Computeur de navigation

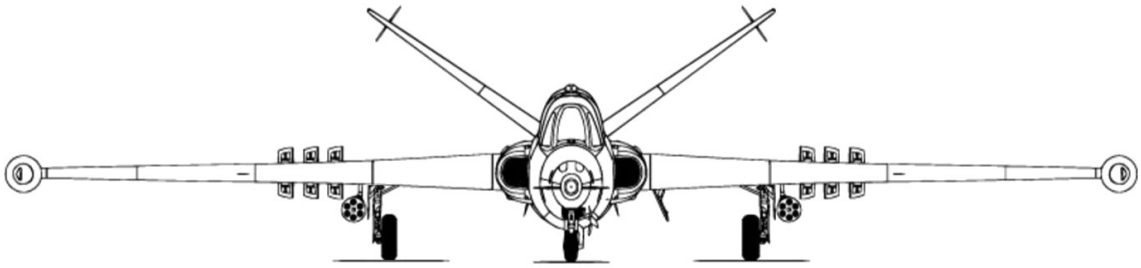
Fouga CM 170 R Magister

Réacteurs Turboméca Marboré II

Recueil complet des abaques, couronnes et procédures de lecture

Computeur de vol recto-verso (faces marquées « 131 » et « 336 »)

Établi par la Base Aérienne 709 — Cognac



Document de référence reconstitué à partir des deux faces de l'instrument - Ne pas diffuser

Dernière mise à jour — 4 août 2026

© Valérie Otero — 2026

Sommaire

I. Présentation générale de l'instrument 3

II. Les abaques de performances 5

II.1 Grille de croisière — 3 régimes × 7 altitudes (face « 131 ») 5

II.2 Montée / Descente IFR / Descente VFR 7

II.3 Table régime / consommation (face « 336 ») 8

II.4 Distance maximale à 19.000 t/min (descente IFR comprise) 11

III. Les couronnes et les échelles 13

III.1 Couronne altitude / litres (face « 131 ») 13

III.2 Règle à calcul circulaire : couronne haute & plaque basse (face « 336 ») 14

III.3 Échelles cartographiques de la règle support 14

III.4 Constantes, réserves et limitations 15

III.5 Hypothèses de calcul gravées sur le disque 15

IV. Mode d'emploi exhaustif 16

IV.1 Nature et principe 16

IV.2 Anatomie de l'instrument 16

IV.3 Réglage du régime moteur 16

IV.4 Lire la grille de croisière (abaque II.1) 16

IV.5 Calculer la distance franchissable / l'endurance avec le carburant réel 17

IV.6 Utiliser les tables Montée / Descente (abaque II.2) 17

IV.7 Utiliser la table « Distance maximale » (abaque II.4) 17

IV.8 Calculer la vitesse vraie et convertir les unités (règle circulaire) 17

IV.9 Procédure type de préparation d'un vol (synthèse) 17

IV.10 Remarques et précautions de lecture 18

Glossaire 19

I. Présentation générale de l'instrument

Le computeur du Fouga CM 170 R « Magister » est un instrument de planification recto-verso qui réunit, sur ses deux faces, trois outils complémentaires :

- des abaques de performances propres à l'avion (régime moteur, consommation, vitesses, distance franchissable, temps), gravés au centre ou imprimés sur la plaque ;
- une règle à calcul circulaire de navigation (de la famille des « computers » type E6B / CRP-5), formée d'une couronne tournante et d'un disque fixe, pour les conversions d'unités et le calcul de la vitesse vraie ;
- une règle support portant des échelles cartographiques (kilomètres et milles nautiques) servant de réglette pour mesurer les distances sur la carte.

Il s'agit d'un instrument unique, qui se lit des deux côtés. Une face (marquée « 131 ») porte le disque tournant à fenêtres de lecture, d'où sont extraites les grilles de croisière, ainsi que la couronne altitude ↔ litres, les constantes et limitations, et la réglette cartographique au 1/1.000.000e. L'autre face (marquée « 336 ») porte la table centrale régime / consommation, les règles d'affichage (distance et endurance maximales), la règle à calcul circulaire et une réglette cartographique au 1/500.000e. Les abaques Montée / Descente et Distance maximale sont gravés sur la plaque support.

Les nombres « 131 » et « 336 » inscrits sur l'instrument ne désignent pas deux modèles différents : ils correspondent vraisemblablement aux numéros des Fouga auxquels l'appareil a été rattaché. Les abaques de performances sont ceux de l'avion et de son moteur Marboré II.

