

**RECOMMANDATIONS  
POUR LA RÉCEPTION  
DES MOTEURS DIESEL**

**RECOMMENDATIONS  
FOR DIESEL ENGINE  
ACCEPTANCE TESTS**

**CIMAC**

Le CIMAC est constitué  
par les Associations Membres suivantes :

The CIMAC consists  
of the following Member Associations :

<b>ALLEMAGNE</b> <b>GERMANY</b> - - - - -	FACHGEMEINSCHAFT KRAFTMASCHINEN IM VDMA Frankfurt/Main, Brentanostrasse 29
<b>AUTRICHE</b> <b>AUSTRIA</b> - - - - -	FACHVERBAND DER MASCHINEN-UND STAHL-UND EISENBAU-INDUSTRIE ÖSTERREICHS Wien 1, Bauermarkt 13
<b>BELGIQUE</b> <b>BELGIUM</b> - - - - -	FÉDÉRATION DES ENTREPRISES DE L'INDUSTRIE DES FABRICATIONS MÉTALLIQUES (FABRIMÉTAL) 21, rue des Drapiers, Bruxelles
<b>DANEMARK</b> <b>DENMARK</b> - - - - -	SAMMENSLUTNINGEN AF ARBEJDGIVERE I DEN FOR JERN-OG METALINDUSTRIEN I DANMARK Norrevoldgade 34, Kobenhavn K.
<b>ESPAGNE</b> <b>SPAIN</b> - - - - -	SOCIEDAD DE TÉCNICOS DE AUTOMOCIÓN (STA) Paseo de Gracia 50, Barcelona
<b>FRANCE</b> <b>FRANCE</b> - - - - -	SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS DE MOTEURS A COMBUSTION INTERNE 10, avenue Hoche, Paris-VIII <sup>e</sup>
<b>GRANDE-BRETAGNE</b> <b>GREAT BRITAIN</b> - - -	BRITISH INTERNAL COMBUSTION ENGINE MANUFACTURERS' ASSOCIATION 6, Grafton Street, London W. 1
<b>ITALIE</b> <b>ITALY</b> - - - - -	ASSOCIAZIONE NAZIONALE INDUSTRIA MECCANICA VARIA ED AFFINE (ANIMA) Piazza Diaz 2, Milano
<b>JAPON</b> <b>JAPAN</b> - - - - -	JAPAN FEDERATION OF COMBUSTION ENGINE MAKERS' ASSOCIATIONS, C/O SEISAN GIJTSU KYOKAI Mitsuibussan Building, 1-chome, Shibatamura-cho Minato-ku, Tokyo
<b>PAYS-BAS</b> <b>NETHERLANDS</b> - - -	VERENINGING VAN METAAL-INDUSTRIEËN Nassaulaan 13, 's-Gravenhage
<b>SUÈDE</b> <b>SWEDEN</b> - - - - -	FÖRENINGEN SVENSKA TILLVERKARE AV FÖRBRÄNNINGSMASKINER Karlbergsvägen 89, Stockholm Va
<b>SUISSE</b> <b>SWITZERLAND</b> - - -	VEREIN SCHWEIZERISCHER MASCHINEN-INDUSTRIELLER Zurich 2, General Willestrasse 4
<b>U. S. A.</b> <b>U. S. A.</b> - - - - -	OIL AND GAS POWER DIVISION AND GAS TURBINE POWER DIVISION OF AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS Room 403, 2 000 K Street, N. W., Washington 6 D. C.

SECRETARIAT GÉNÉRAL DU CIMAC : 10, AVENUE HOCHÉ, PARIS-VIII<sup>e</sup>  
GENERAL SECRETARIAT OF CIMAC :

*Le présent document a été étudié par le Comité Technique et approuvé par le Comité Permanent*  
*This document has been elaborated by the Technical Committee and approved by the Permanent Committee*



**RECOMMANDATIONS POUR LA RÉCEPTION  
DES MOTEURS DIESEL**

**RECOMMENDATIONS  
FOR DIESEL ENGINE ACCEPTANCE TESTS**



**CIMAC**

**CONGRÈS INTERNATIONAL  
DES MACHINES A COMBUSTION**

**INTERNATIONAL CONGRESS  
ON COMBUSTION ENGINES**

10, AVENUE HOCHÉ, PARIS-VIII<sup>e</sup>

---

JANVIER **1961** JANUARY

# TABLE OF CONTENTS

## GENERAL CONDITIONS AND CONDUCTING OF TESTS

### **1 - FIELD OF APPLICATION**

- 1.1 - Limiting the field of application
- 1.2 - Exclusion of certain types
- 1.3 - Continuous line production engines
- 1.4 - Rail traction engines : existence of other recommendations
- 1.5 - Survey by Classification Societies

### **2 - AIM OF THE RECOMMENDATIONS**

- 2.1 - Unified regulations for tests
- 2.2 - Verification of guarantees

### **3 - CONTRACTUAL CONDITIONS**

- 3.1 - Condition of application of the recommendations
- 3.2 - Statement of power
- 3.3 - Conditions of tests
  - 3.3.1 - Acceptance tests
  - 3.3.2 - Correction of tests
  - 3.3.3 - Kinds of tests
  - 3.3.4 - Speeds at tests
- 3.4 - Place of tests
  - 3.4.1 - Tests at the manufacturer's works
  - 3.4.2 - Site tests
  - 3.4.3 - Extent of tests
- 3.5 - Costs of tests
  - 3.5.1 - Tests in the manufacturer's works
  - 3.5.2 - Presence of the client or his delegate
  - 3.5.3 - Site tests
  - 3.5.4 - Partial or total repetition or extension of tests
- 3.6 - Requirements regarding torsial vibrations

### **4 - ARRANGEMENTS FOR ACCEPTANCE TESTS**

- 4.1 - Direction of tests
  - 4.1.1 - Tests at the manufacturer's works
  - 4.1.2 - Site tests
- 4.2 - Supply of fuels, auxiliary materials, measuring instruments and auxiliary test personnel
  - 4.2.1 - Tests at the manufacturer's works
  - 4.2.2 - Site tests
  - 4.2.3 - Presence of an independent inspector
- 4.3 - Technical arrangement for site tests
  - 4.3.1 - Inspection and adjustments
  - 4.3.2 - Preliminary tests
  - 4.3.3 - Instruction of test personnel
- 4.4 - Observance of working conditions provided in the contract

# TABLE DES MATIÈRES

## CONDITIONS GÉNÉRALES ET CONDUITE DES ESSAIS

### 1 - DOMAINE D'APPLICATION

- 1.1 - Délimitation du domaine d'application
- 1.2 - Exclusion explicite de certains types
- 1.3 - Moteurs construits en série continue
- 1.4 - Moteurs de traction ferroviaire : existence d'autres recommandations
- 1.5 - Surveillance par des Sociétés de Classification

### 2 - BUT DES RECOMMANDATIONS

- 2.1 - Unification de l'exécution des essais
- 2.2 - Vérification de garanties

### 3 - CONDITIONS CONTRACTUELLES

- 3.1 - Conditions d'application des recommandations
- 3.2 - Mention de puissance
- 3.3 - Conditions des essais
  - 3.3.1 - Essais de réception
  - 3.3.2 - Correction des essais
  - 3.3.3 - Types d'essais
  - 3.3.4 - Vitesses aux essais
- 3.4 - Lieu des essais
  - 3.4.1 - Essais dans les ateliers du constructeur
  - 3.4.2 - Essais « in situ »
  - 3.4.3 - Étendue des essais
- 3.5 - Frais des essais
  - 3.5.1 - Essais dans les ateliers du constructeur
  - 3.5.2 - Présence du client ou de son délégué
  - 3.5.3 - Essais « in situ »
  - 3.5.4 - Répétition partielle ou totale ou prolongation des essais
- 3.6 - Obligations concernant les vibrations de torsion

### 4 - PRÉPARATION DES ESSAIS DE RÉCEPTION

- 4.1 - Direction des essais
  - 4.1.1 - Essais dans les ateliers du constructeur
  - 4.1.2 - Essais « in situ »
- 4.2 - Fourniture de combustibles, de matières auxiliaires, d'instruments de mesure et de personnel auxiliaire d'essai
  - 4.2.1 - Essais dans les ateliers du constructeur
  - 4.2.2 - Essais « in situ »
  - 4.2.3 - Présence d'un inspecteur indépendant
- 4.3 - Préparation technique des essais « in situ »
  - 4.3.1 - Vérification et réglages
  - 4.3.2 - Essais préalables
  - 4.3.3 - Instruction du personnel d'essai
- 4.4 - Observance des conditions de fonctionnement prévues au contrat

## **5 - TEST REQUIREMENTS**

### **5.1 - General recommendations**

- 5.1.1 - Steady power and thermal conditions during measurements
- 5.1.2 - Frequency of measurements
- 5.1.3 - Adjustments during tests
- 5.1.4 - Interruptions of tests
- 5.1.5 - Preliminary test considered as acceptance test

### **5.2 - Duration of tests**

### **5.3 - Programme of measurements**

- 5.3.1 - Principal measurements
- 5.3.2 - Indications of control instruments delivered with the engine
- 5.3.3 - Measurements of atmospheric conditions

### **5.4 - Fuel characteristics**

### **5.5 - Measuring instruments**

- 5.5.1 - Instruments delivered with the engine
- 5.5.2 - Requirements concerning instruments
- 5.5.3 - Recording instruments
- 5.5.4 - High pressure measurement
- 5.5.5 - Low pressure measurement
- 5.5.6 - Speed measurement

## **6 - PROCEDURE FOR TESTS**

### **6.1 - Power measurement**

- 6.1.1 - Brake power
- 6.1.2 - Indicated power
- 6.1.3 - Power or speed discrepancies at test

### **6.2 - Fuel consumption measurement**

- 6.2.1 - Method of measurement
- 6.2.2 - Validity of a measurement
- 6.2.3 - Deviations of power during a measurement
- 6.2.4 - Correction of consumption dependent on atmospheric conditions
- 6.2.5 - Referring to a contractual specified calorific value
- 6.2.6 - Fuel consumption verification at part loads
- 6.2.7 - Determination of consumption by extrapolation

### **6.3 - Checking the performance of the engine and the installation**

- 6.3.1 - Starting
- 6.3.2 - Reversing
- 6.3.3 - Speed governing
- 6.3.4 - Exhaust temperature

## **7 - CORRECTION OF POWER AND FUEL CONSUMPTION FOR DIFFERENCES IN ATMOSPHERIC CONDITIONS**

### **7.1 - Atmospheric conditions**

### **7.2 - Power correction formulae**

- 7.2.1 - Formula CIMAC T Power limited by thermal reasons
- 7.2.2 - Formula CIMAC A Power limited for reason of air excess

### **7.3 - Fuel consumption correction formula**

### **7.4 - Engines pressure-charged by exhaust-gas, turbo-blower**

### **7.5 - Some remarks concerning calculations**

## **8 - REPORT OF TEST**

## **5 - INDICATIONS CONCERNANT LA CONDUITE DES ESSAIS**

### **5.1 - Recommandations générales**

- 5.1.1 - Régime de puissance et régime thermique pendant les mesures
- 5.1.2 - Nombre de mesures
- 5.1.3 - Réglages durant les essais
- 5.1.4 - Interruption des essais
- 5.1.5 - Acceptation d'un essai préalable comme essai de réception

### **5.2 - Durée des essais**

### **5.3 - Programme des mesures**

- 5.3.1 - Mesures principales
- 5.3.2 - Indications des instruments de contrôle livrés avec le moteur
- 5.3.3 - Mesures des conditions atmosphériques

### **5.4 - Caractéristiques du combustible**

### **5.5 - Instruments de mesure**

- 5.5.1 - Instruments livrés avec le moteur
- 5.5.2 - Prescriptions concernant les instruments
- 5.5.3 - Appareils enregistreurs
- 5.5.4 - Mesures des hautes pressions
- 5.5.5 - Mesures des basses pressions
- 5.5.6 - Mesures des vitesses

## **6 - EXÉCUTION DES ESSAIS DE RÉCEPTION**

### **6.1 - Mesure de la puissance**

- 6.1.1 - Puissance effective ou puissance au frein
- 6.1.2 - Puissance indiquée
- 6.1.3 - Écarts sur les mesures de la puissance et de la vitesse au cours des essais

### **6.2 - Mesure de la consommation de combustible**

- 6.2.1 - Méthode de mesure
- 6.2.2 - Validité d'une mesure
- 6.2.3 - Déviations admises de la puissance durant une mesure
- 6.2.4 - Correction de consommation en fonction des conditions atmosphériques
- 6.2.5 - Correction de consommation en fonction du pouvoir calorifique du combustible spécifié dans le contrat
- 6.2.6 - Vérification de la consommation de combustible aux charges partielles
- 6.2.7 - Détermination de la consommation par extrapolation

### **6.3 - Observation du comportement du moteur et de l'installation**

- 6.3.1 - Démarrage
- 6.3.2 - Renversement de marche
- 6.3.3 - Réglage de la vitesse
- 6.3.4 - Température de l'échappement

## **7 - CORRECTION DE PUISSANCE ET DE CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE EN FONCTION DES CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES**

### **7.1 - Conditions atmosphériques**

### **7.2 - Formule de correction de la puissance**

- 7.2.1 - Formule CIMAC T - Puissance limitée pour des raisons thermiques
- 7.2.2 - Formule CIMAC A - Puissance limitée pour des raisons d'excès d'air

### **7.3 - Formule de correction de la consommation de combustible**

### **7.4 - Moteurs suralimentés par turbo-soufflante à gaz d'échappement**

### **7.5 - Quelques remarques concernant les calculs**

## **8 - RAPPORT D'ESSAI**

**A - TECHNICAL INFORMATION****A.1 - GENERAL DEFINITIONS**

- A.1.1 - Basic definitions - Various methods of injection and combustion
- A.1.2 - Classification according to use
- A.1.3 - Cycle of operation
- A.1.4 - Various methods of air supply
- A.1.5 - Pressures

**A.2 - SPEED CONDITIONS OF AN ENGINE**

- A.2.1 - Speed of an engine
- A.2.2 - Cyclic irregularity and angular deviation
- A.2.3 - Governing

**A.3 - POWER**

- A.3.1 - Various definitions of power (brake, nett and indicated power)
- A.3.2 - Statement of power (mention of speed, auxiliaries, intake and outlet conditions, etc.)
- A.3.3 - Various levels of brake or nett power (continuous power, overload power, fuel stop power)

**A.4 - FUEL CONSUMPTION (DEFINITIONS AND GUARANTEE POINTS)****A.5 - LUBRICATING OIL CONSUMPTION (HOURLY CONSUMPTION, NON CONTRACTUAL NATURE OF INDICATIONS)****B - SUMMARY AND RECAPITULATION****B.1 - SUMMARY OF TOLERANCES AND LIMITATIONS****C - DIAGRAMS, TABLE AND EXAMPLES OF POWER AND CONSUMPTION CORRECTION****C.1 - GENERAL REMARKS****C.2 - POWER CORRECTION DIAGRAMS AND TABLE**

- C.2.1 - Diagram D.2.1 - Power correction for atmospheric conditions
- C.2.2 - Diagram D.2.2 - Deduction for humidity
- C.2.3 - Table D.3 - Mechanical efficiency
- C.2.4 - Resulting power correction, factor " $\alpha$ "
- C.2.5 - Power calculation

**C.3 - FUEL CONSUMPTION CORRECTION, DIAGRAM D.4****C.4 - EXAMPLES**

- C.4 a, b, c and d - Examples of power correction
- C.4 e and f - Examples of consumption correction

## A - GÉNÉRALITÉS TECHNIQUES

### A.1 - DÉFINITIONS GÉNÉRALES

- A.1.1 - Définitions de base - Différents modes d'injection et de combustion
- A.1.2 - Classification suivant utilisation
- A.1.3 - Cycle de travail
- A.1.4 - Renouvellement de la charge d'air
- A.1.5 - Pressions

### A.2 - LE RÉGIME DE VITESSE D'UN MOTEUR

- A.2.1 - La vitesse d'un moteur
- A.2.2 - Irrégularité cyclique et écart angulaire
- A.2.3 - Réglage de la vitesse

### A.3 - PUISSANCE

- A.3.1 - Définitions diverses de puissance (puissance effective ou au frein, nette et indiquée)
- A.3.2 - Mention de puissance (mention de la vitesse, auxiliaires, conditions à l'admission et à l'échappement, etc.)
- A.3.3 - Différents niveaux de puissance au frein (puissance continue, de surcharge et bloquée)

### A.4 - CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE (DÉFINITIONS ET POINTS GARANTIS)

### A.5 - CONSOMMATION D'HUILE DE GRAISSAGE (CONSOMMATION HORAIRE, CARACTÈRE NON CONTRACTUEL D'INDICATIONS)

## B - RÉSUMÉ ET RÉCAPITULATION

### B.1 - RÉSUMÉ DES TOLÉRANCES ET DES LIMITATIONS

## C - DIAGRAMMES, TABLEAU ET EXEMPLES DE CORRECTION DE LA PUISSANCE ET DE LA CONSOMMATION

### C.1 - REMARQUES GÉNÉRALES

### C.2 - DIAGRAMMES ET TABLEAU DE CORRECTION DE LA PUISSANCE

- C.2.1 - Diagramme D.2.1 - Correction de la puissance en fonction des conditions atmosphériques
- C.2.2 - Diagramme D.2.2 - Déduction pour humidité
- C.2.3 - Tableau D.3 - Rendement mécanique
- C.2.4 - Correction résultante de la puissance, facteur " $\alpha$ "
- C.2.5 - Calcul de la puissance

### C.3 - DIAGRAMME D.4 - CORRECTION DE LA CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE

### C.4 - EXEMPLES

- C.4 a, b, c et d - Exemples de correction de puissance
- C.4 e et f - Exemples de correction de consommation



# GENERAL CONDITIONS AND CONDUCTING OF TESTS



## 1 - FIELD OF APPLICATION

1.1 - The present recommendations apply to :

- Diesel engines driving electrical generators, or other machinery in fixed or mobile installations;
- Marine propulsion Diesel engines;
- Rail traction Diesel engines.

1.2 - The following are excluded from these recommendations :

- Diesel engines used in road traction;
- Aeronautical Diesel engines;
- Agricultural tractor Diesel engines;
- Free piston engines.

1.3 - For Diesel engines manufactured in continuous production, it is the practice not to carry out acceptance tests. If an acceptance test or a type test is asked for for an engine of this kind, this test must be the subject of a written agreement between supplier and client. The present recommendations will only be used as far as they are applicable.

