
NORME INTERNATIONALE 3046 / II

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Moteurs alternatifs à combustion interne — Performances — Partie II : Méthodes d'essai

*Reciprocating internal combustion engines : Performance —
Part II : Test methods*

Première édition — 1977-10-01

CDU 621.43.018

Réf. n° : ISO 3046/II-1977 (F)

Descripteurs : moteur à combustion interne, moteur alternatif, essai, contrôle de réception.

AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 3046/II a été élaborée par le comité technique ISO/TC 70, *Moteurs à combustion interne*, et a été soumise aux comités membres en octobre 1975.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	Inde	Suisse
Allemagne	Italie	Tchécoslovaquie
Australie	Japon	Turquie
Autriche	Mexique	U.R.S.S.
Brésil	Pays-Bas	U.S.A.
Bulgarie	Roumanie	Yougoslavie
Égypte, Rép. arabe d'	Royaume-Uni	
France	Suède	

Les comités membres des pays suivants l'ont désapprouvée pour des raisons techniques :

Belgique
Danemark

SOMMAIRE

	Page
1 Objet	1
2 Domaine d'application	1
3 Références	1
4 Types d'essais (définitions)	1
5 Programme des essais	1
6 Conditions d'essai	2
7 Méthodes de mesurage	3
8 Mode opératoire	3
9 Procès-verbal d'essai	4
Annexe : Correction et simulation d'une température ambiante élevée <i>in situ</i>	5

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 3046-2:1977

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b55ee4a-1a1f-4d4c-814e-3319492950cc/iso-3046-2-1977>

Moteurs alternatifs à combustion interne – Performances – Partie II : Méthodes d'essai

1 OBJET

La présente Norme internationale spécifie des méthodes applicables aux essais de réception et de type des moteurs alternatifs à combustion interne fabriqués dans le commerce. Elle indique, le cas échéant, les exigences requises pour des utilisations particulières de ces moteurs.

2 DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme internationale ne s'applique pas aux moteurs utilisés pour la propulsion des :

- a) aéronefs;
- b) automobiles et camions;
- c) tracteurs du type agricole ou industriel;
- d) engins de terrassement et de travaux publics;
- e) motocyclettes.

3 RÉFÉRENCES

ISO 1204, *Moteurs alternatifs à combustion interne – Désignation du sens de rotation.*

ISO 1205, *Moteurs alternatifs à combustion interne – Désignation des cylindres.*

ISO 3046/I, *Moteurs alternatifs à combustion interne – Performances – Partie I : Conditions normales de référence, déclarations de la puissance et des consommations de combustible et d'huile de lubrification.*

ISO 3046/III, *Moteurs alternatifs à combustion interne – Performances – Partie III : Mesures pour les essais.¹⁾*

ISO 3046/IV, *Moteurs alternatifs à combustion interne – Performances – Partie IV : Régulation de la fréquence de rotation.¹⁾*

4 TYPES D'ESSAIS (DÉFINITIONS)

4.1 essai de réception : Essai effectué lors du contrôle final de la qualité de fabrication pour vérifier que les clauses du contrat ont été respectées.

4.2 essai de type : Essai effectué sur des moteurs représentatifs d'un certain modèle pour fixer leurs caractéristiques principales de fonctionnement et, autant que possible, pour évaluer leur fiabilité et leur durée en service.

4.3 essais spéciaux : Essais venant s'ajouter aux précédents sur demande réglementaire des autorités ou des organismes de contrôle, des sociétés de classification ou des clients. Les essais spéciaux doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et ces autorités et/ou le client.

5 PROGRAMME DES ESSAIS

5.1 Le programme des essais de réception et de type doit être établi par le fabricant.

5.2 La responsabilité de l'étendue des mesures est laissée au fabricant, avec accord du client. Le tableau 1 peut servir de guide pour le choix approprié aux groupes de moteurs, des mesures données au tableau 2.

