

EnviroTools

Météo

Club Alpin Suisse CAS
Club Alpino Svizzero
Schweizer Alpen-Club
Club Alpin Svizzer



Copyright : Club Alpin Suisse CAS

Avec le soutien de l'OFEV

Contenu et images : Philippe Gyarmati

Direction de projet : Martin Künzle, CAS

Accompagnement du projet : Bruno Hasler, CAS

Légende de l'image : un orage se dissipe et le soleil couchant crée un double arc-en-ciel devant la face nord de l'Eiger (photo prise durant un cours du CAS sur la météorologie de montagne).

Version 1, 2022

ENVIROTOOLS : BUTS ET CONNAISSANCES

- Matériel de sensibilisation et de transmission de savoir sur la nature alpine et l'environnement.
- Favorise la perception de l'environnement, est amusant, intensifie l'expérience de groupe.
- Aucune connaissance technique préalable n'est nécessaire. Cependant, le/la coach doit être bien préparé-e et se familiariser avec les instructions et la documentation.

ENVIROTOOL MÉTÉO

LIEU APPROPRIÉ

- Idéalement un lieu avec une bonne visibilité, une vue panoramique et du réseau mobile.
- En cas de vent fort, il n'est pas recommandé de poser les jeux de cartes.
- Peut également être utilisé à l'intérieur (programme en cas de mauvais temps).




CONTENU ET DURÉE

Contenu	Durée	Numéro des cartes
Module 1 : Introduction / principes de base		2
Animation 1 « Les principaux ingrédients dans la cuisine de la météo »	20 minutes	2
Module 2 : Prévisions météorologiques avec Internet et les applications		3
Animation 1 « Rassembler les connaissances préalables »	20 minutes	3
Animation 2 « Etablir un bulletin de prévision »	45 minutes	4
Animation 3 « Avoir un aperçu de la météo du moment »	45 minutes	4
Module 3 : Prévisions météorologiques à l'aide du vent et des nuages		6
Animation 1 « Le pantin »	15 minutes	7
Animation 2 « Identification des nuages »	45 minutes	9
Module 4 : Orages		12
Animation 1 « Orages : apparition, signes, dangers »	30 minutes	12

Les modules et les animations peuvent être utilisés et réalisés individuellement et séparément les uns des autres. Il est cependant recommandé de commencer par le module 1 avec l'introduction et les principes de base thématiques.

MATÉRIEL

Matériel pour prendre des notes

Smartphone (avec les applications météo suivantes : MétéoSuisse , meteoblue  et Windy )
 événement, altimètre, boussole ou une application sur le téléphone
 événement. le bulletin météo du jour d'un journal ou d'une application

AUTRES PUBLICATIONS (EDITIONS DU CAS)

Manuel météo pour randonneurs et alpinistes

MODULE 1 : INTRODUCTION / PRINCIPES DE BASE

ANIMATION 1 : LES PRINCIPAUX INGRÉDIENTS DANS LA CUISINE DE LA MÉTÉO

La météo, c'est de la physique. Il existe cinq principes de base pour nous aider à comprendre la météo. Ils sont présentés dans cette animation.

Objectifs pédagogiques

Les participants/es (PA) connaissent les plus importants principes de la météo.

Introduction

Cette carte illustre les cinq principes de base de la météo. Le/la coach montre les images et demande aux PA : quel principe météo se cache derrière chaque illustration ? Si nécessaire, le/la coach complète les réponses des PA à l'aide des réponses fournies.

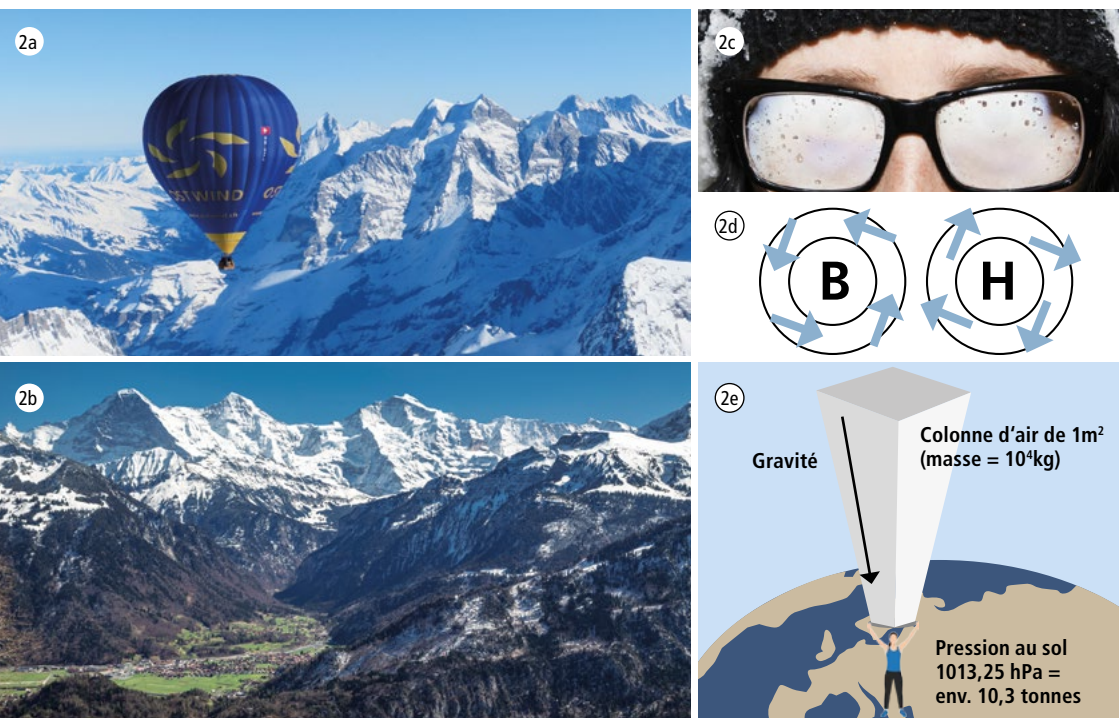


Illustration 2 : Les principaux ingrédients dans la cuisine de la météo. **2a :** Une montgolfière vole au-dessus des Alpes. **2b :** Le printemps s'installe déjà en plaine alors que l'hiver est encore bien présent sur les sommets. **2c :** Les personnes qui portent des lunettes connaissent bien ce problème : en hiver, les verres des lunettes se couvrent de buée lorsque l'on entre dans une pièce chaude et humide. **2d :** Dans l'hémisphère Nord, le vent souffle dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour d'une dépression et dans le sens des aiguilles d'une montre autour d'un anticyclone. **2e :** Chaque point de la Terre doit supporter le poids de la colonne d'air située au-dessus.

QUESTION 1 : Pourquoi une montgolfière s'élève-t-elle dans le ciel ? → ill. 2a

RÉPONSE : Réponse : La montgolfière monte, car l'air chaud est plus léger que l'air froid. L'air chaud a une densité plus faible que l'air froid. → **À RETENIR :** *L'air chaud est plus léger que l'air froid.* La réponse à la question 1 montre que : l'air chaud est léger et monte alors que l'air froid est plus lourd et descend. Il devrait donc faire froid en plaine et chaud en montagne.

QUESTION 2 : Comment se fait-il alors qu'il fait généralement bien plus froid en altitude qu'en plaine ? → ill. 2b

RÉPONSE : Une masse d'air ascendante se dilate et refroidit de 1 °C par 100 mètres d'altitude (dans les nuages -0,5 °C). Au moment de descendre, la masse d'air se comprime. Elle se réchauffe également de 1 °C par 100 mètres d'altitude (dans les nuages +0,5 °C). → **À RETENIR :** *Quand la masse d'air monte, elle se refroidit. Quand elle descend, elle se réchauffe.*

QUESTION 3 : Pourquoi les lunettes se couvrent-elles de buée quand on entre dans un restaurant de montagne rempli lors d'une journée froide d'hiver ? → ill. 2c

RÉPONSE : Si de l'air chaud et humide arrive sur un objet froid (lunettes), l'air est refroidi sur l'objet. Puisque l'air froid peut contenir moins d'humidité que l'air chaud, la vapeur d'eau « excédentaire » se condense sous forme de petites gouttes sur l'objet. Qu'est-ce que cela signifie en termes de météo ? L'air ascendant refroidit de 1 C par 100 mètres d'altitude. Au bout d'un moment, il atteint son point de saturation d'humidité. Si l'air continue de monter, il devient encore plus froid. L'humidité commence à se condenser et des nuages se forment. Quand l'air descend, il se réchauffe. Il peut de nouveau contenir plus d'eau sous forme de vapeur et les nuages se dissipent. → **À RETENIR :** *Lorsqu'une masse d'air refroidit, elle peut contenir moins d'humidité et des nuages se forment (ou du brouillard).*

QUESTION 4 : Pourquoi le vent souffle-t-il autour d'un anticyclone ou d'une dépression et non directement de l'anticyclone vers la dépression ? → ill. 2d

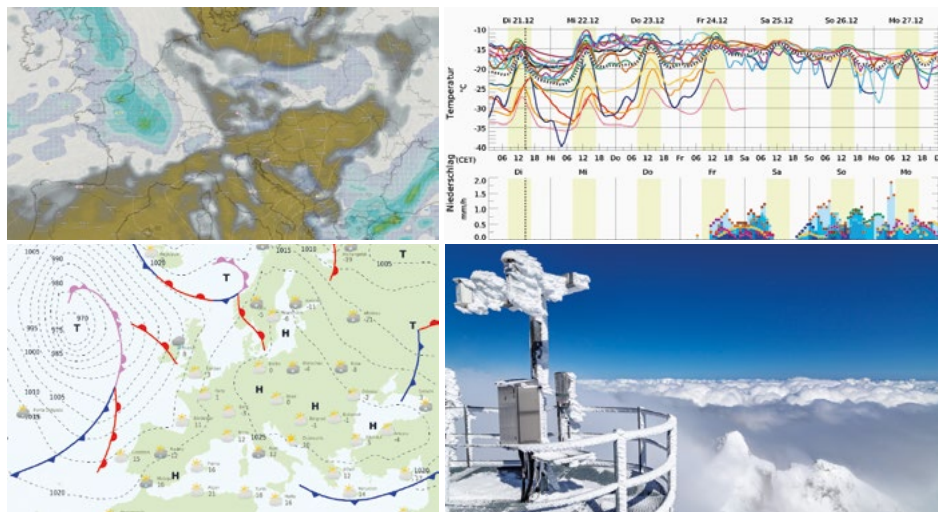
RÉPONSE : En principe, le vent souffle toujours d'une haute vers une basse pression atmosphérique. Dans une situation locale, par exemple dans les vallées alpines, la règle suivante s'applique : le vent souffle directement de la haute pression vers la basse pression. Dans ce cas, la rotation de la Terre n'a aucune influence. Par contre, si l'on observe des systèmes météorologiques avec un diamètre allant jusqu'à plusieurs milliers de kilomètres, la rotation de la Terre est importante : dans l'hémisphère Nord, elle provoque une déviation du flux d'air vers la droite. Cette force de déviation est appelée force de Coriolis. → **À RETENIR :** *Dans l'hémisphère Nord, le vent souffle dans le sens des aiguilles d'une montre autour d'un anticyclone et dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour d'une dépression.*

QUESTION 5 : Pourquoi la pression atmosphérique diminue-t-elle avec l'altitude ? → ill. 2e

RÉPONSE : L'atmosphère qui se situe au-dessus d'un point donné est alourdie par la pression sur ce point. Quand on prend de la hauteur, l'air se raréfie et pèse moins, car il y a de moins en moins d'air au-dessus de nous. Pour pouvoir déterminer le temps en haute montagne, on utilise des cartes d'altitude pour un niveau de pression donné, par exemple un niveau de pression de 700 hPa pour 3000 mètres d'altitude. Le tableau de conversion ci-dessous montre quel niveau de pression correspond à quelle altitude.