1.4 - For rail traction engines, attention is drawn to the existence of rules of the International Railway Union (U. I. C.). These rules are of a compulsory nature for members of the U. I. C. and the present Recommendations may only be used insofar as they are not in discordance with the U. I. C. rules.

1.5 - In the case of inspection by the Classification Societies, the present recommendations may only be used insofar as they are not in discordance with the rules of these Societies.

## 2 - AIM OF THE RECOMMENDATIONS

2.1 - The aim of the present recommendations is to establish unified regulations for the preparation, execution and interpretation of acceptance tests.

2.2 - The acceptance tests have the general aim of certifying conformity with the contract specification and verifying the guarantees given by the supplier.

## 3 - CONTRACTUAL CONDITIONS

### 3.1 - CONDITION OF APPLICATION OF THE RECOMMENDATIONS

A written agreement is necessary between the supplier and the client stating the extent to which the CIMAC recommendations are mutually agreed upon.

By "supplier" is understood the manufacturer or his agent.

By "client" is understood the user, purchaser or his delegate.

The supply contract or the written confirmation of order act as agreement.

# CONDITIONS GÉNÉRALES ET CONDUITE DES ESSAIS



## 1 - DOMAINE D'APPLICATION

### 1.1 - Les présentes recommandations concernent :

- Les moteurs Diesel actionnant des machines réceptrices, génératrices électriques et autres, dans des installations fixes ou mobiles;
- Les moteurs Diesel marins de propulsion;
- Les moteurs Diesel de traction sur rails.

### 1.2 - Sont exclus de ces recommandations :

- Les moteurs Diesel utilisés en traction sur route;
- Les moteurs Diesel d'aviation;
- Les moteurs Diesel de traction agricole;
- Les moteurs à pistons libres.

### 1.3 - Pour les moteurs Diesel fabriqués en série continue, il est de règle de ne pas exécuter d'essais de réception. Si un essai de réception ou de type était désiré pour un moteur de ce genre, cet essai doit faire l'objet d'une convention écrite entre fournisseur et client; les présentes recommandations ne seront employées que pour autant qu'elles soient applicables.

### 1.4 - Pour les moteurs de traction ferroviaire, l'attention est attirée sur l'existence de règles de l'Union Internationale des Chemins de Fer (U. I. C.). Ces règles présentent un caractère obligatoire pour les membres de l'U. I. C. et les présentes recommandations ne pourront être appliquées que pour autant qu'elles ne soient pas en désaccord avec les règles de l'U. I. C.

### 1.5 - Dans le cas de surveillance par des Sociétés de Classification, les présentes recommandations ne pourront être appliquées que pour autant qu'elles ne soient pas en désaccord avec les règles de ces Sociétés.

## 2 - BUT DES RECOMMANDATIONS

### 2.1 - Le but des présentes recommandations est d'établir des règles unifiées pour la préparation, l'exécution et l'interprétation des essais de réception.

### 2.2 - Les essais de réception ont pour but général de constater la conformité de la fourniture aux spécifications du contrat et de vérifier les garanties données par le fournisseur.

## 3 - CONDITIONS CONTRACTUELLES

### 3.1 - CONDITIONS D'APPLICATION DES RECOMMANDATIONS

Une convention écrite entre le fournisseur et le client est nécessaire afin d'établir jusqu'à quel point l'accord sur les recommandations CIMAC a été réalisé.

Par " fournisseur " il faut entendre le constructeur ou son agent.

Par " client " il faut entendre l'utilisateur, l'acheteur ou son délégué.

Le contrat de fourniture ou la confirmation de commande écrite font office de convention.

### **3.2 - STATEMENT OF POWER IN THE CONTRACT**

The contract will state the power according to § 7.1, § A.3.2 and § A.3.3.

### **3.3 - CONDITIONS OF TESTS**

**3.3.1** - The acceptance tests are to be carried out with the engine assembly containing all coupled auxiliaries called for in the contract. It requires a special agreement to leave such auxiliaries out and to establish the ensuing modification in power and fuel consumption. Coupled auxiliaries and equipment which are not indispensable to normal and continuous running (starting air compressors, etc.) have to run idle.

**3.3.2** - If the ambient atmospheric condition at the test site is different from that specified in the contract, corrections to the measured power must be made in accordance with § 7. The contract must state what formula is to be used and for turbocharged engines destined for erection in high altitudes possibly the maximum output on the test bed.

**3.3.3** - Three kinds of tests are normally provided for. The contract must state which test is to be carried out.

A - Test at 2/4, 3/4 and 4/4 loads, at overload and at no load. Such a test is normally required for engines driving generators.

B - Test at full load and, if specified in the contract, at overload and minimum load. This is normal practice for marine propulsion engines.

C - No test at all.

#### **3.3.4 - Speeds at tests**

The tests at other than full load will be made either at nominal speed or at the speeds corresponding to the characteristics of the driven machinery.

Duration of tests : see § 5.2.

### **3.4 - PLACE OF TESTS**

**3.4.1** - In principle, and unless otherwise agreed, the tests are to be made in the manufacturer's works immediately after completion of the engine.

**3.4.2** - Tests on the installation site will be designated hereafter by : " Site tests ".

**3.4.3** - The extent and the time-limit for completion of the site tests if any, will be fixed by written agreement depending on the conditions of the installation. Amongst the tests coming under this heading are those where certain conditions (e. g. atmospheric conditions) cannot be simulated at the manufacturer's works.

### **3.5 - COSTS OF TESTS**

#### **3.5.1 - Tests in the manufacturer's works**

Unless otherwise stated, the price of a normal test in the manufacturer's works, as defined above, is included in the price of the engine.

**3.5.2** - If the client has stated his desire to be present or to be represented by his delegates at the normal acceptance test, he has to be notified by the manufacturer in due time. A special agreement is necessary if the test has to be delayed because of this.

#### **3.5.3 - Site tests**

The costs are the liability of the client.

An agreement is necessary with respect to costs arising from the manufacturers services (test personnel, materials, measuring instruments, etc.).

**3.5.4** - If the tests have to be repeated, either partially or entirely, or in case of an extension of the tests, the ensuing additional costs, are the responsibility either of the party requesting the repetition or extension, or the party responsible for these repetitions or extensions being necessary.

## **3.2 - MENTION DE PUISSANCE**

Le contrat mentionnera la puissance conformément aux § 7.1, A.3.2 et A.3.3.

## **3.3 - CONDITIONS D'ESSAIS**

**3.3.1** - Des essais de réception sont à effectuer avec l'ensemble du moteur comprenant tous les auxiliaires accouplés, mentionnés dans le contrat.

Un accord spécial est nécessaire pour pouvoir éliminer ces auxiliaires et pour évaluer la modification de puissance et de consommation qui en résulteront. Les auxiliaires accouplés et les accessoires qui ne sont pas indispensables pendant le fonctionnement normal et continu (compresseurs de démarrage, etc.) doivent tourner à vide pendant les essais.

**3.3.2** - Si les conditions atmosphériques à l'endroit où se font les essais sont différentes de celles spécifiées dans le contrat, des corrections doivent être faites conformément au § 7. Le contrat doit préciser la formule à employer et pour les moteurs turbo-alimentés, destinés à être montés aux hautes altitudes, éventuellement la puissance maximum au banc d'essai.

**3.3.3** - Trois types d'essais sont prévus normalement. Le contrat doit stipuler le type d'essai à exécuter.

A - Essai à 2/4, 3/4 et 4/4 de charge, en surcharge et à vide. Un tel essai est normalement exigé pour des moteurs entraînant des génératrices.

B - Essai à pleine charge et, lorsque cela est spécifié dans le contrat, en surcharge et à la charge minimum. Cette pratique est courante pour les moteurs marins de propulsion.

C - Pas d'essai du tout.

**3.3.4 - Vitesses aux essais**

Les essais aux charges autres que la pleine charge se feront soit à la vitesse nominale, soit à des vitesses différentes correspondant aux caractéristiques de l'engin entraîné.

Durée des essais : voir le § 5.2.

## **3.4 - LIEU DES ESSAIS**

**3.4.1** - Les essais se feront en principe et sauf convention contraire, dans les ateliers du constructeur, immédiatement après l'achèvement du moteur.

**3.4.2** - Les essais au site d'installation seront dans la suite nommés essais " in situ ".

**3.4.3** - L'étendue et le moment des essais éventuels " in situ " seront fixés par convention écrite et selon les possibilités de l'installation.

Parmi les essais tombant sous l'application des prescriptions de cet article, on peut citer les essais de moteurs devant fonctionner dans des conditions particulières (des conditions atmosphériques, par exemple), non réalisables dans les ateliers du constructeur.

## **3.5 - FRAIS DES ESSAIS**

**3.5.1 - Essais dans les ateliers du constructeur**

Sauf stipulation contraire, le prix d'un essai normal dans les ateliers du constructeur, comme défini ci-dessus, est compris dans le prix du moteur.

**3.5.2** - Si le client désire être présent ou être représenté par ses délégués à un essai de réception normal, il doit être averti à temps par le constructeur. Une convention spéciale est nécessaire si l'essai devait être retardé pour cette raison.

**3.5.3 - Essais " in situ "**

Ces frais sont à la charge du client.

Une convention est nécessaire concernant les frais occasionnés par les prestations du constructeur (personnel d'essais, matières, instruments, etc.).

**3.5.4** - Si les essais doivent être répétés, soit partiellement soit entièrement, ou en cas de prolongation des essais, les frais supplémentaires afférents sont à charge de la partie ayant demandé la répétition ou la prolongation, ou de la partie responsable de la nécessité de ces répétitions ou prolongations.

### **3.6 - REQUIREMENTS REGARDING TORSIONAL VIBRATIONS**

Calculations of torsional vibrations will be made when the characteristics of the installation require it. These calculations will normally be made by the manufacturer of the engine to whom all relative data must be submitted for the driven machinery not supplied by the manufacturer. The manufacturer cannot otherwise be held responsible.

On the basis of the results of his calculations the manufacturer will state any modifications that are necessary to the machines not supplied by him, and will indicate the engine speeds which must be avoided in continuous service. Speeds which must be avoided should be marked on the tachometer.

It is not the normal practice to carry out torsional vibration measurements. These measurements will be carried out only if the contract has provided for them or if the installation makes them desirable. An agreement is necessary between manufacturer and customer to define the nature and extent of the measurements to be made. These measurements will be carried out in such a manner as to enable competent people to draw valid conclusions from them.

## **4 - ARRANGEMENTS FOR ACCEPTANCE TESTS**

### **4.1 - DIRECTION OF TESTS**

4.1.1 - The direction of tests at the manufacturer's works is his responsibility.

4.1.2 - For site tests, the presence of authorized delegates of the supplier and of the client is necessary, and the supplier and the client appoint after mutual agreement the person charged with the direction of the site tests.

### **4.2 - SUPPLY OF FUELS, AUXILIARY MATERIALS, MEASURING INSTRUMENTS AND AUXILIARY TEST PERSONNEL**

4.2.1 - For tests effected in the manufacturer's works, the manufacturer will supply the fuel oil, the lubricating oil, the measuring instruments required and other materials of a quality normally used in his shops.

If the purchaser wishes that the tests should be effected with oils of a definite quality, instruments or materials other than those usually employed by the manufacturer, his requirements must be stated in the contract or in a written agreement.

4.2.2 - For site tests, the client supplies the fuel and auxiliary material. A special agreement is necessary concerning the availability of measuring instruments and test personnel. The contract may also provide a clause concerning the ensuing cost.

4.2.3 - The client has the right to have an independent expert and/or an inspector for both tests at the manufacturer's works and on site. The ensuing costs are his responsibility.

The expert or the inspector must be acceptable to both parties.

### **4.3 - TECHNICAL ARRANGEMENT FOR SITE TESTS**

4.3.1 - Before the tests are started the supplier must have the opportunity of inspecting the installation, testing and modifying or adjusting as considered necessary.

4.3.2 - A period of running-in and preliminary tests, considered adequate by the supplier, must precede the acceptance tests.

4.3.3 - If necessary, the director of tests must be given the time required for instructing the test personnel in their duties.

### **3.6 - OBLIGATIONS CONCERNANT LES VIBRATIONS DE TORSION**

Le calcul des vibrations de torsion se fera lorsque les caractéristiques ou l'importance de l'installation le demandent. Ce calcul sera effectué normalement par le constructeur du moteur à qui devront être soumises toutes les données relatives aux machines entraînées non comprises dans la fourniture du constructeur même. Au cas contraire, le constructeur ne peut être tenu pour responsable.

Sur la base des résultats de ses calculs, le constructeur proposera les modifications nécessaires aux machines ne faisant pas partie de sa fourniture, et indiquera les vitesses du moteur qui doivent être évitées en service continu. Les vitesses qu'il y a lieu d'éviter seront marquées au tachymètre.

Il est d'usage de ne pas effectuer de mesure des vibrations de torsion. On ne fera ces mesures que lorsque cela a été convenu ou lorsque les conditions de l'installation les rendent souhaitables. Une convention est nécessaire entre constructeur et client pour préciser le genre et l'importance des mesures à effectuer. Ces mesures seront faites de manière telle que les personnes compétentes puissent en tirer des conclusions valables.

## **4 - PRÉPARATION DES ESSAIS DE RÉCEPTION**

### **4.1 - DIRECTION DES ESSAIS**

**4.1.1** - La direction des essais chez le constructeur est du ressort du constructeur.

**4.1.2** - Pour les essais " in situ ", il est nécessaire que soient présents des représentants du fournisseur aussi bien que du client. Le fournisseur et le client désignent d'un commun accord la personne qui sera chargée de la direction des essais.

### **4.2 - FOURNITURE DE COMBUSTIBLES, DE MATIÈRES AUXILIAIRES, D'INSTRUMENTS DE MESURE ET DE PERSONNEL AUXILIAIRE D'ESSAI**

**4.2.1** - Lors des essais effectués dans les ateliers du constructeur, ce dernier fournira le combustible, l'huile de graissage, les appareils de mesure requis et les autres matériaux auxiliaires dont la qualité sera celle qui est normalement adoptée dans ses ateliers.

Si l'acheteur veut que les essais soient faits avec des huiles déterminées, des appareils ou des matériaux autres que ceux normalement adoptés par le constructeur, il faut spécifier cette demande au contrat ou bien la définir dans un accord écrit.

**4.2.2** - Pour les essais " in situ ", le client fournit le combustible et les matières auxiliaires. Une convention spéciale est nécessaire concernant la mise à disposition d'instruments de mesure et de personnel d'essais. Le contrat peut également prévoir une clause concernant les frais en découlant.

**4.2.3** - Le client a le droit de se faire assister d'un expert indépendant et/ou d'un inspecteur, aussi bien pour les essais chez le constructeur que pour les essais " in situ ". Les frais afférents sont à sa charge.

L'expert ou l'inspecteur doit être accepté par les deux parties.

### **4.3 - PRÉPARATION TECHNIQUE DES ESSAIS " IN SITU "**

**4.3.1** - Le fournisseur doit avoir l'occasion, avant le début des essais, de vérifier l'installation, de l'essayer et d'apporter à sa fourniture les modifications ou réglages jugés nécessaires.

**4.3.2** - Une période de rodage et d'essais préalables, jugée suffisante par le fournisseur, doit précéder les essais de réception.

**4.3.3** - En cas de nécessité, le directeur des essais doit disposer du temps nécessaire pour l'instruction du personnel d'essai.

#### **4.4 - OBSERVANCE OF WORKING CONDITIONS PROVIDED IN THE CONTRACT**

For the tests at the manufacturer's works, the normal intake and exhaust installation at the manufacturer's works will be used. For such tests, the use of auxiliaries installed in the manufacturer's works (e. g. pumps, coolers, filters, etc.) is allowed in replacement of the auxiliaries to be supplied with the engine.

If it is impossible at the time of the test to comply with the speed conditions (see § 6.1.3) or characteristics of fuel, etc., provided for in the contract, the effect of these variations as well as the possible correction factors must be specified by the manufacturer before the tests.

### **5 - TEST REQUIREMENTS**

#### **5.1 - GENERAL RECOMMENDATIONS**

**5.1.1** - The power, speed, quality of fuel, and all pressures and temperatures, essential for the final result must remain as constant as possible during the period of each measurement.

The measurement of fuel consumption must be carried out when the engine has reached steady conditions as decided by the manufacturer.

**5.1.2** - All necessary measurements for the verification of guarantees must be repeated at least twice during the period of the tests.

**5.1.3** - During acceptance tests no adjustments other than those required to maintain the test conditions and those required for normal operation as given in the working manual, may be made.

**5.1.4** - If an interruption should occur caused by outside circumstances, or by minor difficulties, the acceptance tests shall be extended by a period corresponding to that of the interruption. However, it may become necessary to repeat the tests entirely or partially if important parts have to be rectified or replaced. Whether or not an interrupted test can be considered valid must be agreed upon by the two parties.

**5.1.5** - The supplier and the client may decide by mutual agreement to consider a preliminary test, meeting all the requirements of an acceptance test, as a final test.

#### **5.2 - DURATION OF TESTS**

The total duration of the tests will be decided from the suppliers experience, starting from about one hour for small high speed units, and up to eight hours for large slow running engines, and this in accordance with the type of test (§ 3.3).

#### **5.3 - PROGRAMME OF MEASUREMENTS**

**5.3.1** - The following measurements must be made :

- Power;
- Revolutions per minute;
- Fuel consumption.

(See § 6.)

**5.3.2** - Further, the indications of all control instruments delivered with the engine will be recorded, especially values influencing the fuel consumption, power and safe working (e. g. scavenge pressure in a two-stroke engine, back pressure at the exhaust, water circulation and lubricating oil temperatures).

**5.3.3** - The inlet air temperature, pressure and relative humidity, if the latter is of importance, shall be measured at the engine air intake.

#### **5.4 - FUEL CHARACTERISTICS**

All calculations have to be based on the lower calorific value. This value is determined preferably from a calorimetric method. If the fuel used is in accordance with the National Standards or in



#### **4.4 - OBSERVANCE DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PRÉVUES AU CONTRAT**

Pour les essais chez le constructeur, l'installation normale d'aspiration et d'échappement des ateliers du constructeur sera utilisée. Pour de tels essais, l'emploi d'auxiliaires installés dans l'atelier du constructeur (par exemple pompes, refroidisseurs, filtres, etc.) est admis en remplacement d'auxiliaires à fournir avec le moteur.