TABLEAU 1 – Guide pour le choix des mesures

Groupe de moteurs n°	Caractéristiques types des groupes de moteurs
1	Moteurs dont les conditions de fonctionnement ne sont pas mesurées en service, de fréquence de rotation nominale maximale supérieure à 1 800 min ⁻¹
2	Moteurs à aspiration naturelle, de fréquence de rotation nominale maximale égale ou supérieure à 1 500 min ⁻¹
3	Moteurs suralimentés de fréquence de rotation nominale maximale égale ou supérieure à 1 500 min ⁻¹
4	Moteurs de fréquence de rotation nominale maximale comprise entre 250 et 1 500 min ⁻¹
5	Moteurs de fréquence de rotation nominale maximale inférieure à 250 min ⁻¹

1) Actuellement au stade de projet.

5.3 Les moteurs fabriqués à la chaîne en grande quantité, qui ne sont pas essayés en charge, peuvent être soumis à un contrôle approprié plutôt qu'à l'essai de réception complet.

5.4 Selon les types d'essais et leur programme, cinq listes de mesures et de vérifications (A, B, C, D, E) peuvent être recommandées (voir chapitre 8).

6 CONDITIONS D'ESSAI

6.1 Avant d'effectuer l'essai d'un moteur, le fabricant doit fournir une documentation technique complète en ce qui concerne le type du moteur et l'utilisation convenue entre lui et le client.

6.2 L'essai de réception doit être précédé d'une période de rodage et d'essais préliminaires considérés comme appropriés par le fabricant.

6.3 Sauf accord contraire entre le fabricant et le client, les essais doivent être réalisés sur banc d'essai dans l'usine du fabricant.

6.4 Les essais doivent être effectués sur le moteur équipé de tous les auxiliaires attelés nécessaires à son fonctionnement et faisant partie de la fourniture.

6.5 Les matériels du banc d'essai peuvent être utilisés pour les essais dans la mesure où ils satisfont aux exigences du contrat. Toute différence de fonctionnement de ces matériels doit faire l'objet d'un agrément entre fabricant et client.

6.6 Seuls les moteurs fournis avec transmission incorporée (mécanismes hydrauliques, accouplements de renversement de marche) ou à générateurs électriques qui ne peuvent pas être essayés séparément, doivent être vérifiés avec leur propre transmission.

6.7 Aucun réglage n'est permis autre que les réglages requis pour établir les conditions d'essai et un fonctionnement normal, selon la notice d'emploi.

6.8 Les seules interruptions admises du cycle d'essai sont les arrêts nécessaires pour l'entretien du moteur conformément à sa notice d'emploi. Dans tous les autres cas d'interruption par suite d'un défaut quelconque d'une pièce du moteur, la décision de la reprise partielle ou totale des essais depuis le début doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client.

6.9 Les conditions normales de référence et les déclarations de la puissance, des consommations de combustible et d'huile doivent être conformes aux spécifications de l'ISO 3046/I.

6.10 Corrections de puissance et de consommation spécifique de combustible

6.10.1 Lorsque les conditions d'essai diffèrent sensiblement (voir 6.10.3) des conditions normales de référence ou des conditions *in situ*, il peut être nécessaire de corriger la puissance d'essai par le calcul. On peut également essayer le moteur à une puissance de substitution ou dans des conditions d'essai corrigées pour simuler artificiellement les conditions *in situ*, ou encore conjuguer les deux méthodes.

6.10.2 Les corrections sont nécessaires pour déterminer :

- si les valeurs de la puissance et de la consommation spécifique de combustible obtenues dans les conditions d'essai correspondent aux valeurs spécifiées, et
- quelle est la puissance maximale admise sans surcharge du moteur dans des conditions différentes des conditions normales de référence.

