

---

# Norme internationale



# 2787

---

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

---

## Machines pneumatiques rotatives, percutantes et roto-percutantes — Essais de fonctionnement

*Rotary and percussive pneumatic tools — Performance tests*

Deuxième édition — 1984-01-15

**ITC STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 2787:1984](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/54f5259-0892-4440-b33b-1f322e15cc/iso-2787-1984)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/54f5259-0892-4440-b33b-1f322e15cc/iso-2787-1984>

---

CDU 621.542

Réf. n° : ISO 2787-1984 (F)

Descripteurs : outil, outil pour marteau pneumatique, essai de fonctionnement, définition, classification, spécification, résultats d'essai.

## Avant-propos

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

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

La Norme internationale ISO 2787 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 118, *Compresseurs, outils et machines pneumatiques*, et a été soumise aux comités membres en septembre 1982.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée : [ISO 2787:1984](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/54ff5259-0892-4440-b33b-1f322e15cc/iso-2787-1984)  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/54ff5259-0892-4440-b33b-1f322e15cc/iso-2787-1984>

Allemagne, R. F.	France	Royaume-Uni
Autriche	Inde	Suède
Belgique	Mexique	Tchécoslovaquie
Égypte, Rép. arabe d'	Pays-Bas	USA
Espagne	Pologne	

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 2787-1974).

## Sommaire

	Page
<b>0</b> Introduction .....	1
<b>1</b> Objet et domaine d'application .....	1
<b>2</b> Références .....	1
<b>3</b> Définitions .....	2
<b>3.1</b> Définitions de certains termes de physique générale .....	2
<b>3.2</b> Définitions concernant la capacité du couple d'un moteur à air rotatif .....	2
<b>4</b> Symboles et unités .....	2
<b>4.1</b> Règles générales concernant les symboles .....	2
<b>4.2</b> Symboles et unités .....	3
<b>4.3</b> Indices .....	3
<b>5</b> Classification des machines pneumatiques .....	3
<b>5.1</b> Description des machines pneumatiques .....	3
<b>5.2</b> Caractéristiques de fonctionnement des machines .....	4
<b>5.3</b> Caractéristiques de fonctionnement à donner pour les différents types de machines .....	4
<b>6</b> Méthodes de mesurage des caractéristiques de fonctionnement des machines .....	5
<b>6.1</b> Règles générales d'exécution des essais de fonctionnement portant sur les machines pneumatiques .....	5
<b>6.2</b> Pression .....	5
<b>6.3</b> Couple .....	6
<b>6.4</b> Vitesse de l'arbre .....	6
<b>6.5</b> Énergie de choc .....	7
<b>6.6</b> Fréquence de choc .....	7
<b>6.7</b> Puissance .....	7
<b>6.8</b> Consommation d'air .....	8

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/54ff5259-0892-4440-b33b-1b22c6c19cc/iso-2787-1984>

## Annexes

<b>A</b>	Modèle de rapport d'essai pour machines pneumatiques — Machine rotative . . . . .	9
<b>B</b>	Modèle de rapport d'essai pour machines pneumatiques — Machine percutante ou roto-percutante . . . . .	11
<b>C</b>	Méthode de mesurage de l'énergie de choc à l'aide de jauges de contrainte . . . . .	13

# iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 2787:1984](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/54ff5259-0892-4440-b33b-1f322e15cc/iso-2787-1984)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/54ff5259-0892-4440-b33b-1f322e15cc/iso-2787-1984>

# Machines pneumatiques rotatives, percutantes et roto-percutantes — Essais de fonctionnement

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

## 0 Introduction

La présente Norme internationale a pour objet d'indiquer la façon dont on doit obtenir et présenter les renseignements sur les machines pneumatiques rotatives, percutantes et roto-percutantes.

Ces renseignements peuvent :

- a) permettre aux fabricants de machines pneumatiques rotatives, percutantes et roto-percutantes d'offrir leur produit sous des spécifications techniques analogues;
- b) aider les utilisateurs à comparer des machines différentes et à sélectionner le type et les dimensions corrects pour un travail spécifique;
- c) instruire le personnel chargé des essais sur la façon dont les essais de fonctionnement doivent être effectués conformément aux conditions spécifiques décrites dans la présente Norme internationale.

