

Quelle est la façon correcte d'imaginer et d'enseigner l'aérogologie? Certains météorologues, dont quelques professionnels, restent attachés à la conception et aux outils de prévisions d'il y a 30 ans. Ces mêmes météorologues s'empressent de souligner les limites et les défauts des modèles numériques pour tenter de pallier leurs propres limites de connaissances. S'il est vrai que les modèles sont loin d'être parfaits, essentiellement a cause du nombre restreint de mesures météo de base qui manquent parfois aussi de précision, il faut garder à l'esprit qu'il n'y a pas mieux actuellement!



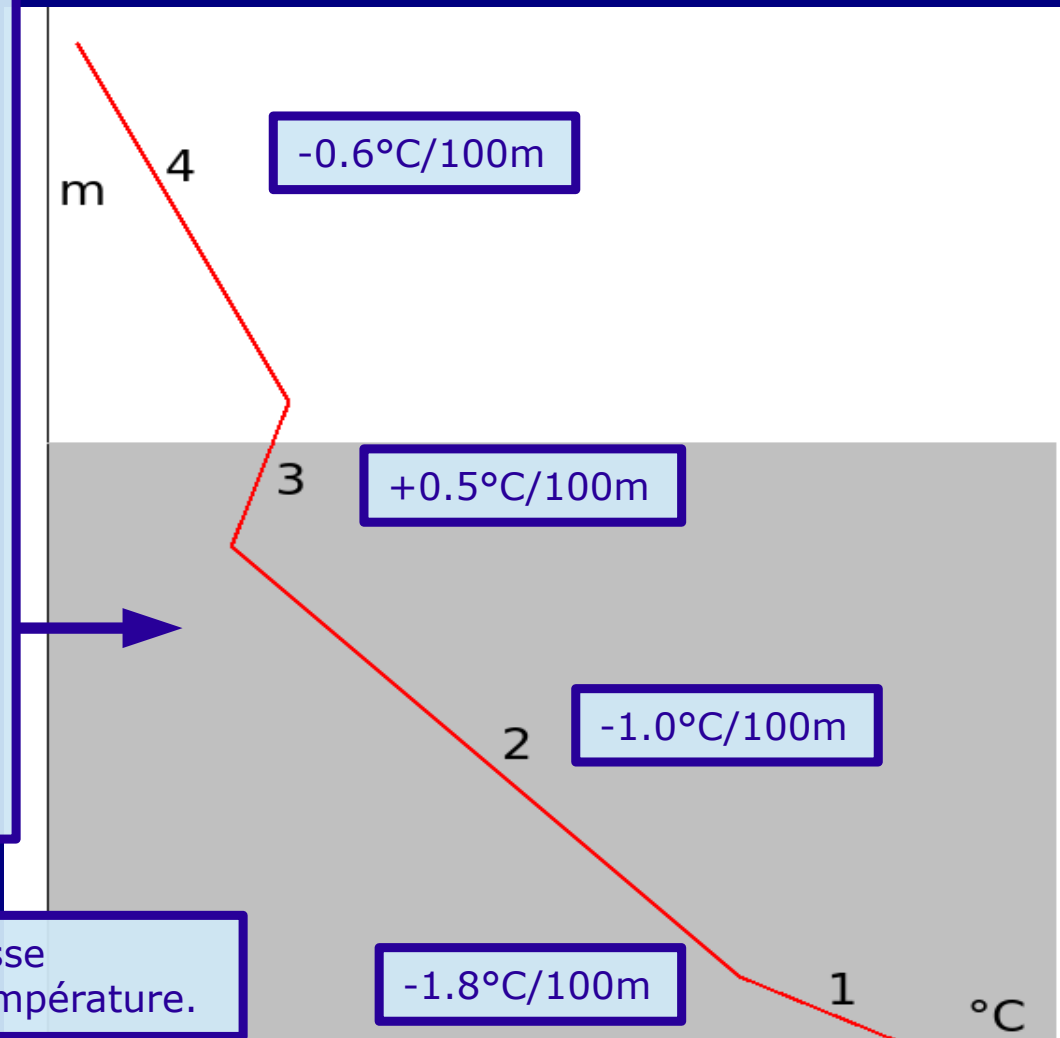
Voici en 7 points ce que l'on rencontre de désuet ou d'erroné dans certains documents de météorologie pour pilotes de planeurs et de vol libre :

