



## 1.3 Vol thermique de plaine : la bulle

### Description

remis à jour le 16/2/22

« le passage d'un état métastable à instable de la petite parcelle d'air qui constituera la bulle au début de sa formation n'est pas facile à expliquer, pour simplifier on dira qu'il se produit toujours sur une singularité : le tremplin à bulle »

*Robert S*

Le rayonnement solaire traverse l'atmosphère sans beaucoup la réchauffer, il est en partie réfléchi suivant la nature du sol et ses irrégularités, chauffe la couche de contact et déclenche le processus de convection thermique initié par la bulle.

#### 1.3.1 La source thermique (fig.1)

C'est un radiateur au contact duquel le caractère de l'air est modifié pour le rendre plus léger que la masse d'air environnante de sorte qu'il soit susceptible de monter s'il reçoit une impulsion initiale (contraste de température).

Certaines zones chauffent plus la couche d'air de contact pour générer une instabilité favorable au décollage.



fig.1 – Réservoir de chaleur : ce champ clair est assez vaste pour chauffer un gros volume par le vent.

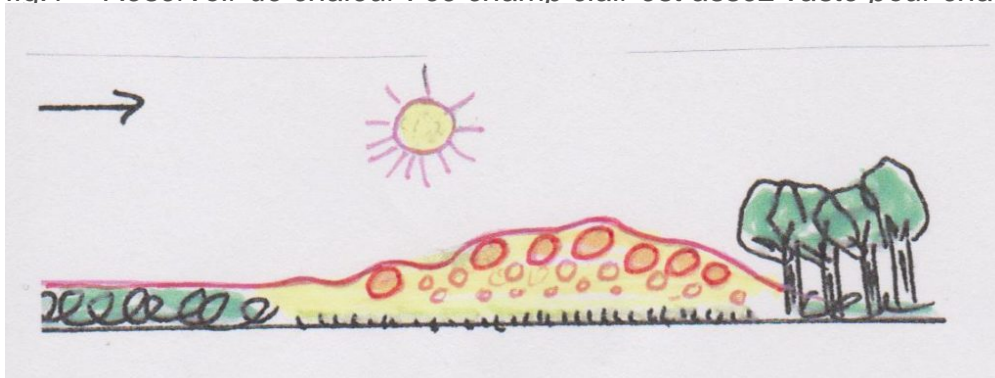


fig.2 – A ce moment un SAL peut tenir quelque minutes entre 3 et 10 m sans dériver sur une couche de contact boursouflée .

### 1.3.2 Formation de micro-bulles(fig.2)

Sur ce réservoir de chaleur, l'épaisseur d'air réchauffé de façon inégale (contraste d'albédo avec la jachère et le bosquet) augmente par endroits sous l'influence des différences de température entre les bullettes. Le réservoir se boursoufle, la couche commence à frémir.

Puis déformées par la brise qui dessine des vagues (dont les pentes virtuelles produisent des turbulences) la couche s'accumule contre l'obstacle du bosquet. Cependant, sans l'impulsion qui le fera d