6.10.3 Les corrections de puissance et de consommation spécifique de combustible ne se font que si l'une quelconque des conditions de fonctionnement du moteur diffère de la condition normale de référence correspondante de plus de :

± 6 K pour la température ambiante;

± 2 kPa¹⁾ pour la pression atmosphérique;

± 6 K pour la température absolue du fluide de refroidissement à l'entrée du refroidisseur de la charge d'air.

6.10.4 La puissance et la consommation spécifique de combustible sont calculées à l'aide des formules de l'ISO 3046/I.

6.10.5 Si l'ISO 3046/I ne comporte pas de formule adaptée pour la correction de puissance et de consommation spécifique de combustible, la méthode de correction doit être décidée par accord écrit entre le fabricant et le client.

6.10.6 Si un moteur suralimenté par turbocompresseur n'arrive pas à atteindre les limites de fréquence de rotation du turbocompresseur ni la température des gaz à l'entrée de la turbine à la puissance effective déclarée et dans les conditions normales de référence, le fabricant peut indiquer des conditions de référence de substitution.

6.10.7 La correction de la puissance *in situ* pour tenir compte des conditions du banc d'essai peut donner des résultats tels que la pression maximale de combustion dans le cylindre du moteur dépasse les limites admises. Dans ce cas, le moteur doit être essayé à une puissance considérée comme sûre par le fabricant, c'est-à-dire à laquelle la pression maximale de combustion ne dépasse pas la valeur autorisée.

1) 1 bar = 100 kPa

6.10.8 Les essais peuvent être effectués à n'importe quelle autre puissance déclarée (ou non déclarée) dans des conditions ambiantes simulant artificiellement les conditions *in situ*. Pour simuler les conditions *in situ*, on peut procéder comme suit :

- a) étrangler l'entrée du moteur (du turbocompresseur) et établir simultanément une dépression au refoulement à l'aide d'un dispositif d'extraction;
- b) augmenter, par un chauffage artificiel, la température de l'air à l'entrée du moteur;
- c) modifier la température du fluide de refroidissement à l'entrée du refroidisseur de la charge d'air, etc.;
- d) sur les moteurs suralimentés, à refroidisseur d'air intermédiaire, il est facile de simuler une augmentation de la température ambiante en étranglant l'entrée du turbocompresseur jusqu'à ce que la température de l'air en aval du refroidisseur intermédiaire et la température *in situ* soient les mêmes. Le taux d'étranglement peut être déterminé à l'aide de la figure (page 6).

NOTE — L'annexe présente des exemples de moyens permettant de corriger ou de simuler la température ambiante pendant les essais pour l'adapter aux conditions *in situ*.

7 MÉTHODES DE MESURE

En ce qui concerne les méthodes à utiliser pour les essais de réception et de type, la mesure des paramètres du moteur, les symboles de ces paramètres, les unités, etc., se reporter à l'ISO 3046/III.

8 MODE OPÉRATOIRE

8.1 Essais de réception

8.1.1 Les essais de réception comportent un certain nombre de mesures pour une série spécifiée de réglages, de calculs des paramètres figurant dans les listes A et B, et de vérifications figurant dans la liste C.

8.1.2 Les mesures de la liste A doivent normalement être faites en fonction du numéro du groupe de moteurs spécifié dans le tableau 2 dans chacune des conditions de fonctionnement appropriées et, si le moteur le permet, les groupes de mesures de la liste A sont classés dans un ordre croissant et servent de guide pour la rédaction du contrat entre le fabricant et le client. Chacune des parties concernées peut, après accord, ajouter ou retrancher à la liste des mesures A, selon le type de moteur considéré. Si aucune mesure n'est prévue dans un cas particulier pour le groupe de moteurs choisi, les conditions sont à définir par le fabricant.

8.1.3 En fonction des mesures effectuées dans la liste A, le fabricant doit fournir les valeurs calculées suivantes :

Liste B

B1 : puissance au frein;

B2 : consommation spécifique de combustible au frein.

