre du ballon.
- Faire une graduation sur le carton et le faire tenir vertical à l'aide du socle.
- Mettre le carton en face de l'extrémité en pointe de la paille.



Lorsque la pression atmosphérique augmente, l'air au dessus du ballon exerce sur lui une force plus grande qui le pousse vers le bas. Le ballon se creuse et l'extrémité pointue de la paille monte. Lorsque la pression atmosphérique diminue la force exercée sur la ballon se réduit, celui-ci se gonfle et l'extrémité pointue de la paille descend. La graduation permet de relever les positions journalières et de visualiser les variations.

Il faut noter que ces mouvements ne dépendent pas uniquement de la pression mais aussi de la température, les mesures sont donc grossières et doivent être plutôt utilisées pour observer les changements de temps.

## Le baromètre à eau

*Fabrication d'un baromètre à eau.*

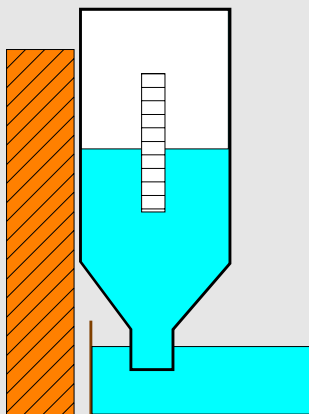
### Matériel nécessaire

- Une bouteille.
- Un récipient.
- Une brique ou un support.
- Du scotch.



### **Marche à suivre**

- Mettre de l'eau dans le récipient.
- Remplir la moitié de la bouteille en eau.
- Obstruer le goulot avec le doigt ou un carton, renverser la bouteille et la poser verticalement dans l'eau du récipient (enlever le doigt !).
- Attacher la bouteille à la brique avec du scotch.
- Coller une bande de scotch sur la bouteille, y dessiner une graduation centrée sur le niveau de l'eau.



Lorsque la pression atmosphérique augmente, l'air au dessus de la surface de l'eau du récipient exerce une force plus grande. Le niveau de l'eau dans le récipient descend et donc celui dans la bouteille monte.

Lorsque la pression atmosphérique diminue la force exercée sur la surface de l'eau est moins importante, le niveau dans le récipient monte alors que celui dans la bouteille descend.

La graduation permet de relever les positions journalières et d'observer les variations de la pression.

## **Mesurer la vitesse et la direction du vent**

Le vent c'est de l'air en mouvement. Il y a le vent des dépressions créé par des différences de pression, les vents locaux liés à la géographie, les vents de gravité (vents catabatiques de l'Antarctique), les brises de mer et de terre, etc.

On mesure sa direction et sa vitesse. Nous allons pour cela construire une girouette et un anémomètre.

### **La girouette**

*Fabrication d'une girouette pour déterminer la direction du vent.*

#### **Matériel nécessaire**

- Du balsa.
- Un poteau en bois à enfoncer dans la terre ou avec un socle pour le maintenir vertical.
- De la colle.
- Un grand clou.
- Trois perles.
- Une boussole

#### **Marche à suivre**

- Découper dans le balsa les trois pièces suivantes :



6 cm

30 cm

10 cm

10 cm

5 cm

8 cm

- Coller les trois pièces ensemble :

- Trouver le centre d'équilibre de la girouette (en la posant en équilibre sur le doigt) et percer un trou.
- Enfiler les perles et la girouettes dans le clou (une perle au dessus, deux en dessous).
- Enfoncer le clou dans le poteau.



- Enfoncer le poteau dans le sol à l'extérieur (ou utiliser un socle) dans un site à découvert.
- Autour du poteau, sur le sol ou sur un plateau, marquer les points cardinaux à l'aide de la boussole (Nord, Nord-Est, Est, Sud-Est ...).

La girouette s'oriente dans la direction du vent, celle d'où il vient. Cette direction sera donnée par rapport au points cardinaux. On dira le vent souffle en provenance du Nord, de l'Est ou du Nord Nord-Est.

