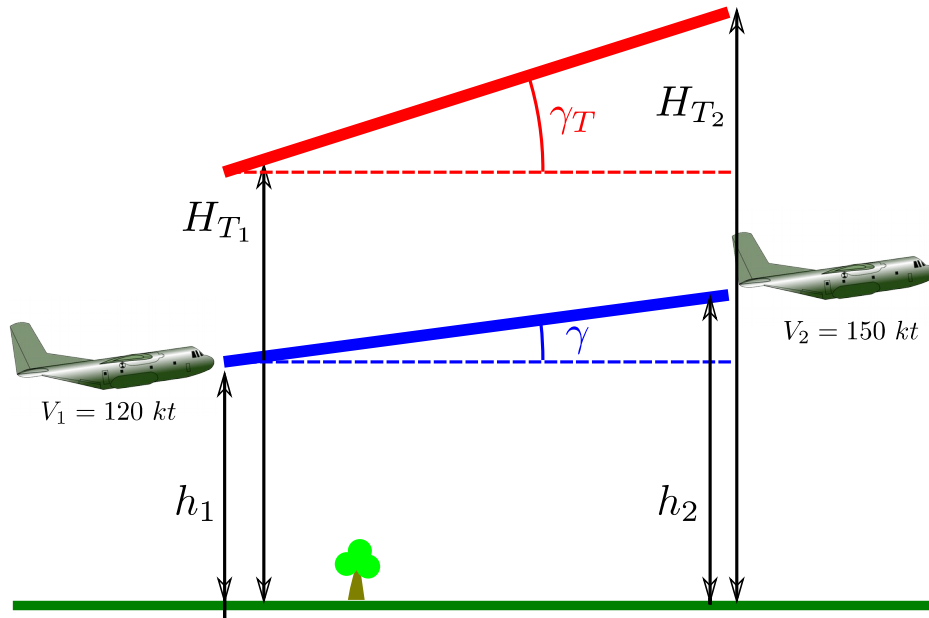


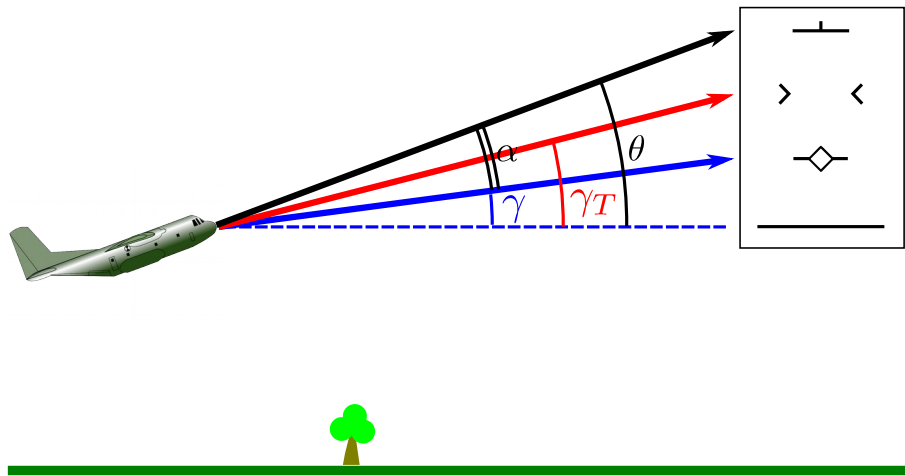
La pente totale



Considérons un avion en montée rectiligne avec une pente γ qui accélère régulièrement le long de sa trajectoire.

- A l'instant 1, sa vitesse vaut V_1 et sa hauteur h_1 . Son altitude totale H_1 représente la somme de son énergie potentielle et de son énergie cinétique.
- A l'instant 2, son altitude totale s'est accrue à cause
 - De l'augmentation d'altitude (et donc d'énergie potentielle) due à la pente de la trajectoire γ ;
 - De l'augmentation de vitesse (et donc d'énergie cinétique) due à l'accélération de 120 kt à 150 kt.
- On peut donc définir une pente totale γ_T qui correspond à l'élévation de l'altitude totale pour chaque mètre parcouru le long de la trajectoire.