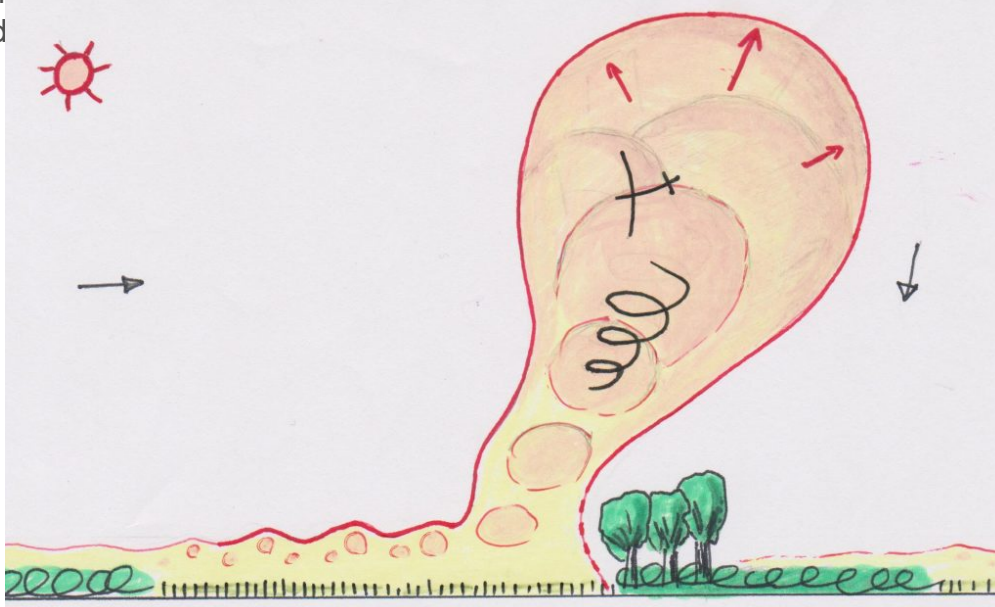


fig.3 – Dilatation : la VZ est faible , le lancé-main spirale serrée « sur une table de bistrot » .  
Il n'a que très peu dérivé.

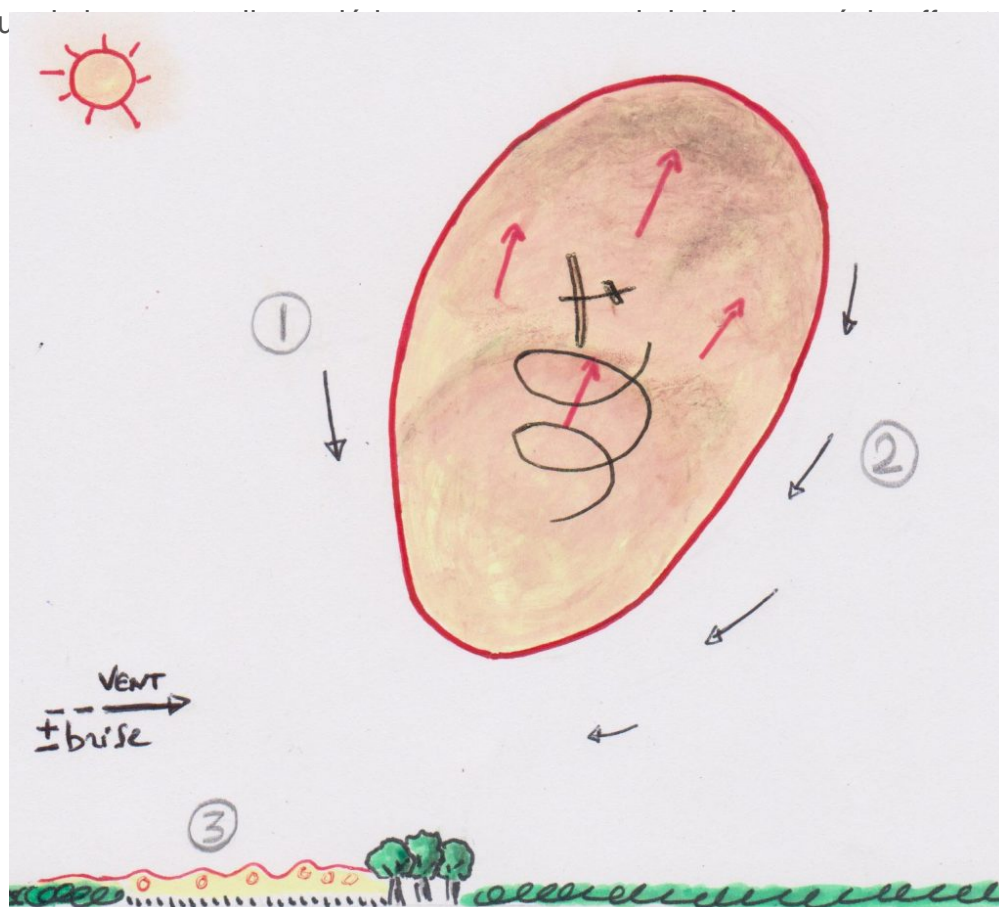
### 1.3.3 Les micro-bulles se dilatent (fig.3)

Elles s'agglomèrent, la couche s'épaissit, elle a accumulé assez d'énergie. Poussée par la brise, elle bute sur un bosquet qui évapore plusieurs tonnes d'eau par jour, cette augmentation d'humidité (modification du caractère de l'air) allège et propulse la couche qui s'échappe en montant.

La brutale expansion turbulente de la couche de contact bloquée et allégée par le bosquet est le starter sans lequel la bulle ne décollerait pas.