## L'anémomètre

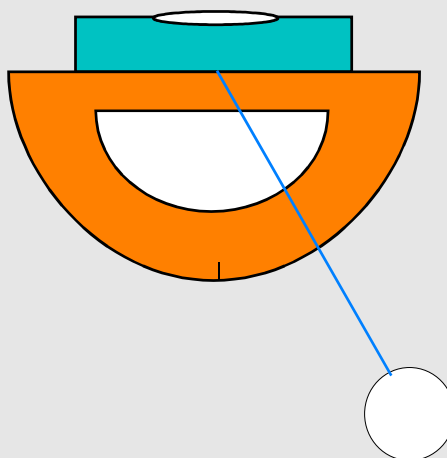
*Fabrication d'un anémomètre portable à rapporteur.*

### Matériel nécessaire

- Un grand rapporteur.
- Un niveau à bulle.
- 30 cm de ficelle suffisamment rigide.
- Une balle de ping-pong.
- Du scotch.

### Marche à suivre

- Scotcher une extrémité de la ficelle à la balle de ping-pong, l'autre à l'origine du rapporteur. La ficelle doit être tendue.
- Fixer avec du scotch le rapporteur sur un bord du niveau à bulle.



- Se mettre à l'extérieur dans la direction du vent qu'indique la girouette. La balle se soulève, il faut maintenir le niveau à bulle horizontal et lire l'angle que prend le balancier. Il faut noter que si la ficelle est trop souple la mesure sera difficile.
- Pour connaître la vitesse du vent se rapporter au tableau suivant :

Angle (deg.)	90	80	70	60	50	40	30	20
Vitesse (km/h)	0	13	19	24	29	34	41	52

## Mesurer l'humidité de l'air

L'humidité est la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. L'air chaud peut contenir plus de vapeur d'eau que l'air froid, c'est pourquoi l'été on a parfois la sensation que l'air est humide et difficile à supporter.



On mesure le degré d'humidité à l'aide d'un hygromètre, c'est ce que nous allons construire.

## **L'hygromètre**

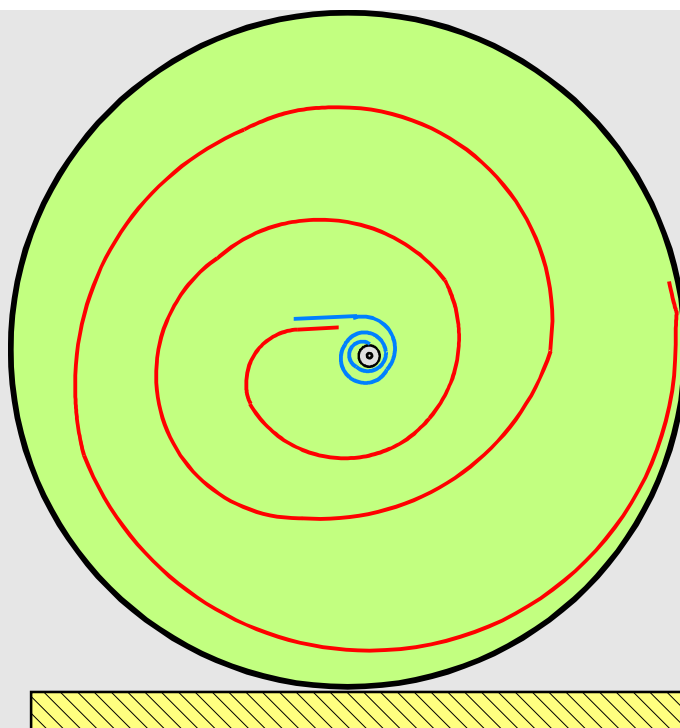
*Fabrication d'un hygromètre avec du papier photographique.*

