



PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

- Objectif de la préparation du vol:
 - Vérifier que les performances de l'avion à l'atterrissage et au décollage sont compatibles de la longueur de piste utilisable à l'atterrissage et au décollage.
 - Il est aussi important de déterminer quelle sera la vitesse verticale de montée. Celle-ci devra être suffisante pour passer au dessus du relief avec des marges de sécurité acceptables.
 - Si certaines données du vol ont évolué par rapport à la préparation: Vent, Température, Pression atmosphérique, Passagers, Carburant, Etat de la piste, Bagages....!

**« IL FAUT ACTUALISER LE CALCUL DES PERFORMANCES »
L'ANNULATION DU VOL DOIT ÊTRE ENVISAGÉE SI LES
PERFORMANCES NE SONT PAS SUFFISANTES**

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

- Les performances « certifiées » de décollage, montée, croisière et atterrissage sont celles figurant sur les manuels de vol de chaque avion:
 - Elles ne sont pas modifiables « officiellement »!
 - Elles sont incomplètes pour le vol en « Montagne »!
- Les performances au décollage et à l'atterrissage en montagne devront donc être calculées par des méthodes « spécifiques ».

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

PERFORMANCES DU MANUEL DE VOL - DECOLLAGE ET ATERRISSAGE

- Données fournies par le manuel de vol:
 - Distance de passage des 15m pour le décollage et l'atterrissage
 - Distance de roulement pour le décollage et pas forcément pour l'atterrissage
- Hypothèses de calcul des performances de la plupart des manuels de vol:
 - Prise en compte d'un vent: « horizontal et stable »
 - Vitesse de présentation pour l'atterrissage: 1,3 VS
 - Altitude max: 2000m (6600ft)-Exemple du Mousquetaire
 - Pente piste: +/-2% au maximum
 - Piste: coefficient de roulement herbe ou béton ($\mu=0,12$ pour le maximum)

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

- En conséquence, les performances du manuel de vol ne permettent pas à elles seules de calculer les performances de décollage et d'atterrissage pour le vol en montagne.
- Ceci pour deux raisons principales:
 - Pente de la piste limitée à 2% (alors que certaines piste de montagne ont plus de 20% de pente)
 - Altitude du décollage et de l'atterrissage limitée à 6600ft (il faudrait que le manuel de vol publie des données au delà de 10000ft)



PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

Préparation d'un vol en montagne

PERFORMANCES: Calculer la distance de décollage et d'atterrissage dans les conditions suivantes:

- Avion: Mousquetaire D140E-Hélice SENSENICH de 62 pouces,
- Masse=900kg au décollage
- Vent: 10kt de face au décollage et donc 10kt de vent arrière à l'atterrissage
- Altitude terrain de 5250ft (1600m)
- Température: 25°c
- Coefficient de roulement: 0,10 (herbe)
- Pente piste: 10%

PERFORMANCES DE DECOLLAGES ET D'ATTERRISSAGE

METHODES PROPOSEES

- Comme le manuel de vol ne permet pas de fournir les performances en altitude élevée il est proposé d'utiliser deux méthodes de calcul des performances pour le vol en montagne:
 - Méthode1: utiliser l'altitude densité afin de recalculer les performances en haute altitude par rapport à des performances calculées au niveau de la mer
 - Méthode2: recalculer les performances en utilisant les paramètres influents : masse, altitude, vent, température, etc.
- Ces deux méthodes permettent de prendre en compte:
 - La haute altitude
 - La forte pente de la piste



PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

METHODE 1

- Explication de l'altitude densité: la mesure de la pression et de la température à une altitude donnée permet de calculer la masse volumique de l'air (quantité d'air dans un volume donné), Les performances calculées au sol avec une masse volumique de référence ($\rho_0 = 1,225 \text{ Kg/m}^3$) peuvent être recalculées avec n'importe quelle masse volumique (ρ),