TABLEAU 2 — Liste A — Mesures d'essai

N°	Paramètres à mesurer	Groupes de mesures				
		Groupes de moteurs (voir tableau 1)				
		1	2	3	4	5
A1	Pression atmosphérique, humidité et température ambiante		X	X	X	X
A2	Fréquence de rotation du moteur	X	X	X	X	X
A3	Couple du moteur					
A4	Réglage de la pompe d'alimentation en combustible du régulateur ou de la manette d'admission des gaz	X	X	X	X	X
A5	Consommation de combustible		X	X	X	X
A6	Pression de l'huile de lubrification		X	X	X	X
A7	Température et pression des gaz d'échappement		X	X	X	X
A8	Pression et température de l'air à l'entrée du moteur ou du compresseur		X	X	X	X
A9	Température du gaz avant le turbocompresseur			X	X	X
A10	Pression de suralimentation dans le collecteur d'air			X	X	X
A11	Fréquence de rotation du turbo-compresseur			X	X	X
A12	Température moyenne du fluide de refroidissement à l'entrée et à la sortie du bloc cylindre			X	X	X
A13	Température de l'huile de lubrification à l'entrée et à la sortie du moteur			X	X	X
A14	Chute de pression dans le refroidisseur d'air			X	X	X
A15	Pression de suralimentation après chaque refroidisseur d'air			X	X	X
A16	Température de la charge d'air après chaque refroidisseur d'air			X	X	X
A17	Température d'entrée et de sortie du fluide de refroidissement			X	X	X
A18	Pression maximale dans les cylindres				X	X
A19	Pression du gaz à l'entrée du turbocompresseur			X	X	X
A20	Température à l'échappement pour chaque cylindre				X	X
A21	Température et pression des divers circuits de réfrigération				X	X
A22	Pression de l'huile de lubrification dans les divers circuits : par exemple refroidissement du turbocompresseur, du piston, etc.				X	X
A23	Pression de l'huile de lubrification avant et après les filtres et refroidisseurs				X	X
A24	Température du fluide de refroidissement secondaire et de l'huile de lubrification à l'entrée et à la sortie des échangeurs de chaleur				X	X
A25	Pression et température du combustible d'alimentation				X	X
A26	Pression de compression					X
A27	Divers (à décider par accord entre le fabricant et le client)	X	X	X	X	X

8.1.4 Vérifications fonctionnelles

La liste C comprend les vérifications supplémentaires pouvant être faites sur des moteurs des groupes 2 à 5 de la liste A. Les vérifications sont à choisir dans la liste C par accord entre le fabricant et le client.

Liste C

Ces essais ont pour but de vérifier :

C1 : le fonctionnement correct du déclencheur de surfréquence de rotation;

C2 : la précision des caractéristiques dynamiques et en régime permanent du système de régulation conformément aux spécifications de l'ISO 3046/IV;

C3 : le bon fonctionnement des systèmes de protection et d'alerte contre les vices de fonctionnement (par exemple faible pression de l'huile de lubrification, température trop élevée de l'huile, température trop élevée du refroidisseur, augmentation de pression dans le carter, etc.);

C4 : le bon fonctionnement des systèmes automatiques de réglage de la pression et de la température;

C5 : l'aptitude à l'emploi du système de démarrage conformément au contrat;

C6 : les fréquences et amplitudes de vibration aux fréquences de rotation et charges prescrites lorsque le moteur est essayé accouplé aux auxiliaires stipulés dans le contrat;

C7 : le bon fonctionnement du système de renversement de marche, du démultiplicateur incorporé et des accouplements;

C8 : le bon état des ensembles piston(s)-cylindre(s) et des paliers, choisis au hasard pour le contrôle;

C9 : des vérifications supplémentaires peuvent être ajoutées par accord entre le fabricant et le client.

8.2 Essais de type

8.2.1 Un essai de type comprend une série spécifiée de marches avant et arrière et d'arrêts avec différentes combinaisons de charge et de fréquence de rotation.