Niveau de pression	Altitude	Niveau de pression	Altitude
500 hPa ou mbar	5500 m	900 hPa ou mbar	1000 m
600 hPa ou mbar	4000 m	950 hPa ou mbar	500 m
700 hPa ou mbar	3000 m	1000 hPa ou mbar	0 m

MODULE 2 – PRÉVISIONS MÉTÉOROLOGIQUES AVEC INTERNET ET LES APPLICATIONS






III.3 : Ensemble de quelques graphiques de prévisions trouvés sur Internet. Afin d'établir les prévisions, il faut saisir la météo actuelle. Cela se fait entre autres à l'aide des données météorologiques de nombreuses stations de mesure, comme ici sur le Säntis. *Source : (DWD, MCH), Meteoblue, MCH_App, Philippe Gyarmati*

Pourquoi ce module ?

L'observation de la pression atmosphérique, du vent et des nuages permet d'établir des prévisions météorologiques applicables sur les heures qui suivent ou les jours à venir, mais que très rarement sur un avenir plus lointain. Internet et les applications sur smartphone sont devenus les sources d'informations les plus importantes pour planifier une course.

Contenu : Animation 1	Rassembler les connaissances préalables	Carte 3
Animation 2	Etablir un bulletin de prévision	Carte 4
Animation 3	Avoir un aperçu de la météo actuelle	Carte 4

Préparation

Pour des raisons de clarté, les animations 2 et 3 se limitent à une petite sélection de liens et d'applications. L'accent est mis sur les applications de météo MétéoSuisse , meteoblue  et Windy . Il est recommandé aux PA d'installer ces applications sur leur smartphone avant les animations 2 et 3.

Autres informations

Le livre du CAS Manuel météo pour randonneurs et alpinistes offre en annexe une liste intéressante de sites Internet et d'applications sur la météo.

Le chapitre 12 « Planifier avec la météo » est consacré aux prévisions météorologiques.

ANIMATION 1 : RASSEMBLER LES CONNAISSANCES PRÉALABLES

Durée : environ 20 minutes **Matériel :** –

Tous les PA s'informent au préalable sur la météo actuelle et future à l'aide de sources déjà connues. Ils sont tous capables d'évaluer par expérience la fiabilité et la qualité de leurs sources.

Objectif pédagogique

Les PA découvrent plusieurs liens et applications sur la météo et élargissent ainsi leurs connaissances sur comment trouver des informations météorologiques. Ils apprennent aussi pourquoi les prévisions ne correspondent pas toujours à la réalité et découvrent les paramètres les plus importants.

Introduction

Afin de rassembler les connaissances préalables, le/la coach pose les questions suivantes aux PA. Les PA discuteront ensemble des questions et chercheront à y répondre. Le/la coach apporte des corrections et des compléments, si nécessaire.

1. Questions d'introduction :

a) Pourquoi les prévisions ne correspondent jamais à 100% à la réalité ?

Le temps est un système chaotique. Un changement même minime au début peut avoir des conséquences à l'avenir. De plus, l'atmosphère n'est pas un système fermé, mais se trouve en interaction avec la Terre et l'Univers (p. ex. le rayonnement solaire). Pour que les prévisions soient justes, il faudrait déterminer avec exactitude la situation du moment pour chaque point de l'atmosphère jusqu'à une hauteur de 30–50 km et les interactions correspondantes, et calculer leur évolution. Avec les moyens d'aujourd'hui, de telles prévisions sont impossibles.

b) Quand peut-on avoir des prévisions relativement fiables et quand faut-il s'attendre à des incertitudes particulièrement grandes ?

Dans des situations stables (p. ex. dans une vaste zone de haute pression), le taux de précision est élevé, car la météo ne varie que très peu d'un jour à l'autre. Dans des situations instables (p. ex. dans une zone de basse pression ou en cas de temps orageux), la variation spatiale et temporelle est importante, l'incertitude élevée et la qualité des prévisions moins bonne.

c) Pourquoi les prévisions météorologiques changent en fonction de l'émetteur ?

Il existe d'innombrables modèles météorologiques. Les services de prévisions disposent de différentes bases de données et la manière de les interpréter varie également. Cela peut entraîner des prévisions très diverses, surtout dans des situations instables.

2. Quels paramètres météorologiques sont importants lors de la planification d'une course ?

Précipitations : quantité, intensité, évolution temporelle, répartition spatiale, type (averse ou longue durée), orage, forme (pluie, neige, grésil, grêle, pluie verglaçante), limite des chutes de neige. **Nébulosité :** quantité, type, évolution temporelle, répartition spatiale, base des nuages, limite supérieure des nuages, brouillard, visibilité, durée d'ensoleillement. **Vent :** direction, intensité, vent moyen, rafales maximales, évolution temporelle, répartition spatiale. **Température :** température minimale et maximale, évolution temporelle, profil selon l'altitude (inversion ?), limite du zéro degré, windchill (vent), humidité de l'air. **(In-)certitude :** les prévisions météorologiques sont-elles claires ou y a-t-il de grandes incertitudes ? Qu'est-ce qui est incertain ?

3. Avec quels outils avez-vous jusqu'à présent établi vos prévisions météorologiques ?

Le/la coach et les PA citent les sources (liens Internet, applications, presse écrite, radio, télévision, observations, dictons, etc.) et vos expériences concernant la qualité et la fiabilité de celles-ci.

ANIMATION 2 : ETABLIR UN BULLETIN DE PRÉVISION

Durée : environ 45 minutes

Matériel : de quoi écrire, smartphone avec les applications Météo Suisse, Windy et meteoblue, check-list prévisions météorologiques. **(Carte 5)**

En général, seuls des ordinateurs sont à même d'établir des prévisions météo à un horizon temporel de 24 heures et plus. Les bulletins des services météorologiques se fondent sur différents modèles de prévision. Il est possible d'accéder directement au modèle de prévision et aux informations météorologiques spécifiques via Internet ou les applications. Aujourd'hui, les offres sont nombreuses et permettent d'estimer l'évolution locale de la météo.

Objectifs pédagogiques

Les PA utilisent les sources d'informations météorologiques d'Internet et des applications, et se familiarisent avec elles. Grâce à ces outils, ils sont capables d'évaluer la météo des prochains jours.

Information générale : en cas de temps anticyclonique stable, un rapide contrôle de la météo suffit généralement; quand les conditions sont instables, il faut consacrer plus de temps aux prévisions afin de déterminer la bonne fenêtre météo et d'éviter des risques inutiles.

Introduction

- 1. Rassembler des connaissances** : Lors de l'animation 1, les PA se sont demandé quels étaient les cinq paramètres météo importants pour planifier une course. ?
Rappeler les cinq paramètres : précipitations, nébulosité, vent, température, (in)certitude.
- 2. Appliquer les connaissances** : A l'aide de sites et d'applications météo, les PA établissent par groupes de deux des prévisions pour les jours à venir pour la région de la course. Chaque groupe prévoit le temps pour un jour différent, afin qu'on ait à la fin un bulletin pour plusieurs jours. La check-list prévisions météorologiques (3 ex., → cf. carte 5) peut être utilisée comme aide. Pour effectuer une analyse structurée, il faut répondre aux questions de la deuxième colonne. Conseil : ne consulter d'abord qu'une seule application (p. ex. MétéoSuisse) par paramètre. Si l'on n'est pas sûr ou s'il reste du temps, on peut comparer les résultats avec une autre application.
- 3. Chaque groupe de deux présente ses prévisions.** On commencera idéalement par les prévisions pour le lendemain, puis pour le surlendemain, puis pour dans trois jours, etc. Tous les paramètres météo pertinents (et les éventuels avertissements actifs) doivent être mentionnés.
- 4. Utiliser les connaissances en pratique** : Les jours suivants, les prévisions peuvent être comparées aux conditions météorologiques. Le/la coach demande aux PA si leurs prévisions se sont avérées. Le groupe peut discuter de ce qui était bien et moins bien. Quelles peuvent être les raisons de l'exactitude ou de l'inexactitude des prévisions.

ANIMATION 3 : AVOIR UN APERÇU DE LA MÉTÉO DU MOMENT

Durée : environ 45 minutes

Matériel : de quoi écrire, smartphone avec les applications MétéoSuisse, Windy et meteoblue, check-list météo actuelle.

Internet et les applications sont non seulement utiles pour prévoir la météo, mais aussi pour montrer le temps qu'il fait dans d'autres régions. Cela permet d'avoir un aperçu de la météo qui dépasse l'observation que l'on peut en faire. Il est toutefois aussi possible de prédire le temps à court terme sans modèle météo, simplement par l'observation visuelle.

Objectif pédagogique

Les PA essaient d'observer et de surveiller la météo du moment dans la région à l'aide d'applications et de sites Internet.

Introduction

1. Rassembler des connaissances : Le/la coach demande aux PA quels outils les aident à évaluer la situation météo du moment. Discussion au sein du groupe.

Réponses possibles :

Stations météo : mesures actuelles (température, ensoleillement, pluie, vent, pression atmosphérique, neige)

Alertes météo (grêle, etc.)

Webcams

Radar des précipitations

Localisation des éclairs

Images satellites

(et radiosondages, profileurs de vent, LIDAR, télomètre, radiométrie, réseau de mesures GPS, mesures par avion, mesures de l'ozone, réseau de mesure du rayonnement, du pollen, mesures des aérosols; détails sur : www.meteoschweiz.admin.ch)

2. Appliquer les connaissances : On observe la météo du moment par groupes de deux. Les groupes peuvent s'aider de la check-list météo actuelle. Pour effectuer une observation structurée, il faut répondre aux questions de la deuxième colonne. Conseil : ne consulter d'abord que les outils de l'application MétéoSuisse pour les différents paramètres. Si l'on n'est pas sûr ou s'il reste du temps, on peut comparer les résultats avec les informations d'une autre application.

3. Chaque groupe de deux présente un seul paramètre observé (précipitations, nébulosité, etc.). Les autres groupes complètent les résultats avec leurs informations. Questions finales après discussion des différentes observations : où en Suisse les conditions sont-elles les meilleures / les moins bonnes en ce moment (et dans les prochaines heures) pour effectuer une course ? Y a-t-il des risques pour la course prévue et si oui, lesquels ?

4. Appliquer les connaissances en pratique : De nouvelles observations peuvent être effectuées les jours suivants. La situation a-t-elle évolué par rapport à la veille ?

CHECK-LIST PRÉVISIONS MÉTÉOROLOGIQUES

PRÉVISIONS MÉTÉOROLOGIQUES








Où peut-on trouver les informations nécessaires ? Que peut-on trouver dans quelle application ? Important : plusieurs chemins mènent à la destination! Parfois, il suffit d'utiliser une seule application. La source d'information principale et de premier choix est indiquée en gras; les autres options sont écrites normalement.