La bulle naissante se soulève, encore directement alimentée par le sol, elle se détend en hauteur au-dessus du bosquet et se dilate, elle se dilate et se dilate.

1.3.4



*f1g.4 La bulle monte , le SAL peut élargir la spirale dans un VZ positive. Il commence à dériver.*

L'air est un excellent isolant thermique (c'est l'air retenu dans un pull de laine qui nous isole du froid). Si l'atmosphère est instable, la bulle d'air chaud se détache du sol, forme une cellule autonome qui monte et commence à dériver dans une masse d'air environnante plus froide et plus dense.

Au sol et au-vent de la bulle la brise est chaude, elle change de direction et commence à accélérer.

- Sans vent l'expansion de la bulle est harmonieuse, elle sera facile à centrer, elle monte et dérive peu.
- Dans le vent, près du sol le taux de montée est encore faible, la bulle est mal organisée et souvent turbulente, autour et surtout sous-le-vent, la descendance qui l'entoure comble le déplacement d'air ? et ?. il faut se laisser dériver avec elle, soigner le pilotage et rester dedans car dessous ça dégueule...  
Plus bas, le sol chauffe toujours ?, la bulle suivante se prépare sur le même tremplin .

### 1.3.5 la vie de la bulle pendant son expansion

Sans documentation précise sur le sujet ce n'est qu'une description par le ressenti.  
En montant la bulle frictionne la masse d'air ambiante.

- Sans vent, le gradient horizontal de portance et la répartition des turbulences à la périphérie de la bulle sont répartis de façon relativement symétrique. ([paragraphe 1.4.1.2](#)) la bulle se régénère par son centre. Situation privilégiée car la plupart des vols doivent composer avec le vent.
- Dans un vent soutenu la bulle est déformée et les turbulences périphériques sont en général plus fortes sous-le-vent de la bulle que à-son-vent.

Le ressenti en spirale indiquerait que dans son ascension l'expansion de la bulle se fait essentiellement dans sa partie au-vent et qu'elle se « dégonfle » dans sa partie sous-le-vent. ([voir paragraphe 1.4.2](#)) La cadence adoptée en spirale confirme ce ressenti. ([paragraphe 1.7.2](#))

### 1.3.6 La bulle dérive avec la masse d'air et se renforce (fig.5)

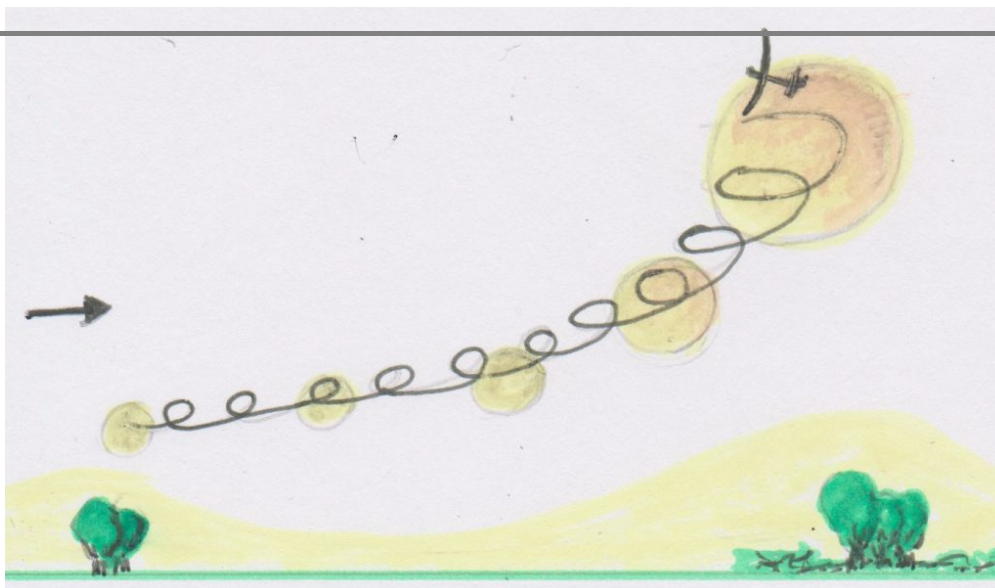


fig.5

Encore près du sol la bulle naissante est faible étroite, parfois turbulente et difficile à centrer, son taux de montée est alors asthénique. Dans la bulle le planeur monte peu et dérive beaucoup, souvent à la limite de pouvoir revenir à son point de départ. Au fil de sa dérive au-dessus d'une couche de contact chaude qui continue à l'alimenter, puis renforcée par d'autres bulles sur un autre tremplin, elle s'organise, augmente de volume, de puissance et accélère sa montée.