## 1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode d'essai de fonctionnement et des conditions techniques pour la fourniture de machines pneumatiques. Elle donne également des instructions détaillées quant au mesurage de la puissance et de la consommation d'air et aux moyens d'ajuster les valeurs mesurées aux conditions spécifiées.

## 2 Références

- ISO 31, *Grandeurs, unités et symboles.*
- ISO 1000, *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités.*
- ISO 1180, *Queues d'outils pneumatiques et dimensions d'interchangeabilité des douilles porte-outil.*<sup>1)</sup>
- ISO 2944, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Gamme de pressions nominales.*
- ISO 3857/1, *Compresseurs, outils et machines pneumatiques — Vocabulaire — Partie 1 : Généralités.*
- ISO 3857/3, *Compresseurs, outils et machines pneumatiques — Vocabulaire — Partie 3 : Outils et machines pneumatiques.*
- ISO 5167, *Mesure de débit des fluides au moyen de diaphragmes, tuyères et tubes de Venturi insérés dans des conduites en charge de section circulaire.*
- ISO 5391, *Compresseurs, outils et machines pneumatiques — Classification.*<sup>2)</sup>
- ISO 5393, *Outils pneumatiques rotatifs pour l'assemblage d'éléments de fixation filetés — Essai des caractéristiques de fonctionnement.*
- ISO 6544, *Outils pneumatiques à main pour l'assemblage d'éléments de fixation filetés — Mesurages du couple de réaction et de l'impulsion de couple.*

1) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO/R 1180-1970.)

2) Actuellement au stade de projet.

### 3 Définitions

#### 3.1 Définitions de certains termes de physique générale

**3.1.1 pression totale** : Pression mesurée au point de stagnation lorsqu'on met au repos un courant de gaz et que l'on convertit son énergie cinétique de l'état d'écoulement à l'état d'arrêt par compression isentropique. C'est la pression habituellement mesurée par un tube de Pitot. Dans un gaz stationnaire, la pression statique et la pression totale sont numériquement égales.

**3.1.2 pression statique** : Pression mesurée dans un gaz de telle manière que la vitesse du gaz n'ait pas d'effet sur la mesure.

**3.1.3 pression dynamique** : Différence entre la pression totale et la pression statique.

**3.1.4 pression atmosphérique** : Pression absolue de l'atmosphère ambiante, mesurée à l'emplacement de l'essai.

**3.1.5 pression manométrique (effective)** : Pression mesurée au-dessus de la pression atmosphérique.

**3.1.6 pression absolue** : Pression mesurée à partir de zéro absolu, c'est-à-dire à partir d'un vide absolu. Elle est égale à la somme algébrique de la pression atmosphérique et de la pression manométrique.

**3.1.7 air libre** : Air dans les conditions atmosphériques de l'emplacement d'essai.

**3.1.8 température totale** : Température qui serait mesurée au point d'arrêt si l'on mettait au repos un courant de gaz et que l'on convertisse son énergie cinétique de l'état d'écoulement à l'état d'arrêt par compression isentropique.

L'augmentation de température causée par l'arrêt du courant de gaz peut être tenue pour négligeable si la vitesse du gaz autour du point de mesure est inférieure à 30 m/s.

#### 3.2 Définitions concernant la capacité du couple d'un moteur à air rotatif

**3.2.1 couple de démarrage statique** : Couple que le moteur continue de développer en réponse à une application de pression hydrostatique, lorsque le couple résistant est suffisant pour empêcher la rotation.

NOTE — La valeur peut dépendre de la position angulaire de l'arbre du moteur. Le couple de démarrage statique maximal est la valeur obtenue lorsque la position angulaire de l'arbre du moteur est au point le plus favorable. Le couple de démarrage statique minimal est la valeur obtenue lorsque la position angulaire de l'arbre du moteur est au point le moins favorable.

**3.2.2 couple de démarrage dynamique** : Valeur de crête du couple fourni par l'arbre de sortie du moteur en réponse à

une application de pression hydrostatique, lorsque le couple résistant est suffisant pour empêcher la rotation.

NOTE — Le couple de démarrage dynamique sera souvent supérieur au couple de démarrage statique lorsqu'il existe une possibilité de rotation libre de l'arbre moteur permettant la mise en rotation et l'établissement du moment avant l'application de la charge.