S'il s'avère impossible de respecter, lors des essais, les conditions de vitesse (voir § 6.1.3), les caractéristiques du combustible, etc., prévues au contrat, l'effet de ces altérations ainsi que les facteurs de correction possible seront précisés par le constructeur avant les essais.

### **5 - INDICATIONS CONCERNANT LA CONDUITE DES ESSAIS**

#### **5.1 - RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES**

**5.1.1** - La puissance, la vitesse, la qualité du combustible et toutes les pressions et températures essentielles pour le résultat final doivent rester aussi constantes que possible pendant la durée de chaque mesure.

Les mesures de consommation de combustible doivent être exécutées lorsque le moteur a atteint ses conditions normales de régime thermique, prévues par le constructeur.

**5.1.2** - Toutes les mesures nécessaires pour la vérification des garanties doivent être répétées au moins deux fois valablement pendant la durée des essais.

**5.1.3** - Durant les essais de réception, on ne pourra effectuer que les travaux nécessaires au maintien des conditions d'essai et au fonctionnement normal du moteur comme prescrit dans le manuel.

**5.1.4** - Si les essais de réception devaient être interrompus à cause de circonstances extérieures ou difficultés mineures, il y aurait lieu de les prolonger pendant une période égale à la durée de l'interruption. Néanmoins, il pourrait devenir nécessaire de recommencer les essais entièrement ou partiellement si des pièces importantes devaient être réparées ou remplacées. Les deux parties doivent convenir si l'essai interrompu peut être considéré comme valable.

**5.1.5** - Le fournisseur et le client peuvent décider, de commun accord, de considérer un essai préalable, satisfaisant aux exigences d'un essai de réception, comme un essai de réception définitif.

#### **5.2 - DURÉE DES ESSAIS**

La durée totale des essais sera fixée d'après l'expérience du fournisseur, partant d'environ une heure pour les petites unités rapides et allant jusqu'à environ huit heures pour les grands moteurs lents, et ce suivant le type d'essai (§ 3.3).

#### **5.3 - PROGRAMME DES MESURES**

**5.3.1** - Les éléments suivants devront être mesurés :

- Puissance;
- Nombre de tours par minute;
- Consommation de combustible.

(Voir § 6.)

**5.3.2** - De plus, les indications de tous les instruments de contrôle livrés avec le moteur seront notées, particulièrement les valeurs influençant la consommation de combustible, la puissance et la sécurité de marche du moteur (par exemple pression de balayage dans un moteur deux temps, contre-pression à l'échappement, températures de l'eau de circulation et de l'huile de graissage).

**5.3.3** - La température d'aspiration, la pression et l'humidité relative de l'air si celle-ci est d'importance, seront relevées à l'aspiration du moteur.

#### **5.4 - CARACTÉRISTIQUES DU COMBUSTIBLE**

Tous les calculs seront basés sur le pouvoir calorifique inférieur. Cette valeur est déterminée de préférence par la méthode calorimétrique. Si le combustible utilisé répond à des normes nationales,

the absence of such standards if a certificate has been delivered by the fuel-supplier, the composition or the calorific value of the fuel should only be checked if the supplier or the client requires it.

## **5.5 - MEASURING INSTRUMENTS**

- 5.5.1** - For the acceptance tests, it is permitted to use the instruments delivered with the engine.
- 5.5.2** - Measuring instruments must correspond to the standards or the recommendations of a representative and independent body in the manufacturer's country.
- 5.5.3** - When recording instruments are used, it must be possible to check their indications during working.
- 5.5.4** - The compression and combustion pressures can be measured by mechanical or other indicators or by recording indicators if the necessary cylinder connections and linkages are available.
- 5.5.5** - Low steady pressures will preferably be measured by means of manometers with liquid columns. Higher steady pressures will be measured by means of metallic gauges.
- 5.5.6** - The speed of the engine will be determined preferably by means of stroke counter or a revolution counter over a measured period of time, particularly when the speed is a factor in the power determination. When such an instrument is not available or applicable, the speed may be determined by means of a calibrated tachometer.

## **6 - PROCEDURE FOR TESTS**

### **6.1 - POWER MEASUREMENT**

#### **6.1.1 - Brake power**

**6.1.1.1** - The brake power is measured by determination of the speed and torque (e. g. by means of a dynamometric brake or a torsion meter) or by determination of the power absorbed by the driven machinery. In the second case, the efficiency of the driven machinery must be taken into account.

Where the driven machinery is not driven direct from the engine crankshaft coupling but through some form of drive between the engine and the driven machinery, it will be necessary to make allowance for the power losses through the drive.

**6.1.1.2** - The efficiency of the driven machinery will be confirmed by its manufacturer. It is recommended to use methods which are recognised by a representative and independent body in the supplier's country.

#### **6.1.2 - Indicated power**

The indicated power will be measured solely for engines equipped with a drive for the indicator. This method of measuring indicated power is not very accurate.

#### **6.1.3 - Power or speed discrepancies**

**6.1.3.1** - If in a site test the torque-speed relationship required by the contract cannot be achieved because of special site conditions : e. g. marine propeller, resistance of the ship, driven machinery :

A - The report of the acceptance test at the manufacturer's works will be regarded as final;

B - If no acceptance tests have been conducted at the manufacturer's works, the contractual conditions will be assumed reached if either the contractual torque or speed is reached.

**6.1.3.2** - It may be that at the time of a test at the manufacturer's works there are critical speeds different from the critical speeds of the engine when the engine is finally installed.

When speeds provided in the test programme coincide with such critical speeds, appropriate to the installation of the engine on the test bed, the tests should be carried out at another speed as near as possible to that provided for (see also § 3.6).

ou, en l'absence de telles normes, à un certificat délivré par le fournisseur du combustible, la composition ou le pouvoir calorifique du combustible ne sera vérifié que si le fournisseur ou le client l'exige.

## **5.5 - INSTRUMENTS DE MESURE**

- 5.5.1** - Pour les essais de réception, il est permis d'employer les instruments livrés avec le moteur.
- 5.5.2** - Les instruments de mesure doivent être conformes aux normes ou recommandations d'une organisation représentative et indépendante dans le pays du fournisseur.
- 5.5.3** - Lorsque des appareils enregistreurs sont employés, il doit être possible de vérifier leurs indications pendant le fonctionnement.
- 5.5.4** - La pression de compression et la pression de combustion peuvent être mesurées au moyen d'indicateurs mécaniques ou autres ou à l'aide d'indicateurs-enregistreurs si les prises et les commandes nécessaires sont prévues.
- 5.5.5** - Les basses pressions stables seront mesurées de préférence au moyen de manomètres à colonne liquide. Les pressions plus élevées et stables seront mesurées au moyen de manomètres métalliques.
- 5.5.6** - La vitesse du moteur sera déterminée de préférence au moyen de compteurs de courses ou de compteurs de tours comptant pendant une période de temps mesurée, surtout lorsque la vitesse est un facteur de détermination de la puissance. A défaut d'instrument de ce type ou lorsqu'il est impossible de l'employer, la vitesse peut être déterminée à l'aide d'un tachymètre calibré.

## **6 - EXÉCUTION DES ESSAIS DE RÉCEPTION**

### **6.1 - MESURE DE LA PUISSANCE**

#### **6.1.1 - Puissance effective ou puissance au frein**

**6.1.1.1** - La puissance au frein est mesurée par la détermination de la vitesse et du couple (par exemple au moyen d'un frein dynamométrique ou d'un torsiomètre) ou par la détermination de la puissance absorbée par la machine réceptrice, accouplée au moteur. Dans ce dernier cas, il faudra tenir compte du rendement de la machine réceptrice.

Lorsque la machine réceptrice n'est pas accouplée directement à l'arbre du moteur, mais par l'intermédiaire d'une transmission quelconque, il faudra tenir compte du rendement de cette transmission.

**6.1.1.2** - Le rendement de la machine réceptrice sera confirmé par son constructeur. Il est recommandé de faire usage de méthodes reconnues par une organisation représentative et indépendante dans le pays du fournisseur.

#### **6.1.2 - Puissance indiquée**

La puissance indiquée sera uniquement mesurée pour des moteurs équipés d'une prise de mouvement pour l'indicateur. La précision de cette méthode est relativement faible.

#### **6.1.3 - Écarts de puissance ou de vitesse**

**6.1.3.1** - Si, lors des essais " in situ ", il s'avérait impossible d'atteindre le couple fixé au contrat à la vitesse correspondante à cause de conditions spéciales : (hélice marine, résistance du navire, des machines entraînées, etc.).

A - Le rapport de l'essai de réception aux usines du constructeur sera considéré comme définitif;

B - S'il n'y a pas eu d'essai aux usines du constructeur, les conditions fixées au contrat seront supposées atteintes si le couple ou la vitesse fixés par le contrat sont atteints.

**6.1.3.2** - Il se peut que lors d'un essai chez le constructeur il y ait des vitesses critiques, différentes des vitesses critiques du moteur lorsque celui-ci sera installé définitivement.

Lorsque des vitesses prévues au programme de l'essai coïncident avec de telles vitesses critiques, propres à l'installation du moteur au banc d'essai, il faut effectuer les essais à une autre vitesse aussi proche que possible de la vitesse prévue (voir également le § 3.6).

## 6.2 - FUEL CONSUMPTION MEASUREMENT

**6.2.1** - Fuel consumption is to be measured by means of a positive method such as the measurement of weight or volume with simultaneous determination of the density. The use of meters, and more especially of those whose indications depend on the flow velocity, is only permissible in cases where the rate of flow is sufficiently constant and this method has to be agreed upon by both parties.

**6.2.2** - Measurement of the fuel consumption can only be made when the conditions have become stabilized. For a duration test on full load it is recommended that the measurements are made towards the end of the test. The duration of each measurement must be such that sufficiently accurate and consistent results are obtained.

Two measurements suffice in determining the mean fuel consumption on condition that they do not differ by more than 3 % at full load and 5 % at partial loads.

If the result of a measurement differs by more than 3 % at full load and 5 % at part loads, from the mean value of several measurements, this measurement must be considered invalid and must be repeated.

**6.2.3** - The mean power during a fuel consumption measurement must deviate as little as possible from that for which the fuel consumption is guaranteed.

The tolerance on this variation will be  $\pm 3\%$  for full load and  $\pm 5\%$  for part loads, unless otherwise agreed by both parties.

**6.2.4** - When the atmospheric conditions are different from the contractual conditions, a correction must be made (see § 7).

**6.2.5** - The fuel consumption obtained for contractual atmospheric conditions must then also be corrected to the contractual specified lower calorific value of the fuel. The following formula will be used :

$$b_r = b \frac{H_i}{H_{ir}}$$

where  $H_i$  = actual lower calorific value;

$H_{ir}$  = reference lower calorific value;

$b$  = specific fuel consumption with the actual fuel;

$b_r$  = specific fuel consumption, converted to the reference calorific value.

It is recommended in contracts to refer to a lower calorific value of 10,100 kcal/kg. or 18,180 Btu per lb.

**6.2.6** - Unless otherwise agreed the full load fuel consumption only is guaranteed. If, the fuel consumption is also guaranteed at certain part loads, and a comparison of the measured values and the guaranteed values shows differences, the fuel consumption will be judged according to the following criterion :

The sum of the measured fuel consumptions, in weight per hour at the power stated in the guarantee must be equal to or lower than the sum of the products of the specific fuel consumptions guaranteed (weight per power hour) and the corresponding powers.

In the following example, the guarantee is considered satisfactory.

LOAD	POWER hp. (a)	CONSUMPTION		
		guaranteed (*)		measured lb. per hour
		lb. per hp. hr. (b)	lb. per hr. (a) . (b)	
4/4 load	2,000	0.356	712	700
3/4 —	1,500	0.356	534	527
2/4 —	1,000	0.368	368	371
Sum of the consumptions . . . . .			1,614	1,598

(\*) Tolerances fixed by the contract will be already incorporated in these figures. These tolerances can be different according to the load.

## 6.2 - MESURE DE LA CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE

- 6.2.1** - La consommation de combustible est à mesurer en appliquant une méthode positive, c'est-à-dire en déterminant le poids ou le volume et la densité simultanément. L'emploi d'appareils de mesure, spécialement de ceux basés sur la vitesse d'écoulement n'est permis que lorsque l'écoulement est suffisamment constant. L'emploi de cette méthode est sujet à un accord entre les deux parties.
- 6.2.2** - La mesure de la consommation du combustible ne peut être faite que lorsque l'état de régime est atteint. Lors d'un essai de durée à pleine charge, il est recommandé d'effectuer les mesures vers la fin de l'essai. La durée des mesures doit être suffisante pour obtenir un résultat précis et concluant.  
Deux mesures suffisent pour la détermination de la consommation moyenne de combustible à condition qu'elle ne diffère entre elles de plus de 3 % à pleine charge et de plus de 5 % aux charges partielles.  
Si le résultat d'une mesure diffère de plus de 3 % à pleine charge et de plus de 5 % aux charges partielles de la valeur moyenne de plusieurs mesures, cette mesure doit être considérée comme non valable et elle doit être répétée.
- 6.2.3** - La puissance moyenne durant une mesure de consommation de combustible s'écartera aussi peu que possible de celle à laquelle la consommation de combustible est garantie.  
La tolérance sur cet écart sera de  $\pm 3\%$  pour la pleine charge et de  $\pm 5\%$  pour les charges partielles, sauf autre accord entre les deux parties.
- 6.2.4** - Lorsque les conditions atmosphériques sont différentes des conditions spécifiées dans le contrat, il y a lieu de faire une correction (voir § 7).
- 6.2.5** - La consommation de combustible obtenue pour les conditions du contrat sera corrigée en se rapportant au pouvoir calorifique inférieur du combustible spécifié dans le contrat. On se servira de la formule suivante :

$$b_r = b \frac{H_i}{H_{ir}}$$

où  $H_i$  = pouvoir calorifique inférieur réel;

$H_{ir}$  = pouvoir calorifique inférieur de référence;

$b$  = consommation spécifique du combustible réel;

$b_r$  = consommation spécifique du combustible de référence.

Il sera recommandé dans les contrats de se référer au pouvoir calorifique inférieur de 10 100 kcal/kg ou 18 180 Btu per lb.

- 6.2.6** - Sauf convention contraire, seule la consommation de combustible à pleine charge est garantie. Si la consommation de combustible est également garantie à certaines charges partielles et que lors de la comparaison de la valeur mesurée et de la valeur garantie, il apparaît une différence, les consommations de combustible seront alors jugées d'après le critère suivant :

La somme des consommations en poids par heure mesurées à la puissance fixée par la garantie doit être égale ou inférieure à la somme des produits de la consommation spécifique garantie (poids par puissance-heure) et des puissances correspondantes.

Dans l'exemple suivant, la garantie est considérée comme satisfaite.

CHARGE	PUISSANCE ch (a)	CONSOMMATION		
		garantie (*)		mesurée kg/h
		g/ch.h (b)	kg/h (a) . (b)	
4/4 charge	2 000	161	322,0	315,8
3/4 —	1 500	161	241,5	238,3
2/4 —	1 000	166	166,0	168,1
Somme des consommations. . . . .			729,5	722,2

(\*) Dans ces chiffres seront déjà incorporées les tolérances fixées par le contrat. Ces tolérances pourront être différentes d'après la charge.

**6.2.7** - If during acceptance tests, and for a cause outside the supplier's responsibility, it is found impossible to reach the guaranteed power, the consumption will be measured at various part loads and consumption at the guaranteed power will be approximately determined by extrapolation of these results.

### **6.3 - CHECKING THE PERFORMANCE OF THE ENGINE AND INSTALLATION**

Providing mutual agreement other working characteristics may be observed according to the application and construction of the engine.

**6.3.1** - The starting equipment should be tested to confirm that the starting performance is in accordance with the contract.

**6.3.2** - An engine supplied with reversing equipment should be tested to confirm that the reversing performance is in accordance with the contract.

#### **6.3.3 - Speed Governing**

(See also definitions and more detailed precepts in Appendix § A.2.3 and summary of limitations in the Appendix B.1.)

The following features may be observed according to the duties for which the engines are supplied :

- A - Maximum speed control of governor and overspeed trip if any;
- B - Speed oscillation at the controlled speed;
- C - Permanent speed variation between no-load and full load;
- D - The instantaneous speed change which is occasioned when the load changes suddenly from one extreme value to another and the stabilisation period for the engine speed to settle to a steady value;
- E - The speed range the governor can cover over the range of its adjustments;
- F - Minimum idling speed when stated.

#### **6.3.4 - Exhaust gas temperature, and appearance**

## **7 - CORRECTION OF POWER AND FUEL CONSUMPTION FOR DIFFERENCES IN ATMOSPHERIC CONDITIONS**

### **7.1 - ATMOSPHERIC CONDITIONS**

Contract power and fuel consumption are normally those corresponding to the agreed site atmospheric conditions. Where it is considered desirable to refer the engine to other atmospheric conditions, for instance for engines for which the conditions "on site" are not known at the time of test (stock engines), the following reference conditions are recommended.

- |                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| A - Ambient temperature . . . . .   | 20° C      |
| Ambient pressure . . . . .          | 736 mm Hg  |
| Ambient relative humidity . . . . . | 0.6        |
| or                                  |            |
| B - Ambient temperature . . . . .   | 30° C      |
| Ambient pressure . . . . .          | 760 mm Hg. |
| Ambient relative humidity . . . . . | 0.6        |

These reference conditions A and B are practically equivalent for non turbo-charged engines.

### **7.2 - POWER CORRECTION FORMULAE FOR ATMOSPHERIC CONDITIONS**

When it is necessary to make a correction for atmospheric conditions, at a given speed, one of the following correction formulae will be used.

6.2.7 - Si lors des essais de réception, et pour une cause indépendante de la responsabilité du fournisseur, il s'avère impossible d'atteindre la puissance contractuelle, la consommation sera mesurée à différentes charges partielles et la consommation à la puissance de garantie sera déterminée approximativement par extrapolation de ces résultats.

### 6.3 - OBSERVATION DU COMPORTEMENT DU MOTEUR ET DE L'INSTALLATION

On peut faire d'autres observations lors des essais si une convention les a prévues, par exemple d'après la construction et la destination du moteur.

6.3.1 - Le dispositif de démarrage sera essayé pour vérifier si le démarrage se fait comme prévu dans le contrat.