L'ascension du planeur continuera en dérivant dans la bulle tant qu'elle refroidit moins vite que la température de la masse d'air qu'elle traverse. Elle devient progressivement plus facile à exploiter et le pilote peut élargir sa spirale dans une Vz confortable. Ce petit jeu délicat avec un planeur gratteur est très intéressant : les accrochages bas restent en mémoire !

### 1.3.7 Déclenchements en chaîne (fig.6)



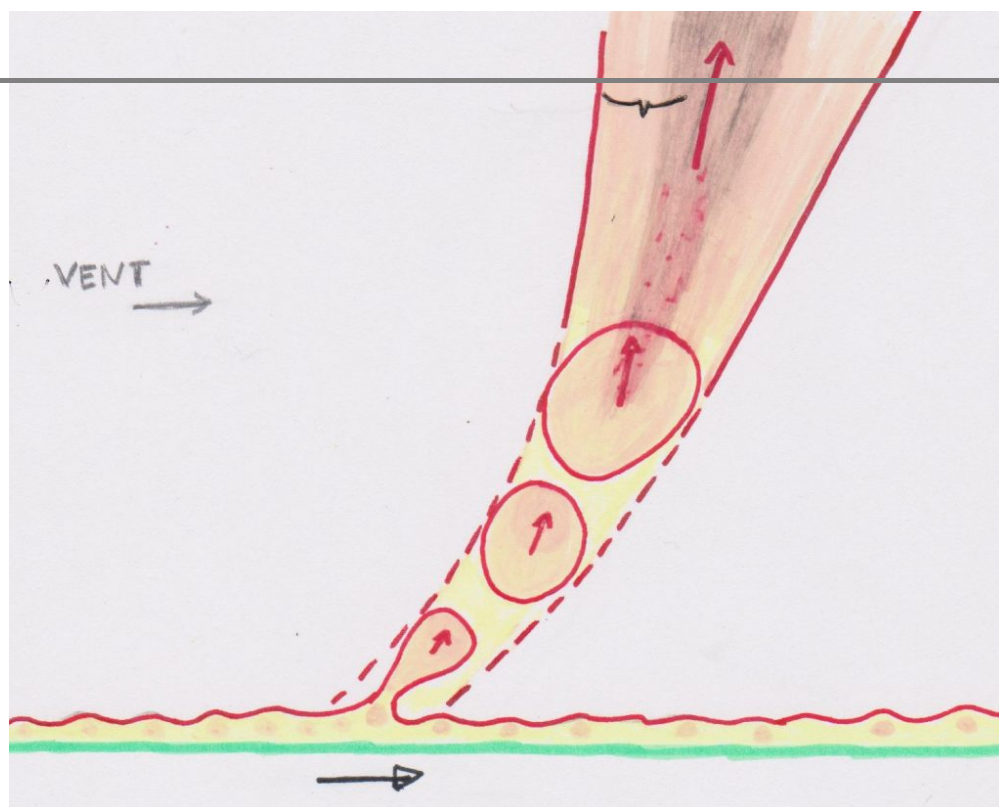


fig.6 – La colonne thermique

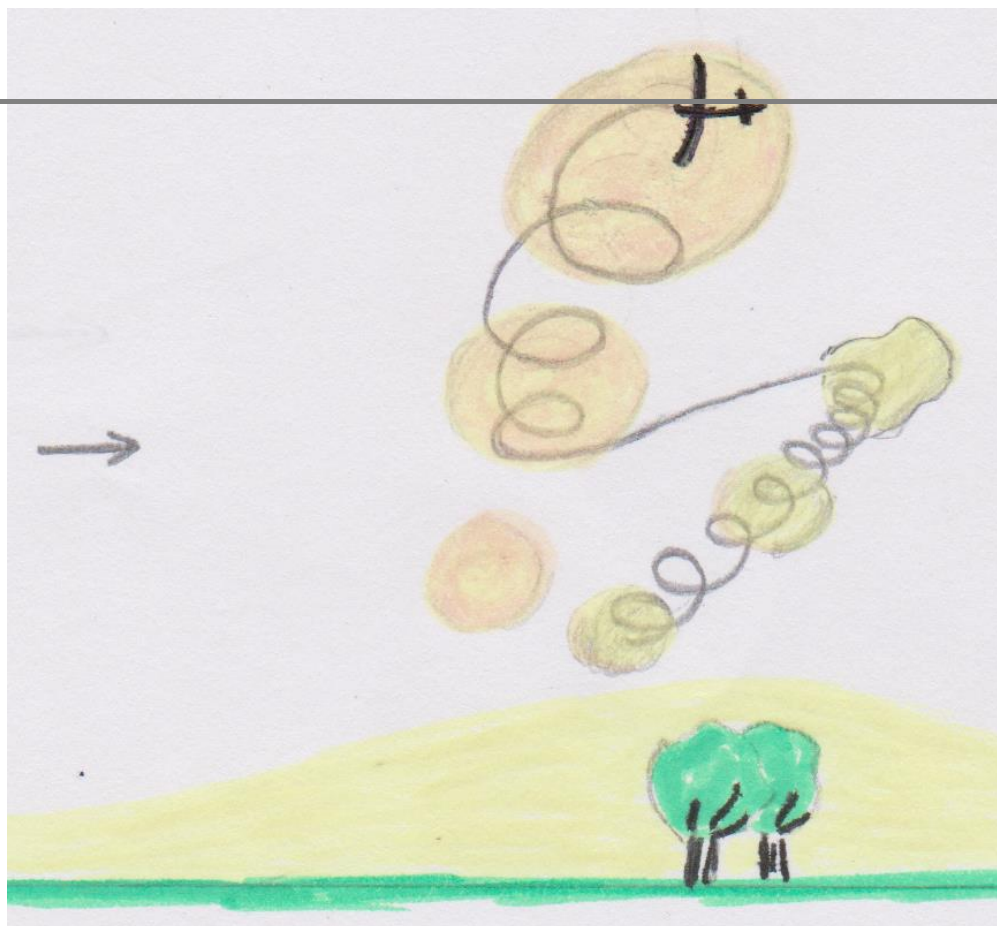
Aux heures chaudes, si la masse d'air est suffisamment instable, le déclenchement en chaîne d'un chapelet de bulles forme une colonne d'air chaud étroite près du sol qui s'élargit en altitude et dont le diamètre peut dépasser 100 m dès la basse couche.

L'altitude à laquelle le chapelet de bulles se fond en colonne est pour moi un mystère que le seul ressenti peut permettre d'éluder : près du sol la spirale doit être recentrée plus souvent en bulle alors que plus haut dans une colonne le pilotage se simplifie ; Il est aussi raisonnable de penser qu'on accrochera la colonne plus bas par fort taux d'instabilité de la masse d'air.