Paramètres	Que faut-il vérifier ?	 Application MétéoSuisse	 Application meteoblue	 Application Windy (.com)
Précipitations  <ul style="list-style-type: none"> Quantité ? Intensité ? Type (pluie continue ou averses / orages) ? Où, quand et combien de temps pleut-il ? Hauteur de la limite des chutes de neige ? 	<ul style="list-style-type: none"> Quantité ? Intensité ? Type (pluie continue ou averses / orages) ? Où, quand et combien de temps pleut-il ? Hauteur de la limite des chutes de neige ? 	Animations > Précipitations (bulletin météo, lieux favoris, prévisions de la semaine, altitude)	Météogrammes > météogramme 5-jours (précipitations) via des cartes (météo) : « Cartes populaires » > Nuages et Précipitations « Autres cartes » > risques météorologiques	Cartes météo : Pluie/Tonnerre, Accumulation de pluie Nouvelle neige, Type de précipitations, Orages Point de prévisions : météogramme
Nuages  <ul style="list-style-type: none"> Quantité ? Type de nuages ? Où, quand et combien de temps le soleil brille-t-il ? Base des nuages, sommets des nuages ? Brouillard ? Visibilité ? Durée d'ensoleillement ? 	<ul style="list-style-type: none"> Quantité ? Type de nuages ? Où, quand et combien de temps le soleil brille-t-il ? Base des nuages, sommets des nuages ? Brouillard ? Visibilité ? Durée d'ensoleillement ? 	Animations > Nuages (bulletin météo, lieux favoris)	Météogrammes > météogramme 5-jours (Couverture nuageuse) Cartes (météo) : « Cartes populaires » > Nuages et Précipitations, Heures d'ensoleillement, « Aviation et Nuages » > Couverture nuageuse Météogrammes : MultiModel 7-jours > comparaison des symboles météorologiques	Cartes météo : Nuages Point de prévisions : météogramme
Vent  <ul style="list-style-type: none"> Direction et vitesse ? Vent moyen vs rafales ? Evolution temporelle et répartition selon les régions ? 	<ul style="list-style-type: none"> Direction et vitesse ? Vent moyen vs rafales ? Evolution temporelle et répartition selon les régions ? 	Prévision de la semaine > altitude (Bulletin météo, animation, vent : 10 m vent, 10 m rafales, 2000 m vent)	Météogramme > Météogramme 5-jours (vent) Cartes (météo) : vent moyen (10 m à 600 mb), rafales, animation de vent (10 m à 600 mb) « Autres cartes » > risques météorologiques Météogramme MultiModel 7-jours (Vitesse du vent, Direction du vent)	Cartes météo : Vent (sol – 4000 m) Point de prévisions : Météogramme et aérogramme (vent 0 – 600 hPa)
Température  <ul style="list-style-type: none"> Température minimale et maximale ? Limite du zéro degré ? (windchill, humidité de l'air) 	<ul style="list-style-type: none"> Température minimale et maximale ? Limite du zéro degré ? (windchill, humidité de l'air) 	Prévision de la semaine (bulletin météo, lieux favoris, animations, température)	Météogramme > tous Cartes (météo) : « Cartes populaires » > Température et Hauteur (GPH), « Température et Humidité » > Isotherme zéro degré	Point de prévisions : Météogramme Cartes météo : Température (sol – 4000 m)
(In-)certitude  <ul style="list-style-type: none"> Les prévisions sont-elles claires et précises ou sont-elles incertaines ? 100 % = certain, 0 % = tout est possible Faites la différence entre ce qui est clair et ce qui est incertain. 	<ul style="list-style-type: none"> Les prévisions sont-elles claires et précises ou sont-elles incertaines ? 100 % = certain, 0 % = tout est possible Faites la différence entre ce qui est clair et ce qui est incertain. 	Lieux favoris (zones transparentes = incertitude au niveau des précipitations et de la température) (Comparaison avec d'autres applications ou bulletins météo)	Météogrammes > Météogramme 14-jours et MultiModel 7-jours Cartes (météo) : Probabilité de précipitations	Cartes météo : Comparaison des modèles ECMWF9km sur GFS22km, ICON-EU7km etc. Point de prévisions : Appuyez sur la carte, ensuite sur FCST MODELE, possibilité de changer de modèle (météogramme, aérogramme) ou d'appuyer sur « Comparer les prévisions » (Comparer avec d'autres applications ou bulletins météo)
Alertes météo  <ul style="list-style-type: none"> Les alertes météo sont-elles activées ? Période ? Région ? 	<ul style="list-style-type: none"> Les alertes météo sont-elles activées ? Période ? Région ? 	Dangers > évent. bulletin des dangers naturels	Options en Suisse et en Europe : Alertes météo officielles pour l'Europe :	alarm.meteocentrale.ch meteoalarm.org

CHECK-LIST MÉTÉO ACTUELLE

OBSERVATIONS

Que peut-on trouver dans quelle application ?
Important : plusieurs chemins mènent à la destination.
Parfois, c'est suffisant de regarder un paramètre sur une seule application.

Paramètres	Questions utiles	Outils	 Application MétéoSuisse	Autres et à l'étranger
Précipitations 	<ul style="list-style-type: none"> Quantité de précipitations durant les 24 dernières heures ? Où y a-t-il des précipitations actuellement ? Des petites cellules intenses ou pluie persistante ? Direction des cellules de précipitations ? Cellules qui se propagent ou qui se dissolvent ? 	Radar des précipitations	Animations > précipitations Valeurs mesurées > précipitations	 Application Windy > Radar météo  Application meteoblue > Radar
Enneigement 	<ul style="list-style-type: none"> Cumul de neige fraîche des dernières 24 heures ? Hauteur actuelle de la neige ? Altitude de la limite de la neige ? 	Radar des précipitations	Animations > précipitations, activer les filtres des types de précipitations	Portail des courses du CAS : Couches de carte > hauteur de la neige, couverture neigeuse www.avalanches.org
		Données de mesures	Valeurs mesurées > température, point de rosée, hauteur de la neige	 Application White Risk > valeurs mesurées : neige, température
		Webcams	Valeurs mesurées > webcams	Webcams selon la région et l'altitude
Orages 	<ul style="list-style-type: none"> Où les orages sont-ils actifs ? Beaucoup de foudre ? Annonce de grêle ? 	Radar des précipitations avec foudre	Animations > précipitations, activer les filtres foudre et grêle	 Application Windy > Radar météo
Nuages et brouillard 	<ul style="list-style-type: none"> Où y a-t-il du soleil ? Où le ciel est-il couvert ? Hauteur de la limite inférieure (ou supérieure) des nuages ? 	Image satellite	Bulletin météo lieux favoris animation nuages valeur mesurée : temps d'ensoleillement	 Application Windy > Satellite  Application Meteoblue > Satellite
		Webcams	Valeurs mesurées > température, humidité de l'air, webcams	 Application Windy > activer le filtre webcams
Vent 	<ul style="list-style-type: none"> Direction du vent et force en altitude ? Y a-t-il du foehn ? 	Données de mesures : vent	Bulletin météo animation vent (10 m vent, 10 m rafale, 2000 m vent), prévision de la semaine altitude	 App WhiteRisk > mesurées : vent  Application Windy > activer le filtre vent annoncé
Température 	<ul style="list-style-type: none"> Hauteur de la limite du zéro degré ? Température à 2000 m ? Température en plaine ? 	Données de mesures : température	Bulletin météo lieux favoris, (animation température), prévision de la semaine altitude	 Application White Risk > valeurs mesurées : température  Application Windy > activer le filtre température annoncée
Evolution de la pression atmosphérique 	<ul style="list-style-type: none"> Pression actuelle ? Evolution de la pression durant les dernières 24 heures ? 	Données de mesures : pression atmosphérique	Valeur mesurée : Pression, ensuite cliquer sur la station la plus proche (idéalement : station de montagne)	
Alertes météo 	<ul style="list-style-type: none"> Les alertes météo sont-elles activées ? Période et région ? 	Alertes	Dangers > évnt. bulletin des dangers naturels	Alarm.meteocentrale.ch meteoalarm.org

MODULE 3 – PRÉVISIONS MÉTÉOROLOGIQUES À L'AIDE DU VENT ET DES NUAGES



III. 4 : Lueurs de l'aube au Niederhorn. L'outil du « pantin » permet de déterminer la position de l'anticyclone et de la dépression qui déterminent la météo.

Contenu : Animation 1 Le pantin	Carte 7 et 8
Animation 2 Identification des nuages	Carte 9 et 10, jeu de cartes Genres de nuages A6 11.1 à 11.10

Pourquoi ce module ?

Dans les Alpes, il n'est pas possible de s'informer partout sur la météo présente à l'aide d'un smartphone. C'est pourquoi il est important de toujours garder un œil sur l'évolution des nuages, la direction et la vitesse du vent, la visibilité ou les changements de pression atmosphérique en chemin. Les modifications de ces phénomènes météorologiques peuvent fournir les premiers indices d'un changement de temps. Si l'on observe toujours la météo avec attention et de manière systématique, on disposera avec le temps d'un trésor d'expériences qui facilitera les décisions qui lui sont liées.

Remarque : plus on surveille de phénomènes météorologiques simultanément (vent et nuages, visibilité et pression atmosphérique), plus l'analyse et les prévisions à l'aide du vent et des nuages gagneront en fiabilité.

DEUX PROPOSITIONS POUR L'INTRODUCTION DU SUJET

Proposition 1 : Quelle dicton pourrait correspondre à l'image de la couverture ?

RÉPONSE : Un dicton affirme que les « nuages roses le matin font tourner la roue du moulin ». Ce dicton était exact ce jour-là. Après une aurore d'un rouge intense, le temps était à la pluie pendant la journée. On assiste à une aurore rougeoyante lorsque le soleil levant à l'est peut illuminer les nuages au-dessus du site où l'on se trouve. A l'est, le temps est donc clair ou du moins dégagé et, simultanément, des nuages arrivent déjà de l'ouest. On observe souvent une aurore rougeoyante en cas de föehn ou d'arrivée d'un front chaud. A l'inverse, le dicton « nuages roses le soir font porter les arrosoirs » s'applique. Les nuages sont illuminés par le soleil vespéral à l'ouest. La base de ces deux dictons repose sur le fait qu'en Europe centrale, la météo évolue généralement d'ouest en est. Le temps de l'ouest devrait donc s'imposer.

Proposition 2 : Quels sont les dangers météorologiques que les adeptes de sports de montagne encourent en montagne ?

Le/la coach note les dangers météorologiques, phénomènes météorologiques dangereux suivants ainsi que les conséquences directes et indirectes sur de petits papiers (Post-it) et demande aux PA de les classer, voire de les assigner.

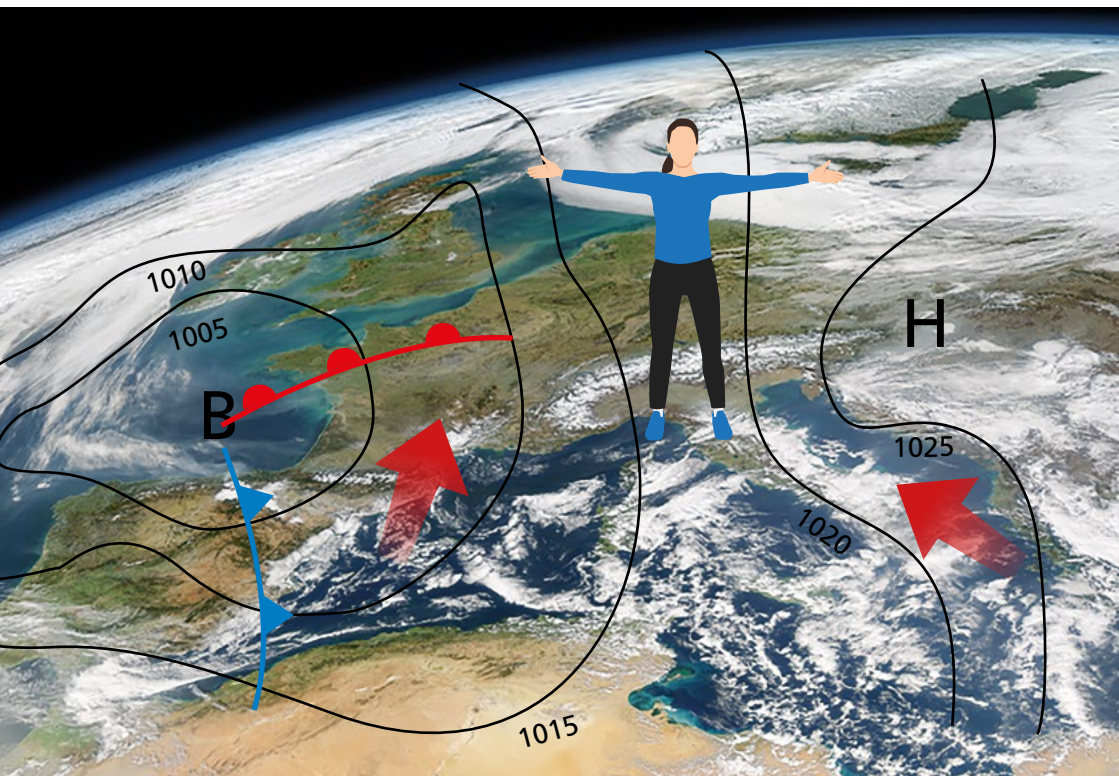
Phénomènes météorologiques dangereux : orages, passage d'un front froid (changement de temps, föehn, ...)