INFORMATIONS THEORIQUES

- L'altitude pression n'est déterminée qu'avec une mesure de pression
- L'altitude densité est fonction de la pression et de la température. La densité de l'air ($\sigma = \rho / \rho_0$) correspond à cette altitude. ρ / ρ_0 est représentatif de la quantité de molécules d'oxygène contenues dans l'air,

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

↪ Description de la **METHODE 1**:

1. En utilisant le manuel de vol, calculer les performances de décollage avec les hypothèses suivantes:
 1. Masse: 900kg
 2. Vent: 10kt de face
 3. Altitude nulle
 4. Température standard: 15°c
 5. Pente de la piste: 0%
 6. Coefficient de roulement: 0,10 (piste en herbe)

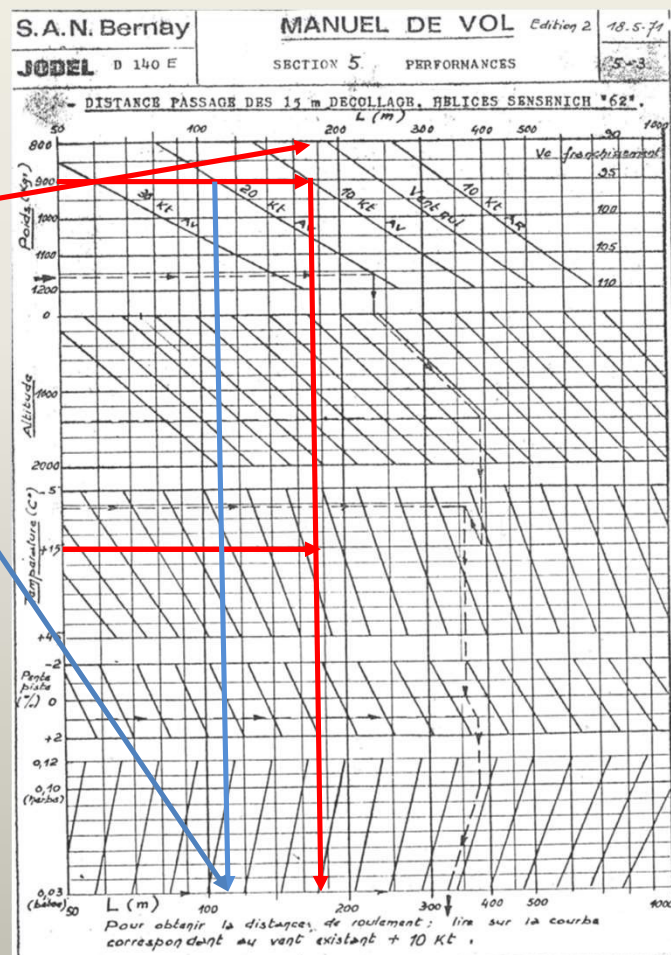
PERFORMANCES DE DECOLLAGE

Résultats:

- Distance parcourue au passage des 15m=175m
- Distance de roulement: 110m

Calcul de la distance de roulement:

- Augmenter le vent de 10kt de face.
- Lire la distance de décollage ainsi obtenue qui correspond à la distance de roulement (distance parcourue entre le lâché des freins et le moment où les roues quittent le sol).



PERFORMANCES D'ATERRISSAGE

Hypothèses:

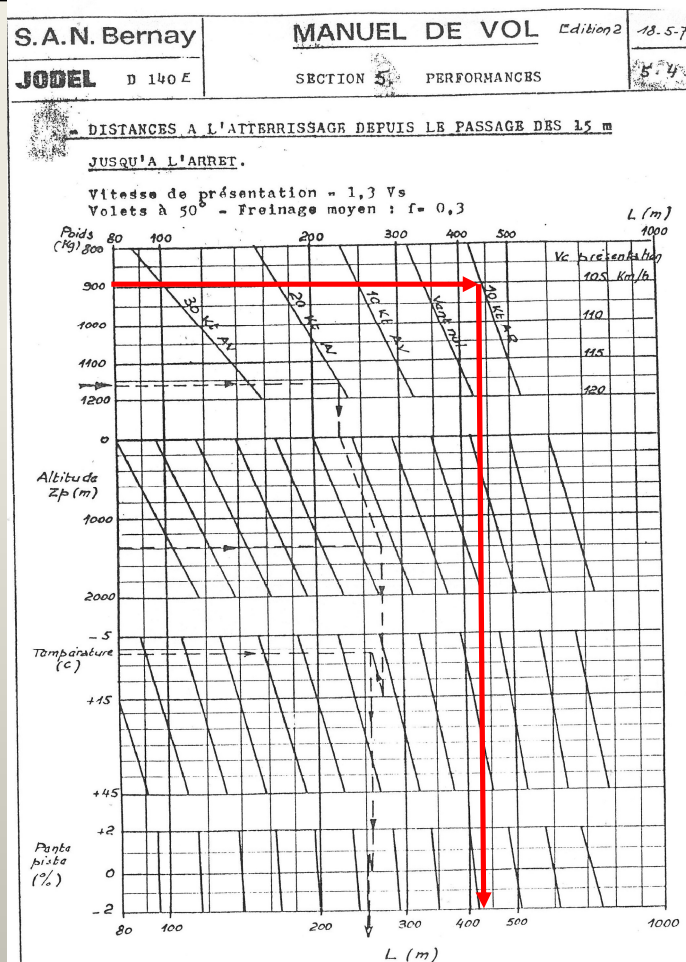
- Vitesse de présentation: $1,3V_s$
- Coefficient de freinage = 0,3

Résultats:

- Distance parcourue après le passage des 15m = 440m
- **NOTA:** le manuel de vol ne prévoit pas de méthode pour calculer la distance de roulement à l'atterrissage,

Commentaire:

- Le coefficient de freinage de 0,3 est optimiste (valeur qui peut être de 0,2 sur piste en herbe sèche)



PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

↳ Description de la **MÉTHODE 1** (suite):

1. CALCUL DE L'ALTITUDE DENSITE EN UTILISANT LA PLANCHE SUIVANTE:

- 1. Altitude: 5300ft**
- 2. Température: 25°c**

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

Résultats:

- Altitude densité=7800ft

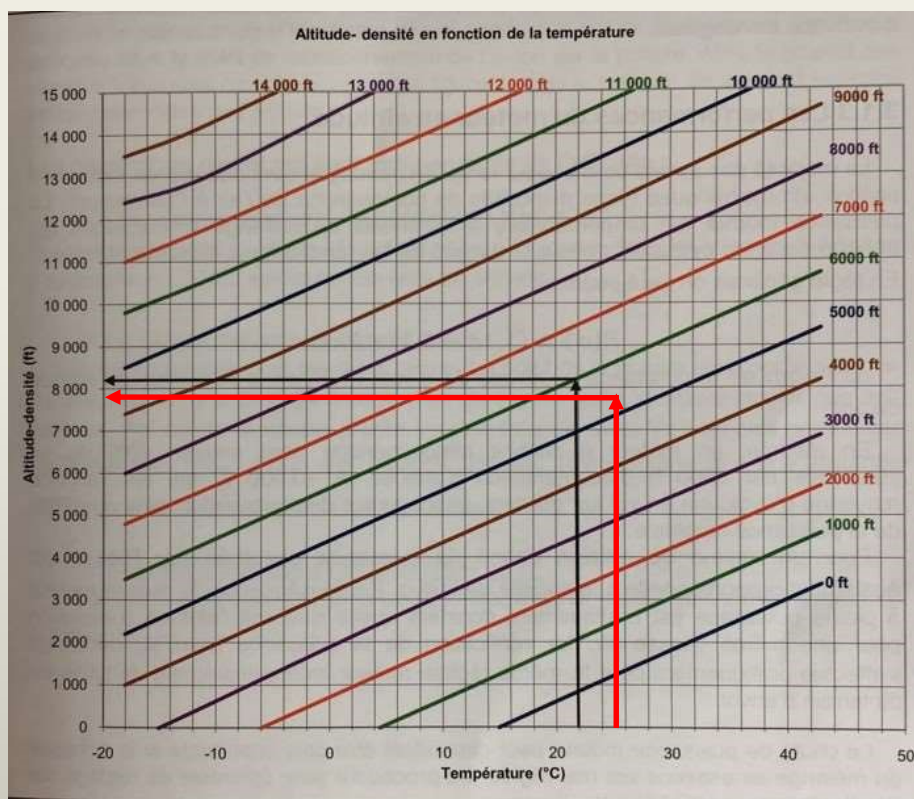


Figure 3.1 : Altitude-densité en fonction de l'altitude-pression et de la température.

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

Altitude pression (mètres)	Altitude pression (feet)	Densité (σ)	Correction distance. Atterrissage. ($1/\sigma$)	Correction vitesse Vp	Correction distance. Decollage. ($1/\sigma^3$)
0	0	1,00	1,00	1,00	1,00
305	1 000	0,97	1,03	1,01	1,09
610	2 000	0,94	1,06	1,03	1,19
914	3 000	0,91	1,09	1,05	1,31
1 219	4 000	0,89	1,13	1,06	1,43
1 524	5 000	0,86	1,16	1,08	1,56
1 829	6 000	0,84	1,20	1,09	1,71
2 134	7 000	0,81	1,23	1,11	1,88
2 438	8 000	0,79	1,27	1,13	2,06
2 743	9 000	0,76	1,31	1,15	2,26
3 048	10 000	0,74	1,35	1,16	2,48
3 353	11 000	0,72	1,40	1,18	2,73
3 658	12 000	0,69	1,44	1,20	3,00
3 962	13 000	0,67	1,49	1,22	3,30
4 267	14 000	0,65	1,54	1,24	3,64
4 572	15 000	0,63	1,59	1,26	4,01
4 877	16 000	0,61	1,64	1,28	4,43

Tableau 3.2 : Evolution de la densité de l'air avec l'altitude-pression en atmosphère type.

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

➡ Description de la **MÉTHODE 1** (suite):

1. Détermination des coefficients correcteurs à apporter aux distances de décollage et atterrissage et à la vitesse indiquée:
 1. Coefficient décollage: 2,06
 2. Coefficient atterrissage: 1,27
 3. Coefficient sur la vitesse indiquée pour avoir la vitesse propre (vitesse vraie par rapport à l'air): 1,13

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

➡ Description de la **MÉTHODE 1** (suite):

1. Détermination des distances de décollage et d'atterrissage à pente nulle:

1. Distance de décollage: $2,06 \times 175\text{m} = 360\text{m}$

2. Distance d'atterrissage: $1,27 \times 440 = 560\text{m}$

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

1. Détermination des distances de décollage et d'atterrissage à pente de 10%:

1. Distance de décollage = $360 \times 0,6 = 216\text{m}$
2. Distance d'atterrissage = $560\text{m} \times 0,6 = 336\text{m}$

Coefficients correcteurs à apporter aux distances de décollage et d'atterrissage en fonction de la pente moyenne du roulement au sol:

1 pour 0%
0,75 pour 5%
0,68 pour 7%
0,6 pour 10%
0,55 pour 12%
0,5 pour 15%
0,47 pour 17%
0,43 pour 20%
0,37 pour 25%

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

1. Détermination des distances de décollage et d'atterrissage à pente de 10%:

Distance de décollage=216m

Distance atterrissage=336m

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

METHODE 2

- Quelques règles supplémentaires peuvent être utiles pour compléter la méthode générale exposée ci-dessus. Elles seront aussi appliquées dans le cadre des vols réalisés au sein de l'ATO et plus généralement par les pilotes de l'AFPM.
- Les coefficients de majoration des distances de décollage et d'atterrissage mentionnées ci-dessous s'appliquent:
 - A la distance de roulement
 - A la distance de franchissement des 15m

ATTENTION : Si plusieurs facteurs se conjuguent (altitude, pente, vent), il faut multiplier les facteurs (coef 1 x coef 2 x coef 3 X ...) entre eux pour avoir le coefficient global.