Symbologie Tête Haute



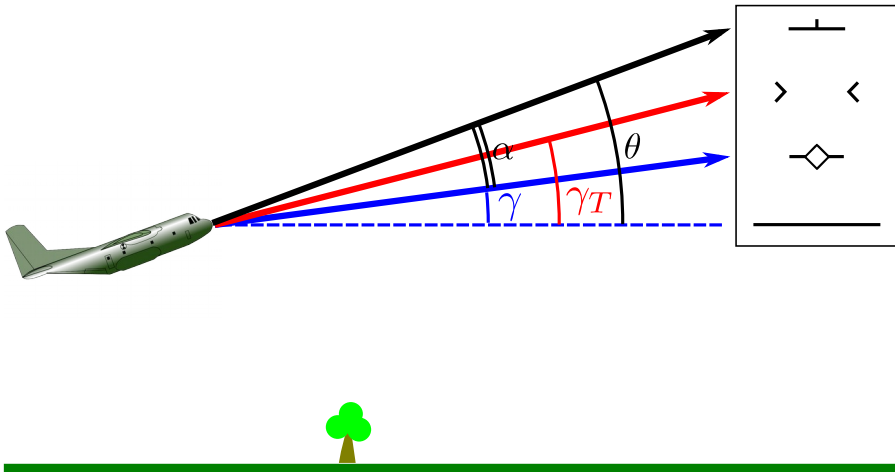
Le viseur tête haute (head up display) permet de projeter devant l'oeil du pilote des symboles qui se superposent au paysage devant lui et lui permettent de piloter « tête haute », sans avoir à regarder ses instruments. On y trouve :

- La maquette avion (2ailes et une dérive) qui représente la direction de l'axe longitudinal de l'avion ; elle est donc fixe par rapport à l'avion
- Les chevrons d'énergie totale ($>$ $<$) qui matérialisent la pente totale ;
- Le vecteur vitesse (\diamond) qui matérialise la direction dans laquelle va l'avion
- L'horizon (_____) qui matérialise un plan horizontal à l'altitude de l'avion.

Il faut bien comprendre que ces symboles, qui apparaissent au pilote comme s'ils étaient placés très loin devant lui (ils sont « colimatés à l'infini »), matérialisent des angles à partir de l'oeil du pilote et non des positions dans l'espace.

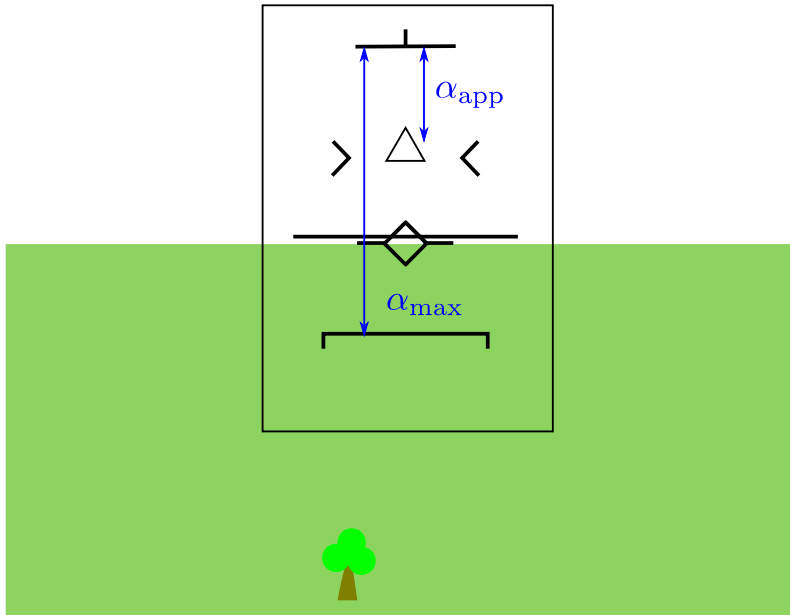
Symbologie Tête Haute

Les écarts entre ces symboles matérialisent des angles utiles pour le pilotage :