Les sept péchés capitaux de la conception conservatrice de l'aérogologie

1. Ne pas prendre en compte la notion de couche convective:

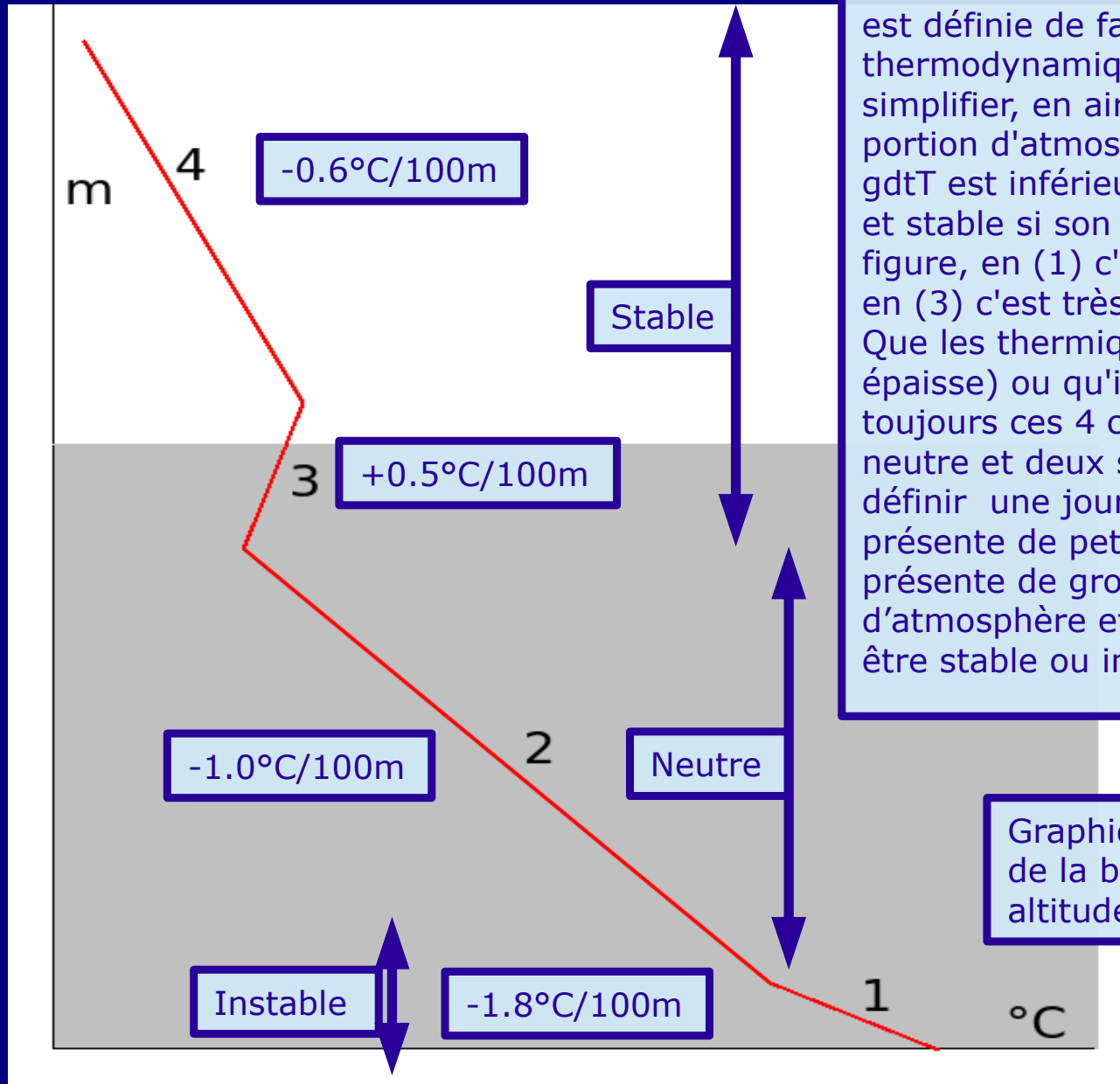
De nombreuses études récentes et sérieuses prouvent l'existence et l'importance de la couche limite planétaire au bas de la troposphère. Durant la journée, en particulier ensoleillée, on parle simplement de couche convective (=CC) car c'est à ce niveau que se produisent les convections (=thermiques) sèches, autrement dit non orageuses. Ne pas prendre en compte cette couche va d'emblée fausser la représentation mentale de l'aérodologie au plus près de la réalité. Rappelons le plus simplement possible la courbe de température dans la basse troposphère pour définir la CC.