6.3.2 - Si le moteur est équipé d'un dispositif de renversement de marche, il sera vérifié lors des essais si le renversement de marche se fait comme prévu dans le contrat.

#### 6.3.3 - Réglage de la vitesse

(Voir également des définitions et des prescriptions plus détaillées à l'Appendice § A.2.3 et résumé des limites à l'Appendice B.1.)

Les caractéristiques suivantes pourront être observées suivant l'utilisation du moteur :

A - Contrôle de la vitesse maximum du régulateur et du régulateur de sécurité éventuel;

B - D'éventuelles oscillations de la vitesse;

C - L'écart permanent de vitesse entre la marche à vide et la marche à pleine charge;

D - La variation momentanée de vitesse qui se produit lorsque la charge passe brusquement d'une valeur extrême à l'autre et la période de stabilisation pendant laquelle le moteur revient à son régime normal;

E - La plage des vitesses que peut couvrir le régulateur, d'après la position de son réglage;

F - La vitesse de ralenti minimum s'il y a eu une convention à son sujet.

#### 6.3.4 - Température et aspect des gaz d'échappement

## 7 - CORRECTION DE PUISSANCE ET DE CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE EN FONCTION DES CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES

### 7.1 - CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES

La puissance et la consommation de combustible spécifiées dans le contrat se rapportent normalement aux conditions atmosphériques " in situ " fixées de commun accord. Lorsque l'on désire se référer à d'autres conditions atmosphériques, par exemple dans le cas de moteurs pour lesquels les conditions " in situ " ne sont pas connues au moment de l'essai (moteurs en stock), les conditions de référence suivantes sont recommandées.

A - Température ambiante . . . . . 20° C  
Pression ambiante. . . . . 736 mm Hg  
Humidité relative ambiante . . . . . 0,6

ou

B - Température ambiante . . . . . 30° C  
Pression ambiante. . . . . 760 mm Hg  
Humidité relative ambiante . . . . . 0,6

Les conditions de référence A et B sont pratiquement équivalentes pour moteurs non suralimentés par turbo-soufflante à gaz d'échappement.

### 7.2 - FORMULES DE CORRECTION DE LA PUISSANCE POUR CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES

Lorsqu'il est nécessaire de faire des corrections pour des conditions atmosphériques à une vitesse donnée, on fera usage de l'une des formules de correction suivantes :



### 7.2.1 - Formula CIMAC T

For engines not pressure-charged by exhaust-gas turbo-blower and which have their power limited by thermal reasons.

$$P_x = \alpha_t P_r$$

where

$$\alpha_t = K_t - 0.7 (1 - K_t) \left( \frac{1}{\eta_m} - 1 \right)$$

with

$$K_t = \frac{P_{ix}}{P_{ir}} = \frac{T_r}{T_x} \frac{p_x}{p_r}$$

Note that for engines which have their power limited by thermal reasons the correction is independent of the air humidity.

The symbols used have the following meaning :

$P$  = nett or brake power;

$P_i$  = indicated power;

$\alpha_t$  = power correction factor in the case " CIMAC T " (thermal reasons);

$K_t$  = ratio of indicated powers in the case " CIMAC T ";

$T$  = absolute temperature;

$p$  = barometric pressure;

$\eta_m$  = mechanical efficiency.

The suffix " r " corresponds to the values at the chosen reference condition.

The suffix " x " corresponds to the values at any condition " x ".

### 7.2.2 - Formula CIMAC A

For engines not pressure-charged by exhaust-gas turbo-blower and which have their power limited for reason of air excess :

$$P_x = \alpha_a P_r$$

where

$$\alpha_a = K_a - 0.7 (1 - K_a) \left( \frac{1}{\eta_m} - 1 \right)$$

with

$$K_a = \frac{P_{ix}}{P_{ir}} = \left( \frac{T_r}{T_x} \right)^{0.75} \cdot \frac{p_x - \varphi_x p_{s,x}}{p_r - \varphi_x p_{s,r}}$$

$\alpha_a$  = power correction factor in the case " CIMAC A " (air excess).

$K_a$  = ratio of indicated powers in the case " CIMAC A " (air excess).

$\varphi$  = relative humidity.

$p_s$  = saturation vapour pressure.

Other symbols used have the same meaning as in § 7.2.1.

## 7.3 - FUEL CONSUMPTION CORRECTION FORMULA FOR ATMOSPHERIC CONDITIONS

For engines not pressure-charged by exhaust-gas turbo-blower, the following formula will be used (as well in the case " CIMAC T " as in the case " CIMAC A ").

$$b_x = \beta b_r$$

where

$$\beta = \frac{K_t}{\alpha_t} = \frac{K_t}{K_t - 0.7 (1 - K_t) \left( \frac{1}{\eta_m} - 1 \right)}$$

In this formula :

$b$  = specific fuel consumption;

$\beta$  = consumption correction factor (see also § 7.2.1 and § 7.2.2 for the meaning of the other symbols).

### 7.2.1 - Formule CIMAC T

Pour moteurs non suralimentés par turbo-soufflante à gaz d'échappement et dont la puissance est limitée pour des raisons thermiques.

$$P_x = \alpha_t P_r$$

où 
$$\alpha_t = K_t - 0,7 (1 - K_t) \left( \frac{1}{\eta_m} - 1 \right)$$

avec 
$$K_t = \frac{P_{ix}}{P_{ir}} = \frac{T_r}{T_x} \frac{p_x}{p_r}$$

Pour les moteurs dont la puissance est limitée pour des raisons thermiques, la correction est indépendante de l'humidité de l'air.

Les symboles utilisés signifient :

P = puissance nette ou effective (au frein);

P<sub>i</sub> = puissance indiquée;

α<sub>t</sub> = facteur de correction de la puissance dans le cas " CIMAC T " (raisons thermiques);

K<sub>t</sub> = rapport des puissances indiquées dans le cas " CIMAC T ";

T = température absolue;

p = pression atmosphérique;

η<sub>m</sub> = rendement mécanique.

L'indice " r " correspond aux valeurs dans les conditions de références choisies.

L'indice " x " correspond aux valeurs dans les conditions quelconques " x ".

### 7.2.2 - Formule CIMAC A

Pour les moteurs non suralimentés par turbo-soufflante à gaz d'échappement et dont la puissance est limitée pour des raisons d'excès d'air :

$$P_x = \alpha_a P_r$$

où 
$$\alpha_a = K_a - 0,7 (1 - K_a) \left( \frac{1}{\eta_m} - 1 \right)$$

avec 
$$K_a = \frac{P_{ix}}{P_{ir}} = \left( \frac{T_r}{T_x} \right)^{0,75} \cdot \frac{p_x - \varphi_x p_{sx}}{p_r - \varphi_r p_{sr}}$$

α<sub>a</sub> = facteur de correction de la puissance dans le cas " CIMAC A " (excès d'air).

K<sub>a</sub> = rapport des puissances indiquées dans le cas " CIMAC A " (excès d'air).

φ = humidité relative.

p<sub>s</sub> = pression de saturation de la vapeur d'eau.

Les autres symboles utilisés ont la même signification que dans le § 7.2.1.

## 7.3 - FORMULE DE CORRECTION DE LA CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE POUR LES CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES

Pour des moteurs non suralimentés par turbo-soufflante à gaz d'échappement, on emploiera la formule suivante (aussi bien dans le cas " CIMAC T " que dans le cas " CIMAC A ") :

$$b_x = \beta b_r$$

où 
$$\beta = \frac{K_t}{\alpha_t} = \frac{K_t}{K_t - 0,7 (1 - K_t) \left( \frac{1}{\eta_m} - 1 \right)}$$

Dans cette formule :

b = consommation spécifique de combustible;

β = facteur de correction de la consommation (pour la signification des autres symboles, voir § 7.2.1 et 7.2.2).

## 7.4 - ENGINES PRESSURE-CHARGED BY EXHAUST-GAS TURBO-BLOWER

In the absence of a suitable correction formula, a written agreement is necessary between supplier and client.

## 7.5 - SOME REMARKS CONCERNING CALCULATIONS

7.5.1 - Correction calculations are made easy by the use of the diagrams and table in the Appendix (C). In the Appendix will be found also some numerical examples.

7.5.2 - The values of the mechanical efficiency  $\eta_m$  will be stated by the engine manufacturer. In the absence of any statement, the value  $\eta_m = 0.80$  will be assumed for full load.

7.5.3 - When the relative humidity is not known a value of  $\varphi = 0.6$  will be assumed.

7.5.4 - When the atmospheric conditions on site are more favourable than the chosen reference or test conditions, giving a power correction factor  $\alpha > 1$ , the value of  $\alpha = 1$  will be adopted, unless otherwise agreed.

In the other cases the value calculated for  $\alpha$  will be adopted.

## 8 - REPORT OF TEST

The data obtained during the test will be recorded in a report signed by representatives of the two parties. Where possible this report will mention :

A - Engine : owner, destination, maker, type. Registration number, year built, driven machinery, engine auxiliaries and method of drive, particulars of installation. Powers, speeds, site atmospheric conditions.

B - Guarantees and working conditions agreed in the contract.

C - Date, place, participants and objects of the tests.

D - Tables of the measured values, if desirable indicator diagrams and recorder charts, grades of fuel, and lubricating oils used, calorific value of the fuels, ambient conditions.

E - If necessary calculations of corrections to the test results.

## 7.4 - MOTEURS SURALIMENTÉS PAR TURBO-SOUFFLANTE A GAZ D'ÉCHAPPEMENT

En l'absence d'une formule de correction convenable, un accord écrit entre fournisseur et client est nécessaire.

## 7.5 - QUELQUES REMARQUES CONCERNANT LE CALCUL

7.5.1 - Les calculs de correction seront facilités par l'emploi des diagrammes et table figurant aux Annexes (C). On trouvera également aux Annexes quelques exemples numériques.

7.5.2 - Le rendement mécanique  $\tau_{im}$  sera indiqué par le constructeur. En l'absence d'une telle indication, on prendra la valeur  $\tau_{im} = 0,80$  à pleine charge.

7.5.3 - Lorsque la valeur de l'humidité relative n'est pas connue, on admettra une valeur de  $\varphi = 0,6$ .

7.5.4 - Lorsque les conditions atmosphériques " in situ " sont plus favorables que celles de référence ou d'essai, ce qui donnerait un facteur de correction de puissance  $\alpha > 1$ , on adoptera la valeur  $\alpha = 1$ , à moins qu'il y ait un accord spécial entre le fournisseur et le client.

Dans d'autres cas, on adoptera pour  $\alpha$  la valeur calculée.

## 8 - RAPPORT D'ESSAI

Les données tirées de l'essai seront consignées dans un rapport signé par les représentants des deux parties.

Ce rapport mentionnera autant que possible ce qui suit :

A - Moteur : propriétaire, destination, constructeur, type, numéro d'immatriculation, année de construction, machines réceptrices, auxiliaires du moteur et leur mode d'entraînement, particularités de l'installation. Puissances, vitesses, conditions atmosphériques " in situ ".

B - Garanties et conditions de fonctionnement convenues dans le contrat.

C - Date, lieu, participants et but de l'essai.

D - Tableaux des valeurs mesurées sur demande : diagrammes d'indicateurs et d'appareils enregistreurs, qualités des combustibles et des huiles de graissage utilisés, pouvoir calorifique des combustibles, conditions ambiantes.

E - Le calcul des résultats de correction et des essais, si nécessaire.

# APPENDIX



## A - TECHNICAL INFORMATION

### A.1 - GENERAL DEFINITIONS

#### A.1.1 - BASIC DEFINITIONS - VARIOUS METHODS OF INJECTION AND COMBUSTION

##### A.1.1.1 - Diesel engine

Internal combustion engine in which the liquid fuel introduced into the cylinder near the end of the compression stroke is ignited spontaneously by contact with the air when this has reached, as a result of the compression, a sufficiently high temperature.

##### A.1.1.2 - Diesel engine with air blast injection

Diesel engine in which the liquid fuel is introduced and atomised by compressed air.

##### A.1.1.3 - Diesel engine with solid injection

Diesel engine in which the fuel is injected and atomised under pressure built up by a fuel pump.

##### A.1.1.4 - Diesel engine with direct injection

Diesel engine in which the fuel is directly injected into an undivided combustion space.

##### A.1.1.5 - Diesel engine with precombustion

Diesel engine with combustion space sub-divided in which the fuel is injected into a compartment (pre-chamber), communicating with the cylinder through one or several small passages. The movement of air may or may not be controlled inside the pre-chamber.

##### A.1.1.6 - Diesel engine with turbulence chamber

Diesel engine with divided combustion compartment where the fuel is injected into a compartment (turbulence chamber) communicating with the cylinder through an opening of relatively large section. The piston compression stroke produces a controlled movement of air in the turbulence chamber.

##### A.1.1.7 - Diesel engine with air accumulator

Diesel engine with divided combustion compartment, injection takes place in the principal compartment and combustion is promoted by the secondary compartment (air accumulator).

##### A.1.1.8 - Free piston engine

Internal combustion engine in which the pistons are not mechanically coupled to a driving shaft.

#### A.1.2 - CLASSIFICATION ACCORDING TO USE

##### A.1.2.1 - Marine engine

Engine intended for propulsion of ship or boat :

A - Direct propeller drive;

B - Through reduction gearing to a propeller;

C - By reverse reduction gearing;

D - Indirect propeller drive such as electric or other means.

# ANNEXES



## A - GÉNÉRALITÉS TECHNIQUES

### A.1 - DÉFINITIONS GÉNÉRALES

#### A.1.1 - DÉFINITIONS DE BASE - DIFFÉRENTS MODES D'INJECTION ET DE COMBUSTION

##### A.1.1.1 - Moteur Diesel

Moteur à combustion interne dans lequel le combustible liquide introduit dans le cylindre à la fin de la course de compression s'allume spontanément par contact avec l'air qui y est contenu et qui, par l'effet de la compression, a atteint une température suffisamment élevée.

##### A.1.1.2 - Moteur Diesel à injection pneumatique

Moteur Diesel dans lequel le combustible liquide est introduit et pulvérisé par air comprimé.

##### A.1.1.3 - Moteur Diesel à injection mécanique

Moteur Diesel dans lequel le combustible est injecté et pulvérisé par l'effet de la pression exercée sur le combustible par une pompe.

##### A.1.1.4 - Moteur Diesel à injection directe

Moteur Diesel dans lequel le combustible est injecté directement dans un espace de combustion non subdivisé.

##### A.1.1.5 - Moteur Diesel à chambre de précombustion

Moteur Diesel à espace de combustion subdivisé dans lequel le combustible est injecté dans un espace (préchambre) communiquant avec le cylindre au moyen d'une ou plusieurs ouvertures de faible section. Le mouvement de l'air peut être ordonné ou non à l'intérieur de la préchambre.

##### A.1.1.6 - Moteur Diesel à chambre de turbulence

Moteur Diesel à espace de combustion divisé où le combustible est injecté dans un espace (chambre de turbulence) communiquant avec le cylindre au moyen d'une ouverture de section relativement grande. La course de compression du piston produit dans la chambre de turbulence un mouvement ordonné de l'air.

##### A.1.1.7 - Moteur Diesel à accumulateur d'air

Moteur à espace de compression divisé où l'injection a lieu dans l'espace principal tandis que l'espace secondaire sert d'accumulateur d'air et favorise la combustion.

##### A.1.1.8 - Moteur à pistons libres

Moteur à combustion interne dans lequel il n'y a pas de connexion mécanique entre les pistons et l'arbre moteur.

#### A.1.2 - CLASSIFICATION SUIVANT UTILISATION

##### A.1.2.1 - Moteur marin

Moteur destiné à la propulsion d'un navire ou d'un bateau et ce :

- A - Directement;
- B - Par réducteur;
- C - Par inverseur-réducteur;
- D - Indirectement (transmission électrique ou autre).

#### **A.1.2.2 - Stationary engine**

Engine intended to drive electric generators, pumps, compressors or other machines.

#### **A.1.2.3 - Marine auxiliary engine**

Engine intended for driving generators, pumps, or compressors, or any other duties on board of ship or boat, but not for propulsion.

#### **A.1.2.4 - Emergency engine**

Engine designed to replace temporarily another source of energy not available for the time being.

#### **A.1.2.5 - Rail traction engine**

Engine intended for rail traction propulsion.

### **A.1.3 - CYCLE OF OPERATION**

#### **A.1.3.1 - Working cycle**

A working cycle includes the complete series of events in a cylinder from a certain initial state until the first repetition of this state.

#### **A.1.3.2 - Four-stroke cycle**

A working cycle of a duration corresponding to two turns of the crankshaft, or to four piston strokes.

#### **A.1.3.3 - Two-stroke cycle**

A working cycle of a duration corresponding to one turn of the crankshaft, or two piston strokes.

### **A.1.4 - VARIOUS METHODS OF AIR SUPPLY**

#### **A.1.4.1 - Natural aspiration**

With natural aspiration, the fresh air required for combustion of the fuel is drawn in directly by the piston movement in the cylinder, after rejection of the combustion gases of the preceding cycle by piston displacement.

#### **A.1.4.2 - Scavenging**

Scavenging is the displacement of the combustion gases of the previous cycle by fresh air, achieved by a pressure differential between admission and exhaust ducts.

#### **A.1.4.3 - Pressure-charging**

Pre-compression outside the engine cylinder of part or all of the fresh air to be supplied to the engine with the object of increasing the quantity (or density) of the air in the cylinder with the aim of increasing the power which the engine can develop.

#### **A.1.4.4 - Independent pressure - charging**

The power of the pressure-charger is supplied by an independent source.

#### **A.1.4.5 - Mechanical pressure-charging**

The engine is pressure-charged only by direct-driven blowers.

#### **A.1.4.6 - Pressure-charging by exhaust gas**

The power to drive a pressure-charger is supplied by a turbine fed by the exhaust gases of the engine.

#### **A.1.4.7 - Pressure-charging with intercooling**

The air supplied by the pressure-charger is cooled by intercoolers before entering the cylinder of the engine.

### **A.1.5 - PRESSURES**

#### **A.1.5.1 - Maximum pressure ( $p_{\max}$ )**

Maximum pressure acting on the engine piston during combustion.

#### **A.1.5.2 - Compression pressure ( $p_c$ )**

Maximum pressure acting on the engine piston at the end of the compression stroke without injection.



#### **A.1.2.2 - Moteur stationnaire**

Moteur destiné à entraîner des génératrices électriques, pompes, compresseurs ou autres récepteurs.