Poussé par le vent, le thermique dérive en suçant la chaleur restituée par le sol, dans la rafale qui signe son passage, le tourbillon du « vortex » caresse les pâquerettes.

A partir du mois de mai, le vortex peut entraîner foin coupé, housses de planeur et toutes sortes de débris légers, attention il peut retourner un planeur au sol ! ...une mini-tornade.

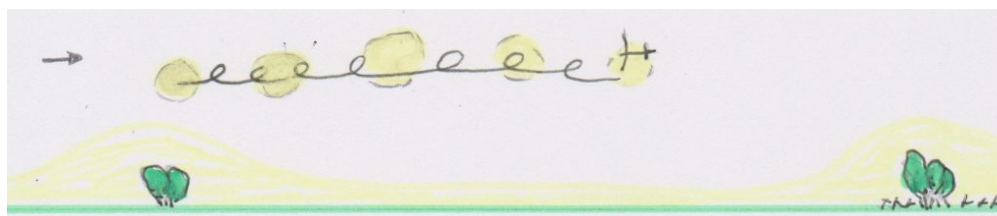
Centrer près du sol ce vortex très étroit en spirale "tire-bouchon" est un combat sportif, un planeur de 4m peut accrocher comme un lancer-main à 5m sol ! il faut serrer la spirale et bagarrer à plus de 50°, les Vz rencontrées sont impressionnantes.



### 1.3.8 Le déclenchement est souvent irrégulier (fig.7)

Par faible instabilité, une bulle trop faible ou avorte bas, qu'importe, le déclenchement suivant peut être plus puissant et en revenant sur le tremplin le planeur peut trouver une bulle plus expansive.