Près du sol (1), on observe une courte portion où le gradient de température (gdtT) est largement inférieure à $-1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Juste en dessus (2) le gdtT vaut environ $-1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Puis il y a une couche (3) où le gdtT est plus grand que -1 , voire est positif (inversion). Les couches 1 et 2 représentent la CC (rectangle gris) limitée en haut par la couche 3. Au-dessus de la CC, en 4, le gdtT varie entre -0.8 et -0.4 jusqu'à la tropopause. Cette configuration lors de jour ensoleillé est presque immuable. Seule la hauteur de la CC varie d'une heure, d'un jour, d'un endroit et d'une saison à l'autre. Deux autres caractéristiques de la CC sont (1) sa grande concentration en aérosols (poussières) d'où son aspect brumeux et (2) de nombreux turbulences et mélanges d'air en raison de mouvements atmosphériques verticaux incessants.



Graphique de la structure thermique de la basse troposphère. Axe m = altitude et axe °C = température.

2. Utiliser la notion de stabilité / instabilité à mauvais escient:



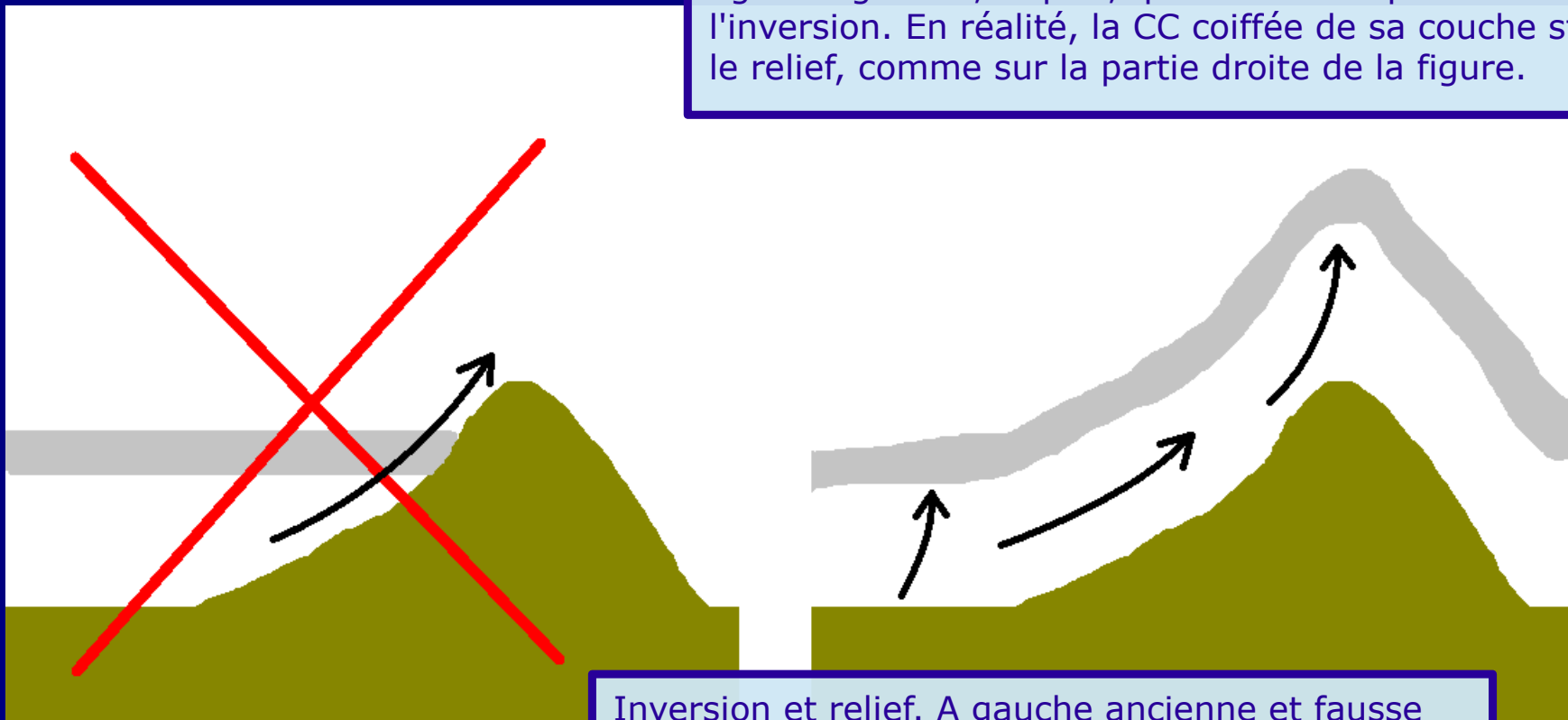
Les pilotes utilisent souvent les termes de stable et instable de façon floue et inexacte. La stabilité est définie de façon très rigoureuse en thermodynamique atmosphérique. Pour simplifier, en air non saturé d'humidité, une portion d'atmosphère est instable lorsque son gdtT est inférieure à -1, neutre si son gdtT = -1 et stable si son gdtT est supérieur à -1. Sur la figure, en (1) c'est instable, en (2) c'est neutre, en (3) c'est très stable et en (4) c'est stable. Que les thermiques soient forts et hauts (CC épaisse) ou qu'ils soient chétifs (CC mince), on a toujours ces 4 couches : une instable, une neutre et deux stables. Il est donc absurde de définir une journée comme stable si elle présente de petits thermiques et instables si elle présente de gros thermiques. C'est une couche d'atmosphère et non pas une journée qui peut être stable ou instable.