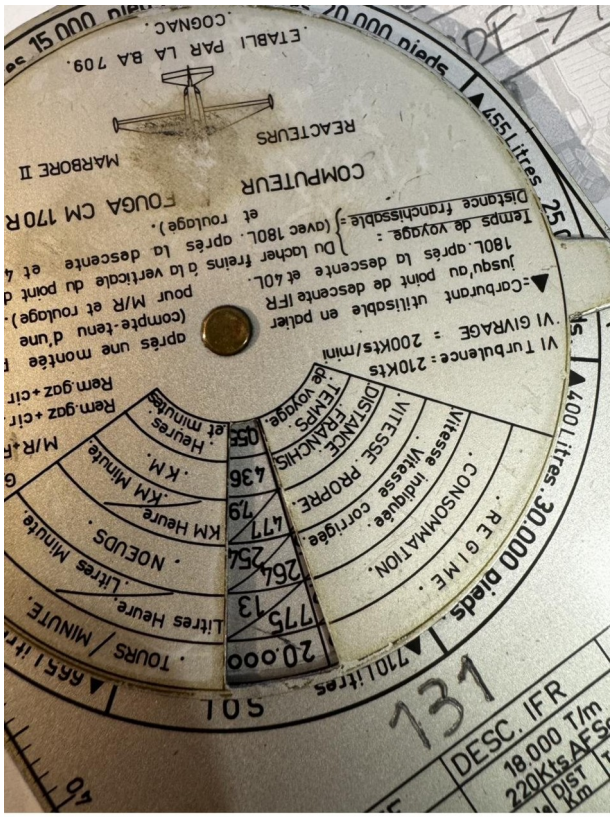


Figure 1 — Vue de l'instrument

Face « 131 » — disque à fenêtres de lecture et couronne altitude / litres.

Conventions employées dans ce document : « t/m » ou « T/m » = tours-minute du réacteur ; « Z » = altitude (en milliers de pieds, sauf mention) ; « Vi » = vitesse indiquée ; « IAS / CAS / TAS » = vitesse indiquée / corrigée / vraie ; « AF » = aérofreins ; « M/R » = mise en route ; « GCA » = approche radar guidée. Le symbole → désigne un vol en palier et ↗ une montée au niveau indiqué.

II. Les abaques de performances

Les abaques donnent, pour chaque régime moteur et chaque altitude, les performances de l'avion.

II.1 Grille de croisière — 3 régimes × 7 altitudes (face « 131 »)

Lue sur les fenêtres de la face « 131 », présentée régime par régime. Pour un régime donné, descendre la colonne « Altitude » jusqu'au niveau désiré et lire la série couplée. À régime constant, lorsque l'altitude augmente, l'IAS et la consommation diminuent tandis que la TAS reste à peu près constante, d'où l'allongement de la distance franchissable et du temps. Les litres en regard de chaque altitude sont ceux lus sur la couronne (carburant restant après montée).

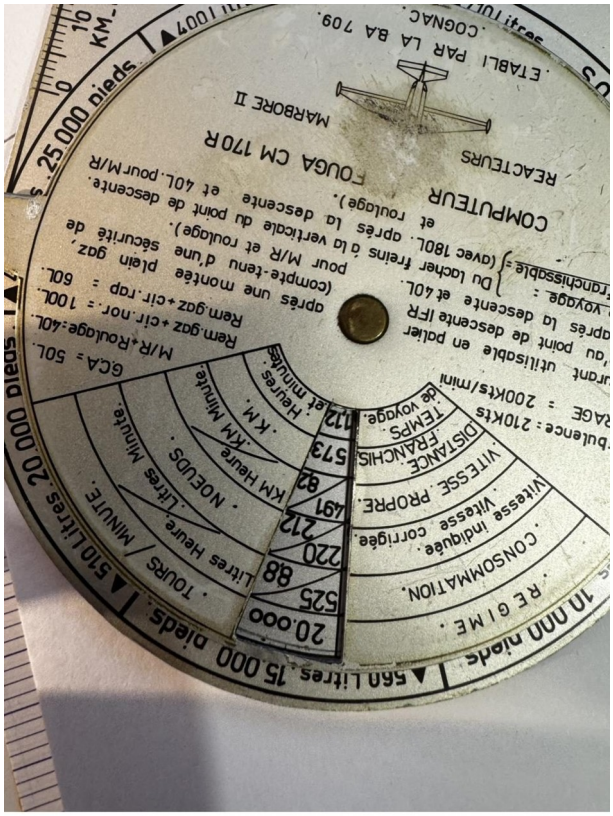


Figure 2 — Grille de croisière — 3 régimes × 7 altitudes (face « 131 »)

Fenêtres de lecture de la face « 131 » : régime → consommation → vitesses → distance → temps.