**3.2.3 couple (de freinage) en charge** : Couple développé de manière continue à vitesse constante.

**3.2.4 couple maximal en charge** : Couple maximal qui peut être développé de manière continue à vitesse constante.

**3.2.5 couple de calage statique** : Couple qui continue d'être développé après calage du moteur par la charge.

NOTE — La valeur peut dépendre de la position angulaire de l'arbre du moteur en position de calage. Le couple de calage statique maximal est la valeur obtenue lorsque la position angulaire de l'arbre du moteur est au point le plus favorable. Le couple de calage statique minimal est la valeur obtenue lorsque la position angulaire de l'arbre du moteur est au point le moins favorable.

**3.2.6 couple de calage dynamique** : Valeur de crête du couple fourni par l'arbre de sortie, lorsqu'une charge vient caler le moteur.

NOTE — La valeur du couple de crête sera variable, en fonction du taux de décélération causé par la charge.

### 4 Symboles et unités

Conformément à l'ISO 31 et l'ISO 1000.

#### 4.1 Règles générales concernant les symboles

Il est recommandé d'utiliser les symboles énumérés en 4.2 et 4.3. Leur liste a été établie conformément aux sept principes suivants :

- les mêmes symboles doivent être utilisés pour désigner des grandeurs identiques, quel que soit le système d'unités;
- pour une grandeur donnée, un symbole unique doit être utilisé, accompagné d'indices pour distinguer les mesures autres que la première;
- les mêmes symboles doivent être utilisés pour désigner un concept donné, quel que soit le nombre des valeurs spéciales qu'il prend;
- des indices littéraux doivent être utilisés pour identifier des valeurs dans des conditions particulières;
- des indices numériques doivent être utilisés pour identifier des valeurs à différents points d'un même cycle;
- les symboles doivent, si possible, être écrits uniquement en caractères romains;
- les lettres majuscules doivent, si possible, désigner des grandeurs absolues.

## 4.2 Symboles et unités

Symbole	Grandeur	Unité
$D$	Diamètre du piston	mm
$d$	Diamètre intérieur de la tuyauterie ou du tuyau flexible	mm
$e$	Énergie de choc	J
$F$	Force	N
$L$	Longueur	m ou mm
$M$	Couple	Nm
$m$	Masse	kg
$P$	Puissance	kW
$N$	Nombre de machines	—
$n$	Vitesse de l'arbre	min <sup>-1</sup>
$f$	Fréquence de choc	Hz
$p$	Pression absolue	bar*
$p_e$	Pression manométrique (pression effective), $p_e = p - p_b$	bar
$p_b$	Pression atmosphérique	bar
$q_V$	Débit-volume	l/s
$s$	Écart-type	—
$S$	Course	mm

## 4.3 Indices

0	Conditions ambiantes
av	Valeur moyenne
max	Valeur maximale
min	Valeur minimale
s	Conditions statiques ( $n$ ou $f = 0$ )
i	Conditions à vide
$P$	Conditions correspondant à la puissance spécifiée

## 5 Classification des machines pneumatiques

## 5.1 Description des machines pneumatiques

Symbole	Remarques explicatives
5.1.1	Type de la machine pneumatique
5.1.2	Équipement standard
5.1.3	Masse de la machine pneumatique
5.1.4	Dimensions de la machine pneumatique
5.1.5	Diamètre et masse du piston
5.1.6	Course théorique du piston
5.1.7	Diamètre intérieur et longueur recommandés du tuyau
5.1.8	Type et dimensions de l'outil de travail
5.1.9	Queues d'outils et douilles porte-outil
5.1.10	Fixation de l'outil
5.1.11	Caractéristiques spéciales et facultatives

Symbole	Remarques explicatives
$m$	Masse de la machine normalement équipée, comme spécifié en 5.1.2
$D$	Dimension du piston percuteur au niveau de son plus grand diamètre extérieur, et masse du piston
$m_p$	
$S$	Possibilité de mouvement axial libre du piston dans sa chambre, la queue de l'outil étant introduite à fond
$d$	Diamètre intérieur minimal et longueur du tuyau d'alimentation et des raccords nécessaires
$L_h$	

Remarques explicatives	
5.1.8	Selon l'ISO 1180
5.1.9	Selon l'ISO 1180
5.1.11	Vidange, aspiration à sec, etc.

\* 1 bar = 10<sup>5</sup> Pa.