*Exemple : La première bulle est faible et étroite, la  $V_z$  de 0,2m/s compense mal la dérive du planeur. Il la quitte et revient sur le tremplin ou le déclenchement suivant est plus puissant et trouve une meilleure  $V_z$  de 0,4m/s et montera plus haut.*



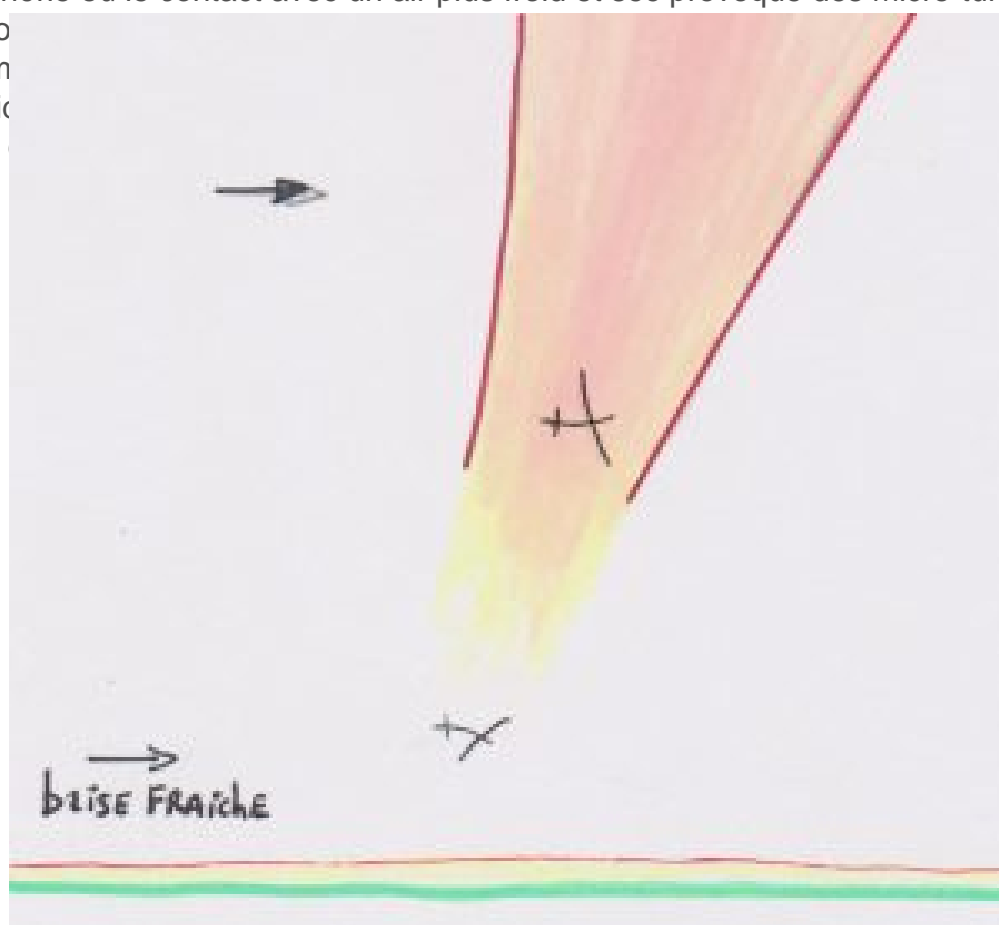
### 1.3.9 La bulle se désagrège (fig.8)

En hiver la convection est plus faible et la bulle peut s'effondrer bas (...<100m).

- Lorsque la bulle gonfle mal, un petit lancer-main qui peut virer dans un mouchoir sera plus à l'aise qu'un grand planeur.
- Si le volume d'air échauffé n'est pas assez important et la masse d'air stable, une bulle isolée refroidit plus vite que l'air ambiant et se désorganise en montant. Le vent qui la brasse y contribue beaucoup ; elle s'effondre et le planeur ne pourra pas spiraler bien haut. L'ascenseur est en panne !

