

# Ecole de Chasse C6

## Roulage – décollage - atterrissage

*Version 2.0, de juillet 2017*

## Sommaire

<b>Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>Roulage .....</b>	<b>4</b>
Se repérer sur le terrain.....	4
Avant le roulage (mise en route effectuée).....	7
Pendant le roulage .....	8
Avant l'alignement sur la piste .....	11
<b>Décollage.....</b>	<b>12</b>
Alignement sur la piste (lining up).....	12
Run up.....	12
Décollage (take-off) .....	13
Communications.....	14
Interruption de décollage .....	15
Procédure d'interruption de décollage .....	15
Décollage en patrouille .....	16
Rassemblement.....	17
<b>Atterrissage en longue finale.....</b>	<b>18</b>
Approche .....	20
Initial Point (IP) : 15 NM du seuil de piste.....	22
12NM du seuil de piste .....	23
Descente .....	24
Posé .....	27
Communications radio.....	30
Interruption d'atterrissage .....	30
Roulage .....	30
<b>Calcul des paramètres de décollage .....</b>	<b>31</b>
Takeoff factor.....	31
Vitesse de décollage, vitesse de rotation, distance de décollage .....	33
Emports asymétriques.....	36
Vitesse maximale d'interruption de décollage.....	38
<b>Conclusion .....</b>	<b>40</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>41</b>

## **Introduction**

Dans un premier temps, on verra les étapes permettant la mise en vol de l'appareil en toute sécurité. On suppose que la mise en route est effectuée et que les checklists de vérifications avant mise en route, mise en route (démarrage moteur), et après mise en route (démarrage et paramétrage des systèmes avioniques) ont été réalisées. Le décollage en patrouille sera abordé succinctement.

La deuxième partie traitera de la tenue de paramètres en vue de réaliser un atterrissage en longue finale.

Enfin, une partie consacrée aux calculs expliquera comment déterminer les vitesses de références utilisées lors des paragraphes précédents.

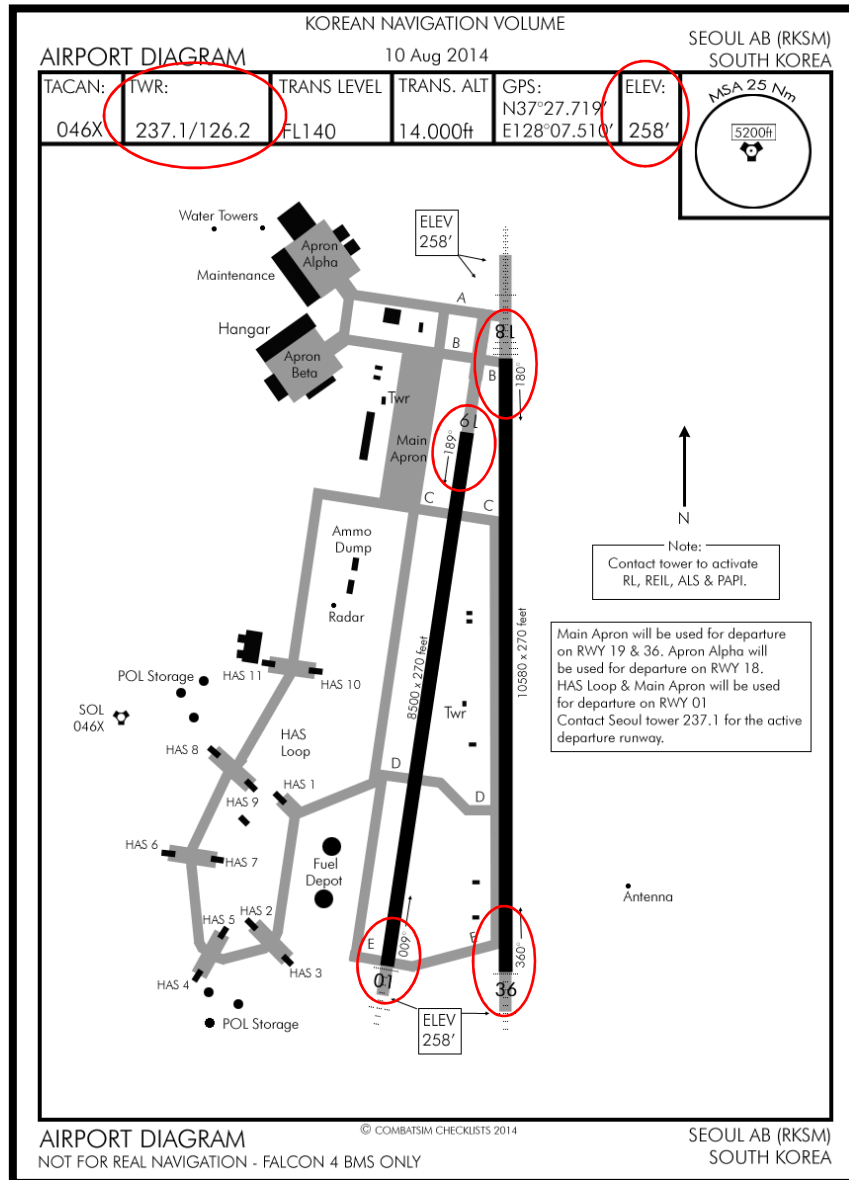
Tout au long du document, un exemple réalisé sur la base de Séoul illustrera les commentaires.

## Roulage

### Se repérer sur le terrain

Afin de se repérer sur la base, trouver la piste en service, déterminer quels taxiways on emprunte pour atteindre la piste, on utilise la carte du terrain.

(Disponibles dans le répertoire d'installation de Falcon dans le sous dossier ...\\Docs\\Airport Approach & Navigation Charts).



On note les informations importantes pour la suite :

- la fréquence radio de la tour de contrôle (UHF 237.1 ou VHF 126.2)
- l'élévation du terrain : 258 ft
- l'orientation des pistes.

La base aérienne de Seoul possède donc 2 pistes :

- la piste la plus à l'est est exactement orientée nord/sud. L'orientation magnétique de la piste est 180 ou 360. La piste est nommée suivant son orientation "18" ou "36".
- La seconde piste est une 01/19, légèrement plus courte que la précédente (8 500 ft seulement au lieu de 10 580 ft pour la 18/36). L'orientation est 009 et 189.

On parlera de « **QFU** » pour désigner l'orientation de la piste en service, qui sera choisie en fonction de l'orientation du vent. On décollera face au vent pour augmenter la vitesse relative de l'appareil par rapport au vent. La piste à utiliser sera confirmée par la tour de contrôle. Dans notre exemple, le vent vient du 217 à 8 kts, on peut donc s'attendre à un décollage en piste 18 ou 19.

Au parking, en regardant aux alentours et les panneaux d'indications, on peut repérer notre position :



On voit que notre avion est garé sur l'aire de trafic principale (*Main Apron*), devant la tour de contrôle, presque en face de la bretelle Bravo (B).

## Avant le roulage (mise en route effectuée)

Avant de rouler on prend contact avec la tour de contrôle pour demander l'autorisation au roulage.

On ne va pas expliquer ici les détails de l'utilisation de la radio mais simplement rappeler qu'il faut préalablement afficher la fréquence du terrain de départ (habituellement sur le poste UHF via l'UFC).



On demande l'autorisation via le menu des communications ([T] par défaut, puis [5]), et une fois l'autorisation reçue pour la piste 19, on va réaliser la dernière checklist avant roulage :

- On allume le phare de roulage (*landing light*) [voir repère 1 sur la figure ci-contre].
- On vérifie que le commutateur DRIFT C/O est bien sur la position NORM, pour avoir la composante de vent de travers visible dans le HUD, par le déplacement horizontal du FPM [rep. 2].
- On vérifie que la centrale INS/EGI est bien alignée et que le sélecteur INS de la banquette droite est sur la position NAV.
- On cale l'altimètre au QNH. Pour cela contacter la tour ([T], [T] puis [1]) et réaliser le calage, puis vérifier que l'altimètre affiche bien l'altitude de la piste. Cette étape peut être reporté, et réalisée au plus tard avant l'alignement sur la piste [rep. 3]. Dans notre exemple, la tour annonce un QNH à 1036 hPa.

On peut noter que Séoul étant à 258 ft d'altitude, c'est cohérent d'avoir l'altimètre qui affiche une valeur entre 200 ft et 300 ft.

- On demande enfin le retrait des cales puis on coupe le frein de parking [rep. 4].



## Pendant le roulage

L'avion commence alors à rouler de lui-même : la poussée au ralenti (manette des gaz sur IDLE) est habituellement suffisante pour mettre l'avion en mouvement. Dans le cas d'un avion très chargé (bidons et armement air-sol par exemple), il faudra parfois augmenter légèrement les gaz (80% rpm maximum) afin de vaincre la résistance au roulement des pneus, écrasés par le poids du jet et des emports. Dès que l'avion se met en mouvement, on repasse la poignée sur IDLE et la poussée suffira à maintenir le mouvement.

- On active alors la roulette de nez (*Nose Wheel Steering*, via le bouton sur le manche : NWS A/R DISC MSL STEP, touches par défaut [Maj+ !]).

- On active le siège éjectable (une fois sorti du hangar dans le cas où on a un toit au-dessus de la tête ^^).

- On réalise le test frein. Pour cela, on appuie symétriquement sur les 2 pédales du palonnier et on vérifie que le freinage est correct et symétrique. Le test ne sera réalisé qu'une fois hors des structures environnantes (hangar, murets...) pour éviter toute collision dans le cas où les freins seraient défectueux.

Pour le roulage, on laisse la manette des gaz sur IDLE. Avec la poussée "plein réduit" l'avion accélère de lui-même. On freine donc de temps à autre pour conserver une vitesse assurant la sécurité. L'idée est de rouler "à la vitesse d'un vélo".



En ligne droite on laisse l'appareil accélérer jusqu'à 25 kts, puis on freine modérément jusqu'à ralentir à 15 kts. On relâche les freins pour laisser la vitesse augmenter à nouveau jusqu'à 25 kts, et ainsi de suite.  
Pour les virages, on ralentit à 10 kts maximum.

Pour contrôler sa vitesse pendant le roulage, on peut afficher la vitesse par rapport au sol (*Ground Speed* ou GS) sur la page INS : ICP - LIST 6.



Ici la vitesse par rapport au sol est de 13 kts.

Le roulage se fait en suivant les lignes jaunes continues, au milieu du taxiway.

En patrouille constituée, on conserve habituellement une distance minimale de 150 ft entre les appareils, soit environ 3 longueurs de fuselage, afin d'assurer une distance de sécurité.



Deux appareils au roulage à Kunsan.

### Priorités sur les taxiways et les zones de manœuvres

Si deux appareils se retrouvent face à face sur le taxiway, le premier réflexe doit être de stopper, et si cela est possible, suivant la configuration du lieu, on se croise, chacun restant sur sa droite du taxiway.

Aux intersections, la priorité sera laissée à l'appareil arrivant de droite.

De manière générale, priorité de manœuvre sera laissée aux avions au décollage. En effet, pour un appareil au décollage, il peut être primordial de décoller à l'heure prévue, sous peine, dans certain cas, de mettre à mal le bon déroulement la mission, voire de déboucher sur un "NO GO" si le retard est conséquent ou critique. En revanche, un avion qui rentre de mission n'a pas d'impératif pour retrouver son parking (ce qui peut aller en l'encontre des priorités du simmer, qui lui, peut avoir un impératif à quitter la mission rapidement ^^).

/!\ Notez que la priorité est contraire pour l'utilisation de la piste : la piste est laissée en priorité aux avions qui atterrissent (et qui arrivent peut-être en finale sous les minimas de fuel ^^).

