



## Comment interpréter un émagramme?

Article de Micha Schultze paru dans le Swiss Glider Juin 2003

### La radiosonde

A partir de nombreux points de la surface terrestre montent dans le ciel, deux fois par jour, des ballons chargés de sonder l'atmosphère. Appelés aussi radiosondes, ces ballons de quelques mètres de diamètre et nonhabités sont équipés d'appareils qui mesurent la température, l'humidité et divers agents de pollution atmosphérique. Leur déplacement horizontal permet en outre de calculer la direction et la force des vents. Parvenue à une altitude de quelque 30 km, l'enveloppe du ballon s'est dilatée au point d'exploser. Les appareils de mesure redescendent alors sur terre, accrochés à un parachute. Seul un tiers des radiosondes sont retrouvées et peuvent être utilisées une seconde fois. En Suisse, la station de radiosondage de Payerne lance chaque jour à 00 et 12 h UTC des ballons-sondes munis d'instruments adéquats. UTC (Universal Time Coordinate) équivaut à un fuseau horaire en retard de deux heures par rapport à l'heure d'été d'Europe centrale. Les données obtenues fournissent des informations précises sur la structure verticale de l'atmosphère et constituent un élément déterminant lors de l'analyse et de la prévision du temps.

### L'émagramme

L'émagramme (appelé également TEMP, téphigramme ou diagramme de Stüve) est une représentation verticale de la température et de l'humidité de l'air. Ce graphique illustre de façon aussi précise que possible les divers processus thermodynamiques observés dans la troposphère, où se produisent les phénomènes à l'origine du temps qu'il fait. Les nombreuses lignes et échelles de valeurs subsidiaires sont censées aider à déchiffrer l'émagramme, mais elles ont généralement un effet rebutant pour celui qui consulte pour la première fois un tel graphique. Si l'on réussit à franchir ce premier cap de compréhension, on sera étonné de découvrir la richesse d'informations que contient un émagramme. En abscisse (axe des x ou axe horizontal) est indiquée la température en °C, en ordonnée (axe des y ou axe vertical) l'altitude en mètres et hPa. Sur les diagrammes traditionnels que l'on rencontre dans d'autres domaines, ces deux axes sont perpendiculaires. Sur un émagramme, les lignes de même température sont par contre inclinées à 45° et tracées de gauche en bas à droite en haut (fig. 1). En valeur moyenne, la température dans la troposphère décroît avec l'altitude. Je décrirai cette évolution comme « normale ». Dans l'émagramme, la variation effective de la température est représentée par une ligne rouge et la courbe de la température moyenne par une ligne verticale. On parle d'isothermie lorsque la courbe rouge de la température évolue parallèlement aux lignes de même température (celles inclinées à 45°). La figure 1 montre ainsi qu'il est aussi possible de détecter une inversion sur l'émagramme.

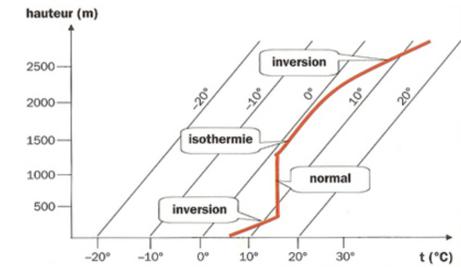


fig. 1: Sur l'émagramme, les lignes de même température (Isothermes) sont inclinées à 45° vers la droite. La ligne rouge représente l'évolution hypothétique de la température. On reconnaît instantanément les tronçons révélant des inversions, isothermies et baisses normales de la température.