Régime 19.000 t/m

Altitude / litres	Conso. L/h	Conso. L/min	IAS kt	CAS kt	TAS km/h	km/min	Dist. km	Temps h min
30.000 (400 L)	—	—	—	—	—	—	—	—
25.000 (455 L)	310	5,2	160	153	416	7,0	710	1 h 44
20.000 (510 L)	375	6,3	176	170	428	7,1	655	1 h 33
15.000 (560 L)	440	7,4	192	186	430	7,1	597	1 h 24
10.000 (610 L)	510	8,5	209	202	430	7,1	545	1 h 17
5.000 (665 L)	600	10,0	222	215	426	7,1	486	1 h 09
SOL (710 L – pleins)	670	11,2	233	225	422	7,0	446	1 h 04

Au régime 19.000 t/m, le cas « 30.000' » n'est pas gravé sur l'instrument (fenêtre vierge) : au-dessus de 30.000', on affiche 20.000 t/m.

Régime 20.000 t/m

Altitude / litres	Conso. L/h	Conso. L/min	IAS kt	CAS kt	TAS km/h	km/min	Dist. km	Temps h min
30.000 (400 L)	320	5,4	172	162	482	8,0	740	1 h 37
25.000 (455 L)	380	6,4	190	182	495	8,2	696	1 h 28
20.000 (510 L)	450	7,5	205	197	492	8,2	631	1 h 20
15.000 (560 L)	525	8,8	220	212	491	8,2	573	1 h 12
10.000 (610 L)	600	10,0	235	227	486	8,1	523	1 h 06
5.000 (665 L)	695	11,6	260	242	482	8,0	474	1 h 00
SOL (710 L – pleins)	775	13,0	264	254	477	7,9	436	0 h 55

Régime 21.000 t/m

Altitude / litres	Conso. l/h	Conso. l/min	IAS kt	CAS kt	TAS km/h	km/min	Dist. km	Temps h min
30.000 (400 L)	390	6,5	190	183	546	9,1	698	1 h 24
25.000 (455 L)	465	7,8	212	203	550	9,2	642	1 h 15
20.000 (510 L)	550	9,2	229	220	552	9,2	586	1 h 07
15.000 (560 L)	640	10,7	249	238	550	9,1	530	1 h 01
10.000 (610 L)	740	12,4	266	255	547	9,1	480	0 h 53
5.000 (665 L)	850	14,2	282	272	542	9,0	437	0 h 48
SOL (710 L – pleins)	960	16,0	298	286	538	8,9	396	0 h 45

II.2 Montée / Descente IFR / Descente VFR

Performances des phases verticales, gravées sur la règle. Elles servent à retrancher de la croisière le carburant, la distance et le temps consommés en montée et en descente. La montée est effectuée plein gaz (22.600 t/m, 200 kt, Mach 0,42) ; la descente IFR aérofreins sortis (18.000 t/m, 220 kt) ; la descente VFR à régime réduit, aérofreins rentrés (200 kt).