### Vérifications pendant le roulage

Pendant le roulage, on va en profiter pour faire quelques vérifications.

Le badin doit indiquer 0 kts.

L'altimètre doit afficher l'altitude du terrain (si le calage au QNH a été fait comme vu précédemment), et la vitesse verticale doit être nulle.

L'indicateur de cap dans le HUD, le HSI, le HSD, et la boussole de secours doivent désigner le même cap, et tourner de concert lors des virages de l'appareil.

## Avant l'alignement sur la piste

Une fois arrivé en bout de piste, on se parque (éventuellement au point d'arrêt sur les emplacements prévus) afin de faire les dernières vérifications avant l'alignement. On peut utiliser le frein de parc (*parking brake*, en anglais) pendant ces vérifications :

- Mettre le commutateur PROBE HEAT sur la position PROBE HEAT (le givrage n'est pas encore modélisé sur Falcon 4.0, mais ainsi vous serez prêt lorsqu'il le deviendra !).
- Vérifier que le commutateur ALT FLAPS est sur NORM et MANUAL TF FLY UP sur ENABLE.
- Vérifier que les trims en tangage et lacet sont à 0. Vérifier le roulis sur 0, à moins d'emports asymétriques et un pré réglage du trim avant décollage (voir calcul en annexe).
- Vérifier ENG CONT sur PRI (*primary mode*).
- Vérifier les aérofreins rentrés.
- Vérifier le sélecteur CAT (I ou III suivant les emports).
- Avec le sélecteur FUEL QTY SEL vérifier, s'il y a lieu, que les réservoirs externes gavent bien les réservoirs internes. Puis repasser sur NORM.
- Vérifier que les commandes (manche et palonnier) répondent normalement
- Vérifier la pression d'huile moteur.
- Vérifier qu'il ne reste aucun voyant d'alarme ni voyant d'avertissement, ni master caution.
- Se remémorer les vitesses de rotation, décollage, et *refusal*.

Pour ces dernières vitesses : voir à la fin du document les paragraphes relatifs aux calculs pour les définir précisément. Sinon, prenez les vitesses générales suivantes pour le décollage : 150 kts pour un avion lisse, 165 kts pour une configuration air-air avec les bidons, 180 kts pour une configuration avec de l'armement air-sol).

## Décollage

### Alignement sur la piste (*lining up*)



Une fois l'autorisation de décollage reçue, on s'aligne sur la piste. Dans le cas d'un décollage individuel – ce qui nous intéresse ici – on s'aligne sur la ligne médiane de la piste.

- On prendra soin de vérifier que le cap affiché (HSI et HUD) correspond au QFU de la piste.
- On appuie sur les freins.

### Run up

- On augmente les gaz jusqu'à 80%, tout en maintenant les freins pour bloquer tout mouvement de l'avion.
- On vérifie alors les paramètres moteurs (débit carburant, pression d'huile, NOZPOS, température moteur, RPM stables) ainsi que l'absence de voyant d'alarme et d'avertissement.

## Décollage (*take-off*)

- On lâche les freins puis on augmente les gaz progressivement, jusqu'à afficher « BUSTER » (plein gaz sec) puis « GATE » (pleine charge post-combustion, prononcé « gueille-t »). Habituellement les décollages se font pleine charge postcombustion pour assurer une poussée maximale et donc plus de sécurité.
- Au plus tard lorsque le badin affiche 70 kts, on désactive la roulette de nez. On continue à maintenir l'axe avec le palonnier.
- Une fois la vitesse de rotation atteinte, on tire sur le manche jusqu'à prendre une attitude de +10°. Attention : ne pas dépasser 15° ! Sinon la tuyère risque de toucher la piste, et c'est souvent le début de gros ennuis ^^.



- Une fois la rotation terminée, la vitesse de décollage est atteinte et l'appareil quitte le sol. On maintient 10° d'attitude et on surveille l'altimètre. Lorsque la vitesse verticale est supérieure à 0, que l'altitude se met à augmenter (l'aiguille de l'altimètre se met à tourner dans le sens des aiguilles d'une montre), on rentre le train.

Les volets sont rétractés automatiquement en même temps que le train. Cela implique de ne pas rentrer le train trop tôt, sous peine de subir une perte importante de portance, ce qui serait dangereux lors de la phase critique du décollage. Mais il ne faut pas trop tarder non plus car...

...tant que le train n'est pas totalement rentré, il faut surveiller la vitesse et s'assurer que le train est rentré avant que l'appareil atteigne 300 kts (poignée en position haute et voyant éteint). En effet, au-delà de 300 kts, des dommages sont susceptibles d'apparaître (dégradation mécanique avec blocage du train ou des trappes, non-verrouillage...).

- À 300 kts, on coupe la postcombustion pour repasser sur 100% RPM.
- Ça y est ! On vole !

## Communications

Durant les opérations sur le terrain et dans l'espace aérien contrôlé par la tour de contrôle, il est important d'annoncer nos intentions et nos actions, ceci afin d'assurer notre sécurité et celles des autres appareils évoluant dans le même espace (et celle des autres simmers connecté au même serveur ^^).

On prend donc soin d'annoncer les étapes importantes, depuis le roulage jusqu'au départ de la zone contrôlée.

Lors du roulage	"Seoul, cowboy11, roulage pour la piste 01" <i>"Seoul, cowboy11, taxiing runway 01"</i>
Au point d'arrêt	"Seoul, cowboy11, au point d'arrêt piste 01" <i>"Seoul, cowboy11, holding short runway 01"</i>
Avant l'alignement	"cowboy11, alignement piste 01" <i>"cowboy11, lining up runway 01"</i>
Après le run up, avant le décollage	"cowboy11, décollage" <i>"cowboy11, taking off"</i>
Interruption de décollage	"interruption de décollage" <i>"abort takeoff"</i>
Une fois à 300 kts, éléments rentrés	"Airborne"

### Remarques :

- Lors d'un décollage en patrouille, le premier appareil n'annonce pas « *airborne* ». Les pilotes suivants ont en effet le visuel sur l'appareil de tête et peuvent confirmer eux même que l'appareil leader est en vol.
- Si un appareil annonce une interruption de décollage, tous les appareils suivants doivent annuler leurs décollages tant que la situation n'est pas clarifiée.



## Interruption de décollage

Pendant le décollage, il peut nous arriver toutes sortes de désagréments qui nécessiteraient de stopper le décollage (par exemple un problème moteur). Dans Falcon BMS, cela reste très rare, mais c'est toujours utile de savoir comment faire si le pire se produit, et de s'y entrainer de temps à autre. Deux cas se présentent : soit le problème apparait avant soit après la vitesse d'interruption de décollage (ou *refusal speed*, prononcée « rifiouzol spid »).

Mais au fait ? Qu'est-ce que c'est cette *refusal speed* ?

Le F-16 a de l'inertie, et ne s'arrête pas instantanément lors du freinage... Il faut donc une longueur de piste non négligeable pour stopper l'appareil. Or, pendant la phase de décollage on utilise une bonne partie de la piste pour faire accélérer l'appareil. En cas d'interruption de décollage, il faut donc s'assurer qu'il reste assez de longueur de bande pour stopper l'appareil sans faire une sortie de piste qui pourrait être fatale.

Il existe donc une vitesse en dessous de laquelle la piste est assez longue pour qu'on puisse interrompre le décollage en sécurité. Et au-dessus de laquelle, la longueur de piste restante étant trop faible pour stopper, la décision la plus sûre sera de décoller, puis de résoudre le problème ensuite si possible (en revenant se poser, ou par une éjection dans les pires des cas).

Voir à la fin du document comment calculer cette vitesse limite.

## Procédure d'interruption de décollage

Si le problème apparait avant la vitesse d'interruption de décollage, on doit réaliser les actions suivantes :

- Annoncer l'interruption de décollage à la radio.
- Ouvrir les aérofreins.
- Passer la manette des gaz sur IDLE.
- Freiner.
- Stopper l'appareil, réaliser les actions reflexes en fonction de la cause qui nous a fait interrompre le décollage, puis dégager la piste (si possible).

Si le problème apparait après la vitesse d'interruption de décollage, on n'aura pas d'autre choix que de poursuivre « normalement » (en serrant les f\*ss\*... si, si, ce n'est pas dans la checklist mais ça aide ^^). Une fois « *airborne* », on vérifie l'état de l'avion (voyants d'alarme et d'avertissement) et on réalise les actions nécessaires à notre survie et, quand on peut, à la sauvegarde de l'appareil.

## Décollage en patrouille

*(exemple réalisé sur la base de Kunsan)*

Si la patrouille est composée de 2 appareils, et que l'on s'aligne côte à côte, chaque avion s'aligne au milieu de sa demi-bande. Le retrait communément utilisé est celui utilisé pour les décollages en patrouille serrée : le train principal apparaît confondu pour l'ailier lorsqu'il tourne la tête vers le leader.





Le *run up* se fait alors sur ordre du leader et l'ailier, après les vérifications explicitées plus haut et après avoir vérifié visuellement qu'aucune anomalie n'est visible sur l'avion de son leader (fuites, départs de feu, aérofreins sortis...) s'annonce prêt au décollage.

Le leader décolle (il l'annonce à la radio, ou marque dans la réalité le lâcher des freins par un « coup de tête »). L'ailier décolle ensuite.

L'écart entre les 2 appareils sera briefé : souvent 10 s d'écart pour un décollage lisse MIL, 15 s pour un décollage PCPC, 20 s pour un décollage avec emport de munitions air-sol actives.

Ce temps d'écart doit permettre à l'ailier d'annuler son décollage en toute sécurité si le leader interrompt son décollage et permet d'éviter l'ingestion des gaz chauds de l'avion précédent dans la turbine.

L'ailier annonce « *airborne* » comme vu précédemment, puis « visuel » (*visual*, en anglais, prononcé « vijol ») dès qu'il identifie visuellement son leader.

## Rassemblement

Le rassemblement de la patrouille peut se faire par différence de vitesse, différence de trajectoire, ou une combinaison des deux.

Dans le premier cas, le leader garde un cap constant et maintient une vitesse relativement faible (de l'ordre de 350 kts CAS). L'ailier maintient une vitesse plus élevée pour le rattraper et rejoindre sa position.

Dans le deuxième cas, le leader manœuvre (souvent il se met simplement en virage en palier), et l'ailier "coupe" la trajectoire pour le rejoindre.

Ce deuxième cas est plus souvent utilisé car plus rapide. Afin de couper la trajectoire, on conservera le leader décalé de 20° à 30° du nez de l'appareil pendant le virage.

Rassemblement par différence de vitesse et de trajectoire (briefé à 4 500 ft ; 350 kts) :



## Atterrissage en longue finale

L'objectif va être de poser l'avion, en un seul morceau, si possible sans dommage, et avec le pilote encore dans le cockpit au moment de l'arrêt du mouvement.

La principale difficulté de l'exercice consiste à tenir des paramètres stables, et à enchaîner des points clés, où les paramètres de vol vont changer.

Pour tenir des paramètres stables (la vitesse, le cap, l'altitude, et la trajectoire définie par le *Flight Path Marker* ou FPM), on vérifie chaque paramètre, l'un après l'autre, en corrigeant un paramètre après l'autre, en fonction de la valeur ciblée :

- Incidence (AOA, pour *angle of attack*, en anglais), ou vitesse : on augmente ou on réduit les gaz.
- Cap, altitude, trajectoire : on modifie la trajectoire de l'avion (FPM) par des actions sur le manche.

Bien entendu certaines actions vont avoir des réactions combinées.

Par exemple, si on est trop haut, on va pousser légèrement sur le manche pour retrouver l'altitude désirée. Comme l'avion descend, si on ne modifie pas la position de la manette de gaz, l'avion va accélérer. Il faudra donc veiller à ne pas rester focalisé sur un unique paramètre, mais bien à garder en tête la séquence de vérification, correction, vérification, nouvelle correction, etc...