Conditions météorologiques dangereuses : rayonnement élevé, le froid, la chaleur, sécheresse de l'air, vent violent, précipitations, tempête (de neige), éclairs et tonnerre, brouillard, nuages, ...

Conséquences indirectes : mauvaise visibilité, jour blanc, terrain glissant (rosée, givre, glace), chutes de pierres, avalanches, inondations, ...

Conséquences directes : coup de soleil, accumulation/coup de chaleur, cécité des neiges, déshydratation, hypothermie, perte du sens de l'orientation, foudre, ...

Cette liste n'est pas exhaustive. Elle vise à faire comprendre pourquoi il est important de pouvoir évaluer l'évolution météorologique en montagne.



III. 5 : Le pantin 1^{ère} partie.

ANIMATION 1 : LE PANTIN (1^{ÈRE} PARTIE)

Il est possible d'estimer la situation météorologique générale et son évolution pour les heures à venir, et ce même sans recourir à Internet ou à une application. On peut s'aider du « pantin » comme outil.

Objectif pédagogique

Les PA sont capables de déterminer la position approximative des zones de haute et de basse pression qui déterminent la météo à l'aide de l'outil du « pantin » et d'en déduire la tendance météorologique pour les prochaines 24 heures. Les PA sont capables de définir le secteur déterminant quant à l'évolution de la météo à court terme.

Durée : env. 15 minutes **Matériel :** boussole ou application équivalente, **Cartes 7 et 8**

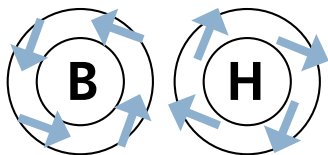
Remarque :

Un lieu offrant une belle vue et un ciel légèrement à très nuageux sont idéaux pour cette animation.

Lorsque le vent d'altitude est faible et qu'il n'y a pas de nuage, il est difficile voire impossible d'identifier la position de l'anticyclone ou de la dépression, qui déterminent la météo !

Instructions

Le/la coach délivre au groupe les informations de base suivantes : le vent en altitude (>3000 m) ne souffle pas de l'anticyclone vers la dépression, mais dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour de la dépression et dans le sens des aiguilles d'une montre autour de l'anticyclone (dans l'hémisphère Nord). Ce phénomène est dû à la force de Coriolis (> voir Manuel météo pour randonneurs et alpinistes, p. 37).



- 1) Le/la coach demande aux PA comment déterminer la position présente de l'anticyclone et de la dépression. Réponse : Grâce au « pantin » → Objectif de cette animation.
- 2) Le/la coach exécute avec les PA les instructions suivantes pour la 1^{ère} partie du « pantin » :
 - a) Tous les PA observent la direction du mouvement des nuages, idéalement les nuages situés entre 3000 et 6000 m d'altitude (il est uniquement possible de déterminer la direction du vent local sur un sommet exposé, en guise d'alternative).
 - b) Tous les PA se positionnent de manière à regarder exactement vers le secteur d'où proviennent les nuages (sur un sommet exposé, les PA regardent dans la direction d'où souffle le vent).
 - c) Tous les PA tendent à présent leurs deux bras latéralement. Les bras se trouvent à angle droit par rapport à la trajectoire des nuages ou au vent du sommet (figure dans l'ill. 5).
 - d) Le bras gauche est dirigé directement vers la zone de haute pression, le bras droit vers la zone de basse pression.
 - e) Les PA indiquent les points cardinaux auxquels se trouvent la zone de haute et la zone de basse pression. Les points cardinaux approximatifs peuvent être déterminés à l'aide d'une boussole, de la position du soleil ou de cartes géographiques.
 - f) Les réponses peuvent ensuite être vérifiées à l'aide d'une carte météo courante ou de l'animation des images satellites.

En quoi est-ce utile de savoir en quels secteurs se trouvent les zones de basse et de haute pression ?

→ Suite sur la carte suivante

INSTRUCTIONS INTERPRÉTATION ANIMATION 1 LE PANTIN (1^{ÈRE} PARTIE)

Le/la coach discute avec les PA de l'interprétation de la **situation météorologique présente** et des **prévisions météo**, pose les questions y afférentes et complète les réponses des PA.

Interprétation de la **situation météorologique présente** :

Nous savons désormais dans quels secteurs se trouvent actuellement les zones de haute et de basse pression.

Dans quelle mesure cette connaissance nous aide-t-elle à évaluer le temps qu'il fait ?

Réponse : Dans le secteur de la dépression, le temps est généralement plus maussade (plus de nuages, de pluie, de vent) qu'à l'endroit actuel. Dans le secteur de l'anticyclone, le temps est plus stable (plus ensoleillé et plus sec).

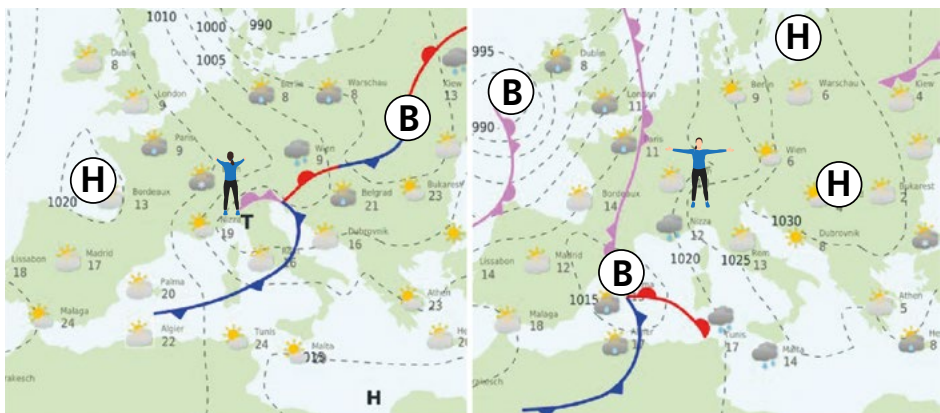
Interprétation pour les **prévisions météo** :

Les Alpes se trouvent dans la zone de vent d'ouest. Notre météo évolue souvent d'ouest en est. Cette règle empirique nous aide à présent à établir des prévisions météorologiques pour les prochaines 24 heures.

L'anticyclone ou la dépression se trouve-t-il maintenant plus à l'ouest en Europe ?

Réponse : Si l'anticyclone se situe plus à l'ouest (depuis le lieu d'observation, les nuages ont tendance à se déplacer du nord au sud), on peut s'attendre à une amélioration du temps dans les prochaines 24 heures. Si la dépression se situe plus à l'ouest (depuis le lieu d'observation, les nuages ont tendance à se déplacer du sud au nord), une dégradation du temps est probable.

→ **REMARQUE** : Cette règle empirique n'est cependant valable que si la météo évolue d'ouest en est. Elle s'applique donc souvent, mais pas toujours!



Légende



III. 6 : Deux cartes météo représentant une fois la dépression et une fois l'anticyclone plus à l'ouest.

Source : meteoschweiz.ch

www.sac-cas.ch/fr/envirottools



III. 7 : Le pantin 2^{ème} partie.

ANIMATION 1 : LE PANTIN (2^{ÈME} PARTIE)

Durée : 5 minutes

Matériel : –

Instructions

La position de l'anticyclone et de la dépression ainsi que la tendance sur 24 heures sont désormais connues. Mais comment la météo va-t-elle évoluer dans les prochaines heures ?

- 1) Tous les PA reprennent la position exacte du pantin de l'animation 1.
- 2) Tous les PA tendent les deux bras à 45° vers l'avant (figure dans l'illu. 7).
- 3) Les bras désignent à présent un secteur de 90° qui est intéressant pour les prochaines heures : c'est depuis ce secteur que la météo évolue. Dans le dos des PA se trouve la météo précédente, tandis que leur regard est tourné vers la météo à venir.
- 4) Que voyez-vous ? → **Identification des nuages, voir animation 2 Identification des nuages.**
- 5) Le/la coach pose aux PA la question finale suivante : que pouvons-nous déjà interpréter indépendamment de la forme des nuages ?

Réponse : Si les nuages se déplacent lentement, la météo change à une vitesse modérée. Mais s'ils se déplacent rapidement ou si je ne peux pas voir le secteur à cause des montagnes, des parois rocheuses ou des arbres, un changement de météo soudain est possible.

ANIMATION 2 : IDENTIFICATION DES NUAGES

Durée : env. 45 minutes **Matériel :** Cartes 9, 10, jeu de cartes Genres de nuages A6 11.1 à 11.10

Parfois, les nuages annoncent l'évolution de la météo. Si l'on peut attribuer les nuages à un genre de formation nuageuse et si l'on en connaît les caractéristiques, ils peuvent servir d'indicateurs météorologiques. Cela peut permettre d'établir des prévisions à court terme.

Objectif pédagogique

Les PA connaissent les différents genres de nuages et sont capables de les identifier. Ils savent lesquels se prêtent particulièrement à des prévisions à court terme.

Instructions

Le/la coach et les PA acquièrent les connaissances relatives à l'identification des nuages à l'aide des questions et informations suivantes et du tableau « Les 10 genres de nuages » (→ tab. 1).

Partie A : Acquisition des connaissances

Information du/de la coach aux PA :

La classification des nuages en 10 catégories se fait en fonction de leur hauteur et de leur forme. Il existe **trois étages de nuages** : les nuages de haute altitude, les nuages de moyenne altitude et les nuages de basse altitude.

Question aux PA : Pourquoi y a-t-il précisément trois étages ?

Réponse : Parce qu'il existe trois genres de nuages : **les nuages d'eau** composés de gouttes d'eau (= nuages bas, à env. 0–2 km d'altitude), **les nuages mixtes**, composés de gouttes d'eau et de cristaux de glace (= nuages de moyenne altitude, à env. 2–7 km d'altitude) et **les nuages de glace**, composés de cristaux de glace (= nuages élevés, à env. 7–13 km d'altitude).

Question aux PA : Comment s'appellent les deux formes de base des nuages ?

Réponse : Les nuages convectifs à développement vertical, en forme de chou-fleur, s'appellent des **cumul**, les nuages stratiformes à développement horizontal sont appelés **stratus**. On trouve ces nuages convectifs et stratiformes dans les trois étages nuageux.

Informations aux PA à l'aide du tableau « Les 10 genres de nuages » (→ ill. 15) : Les nuages de haute altitude (> 7 km) s'appellent toujours « **Cirro-** », c'est-à-dire nuages en forme de plumes. Leur température est inférieure à –40 °C. A l'étage supérieur, il en existe trois catégories : le **Cirrocumulus** (moutonnement élevé), le **Cirrostratus** (voile nuageux) et les **Cirrus** (plumes).

Les nuages de moyenne altitude (2–7 km) sont appelés « **Alto-** ». Leur température est comprise entre 0 °C et –40 °C. On distingue deux types. **Alto cumulus** (moutonnement de moyenne altitude) et l'**Altostratus** (nuage stratiforme de moyenne altitude).