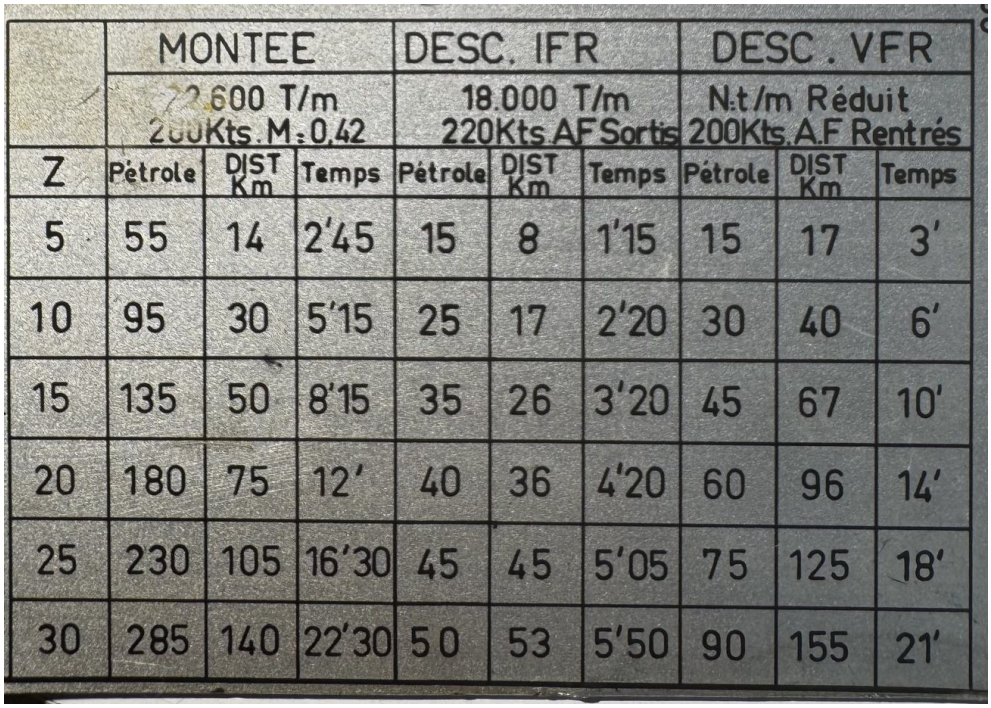


Figure 3 — Montée / Descente IFR / Descente VFR

Abaque Montée / Descente IFR / VFR, gravé sur la plaque support.

Z	MONTÉE 22.600 T/M – 200 KTS – M.0,42			DESC. IFR 18.000 T/M – 220 KTS – AF SORTIS			DESC. VFR N. T/M RÉDUIT – 200 KTS – AF RENTRÉS		
	Pétr.	Dist. Km	Temps	Pétr.	Dist. Km	Temps	Pétr.	Dist. Km	Temps
5	55	14	2′45	15	8	1′15	15	17	3′
10	95	30	5′15	25	17	2′20	30	40	6′
15	135	50	8′15	35	26	3′20	45	67	10′
20	180	75	12′	40	36	4′20	60	96	14′
25	230	105	16′30	45	45	5′05	75	125	18′
30	285	140	22′30	50	53	5′50	90	155	21′

Temps exprimés en minutes et secondes (ex. 2′45 = 2 min 45 s) ; « Pétr. » = pétrole (litres).

II.3 Table régime / consommation (face « 336 »)

Table centrale de la face « 336 ». Pour chaque altitude Z (en milliers de pieds) et les deux vitesses indiquées de référence (140 et 150 kt), elle donne le régime à afficher et la consommation horaire puis par minute.

Z	VI (KT)	RÉGIME (T/M)	CONS. (L/H)	CONS. (L/MIN)
5	140 – 150	17.000	470	7,8
10	140 – 150	17.500	410	6,9
15	140 – 150	18.000	365	6,1
20	140 – 150	18.500	325	5,5
25	140 – 150	19.000	310	5,2
30	140 – 150	19.700	300	5,0

Réglages rappelés sur le cadran : Distance maximale — afficher 20.000 t/m à 30.000′, ou 19.000 t/m si Z < 30.000′. Endurance maximale — 19.000 t/m à 25.000′, ou afficher le régime donnant

140/150 kt. Règle carburant — si carburant restant < 350 L, garder l'altitude Z ; si > 350 L, afficher 20.000′.

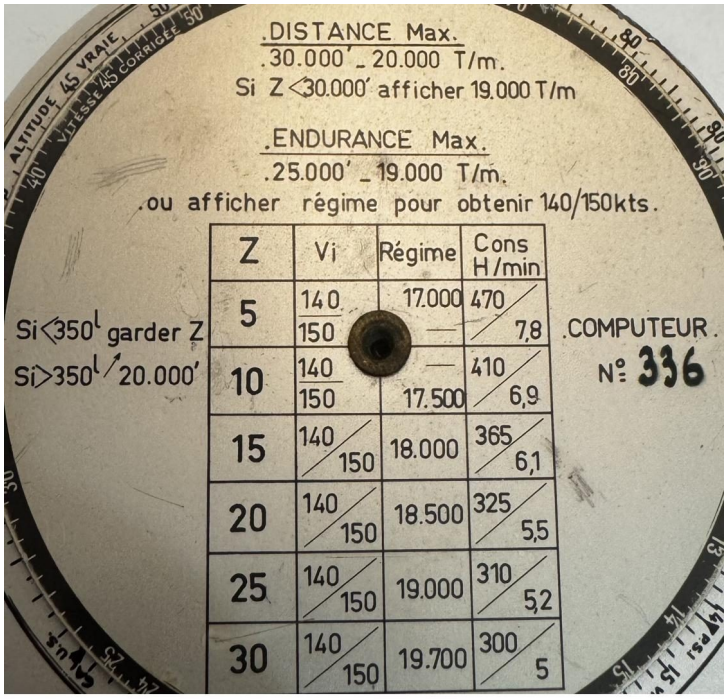


Figure 4 — Table régime / consommation (face « 336 »)

Face « 336 » — table régime / consommation et règle à calcul circulaire.