Graphique de la structure thermique de la basse troposphère. Axe m = altitude et axe °C = température.

3. S'imaginer doctement l'inversion:

Les pilotes sont souvent assez fiers d'annoncer qu'ils ont compris et décelé une inversion dans le ciel. Certes la CC est coiffée par une couche très stable mais sans que ce soit toujours une inversion. Il est impossible de prétendre à l'existence ou non d'une vraie inversion seulement par l'observation.

Mais ce qui est particulièrement absurde d'un point de vue thermodynamique atmosphérique c'est de croire que l'inversion sur une pente ensoleillée persiste comme sur la figure à gauche, et pire, que le vent de pente traverse l'inversion. En réalité, la CC coiffée de sa couche stable, suit le relief, comme sur la partie droite de la figure.

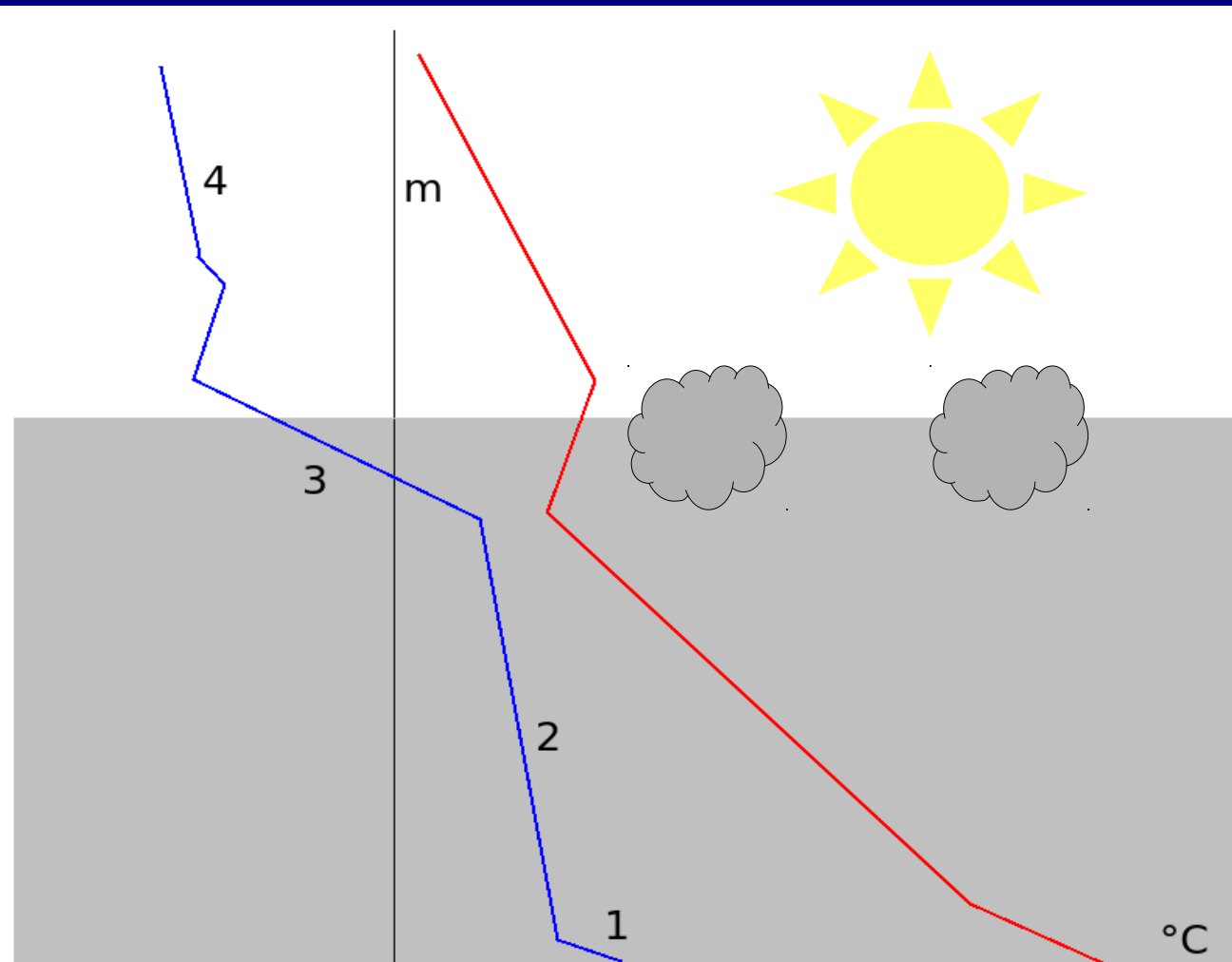


Inversion et relief. A gauche ancienne et fausse représentation. A droite, représentation réaliste.

4. Ne pas prendre en compte la courbe d'humidité:

Certains auteurs parlent de la courbe d'état de température sans dire un mot sur la courbe d'humidité de l'atmosphère de laquelle on peut pourtant déduire la nébulosité.