### Les émagrammes de MétéoSuisse

Les émagrammes des radiosondages de Payerne et d'autres stations, actualisés en permanence, peuvent être consultés sur Internet à l'adresse [www.meteosuisse.ch/fr/Donnees/Mesures/IndexMesures.shtml](http://www.meteosuisse.ch/fr/Donnees/Mesures/IndexMesures.shtml) environ une heure après le lancement de la sonde. A titre d'exemple, nous étudierons l'émagramme du 1er mai 2003 (fig. 2). En haut au milieu sont relevées la date et l'heure du radiosondage. Z équivaut à UTC. Sur l'axe vertical figurent à gauche l'altitude en hPa et à droite l'altitude en mètres et en pieds. Les lignes de même température (isothermes) sont tracées en noir de gauche en bas à droite en haut. L'isotherme 0 °C est plus épaisse que les autres isothermes. L'écart entre deux isothermes voisines correspond à 2°C. Les valeurs des isothermes, données par palier de 10°C, sont entourées d'un cercle de couleur noire (fig. 2). La courbe rouge à l'extrémité droite indique la puissance du vent. L'échelle correspondante se trouve en bas à droite (0 à 100 kt). Les flèches rouges situées à côté précisent la vitesse (horizontale) du vent. Les deux autres courbes rouges concernent la température et le point de rosée.

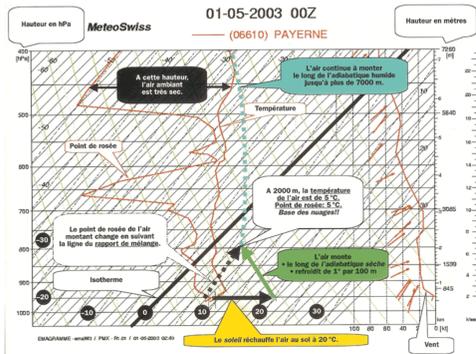


fig. 2: Emagramme du 1er mai 2003 à 02 h.

### Température

La température au niveau du sol avoisine 10°C. Dans les 300 premiers mètres d'altitude, on reconnaît une inversion au sol. Entre 850 et 1500 m, la température décroît fortement. Au-delà et jusqu'à 4300 m, la baisse de la température, abstraction faite de variations minimes, est presque verticale, c-à-d. normale. La limite du 0° se situe à 2100 m, au point d'intersection de la courbe de températures et de l'isotherme 0°.

### Humidité de l'air

La ligne rouge de gauche est la courbe d'état de l'humidité, établie en fonction du point de rosée: chaque température indiquée est celle à laquelle l'air, s'il était refroidi, se condenserait. Plus la courbe des points de rosée est proche de la courbe des températures, plus l'air est humide. A l'altitude correspondant à la jonction de ces deux courbes se forment des nuages. Dans l'exemple choisi, l'air au niveau du sol est très humide. Au-dessus, la différence entre la température atmosphérique et le point de rosée est de 4 à 6°C. A 3500 m, l'air est assez sec. A 4400 m, la différence température/point de rosée est inférieure à 1°C. On peut donc supposer que l'on trouvera, à cette altitude, des nuages épars.

### Perspectives de la prévision des thermiques

Dès le lever du soleil, le sol se réchauffe de même que, par voie de conséquence, l'air situé juste au-dessus. Admettons que les températures maximales atteignent ce jour là 20°C. L'air, qui a une température de 20 °C au sol, s'élève dans l'atmosphère et se refroidissant de 1 °C/100 m. Les lignes subsidiaires illustrant ce processus, vertes sur l'émagramme et tracées de droite en bas à gauche en haut, se nomment adiabatiques sèches. Adiabatique sèche signifie que l'air ambiant ne se mélange pas avec l'air ascendant et que ce dernier ne se condense pas durant son ascension. Comme les adiabatiques sèches ne sont reprises que tous les 5 °C, il faut dessiner une ligne subsidiaire parallèlement aux adiabatiques sèches. L'air en ascension continuant de se refroidir, son humidité relative croît et s'approche toujours plus du point de rosée. Le point de rosée de l'air ascendant se modifie en suivant la ligne du rapport de mélange constant. Sur l'émagramme, ces lignes sont tirées et tracées de gauche en bas à droite en haut. La base des nuages se situe à l'altitude où le rapport de mélange (tirets noirs) coupe l'adiabatique sèche (ligne verte). Ici, température et point de rosée sont à 5 °C et l'humidité relative s'élève à 100%. Au-dessus de la base, l'air continue de monter, mais le long des adiabatiques humides (tirets bleus). Dans l'exemple choisi, l'air pourrait monter jusqu'à plus de 7000 m et l'on assisterait à la formation de nuages d'orage. Cependant, la couche d'air au dessus, très sèche, assèche l'air humide en ascension. En présence d'un air ambiant extrêmement sec, le processus décrit n'est plus de nature strictement adiabatique. Il existe une grande variété de courbes de températures et de points de rosée. Aucun émagramme ne ressemble à un autre. De plus, les températures maximales varient en fonction de l'ensoleillement. Si les adiabatiques sèches devaient couper la courbe de températures, cela signifierait qu'à l'altitude correspondante, la température de l'air ascendant est identique à celle de l'air ambiant: l'air ne peut continuer à monter. Dans ce cas, il ne se condense pas et on parle de thermiques bleus. Et lorsque c'est l'adiabatique humide qui coupe la courbe des températures, la limite supérieure du nuage se situe à cette altitude.