II.4 Distance maximale à 19.000 t/min (descente IFR comprise)

Table imprimée sur la plaque support. Elle donne, par altitude Z et par carburant restant (300, 400 ou 500 L), la distance franchissable « d » pour des étapes de 100 à 400 km, descente IFR comprise, avec 150 L conservés après la descente. Le symbole → indique un vol en palier ; ↗ une montée au niveau indiqué (20.000′ ou 25.000′). Les cases grisées sont sans objet.

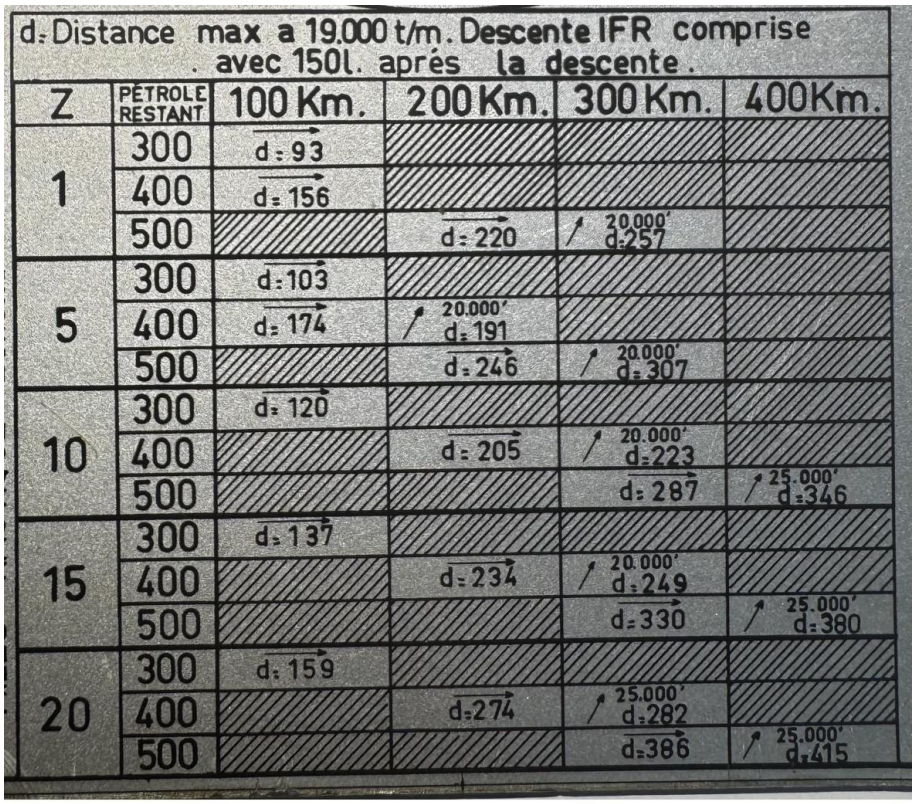


Figure 5 — Distance maximale à 19.000 t/min (descente IFR comprise)

Table « Distance maximale à 19.000 t/m », plaque support (descente IFR comprise).

Z	PÉTROLE RESTANT	100 Km.	200 Km.	300 Km.	400 Km.
1	300	d : 93 →			
	400	d : 156 →			
	500		d : 220 →	↗ 20.000′ d : 257	
5	300	d : 103 →			
	400	d : 174 →	↗ 20.000′ d : 191		
	500		d : 246 →	↗ 20.000′ d : 307	

Z	PÉTROLE RESTANT	100 Km.	200 Km.	300 Km.	400 Km.
10	300	d : 120 →			
	400		d : 205 →	↗ 20.000′ d : 223	
	500			d : 287 →	↗ 25.000′ d : 346
15	300	d : 137 →			
	400		d : 234 →	↗ 20.000′ d : 249	
	500			d : 330 →	↗ 25.000′ d : 380
20	300	d : 159 →			
	400		d : 274 →	↗ 25.000′ d : 282	
	500			d : 386 →	↗ 25.000′ d : 415

III. Les couronnes et les échelles

III.1 Couronne altitude / litres (face « 131 »)

La couronne extérieure de la face « 131 » associe, par un repère ▲, chaque altitude à une quantité de carburant (vraisemblablement le carburant restant après montée à ce niveau, à partir des pleins). La progression est régulière, de l'ordre de 50 à 55 L par tranche de 5.000 pieds.