Dans les nuages de basse altitude (0–2 km), on dénombre trois catégories : le **Cumulus** (nuage convectif), le **Stratus** (nuage stratiforme; en langage courant : brouillard et brouillard élevé) et le **Stratocumulus** (nuage convectif stratiforme). Tous les nuages cités jusqu'à présent n'apportent que peu ou pas de précipitations. Si des précipitations tombent d'un nuage, il reçoit alors le complément « **-nimbo-** » (= pluie). Ces nuages sont également considérés comme des nuages de basse altitude. Un nuage stratiforme qui donne de la pluie s'appelle **Nimbostratus**, un nuage convectif qui donne de la pluie s'appelle **Cumulonimbus**, (en langage courant : averse ou orage).

Les 10 genres de nuages		Genres de nuages		
		Cumulus (convectif)	Mixtes	Stratus (stratiforme)
Cirro- Nuages de haute altitude (nuages de glace) Altitude : 7–13 km		Cirrocumulus	Cirrus	Cirrostratus
Alto- Nuages de moyenne altitude (nuages de glace et d'eau) Altitude : 2–7 km		Alto cumulus		Altostratus
Nuages de basse altitude (nuages d'eau) Altitude : 0-2 km	Sans précipitations	Cumulus	Stratocumulus	Stratus
	Nimbo- Avec précipitations	Cumulonimbus		Nimbostratus

III. 8 : Aperçu des 10 genres de nuages, articulés selon les étages qu'ils occupent et leur genre

Partie B : Mise en pratique des connaissances

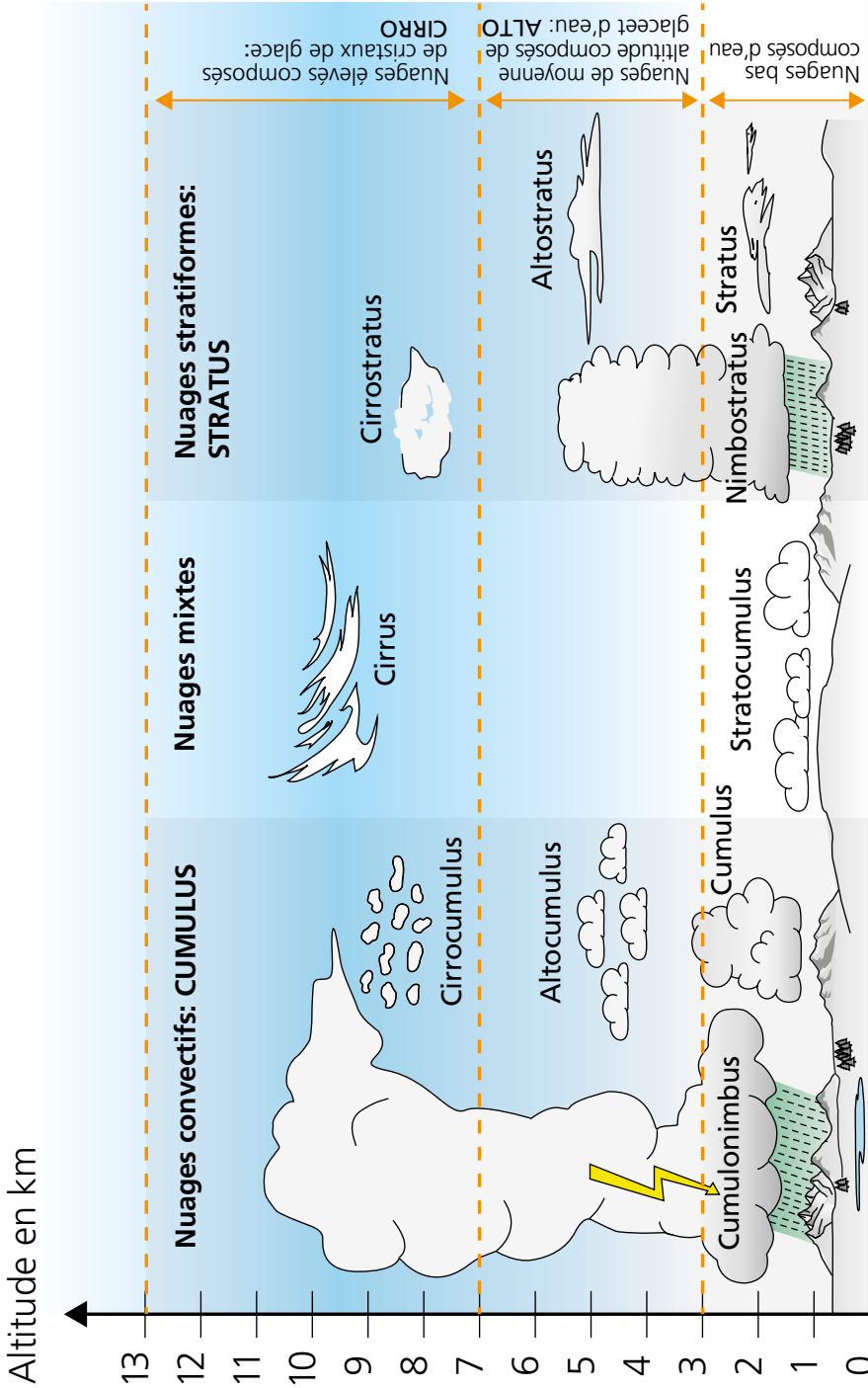
- Chaque PA prend → **1 ou 2 cartes des nuages (A6)**, il faut en distribuer 10 au total.
- Tous les PA se familiarisent avec les informations figurant au recto.
- Ensuite, les PA présentent l'un après l'autre leurs images de nuages en ne citant que les caractéristiques du nuage.
- Les PA essaient d'abord de déterminer l'étage du nuage (haute, moyenne, basse altitude).
Objectif : réduire le nombre de genres de nuages à choix. Ce n'est qu'ensuite qu'il faut essayer de déterminer le genre précis de nuage. → **L'ill. 8 de la carte 9, p. 18** ou le guide d'identification des nuages (→ **ill. 14 sur la carte 9, p. 18**) peuvent être utilisés comme supports visuels.
- Enfin, les PA expliquent quelle évolution météorologique leurs nuages indiquent.

Partie C : Application pratique des connaissances

- Après l'identification théorique des nuages, le groupe essaie de déterminer les nuages observables à ce moment-là.

Questions du/de la coach :

- Combien d'étages/de genres de nuages sont actuellement visibles ?
Chaque genre de nuage est ensuite examiné séparément, idéalement du plus élevé au plus bas.
 - Les PA peuvent-ils attribuer les différentes couches de nuages à un étage (haute, moyenne, basse altitude) ?
 - Les PA peuvent-ils attribuer le nuage à un genre concret de nuage ?
 - Au moyen de la carte des nuages, un PA indique la possibilité de prévision pour le genre de nuage.
 - Répéter les points b) à d) pour chaque genre de nuage.
- On peut répéter ultérieurement l'identification des nuages afin de consolider les connaissances acquises.
 - Pendant le reste du cours, les PA guettent la présence de « leur » nuage. Ils informent le groupe dès que ce dernier apparaît dans le ciel.



III 8 : Aperçu des 10 genres de nuages. CONNAISSANCES : Cirrus = panache, boucle de cheveux; Stratus = couche; Cumulus = amoncellement (nuage convectif); Alto = nuage de moyenne altitude; Nimbus = pluie. © villard.biz, Worblaufen



Source : *Philippe Gyarmati*

Cirrus (nuage en forme de plume)

Caractéristiques :

Nuage fin et blanc sous forme de filaments, de bandes étroites ou de flocons. Les cirrus sont constitués de cristaux de glace. Les traînées de condensation des avions font également partie de ce genre de nuages.

Prévisions :

1) Pas de prévisions en principe. Les cirrus apparaissent souvent à un grand intervalle des fronts météorologiques actifs. Du point de vue des prévisions, ils sont donc généralement insignifiants et l'on dit: « Avec les cirrus, on peut se tromper ».

2) Exception : les cirrus à crochets lors de l'arrivée d'un front chaud : dégradation lente de la météo. Lorsque le vent balaye les extrémités des cirrus pour les transformer en crochets ou en virgules (→ **au verso**), ils sont les premiers signes d'une dégradation de la météo. En général, les cirrus à crochets apparaissent 12 à 18 heures, parfois jusqu'à 24 heures avant le passage d'un front chaud.

3) Exception : les traînées de condensation : si ces dernières se dissipent rapidement derrière les avions, le temps restera stable dans les heures qui suivent. Si elles restent longtemps dans le ciel, cela signifie que le temps est humide à hauteur de l'avion. Cela peut être l'indice d'un changement de météo.



Source : Manuel météo pour randonneurs et alpinistes, Les Editions du CAS

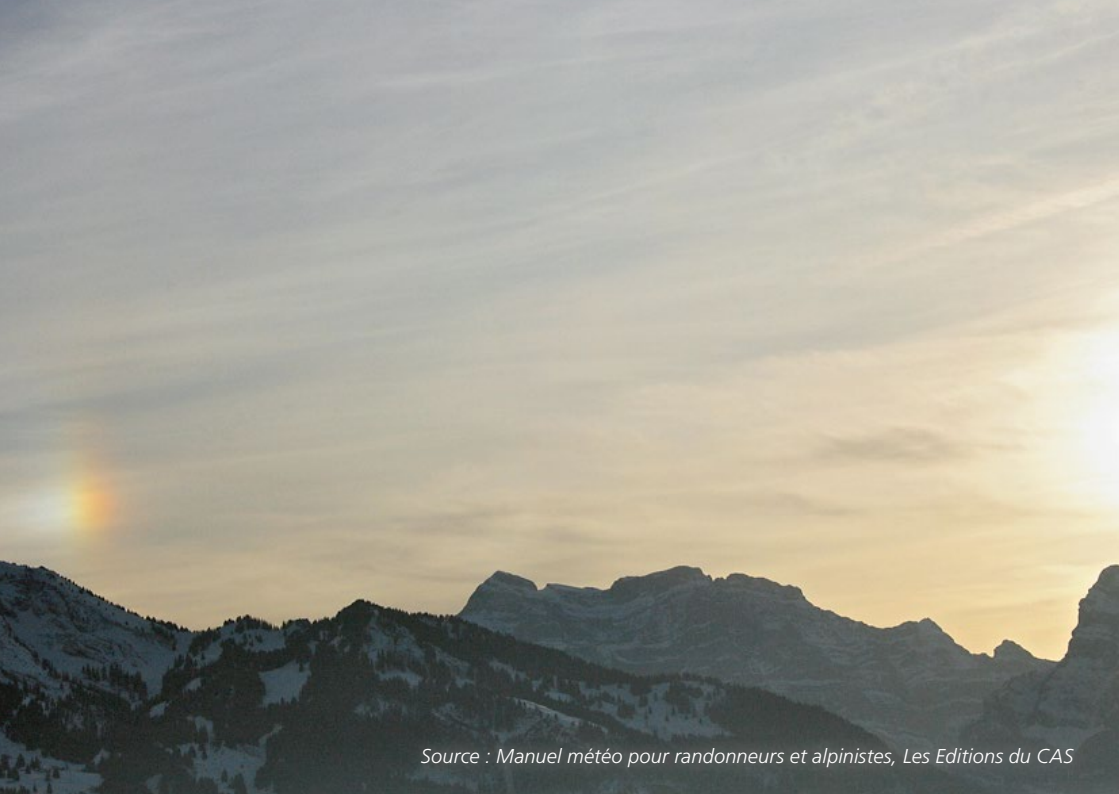
Cirrocumulus (nuages moutonnant d'altitude)

Caractéristiques :

Un genre rare de nuages qui se compose de fines agglomérations de nuages clairs (ill. 94). Les nuages fins ne présentent pas d'ombre propre (contrairement aux altocumulus). De plus, les agglomérations individuelles sont petites (taille souvent inférieure à l'ongle du pouce lorsque la main est tendue). Ils sont également composés de cristaux de glace.