#### **A.1.2.3 - Moteur auxiliaire de marine**

Moteur destiné à entraîner à bord d'un navire ou d'un bateau des génératrices, pompes ou compresseurs, ou autres récepteurs, mais pas pour la propulsion.

#### **A.1.2.4 - Moteur de secours**

Moteur fonctionnant uniquement pour remplacer temporairement une autre source d'énergie accidentellement défaillante.

#### **A.1.2.5 - Moteur de traction ferroviaire**

Moteur destiné à la propulsion de véhicules sur rails.

### **A.1.3 - CYCLE DE TRAVAIL**

#### **A.1.3.1 - Cycle de travail**

Le cycle de travail comprend la succession de toutes les phases dans un cylindre, depuis un certain état initial jusqu'à la première répétition de cet état.

#### **A.1.3.2 - Cycle à quatre temps**

Un cycle de travail a une durée correspondant à deux tours de l'arbre à manivelles ou donc à quatre courses (ou temps) du piston.

#### **A.1.3.3 - Cycle à deux temps**

Un cycle de travail a une durée correspondant à un tour de la manivelle ou deux courses du piston.

### **A.1.4 - RENOUELEMENT DE LA CHARGE D'AIR**

#### **A.1.4.1 - Aspiration naturelle**

Lors de l'aspiration naturelle, la charge d'air frais est aspirée directement par le piston dans le cylindre, après évacuation des gaz de combustion du cycle précédent, également par l'action du piston.

#### **A.1.4.2 - Balayage**

Lors du balayage, les gaz de combustion du cycle précédent sont déplacés hors du cylindre par la charge d'air frais, au moyen d'une chute de pression entre l'admission et l'échappement.

#### **A.1.4.3 - Suralimentation**

Compression préalable hors du cylindre moteur d'une partie ou de la totalité de l'air frais, dans le but d'augmenter la charge d'air frais dans le cylindre et pouvoir ainsi augmenter la puissance que peut développer le moteur.

#### **A.1.4.4 - Suralimentation indépendante**

La puissance nécessaire à la soufflante de suralimentation est fournie par une source indépendante.

#### **A.1.4.5 - Suralimentation mécanique**

Le moteur est suralimenté uniquement par une soufflante directement accouplée au moteur.

#### **A.1.4.6 - Suralimentation par turbo-soufflante à gaz d'échappement**

La puissance d'une soufflante de suralimentation est fournie par une turbine alimentée par les gaz d'échappement du moteur.

#### **A.1.4.7 - Suralimentation avec refroidissement intermédiaire**

L'air fourni par la soufflante est refroidi par un réfrigérant avant d'entrer dans les cylindres du moteur.

### **A.1.5 - PRESSIONS**

#### **A.1.5.1 - Pression maximum ( $p_{max}$ )**

Pression maximum agissant sur le piston du moteur, durant la combustion.

#### **A.1.5.2 - Pression en fin de compression ( $p_c$ )**

Pression maximum agissant sur le piston du moteur à la fin de la course de compression.

### A.1.5.3 - Mean indicated pressure ( $p_i$ )

Mean pressure during one cycle which is considered as acting on the piston during the power stroke (see also § A.3.1.1).

### A.1.5.4 - Mean effective pressure ( $p_e$ )

Mean pressure during one cycle which if considered as acting on the piston during one stroke per cycle and giving at the number of revolutions considered the effective power to which it relates.

$$p_e = K \frac{P_b}{n \cdot V}$$

In this formula :

when : \*  $P_b$  is expressed in metric hp

$n$  — in r. p. m.

$V$  — in liters

$p_e$  — in kg/cm<sup>2</sup>

then :  $K = 450$  for a 2 stroke engine

$K = 900$  — 4 —

when : \*  $P_b$  is expressed in British hp

$n$  — in r. p. m.

$V$  — in cu. in.

$p_e$  — in p. s. i.

then :  $K = 396,000$  for a 2 stroke engine

$K = 792,000$  — 4 —

## A.2 - SPEED CONDITIONS

### A.2.1 - SPEED OF AN ENGINE, $n$ (r. p. m.)

The speed of an engine,  $n$ , is defined as the number of turns of the crankshaft per minute. The mean angular velocity of an engine is defined by

$$\omega_m = \frac{2\pi n}{60} \text{ (radians per sec.)}$$

### A.2.2 - CYCLIC IRREGULARITY AND ANGULAR DEVIATION

#### A.2.2.1 - General

The calculated cyclic irregularity coefficient and the angular deviation have a precise significance only for a definite mean speed and load and a stated torque condition.

They refer to the assembly consisting of the engine and all the driven machinery. Unless otherwise agreed, all values are related to the rotor of the generator at its mid section or to the main power take-off of the engine.

#### A.2.2.2 - Cyclic irregularity $\delta_M$

A.2.2.2.1 - The cyclic irregularity coefficient  $\delta_M$  is given by the formula :

$$\delta_M = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_m}$$

in which :

$\omega_{\max}$  = maximum value of the instantaneous angular velocity during one period.

$\omega_{\min}$  = minimum value of the instantaneous angular velocity during one period.

$\omega_m$  = mean angular velocity.

A.2.2.2.2 - Unless otherwise specified in writing, the engine manufacturer will determine, on the basis of his own experience, the cyclic irregularity of the set so that it meets the normal working requirements of the plant.

In the case of generating sets, unless otherwise stated, the cyclic irregularity will be such as not to cause any flickering of lights and to allow paralleling and working in parallel.

\* For definition of  $P_b$ , see § A.3.1.1.

### A.1.5.3 - Pression moyenne indiquée ( $p_i$ )

Pression moyenne constante supposée agir sur les pistons pendant le temps moteur (voir également § A.3.1.1).

### A.1.5.4 - Pression moyenne effective ( $p_e$ )

Pression moyenne constante supposée agir sur les pistons pendant le temps moteur et donnant au nombre de tours considéré la puissance effective à laquelle elle se rapporte.

$$p_e = K \frac{P_b}{n \cdot V}$$

Dans cette formule :

lorsque : \*  $P_b$  est exprimé en ch métriques

$n$  — en tr/min

$V$  — en litres

$p_e$  — en kg/cm<sup>2</sup>

alors :  $K = 450$  pour moteurs à 2 temps

$K = 900$  — à 4 —

lorsque : \*  $P_b$  est exprimé en hp anglais

$n$  — en tr/min

$V$  — en pouces cubes

$p_e$  — en livres/pouce carré

alors :  $K = 396\ 000$  pour moteurs à 2 temps

$K = 792\ 000$  — à 4 —

## A.2 - RÉGIME DE VITESSE

### A.2.1 - LA VITESSE D'UN MOTEUR, $n$ (tr/min)

La vitesse d'un moteur,  $n$ , est définie comme le nombre de tours de l'arbre coudé par minute.

On appelle vitesse angulaire moyenne d'un moteur :

$$\omega_m = \frac{2\pi n}{60} \text{ (radians par sec.)}$$

### A.2.2 - IRRÉGULARITÉ CYCLIQUE ET ÉCART ANGULAIRE

#### A.2.2.1 - Généralités

Le coefficient d'irrégularité cyclique calculé et l'écart angulaire n'ont de signification précise que pour une vitesse moyenne et une charge définie, et des conditions de couple données.

Ils se rapportent à l'ensemble du moteur et des engins entraînés. Si l'on ne précise pas autrement, toutes les valeurs sont celles relatives au mouvement du rotor de la génératrice dans son plan médian vu de la machine réceptrice principale.

#### A.2.2.2 - Irrégularité cyclique ( $\delta_M$ )

A.2.2.2.1 - Le coefficient d'irrégularité cyclique  $\delta_M$  est donné par la formule :

$$\delta_M = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_m}$$

dans laquelle :

$\omega_{\max}$  = valeur maximum de la vitesse angulaire instantanée au cours d'une période.

$\omega_{\min}$  = valeur minimum de la vitesse angulaire instantanée au cours d'une période.

$\omega_m$  = vitesse angulaire moyenne.

A.2.2.2.2 - Sauf convention contraire écrite, le constructeur du moteur fixera, selon son expérience, l'irrégularité cyclique du groupe de façon qu'elle remplisse les exigences normales de fonctionnement de l'installation.

Dans le cas de groupes électrogènes, et sauf convention écrite contraire, l'irrégularité cyclique ne peut pas causer d'oscillations de la lumière et doit permettre la mise et le fonctionnement en parallèle.

\* Pour la définition de  $P_b$ , voir § A.3.1.1.

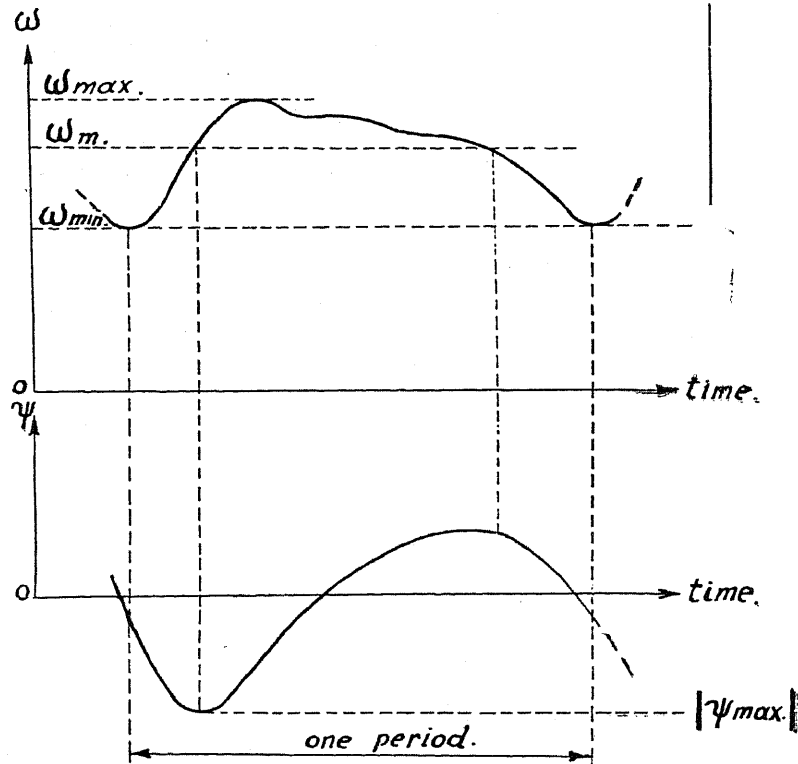
### A.2.2.3 - Angular deviation

**A.2.2.3.1** - The shaft turning at a varying periodic speed presents an angular deviation  $\psi$ , also periodic, relative to a supposed shaft turning at the mean velocity  $\omega_m$  of the actual shaft (so that the mean value of  $\psi$  for one cycle is nil). Normally the angular deviation is defined as the maximum deviation  $|\psi_{max}|$  which is usually a calculated value.

$\omega$  = instantaneous angular velocity

$$\omega = \omega_m + \frac{d\psi}{dt}$$

$\psi$  = instantaneous angular deviation



**A.2.2.3.2** - The working in parallel of generating sets will be considered satisfactory when the angular deviation measured at the mid-section of the rotor of the generator will not exceed  $\pm 3.5$  electrical degrees =  $\frac{\pm 3.5}{p}$  mechanical degrees,  $p$  being the number of pole pairs, and when the oscillation of current, measured with proper instruments, does not exceed  $\pm 33\%$  of the nominal current at full load.

## A.2.3 - GOVERNING

### A.2.3.1 - General definitions

Full load speed -  $n_v$  (r. p. m.)

Speed of the engine running at its continuous power (see § A.3.3).

Overload speed -  $n_u$  (r. p. m.)

Speed at specified overload power (see § A.3.3).

Idling speed -  $n_l$  (r. p. m.)

Speed at no load.

Each of these various speeds may have different maximum and minimum values because of adjustable speed ranges.

### A.2.3.2 - Definitions and precepts which apply only to engines driving electric generators

**A.2.3.2.1** - Instantaneous speed change  $\delta_{rs}$  (in %) : It is the maximum instantaneous speed change, expressed in percentage of the nominal speed, after a sudden load variation from the nominal value to no-load or vice versa.

$$\delta_{rs} = \frac{n_{max} - n_v}{n_v}$$

The maximum instantaneous speed change will normally not exceed 10 %.

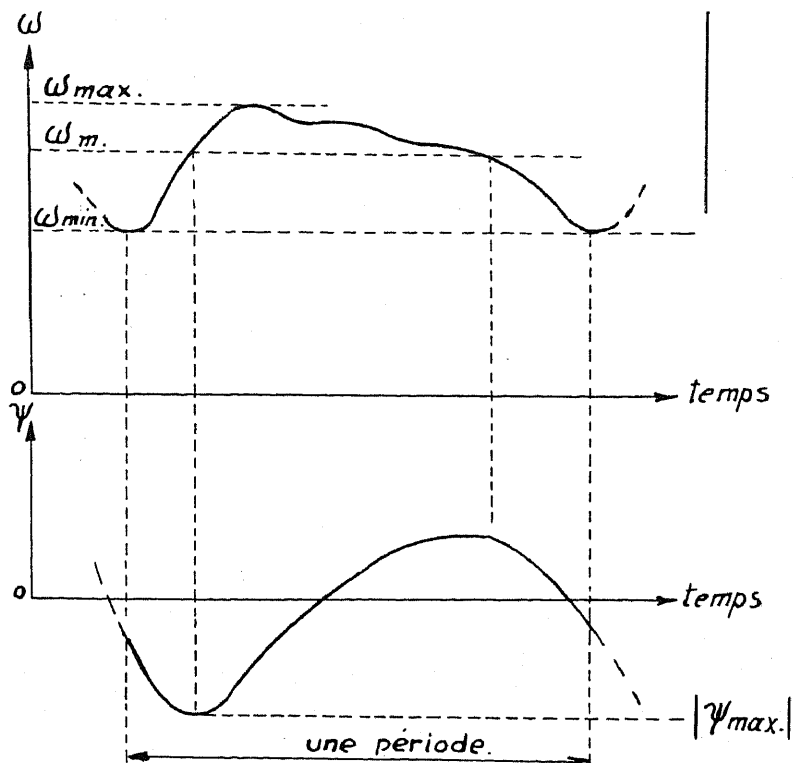
### A.2.2.3 - Écart angulaire

**A.2.2.3.1** - L'arbre tournant à une vitesse variant de façon périodique présente des écarts angulaires  $\psi$  également périodiques, par rapport à un arbre fictif tournant à la vitesse moyenne  $\omega_m$  de l'arbre réel (et telle que la valeur moyenne de  $\psi$  pour un cycle soit nulle). On appellera normalement écart angulaire la déviation maximum  $|\psi_{\max}|$  qui est habituellement une valeur calculée.

$\omega$  = vitesse angulaire instantanée

$$\omega = \omega_m + \frac{d\psi}{dt}$$

$\psi$  = écart angulaire instantané



**A.2.2.3.2** - Le fonctionnement en parallèle de groupes moto-alternateurs sera considéré satisfaisant lorsque l'écart angulaire, mesuré dans le plan médian de la roue polaire de l'alternateur, ne dépassera pas  $\pm 3,5^\circ$  électriques  $= \frac{\pm 3,5}{p}$  degrés mécaniques,  $p$  étant le nombre de paires de pôles de l'alternateur et lorsque l'oscillation de courant, mesurée avec des instruments appropriés, ne dépassera pas  $\pm 33\%$  du courant nominal de pleine charge.

### A.2.3 - RÉGLAGE DE LA VITESSE

#### A.2.3.1 - Définitions générales

Vitesse à pleine charge -  $n_v$  (tr/min)

Vitesse du moteur chargé à sa puissance continue (voir § A.3.3).

Vitesse de surcharge -  $n_u$  (tr/min)

Vitesse du moteur à la puissance de surcharge spécifiée (voir le même § A.3.3).

Vitesse à vide -  $n_l$  (tr/min)

Vitesse du moteur non chargé.

Chacune de ces diverses vitesses peut présenter des valeurs maxima et minima différentes à cause du réglage ajustable.

#### A.2.3.2 - Définitions ne s'appliquant qu'aux moteurs entraînant des génératrices électriques

**A.2.3.2.1** - Écart instantané de la vitesses  $\delta_{rs}$  (en %) : C'est la variation instantanée maximum de la vitesse, exprimée en pourcentage de la vitesse nominale, après une variation brusque de la charge de la valeur nominale à zéro ou vice versa :

$$\delta_{rs} = \frac{n_{\max} - n_v}{n_v}$$

L'écart instantané maximum de la vitesse ne devra normalement pas dépasser 10 %.

**A.2.3.2.2 - Permanent speed change  $\delta_r$  (in %)**

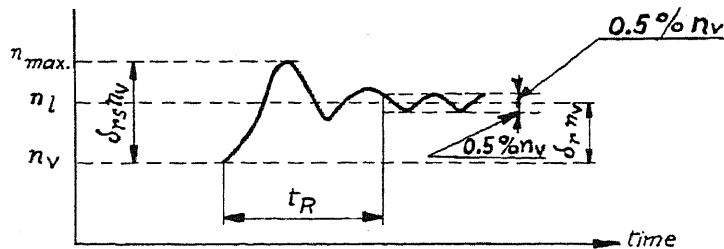
It is the permanent speed change expressed as a percentage of the nominal speed, after a gradual load variation from the nominal value to no load, or vice versa, obtained with unchanged governor setting.

$$\delta_r = \frac{n_l - n_v}{n_v}$$

The permanent speed change will not normally exceed 6 %.

**A.2.3.2.3 - Stabilisation period  $t_R$  (units : seconds)**

It is the interval of time elapsing between the start of a disturbance and until a difference of not more than  $\pm 0,5\%$  of the nominal speed is obtained. It shall not exceed 15 sec. in the case of a sudden change from full load to no load or vice versa.



**A.3 - POWER**

**A.3.1 - VARIOUS DEFINITIONS OF POWER**

Power is expressed in metric or British hp. or in kW.

We distinguish :

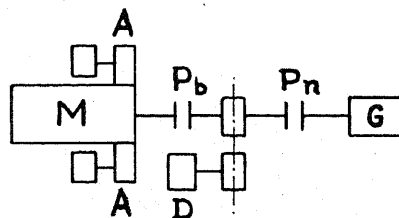
**A.3.1.1 - Brake power ( $P_b$ )**

Is the power measured at the power take-off, when all the mechanically coupled auxiliaries which are indispensable for normal continuous operation are in service.