**5.2 Caractéristiques de fonctionnement des machines**

	Symbole
<b>5.2.1</b> Pression de l'air comprimé correspondant aux résultats d'essai obtenus (pression de l'air comprimé recommandée)	$p$
<b>5.2.2</b> Puissance	$P$
<b>5.2.3</b> Consommation d'air à la puissance spécifiée	$q_{VP}$
<b>5.2.4</b> Consommation d'air à vide	$q_{Vi}$
<b>5.2.5</b> Vitesse de rotation à la puissance spécifiée	$n_P$
<b>5.2.6</b> Couple à la puissance spécifiée	$M_P$
<b>5.2.7</b> Couple de démarrage	
maximal	$M_{s\max}$
minimal	$M_{s\min}$

NOTE — Il convient de mentionner clairement quel couple de démarrage (suivant 3.2) s'applique.

<b>5.2.8</b> Vitesse de rotation à vide ou fréquence de choc à vide	$n_i$ $f_i$
<b>5.2.9</b> Énergie de choc	$e$
<b>5.2.10</b> Fréquence de choc	$f$
<b>5.2.11</b> Couple maximal de serrage	$M_e$

**5.3 Caractéristiques de fonctionnement à donner pour les différents types de machines**

La description de la machine doit comprendre, en principe, toutes les données énumérées en 5.1 et 5.2 qui s'appliquent à la machine pneumatique en question.

**5.3.1 Machines pneumatiques percutantes, sans dispositif rotatif**

- Type de machine pneumatique (5.1.1)
- Équipement standard (5.1.2)
- Masse de la machine pneumatique (5.1.3)
- Dimensions de la machine pneumatique (5.1.4)
- Diamètre et masse du piston (5.1.5)
- Course théorique du piston (5.1.6)
- Diamètre intérieur et longueur recommandés du tuyau flexible (5.1.7)
- Type et dimensions de l'outil de travail (5.1.8)

- Porte-outil (5.1.9)
- Fixation de l'outil (5.1.10)
- Pression de l'air comprimé recommandée (5.2.1)
- Consommation d'air en charge (5.2.3)
- Énergie de choc (5.2.9)
- Fréquence de choc (5.2.10)

**5.3.2 Machines pneumatiques percutantes, à dispositif rotatif : roto-percutantes (par exemple, marteaux perforateurs)**

- Type de machine pneumatique (5.1.1)
- Équipement standard (5.1.2)
- Masse de la machine pneumatique (5.1.3)
- Dimensions de la machine pneumatique (5.1.4)
- Diamètre et masse du piston (5.1.5)
- Course théorique du piston (5.1.6)

- Diamètre intérieur et longueur recommandée du tuyau flexible (5.1.7)

- Type et dimensions de l'outil de travail (5.1.8)

- Porte-outil (5.1.9)

- Fixation de l'outil (5.1.10)

- Caractéristiques spéciales et facultatives (5.1.11)

- Pression de l'air comprimé recommandée (5.2.1)

- Consommation d'air en charge (5.2.3)

- Énergie de choc (5.2.9)

- Fréquence de choc (5.2.10)

- Fréquence de rotation (5.2.10)

**5.3.3 Machines pneumatiques rotatives**

- Type de machine pneumatique (5.1.1)

- Équipement standard (5.1.2)

- Masse de la machine pneumatique (5.1.3)

- Dimensions de la machine pneumatique (5.1.4)

- Type et dimensions de l'outil de travail (5.1.8)

- Porte-outil (5.1.9)

- Fixation de l'outil (5.1.10)



- Caractéristiques spéciales et facultatives (5.1.11)
- Pression de l'air comprimé recommandée (5.2.1)
- Puissance maximale (5.2.2)
- Consommation d'air en charge (5.2.3)
- Consommation d'air à vide (5.2.4)
- Vitesse de rotation en charge (5.2.5)
- Vitesse de rotation à vide (5.2.8)

#### 5.3.4 Serreuses rotatives et clés pneumatiques

- Type de machine pneumatique (5.1.1)
- Équipement standard (5.1.2)
- Masse de la machine pneumatique (5.1.3)
- Dimensions de la machine pneumatique (5.1.4)
- Type et dimensions de l'outil de travail (5.1.8)
- Porte-outil (5.1.9)
- Fixation de l'outil (5.1.10)
- Caractéristiques spéciales et facultatives (5.1.11)
- Pression de l'air comprimé recommandée (5.2.1)
- Puissance maximale (5.2.2)
- Consommation d'air à vide (5.2.4)
- Couple maximal de démarrage (5.2.7)
- Vitesse de rotation à vide (5.2.8)