Prévisions :

Peu de possibilités de prévision, tendance à une dégradation météorologique. Les cirrocumulus peuvent être le signe d'un changement vers un temps défavorable à l'alpinisme et à la randonnée. Ils peuvent (comme les cirrus) apparaître à un grand intervalle des fronts et ne sont donc que peu exploitables en matière de prévisions.



Source : Manuel météo pour randonneurs et alpinistes, Les Editions du CAS

Cirrostratus (voile nuageux)

Caractéristiques :

Voile nuageux blanchâtre et transparent. Des phénomènes de halo peuvent parfois être observés dans les nuages composés de cristaux de glace (p. ex. un anneau blanchâtre à légèrement coloré autour du soleil ou de la lune).

Prévisions :

Arrivée d'un front chaud et lente dégradation de la météo. Un cirrostratus qui s'épaissit est – outre les cirrus (nuages en forme de plumes) à crochet et à virgule (→ **carte 11.1**) – souvent le signe avant-coureur de l'approche d'un front chaud. En général, le cirrostratus se transforme ultérieurement en altostratus (nuage stratiforme de moyenne altitude, → **carte 11.5**). Le voile nuageux s'épaissit alors et la limite inférieure s'abaisse lentement. Le cirrostratus apparaît le plus souvent 9 à 12 heures, parfois jusqu'à 16 heures avant le passage d'un front chaud.

13



14



15



Source : Ill. 14 und 15 Philippe Gyarmati,
Ill. 16 Manuel météo pour randonneurs et alpinistes, Les Editions du CAS

Alto cumulus (nuages moutonnants de moyenne altitude)

Caractéristiques :

Nuages présentant une grande diversité de formes. Les alto cumulus se présentent souvent sous forme de vagues ou d'agglomérations. Lorsque le bras est tendu, les agglomérations individuelles sont généralement plus grandes que l'ongle du pouce et plus petites que le poing. Les alto cumulus sont principalement constitués de gouttelettes d'eau refroidies.

Prévisions :

1) Faible activité météorologique : les alto cumulus ordinaires sont souvent le signe que la bordure d'un front passe ou est en train de se dissiper. Ils sont les derniers nuages d'un front en train de se dissiper (→ **ill. 13**)

2) Föhn : les alto cumulus lenticularis (ondes orographiques, nuages lenticulaires, poissons de föhn) se forment à proximité des montagnes, lorsque le vent fort qui les survole provoque des mouvements ondulatoires. Ils apparaissent souvent dès le début d'une situation de föhn, alors qu'aucun signe de föhn n'est encore perceptible dans les vallées. Tant que les nuages lenticulaires sont présents dans le ciel, le föhn persiste. Les alto cumulus lenticularis sont donc le signe d'une météo chaude marquée par le föhn de brève durée. Au nord des Alpes, ils sont toutefois annonciateurs de mauvais temps. Dès qu'ils s'effilochent, le föhn s'effondre généralement peu après et un front froid apporte des précipitations (→ **ill. 14**)

3) Dégradation de la météo / orages : des alto cumulus dotés de tourelles cumuliformes (alto cumulus castellanus) ou des nuages en forme de flocons se déplaçant rapidement depuis le sud-ouest sont des signes de mauvais temps (→ **ill. 15**). En été, si les tourelles se forment dans la première moitié de la journée, il y a une très forte probabilité que des cellules orageuses se développent 8 à 12 heures plus tard, c'est-à-dire l'après-midi et en soirée.

III. 13 : Alto cumulus « moutonnement de nuages »

III. 14 : Alto cumulus Lenticularis

III. 15 : Alto cumulus Castellanus



Source : *Philippe Gyarmati*

Altostratus (nuage stratiforme de moyenne altitude)

Caractéristiques :

Nuage stratiforme gris et homogène, composé de gouttelettes d'eau et de cristaux de glace. Les nuages stratiformes fins sont translucides et laissent transparaître le soleil ou la lune sous la forme d'une tache claire. Contrairement au cirrostratus, l'altostratus ne présente pas de phénomène de halo.

Prévisions :

Arrivée d'un front chaud bientôt suivie de précipitations. Si le cirrostratus est suivi d'un altostratus, c'est signe que le front chaud se rapproche de plus en plus. Les nuages deviennent alors de plus en plus denses et leur limite inférieure s'abaisse. Des précipitations vont bientôt se produire. Elles toucheront d'abord les hautes montagnes, puis les régions de moindre altitude. L'altostratus se manifeste généralement 6 à 9 heures avant le passage du front.



Source : Philippe Gyarmati

Stratocumulus (nuage convectif stratiforme)

Caractéristiques :

Nuage gris ou blanchâtre qui couvre le ciel de nappes ayant la forme de grosses balles ou de mottes. Lorsque le bras est tendu, les différents éléments sont généralement plus grands qu'un poing. Ils forment la transition entre les nuages stratiformes et les nuages convectifs. Dans le cas du stratocumulus (comme dans celui du stratus), il y a toujours une inversion en altitude, ce qui explique pourquoi le nuage ne peut pas se développer et « croître » en altitude.

Prévisions :

Temps sec : ces nuages n'apportent généralement pas de précipitations et ne sont pas non plus le signe d'une arrivée ultérieure de la pluie.



Source : Philippe Gyarmati

Stratus (nuage stratiforme de basse altitude, voire brouillard ou brouillard élevé)

Caractéristiques :

Nuage stratiforme sans structure qui se forme surtout pendant le semestre d'hiver. En langage courant, ce nuage est appelé brouillard élevé ou brouillard. Le stratus apparaît surtout en cas de situation anticyclonique stable. Le nuage se situe toujours en dessous d'une inversion. Son développement est donc limité. Le stratus peut néanmoins parfois générer de la bruine ou de la neige de pollution.

Prévisions :

Météo maussade en plaine, beau temps en montagne avec bonne visibilité. Le brouillard se forme lors de situations anticycloniques stables et persistantes. Si la limite du brouillard reste à la même altitude ou s'abaisse, cela signifie généralement que le beau temps perdure. Si la limite du brouillard s'élève, c'est généralement le mauvais temps qui suit. La dissipation soudaine du brouillard est également le signe d'un changement de météo.

19



20



21



22



Source : Philippe Gyarmati

Cumulus (nuage convectif)

Caractéristiques :

Nuages blancs et denses. Leur bord inférieur est plat et sombre, les parties supérieures sont d'un blanc éclatant et comparables à un chou-fleur. L'épaisseur des cumulus est très variable. Ils sont toujours le signe d'une atmosphère instable chargée de masses d'air ascendantes (thermiques).

Prévisions :

1) Nuage qui continue à croître (→ III. 19) : le nuage continue à se refroidir en bourgeonnant vers le haut. De nouvelles gouttelettes d'eau se condensent alors en permanence. Celles-ci réfléchissent intensément la lumière du soleil, ce qui rend la partie supérieure lumineuse. Ainsi, relativement peu de lumière atteint les couches inférieures du nuage, qui apparaissent sombres avec une limite inférieure aux contours nets.

2) Nuage en train de se dissiper (→ III. 20) : lorsque l'amas de nuages s'affaisse, les gouttes d'eau s'évaporent à nouveau. La lumière du soleil n'est plus que faiblement réfléchi par les quelques gouttelettes. Le nuage est donc gris clair sur sa face supérieure et inférieure. De plus, il est effiloché, sans contours nets.

3) Nuage de beau temps (→ III. 21) : Les petits cumulus de l'après-midi et du soir au-dessus du Jura et des Alpes sont appelés nuages de beau temps. Ils sont le signe d'une météo anticyclonique stable.

4) Nuages précurseurs d'orages (→ III. 22) : Si les nuages s'élèvent de plus en plus haut en cours de journée, il convient de suivre attentivement leur évolution. En cas de situation de basse pression, les orages éclatent généralement d'abord dans le Jura et les Préalpes, puis dans les Alpes et en plaine.

III. 19 : Cumulus « bourgeonnants » **III. 20 :** Cumulus « en train de se dissiper »

III. 21 : Cumulus mediocris **III. 22 :** Cumulus congestus



Quelle: *Philippe Gyarmati*

Cumulonimbus (nuage d'averse ou d'orage)

Caractéristiques :

Volumineux nuage de haute altitude. Sa partie inférieure est composée de gouttelettes d'eau et ressemble à des nuages convectifs (cumuli) qui se développent avec vigueur. La partie supérieure du nuage, fibreuse, est composée de cristaux de glace. Elle s'étend souvent en forme d'enclume.

Prévisions :

Averses et orages : les cumulonimbus peuvent grandir et s'étendre rapidement. Lors de journées d'été lourdes, les différents nuages peuvent se rassembler pour former d'énormes concentrations (cellules orageuses) qui produisent des éclairs, du tonnerre, des pluies diluviennes ainsi que de la grêle et des rafales de vent. Une telle situation météorologique peut également se produire en plein été à l'approche d'un front froid. Avec l'arrivée des précipitations, la limite inférieure des nuages s'abaisse et des courants descendants apparaissent simultanément, ce qui entraîne la dissipation de la cellule orageuse. Il reste ensuite des champs d'altocumulus et quelques cirrus, vestiges de la formation en enclume.



Source : Philippe Gyarmati

Nimbostratus (nuage de pluie)

Caractéristiques :

Nuage gris et sombre à vaste développement vertical. Le nimbostratus succède souvent à l'altostratus et révèle le passage d'un front chaud. Les précipitations sont généralement de longue durée (crachin).

Prévisions :

Arrivée d'un front chaud et de **précipitations, amélioration du temps** après le passage du front. Le nimbostratus arrive généralement 3 à 6 heures avant le passage du front chaud. Il apporte des précipitations durables. Tant que le nimbostratus reste gris et sans structure, les précipitations persistent. Ce n'est que lorsque le ciel s'éclaircit et que les contours des nuages deviennent visibles que les précipitations diminuent et que la météo s'améliore. Si un front froid succède au front chaud, l'amélioration du temps sera de courte durée. En revanche, si un prolongement de l'anticyclone des Açores se déplace vers l'Europe centrale, il en résultera un temps chaud et stable.

MODULE 4 – ORAGES : ORIGINE, DANGERS ET COMPORTEMENT



III. 25 : Orage au-dessus du lac de Thoune. La foudre tombe souvent sur des sites exposés. La plus grande probabilité est que le point culminant, par exemple la croix sommitale ou une antenne, soit touché. Mais le danger est également accru en aval du sommet, sur les versants.

Pourquoi ce module ?

Les orages sont particulièrement cruciaux pour les courses de montagne en été. Ils peuvent se développer rapidement et présentent des dangers considérables.