8.2.2 Les essais de type comprennent si possible toutes les mesures, tous les calculs et vérifications fonctionnelles figurant dans la liste A pour le groupe de moteurs n° 5 et dans les listes B et C, ainsi que dans la liste D ci-dessous :

Liste D

D1 : consommation d'air;

D2 : consommation d'huile de lubrification;

D3 : bilan thermique du moteur;

D4 : démontage et mesurage des pièces importantes soumises à usure.

8.3 Essais spéciaux

Tous les essais spéciaux figurant dans la liste E qui peuvent être exigés par les organismes de contrôle, les sociétés de classification, le législateur ou le client, doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant, d'une part, et ces organismes ou le client, d'autre part.

Liste E (exemples typiques)

E1 : niveau sonore;

E2 : caractéristiques des polluants d'émission;

E3 : essais relatifs aux auxiliaires attelés stipulés par contrat;

E4 : fonctionnement en parallèle et autres essais électriques des générateurs entraînés par le moteur;

E5 : renversement de marche d'urgence des moteurs marins;

E6 : détermination de la fréquence de rotation minimale de rotation stable des moteurs marins;

E7 : inverseur des moteurs à deux combustibles;

E8 : exécution des tâches d'entretien dans le temps indiqué par le fabricant;

E9 : maniabilité et obtention d'une certaine puissance déclarée avec un vice de fonctionnement, par exemple un ou plusieurs compresseurs hors service.

9 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

9.1 Le fabricant doit établir un procès-verbal d'essai.

9.1.1 Le procès-verbal d'essai de réception n'est exigible, normalement, que pour les moteurs des groupes n°s 3, 4 et 5.

9.1.2 Le procès-verbal d'essai de type est exigible pour tous les groupes de moteurs.

9.2 Le procès-verbal doit comporter l'identification du moteur et les résultats des essais :

- date, lieu, nature de l'essai et organisme de contrôle;
- types de combustibles et d'huiles de lubrification utilisés pendant les essais;
- auxiliaires attelés, réglages et appareils brevetés;
- table des valeurs mesurées pendant les essais;
- interprétation éventuelle de certaines mesures;
- référence de la présente Norme internationale.

ANNEXE

CORRECTION ET SIMULATION D'UNE TEMPÉRATURE AMBIANTE ÉLEVÉE *IN SITU* – EXEMPLES

A.1 EXEMPLE 1

Un moteur à 4 temps, suralimenté par turbocompresseur, à refroidisseur d'air intermédiaire, développe une puissance de 640 kW (P_{ra}) dans les conditions *in situ*, c'est-à-dire :

$$\begin{aligned} p_{ra} &= 70 \text{ kPa} \\ T_{ra} &= 330 \text{ K} \\ T_{ca} &= 300 \text{ K} \\ \eta_m &= 0,85 \end{aligned}$$

Quelle est la puissance qu'il développe dans des conditions d'essai telles que :

$$\begin{aligned} p_x &= 100 \text{ kPa} \\ T_x &= 300 \text{ K} \\ T_{cx} &= 280 \text{ K} \end{aligned}$$

NOTE – Voir ISO 3046/I pour l'explication des symboles.

D'après la formule donnée dans l'ISO 3046/I, on peut d'abord corriger la puissance effective développée dans les conditions *in situ* par rapport aux conditions de référence :

– facteur de puissance indiqué :

$$\begin{aligned} k_r &= \left(\frac{p_{ra}}{p_r}\right)^m \left(\frac{T_r}{T_{ra}}\right)^n \left(\frac{T_{cr}}{T_{ca}}\right)^q \\ &= \left(\frac{70}{100}\right)^{0,7} \left(\frac{300}{330}\right)^{1,2} \left(\frac{300}{300}\right)^1 = 0,695 \end{aligned}$$