Les conditions d'essai devraient être choisies dans la gamme de valeurs données ci-dessous :

- Pression atmosphérique  $960 \pm 100$  mbar
- Température ambiante  $20 \pm 2$  °C
- Température de l'air comprimé  $20 \pm 5$  °C

Pendant le cycle d'essai de la machine, la température doit demeurer aussi proche que possible des conditions d'essai. Tout écart doit être mentionné dans le rapport d'essai. Les essais visés ici ne doivent pas être effectués si la pression atmosphérique s'écarte des conditions normales spécifiées.

**6.1.3** Les machines pneumatiques doivent en général être essayées avec une pression effective d'air comprimé de  $6,3 \pm 0,15$  bar. Si la machine a été conçue pour une pression différente (par exemple 4 bar) celle-ci peut être utilisée mais doit être mentionnée dans le rapport d'essai. La pression de travail doit être maintenue dans toutes les conditions d'essai.

**6.1.4** Le point de mesurage de la pression (voir également 6.2.4) dépend du type de machine utilisée.

##### 6.1.4.1 Machines rotatives

La pression de l'air comprimé doit être mesurée immédiatement en amont de la machine.

##### 6.1.4.2 Machines percutantes

En raison des pulsations du débit d'air pendant les essais de fonctionnement, un tuyau de raccordement d'au moins 3 m (choisir de préférence une valeur se rapprochant de ce chiffre) doit être intercalé entre la machine et le point de mesurage de la pression. Le diamètre du tuyau doit être indiqué dans le rapport d'essai.

**6.1.5** Sauf indication contraire, toutes les caractéristiques de fonctionnement, telles que pression, nombre de tours et de coups, puissance et énergie de choc, etc., doivent être rapportées aux mêmes conditions de service.

**6.1.6** Pendant le cycle d'essai, le lubrifiant utilisé doit rester le même, en type, qualité et quantité, que celui qui a été recommandé par le fabricant.

**6.1.7** En raison des tolérances de fabrication, des machines de même type peuvent pourtant avoir des caractéristiques de fonctionnement différentes. Pour obtenir les caractéristiques du type, il est donc nécessaire de faire des essais sur plusieurs machines (au minimum cinq) et de donner la valeur de la moyenne arithmétique.

## 6.2 Pression

**6.2.1** Il est d'une importance primordiale, étant donné l'influence de ce facteur sur le fonctionnement de la machine, de mesurer avec précision la pression de l'air comprimé alimentant la machine pneumatique.

## 6 Méthodes de mesurage des caractéristiques de fonctionnement des machines

### 6.1 Règles générales d'exécution des essais de fonctionnement portant sur les machines pneumatiques

**6.1.1** Tous les mesurages à effectuer conformément à la présente Norme internationale doivent être réalisés par des personnes compétentes et à l'aide d'instruments précis, étalonnés sur des étalons existants ou d'après des méthodes normalisées.

**6.1.2** Le fonctionnement des machines pneumatiques est fonction de différentes conditions ambiantes, telles que pression atmosphérique et température. La température de l'air comprimé influe également sur le comportement de la machine.

**6.2.2** Des manomètres de nature appropriée peuvent être utilisés dans ce but. Les manomètres choisis doivent avoir des dimensions et une qualité permettant une lecture aisée d'une différence de pression de 0,5 % sur toute la longueur de l'échelle. Les pressions à relever doivent tomber dans l'intervalle compris entre le premier quart et le troisième quart (inclus) de l'échelle totale. La pression manométrique doit être vérifiée et étalonnée autant de fois que nécessaire pour garantir une précision suffisante. Pour l'étalonnage, des manomètres à poids mort peuvent être utilisés.

**6.2.3** La pression de l'air comprimé alimentant la machine représente la pression totale à l'entrée du tuyau, comme spécifié dans la description de l'outil, en 5.1.7. L'air doit donc se trouver au repos, sans aucune vitesse, ou avoir une vitesse suffisamment faible pour donner une pression dynamique négligeable. Cela signifie que la vitesse de l'air au point d'alimentation où se mesure cette pression, ne doit pas être supérieure à 15 m/s pour une pression absolue de  $7,3 \pm 0,15$  bar. Afin d'éviter l'effet de chute de pression dû à des pertes dans les conduits d'alimentation, les mesurages de pression doivent être effectués sur la machine en état de marche.