La clé de la stabilité est d'être très réactif sur les commandes pour ne pas laisser les écarts se creuser, et de réaliser de faibles corrections afin d'osciller le moins possible autour de la valeur ciblée.

Il faudra bien séquencer la surveillance de chaque paramètre, pour ne pas rester focalisé sur un seul au détriment des autres.

Ce séquencement est la base du pilotage. Il sera plus tard nécessaire dans toutes les phases du vol. Ce qui va changer c'est qu'il y aura plus de tâches dans la « boucle », que certaines ne nécessiteront pas d'être monitorées lors de « toutes les boucles », mais ce principe basique reste le même.

On nous répète assez que les hommes ne savent pas faire plusieurs choses à la fois ^... La clé est donc de prioriser, et de séquencer les opérations, afin de réaliser toutes les tâches nécessaires.

Ici, on va donc vérifier en séquence : la vitesse, la trajectoire, l'altitude, la trajectoire, le cap, la trajectoire, notre position dans l'espace par rapport au prochain point clé prévu, effectuer les actions associées si nécessaire, puis reprendre « la boucle ».



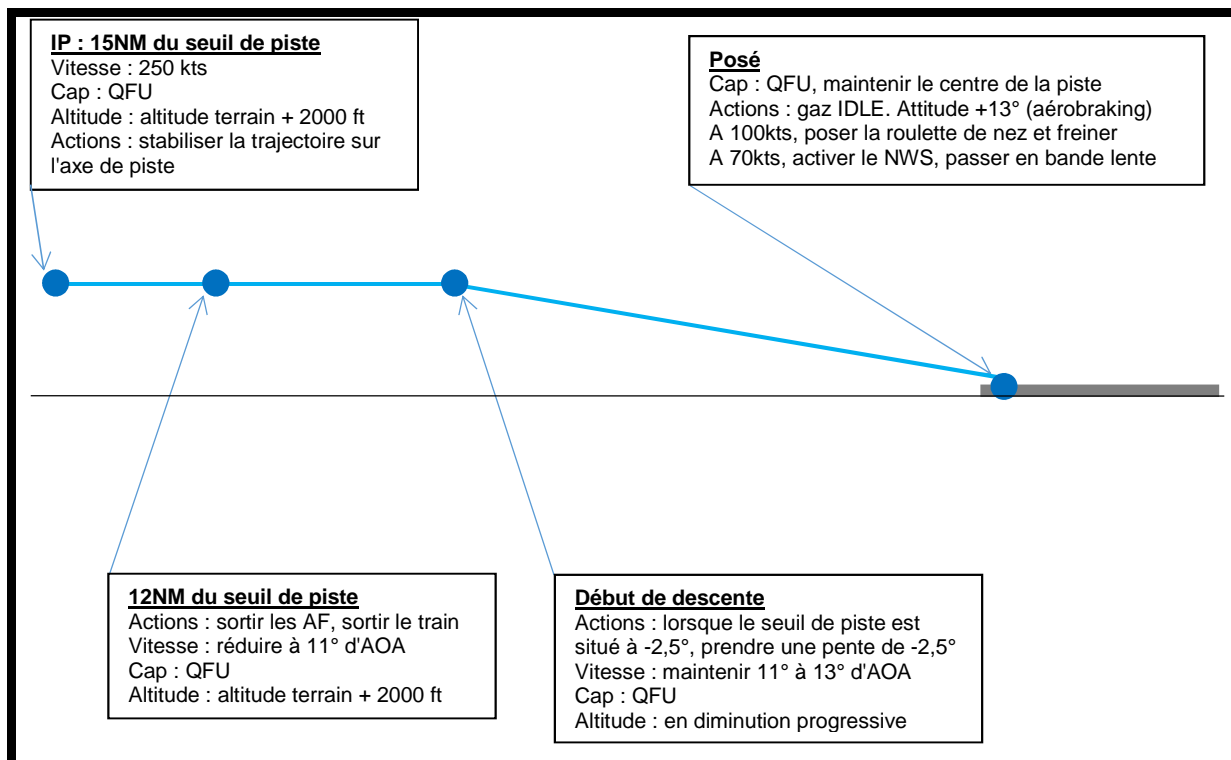
## Approche

Dès qu'on débute l'approche, on affiche la fréquence de la tour. On vérifie qu'on est bien au QNH (on appelle la tour pour le confirmer la valeur à afficher). On se remémore l'altitude terrain.



On rejoint ensuite l'axe de la piste afin de passer par les points clés suivants :

- Rejoindre l'*Initial point* (IP) avec des paramètres stables
- Sortir les éléments (aérofreins sortis, train sorti et verrouillé) et stabiliser les paramètres de vol
- Débuter la descente vers la piste
- Se poser sur la piste puis freiner
- Libérer la piste et rouler jusqu'au parking





### **Initial Point (IP) : 15 NM du seuil de piste**

On prendra contact avec la tour pour annoncer nos intentions.

Puis on débute l'approche afin d'atteindre l'IP. Pour cela, on stabilise notre altitude à 2000 ft au-dessus de l'altitude du terrain.

/!\ Suivant les obstacles dans la zone, l'altitude de ce palier, ici à 2000 ft, pourra être revue.

On cherche à s'aligner avec l'axe de la piste afin d'être à 250 kts, au QFU, à l'altitude prévue, aligné avec l'axe de la piste.

Au plus tard à 15 NM des installations, on assure ces paramètres conformes et stables. Si les écarts sont trop importants, il vaut mieux faire demi-tour dès à présent, et se replacer pour une nouvelle approche plutôt que de continuer à tout prix et conserver des paramètres inexacts qui vont compliquer le respect des points clés suivants.



*Presque à l'IP (et légèrement trop haut). On aperçoit la piste au loin, sous le FPM).*

## 12 NM du seuil de piste

À 12 NM de la piste, on ouvre les aérofreins, puis, après vérification que la vitesse est bien inférieure à 300 kts (normalement on devrait être à 250 kts si on a respecté la vitesse de l'*initial point*), on sort le train. Les volets passent automatiquement en position basse.

À partir du moment où le train est descendu, l'affichage du HUD change, et on a le crochet d'incidence qui apparait. Si le FPM est en haut du crochet on a une incidence de 11°, si le FPM est en bas du crochet, on a une incidence de 15°. L'objectif va être de poser l'avion à 13° d'incidence, soit le FPM au milieu du crochet.

La traînée induite par les aérofreins et la sortie du train d'atterrissage va ralentir l'appareil. On va laisser la vitesse décroître jusqu'à avoir 11° d'AOA (13° d'AOA maximum), puis on maintient cette vitesse.

Une autre information apparait dans le HUD. Une ligne en pointillé, sous la ligne d'horizon, à -2,5° de pente. On poursuit en palier, jusqu'à aligner cette ligne pointillée avec le seuil de la piste. On pourra alors débiter la descente.

Lors de la sortie du train d'atterrissage, les aérofreins se rétractent légèrement. Ils sont en effet limités à 43° d'ouverture maximum quand le train est en position basse (au lieu de 60° d'ouverture sinon), cela pour prévenir tout contact entre les AF et le sol lors du posé.



Juste avant la descente, paramètres stabilisés (un peu trop bas) avec le train et les aérofreins sortis.

## Descente

Lorsque le seuil de piste est sous la ligne des  $-2,5^\circ$ , on prend cette pente de  $-2,5^\circ$ . On aligne donc le FPM avec la ligne en pointillés et le seuil de piste. On maintient les  $11^\circ$  à  $13^\circ$  d'AOA que l'on avait précédemment. Comme on descend, on convertit de l'altitude en vitesse : on réduit légèrement les gaz lors de l'action à piquer sur le manche afin de ne pas accélérer lors du changement de trajectoire.

On a le FPM, le haut du crochet, la ligne pointillée  $-2,5^\circ$  et le seuil de piste tous quatre alignés.



*Stable sur le plan de descente.*

On doit alors gérer 3 paramètres :

- l'AOA (ou la vitesse, c'est égal pour une configuration donnée)
- le plan de descente
- la pente

Avec 2 commandes :

- la manette des gaz
- le manche



### Gestion de la vitesse (AOA) : position relative FPM / crochet

Si le FPM n'est plus aligné avec le haut du crochet, on modifie la position de la manette des gaz pour réajuster.

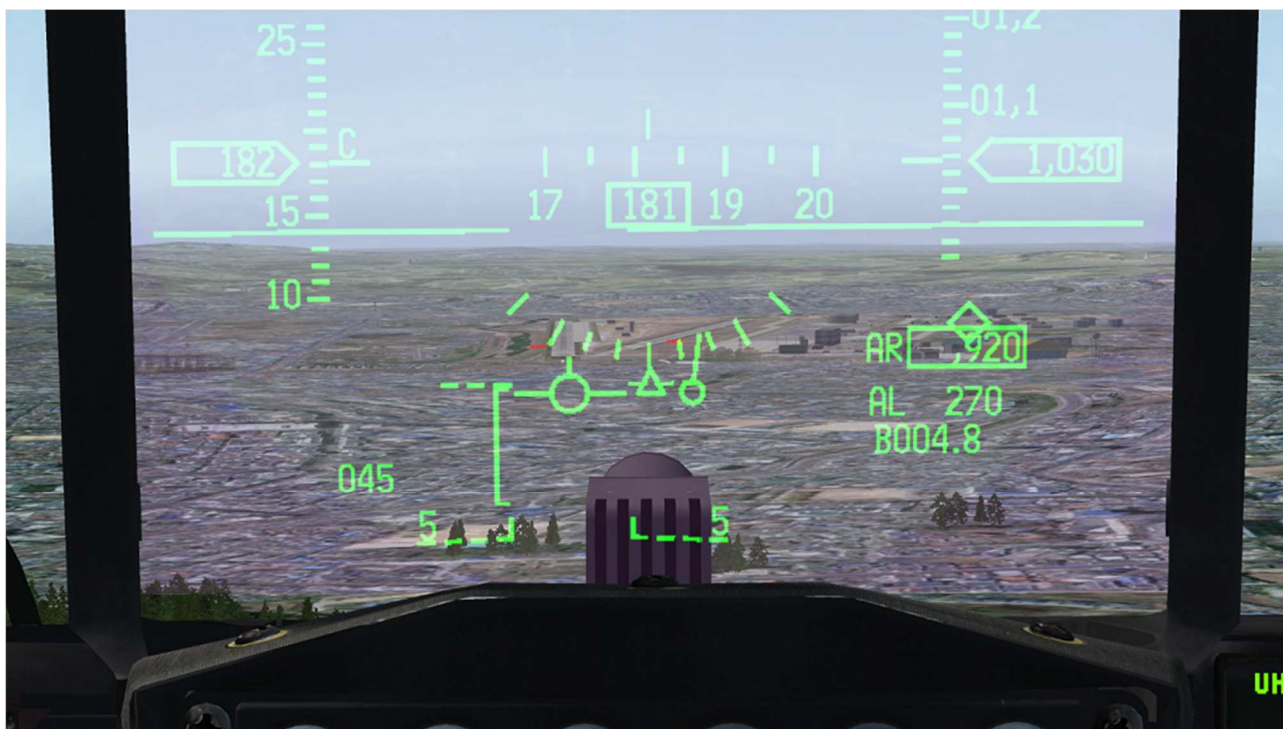
- On augmente les gaz pour faire remonter le FPM dans le crochet (on va plus vite, l'AOA diminue).
- On réduit les gaz pour faire descendre le FPM (on ralentit, l'AOA augmente).