**A.3.1.2 - Nett power ( $P_n$ )**

The nett power is the brake power diminished by the mechanical power required for driving additional auxiliaries indispensable to the normal continuous working of the engine on site and forming part of the same supply. For marine engines the nett power is generally the brake power.

- M = Engine
- G = Generator or driven machinery
- A = Permanently attached auxiliaries
- D = Additional auxiliaries indispensable on site



**A.3.1.3 - Indicated power ( $P_i$ )**

Indicated power is the power developed on the pistons by the gases in the cylinders. It is defined by the formula

$$P_i = \frac{p_i V n}{K}$$

where K, V and n have the same values as in A.1.5.4 and  $P_i$  is the mean indicated pressure (see A.1.5.3).

**A.3.2 - STATEMENT OF POWER**

**A.3.2.1 - No power statement is complete without mention of the engine speed at which this power is developed.**

#### A.2.3.2.2 - Écart permanent de la vitesse, ou statisme $\delta_r$ (en %)

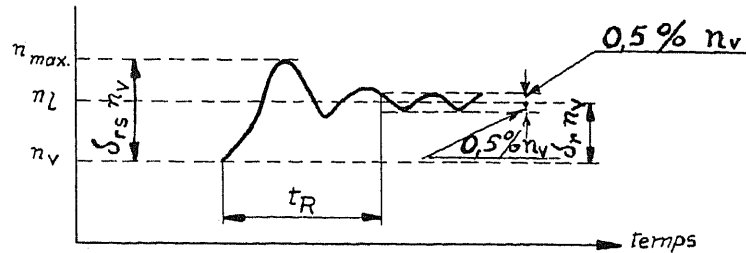
C'est la variation permanente de la vitesse, exprimée en pourcentage de la vitesse nominale, après une variation graduelle de la charge de la valeur nominale à zéro ou vice versa, obtenue sans changer le réglage du régulateur :

$$\delta_r = \frac{n_l - n_v}{n_v}$$

Normalement l'écart permanent de la vitesse ne dépassera pas 6 %.

#### A.2.3.2.3 - Période de stabilisation $t_R$ (unités : secondes)

C'est l'intervalle de temps s'écoulant entre le début d'une perturbation jusqu'à l'obtention d'un écart inférieur à  $\pm 0,5\%$  par rapport à la vitesse nominale. Elle ne dépassera pas 15 sec. en cas de brusque variation de pleine charge à zéro et vice versa.



### A.3 - PUISSANCE

#### A.3.1 - DÉFINITIONS DIVERSES DE PUISSANCE

La puissance s'exprime en ch métriques, en hp anglais ou en kW.

Nous distinguons :

##### A.3.1.1 - Puissance effective ou au frein ( $P_b$ )

Puissance mesurée à l'entrée de la machine réceptrice lorsque tous les auxiliaires accouplés mécaniquement, indispensables à la marche normale et continue du moteur, sont en service.

##### A.3.1.2 - Puissance nette ( $P_n$ )

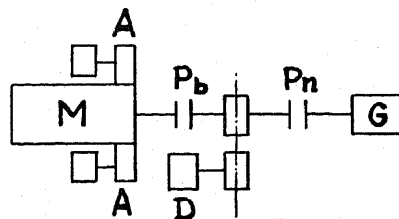
La puissance nette est la puissance au frein moins la puissance mécanique qui sert à entraîner les auxiliaires additionnels, indispensables à la marche normale et continue du moteur "in situ" et qui font partie de la même fourniture.

M = Moteur

G = Génératrice ou mécanisme entraîné

A = Auxiliaires accouplés d'une façon permanente

D = Auxiliaires additionnels indispensables "in situ"



##### A.3.1.3 - Puissance indiquée ( $P_i$ )

La puissance indiquée est la puissance développée sur les pistons par les gaz des cylindres. Elle est donnée par la formule :

$$P_i = \frac{p_i V n}{K}$$

où K, V et n ont les mêmes valeurs que dans A.1.5.4 et  $P_i$  est la pression moyenne indiquée (voir § A.1.5.3).

#### A.3.2 - MENTION DE PUISSANCE

A.3.2.1 - Aucune mention de puissance n'est complète sans mention de la vitesse du moteur à laquelle cette puissance est développée.

**A.3.2.2** - Any statement of power must be accompanied by a list of the auxiliaries, indispensable or not for the normal continuous working, driven direct or indirect, in each case stating if the corresponding absorbed power has or has not been deducted from the power shown on the statement.

As regards the auxiliaries which are not indispensable to normal and continuous working and cannot be deleted (air starting compressors, etc.), account will be taken only of the power they absorb at no load.

**A.3.2.3** - The maximum depression admissible at the inlet, together with the maximum back pressure admissible in the exhaust piping immediately after the engine outlet (in the case of supercharged engines after the turbine exhaust outlet) are to be indicated.

### **A.3.3 - VARIOUS LEVELS OF BRAKE OR NETT POWER**

According to the type of application of the engine, two following kinds of power ratings are considered :

**A.3.3.1 - Continuous brake power ( $P_{bc}$ ) allowing overload or continuous nett power ( $P_{nc}$ ) allowing overload**

**A.3.3.1.1** - The continuous brake or continuous nett power is the power that is specified to be developed continuously at stated speed and specified atmospheric conditions.

**A.3.3.1.2 - Overload power**

The overload power is the power above the continuous power that is specified. It is common practice to adopt 10 % overload for a period of one hour in twelve working hours. The engine must be capable of carrying this overload immediately after continuous working at the continuous power during which the running conditions have been constant (temperatures of the cooling fluid and oil). Moreover, the engine must be capable of continuing to work at continuous power immediately after the overload.

**A.3.3.2 - Fuel stop brake power ( $P_{bs}$ ) not allowing overload or fuel stop nett power ( $P_{ns}$ ) not allowing overload**

The fuel stop power is the maximum brake or nett power which the engine develops during a certain period corresponding to its application, with injection limited so that the fuel stop power cannot be exceeded.

## **A.4 - FUEL CONSUMPTION**

**A.4.1 - HOURLY FUEL CONSUMPTION,  $B$  (kg/h, or lb. per hr.)**

The hourly fuel consumption  $B$  is the weight of fuel which the engine consumes per hour under stated conditions.

The manufacturer will stipulate to which fuel and lower calorific value these consumptions refer. In the absence of this information, it will be understood to be a gas oil having a lower calorific value of 10,100 kcal/kg or 18,180 Btu. per lb.

**A.4.2 - SPECIFIC FUEL CONSUMPTION,  $b$  (kg/metric hp. hr., or lb./hp. hr.)**

The brake specific fuel consumption  $b_b$  or nett specific fuel consumption  $b_n$  is obtained by dividing the hourly fuel consumption  $B$  by the brake power  $P_b$  or nett power  $P_n$ .

In the absence of a statement to the contrary, the specific consumption per unit of brake power will be taken.

**A.4.3 - GUARANTEE POINTS**

Normally only full load fuel consumption is guaranteed. Under special agreement three-quarter and half load consumption may be guaranteed.

It is desirable that in addition, the manufacturer supplies consumption curves linking the guarantee points, it being understood that these curves are not the subject of any guarantee.



**A.3.2.2** - Toute mention de puissance sera accompagnée d'une énumération des auxiliaires, indispensables ou non au fonctionnement normal et continu, entraînés directement ou indirectement, en précisant chaque fois si la puissance absorbée correspondante a été déduite ou non de la puissance figurant à l'indication.

En ce qui concerne les auxiliaires non indispensables au fonctionnement normal et continu et ne pouvant être supprimés (compresseurs d'air de démarrage, etc.), on ne tiendra compte que de la puissance qu'ils absorbent à vide.

**A.3.2.3** - La dépression maximum admissible à l'admission, ainsi que la contre-pression maximum admissible dans la conduite d'échappement immédiatement après la sortie du moteur (dans le cas de moteurs à turbo-soufflante après la sortie de la turbine d'échappement) devront être indiquées.

### **A.3.3 - DIFFÉRENTS NIVEAUX DE PUISSANCE AU FREIN OU PUISSANCE NETTE**

Suivant le mode d'application du moteur, on distinguera les deux types de niveaux de puissance suivants :

**A.3.3.1 - Puissance au frein continue ( $P_{bc}$ ) admettant une surcharge, ou puissance nette continue ( $P_{nc}$ ) admettant une surcharge**

**A.3.3.1.1** - La puissance au frein continue ou la puissance nette continue est la puissance spécifiée comme pouvant être développée d'une manière continue à la vitesse spécifiée et aux conditions atmosphériques spécifiées.

**A.3.3.1.2 - Puissance de surcharge**

La puissance de surcharge est une puissance supérieure à la puissance continue spécifiée. Il est d'usage d'adopter une surcharge de 10 % pendant 1 heure sur 12 heures de marche utile. Le moteur doit être capable de soutenir cette surcharge immédiatement après une marche continue à la puissance continue durant laquelle les conditions auront été constantes (températures du fluide de refroidissement et de l'huile). Le moteur sera en outre capable de continuer à fonctionner à la puissance continue, immédiatement après la surcharge.

**A.3.3.2 - Puissance au frein bloquée ( $P_{bs}$ ) n'admettant pas de surcharge ou puissance nette bloquée ( $P_{ns}$ ) n'admettant pas de surcharge**

La puissance bloquée est la puissance au frein ou la puissance nette maximum que le moteur développe durant une certaine période correspondant à son application, avec limite d'injection réglée de telle façon que la puissance bloquée ne peut être dépassée.

## **A.4 - CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE**

**A.4.1 - CONSOMMATION HORAIRE DE COMBUSTIBLE, B (kg/h ou lb. per hr.)**

La consommation horaire de combustible B est le poids de combustible que le moteur consomme par heure dans des conditions spécifiées.

Le constructeur stipulera pour quel combustible et quel pouvoir calorifique inférieur ces consommations s'entendent. En cas d'absence de ce renseignement, il sera entendu qu'il s'agit de gas-oil ayant un pouvoir calorifique inférieur de 10 100 kcal/kg ou 18 180 Btu per lb.

**A.4.2 - CONSOMMATION SPÉCIFIQUE DE COMBUSTIBLE, b (kg/ch. h ou lb./hp. hr.)**

La consommation spécifique de combustible effective  $b_b$  ou nette  $b_n$  s'obtient en divisant la consommation horaire de combustible B par la puissance effective (au frein)  $P_b$  ou (nette)  $P_n$ .

En l'absence de stipulations contraires, on prendra la consommation spécifique par unité de puissance effective (au frein).

**A.4.3 - POINTS GARANTIS**

Normalement, la garantie de consommation de combustible est donnée uniquement pour la pleine charge. Après accord spécial, on peut également donner une garantie pour 3/4 et 1/2 charge.

Il est désirable que le constructeur fournisse en outre les courbes de consommation reliant les points garantis, étant entendu que ces courbes ne font l'objet d'aucune garantie.

## A.5 - LUBRICATING OIL CONSUMPTION

### A.5.1 - HOURLY CONSUMPTION

The hourly consumption of lubricating oil is the weight of lubricating oil (in kg. or lb.) which the engine consumes per hour under specified working conditions.

The lubricating oil consumption is given either in the conditions of the contract or in the engine manual and must be related to :

- Grade of lubricating oil;
- Speed and load of engine.

If several grades of lubricating oil are used simultaneously, the consumption of each grade may be mentioned separately.

Lubricating oil consumption will not take into account the oil renewal.

**A.5.2** - The lubricating oil consumption cannot be verified on the test bed, the period of running-in of the engine never being adequate.

## B - SUMMARY AND RECAPITULATION

### B.1 - SUMMARY OF TOLERANCES AND LIMITATIONS

The different values of tolerances and limitations quoted in these recommendations are restated below :

— Two measurements suffice in determining the consumption when they do not differ between them more than 3 % at full load and 5 % at part load (see § 6.2.2).

If the result of a measurement deviates by more than 3 % at full load and 5 % at part loads from the mean value of several measurements, this measurement must be considered as not valid and must be repeated.

— The mean power during a consumption test must not deviate from the power to which the consumption is guaranteed by more than 3 % at full load and more than 5 % at part load (§ 6.2.3).

— Engines having to drive alternators must not present angular deviations greater than 3.5 electrical degrees.

Electrical current interchange between two generators running in parallel will not exceed  $\pm 33$  % of the nominal full load current (§ A.2.2.3.2).

— The instantaneous speed change will normally not exceed 10 % (A.2.3.2.1).

The permanent speed change will normally not exceed 6 % (§ A.2.3.2.2).

The stabilisation period shall not exceed 15 sec. (§ A.2.3.2.3).

## C - DIAGRAMS, TABLE AND EXAMPLES OF POWER AND FUEL CONSUMPTION CORRECTION

### C.1 - GENERAL REMARKS

The following diagrams D.2.1, D.2.2, D.4 and table D.3 facilitate the calculations of power and consumption correction.

They do not apply to engines pressure-charged by exhaust gas turbo-blowers.

The total power correction is a combination of corrections given by the above-mentioned diagrams and table.

## A.5 - CONSOMMATION D'HUILE DE GRAISSAGE

### A.5.1 - CONSOMMATION HORAIRE

La consommation horaire d'huile de graissage est le poids d'huile de graissage (en kg ou lb.) que le moteur consomme par heure dans des conditions de fonctionnement spécifiées.

La consommation d'huile de graissage est donnée soit dans les conditions du contrat soit dans le manuel.

— Qualité de l'huile de lubrification (graissage);

— Vitesse et charge du moteur.

Si plusieurs qualités d'huile de graissage sont employées simultanément, la consommation de chaque qualité peut être mentionnée séparément.

Dans la consommation de l'huile de graissage il ne sera pas tenu compte du renouvellement du bain.

**A.5.2** - La consommation d'huile de graissage ne peut être vérifiée au banc d'essai, la durée de rodage du moteur n'y étant jamais suffisante.

## B - RÉSUMÉ ET RÉCAPITULATION

### B.1 - TOLÉRANCES ET LIMITATIONS

Les différentes valeurs de tolérances et limitations citées dans ces recommandations sont récapitulées ci-dessous :

Deux mesures suffisent pour la détermination de la consommation lorsqu'elles ne diffèrent pas entre elles de plus de 3 % à pleine charge et de plus de 5 % aux charges partielles (§ 6.2.2).

Si le résultat d'une mesure dévie de la valeur moyenne de plusieurs mesures de plus de 3 % à pleine charge et de plus de 5 % aux charges partielles, cette mesure doit être considérée comme non valable et elle doit être répétée.

— La puissance moyenne durant un essai de consommation ne déviara pas de la puissance à laquelle la consommation est garantie de plus de 3 % à pleine charge et de plus de 5 % à charge partielle (§ 6.2.3).

— Des moteurs devant entraîner des alternateurs ne peuvent présenter des écarts angulaires supérieurs à 3,5 degrés électriques.

L'oscillation du courant entre deux génératrices fonctionnant en parallèle ne dépassera pas  $\pm 33\%$  du courant nominal à pleine charge (§ A.2.3.2.).

— L'écart instantané de vitesse ne dépassera normalement pas 10 % (§ A.2.3.2.1).

L'écart permanent de vitesse ne dépassera normalement pas 6 % (§ A.2.3.2.2).

La période de stabilisation ne dépassera pas 15 sec. (§ A.2.3.2.3).

## C - DIAGRAMMES, TABLEAU ET EXEMPLES DE CORRECTION DE LA PUISSANCE ET DE LA CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE

### C.1 - REMARQUES GÉNÉRALES

Les diagrammes D.2.1, D.2.2, D.4 et le tableau D.3 qui suivent facilitent le calcul des corrections de puissance et de consommation.

Ils ne s'appliquent pas aux moteurs suralimentés par turbo-soufflante à gaz d'échappement.

La correction totale de puissance est une combinaison des corrections données par les diagrammes et le tableau précité.

## C.2 - POWER CORRECTION DIAGRAMS AND TABLE

### C.2.1 - DIAGRAM D.2.1 : POWER CORRECTION FOR ATMOSPHERIC CONDITIONS AND FOR MECHANICAL EFFICIENCY $\eta_m = 0.80$ , THE AIR HUMIDITY NOT TAKEN IN ACCOUNT.

Fix in the diagram the point "x" corresponding to any given conditions.

From this point draw a horizontal line to intersect the chosen reference line "r" and read the correction factor value on the scale along that reference line.

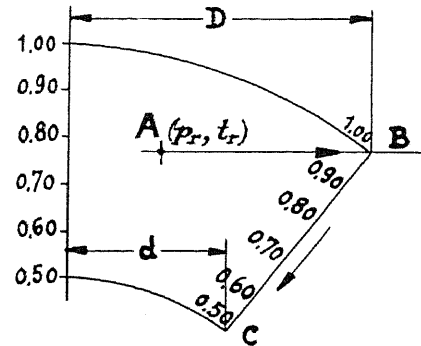
This factor shall be called  $\alpha_t$ .

C.2.1.1 - 3 reference lines "r" are drawn for the following conditions :

1.  $p_r = 760$  mm Hg,  $t_r = 20^\circ$  C  
vertical ordinate line.
2.  $p_r = 736$  mm Hg,  $t_r = 20^\circ$  C  
 $p_r = 760$  mm Hg,  $t_r = 30^\circ$  C  
two equivalent conditions represented by the same first oblique reference line.
3.  $p_r = 760$  mm Hg,  $t_r = 45^\circ$  C  
second oblique reference line.

C.2.1.2 - Manufacturers wishing to draw other reference lines for their own test conditions or any other desired conditions may proceed as follows :

Fix the desired reference conditions, point A ( $p_r, t_r$ ). Draw a horizontal line AB to intersect the 1.00 circle at B. Measure the distance D and draw a vertical line at a distance  $d = 0.574 D$  from ordinate axis to intersect the 0.50 circle at point C. Draw and graduate the new reference line BC.



### C.2.2 - DIAGRAM D.2.2- DEDUCTION FOR HUMIDITY IN CASE OF POWER LIMITATION FOR REASONS OF AIR EXCESS (formula CIMAC A, § 7.2.2)

If we call :

$\gamma_r$  = deduction for humidity at the chosen reference conditions "r" ;

$\gamma_x$  = deduction for humidity at any given conditions "x".

Then :  $\gamma = \gamma_x - \gamma_r$  is the resulting value which must be subtracted from  $\alpha_t$  in order to obtain  $\alpha_a = \alpha_t - \gamma$ .