**6.2.4** Afin d'obtenir une faible vitesse de l'air au point de mesurage de la pression, on place un réservoir à air entre le conduit d'alimentation et l'entrée de la machine. Ce réservoir sert à amortir les pulsations de l'air et permet ainsi un mesurage correct du débit d'air. La figure 1 montre une disposition appropriée.

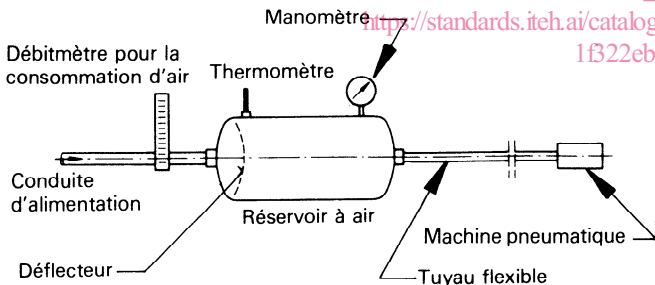


Figure 1 — Emploi du réservoir à air

Le réservoir doit avoir une section,  $A$ , exprimée en mètres carrés, perpendiculaire au sens d'écoulement de l'air, d'au moins

$$A > 7 \times 10^{-5} \times \frac{q_{V_{\max}}}{p}$$

où

$q_{V_{\max}}$  est le débit maximal d'air correspondant au dispositif, exprimé en litres par seconde d'air libre;

$p$  est la pression absolue, en bars, dans le conduit d'alimentation.

Ceci correspondant à une vitesse de l'air de 15 m/s.

Pour les essais des machines percutantes ou roto-percutantes, le volume du réservoir doit correspondre à au moins 100 fois le volume balayé de la machine. L'aspiration et la prise de pression du manomètre doivent être placées, l'une par rapport à

l'autre, de telle manière que le jet d'air n'arrive pas directement sur la prise de pression. Dans bien des cas, il y aura avantage à placer un déflecteur devant l'aspiration, comme le montre la figure 1.

Il est aussi recommandé d'introduire un thermomètre dans le système pour vérifier la température de l'air comprimé dans le réservoir, et au niveau du dispositif de mesurage du débit d'air.

**6.2.5** Avant de faire usage du dispositif d'essai des machines pneumatiques, il est nécessaire de s'assurer que l'effet désiré sur les mesurages de pression est bien obtenu. À cette fin, on augmente lentement le débit d'air jusqu'à obtenir le débit maximal prévu pour le dispositif en question et on relève en même temps les valeurs indiquées par le manomètre. Ces valeurs ne doivent pas varier de plus de 0,5 % pendant toute l'opération. Cette vérification permet également de constater si le conduit d'alimentation a une capacité suffisante.

**6.2.6** Il convient de vérifier également qu'il n'y a pas dans le conduit d'alimentation, de pulsations de pression provenant par exemple des compresseurs qui pourraient affecter la précision des mesurages de pression et de consommation d'air.

Si des pulsations importantes sont constatées, il convient de les amortir avant que l'air n'atteigne le dispositif de mesurage. On peut ainsi intercaler un autre réservoir à air dans le conduit, entre les compresseurs et le dispositif de mesurage.

**6.2.7** Dans des essais effectués conformément à 6.2.4 jusqu'à 6.2.6 et à l'aide d'un manomètre convenablement étalonné, il est possible de maintenir la valeur souhaitée de la pression de service à  $\pm 2$  %.

### 6.3 Couple

Le mesurage du couple des machines pneumatiques rotatives doit se faire conformément aux Codes ou méthodes d'essai universellement acceptés.

Dans ce cas, référence au Code d'essai doit être faite dans le rapport.

**6.3.1** Le couple doit se mesurer à l'aide de dynamomètres à bras oscillant, de mesureurs de couple ou de frein.

**6.3.2** Les dynamomètres à bras oscillant ne doivent pas fonctionner à moins d'un dixième de la capacité nominale de leur couple.

**6.3.3** Un mesurage de couple effectué de façon correcte donne un résultat qui s'écarte au moins de  $\pm 3$  % de la valeur vraie.