– facteur de correction de puissance :

$$\begin{aligned} \alpha_r &= k - 0,7(1 - k) \left(\frac{1}{\eta_m} - 1\right) \\ &= 0,695 - (0,7 \times 0,305 \times 0,18) = 0,657 \end{aligned}$$

– puissance du moteur $P_r = \frac{P_{ra}}{\alpha_r} = \frac{640}{0,657} = 974 \text{ kW}$

Les résultats ainsi obtenus sont adaptés aux conditions d'essai :

$$k_x = \left(\frac{1,0}{1,0}\right)^{0,7} \left(\frac{300}{300}\right)^{1,2} \left(\frac{300}{280}\right)^1 = 1,071$$

$$\alpha_x = 1,071 + (0,7 \times 0,071 \times 0,18) = 1,08$$

$$P_x = 974 \times 1,08 \approx 1\,052 \text{ kW}$$

Si l'on peut imposer une limite à la pression maximale admissible de combustion, par exemple 808 kW, et si le fabricant en décide ainsi, le moteur doit être essayé avec des charges allant jusqu'à 808 kW.

Pour définir les facteurs k et α , on peut utiliser les tables et nomogrammes de l'ISO 3046/I. Avec le calcul ci-dessus, on peut employer le nomogramme donné à l'annexe L de l'ISO 3046/I. On corrige d'abord la puissance développée *in situ* par rapport aux conditions normales de référence, puis par rapport aux conditions d'essai.

A.2 EXEMPLE 2

Le moteur doit être essayé dans des conditions simulant les conditions *in situ* (exemple 1), c'est-à-dire à une température ambiante plus élevée $T_{ra} = 330 \text{ K}$.

Pour simuler cette température, on étrangle l'entrée d'air, d'où une température après le refroidisseur égale à celle qu'on obtient *in situ*. Il faut alors modifier le réglage de la température ou du débit du réfrigérant à l'entrée du refroidisseur d'air.

Rapport d'étranglement (décompression) pour un rapport de température $\frac{T_{ra}}{T_x} = \frac{330}{300} = 1,10$ et pour un rapport supposé $\frac{p_2}{p_x} = 2,5$:

$$\frac{p_1}{p_x} = 0,925 \text{ d'après le diagramme de la figure.}$$

La correction de puissance et les facteurs de réglage deviennent :

$$k_x = \left(\frac{p_x}{p_{ra}}\right)^m = \left(\frac{100}{70}\right)^{0,7} = 1,28$$

$$\alpha_x = 1,28 + (0,7 \times 0,28 \times 0,176) = 1,31$$

Si l'on simule les conditions *in situ* en étranglant l'entrée d'air, le moteur doit être essayé à une puissance :

$$P_x = \alpha_x \times P_{ra} = 1,31 \times 640 = 828 \text{ kW}$$

Si la consommation mesurée de combustible à 828 kW est de 238 g/kW·h corrigée par rapport aux conditions *in situ*, elle devient :

$$b_{ra} = \frac{b_x}{\beta_x} = 238 \frac{1,31}{1,28} = 243 \text{ g/kW·h}$$

où $\beta_x = \frac{k_x}{\alpha_x}$ = facteur de correction de la consommation de combustible.