/!\ Attention aux risques de décrochage à basse vitesse. Réaccélérer en particulier franchement dès que l'alarme sonore basse vitesse retentit pour vous indiquer que l'incidence atteint ou dépasse 15°.

### Gestion du plan de descente : position relative seuil de piste / pointillés

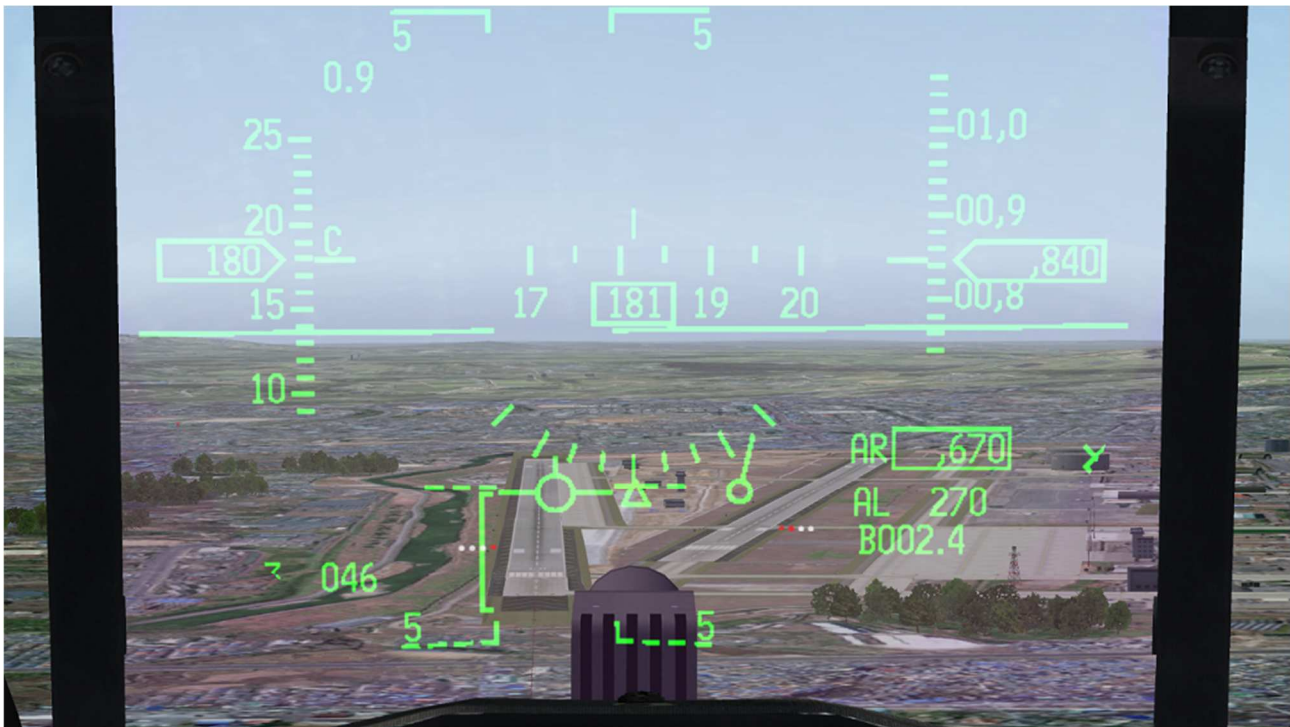
Si la ligne pointillée n'est pas alignée avec le seuil, on actionne le manche en profondeur.

- Si le seuil est au-dessus de la ligne en pointillés, on est sous le plan de descente. (Attention, ceci est dangereux ! Il y a le sol en dessous !) Il faut donc tirer sur le manche pour mettre le FPM au-dessus de la ligne en pointillés. Si nécessaire on met l'avion en palier et poursuit en palier jusqu'à ce que les repères (seuil de piste et pointillés) soient de nouveau alignés. On peut alors reprendre la descente, sur le plan.



*Le seuil de piste est au-dessus des pointillées : on est trop bas.*

- Si le seuil est au-dessous de la ligne en pointillés, on est au-dessus du plan de descente. Il faut donc pousser sur le manche, pour mettre le FPM sous la ligne en pointillés, et poursuivre avec une pente plus importante que celle requise. Une fois que les repères sont de nouveau alignés, on reprend une pente normale de  $-2,5^\circ$ .



*Le seuil de piste est en dessous des pointillés : on est trop haut*

### Gestion de la pente de descente : position relative FPM / pointillés

Si le FPM n'est plus aligné avec la ligne pointillée  $-2,5^\circ$ , on modifie la position du FPM par une action sur le manche en profondeur. On tire sur le manche si le FPM est sous la ligne pointillée, on pousse légèrement s'il est au-dessus.

#### Remarque :

Dès que l'on va effectuer une action au manche, que ce soit pour gérer le plan de descente ou la pente, cela va avoir une action sur la pente, et donc une action indirecte, et non voulue, sur la vitesse. Donc toute action sur le manche va demander une action au gaz pour corriger et maintenir une vitesse stable. À l'inverse, comme le manche détermine une position de *gun cross* (croix canon) en dessous de  $10^\circ$  d'incidence (puisque les commandes de vol sont en mode « atterrissage et décollage »), toute variation de gaz, entraîne une variation d'AOA, et donc de position relative du FPM (mobile) par rapport à la *gun cross* (qui est « fixe »). Donc toute action aux gaz va demander une action au manche afin de maintenir une trajectoire fixe.

## Posé



*En courte finale, juste avant le posé.*

Durant la descente, on prend soin de maintenir le FPM sur la ligne médiane, afin de poser autant que possible au milieu de la bande.

On pose dans l'idéal à  $13^\circ$  d'AOA, éventuellement après un léger arrondi pour réduire la vitesse verticale (on fait remonter doucement le FPM vers le bout de la piste avant le toucher).

Mais on perd souvent quelques degrés d'incidence au toucher, il est donc naturel d'arriver entre  $11^\circ$  et  $13^\circ$  d'AOA au toucher plutôt que  $13^\circ$ . On prendra garde de ne pas être en sous-vitesse sous peine de dépasser la limite des  $15^\circ$  d'AOA et risquer d'impacter la tuyère.



Dès le toucher du train principal, on passe la manette des gaz sur IDLE. On garde une action au manche afin de conserver une attitude de  $+13^\circ$  ( $+11^\circ$  minimum).

C'est le freinage aérodynamique (*aerodynamic braking*, en anglais) : on utilise l'ensemble de l'avion pour freiner. Attention, encore, à ne pas dépasser les  $15^\circ$  d'attitude !

À 100 kts environ, par une action légère sur le manche, on pose doucement la roulette de nez.

On peut alors forcer l'ouverture maximale des aérofreins par un maintien de la commande (le risque de contact avec la piste à disparu car l'avion est à présent posé sur ses 3 roues).

On freine, par un appui ferme mais progressif et symétrique sur les pédales. On veille à ne pas utiliser les freins ni trop tôt, ni trop brutalement, surtout avec un avion encore lourdement chargé. En effet, l'énergie à dissiper peut-être trop élevée et amener les freins à surchauffer, et par conséquent à devenir inopérants et causer des dommages (éclatement des blocs de freinage, des pneus...). Les conséquences peuvent alors être importantes (trajectoire incontrôlable, sortie de piste...).

(Voir schéma en annexe pour le calcul de l'énergie à dissiper et les limites associées).

À 70 kts, on peut activer la roulette de nez (NWS), passer en bande lente, puis libérer la piste (rappel : ne pas dépasser 10 kts en virage).

### Vent de travers : doit-on décrabrer ?

Si la composante de vent de travers déporte le nez d'un côté de l'axe (dans le vent) pendant l'approche et la finale, on ne corrige pas avec le palonnier pour mettre le nez dans le sens de la piste (décrabage). Dès le toucher du train principal (habituellement c'est la roue à l'opposé du vent qui touche en premier), l'avion se remet de lui-même dans l'axe à cause du couple généré par le mouvement. On maintiendra ensuite l'axe en mettant du pied à l'opposé du vent.

Pour rappel, le palonnier ne s'utilise pas en vol (sauf dans des cas particuliers). Pour les virages, l'ARI (*Aileron-Rudder Interconnection*) géré par le FLCS se charge de tout. De plus, une action franche sur le palonnier à basse vitesse risque de faire glisser l'avion sur sa tranche. Perdant toute la portance des ailes, il s'enfonce dangereusement... En phase d'atterrissage, ce n'est pas une situation d'avenir ^^.



### Pourquoi sortir les aérofreins (AF) ?

L'approche et la descente pourraient tout à fait être exécutées AF rentrés. En effet, la vitesse correspondant à un AOA de  $13^\circ$  peut tout à fait être atteinte sans AF dans la plupart des configurations. D'où cette question légitime : pourquoi sortir les AF et augmenter les gaz en conséquence pour tenir cette vitesse ?

Avoir une vitesse de rotation plus élevée du réacteur permet de conserver de la puissance immédiatement disponible (en rentrant les AF), par exemple dans le cas où on aurait une remise de gaz à effectuer. Avec un moteur qui tourne plus vite, on est donc en plus grande sécurité.

### Remarque :

A chaque point clé : anticiper le suivant en se remémorant ce qu'il faut changer dans les paramètres et l'influence que cela aura sur le vol, le comportement de l'avion...

C'est la clé d'un circuit bien réalisé : être "devant" l'avion.

## Communications radio

Comme lors du décollage, le retour au terrain doit être annoncé sur la fréquence du contrôle afin d'informer l'ensemble des appareils évoluant dans la zone de nos intentions et de notre position dans le circuit d'approche et d'atterrissage.

Lors de l'approche	"Seoul, cowboy11, en approche pour un atterrissage en longue finale" <i>"Seoul, cowboy11, inbound for landing. Long final approach"</i>
À l'IP	"Seoul, cowboy11, initial pour un atterrissage en longue finale piste 18" <i>"Seoul, cowboy11, initial for long final approach runway 18"</i>
Lors de la descente	"Seoul, cowboy11, courte finale piste 18" <i>"Seoul, cowboy11, short final runway 18"</i>
Remise de Gaz	"Cowboy11, remise de gaz" <i>"Cowboy11, going around"</i>
Une fois la piste dégagée	"Seoul, cowboy11, piste dégagée" <i>"Seoul, cowboy11, runway cleared"</i>

## Interruption d'atterrissage

À n'importe quel moment de la descente, et ce jusqu'aux premières actions de freinage, si un problème survient on pourra remettre les gaz pour interrompre l'atterrissage.

Pour cela, on maintient les +10° d'attitude, on rentre les aérofreins, puis on remet les gaz (PCPC). On rentre le train avant les 300 kts fatidiques, puis on peut stabiliser à une altitude de sécurité afin de prendre les actions nécessaires en fonction de la cause de l'interruption d'atterrissage.

On annoncera notre remise de gaz à la tour de contrôle puis nos intentions.

## Roulage

Une fois la piste libérée, on peut rouler vers le parking tout en réalisant les actions suivantes :

- rentrer les aérofreins
- passer le commutateur PROBE HEAT sur OFF
- passer la radiosonde sur OFF

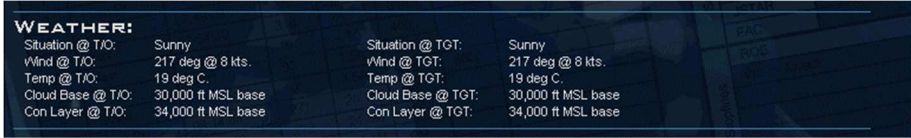
Une fois au parking, on stoppe l'avion sur son emplacement, on active le frein de parc et la réinstallation des cales ([T] puis [8]). On peut ensuite réaliser les opérations pour éteindre l'appareil.