### **Matériel nécessaire**

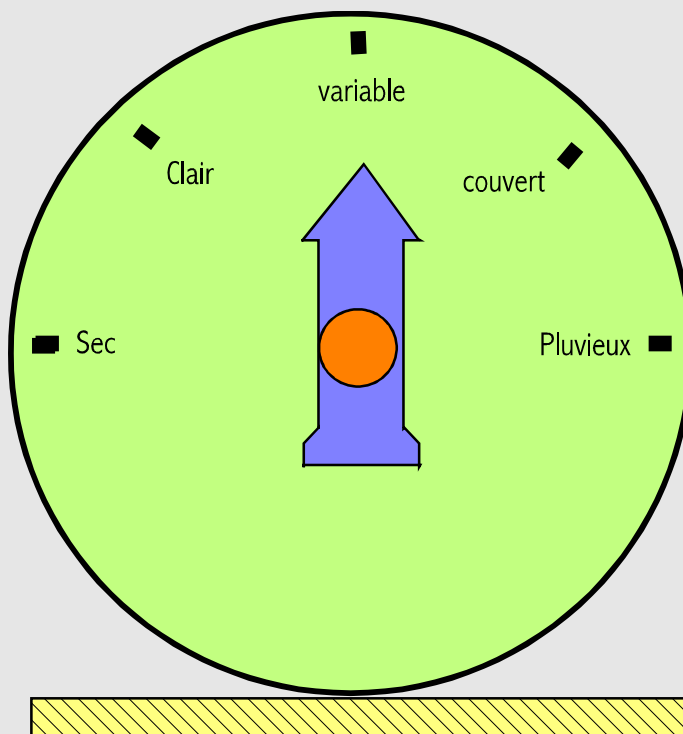
- Du papier à lettre.
- De la colle.
- Une aiguille à coudre.
- Du papier photographique.
- Une boîte ronde en métal (pommade, bonbons ...) de plus d'1cm de profondeur.
- Une foreuse à main ou électrique.
- Une lime.
- Une planchette en bois.
- Une feuille de carton léger.
- Une rondelle de liège.

### **Marche à suivre**

- Découper une bande de papier photographique de 1cm de large et 20 à 30 cm de long selon la taille de la boîte.
- Découper une bande de papier à lettre de 5 cm de long et de 1cm de large. Enduire de colle une face. Coller un bout de la bande sur l'aiguille et enrouler le reste du papier autour, s'arrêter pour laisser l'autre extrémité libre.
- A cette extrémité, faire adhérer un bout de la bande de papier photographique. La face brillante doit être vers l'extérieur de l'enroulement, c'est à dire qu'elle doit être placée sur la face enduite de colle du papier à lettre.
- Enrouler la bande de papier photographique autour de l'aiguille comme un ressort de montre.
- Percer le fond et le couvercle de la boîte en leur centre.
- Faire des petits trous d'aération dans le fond de la boîte.
- Limer les bords de métal produites par les percements des trous.
- Placer l'aiguille dans le trou du fond de la boîte..
- Coller l'extrémité libre du papier photographique sur le bord de la boîte.
- Positionner la boîte dans une position verticale, en la collant (ou la fixant par un clou) sur un petit socle en bois.



- Fermer la boîte en incérant l'autre extrémité de l'aiguille dans le trou du couvercle.
- Dessiner des graduations sur le couvercle.
- Découper dans le carton une flèche, la coller sur la rondelle de liège.
- Fixer la flèche sur l'aiguille par le liège. L'hygromètre est prêt.



Lorsque le degré d'humidité de l'air (qui entre par les trous d'aération) augmente, la couche de gélatine de la face brillante du papier photographique se dilate. La bande alors se déroule et la flèche oblique vers la droite. Lorsque l'humidité diminue le papier s'enroule et la flèche





penche vers la gauche. Nous avons là un moyen de d'observer les changements dans l'humidité de l'air.

## Construire la station météorologique

### Les instruments

Nous avons besoin d'un certain nombre d'instruments météorologiques. Parmi ceux que nous avons construits nous allons utiliser les suivants :

- le pluviomètre,
- la girouette,
- l'anémomètre.