Contenu : **Animation 1 Orages – apparition, signes, dangers**

Connaissances 1	Orages – Pourquoi, quand et où ?	Cartes 12, 13
Connaissances 2	Caractéristiques d'un orage	Carte 14
Connaissances 3	Dangers et comportement en cas d'orages	Carte 15

ANIMATION 1 : ORAGE – APPARITION, SIGNES, DANGERS

Durée : env. 30 minutes

Matériel : Cartes 12–15

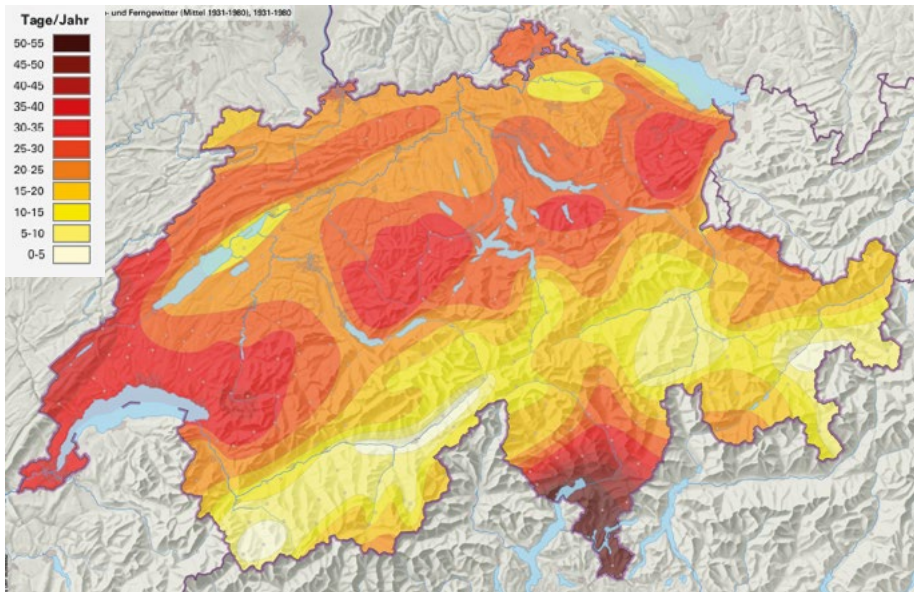
Objectif pédagogique

Les PA comprennent pourquoi, quand et où les orages se produisent et connaissent les signes typiques des orages. Ils connaissent les dangers liés aux orages et ont appris les principales mesures de précaution et règles de comportement.

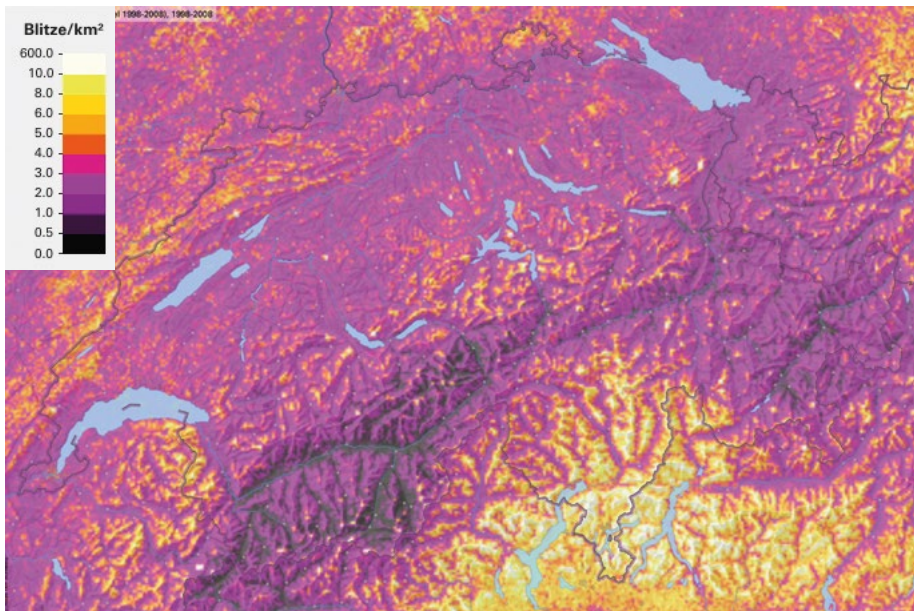
Instructions

Le groupe se scinde en trois sous-groupes. Chaque sous-groupe se penche sur un sujet (connaissances 1, connaissances 2, connaissances 3). Le sous-groupe présente le sujet soit dans un exposé, soit dans une discussion avec l'ensemble du groupe (répondre ensemble aux questions posées au groupe).

CONNAISSANCES 1 : ORAGES - POURQUOI, QUAND ET OÙ ?



III. 26 : Fréquence des orages en Suisse. Source : Atlas de la Suisse 3.



III. 27 : Impacts de foudre en Suisse et alentour. Source : Atlas de la Suisse 3.

QUESTIONS SUR CONNAISSANCES 1 : LES ORAGES – POURQUOI, QUAND ET OÙ ?

QUESTION 1 : Quelles sont les trois conditions qui doivent toujours être remplies pour qu'un orage se développe ?

RÉPONSE 1 : Instabilité, humidité, soulèvement (pour plus de détails, voir Manuel météo pour randonneurs et alpinistes, p. 119).

Instabilité : les couches d'air proches du sol (en dessous de 2000 m) doivent être beaucoup plus chaudes que l'air à une altitude élevée (au-dessus de 6000 m). Ainsi, grâce aux thermiques, l'air peut s'élever sans obstacle des vallées jusqu'à une altitude de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou plus froide.

Humidité : un orage est composé d'eau et de glace. Dans un air très sec, il ne se forme pratiquement pas de nuages et donc pas d'imposants nuages d'orage.

Soulèvement : dans l'atmosphère, il y a des zones dans lesquelles l'air descend massivement, par exemple dans les zones de haute pression. Cela freine la formation d'orages. C'est dans les zones d'ascension, c'est-à-dire dans les zones influencées par les basses pressions, comme les fronts froids, que les cellules orageuses se formeront de préférence.

QUESTION 2 : Quels sont les deux types d'orages les plus fréquents ?

RÉPONSE 2 : Les orages de chaleur et les orages frontaux.

Orages de chaleur : orages d'été qui se forment l'après-midi et le soir au-dessus des montagnes en cas de répartition uniforme de la pression (marais barométrique).

Orages frontaux : orages qui se forment sur un front et se produisent en toute saison et à tout moment de la journée. Ils se déplacent généralement rapidement et amorcent un changement de temps. Les orages frontaux sur les fronts froids d'été peuvent notamment s'avérer dangereux pour les alpinistes.

(> Plus d'informations et autres types d'orages : voir Manuel météo pour randonneurs et alpinistes p. 120–125)

QUESTION 3 : Quelle est la période de l'année où les orages se forment le plus souvent ?

RÉPONSE 3 : En Suisse, les orages se produisent le plus souvent en été, c'est-à-dire de mai à septembre. Dans les Alpes, les orages sont plus rares en mai et juin qu'en juillet et août, car en début d'été, la neige recouvre encore de grandes surfaces. Au cours de l'été, de plus en plus de roches et d'éboulis apparaissent. Ces « surfaces thermique s » favorisent la formation d'orages.

QUESTION 4 : Les orages se forment-ils de préférence en été dans le monde entier ?

RÉPONSE 4 : Non. Au-dessus de l'Atlantique Nord, c'est l'hiver qui est la saison des orages. En général, peu d'orages s'y forment et les orages d'hiver sont faibles, mais les incursions d'air froid polaire au-dessus des eaux chaudes assurent une instabilité suffisante. Dans la région méditerranéenne, c'est l'automne qui est la saison des orages. En été, l'air y est trop sec en raison d'une influence anticyclonique constante. En automne, il peut y avoir des orages forts car des zones de basse pression apportent alors de l'humidité ainsi que des zones de soulèvement.

QUESTION 5 : Dans quelles régions de Suisse se forment le plus souvent des orages ?

RÉPONSE 5 : → ill. 9 ! Carte 12.

Le hotspot orageux de Suisse est le centre et le sud du Tessin. Cependant, les orages sont également fréquents dans le Jura et les Préalpes. Ils sont plus rares dans les Alpes.

QUESTION 6 : Pourquoi y a-t-il plus d'orages dans les Préalpes que dans les Alpes ?

RÉPONSE 6 : Les orages se forment là où l'air est humide et chaud. Dans les Alpes, l'air est certes chaud, mais souvent plus sec que dans les Préalpes et le Jura.

QUESTION 7 : Où la foudre tombe-t-elle le plus souvent ?

RÉPONSE 7 : → ill. 10 ! Carte 12.

La répartition de la fréquence des orages et des impacts de foudre est similaire. La plupart des éclairs sont enregistrés sur le versant sud des Alpes. Mais il y a aussi relativement beaucoup d'impacts de foudre sur le versant nord des Alpes, en particulier sur les antennes émettrices situées sur les collines et les montagnes, comme au Chasseral, au Bantiger, au Rigi ou au Säntis, ce hotspot de foudre du versant septentrional des Alpes. Dans les Alpes, les impacts de foudre sont moins fréquents et le risque de foudre est relativement faible dans les vallées. Les sommets de montagne exposés, comme le Cervin, sont néanmoins de véritables pièges à foudre.

QUESTION 8 : A quel moment de la journée les orages se forment-ils ?

RÉPONSE 8 : Les orages, en particulier les orages frontaux, peuvent se produire à tout moment de la journée. En raison du réchauffement diurne, la fréquence des orages est toutefois nettement plus élevée en deuxième partie d'après-midi et en soirée. Le Tessin constitue une exception car les orages s'y forment aussi souvent pendant la nuit. Cela s'explique notamment par le fait que dans le centre et le sud du Tessin, l'air des vallées est souvent nettement plus lourd la nuit que sur le versant septentrional des Alpes. La température ne descend pas en dessous de 20 °C. Le vent frais de montagne qui se lève le soir et la nuit depuis les vallées supérieures pousse l'air chaud et humide vers les hauteurs, ce qui suffit déjà à la formation d'orages. Au nord des Alpes, l'air n'est généralement pas assez lourd pour la formation d'orages.

QUESTION 9 : Existe-t-il une direction typique de déplacement des orages ?

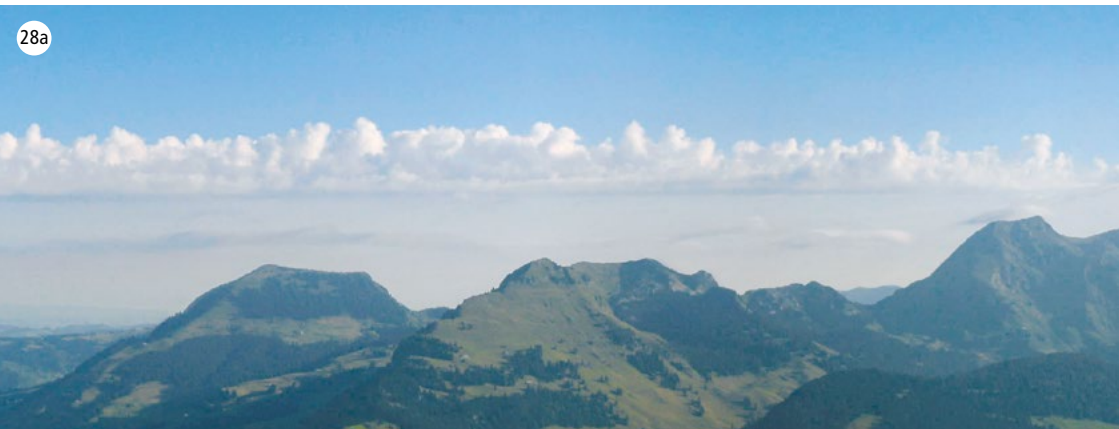
RÉPONSE 9 : Les orages se déplacent avec le vent moyen à une altitude comprise entre 3000 et 6000 mètres. Lorsque le vent est faible, ils se déplacent lentement ou restent presque stationnaires. Les orages peuvent surgir de n'importe quel secteur, mais ils viennent souvent du sud-ouest. Les orages de grêle, en particulier, suivent souvent une trajectoire allant du sud-ouest au nord-est.

QUESTION 10 : D'où viennent les éclairs et le tonnerre ?

RÉPONSE 10 : Un orage donne lieu à des tempêtes. Les grains de grésil et les petits cristaux de glace se frottent les uns contre les autres ou se déchirent. En raison de la séparation des charges, il existe un champ de tension électrique entre le nuage et le sol, mais aussi dans les nuages. L'éclair compense ces différences de tension. Le canal de la foudre chauffe l'air de manière explosive, ce qui produit le tonnerre. Le tonnerre est audible jusqu'à une distance d'environ 10 km.