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

- Augmentation de la masse de l'appareil de 10% par rapport à une masse donnée :
 - Les distances de décollage sont augmentées de 20% (coefficient de 1,2)
 - Les distances d'atterrissage seront augmentées de 10% (coefficient de 1,1)

- Augmentation de l'altitude de 1.000 ft:
 - Les distances de décollage sont augmentées de 10% (coefficient de 1,1)
 - Les distances d'atterrissage sont augmentées de 5% (coefficient de 1,05)

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

- Augmentation de la température ambiante de 10°C :

- Les distances de décollage sont augmentées de 10% (coefficient de 1,1)
- Les distances d'atterrissage sont augmentées de 5% (coefficient de 1,05)

- Herbe sèche (20 cm maximum) sur sol ferme :

- Les distances de décollage sont augmentées de 20% (coefficient de 1,2).
- L'herbe haute peut diminuer la distance d'atterrissage (ne pas en tenir compte dans les calculs)

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

-Piste en pente de 2% :

- Les distances de décollage (descente) sont diminuées de 10% (coefficient de 0,9)
- Les distances d'atterrissage diminuées (montée) de 10% (coefficient de 0,9)

-Pour les pentes supérieures, les coefficients suivants sont utilisés pour le décollage en descente et l'atterrissage en montée:

- Pente de 6%, coefficient de 0,71
- Pente de 10%, coefficient de 0,60
- Pente de 15%, coefficient de 0,50
- Pente de 20%, coefficient de 0,43

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

-Composante arrière de vent de 10% de la vitesse de rotation :

- Les distances de décollage sont augmentées de 20% (coefficient de 1,2)
- Les distances d'atterrissage sont augmentées de 20% (coefficient de 1,2)



AFPM COURS STAGE THEORIQUE MI

PERFORMANCES MANUEL DE VOL F-GRKP DECOLLAGE ET ATERRISSAGE EN CONDITIONS STANDARDS PENTE PISTE NULLE AU NIVEAU DE LA MER

	ROULEMENT DEC (m)	DEC 15M (m)	ROULEMENT ATT (m)	ATT 15M (m)
850 kg	150	220	200	325
900 kg	170	250	213	340
950 kg	200	275	220	350
1000 kg	230	320	233	370

TABLEAU ALTITUDE DENSITE

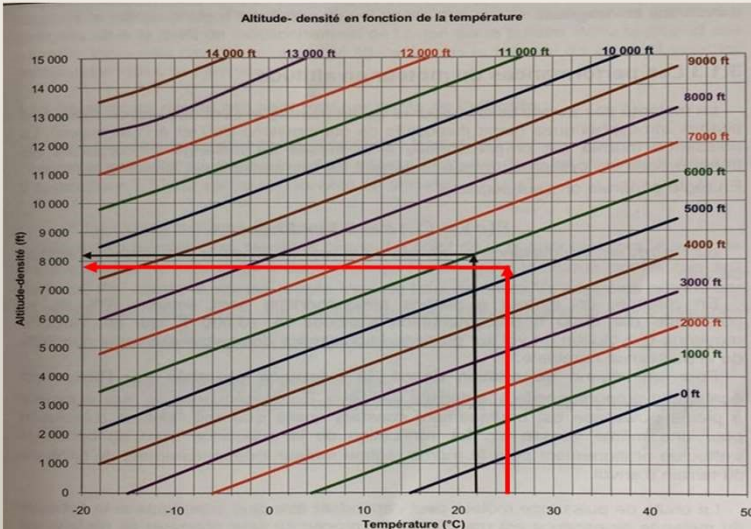


Figure 3.1 : Altitude-densité en fonction de l'altitude-pressure et de la température.