D'autres devront être achetés dans le commerce, on peut trouver des versions de base dans des prix relativement bas :

- un thermomètre,
- un hygromètre,
- un baromètre.

Nous avons aussi besoin d'une planche descriptive des nuages. Pour cela vous pouvez vous adresser au service météo de votre région.

### La disposition des instruments

Le thermomètre, le baromètre et l'hygromètre, se fixent, à hauteur d'enfant, à l'ombre sur un mur orienté au nord.

On peut aussi, et c'est nettement mieux, les placer dans un petit abris qui les protégera du soleil et du vent tout en laissant l'air circuler :

- En utilisant des plaques de contreplaqué construire une boîte cubique, dont la face avant s'ouvre grâce à une charnière.
- Clouer quatre pieds de 1m de hauteur.
- Percer sur les quatre côtés verticaux des trous de taille moyenne.
- Peindre la boîte en blanc.

Disposer cet abris de « Stevenson » sur un terrain dégagé, une pelouse par exemple.

Installer le pluviomètre et la girouette dans ce même endroit à découvert. L'anémomètre, plus fragile, n'est pas laissé à l'extérieur et ne sera sorti que pour les mesures.

### Les mesures journalières

Dans une station météo on relève les mesures quotidiennement et trois fois par jour. Pour les enfants, bien entendu, ces mesures ne seront faites que les jours de classe et les heures de relevés seront adaptées, par exemple 9 h, 13h 30 et 16h.

Les mesures seront notées dans un cahier commun.

Chaque relevé consistera à consigner :

- La température (°C).
- La pression (mb).
- Le taux d'humidité.
- La hauteur d'eau dans le pluviomètre, mais uniquement une fois par jour, le matin par exemple, sans oublier de vider le réservoir.
- La vitesse et la direction du vent.
- Les différents types de nuages présents et leur altitude (bas, moyen, haut).