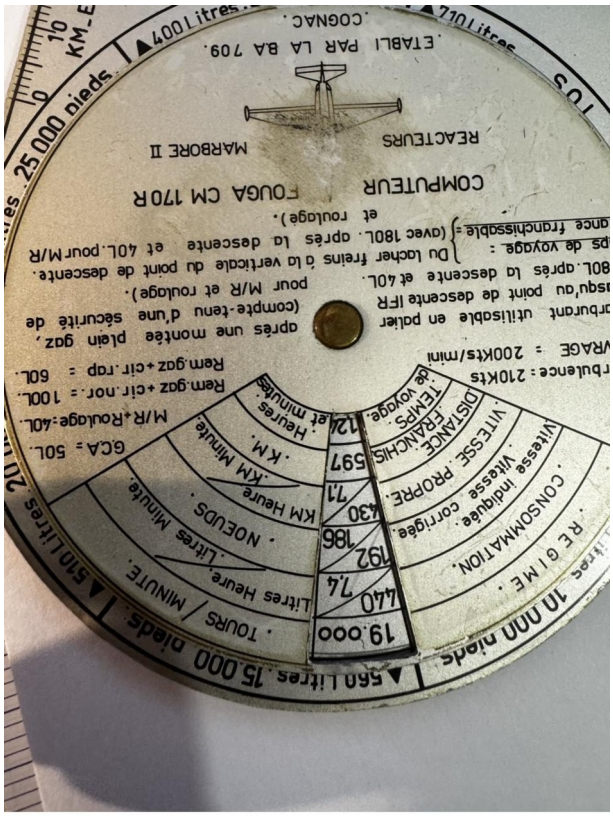


Figure 6 — Couronne altitude / litres (face « 131 »)

Couronne altitude ↔ litres : repères SOL et 710 L (pleins).

Altitude	Litres (couronne)
5.000 ft	665
10.000 ft	610
15.000 ft	560
20.000 ft	510
25.000 ft	455
30.000 ft	400
SOL (pleins)	710

Le repère « SOL » (710 L, pleins) correspond au point de départ, au niveau du sol.

III.2 Règle à calcul circulaire : couronne haute & plaque basse (face « 336 »)

Couronne haute (bague tournante, fond noir, graduée en blanc)

- Échelle logarithmique principale de calcul (10 → 90) : multiplications, divisions et base temps-vitesse-distance.
- Échelle « ST MILES » (milles terrestres), en regard de la « NAUT. » du disque, pour la conversion milles nautiques ↔ terrestres.
- Échelle mobile « Altitude corrigée / Vitesse corrigée » (≈ 35 à 50, en milliers de pieds).

Plaque basse / disque (fond clair, fixe, sous la couronne, gravée en noir)

- Échelle « UNITÉS MÉTRIQUES » (échelle logarithmique, 10 → 90).
- Échelle « NAUT. » (milles nautiques).
- Échelle « Altitude vraie / Vitesse vraie », repère « PIEDS » (≈ 35 à 50, en milliers de pieds).
- Repères de conversion sur l'échelle : PSI (~14), vitesse moyenne (~16), cal (~21), Σ n.ts (~25).

Fonctions : conversion milles terrestres ↔ nautiques ; passage de la vitesse et de l'altitude corrigées aux valeurs vraies selon l'altitude pression (correction CAS → TAS) ; conversions d'unités et calculs proportionnels via l'échelle logarithmique.

III.3 Échelles cartographiques de la règle support

Les bords de la plaque support portent, de chaque côté, une réglette graduée en kilomètres (et, en regard, en milles nautiques) servant à mesurer directement les distances sur la carte. L'échelle gravée diffère selon la face : 1/1.000.000e du côté « 131 », 1/500.000e du côté « 336 ».

III.4 Constantes, réserves et limitations

Constantes de carburant gravées sur le cadran (à provisionner avant tout calcul d'endurance ou de distance) :

Poste	Litres
G.C.A	50
M/R (roulage)	40
Rem. gaz + circuit normal	100
Rem. gaz + circuit rapide	60
Réserve après descente (IFR)	180

Limitations de vitesse indiquée : VI turbulence 210 kt ; VI givrage 200 kt minimum.

III.5 Hypothèses de calcul gravées sur le disque

Le disque porte, autour de l'axe, la légende qui définit exactement le sens des deux grandeurs lues dans les fenêtres : « distance franchissable » et « temps de voyage ». La connaître évite de retrancher deux fois les mêmes postes. D'après la gravure, ces valeurs sont données :

- après une montée plein gaz jusqu'à l'altitude de croisière ;
- pour le carburant utilisable en palier jusqu'au point de descente IFR ;
- comptées « du lâcher des freins » (décollage) « à la verticale du point de descente » ;
- en conservant 180 L après la descente et 40 L pour la mise en route et le roulage ;
- compte tenu d'une marge de sécurité.

> **À retenir.** Les distances et temps affichés dans les fenêtres (§ II.1) intègrent déjà la montée, la descente IFR et les réserves M/R (40 L) et après-descente (180 L). Ce ne sont donc pas de simples rapports distance/TAS, et ces postes n'ont pas à être retranchés une seconde fois. Les servitudes restantes — G.C.A (50 L) et remise de gaz (100 L en circuit normal, 60 L en rapide) — demeurent à provisionner séparément selon le profil de la mission (voir § III.4 et § IV.5).