## Calcul des paramètres de décollage

### **Takeoff factor**

On commence par déterminer le "*takeoff factor*" en fonction de la température et de l'altitude du terrain.

On connaît l'altitude du terrain grâce au diagramme de la base aérienne. La température sera lue dans le briefing météo (accessible via le bouton briefing) :

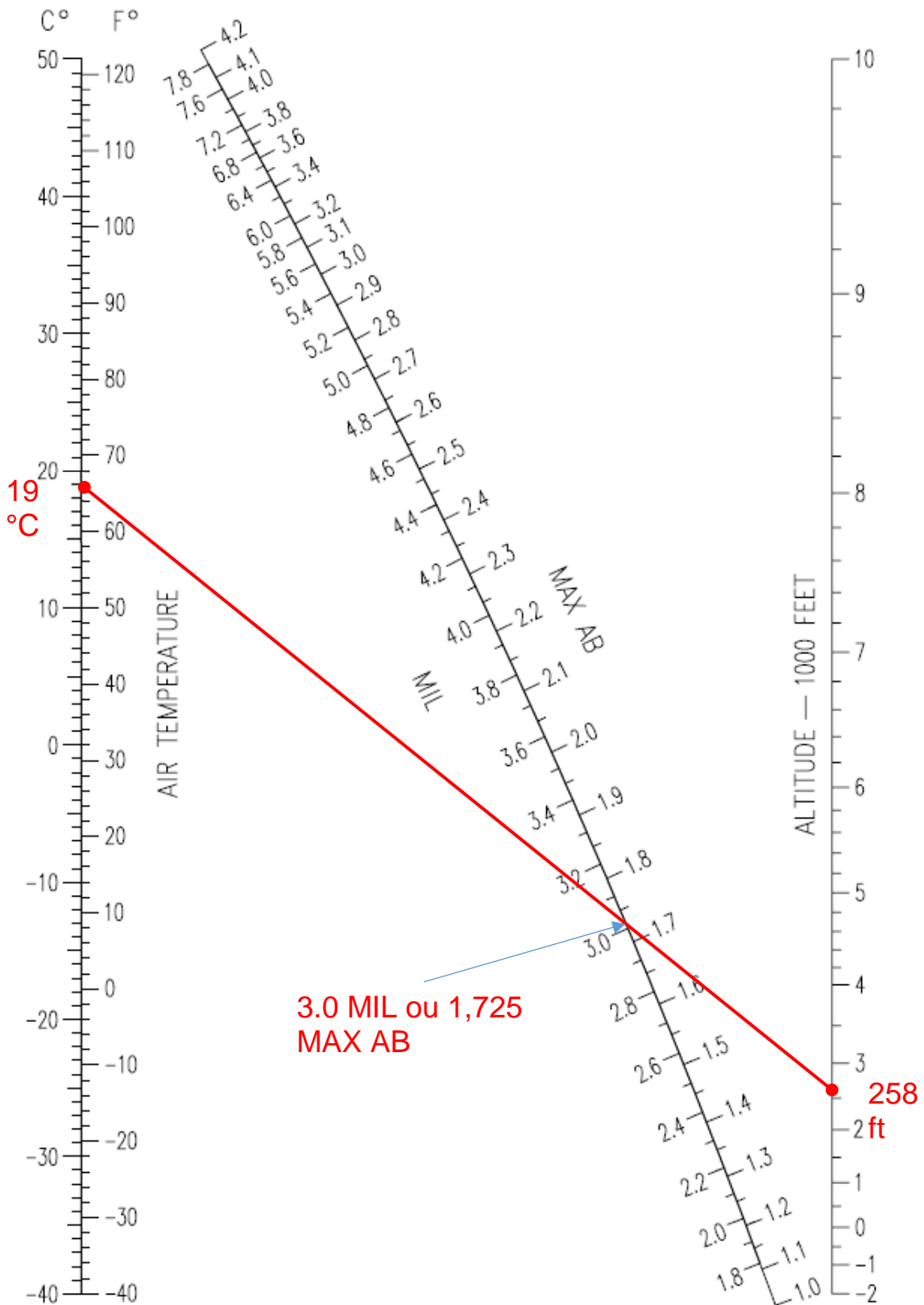


WEATHER:			
Situation @ T/O:	Sunny	Situation @ TGT:	Sunny
Wind @ T/O:	217 deg @ 8 kts.	Wind @ TGT:	217 deg @ 8 kts.
Temp @ T/O:	19 deg C.	Temp @ TGT:	19 deg C.
Cloud Base @ T/O:	30,000 ft MSL base	Cloud Base @ TGT:	30,000 ft MSL base
Con Layer @ T/O:	34,000 ft MSL base	Con Layer @ TGT:	34,000 ft MSL base

Sur le diagramme ci-après, on reporte sur l'échelle de gauche la valeur de température (19°C) et sur l'échelle de droite la valeur d'altitude (258 ft). On trace une droite et on lit alors la valeur du *TO factor* sur la courbe graduée centrale : 3,0 MIL ou 1,725 MAX AB.

MIL correspond à la puissance militaire, soit plein gaz sec, ou BUSTER.  
MAX AB à Pleine Charge Post-Combustion (PCPC), ou GATE.

On va réaliser un décollage pleine charge postcombustion donc c'est la valeur MAX AB qui nous intéresse ici. On retient donc un **takeoff factor de 1,725**.





## Vitesse de décollage, vitesse de rotation, distance de décollage

On va ensuite déterminer la vitesse de rotation, la vitesse de décollage et la distance nécessaires au décollage avec le diagramme ci-après.

Pour cela on va avoir besoin du *takeoff factor* calculé précédemment (1,725) ainsi que du « *gross weight* » (GW), c'est-à-dire du poids de l'avion.

On trouve cette information dans le *loadout* : dans notre exemple 39 883 lbs (livres).

Loadout	INV	QTY	LOAD TRP	LOAD HTS
AIM-120C	HGH	2		
AIM-9X	HGH	2		
GBU-12B/B	HGH	4		
370 Gal Tank	HGH	2		
AN/ALQ-184	HGH	1		

Summary Panel:

- Clean Wt : 19900
- Munitions : 7789
- Fuel : 13380
- Gross Wt : 39883**
- Max Wt : 40000
- Drag Factor : 236.0
- Max G Limit : 5.5
- Min G Limit : -2.0
- MAX KIAS : 550
- MAX Mach : 0.95
- Load CAT : III
- LGB Laser Code : 1688

On reporte les valeurs sur le diagramme, le *TO factor* sur l'échelle de gauche et le GW sur l'échelle de droite, et on lit :

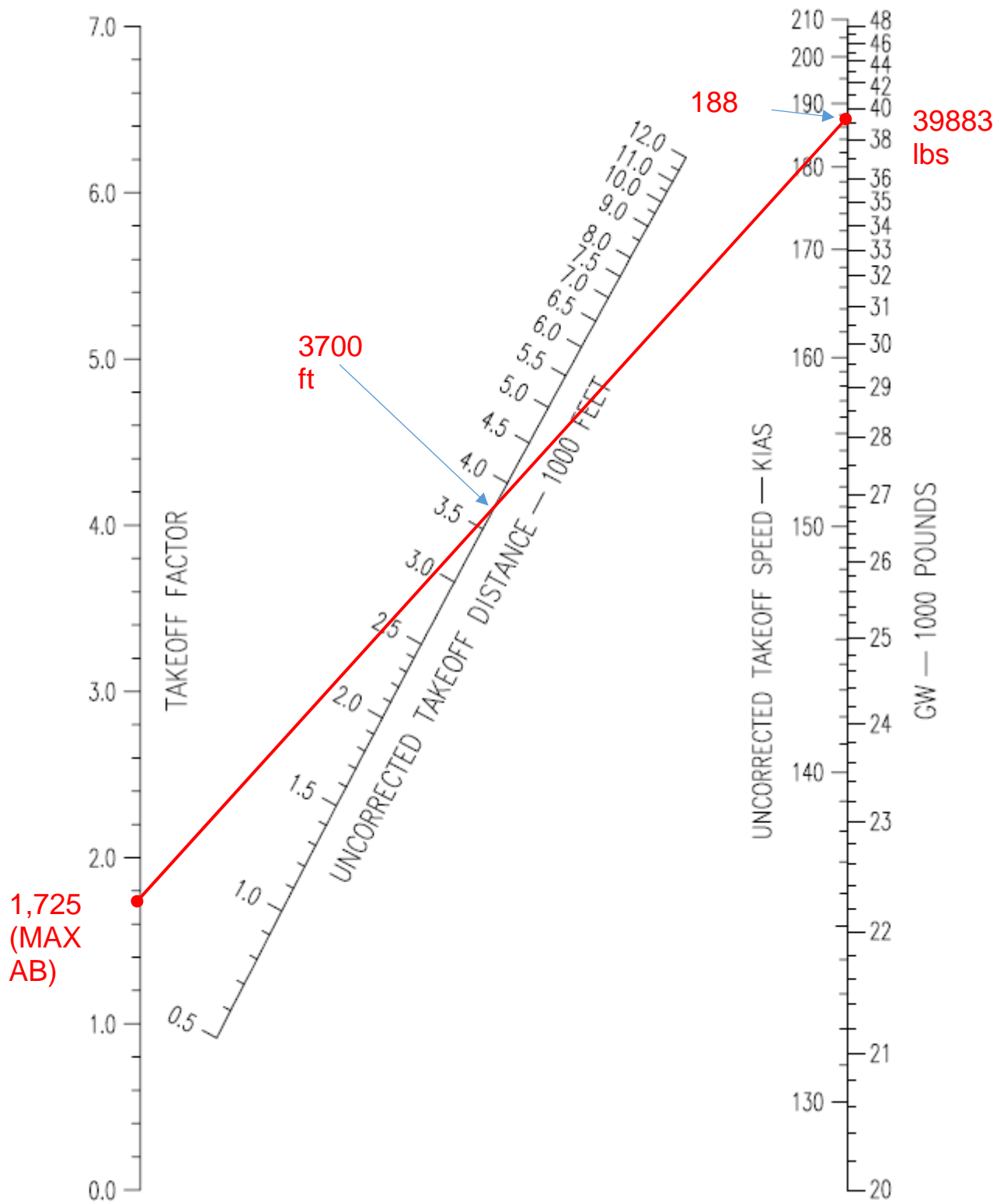
Sur l'échelle de droite : **Takeoff speed : 188 kts**

Sur la courbe centrale : **Takeoff distance : 3 700 ft**

La vitesse de rotation est déterminée à partir de la vitesse de décollage.

Pour une attitude de 10° de pitch, la rotation doit être réalisée 10 kts avant la vitesse de décollage pour un décollage à la puissance militaire (MIL) et 15 kts avant la vitesse de décollage pour un décollage pleine charge postcombustion (MAX AB).

On a déterminé une vitesse de décollage à 188 kts, ce qui nous donne une **vitesse de rotation de 173 kts (MAX AB)**.



Pourquoi réaliser la rotation à une vitesse précise ?

Pour notre sécurité, on cherchera à minimiser la distance de décollage. En effet, s'il faut réaliser une interruption de décollage, la longueur de piste restante risque de nous sembler bien courte...

Si on réalise la rotation plus tôt que prévu, l'avion traîne plus et donc atteindra moins vite la vitesse suffisante pour générer la portance nécessaire au décollage, par conséquent, la distance de décollage sera allongée.