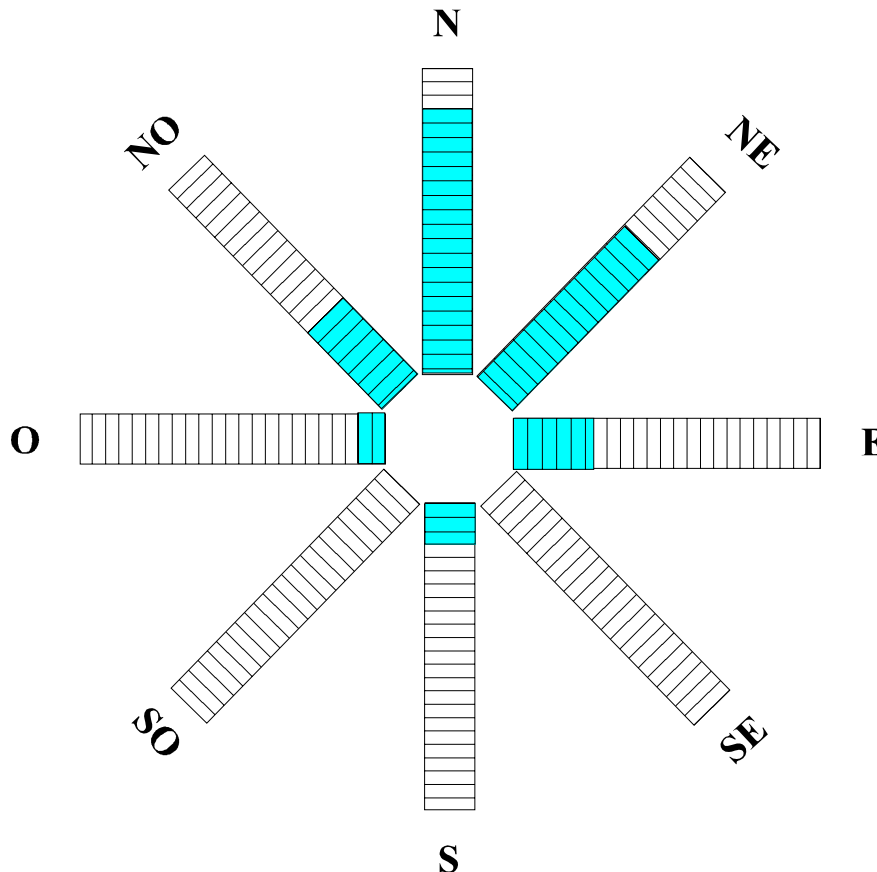


- Le type de temps général : soleil, passages nuageux (nuages de beau temps, alternance pluie et soleil), couvert, pluie (averses, bruine, crachin, ...), brouillard, brume, orage, neige, grêle, etc. Enfin, tout ce qui paraît intéressant.

## Utiliser les données de la station météorologique

Grâce aux données enregistrées sur la cahier on peut rapidement envisager des activités et à terme les enfants seront capables de faire quelques prévisions. Vous trouverez ici quelques idées d'activités.

### La rose des vents



Chaque branche de la rose des vents est constituée de cases. Tous les jours, pendant un mois, noircir la case qui correspond à la direction du vent observée lors des trois mesures. A la fin du mois il sera facile de déterminer d'où souffle le vent dominant.

Est-ce qu'il correspond à la norme de la région ? Sinon, trouver les facteurs qui peuvent perturber les mouvements de l'air près de la station, par exemple un bâtiment.

### Variations journalières

Sur une journée, observer comment varie les différentes grandeurs. Se demander pourquoi la température monte puis baisse, etc.

### Climatologie

Sur un mois, faire la moyenne des températures et des précipitations. Se procurer les cartes des températures et des précipitations de votre pays, de l'Europe, du monde.



Comparer les résultats de la classe avec ces cartes : l'école est-elle dans la moyenne de sa région pour la saison ?

Dénicher une carte de la répartition des climats sur le globe.

Comparer la pluviométrie et les températures des différentes régions de votre pays et repérer ainsi les différentes zones climatiques (océanique, continental, montagnard).

Comparer les niveaux de précipitation dans le monde, en particulier pour des régions très différentes (déserts, forêts équatoriales ...) et observer que cela correspond souvent assez bien aux différents climats. Noter qu'à l'intérieur de l'Antarctique les précipitations sont très faibles (sous forme de neige uniquement), ce qui en fait un des plus grands déserts du monde alors qu'il est composé de glace !

### **Précision des prévisions nationales**

Chaque jour les médias diffusent les prévisions du temps pour le lendemain et les jours suivants. Avec les données de la station il est facile de vérifier leur précision.

Il suffit le matin de noter les prévisions du journal, qui sont souvent localement plus précises, pour les confronter le soir avec les observations de l'école. On peut alors évaluer la précision et déterminer les types de temps les plus difficiles à prévoir.

Les prévisions vont jusqu'à une semaine, on peut donc aussi mettre en évidence la baisse de la précision au fil des jours.

### **Observer les caractéristiques de chaque type de temps**

Des activités peuvent être entreprises pour mieux connaître chaque type de temps.

Dans la classe, déterminer, en se documentant, tout ce qui caractérise chaque type de temps. Puis, vérifier les informations en analysant les relevés météorologiques du cahier. Par exemple, quelles sont les conditions favorables à l'établissement du brouillard ou quels sont les indices de l'arrivée d'une perturbation :