Mentions complémentaires gravées sur le disque : barème des servitudes — G.C.A 50 L ; M/R + roulage 40 L ; remise de gaz + circuit normal 100 L ; remise de gaz + circuit rapide 60 L. Limitations — VI turbulence 210 kt ; VI givrage 200 kt minimum. Inscriptions d'identification : « COMPUTEUR — FOUGA CM 170 R — Réacteurs Marboré II — Établi par la B.A. 709, Cognac » ; les deux faces portent respectivement les marques « 131 » et « 336 ».

IV. Mode d'emploi exhaustif

IV.1 Nature et principe

L'instrument combine un calculateur de performances spécifique à l'avion et une règle à calcul circulaire de navigation. Le calculateur de performances repose sur des abaques pré-établis : il suffit d'entrer une condition (régime, altitude, carburant) pour lire directement le résultat, sans calcul. La règle circulaire, elle, fonctionne comme une règle à calcul logarithmique repliée en cercle : en faisant tourner la couronne haute par rapport au disque, on aligne deux grandeurs et on lit le rapport recherché sur les échelles en regard.

IV.2 Anatomie de l'instrument

- Plaque support rectangulaire : porte les abaques imprimés (table « Distance maximale ») et, sur ses bords, les échelles cartographiques (km et milles nautiques).
- Disque central fixe (plaque basse) : porte les échelles « vraies » (altitude vraie, vitesse vraie), l'échelle des unités métriques et les repères de conversion.
- Couronne haute tournante : porte les échelles « corrigées » (altitude/vitesse corrigées), l'échelle ST MILES et l'échelle logarithmique de calcul.
- Fenêtres de lecture (face « 131 ») : ouvertures pratiquées dans le disque, révélant la série couplée régime → consommation → vitesses → distance → temps pour le calage choisi.

IV.3 Réglage du régime moteur

Avant tout, choisir l'objectif du vol, puis afficher le régime conformément aux règles du cadran :

- Pour la distance maximale : afficher 20.000 t/m au-dessus de 30.000′ ; si l'on vole en dessous de 30.000′, afficher 19.000 t/m.
- Pour l'endurance maximale : afficher 19.000 t/m à 25.000′, ou bien le régime qui procure une vitesse indiquée de 140 à 150 kt.
- Vérification carburant : si le carburant restant est inférieur à 350 L, conserver l'altitude Z courante ; s'il est supérieur à 350 L, afficher (monter à) 20.000′.

IV.4 Lire la grille de croisière (abaque II.1)

La grille donne d'un coup d'œil toutes les performances de croisière. Procédure :

- Choisir le tableau du régime (19.000, 20.000 ou 21.000 t/m).
- Descendre jusqu'à la ligne de l'altitude prévue (les litres en regard indiquent le carburant restant après montée à ce niveau).
- Lire sur la ligne : consommation (l/h et l/min), vitesse indiquée (IAS) et corrigée (CAS) en nœuds, vitesse vraie (TAS) en km/h et km/min, distance franchissable (km) et temps (h min).

Exemple. *Croisière à 20.000 t/m, niveau 15.000 ft : la grille donne 525 l/h (8,8 l/min), 220 kt indiqués / 212 kt corrigés, 491 km/h vrais, 573 km franchissables en 1 h 12.*

Tendance à retenir : à régime fixe, monter en altitude réduit la consommation et la vitesse indiquée, mais conserve la vitesse vraie — d'où un meilleur rendement kilométrique en altitude.

Important : la distance et le temps de cette grille sont déjà des valeurs « franchissables » au sens du § III.5 (montée, descente IFR et réserves 180 L + 40 L comprises). Ne pas les amputer une nouvelle fois de ces postes.

IV.5 Calculer la distance franchissable / l'endurance avec le carburant réel

Lorsqu'on souhaite recalculer la performance pour une charge de carburant différente de celle de la grille, procéder ainsi :

- Partir du carburant total (pleins ≈ 710 L).
- Retrancher les réserves et servitudes (voir § III.4) : mise en route et roulage (40 L), G.C.A si prévue (50 L), remise de gaz + circuit (100 L en normal, 60 L en rapide), et la réserve après descente (180 L en IFR).
- Retrancher le carburant de montée jusqu'à l'altitude de croisière (lu sur la couronne altitude ↔ litres, ou via la table « Montée » de l'abaque II.2).
- Le solde est le carburant de croisière disponible. Avec la consommation horaire (grille) et la vitesse vraie, en déduire l'autonomie (carburant ÷ conso) et la distance (autonomie × TAS) — au besoin à l'aide de l'échelle logarithmique de la règle circulaire.
- Ajouter la distance et le temps de descente (table II.2) pour obtenir le bilan total.