La hauteur de la base des nuages dépend de deux facteurs:

- 1. Température maximale:** elle est annoncée dans chaque bulletin météo. Pour chaque hausse d'un degré de température, la base des nuages s'élève de 125 m.
- 2. Point de rosée:** plus l'air est sec et plus la base est élevée. Mais lorsqu'il est trop sec, pas d'apparition de la base (thermiques bleus).

Pour être précis, il faut ajouter que l'exemple étudié est valable uniquement si le niveau de la vallée se trouve à la même altitude que la station de radiosondage. Si l'on veut, pour un site donné, déterminer la hauteur de la base des nuages au dessus d'une vallée située à 1000 m, il faut tracer l'adiabatique sèche à partir de cette altitude. Etant donné que les températures maximales annoncées concernent la plaine, ces données doivent être corrigées de -0,5 °C par tranche de 100 m. La température maximale pour un site de vol proche d'une vallée située à 1000 m sera donc inférieure de 2,5 °C.

Si l'on reprend sur l'émagramme le point de rosée de la station ANETZ la plus proche et suit, à partir de ce point, le rapport de mélange constant, on peut affirmer nos prévisions. Les points de rosée sont actualisés d'heure en heure sur Internet: [www.meteotest.ch/img/wepro/pro\\_tt.gif](http://www.meteotest.ch/img/wepro/pro_tt.gif)

### Limites de la prévision des thermiques

L'utilisation de l'émagramme pour la prévision des thermiques est soumise à des limites dues au lieu et à l'heure. La radiosonde de Payerne est lancée à 02 h. Si l'état des couches d'air au dessus de Payerne correspond à celui des sites sur lesquels nous souhaitons voler, et qu'il ne se produit pas de changements importants entre 2 h du matin et le moment où nous enroulons nos thermiques, les prévisions sont fiables. Plus le site est proche de Payerne et les vents sont faibles, plus les conditions seront conformes à ces prévisions. Pour la partie occidentale et centrale du pays, les valeurs des radiosondages par situation de haute pression ou marais barométrique sont très représentatives, par faible situation d'ouest ou de bise, encore relativement représentatives. Par vent modéré à fort, il est conseillé de consulter également les valeurs de la plus proche station côté au vent. En cas de menace de frehn, voire de simple tendance au frehn, la qualité de la prévision des thermiques sera aléatoire. Même la subsidence liée à la formation rapide d'une zone de haute pression provoque un affaissement de la limite supérieure des thermiques.

### Gradient de température

En plus de la hauteur de la base des nuages, l'émagramme peut fournir des indications sur la nature des thermiques. Il suffit pour cela de lire le gradient de température, en l'occurrence la baisse de la température par 100 m. On peut se fonder sur les règles suivantes:

Gradient de température (°C/100m)	Qualité des thermiques
< 0.5	mauvais
0.5 - 0.6	médiocres
0.6 - 0.8	bons
> 0.8	trop puissants

La situation est optimale lorsque la courbe de températures présente une baisse de 0,7 °C/100 m. Si cette baisse est supérieure à 0,8 °C/100 m, les pompes sont souvent étroites, relativement musclées et peu agréables à enrouler. On peut, sur le site [www.birdland.li](http://www.birdland.li) imprimer sur feuille transparente un graphique très pratique pour déterminer le gradient de température. Il suffit de tenir cette feuille sur l'écran de l'émagramme et l'on sait aussitôt à quelles altitudes trouver les bons thermiques.