CONNAISSANCES 2 : CARACTÉRISTIQUES D'UN ORAGE

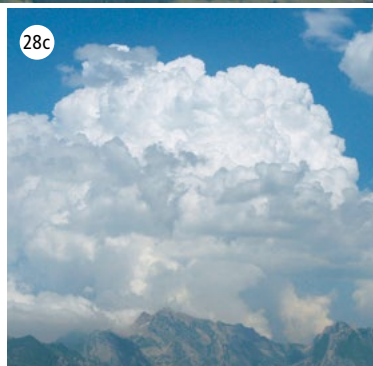
28a



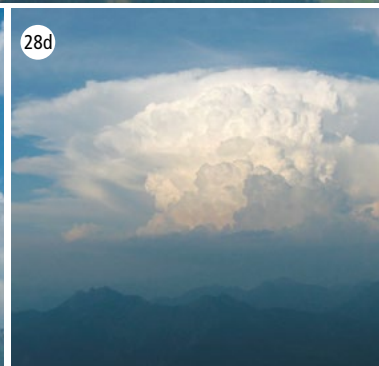
28b



28c



28d



III. 28a–28d : Evolution typique d'un orage de chaleur par marais biométrique. **28a :** La présence d'une bande allongée de nuages à petites tours (altocumulus castellanus) en début de matinée signale que les conditions atmosphériques sont propices au développement d'un orage. **28b:** Vers midi, les premiers nuages cumuliformes apparaissent (**28c**). Ils prennent graduellement de l'ampleur en altitude jusqu'à atteindre le stade d'une cellule orageuse en forme d'enclume (cumulonimbus **28d**). (Source : *Manuel météo pour randonneurs et alpinistes*, édition du CAS).

QUESTION 1 : Quels changements par rapport à la veille peuvent indiquer une augmentation du risque d'orage ?

RÉPONSE 1 :

Brume : La visibilité se dégrade en raison de l'augmentation de l'humidité de l'air. Le ciel n'est plus d'un bleu profond, mais d'un bleu clair ou presque grisâtre.

Pression atmosphérique : La pression atmosphérique chute et est plus basse que la veille.

Nuages : Les nuages convectifs se forment plus tôt, sont plus nombreux et se développent plus haut que la veille à la même heure.

QUESTION 2 : Quel est le déroulement typique d'une journée d'orages de chaleur par marais barométrique ? (Remarque : ce type d'orage est brièvement décrit dans les questions sur les connaissances 1, réponse 2).

RÉPONSE 2 : La journée commence de manière assez ensoleillée. La visibilité dans les vallées est troublée par la brume, mais la visibilité au loin est également mauvaise en montagne. Le ciel n'est plus d'un bleu profond, mais plutôt bleu clair. Les altocumulus castellanus sont des indicateurs d'orage fiables : des protubérances individuelles s'élèvent d'un banc de nuages. Elles indiquent que l'air est instable à moyenne altitude. Pendant la journée, les premiers petits nuages convectifs (cumulus) se forment au-dessus des montagnes. Ils grossissent rapidement lorsque l'instabilité et l'humidité sont suffisantes. L'après-midi et le soir, ils atteignent une hauteur de 10 km, voire plus, et forment une enclume dont la partie supérieure s'effiloche. Les premiers orages (cumulonimbus) se développent. Selon les vents d'altitude et l'instabilité, ils restent stationnaires et locaux ou bien ils gagnent d'autres régions. En fin de soirée et durant la nuit, les orages se désagrègent et les nuages se dissipent progressivement.

QUESTION 3 : Quels sont les « mots clés » du bulletin météo qui indiquent un risque accru d'orage ?

RÉPONSE 3 : Mot-clé « **front froid** » : si le bulletin météo mentionne l'approche ou le passage d'un front froid, la prudence est de mise et il convient de s'intéresser d'un peu plus près à la situation météorologique. Toute l'année, mais surtout en été, de puissantes cellules orageuses peuvent se développer très tôt à l'approche d'un front froid. Elles peuvent provenir rapidement du sud-ouest, voire du nord-ouest et provoquer une dégradation du temps dans les Alpes. Mot-clé « **marais barométrique** » : en été, il se forme souvent après un temps anticyclonique. Le soleil réchauffe les terres, ce qui entraîne une baisse de la pression et affaiblit l'anticyclone. Il en résulte une répartition uniforme de la pression (marais barométrique). En cours de journée, des cellules orageuses se forment, notamment dans le Jura ainsi qu'au-dessus des Préalpes et des Alpes. Si, en plus, une « goutte froide » (air plus froid à haute altitude) ou un front froid se déplace en direction des Alpes, l'activité orageuse augmente sensiblement.

QUESTION 4 : Comment puis-je évaluer en permanence le risque d'orage pendant une randonnée ?

RÉPONSE 4 : En observant les alentours, je peux détecter des changements : la visibilité se détériore-t-elle pendant la journée en raison de l'augmentation de la brume ? D'où viennent les nuages et à quelle vitesse se déplacent-ils ? Plus tard, des orages éclateront dans cette zone. Les nuages convectifs s'amoncellent-ils rapidement en altitude ? Le vent change-t-il ? Par exemple, le risque d'orage augmente considérablement après un épisode de föehn. L'altimètre indique-t-il une altitude plus élevée que la veille ou le baromètre baisse-t-il ? Cela indique une influence croissante de la dépression, ce qui augmente le risque d'orage. Au moyen de mon smartphone, je peux vérifier la situation météorologique dans un environnement plus large, hors de mon champ de vision : de gros nuages convectifs ou un front sont-ils identifiables sur l'image satellite ou sur l'enregistrement de la webcam dans le secteur d'où proviennent les nuages ? Des cellules orageuses avec des décharges de foudre sont-elles déjà visibles sur le radar des précipitations ? Une alerte orage est-elle activée pour ma région ?

CONNAISSANCES 3 : DANGERS ET COMPORTEMENT EN CAS D'ORAGES

QUESTION 1 : Quels sont les dangers liés aux orages ?

RÉPONSE 1 :

Conséquences directes : Foudre et courants de retour, chute de température, formation de gel, réduction soudaine de la visibilité : brouillard, rafales de vent. Précipitations : neige, pluie, grêle

Conséquences indirectes : avalanche, chute de pierres, glissement de terrain, crue

QUESTION 2 : Quelles sont les précautions à prendre avant la course ?

RÉPONSE 2 : Prévisions météorologiques : tenir compte des orages dans la planification. Prudence en cas de **marais barométrique** avec des orages de chaleur l'après-midi et le soir, surtout en cas de **fronts froids** estivaux, où de violents orages sont possibles à tout moment. Conseil : la veille, consulter l'image radar prévue (application MétéoSuisse > Animations > Symbole de la pluie). On s'intéressera aux points suivants : à partir de quand les premières cellules orageuses se développent-elles dans un rayon allant jusqu'à 100 km ? Comment ces cellules se déplacent-elles ? Je sais ainsi à partir de quand je dois observer la météo durant ma course et de quel secteur les orages arrivent. Il faut savoir que les modèles météorologiques à haute résolution peuvent certes simuler des cellules orageuses isolées, mais qu'il n'est pas encore possible de prévoir en détail les positions et les tailles réelles des cellules orageuses. Lors de la planification de course, il faut vérifier si je serai encore en chemin au moment où l'orage se produira et s'il y a des passages critiques – par exemple une arête exposée, une zone sans visibilité ou dépourvue de réception de réseau mobile. Les critères de décision pour la poursuite de la course devraient être définis au préalable, de même que les éventuelles possibilités de repli et de protection.

QUESTION 3 : Quelles sont les précautions à prendre en chemin (en cas d'orages prévisibles) ?

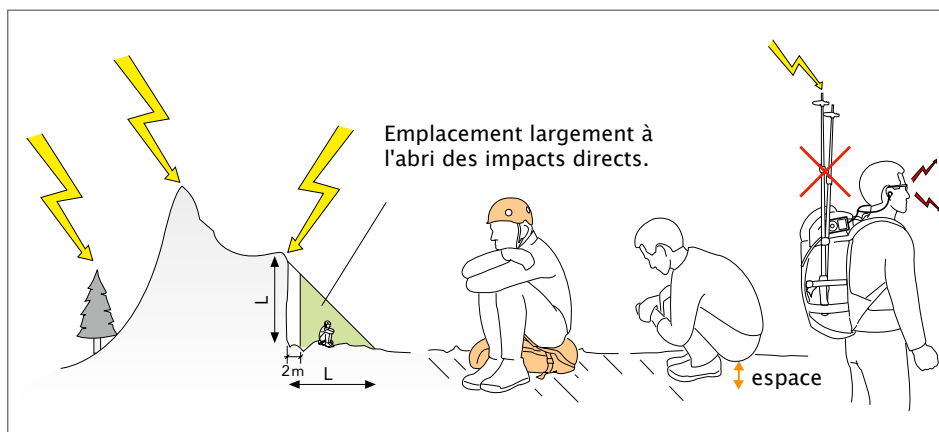
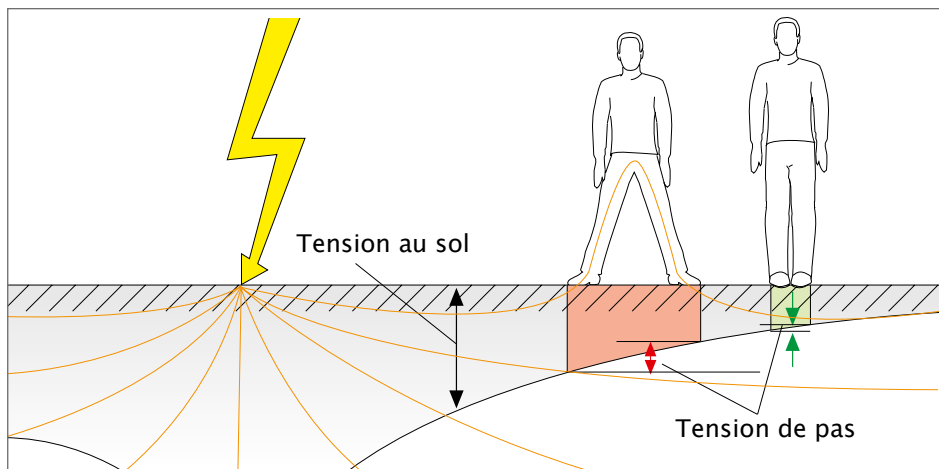
RÉPONSE 3 : Il convient d'observer en permanence l'évolution du temps. Il s'agit d'identifier le secteur d'où viennent les nuages. Celui-ci est alors observé de manière particulièrement intensive. Le smartphone fournit d'autres informations météorologiques, par exemple le radar météorologique du moment.

QUESTION 4 : Comportement juste avant ou pendant l'orage : quel site doit être évité, quel endroit offre une protection ?

RÉPONSE 4 : La foudre frappe de préférence les structures proéminentes, c'est pourquoi il faut les éviter : sommets, arêtes, pylônes, arbres isolés sur de vastes plateaux, parois rocheuses humides, câbles métalliques.

Offrent protection : cuvettes, chemins creux, saillies rocheuses, grottes, cabanes dotées d'un paratonnerre, voitures, cabine métallique d'un téléphérique, intérieur des forêts.

→ **illustration :** au verso.



III. 29 : Pour se protéger de la foudre, il faut s'éloigner rapidement et en toute sécurité des endroits exposés (sommet, arête) et attendre en position de protection. En position debout et accroupie, les jambes sont fermées afin de réduire « la tension de pas ». © villard.biz, Worblaufen