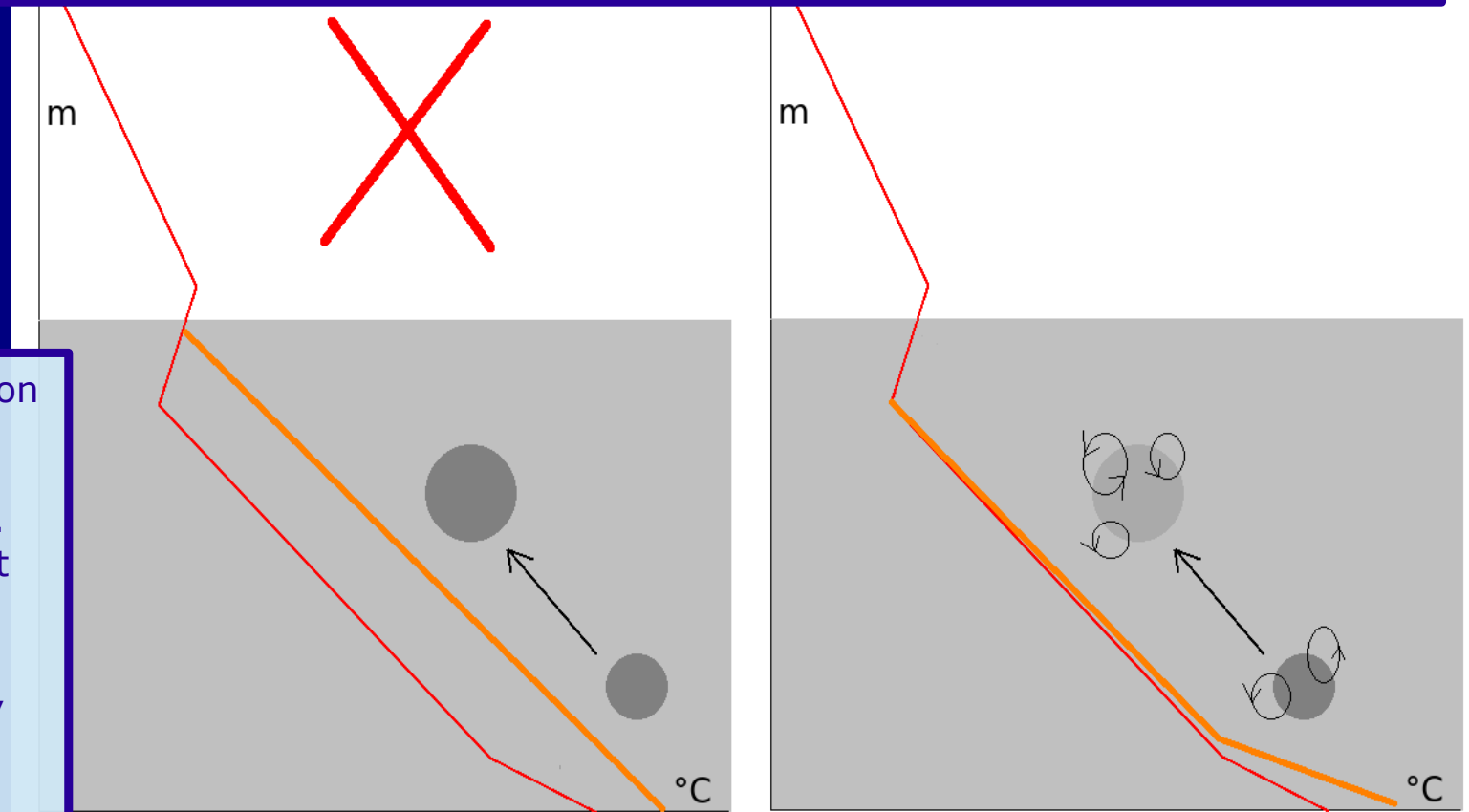
La figure montre les courbes d'état de température et d'humidité (points de rosée) typique d'une belle journée de vol. Près du sol, on observe une petite chute d'humidité (1), puis (2) une décroissance faible et régulière de -0.3 à -0.2 °C/100m dans la presque totalité de la CC. Au sommet de la CC, coiffée par la couche très stable, il y a une assez brusque chute du point de rosée (3). Au-dessus de la CC (4), la courbe d'humidité est variable et chaotique, dépendant de la masse d'air.



Aspect typique de courbes d'état de l'atmosphère (température et humidité) durant une journée ensoleillée.

5. Croire que le thermique est semblable à une montgolfière et qu'il n'y a pas de mélange d'air entre thermique et air environnant:

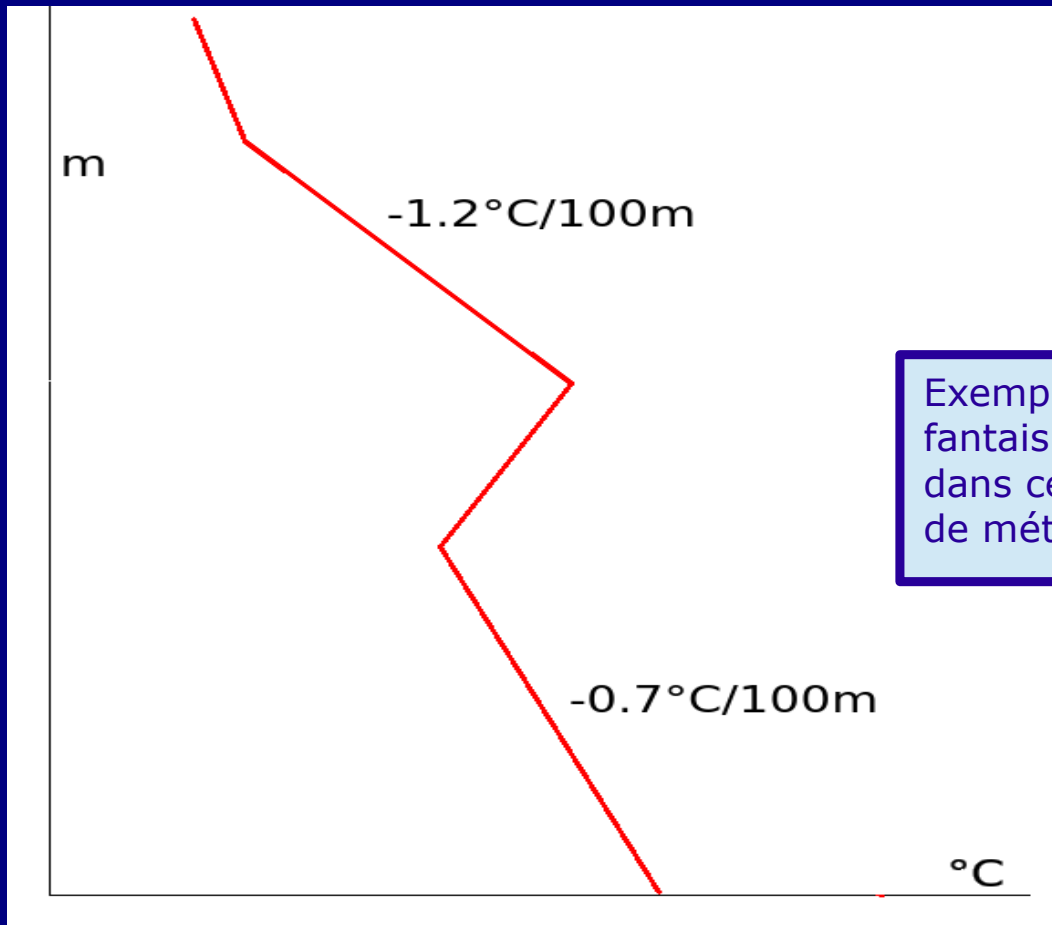
Classiquement, beaucoup d'auteurs s'imaginent le thermique comme une montgolfière qui subit un processus adiabatique (=sans échange de chaleur avec l'environnement) lors de son ascension. Ils s'imaginent ainsi une différence de température entre l'air du thermique et l'air environnant de 1-3°C qui persiste sur toute la hauteur de l'ascendance comme sur la figure à gauche. C'est faux. En réalité, les turbulences autour du thermique sont telles que l'air dans et hors du thermique se mélange rapidement comme sur la figure à droite. Quelques auteurs sérieux, dont Lindemann, pilote de voile-à-voile et physicien allemand, par des mesures précises, ont montré que si juste au-dessus du sol les différences de température de l'air peuvent être de 1-2 degrés, celles-ci se réduisent à moins de quelques dixièmes de degré plus haut dans la couche convective.



A gauche, représentation classique et fautive du thermique, à droite représentation réaliste. En rouge, courbe d'état de température (à l'extérieur du thermique). En orange, température dans le thermique.