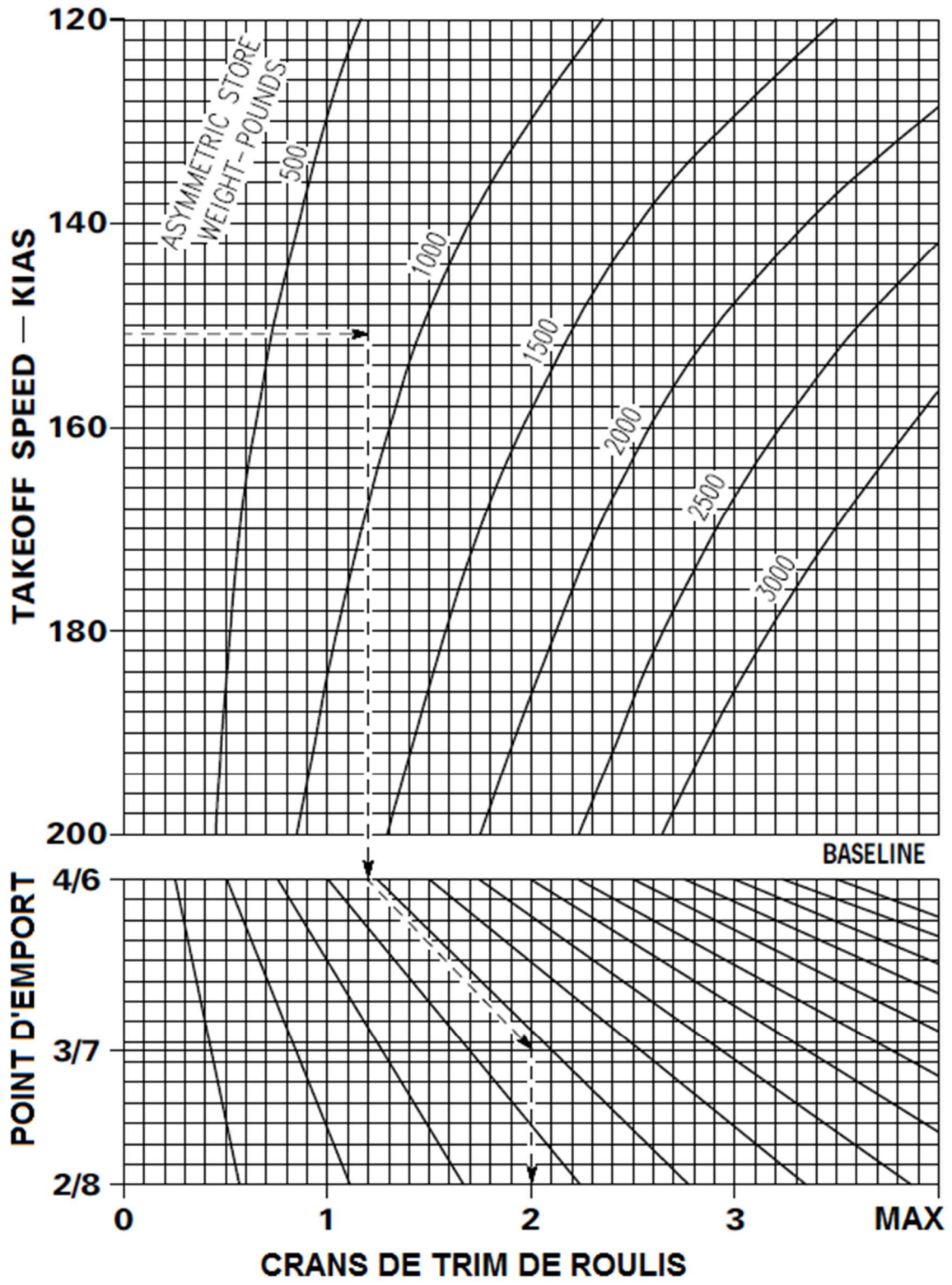
Si on tire sur le manche plus tard que calculé, l'avion se mettra en vol sans difficulté, mais on aura roulé plus longtemps que nécessaire sur la piste, donc la distance de décollage sera là aussi allongée

## Emports asymétriques

Si l'avion est chargé de manière asymétrique le centre de gravité de l'avion n'est plus sur l'axe longitudinal de l'avion. De par le fonctionnement du FLCS qui maintient 1 G en tangage, l'appareil, une fois en vol, va donc subir un mouvement en roulis, induit par le FLCS. Pour contrer cette rotation, on va trimmer en roulis pour créer un moment équivalent et assurer un avion stable. Le diagramme ci-après permettra de déterminer le trim nécessaire pour maintenir la stabilité de l'appareil.

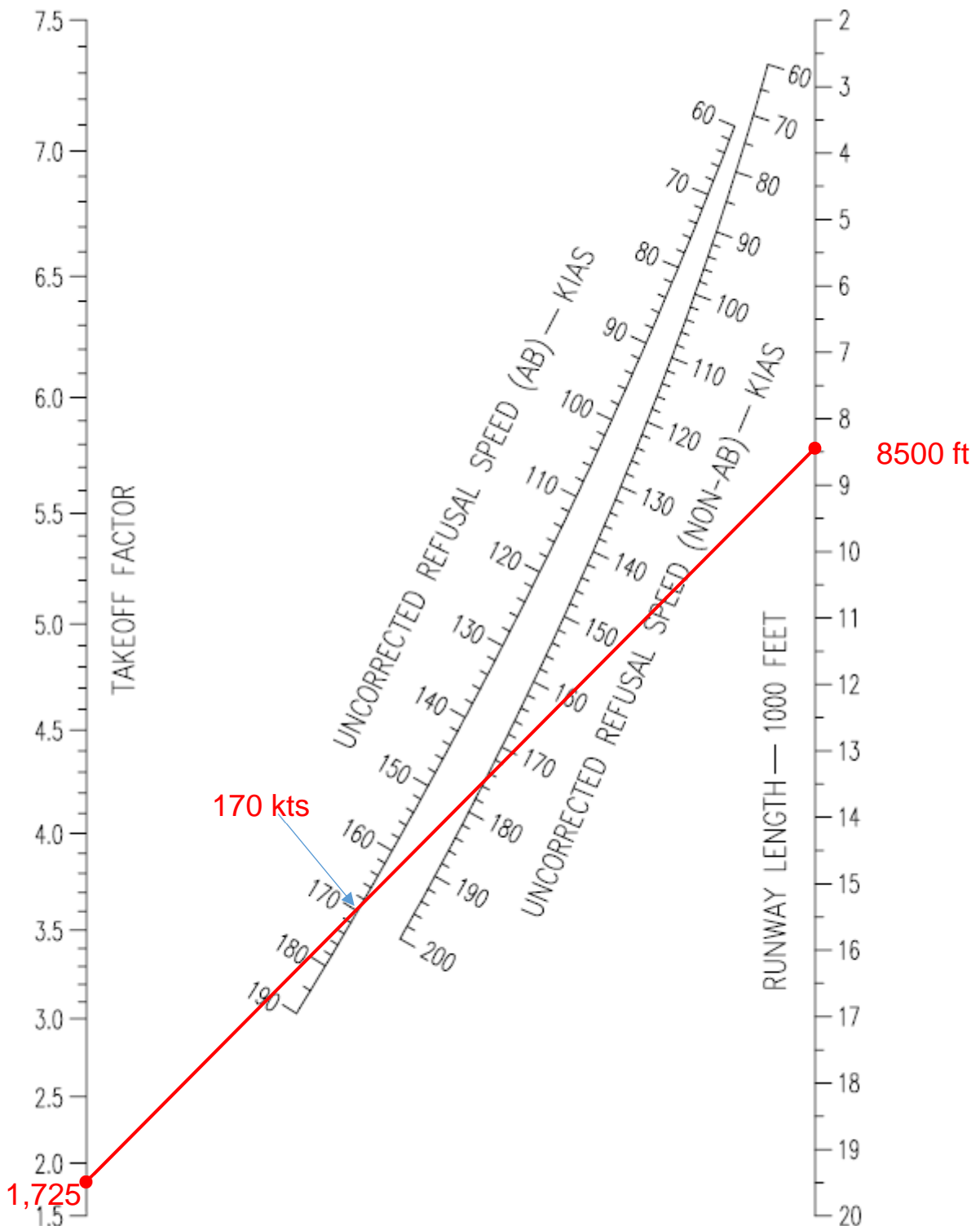
### Méthode :

- On calcule d'abord la vitesse de décollage, ainsi que la différence de poids (en livres) qui crée l'asymétrie. Ainsi, si on a sous l'aile gauche un emport d'un poids 1 500 livres alors qu'au point opposé de l'aile droite on a un emport d'un poids de 700 livres, la différence à prendre en compte est de 800 livres.
- On part en haut à gauche, de la vitesse de décollage. Par exemple 151 kts (ligne pointillée sur le graphique).
- On tire un trait horizontal depuis cette valeur sur l'échelle de gauche, jusqu'à toucher la courbe des 800 livres.
- On tire ensuite un trait vertical jusqu'au bas du graphique du haut, et on le prolonge jusqu'au sommet du graphique du bas.
- On tire ensuite un trait parallèle à une des courbes, jusqu'à croiser la ligne horizontale correspondant aux points d'emports concernés : points 4 et 6 (intérieurs d'ailes, portant en général des bidons), points 3 et 7 (milieux d'ailes, portant en général les armes air-sol) ou points 2 et 8 (extérieurs d'ailes, portant des missiles air-air ou parfois innocupés).
- Au croisement, on tire enfin un trait vertical jusqu'au bas du graphique, et on obtient la rotation à donner au trim de roulis (ici le rotacteur devra être tourné jusqu'au 2<sup>e</sup> point).



### Vitesse maximale d'interruption de décollage

On a besoin de 2 valeurs : la longueur de la piste (à Séoul, la piste que l'on utilise fait 8500 ft) et le *takeoff factor* déterminé précédemment (1,725). On reporte les valeurs sur les échelles, et on lit sur le diagramme la **refusal speed** : 170 kts.



Cela vous semble compliqué ? Pas d'inquiétude, nul doute que votre moniteur (ou votre leader) aura pris soin de calculer tous ces paramètres avant le vol et vous donnera toutes les valeurs lors du briefing 😊.

## **Conclusion**

On conclura par le rappel des points essentiels de ce module :

- comprendre ce qu'est le QFU et savoir déterminer la piste en service (on décolle et on atterrit face au vent)
- savoir mettre l'avion en vol en toute sécurité
- savoir revenir au terrain pour poser l'appareil sans casse, après une approche visuelle en longue finale.

Le F-16 est un appareil facile à faire décoller, et assez simple à faire atterrir. Même si on a souvent cassé notre monture aux premières tentatives (et même parfois éparpillé ses pièces sur la piste, ou à côté ^^), au bout de quelques tentatives, en restant concentré sur l'essentiel (les paramètres), on devrait réaliser ces exercices sans trop de difficultés.

Chaque mission est différente, chaque décollage et chaque atterrissage est une nouvelle étape. Parfois nos manœuvres sont presque parfaites, parfois on enchaîne les écarts et les erreurs. L'important est de savoir où, et de combien, on se trompe par rapport à la norme, afin de prendre rapidement la décision qui nous évitera le pire.