### Comment imaginer l'avortement d'une bulle ?

En montant la bulle frictionne la masse d'air ambiante, elle n'est pas parfaitement isolée, même lorsque par bonne instabilité son expansion est forte des échanges de température se font en périphérie où le contact avec un air plus froid et sec provoque des micro-turbulences d'échange entre air froid et chaud. Ces micro-turbulences refroidissent la bulle et la font se désorganiser. Ces micro-turbulences refroidissent la bulle et la font se désorganiser. Ces micro-turbulences refroidissent la bulle et la font se désorganiser.



re diminue. A la fin de son  
vide alors de son énergie



### 1.3.10 La colonne (fig.9)

Formée par le déclenchement en chaîne d'un chapelet de bulles elle continue son expansion, plus puissante elle accélère et se détache du sol, elle a accumulé assez d'énergie pour vivre sur elle-même, dérive à la vitesse du vent et n'est plus alimentée par les bulles.

Au sol, le pilote qui a senti l'accélération d'une brise fraîche pourra encore l'accrocher s'il vole assez haut (...>80 m).

Ce qui se passe au-dessus des 150 m intéresse surtout le vol habité. On dépasse ensuite le plafond du vol à vue et le vol est moins intéressant quand plus haut la colonne la plus la puissante capte les thermiques voisins, le planeur peut souvent y monter en faisant des « 8 » et même sans vraiment spiraler tant la plage de portance peut être large (...et pourquoi-pas évoluer sur le dos dans un beau thermique)

### 1.3.11 Fréquence de déclenchement et distance entre les thermiques.

Observateur de son environnement et connaissant la fréquence de déclenchement, le pilote dessine mentalement une ébauche d'Image de l'aérologie, pour anticiper le prochain départ de bulle.

En mesurant leur cycle de déclenchement il peut déduire avant et durant le vol où elle naissent, prévoir leur départ, imaginer la distance entre les ascendances et élaborer une stratégie de vol pour tenir entre le passage de 2 thermiques.

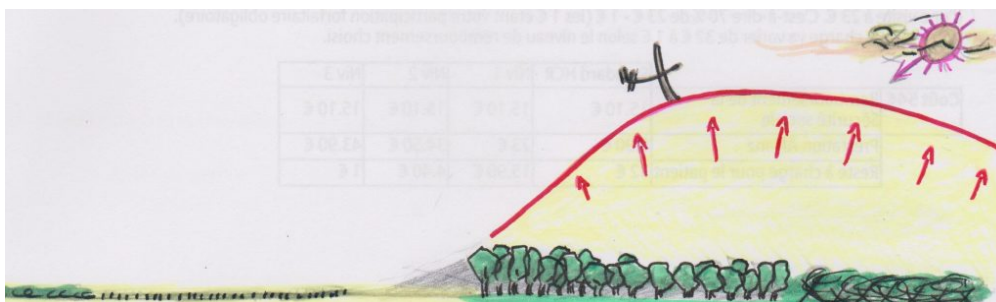
Exemple d'un jour d'été :

- Le matin entre 9 et 11 h l'activité thermique est dense près du sol, les petites bulles sont souvent rapprochées (...100 m), le cycle de déclenchement est court (...moins de 5 min), un planeur de lancer-main est alors une merveille pour sentir la bulle .
- l'après-midi à l'apogée du développement vertical des grands thermiques (2000 m l'été) en basse couche les ascendances sont plus espacées, 4 à 500 m, et le cycle de déclenchement est plus long (...10 à 15 min).

### 1.3.12 La restitution de fin de journée (fig.10)

En fin de journée le rayonnement solaire est plus rasant, les ombres s'allongent, les sources thermiques de la journée chauffent moins, la convection ralentit et la brise s'atténue. Le refroidissement de la couche de contact n'est pas uniforme, les zones sombres libèrent la chaleur accumulée pendant la journée alors que les zones claires ne produisent plus .

La couche de contact, renforcée par le refroidissement de l'atmosphère (gradient thermique favorable), gonfle un épais coussin d'air chaud sans turbulence. Il faudra aller chercher ces derniers thermiques de la journée sur le maquis et les forêts (les bois restituent à la fois chaleur et humidité) avec des VZ de 0 à 0,5 m/s .



*Sur la forêt, en fin de la convection, l'épais coussin d'air chaud stationnaire se dégonflera progressivement avant le coucher du soleil.*

Le vol de restitution est à savourer : de larges plages porteuses calmes dans la douceur d'un éclairage de fin de journée.

Le soir l'observation du cheminement des cigognes qui rentrent au nid est révélateur de cette aérologie de fin de journée.