- Entre la maquette avion et l'horizon, on mesure l'assiette de l'avion θ ;
- Entre la maquette avion et le vecteur vitesse on mesure l'incidence α de l'avion
- Entre les chevrons d'énergie totale et le vecteur vitesse, on mesure la différence entre la pente totale et la pente réelle, qui correspond à la variation d'énergie cinétique de l'avion :
 - Si les chevrons sont au dessus du vecteur vitesse, l'énergie totale augmente plus vite que l'énergie potentielle, donc l'énergie cinétique augmente, donc la vitesse augmente.
 - Si les chevrons sont au dessous du vecteur vitesse, la vitesse diminue.

Symbologie Particulière



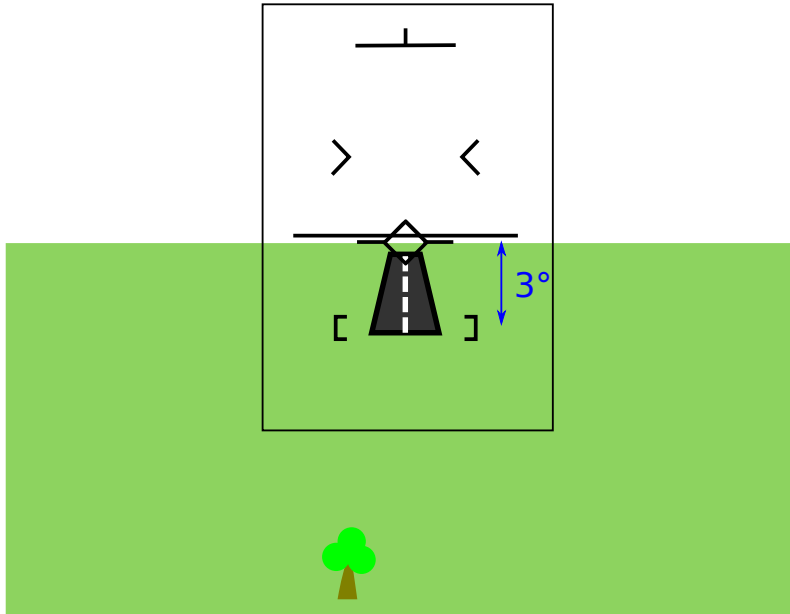
Repères d'incidence :

Deux repères d'incidence sont placés à des distances fixes sous la maquette avion. Lorsque le vecteur vitesse vient s'y superposer, c'est que l'incidence réelle de l'avion correspond à celle du repère;

- Le triangle correspond à l'incidence d'approche α_{app} . Comme nous l'expliquerons dans la suite du cours, à cette incidence, l'avion reste manoeuvrable en volant suffisamment lentement pour se poser à une vitesse raisonnable.
- Le crochet horizontal correspond à l'incidence maximale α_{max} avant le décrochage. Si le vecteur vitesse atteint ce repère, l'alarme de décrochage retentit et le pilote doit immédiatement pousser sur le manche pour éviter la perte de contrôle de l'avion.

Lorsque le vecteur vitesse se situe entre ces deux repères, le pilote doit voler prudemment car une manoeuvre brutale risque de l'amener rapidement au décrochage. Il n'y a pas de raison de rester dans cette zone, sauf au cours de courtes corrections de trajectoire durant l'approche finale.

Symbologie Tête Haute



Repère de pente :

Deux petits crochets sont placés à 3° sous l'horizon. Ils permettent de matérialiser une pente de 5 % ($\sin(3^\circ)$).

Ils aident le pilote à décider quand débiter sa descente.

Quand le seuil de la piste d'atterrissage vient se positionner au niveau de ces repère, le plan de descente qui permet de se poser au début de la piste fait exactement 3° , qui est une valeur de référence compatible avec les performances de descente et d'atterrissage de l'avion et qui permet de passer au dessus des obstacles présents avant l'aéroport.

Il suffit alors au pilote d'amener son vecteur vitesse sur le seuil de piste pour suivre la bonne trajectoire pour se poser.