IV.6 Utiliser les tables Montée / Descente (abaque II.2)

Pour chaque altitude Z, la table donne le carburant (pétrole), la distance (km) et le temps de la montée plein gaz, de la descente IFR et de la descente VFR. On lit la ligne correspondant à l'altitude de croisière et on additionne montée + descente pour établir le profil vertical du vol (carburant et temps non disponibles pour la croisière).

IV.7 Utiliser la table « Distance maximale » (abaque II.4)

Cette table, propre au régime 19.000 t/m et descente IFR comprise (150 L conservés après la descente), donne directement la distance « d » franchissable selon l'altitude Z et le carburant restant (300/400/500 L), pour des longueurs d'étape de 100 à 400 km. Lorsqu'une montée est nécessaire, la case indique le niveau à rejoindre (↗ 20.000′ ou ↗ 25.000′) ; sinon le vol est en palier (→).

IV.8 Calculer la vitesse vraie et convertir les unités (règle circulaire)

La couronne haute (échelles corrigées) tourne au-dessus du disque (échelles vraies). Les manœuvres usuelles :

- Vitesse vraie (TAS) : placer la vitesse corrigée (couronne) en regard de l'altitude pression (échelle PIEDS du disque) ; lire la vitesse vraie sur l'échelle « vraie ». La correction tient compte de la diminution de densité avec l'altitude.
- Altitude vraie : même principe entre « altitude corrigée » et « altitude vraie ».
- Conversion milles : aligner l'échelle ST MILES (couronne) sur l'échelle NAUT. (disque) ; toute valeur en milles terrestres se lit alors en regard de sa valeur en milles nautiques (rapport ≈ 1,15).
- Calculs proportionnels (temps-vitesse-distance, consommation) : utiliser l'échelle logarithmique commune, en s'aidant des repères (vitesse moyenne, PSI, calories, nœuds) gravés sur le disque.

IV.9 Procédure type de préparation d'un vol (synthèse)

- Définir l'objectif (distance ou endurance) et en déduire le régime (§ IV.3).
- Choisir l'altitude de croisière et relever, dans la grille (§ II.1), la consommation, la TAS et la distance/temps de référence.

- Établir le bilan carburant : pleins − réserves − montée − descente = carburant de croisière (§ IV.5).
- En déduire l'autonomie et la distance réellement franchissables, puis ajouter montée et descente (§ II.2) pour le bilan total.
- Sur la carte, mesurer les distances avec la réglette à l'échelle gravée (1/1.000.000ᵉ du côté « 131 », 1/500.000ᵉ du côté « 336 ») et convertir les unités au besoin avec la règle circulaire (§ IV.8).
- Vérifier les limitations : VI turbulence 210 kt ; VI givrage 200 kt mini.

IV.10 Remarques et précautions de lecture

- Les temps des abaques intègrent les marges de montée et de descente : ils peuvent dépasser de quelques minutes le simple rapport distance/TAS.
- Les valeurs « corrigées » (CAS) sont proches mais inférieures aux valeurs « indiquées » (IAS) ; les valeurs « vraies » (TAS) croissent avec l'altitude pour une même indication.
- Toujours provisionner les réserves avant de conclure sur la distance franchissable ; ne jamais planifier sur le carburant total.
- Sur la face « 131 », certaines fenêtres sont vierges (cas non gravés sur l'instrument) : c'est notamment le cas du régime 19.000 t/m au sol (§ II.1).

Glossaire

Z — altitude (en milliers de pieds, sauf mention contraire).

t/m (**T/m**) — tours-minute du réacteur (régime moteur).

Vi — vitesse indiquée de référence (140 ou 150 kt sur la table de la face « 336 »).

IAS / **CAS** / **TAS** — vitesse indiquée / corrigée / vraie. IAS et CAS sont en nœuds ; la TAS est donnée ici en km/h et km/min.

Distance franchissable — distance maximale couvrable avec le carburant considéré, montée et descente comprises (voir § III.5).

AF — aérofreins (sortis en descente IFR, rentrés en descente VFR).

M/R — mise en route (et roulage).

G.C.A — Ground Controlled Approach : approche guidée au radar (réserve de 50 L).

Rem. gaz — remise de gaz (circuit normal 100 L, circuit rapide 60 L).

NAUT. / **ST MILES** — milles nautiques / milles terrestres (statute miles).

→ / ↗ — vol en palier / montée au niveau indiqué.