- Le brouillard et la brume sont constitués de fines gouttelettes d'eau en suspension (diamètre 1-50  $\mu\text{m}$  pour le brouillard, diamètre inférieur à 1  $\mu\text{m}$  pour la brume). Pour qu'ils apparaissent, il faut une couche d'air humide sur un sol plus froid, il y a alors refroidissement et condensation (voir l'expérience sur le Cycle de l'eau). De plus, l'air doit être calme mais sans être complètement immobile sinon c'est de la rosée ou du givre qui se formera.
- L'approche d'un front chaud est souvent annoncé 48 heures à l'avance par des Cirrus qui sont les nuages les plus élevés. Suivent des nuages de plus en plus bas (cirrostratus, altostratus, cirrocumulus, nimbostratus) et enfin la pluie ou la neige. Lorsque le front est passé, il y a une courte période de beau temps puis un front froid arrive. Celui-ci est accompagné d'une chute de pression et de fortes averses. Une fois passé on a souvent un temps plus froid et une hausse de la pression. Un ciel de traîne s'installe alors, alternant soleil et averses. On peut trouver facilement des dessins très visuels sur la structure des fronts.
- Un anticyclone est fréquemment associé à un temps ensoleillé et sec, chaud ou froid, et est précédé par une hausse continue de la pression.
- Dans une région donnée les vents sous une perturbation sont souvent dans la même direction. Comparer aussi la direction principale du vent entre une situation anticyclonique et dépressionnaire.
- Le mauvais temps (fortes précipitations et importante vitesse du vent) sera d'autant plus fort que la pression baisse rapidement avant le front.

### **Faire des prévisions**

Une fois que le travail sur les divers types de temps a été réalisé, la classe peut envisager d'effectuer des prévisions simples de la météo pour le lendemain, avec des données qui ont été collectées les deux ou trois jours précédents grâce aux instruments de la station.



Il faut pour cela discerner dans les mesures les indices d'un changement de temps (alternance dépression-anticyclone) ou de l'établissement d'une situation particulière (comme le brouillard). Un baromètre par exemple a un grand intérêt pour la prévision du temps. Une montée de la pression peut annoncer un temps ensoleillé et sec, alors qu'un front froid est précédé par une baisse de la pression.

Les élèves peuvent aussi suivre une perturbation qui traverse l'Europe sur plusieurs jours et essayer de prédire le temps du lendemain. Ils peuvent aussi utiliser tous les outils de la météo que l'on trouve gratuitement, comme les images satellites.

## Le mouvement apparent du soleil

### Objectif : observer la trajectoire apparente du soleil.

Dans l'expérience sur la longitude, les élèves ont construit un Gnomon pour connaître l'instant où le soleil est au zénith (midi solaire). Ils peuvent maintenant l'utiliser pour suivre le mouvement apparent du soleil.

### Suivi du mouvement apparent du soleil

#### Matériel nécessaire

- Le Gnomon.
- Une grande feuille de papier.
- Une boussole.

#### Marche à suivre

- Fixer la grande feuille de papier sur la planche du Gnomon.
- Un jour de soleil installer le Gnomon à l'extérieur.
- A l'aide de la boussole, orienter la planche et la feuille dans la direction est-ouest.
- Tracer sur le papier toutes les heures, voire toutes les 1/2 heures, l'ombre de la baguette et y noter l'heure.

Durant la journée l'ombre se déplace et sa taille varie (elle décroît puis augmente à nouveau à partir du midi solaire). Si on relie les sommets des relevés des ombres on obtient alors une courbe qui laisse à penser que le soleil se déplace dans le ciel de l'est vers l'ouest (il est au sud lorsque il est au zénith). Il faut donc expliquer aux élèves qu'il est en réalité fixe et ne décrit qu'un mouvement apparent dû au fait que la Terre tourne sur elle même.

Le soleil se lève exactement à l'est que deux jours par an, aux équinoxes de l'automne (23 septembre) et du printemps (20 mars). Ces jours là, quelle va être la forme de la courbe relevée, une droite ?

Il faut refaire ces relevés à plusieurs semaines d'intervalles et observer les variations de la trajectoire du soleil, de la longueur des ombres, mais aussi de la durée du jour. En visualisant en classe l'animation « *La nuit dans les régions polaires* » ([www.educapoles.org](http://www.educapoles.org)) et avec la balle de ping-pong et la lampe torche de l'expérience « *Climat polaire et rayonnement solaire* » les élèves peuvent imaginer des explications.