### C.2.3 - TABLE D.3 - MECHANICAL EFFICIENCY

For values of  $\eta_m$  other than 0.80, find the value of  $\alpha_t$  (formula CIMAC T) or  $\alpha_a = \alpha_t - \gamma$  (formula CIMAC A) in the column for  $\eta_m = 0.80$  and read the final value of  $\alpha$  on the same horizontal line, in the column corresponding to the given mechanical efficiency.

### C.2.4 - RESULTING POWER CORRECTION, FACTOR "α"

C.2.4.1 - In case of power limitation for thermal reasons (formula CIMAC T, § 7.2.1) :

$$\alpha = \alpha_t + \text{correction obtained from table D.3}$$

C.2.4.2 - In case of power limitation for reasons of air excess (formula CIMAC A, § 7.2.2) :

$$\alpha = \alpha_t - \gamma + \text{correction obtained from table D.3}$$

## C.2 - DIAGRAMMES ET TABLEAU DE CORRECTION DE LA PUISSANCE

### C.2.1 - DIAGRAMME D.2.1 : CORRECTION DE LA PUISSANCE EN FONCTION DES CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES POUR UN RENDEMENT MÉCANIQUE $\eta_m = 0,80$ ET SANS TENIR COMPTE DE L'HUMIDITÉ DE L'AIR

Porter sur ce diagramme le point "x" correspondant aux conditions quelconques.

Mener par ce point une horizontale jusqu'à intersection avec la ligne de référence "r" choisie et lire la valeur du facteur de correction sur l'échelle, portée sur cette ligne de référence.

Ce facteur sera désigné par  $\alpha_t$ .

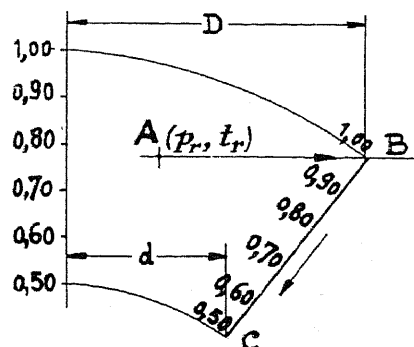
C.2.1.1 - 3 lignes de référence "r" sont tracées pour les conditions suivantes :

1.  $p_r = 760 \text{ mm Hg}, t_r = 20^\circ \text{ C}$   
ligne d'ordonnées verticale.
2.  $p_r = 736 \text{ mm Hg}, t_r = 20^\circ \text{ C}$   
 $p_r = 760 \text{ mm Hg}, t_r = 30^\circ \text{ C}$   
deux conditions équivalentes représentées par la même ligne de référence oblique.
3.  $p_r = 760 \text{ mm Hg}, t_r = 45^\circ \text{ C}$   
deuxième ligne de référence oblique.

C.2.1.2 - Les constructeurs désireux de tracer d'autres lignes de référence pour leurs propres conditions d'ateliers ou n'importe quelles autres conditions désirées peuvent procéder comme suit :

Porter sur le diagramme D.2.1 le point A ( $p_r, t_r$ ) correspondant aux conditions de référence désirées. Tracer une horizontale AB jusqu'à intersection avec la circonférence de 1,00 en B.

Mesurer la distance D et tracer une verticale à la distance  $d = 0,574 D$  de l'axe des ordonnées jusqu'à intersection avec la circonférence de 0,50 en C. Tracer et graduer la nouvelle ligne de référence BC.



### C.2.2 - DIAGRAMME D.2.2 - DÉDUCTION POUR HUMIDITÉ DANS LE CAS DE LIMITATION DE LA PUISSANCE POUR DES RAISONS D'EXCÈS D'AIR (formule CIMAC A, § 7.2.2)

soit,

$\gamma_r$  = la déduction pour humidité dans les conditions de référence choisies;

$\gamma_x$  = la déduction pour humidité dans des conditions quelconques.

Alors  $\gamma = \gamma_x - \gamma_r$  est la valeur résultante qu'il faut soustraire de  $\alpha_t$  pour obtenir  $\alpha_a = \alpha_t - \gamma$ .

### C.2.3 - TABLEAU D.3 - RENDEMENT MÉCANIQUE

Pour des valeurs de  $\eta_m$  autres que 0,80, chercher la valeur de  $\alpha_t$  (formule CIMAC T) ou de  $\alpha_a = \alpha_t - \gamma$  (formule CIMAC A) dans la colonne pour  $\eta_m = 0,80$  et lire sur la même horizontale, la valeur finale de  $\alpha$  dans la colonne correspondant au rendement mécanique donné.

### C.2.4 - CORRECTION RÉSULTANTE DE LA PUISSANCE : FACTEUR "α"

C.2.4.1 - Dans le cas de limitation de la puissance pour des raisons thermiques (formule CIMAC T, § 7.2.1) :

$$\alpha = \alpha_t + \text{correction tirée du tableau D.3}$$

C.2.4.2 - Dans le cas de limitation de la puissance pour des raisons d'excès d'air (formule CIMAC A, § 7.2.2) :

$$\alpha = \alpha_t - \gamma + \text{correction tirée du tableau D.3}$$

## C.2.5 - POWER CALCULATION

If we call :  $P_r$  = power at the chosen reference conditions " r "  
 $P_x$  = power at any conditions " x "

then :  $P_x = \alpha P_r$

This relation remains true for any value of  $\alpha$  and permits the calculation of  $P_x$  if  $P_r$  is known and vice versa.

The points marked : " a ", " b ", " c " and " d " in the diagram D.2.1.E correspond to the " x " values of the examples C.4.a, b, c and d.

## C.3 - DIAGRAM D.4

### FUEL CONSUMPTION CORRECTION

Let be :  $b_r$  = consumption at the reference conditions " r "  
 $b_x$  = consumption at any conditions " x "

The diagram D.4 gives the values of the correction factor  $\beta$  depending on  $\alpha_t$ .

The relation  $b_x = \beta b_r$  remains true for any value of  $\beta$ .

The points marked " e " and " f " correspond to the examples C.4.e and C.4.f.

## C.4 - EXAMPLES

**C.4.a** - The engine has to develop 3,000 hp at :

$$\begin{aligned} p_r &= 760 \text{ mm Hg} \\ t_r &= 45^\circ \text{ C} \\ \eta_m &= 0.80 \end{aligned}$$

Limitation : thermal conditions.

Test conditions :

$$\begin{aligned} p_x &= 733 \text{ mm Hg} \\ t_x &= 15^\circ \text{ C} \end{aligned}$$

What power must be developed on the test ?

Solution :

A horizontal line drawn on the diagram D.2.1.E from the point " a " corresponding to the conditions " x " to the reference ordinate axis :  $p_r = 760$  mm Hg,  $t_r = 45^\circ$  C, yields :  $\alpha_t = \alpha = 1.08$ .

Power on the test :

$$P_x = \alpha P_r = 1.08 \cdot 3,000 = 3,240 \text{ hp}$$

**C.4.b** - Engine developing 755 hp on the test-bed.

Test conditions :

$$\begin{aligned} p_x &= 729 \text{ mm Hg} \\ t_x &= 30^\circ \text{ C} \\ \varphi_x &= 0.80 \\ \eta_m &= 0.75 \end{aligned}$$

Power limitation : air excess.

What is the power at the reference conditions :

$$\begin{aligned} p_r &= 736 \text{ mm Hg} \\ t_r &= 20^\circ \text{ C} \\ \varphi_r &= 0.60 \end{aligned}$$

Solution :

Correction for pressure and temperature : A horizontal line drawn on diagram D.2.1.E from test point " b " to the reference line  $p_r = 736$  mm Hg,  $t_r = 20^\circ$  C, yields :  $\alpha_t = 0.95$ .

Correction for humidity : Read on diagram D.2.2.E.

## C.2.5 - CALCUL DE LA PUISSANCE

soit :  $P_r$  = la puissance dans les conditions de référence choisies "r"  
 $P_x$  = la puissance dans les conditions quelconques "x"

alors :  $P_x = \alpha P_r$

Cette relation reste vraie pour n'importe quelle valeur de  $\alpha$  et permet de calculer  $P_x$  lorsque  $P_r$  est connue et inversement.

Les points marqués "a", "b", "c" et "d" sur le diagramme D.2.1.E correspondent à la valeur de "x" des exemples C.4.a, b, c et d.

## C.3 - DIAGRAMME D.4

### CORRECTION DE LA CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE

soit :  $b_r$  = la consommation dans les conditions de référence "r"  
 $b_x$  = la consommation dans les conditions quelconques "x".

Le diagramme D.4 donne les valeurs du facteur de correction  $\beta$  en fonction de  $\alpha_t$ .

La relation :  $b_x = \beta b_r$  est vraie pour n'importe quelle valeur de  $\beta$ .

Les points marqués "e" et "f" correspondent aux exemples C.4.e et C.4.f.

## C.4 - EXEMPLES

C.4.a - Le moteur doit développer 3 000 ch à :

$$\begin{aligned} p_r &= 760 \text{ mm Hg} \\ t_r &= 45^\circ \text{ C} \\ \eta_m &= 0,80 \end{aligned}$$

Limitation : conditions thermiques.

Conditions d'essai :

$$\begin{aligned} p_x &= 733 \text{ mm Hg} \\ t_x &= 15^\circ \text{ C} \end{aligned}$$

Quelle puissance doit être développée à l'essai ?

Solution :

Une horizontale tracée sur le diagramme D.2.1.E du point "a" correspondant aux conditions "x" jusqu'à l'ordonnée de référence  $p_r = 760 \text{ mm Hg}$ ,  $t_r = 45^\circ \text{ C}$ , donne :  $\alpha_t = \alpha = 1,08$ .

Puissance à l'essai :

$$P_x = \alpha P_r = 1,08 \cdot 3\,000 = 3\,240 \text{ ch}$$

C.4.b - Le moteur développe 755 ch au banc d'essai.

Conditions d'essai :

$$\begin{aligned} p_x &= 729 \text{ mm Hg} \\ t_x &= 30^\circ \text{ C} \\ \varphi_x &= 0,80 \\ \eta_m &= 0,75 \end{aligned}$$

Limitation de puissance : excès d'air.

Quelle est la puissance aux conditions de référence :

$$\begin{aligned} p_r &= 736 \text{ mm Hg} \\ t_r &= 20^\circ \text{ C} \\ \varphi_r &= 0,60 \end{aligned}$$

Solution :

Correction pour pression et température : Une horizontale tracée sur le diagramme D.2.1.E du point "b" correspondant aux conditions d'essai jusqu'à la ligne de référence  $p_r = 736 \text{ mm Hg}$ ,  $t_r = 20^\circ \text{ C}$ , donne :  $\alpha_t = 0,95$ .

Correction pour humidité : Lire sur le diagramme D.2.2.E.

For test conditions  $t_x = 30^\circ \text{C}$ ,  $\varphi_x = 0.80$ , yields ordinate  $\gamma_x = 0.03$ . For stated conditions  $t_r = 20^\circ \text{C}$ ,  $\varphi_r = 0.60$  (and 736 mm Hg corresponding approximately to lower curve) yields :  $\gamma_r = 0.015$ .

$$\gamma = \gamma_x - \gamma_r = 0.03 - 0.015 = 0.015$$

and

$$\alpha_a = \alpha_t - \gamma = 0.95 - 0.015 = 0.935$$

From table D.3 in the column for  $\eta_m = 0.80$  we find by interpolation, the value  $\alpha_a = \alpha_t - \gamma = 0.935$ . On the same horizontal line, in the column for  $\eta_m = 0.75$ , we read the final value :  $\alpha = 0.925$ .

The required power :

$$P_r = \frac{P_x}{\alpha} = \frac{755}{0.925} = 815 \text{ hp}$$

**C.4.c - Engine developing 840 hp at :**

$$p_r = 736 \text{ mm Hg}$$

$$t_r = 20^\circ \text{C}$$

$$\varphi_r = 0.60$$

$$\eta_m = 0.85$$

What is the power at an altitude of 2,000 m

$$\text{Temperature } t_x = 25^\circ \text{C}$$

$$\text{Humidity } \varphi_x = 1.00$$

Power limitation : air excess.

Solution :

A horizontal line drawn on diagram D.2.1.E from site point "c" (altitude 2,000 m,  $t_x = 25^\circ \text{C}$ ) to the ordinate reference line  $p_r = 736 \text{ mm Hg}$  and  $t_r = 20^\circ \text{C}$ , yields :  $\alpha_t = 0.76$ .

From diagram D.2.2.E, find  $\gamma_x = 0.035$  and  $\gamma_r = 0.015$ ,

$$\gamma = \gamma_x - \gamma_r = 0.035 - 0.015 = 0.02$$

Thus :

$$\alpha_a = \alpha_t - \gamma = 0.76 - 0.02 = 0.74$$

From table D.3, find in the column for  $\eta_m = 0.80$  the value  $\alpha_a = \alpha_t - \gamma = 0.74$ , and on the same line, in the column for  $\eta_m = 0.85$ , read the final value of  $\alpha = 0.75$ .

The power on site will be :

$$P_x = \alpha P_r = 0.75 \cdot 840 = 630 \text{ hp}$$

**C.4.d - The engine is to develop 100 hp at an altitude of 1,800 m.**

$$t_x = 30^\circ \text{C}$$

$$\varphi_x = 0.60$$

$$\eta_m = 0.75$$

What is the power at test conditions :

$$p_r = 760 \text{ mm Hg}$$

$$t_r = 20^\circ \text{C}$$

$$\varphi_r = 0.60$$

Power limitation : air excess.

Solution :

A horizontal line drawn on diagram D.2.1.E from site point "d" (altitude 1,800 m,  $t_x = 30^\circ \text{C}$ ) to the point  $p_r = 760 \text{ mm Hg}$ ,  $t_r = 20^\circ \text{C}$ , yields :  $\alpha_t = 0.74$ .

Read on the diagram D.2.2.E :

$$\gamma_x = 0.025, \gamma_r = 0.015,$$

Thus :

$$\gamma = \gamma_x - \gamma_r = 0.025 - 0.015 = 0.01$$

Thus :

$$\alpha_a = \alpha_t - \gamma = 0.74 - 0.01 = 0.73$$

From table D.3 find in the column for  $\eta_m = 0.80$  the value  $\alpha_a = \alpha_t - \gamma = 0.73$  and on the same line, in the column for  $\eta_m = 0.75$ , read the final value  $\alpha = 0.71$ .

Power on the test :

$$P_r = \frac{P_x}{\alpha} = \frac{100}{0.71} = 141 \text{ hp}$$



Pour les conditions d'essai  $t_x = 30^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_x = 0,80$ , on trouve l'ordonnée  $\gamma_x = 0,03$ . Pour les conditions recherchées  $t_r = 20^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_r = 0,60$  (et 736 mm Hg, ce qui correspond approximativement à la courbe inférieure), on trouve  $\gamma = 0,015$ .

$$\gamma = \gamma_x - \gamma_r = 0,03 - 0,015 = 0,015$$

$$\alpha_a = \alpha_t - \gamma = 0,95 - 0,015 = 0,935$$

Du tableau D.3, on trouve par interpolation dans la colonne pour  $\eta_m = 0,80$  la valeur de  $\alpha_a = \alpha_t - \gamma = 0,935$ , et puis on trouve sur la même horizontale, dans la colonne pour  $\eta_m = 0,75$ , la valeur finale  $\alpha = 0,925$ .

La puissance recherchée :

$$P_r = \frac{P_x}{\alpha} = \frac{755}{0,925} = 815 \text{ ch}$$

**C.4.c** - Le moteur développe 840 ch à :

$$\begin{aligned} p_r &= 736 \text{ mm Hg} \\ t_r &= 20^\circ\text{C} \\ \varphi_r &= 0,60 \\ \eta_m &= 0,85 \end{aligned}$$

Quelle est la puissance à une altitude de 2 000 m :

$$\begin{aligned} \text{Température } t_x &= 25^\circ\text{C} \\ \text{Humidité } \varphi_x &= 1,00 \end{aligned}$$

Limitation de puissance : excès d'air.

Solution :

Une ligne horizontale tracée sur le diagramme D.2.1.E du point "c" correspondant aux conditions "in situ" (altitude 2 000 m,  $t_x = 25^\circ\text{C}$ ) jusqu'à l'ordonnée de référence  $p_r = 736 \text{ mm Hg}$  et  $t_r = 20^\circ\text{C}$ , donne :  $\alpha_t = 0,76$ .

Du diagramme D.2.2.E, on trouve  $\gamma_x = 0,035$  et  $\gamma_r = 0,015$ ,

$$\text{d'où : } \gamma = \gamma_x - \gamma_r = 0,035 - 0,015 = 0,02$$

$$\text{donc : } \alpha_a = \alpha_t - \gamma = 0,76 - 0,02 = 0,74$$

Du tableau D.3, on trouve dans la colonne pour  $\eta_m = 0,80$  la valeur  $\alpha_a = \alpha_t - \gamma = 0,74$ , et sur la même ligne, dans la colonne pour  $\eta_m = 0,85$ , on lit la valeur finale de  $\alpha = 0,75$ .

Donc la puissance "in situ" sera :

$$P_x = \alpha P_r = 0,75 \cdot 840 = 630 \text{ ch}$$

**C.4.d** - Le moteur doit développer 100 ch à une altitude de 1 800 m.

$$\begin{aligned} t_x &= 30^\circ\text{C} \\ \varphi_x &= 0,60 \\ \eta_m &= 0,75 \end{aligned}$$

On demande la puissance dans les conditions d'essai :

$$\begin{aligned} p_r &= 760 \text{ mm Hg} \\ t_r &= 20^\circ\text{C} \\ \varphi_r &= 0,60 \end{aligned}$$

Limitation de puissance : excès d'air.

Solution :

Une horizontale tracée sur le diagramme D.2.1.E du point "d" correspondant aux conditions "in situ" (altitude 1800 m,  $t_x = 30^\circ\text{C}$ ) jusqu'au point  $p_r = 760 \text{ mm Hg}$ ,  $t_r = 20^\circ\text{C}$ , donne :  $\alpha_t = 0,74$ .

Sur le diagramme D.2.2.E, on lit :

$$\gamma_x = 0,025, \gamma_r = 0,015,$$

$$\text{donc : } \gamma = \gamma_x - \gamma_r = 0,025 - 0,015 = 0,01$$

$$\text{et } \alpha_a = \alpha_t - \gamma = 0,74 - 0,01 = 0,73$$

Du tableau D.3, on trouve dans la colonne pour  $\eta_m = 0,80$  la valeur de  $\alpha_a = \alpha_t - \gamma = 0,73$ , et sur la même ligne, dans la colonne pour  $\eta_m = 0,75$ , on lit la valeur finale de  $\alpha = 0,71$ .