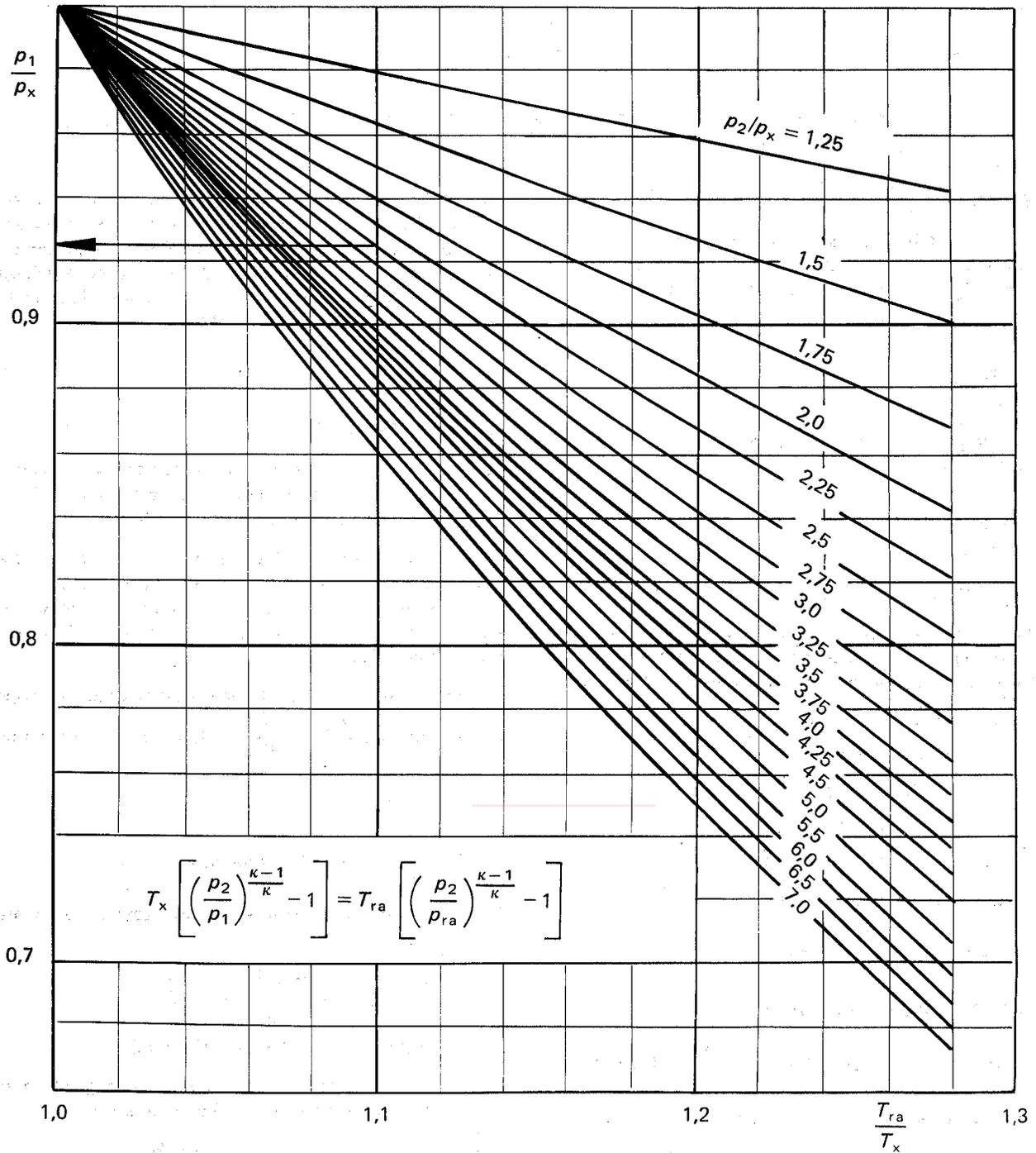


FIGURE — Détermination de la dépression à l'entrée du compresseur lorsque l'on simule une température d'air plus élevée correspondant aux conditions *in situ*

- p_x = pression d'essai ambiante
- p_1 = pression de l'air après l'étranglement
- p_2 = pression de l'air à la sortie du compresseur
- T_x = température d'essai ambiante
- T_{ra} = température ambiante *in situ*
- κ = indice adiabatique

Hypothèses conventionnelles :

- travail égal du compresseur
- pressions égales à la sortie du compresseur
- température égale de la charge d'air après le refroidisseur intermédiaire
- consommation d'air égale à l'intérieur du compresseur