## ANNEXES

## Takeoff Roll Trim With Asymmetric Stores

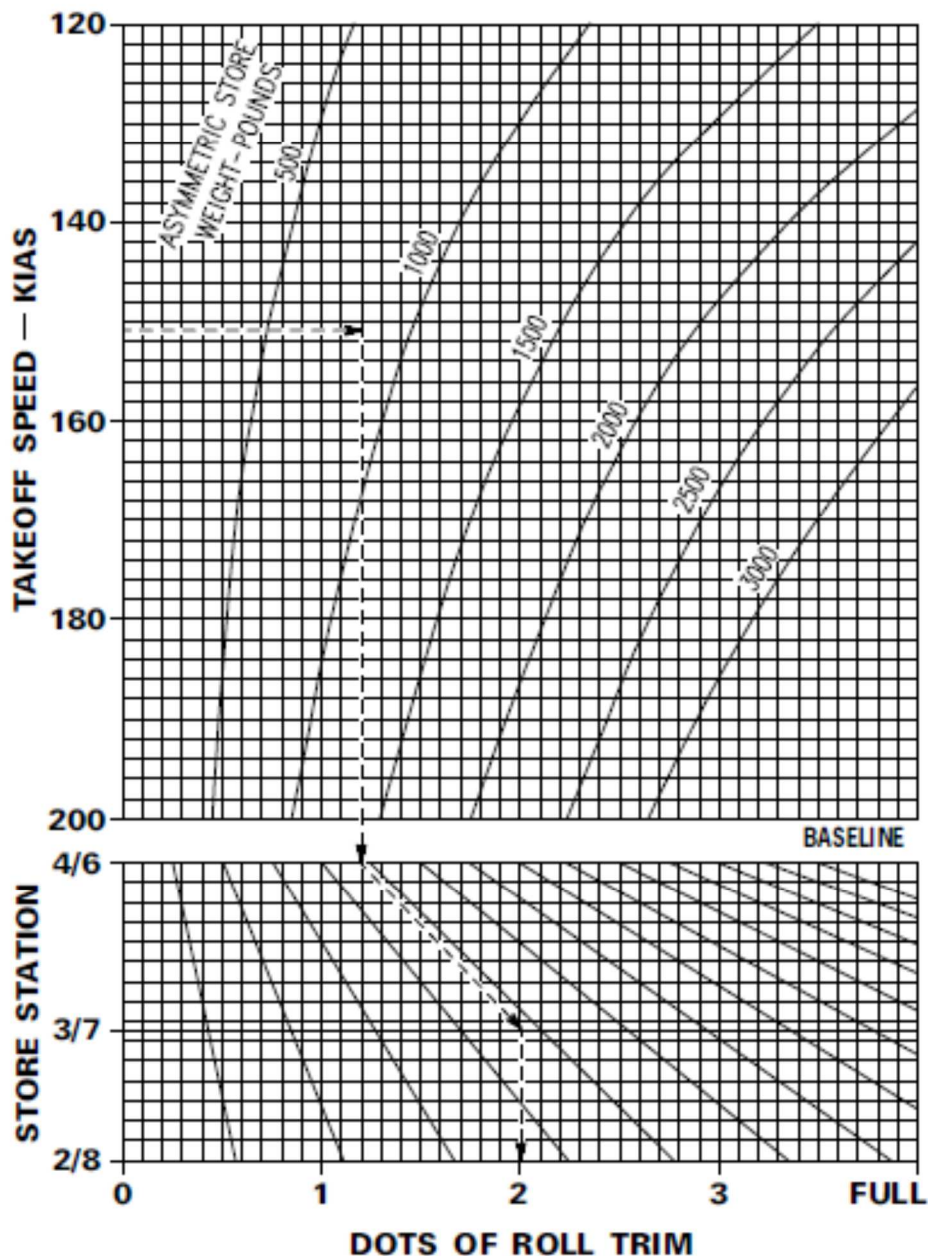
### DATA BASIS FLIGHT TEST

#### CONFIGURATION:

- LEF'S SCHEDULED
- TEF'S AT 20 DEGREES

#### NOTES:

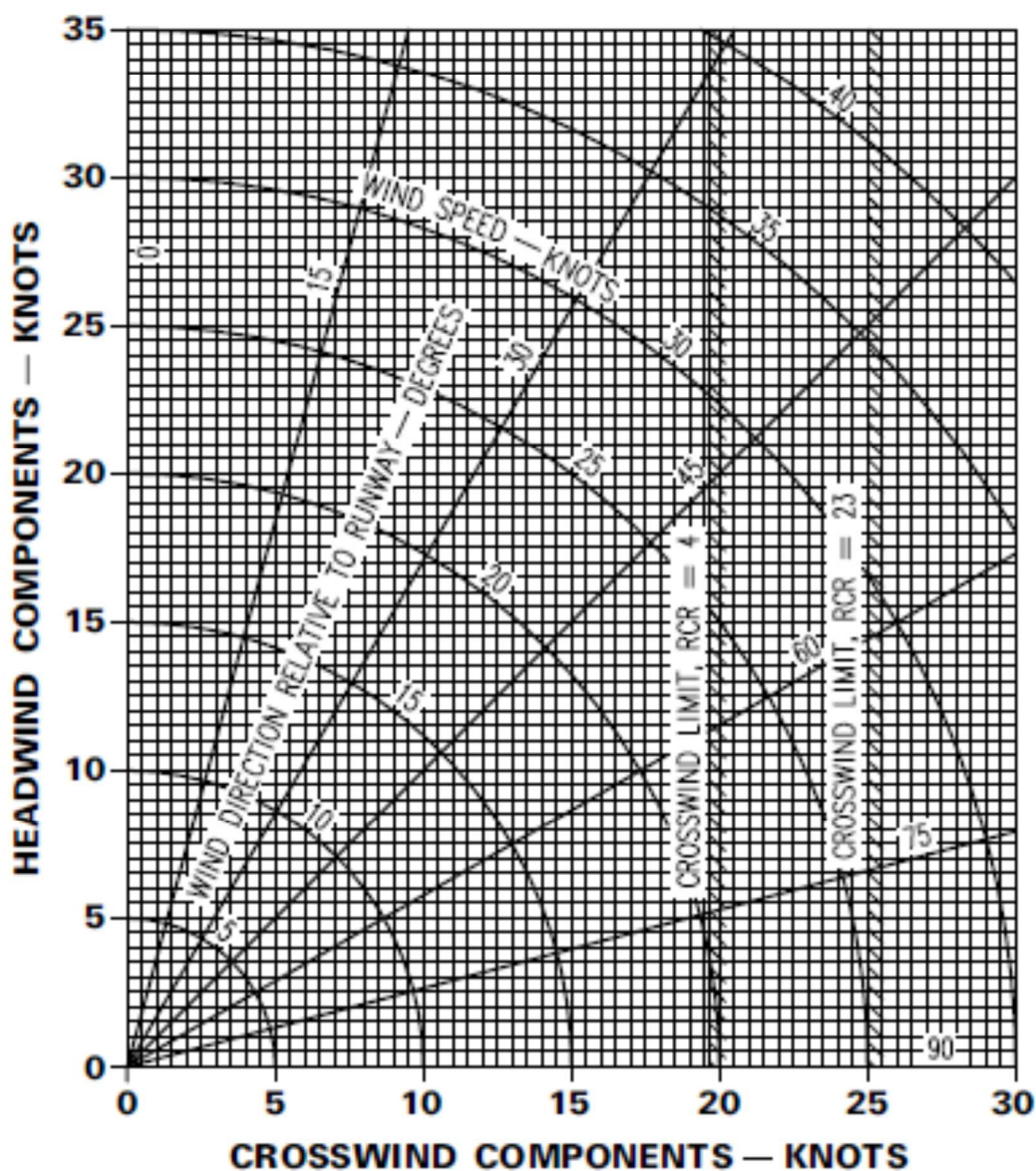
- INCREASE TAKEOFF SPEED 2 KTS FOR EACH DOT OF ROLL TRIM APPLIED TO COMPENSATE FOR REDUCED LIFT. TAKEOFF DISTANCE INCREASES PROPORTIONATELY TO THE SPEED INCREASE.
- IT IS POSSIBLE TO EXCEED THE LATERAL TRIM AUTHORITY OF THE AIRCRAFT FOR ONSPEED TAKEOFF WITH A NET ASYMMETRIC (ROLLING) MOMENT LESS THAN AIRCRAFT TAKEOFF LIMITS.



## Takeoff and Landing Crosswind Limits

### NOTES:

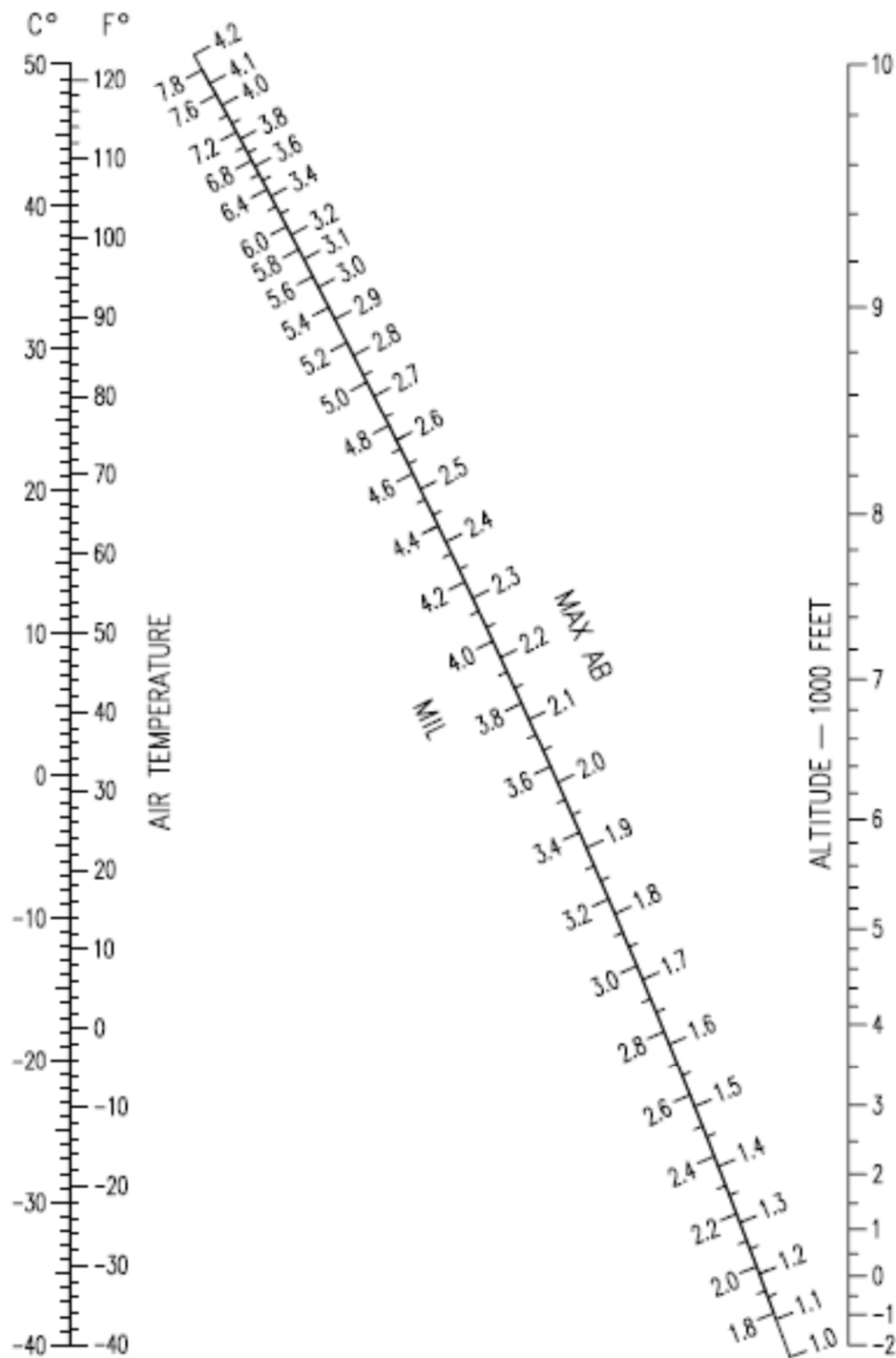
- CROSSWIND LIMITS FOR RCR VALUES 4-23 MAY BE OBTAINED BY INTERPOLATING BETWEEN THE LIMITS SHOWN.
- ENTER CHART WITH STEADY WIND TO DETERMINE HEADWIND COMPONENT AND WITH MAXIMUM GUST VELOCITY TO DETERMINE CROSSWIND COMPONENT.