La puissance dans les conditions d'essai :

$$P_r = \frac{P_x}{\alpha} = \frac{100}{0,71} = 141 \text{ ch}$$

**C.4.e** - Consider the engine in example C.4.b that has a fuel consumption at test conditions  $b_x = 0.396$  lb. per hp. hr.

What is the consumption under reference conditions :

$$\begin{aligned}p_r &= 736 \text{ mm Hg} \\t_r &= 20^\circ \text{ C} \\ \varphi_r &= 0.60\end{aligned}$$

Solution :

The power correction for air pressure and temperature (without humidity) has already been determined :  $\alpha = 0.95$ .

From table D.3 we find for  $\eta_m = 0.75$ ,  $\alpha_t = 0.94$ . A vertical line on diagram D.4 from the point  $\alpha_t = 0.94$  to the curve  $\eta_m = 0.75$  yields the point "e". A horizontal line from point "e" to the ordinate axes yields :

$$\beta = 1.01$$

Fuel consumption at reference conditions :

$$b_r = \frac{b_x}{1.01} = \frac{0.396}{1.01} = 0.392 \text{ lb. per hp. hr.}$$

**C.4.f** - Consider an engine that has a fuel consumption  $b_r = 180$  g/hp. hr. at reference conditions ( $p_r = 736$  mm Hg,  $t_r = 20^\circ \text{ C}$ ,  $\varphi_r = 0.60$ ).

What is the fuel consumption at test conditions for which  $\alpha_t = 0.81$ , mechanical efficiency  $\eta_m = 0.85$ .

A vertical line on diagram D.4 from the point  $\alpha_t = 0.81$  to the curve  $\eta_m = 0.85$  yields the point "f".

A horizontal line from the point "f" to ordinate axis yields :

$$\begin{aligned}\beta &= 1.025 \\ b_x &= \beta b_r = 1.025 \cdot 180 = 184,5 \text{ g/hp. hr.}\end{aligned}$$

**C.4.e** - Considérons le moteur de l'exemple C.4.b ayant une consommation de combustible dans les conditions de l'essai  $b_x = 0,396$  lb. per hp. hr.

Quelle est sa consommation dans les conditions de référence :

$$\begin{aligned} p_r &= 736 \text{ mm Hg} \\ t_r &= 20^\circ \text{ C} \\ \varphi_r &= 0,60 \end{aligned}$$

Solution :

La correction de puissance pour la pression et la température de l'air sans tenir compte de l'humidité  $\alpha = 0,95$  a déjà été déterminée.

A partir du tableau D.3, on trouvera pour  $\eta_m = 0,75$ ,  $\alpha_t = 0,94$ . Une ligne verticale sur le diagramme D.4 depuis le point  $\alpha_t = 0,94$  jusqu'à la courbe  $\eta_m = 0,75$  donne le point "e". Une ligne horizontale depuis le point "e" jusqu'à l'axe des ordonnées donne :

$$\beta = 1,01$$

La consommation de combustible à l'état de référence :

$$b_r = \frac{b_x}{1,01} = \frac{0,396}{1,01} = 0,392 \text{ lb. per hp. hr.}$$

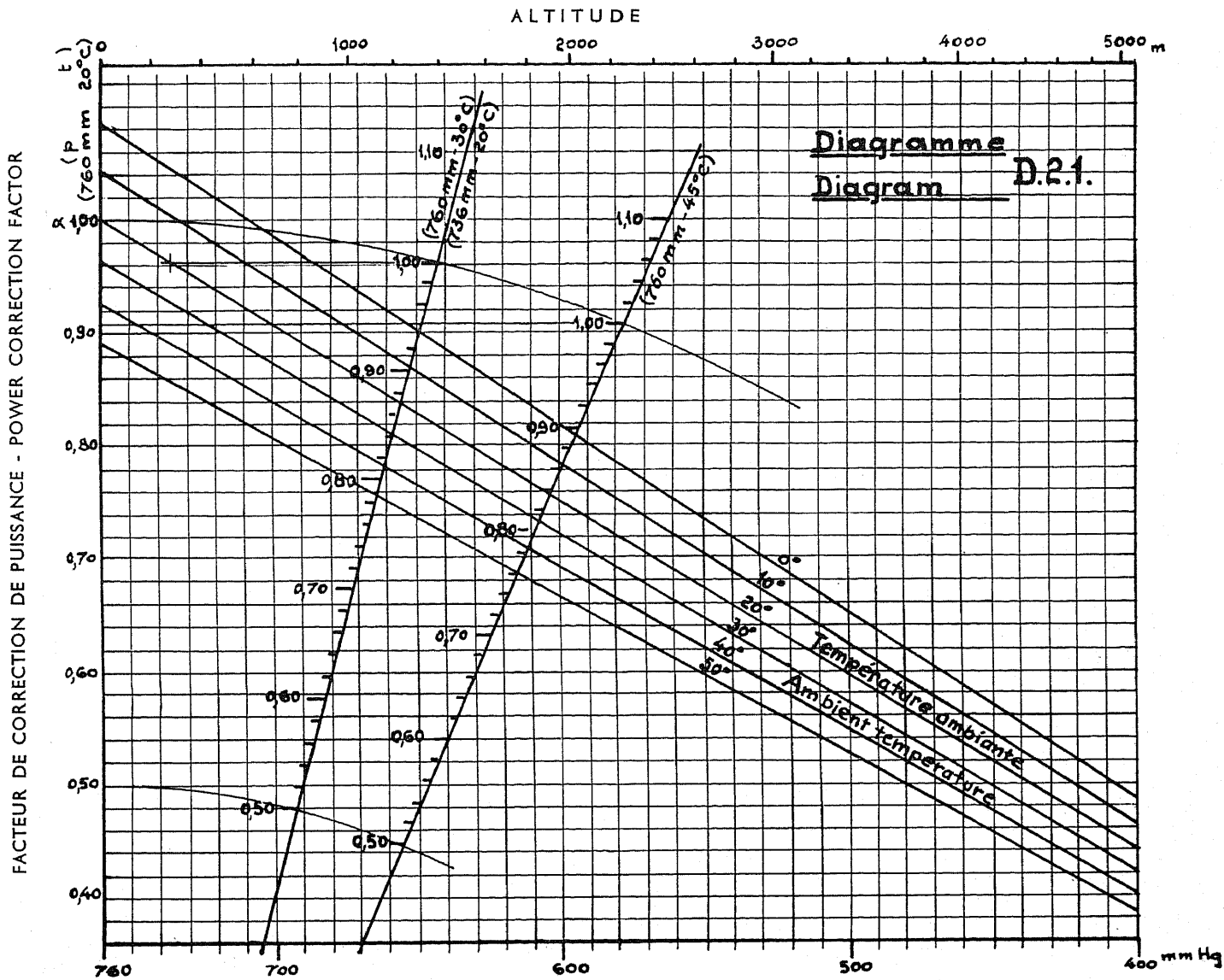
**C.4.f** - Considérons un moteur ayant une consommation de combustible  $b_r = 180$  g/ch.h dans les conditions de référence ( $p_r = 736$  mm Hg,  $t_r = 20^\circ$  C,  $\varphi_r = 0,60$ ).

Quelle est sa consommation dans les conditions d'essai pour lesquelles  $\alpha_t = 0,81$ , le rendement mécanique étant  $\eta_m = 0,85$ .

Une verticale tracée sur le diagramme D.4 du point  $\alpha_t = 0,81$  jusqu'à la courbe  $\eta_m = 0,85$  donne le point "f".

Une horizontale du point "f" jusqu'à l'axe des ordonnées donne :

$$\begin{aligned} \beta &= 1,025 \\ b_x &= \beta b_r = 1,025 \cdot 180 = 184,5 \text{ g/ch.h.} \end{aligned}$$

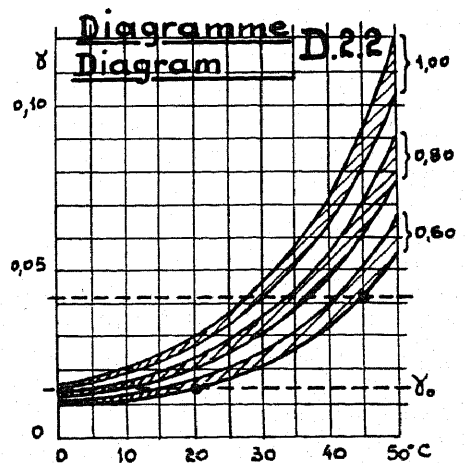


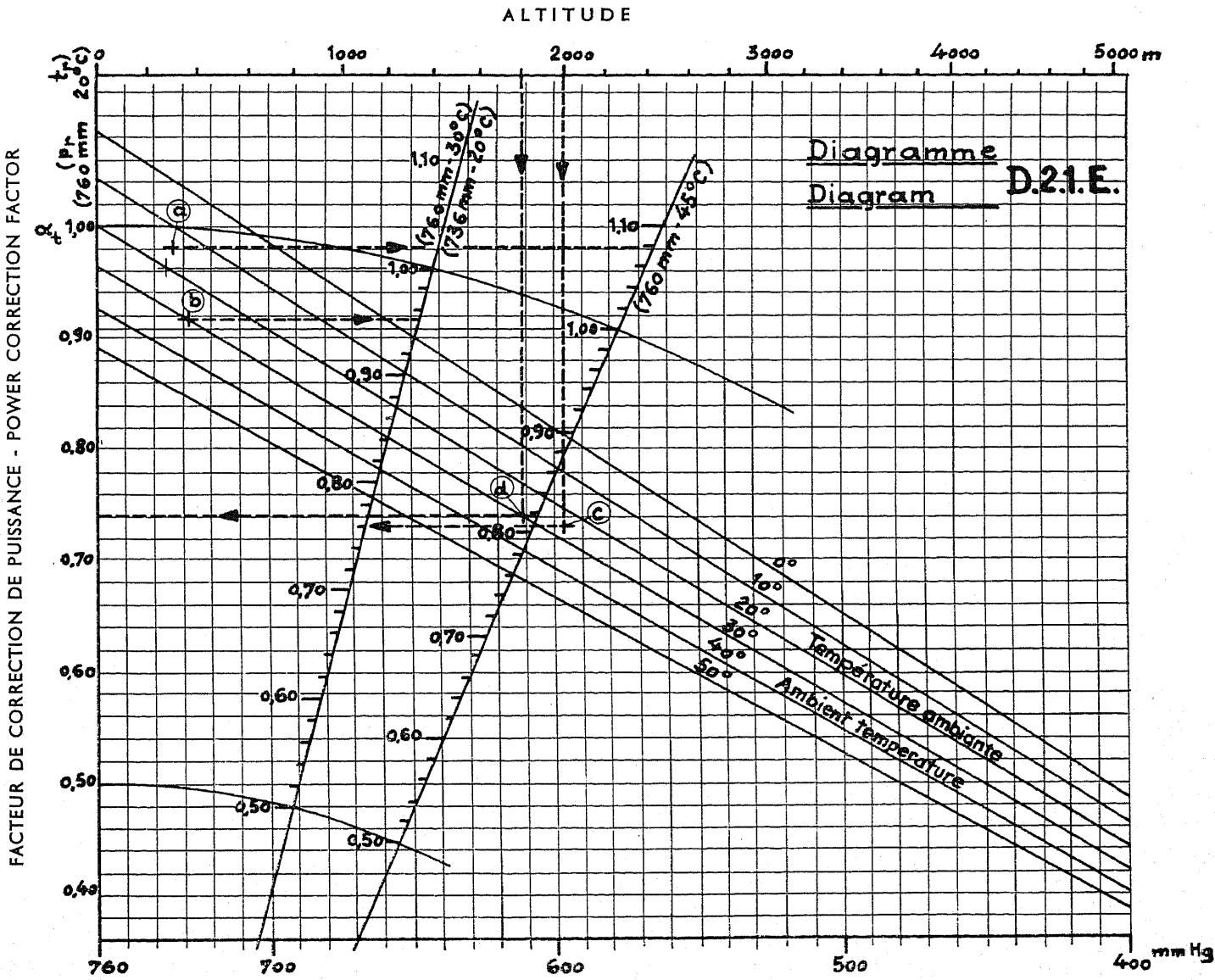
**CORRECTION DE PUISSANCE  
POUR MOTEURS NON SURALIMENTÉS**  
**POWER CORRECTION  
FOR NON TURBOCHARGED ENGINES**

$\eta_{m0} = 0,80$

**DÉDUCTION POUR HUMIDITÉ  
DÉDUCTION FOR HUMIDITY**

Courbe supérieure : Altitude 5000 m - Courbe inférieure : Altitude 0 m  
Upper curve : Altitude 5000 m - Lower curve : Altitude 0 m



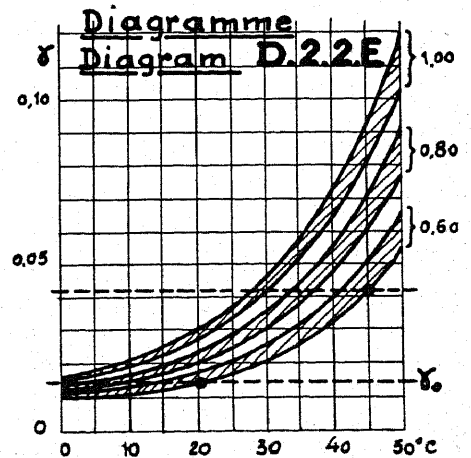


**CORRECTION DE PUISSANCE  
 POUR MOTEURS NON SURALIMENTÉS**  
**POWER CORRECTION  
 FOR NON TURBOCHARGED ENGINES**

$\eta_{m_0} = 0,80$

**DÉDUCTION POUR HUMIDITÉ  
 DÉDUCTION FOR HUMIDITY**

Courbe supérieure : Altitude 5000 m - Courbe inférieure : Altitude 0 m  
 Upper curve : Altitude 5000 m - Lower curve : Altitude 0 m



VALEURS de "α"

pour des rendements mécaniques autres que 0,80

VALUES OF "α"

for mechanical efficiencies other than 0.80

α Pour For η <sub>m</sub> = 0,85	α <sub>a</sub> = α <sub>t</sub> - γ Pour For η <sub>m</sub> = 0,80	α Pour For η <sub>m</sub> = 0,75	α Pour For η <sub>m</sub> = 0,70	α Pour For η <sub>m</sub> = 0,85	α <sub>a</sub> = α <sub>t</sub> - γ Pour For η <sub>m</sub> = 0,80	α Pour For η <sub>m</sub> = 0,75	α Pour For η <sub>m</sub> = 0,70
1,10 1,09 1,08 1,07 1,06 1,05	<b>1,10</b> <b>1,09</b> <b>1,08</b> <b>1,07</b> <b>1,06</b> <b>1,05</b>	1,11 1,10 1,09 1,08 1,07 1,05	1,12 1,10 1,09 1,08 1,07 1,06	0,74 0,73 0,72 0,71 0,70	<b>0,73</b> <b>0,72</b> <b>0,71</b> <b>0,70</b> <b>0,69</b>	0,71 0,70 0,69 0,68 0,67	0,70 0,69 0,68 0,66 0,65
1,04 1,03 1,02 1,01 1,00	<b>1,04</b> <b>1,03</b> <b>1,02</b> <b>1,01</b> <b>1,00</b>	1,04 1,03 1,02 1,01 1,00	1,05 1,03 1,02 1,01 1,00	0,69 0,68 0,67 0,66 0,65	<b>0,68</b> <b>0,67</b> <b>0,65</b> <b>0,64</b> <b>0,63</b>	0,66 0,65 0,64 0,63 0,62	0,64 0,63 0,62 0,61 0,60
0,99 0,98 0,97 0,96 0,95	<b>0,99</b> <b>0,98</b> <b>0,97</b> <b>0,96</b> <b>0,95</b>	0,99 0,98 0,97 0,96 0,94	0,99 0,98 0,97 0,95 0,94	0,64 0,63 0,62 0,61 0,60	<b>0,62</b> <b>0,61</b> <b>0,60</b> <b>0,59</b> <b>0,58</b>	0,60 0,59 0,58 0,57 0,56	0,58 0,57 0,56 0,55 0,54
0,94 0,93 0,92 0,91 0,90	<b>0,94</b> <b>0,93</b> <b>0,92</b> <b>0,91</b> <b>0,90</b>	0,93 0,92 0,91 0,90 0,89	0,93 0,92 0,91 0,90 0,88	0,59 0,58 0,57 0,56 0,55	<b>0,57</b> <b>0,56</b> <b>0,55</b> <b>0,54</b> <b>0,53</b>	0,55 0,54 0,53 0,52 0,51	0,53 0,51 0,50 0,49 0,48
0,89 0,88 0,87 0,86 0,85	<b>0,88</b> <b>0,87</b> <b>0,86</b> <b>0,85</b> <b>0,84</b>	0,88 0,87 0,86 0,85 0,84	0,87 0,86 0,85 0,84 0,83	0,54 0,53 0,52 0,51 0,50	<b>0,52</b> <b>0,51</b> <b>0,50</b> <b>0,49</b> <b>0,48</b>	0,50 0,48 0,47 0,46 0,45	0,47 0,46 0,45 0,43 0,42
0,84 0,83 0,82 0,81 0,80	<b>0,83</b> <b>0,82</b> <b>0,81</b> <b>0,80</b> <b>0,79</b>	0,82 0,81 0,80 0,79 0,78	0,82 0,80 0,79 0,78 0,77	0,49 0,48 0,47 0,46 0,45	<b>0,47</b> <b>0,46</b> <b>0,45</b> <b>0,44</b> <b>0,43</b>	0,44 0,43 0,42 0,41 0,40	0,41 0,40 0,39 0,38 0,36
0,79 0,78 0,77 0,76 0,75	<b>0,78</b> <b>0,77</b> <b>0,76</b> <b>0,75</b> <b>0,74</b>	0,77 0,76 0,75 0,74 0,73	0,76 0,75 0,73 0,72 0,71	0,44 0,43	<b>0,41</b> <b>0,40</b>	0,39 0,38	0,35 0,34

**CORRECTION DE LA CONSOMMATION  
 DE COMBUSTIBLE  
 POUR MOTEURS NON SURALIMENTÉS**

**FUEL CONSUMPTION CORRECTION  
 FOR NON TURBOCHARGED ENGINES**