RESUME DE CALCUL DES PERFOs EN DEUX PAGES (PAGE 1)

INFLUENCE D'UNE PENTE DE 2% sur les distances D/L et ATR

Décollage: 10% EN MOINS EN DESCENTE

Atterrissage: 10% EN MOINS EN MONTEE

**PERFORMANCES
ATTERRISSAGE A/C
ARRONDI=F(pente, Vp)**
Vent: +/-10m par KT
Altitude: +/-3% par 1000ft

**INFLUENCE D'UN VENT
ARRIERE DE 10% de VR**

Décollage: +20%

Atterrissage: +20%

**HERBE SECHE
AU DECOLLAGE**

+20%

Pas de proposition pour
l'atterrissage

**Pente APP à augmenter de
1%**

Tous les 3000ft pour
compenser en partie la
perte de performance

Règle: marquée +10% par
6000ft +/-1%/5°C/STD

**PUISSANCE MOTEUR
F(altitude)**

-3,3% par 1000ft chute de
Pnom

A 6000ft 80% de Pnom

A 10000ft 67% de Pnom

$P(\sigma) = (1,1 \sigma - 0,1) \cdot Pnom$

**INFLUENCE DE LA MASSE
POUR 10% DE VARIATION**

Décollage: +20%

Atterrissage: +10%

**INFLUENCE D'UN
ACCROISSEMENT DE 1000FT
D'ALTITUDE**

Décollage: +10%

**INFLUENCE D'UN
ACCROISSEMENT
DE TEMPERATURE DE +10°C**

Décollage: +10%

Atterrissage: +5%

Réelle=Indiquée+/-4ft par
1000ft/°C/STD
Plus haut plus chaud

ALTITUDE DENSITE

Température augmente de 1°
par rapport au standard,
l'altitude densité augmente de
100ft

**AUX DISTANCES DE
ROULEMENT AU DECOLLAGE
ET ATERRISSAGE=F(pente)**

1 pente de 0%

0.71 pente 6%

0.6 pente 10%

0.50 pente 15%

0.43 pente 20%



AFPM COURS STAGE THEORIQUE MI

RESUME DE CALCUL DES PERFOS EN DEUX PAGES (PAGE 2)

COEFFICIENTS A APPORTER AUX DISTANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE DU MOUSQUETAIRE
EN FONCTION DE L'ALTITUDE DENSITE CALCULEE SUR LE TERRAIN

Altitude pression (mètres)	Altitude pression (feet)	Densité (σ)	Correction distance. Atterrissage. ($1/\sigma$)	Correction vitesse Vp	Correction distance. Decollage. ($1/\sigma^3$)
0	0	1,00	1,00	1,00	1,00
305	1 000	0,97	1,03	1,01	1,09
610	2 000	0,94	1,06	1,03	1,19
914	3 000	0,91	1,09	1,05	1,31
1 219	4 000	0,89	1,13	1,06	1,43
1 524	5 000	0,86	1,16	1,08	1,56
1 829	6 000	0,84	1,20	1,09	1,71
2 134	7 000	0,81	1,23	1,11	1,88
2 438	8 000	0,79	1,27	1,13	2,06
2 743	9 000	0,76	1,31	1,15	2,26
3 048	10 000	0,74	1,35	1,16	2,48
3 353	11 000	0,72	1,40	1,18	2,73
3 658	12 000	0,69	1,44	1,20	3,00
3 962	13 000	0,67	1,49	1,22	3,30
4 267	14 000	0,65	1,54	1,24	3,64
4 572	15 000	0,63	1,59	1,26	4,01
4 877	16 000	0,61	1,64	1,28	4,43

Tableau 3.2 : Evolution de la densité de l'air avec l'altitude-pression en atmosphère type.

PERFORMANCES DE DECOLLAGE ET D'ATTERRISSAGE

**FIN DE LA PRESENTATION
PERFORMANCES MONTAGNE**





AFPM COURS STAGE THEORIQUE MI

PERFORMANCES

QUESTIONS?