## Takeoff Factor

DATA BASIS FLT TEST

ENGINE F100-PW-229



### Takeoff Speed and Distance

DATA BASIS FLT TEST

ENGINE F100-PW-229

#### CONFIGURATION:

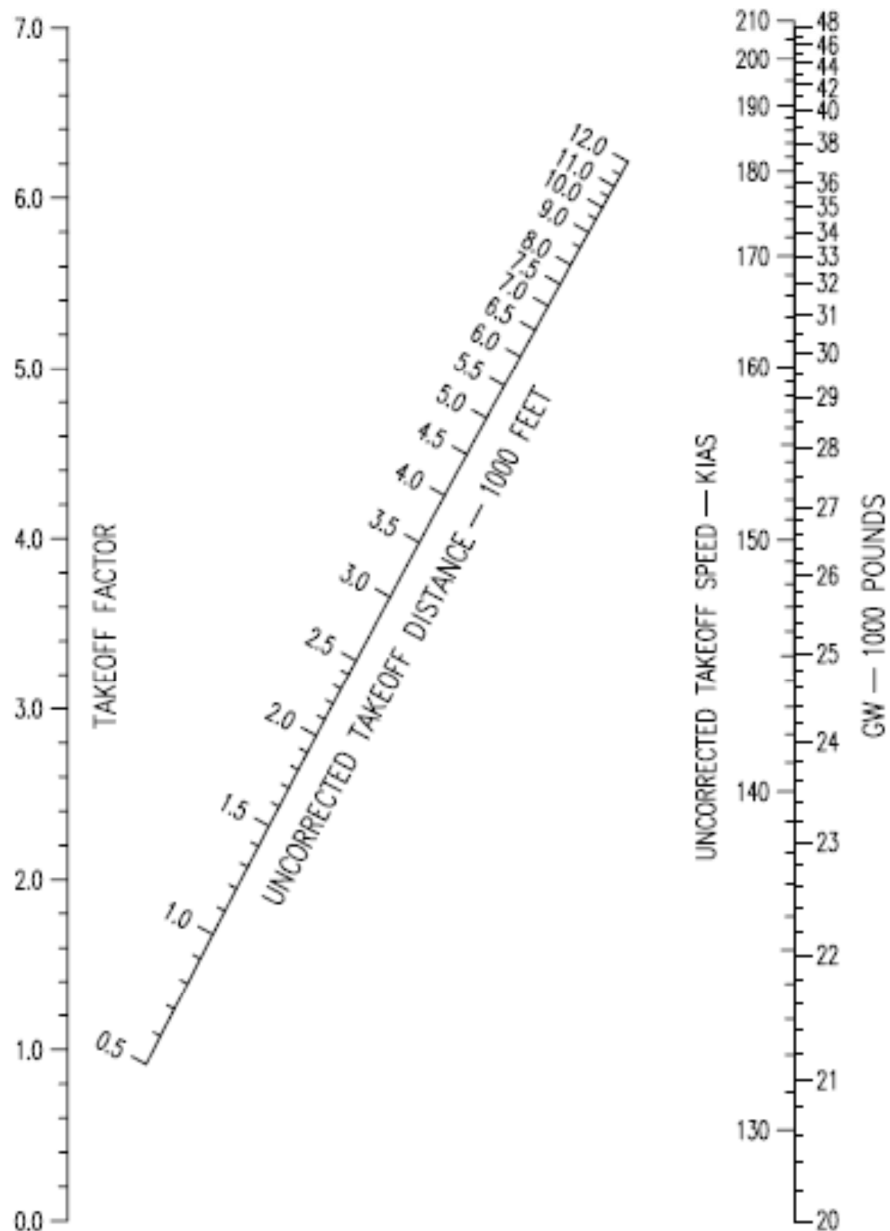
- ALL DRAG INDEXES
- CG = 35% MAC
- ZERO ROLL TRIM

#### CONDITIONS:

- ALL ALTITUDES
- ALL TEMPERATURES
- 10 DEGREES PITCH ATTITUDE

#### NOTES:

Refer to sheet 2.





## **Takeoff Speed and Distance**

**DATA BASIS FLIGHT TEST**

**ENGINE F100-PW-229**

### **CONFIGURATION:**

- ALL DRAG INDEXES
- CG=35% MAC
- ZERO ROLL TRIM

### **CONDITIONS:**

- ALL ALTITUDES
- ALL TEMPERATURES
- 10 DEGREES PITCH ATTITUDE

### **NOTES:**

- ROTATE AT 10 KIAS (NON-AB) OR 15 KIAS (AB) LESS THAN TAKEOFF SPEED.
- COMPUTE % INCREASE/DECREASE CHANGES INDIVIDUALLY.
- INCREASE TAKEOFF SPEED 8% AND DISTANCE 18% FOR AN 8° PITCH ATTITUDE ROTATION.
- INCREASE/DECREASE TAKEOFF SPEED 0.8 KIAS FOR EACH 1% FORWARD/AFT OF 35% MAC.
- INCREASE/DECREASE DISTANCE 1% FOR EACH 1% FORWARD/AFT OF 35% MAC.
- INCREASE DISTANCE 2% PER 100 DRAG INDEX.
- INCREASE DISTANCE 4% PER 1% UPSLOPE.
- DECREASE DISTANCE 3.5% PER 1% DOWNSLOPE.
- INCREASE DISTANCE 11% PER 10 KTS TAILWIND.
- DECREASE DISTANCE 10% PER 10 KTS HEADWIND.
- FOR TAKEOFF SPEED CORRECTION WITH ROLL TRIM OTHER THAN ZERO, REFER TO TAKEOFF ROLL TRIM WITH ASYMMETRIC STORES, FIGURE N-1, PAGE N-8.



## Refusal Speed

DATA BASIS ESTIMATED

ENGINE F100-PW-229

### CONFIGURATION:

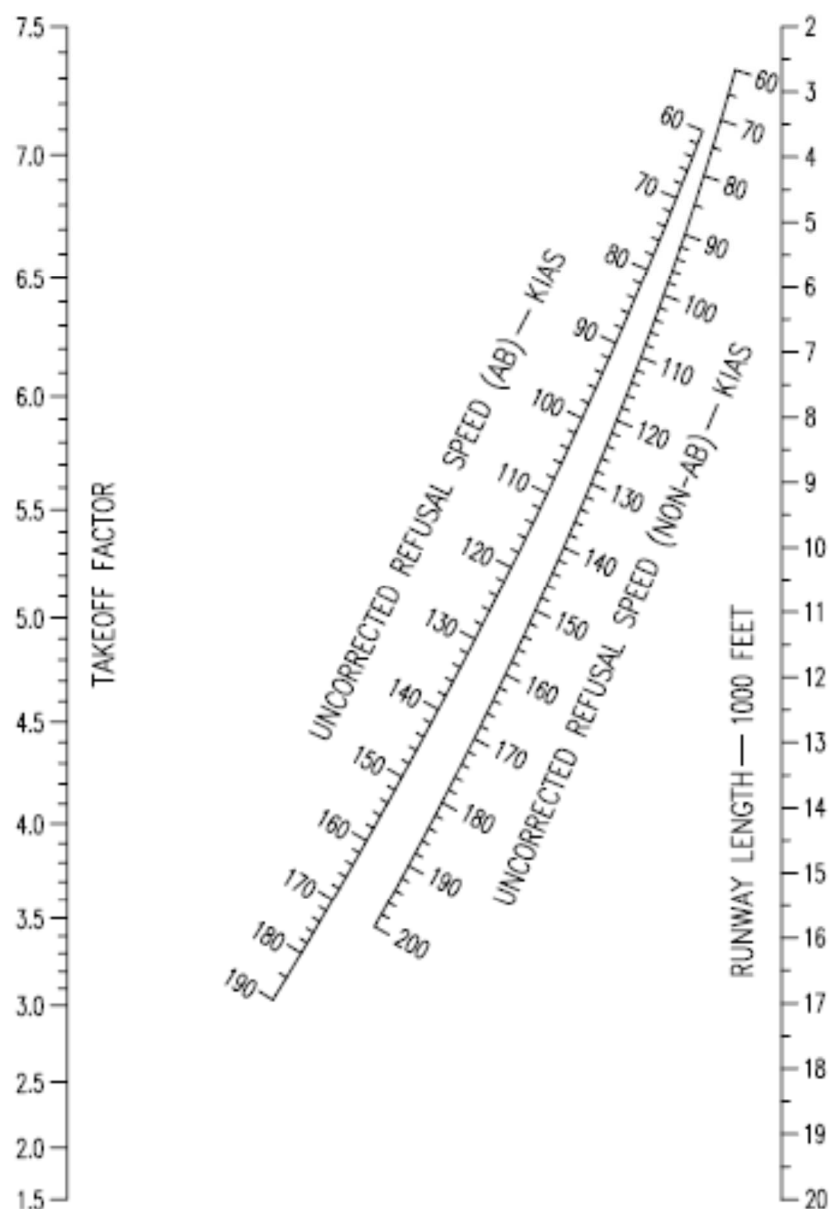
- ALL DRAG INDEXES
- SPEEDBRAKES — OPEN
- GW = 32,000 LB

### CONDITIONS:

- IDLE SELECTED AT REFUSAL SPEED
- MAX EFFORT BRAKING
- DRY CONCRETE (RCR = 23)

### NOTES:

- COMPUTE % INCREASE/DECREASE CHANGES INDIVIDUALLY.
- FOR RCR = 16 (DRY) DECREASE NON-AB/AB REFUSAL SPEED BY 4/5 KIAS.
- INCREASE/DECREASE REFUSAL SPEED 1.1%/0.9% WITH NON-AB AND 0.7%/0.7% WITH AB PER 1000 LB LESS/ADDITIONAL GW.
- INCREASE/DECREASE REFUSAL SPEED 5/5 KIAS WITH NON-AB AND 6/6 KIAS WITH AB PER 5 KTS HEADWIND/TAILWIND.
- INCREASE/DECREASE REFUSAL SPEED 0.5/1.0 KIAS WITH NON-AB AND 1.5/2.0 KIAS WITH AB PER 1% UPSLOPE/DOWNSLOPE.



# Brake Energy Limits – Max Effort Braking

DATA BASIS ESTIMATED

ENGINE F110-GE-129

**CONFIGURATION:**

- ALL DRAG INDEXES
- SPEEDBRAKES – OPEN
- TEF'S DOWN

**CONDITIONS:**

- NORMAL IDLE THRUST

**CAUTION**

- EXCEEDING 24.5 MILLION FOOT- POUNDS PER BRAKE CUMULATIVE TOTAL ENERGY MAY RESULT IN LOSS OF BRAKING.

**NOTES:**

- ADD TAILWIND COMPONENT OR SUBTRACT ONE-HALF HEADWIND COMPONENT FROM AIRSPEED WHEN BRAKES ARE APPLIED.
- FOR ABORTED TAKEOFF AT AIRSPEED GREATER THAN 100 KNOTS, ADD 2 MILLION FOOT-POUNDS PER BRAKE IF BRAKES ARE APPLIED SOONER THAN 4 SECONDS AFTER THROTTLE IS RETARDED TO IDLE.
- IF LANDING WITH ASYMMETRICAL WING LOADING, TAKE ACTION AS APPLICABLE FOR NEXT HIGHER ENERGY ZONE TO ALLOW FOR UNEQUAL BRAKE ENERGY DISTRIBUTION.