6. S'imaginer des courbes d'état de températures fantaisistes:

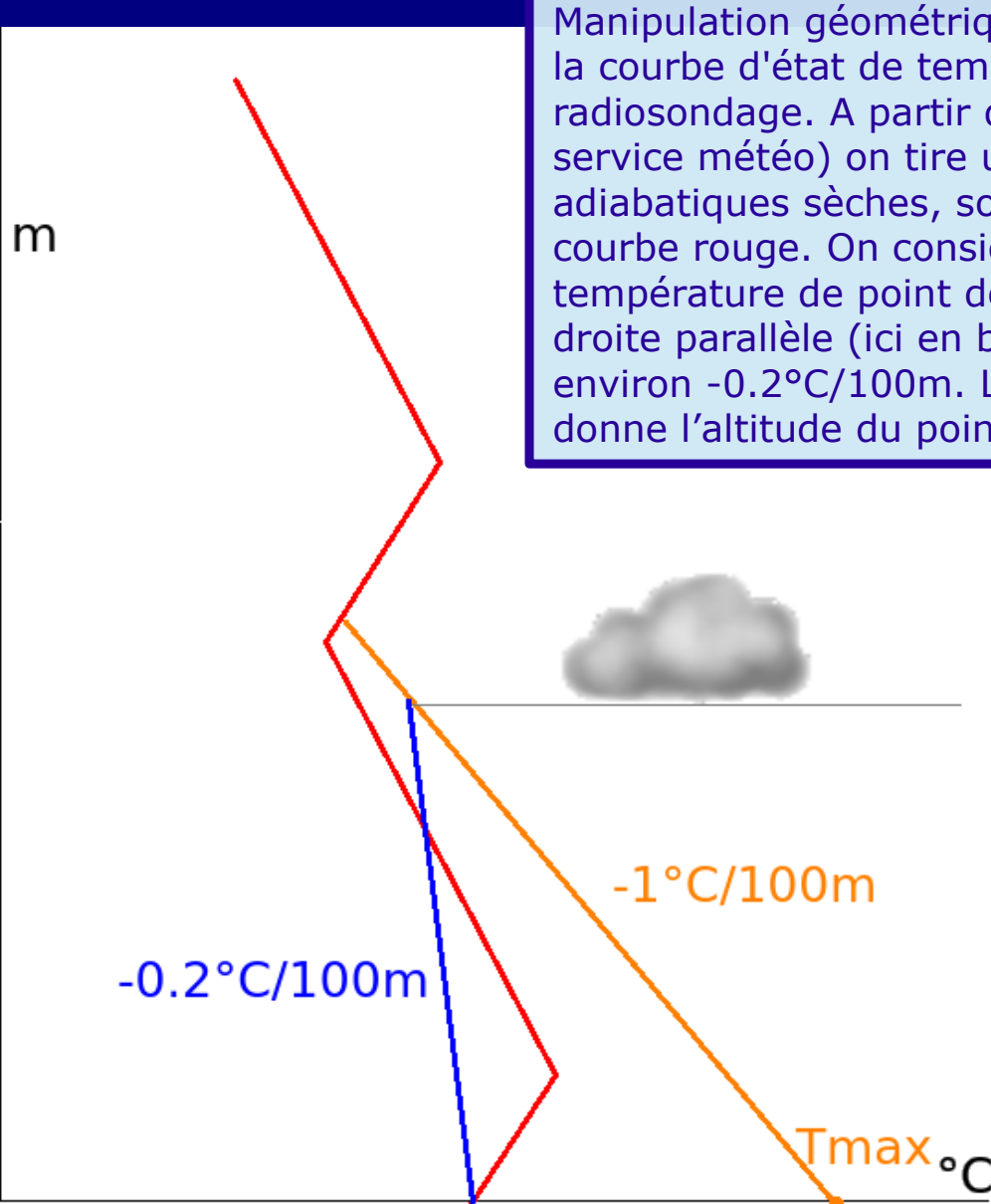
Pour expliquer l'émagramme, d'autres auteurs inventent une courbe de température fantaisiste et irréaliste comme sur la figure. Je défie quiconque de me montrer un exemple de telle courbe issue d'un radiosondage lors d'une journée ensoleillée. Sur ce graphique, la première aberration est un $gdtT = -0.7$ dans la basse atmosphère alors que dans la réalité on trouve le $gdtT$ typique de la CC = $-1^\circ\text{C}/100\text{m}$. Par contre on n'observe jamais des $gdtT$ de -1.2 dans la haute troposphère, en dessus de la CC, mais des $gdtT$ entre -0.9 et -0.4 . On trouve aussi d'autres absurdités comme une courbe partant du niveau de la mer pour une région montagneuse dont l'altitude moyenne du sol est par exemple supérieure à 1000 m.



Exemple de courbe fantaisiste rencontrée dans certains ouvrages de météo.

7. Baser naïvement ses prévisions sur le radiosondage de la nuit:

la figure montre la méthode géométrique classique et simple pour prévoir le plafond et la base des cumulus à partir d'un radiosondage.



Manipulation géométrique classique d'un émagramme: La courbe rouge est la courbe d'état de température, en général celle de minuit d'un radiosondage. A partir de Tmax (la température maximale prévue par les service météo) on tire une parallèle (ici en orange) aux isolignes adiabatiques sèches, soit environ $-1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ jusqu'à l'intersection avec la courbe rouge. On considère que la température nocturne de l'air au sol = température de point de rosée durant la journée. On tire de celle-ci une droite parallèle (ici en bleu) aux isolignes de rapport de mélange, soit environ $-0.2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. L'intersection de la droite bleue et de la droite orange donne l'altitude du point de condensation (base des cumulus).

Le problème est que l'on se base sur des courbes mesurées plusieurs heures avant le vol et souvent plusieurs dizaines de kilomètres loin du site de vol dont la topographie est très différente du lieu de radiosondage. Il faut une sacrée dose de mauvaise foi ou de niaiserie pour prétendre à la supériorité de cette méthode triviale par rapport aux milliards d'opérations mathématiques très complexes des modèles eulériens comme WRF, GFS, COSMO qui tiennent compte de la topographie et de l'évolution de la météo dans le temps.

Fin