### 6.4 Vitesse de l'arbre

**6.4.1** Les vitesses d'arbre doivent être mesurées avec des instruments précis, de bonne qualité, qui doivent être vérifiés fréquemment pour s'assurer qu'ils sont convenablement étalonnés. Il faut si possible mesurer le nombre total de tours pendant un certain temps, en utilisant un compte-tours sans glissement.

**6.4.2** Si la fréquence de rotation de l'arbre est mesurée conformément à 6.4.1, on peut espérer une précision de  $\pm 2\%$  sur la mesure de vitesse de l'arbre.

## 6.5 Énergie de choc

Le mesurage de l'énergie de choc des machines percutantes ou roto-percutantes est un problème difficile, pour lequel de nombreuses solutions différentes ont été proposées. Peu d'entre elles, toutefois, donnent une valeur vraie de l'énergie réelle de choc. Dans la présente Norme internationale, une seule méthode a été retenue qui peut convenir si elle fait l'objet d'une réalisation et d'une vérification soigneuses.

**6.5.1** Lorsque le piston du percuteur de la machine pneumatique vient frapper l'outil de travail (foret, burin, etc.) une onde de tension (impulsion de tension) s'y développe qui se transmet tout le long de l'outil jusqu'à l'extrémité. Cette impulsion peut être enregistrée à l'aide d'un équipement approprié. L'impulsion de tension transporte une partie de l'énergie de choc, et le niveau maximal de contrainte de l'impulsion est proportionnel à la vitesse de choc du piston et par conséquent à l'énergie du piston en cas de choc. Un étalonnage convenable permet d'établir le rapport entre l'énergie de choc du piston et le niveau maximal de contrainte. Pour les détails de cet essai, voir l'annexe C.

**6.5.2** Pour les machines roto-percutantes, entraînées par le mouvement du piston du marteau, le mécanisme de rotation doit tourner sans qu'aucun couple ne soit appliqué à l'outil de travail pendant l'essai d'énergie de choc.

**6.5.3** Si l'énergie de choc est mesurée conformément à la méthode décrite dans l'annexe C, la précision de mesurage peut être estimée à  $\pm 10\%$ .

## 6.6 Fréquence de choc

**6.6.1** Le mesurage de la fréquence de choc peut se faire à l'aide d'un signal quelconque, associé de façon étroite au nombre de coups de l'outil, par exemple, les mouvements de l'outil de travail ou le nombre d'impulsions de tension dans celui-ci, les fluctuations de la pression dans la conduite d'air comprimé au voisinage de l'aspiration, ou encore les mouvements du piston ou de la vanne. Ces différentes impulsions peuvent être enregistrées par des capteurs adéquats et des enregistreurs à chronomètre. Le comptage des impulsions de signal sur une certaine période de temps permet de calculer la fréquence de choc.

**6.6.2** La fréquence de choc d'une machine percutante étant fonction de la réflexion des ondes de choc à l'extrémité de la machine, le mesurage de cette fréquence doit se faire dans les conditions normales de travail de la machine. Pour un marteau perforateur, par exemple, le mesurage de la fréquence de choc doit se faire pendant un forage réel de roche.

**6.6.3** Si le mesurage de la fréquence de choc est effectué de façon convenable, on peut espérer une précision meilleure que  $\pm 2\%$ .

## 6.7 Puissance

### 6.7.1 Machines pneumatiques rotatives

Dans le cas de machines pneumatiques rotatives, la puissance est calculée à partir de la vitesse de l'arbre et du couple correspondant, mesurée au frein. La puissance de l'arbre est donnée par la formule

$$P = \frac{M \times \omega}{1\,000}$$

où

$P$  est la puissance, en kilowatts;

$M$  est le couple, en newtons mètres;

$\omega$  est la vitesse angulaire, en radians par seconde.

La puissance est calculée pour chaque paire de valeurs de couple et de vitesse d'arbre. On trace le diagramme de la puissance en fonction de la vitesse de l'arbre. Ce diagramme permet d'évaluer la vitesse de l'arbre à la puissance maximale. À cette vitesse, la puissance est mesurée avec précision.

Le rapport d'essai doit indiquer la puissance maximale mesurée et la vitesse correspondante de l'arbre.

La précision de la puissance calculée de la machine pneumatique dépend de la précision de mesurage de la vitesse de l'arbre et du couple. Avec les précisions mentionnées en 6.3.3 et 6.4.2, on peut espérer une précision de la valeur calculée de la puissance meilleure que  $\pm 5\%$ .

### 6.7.2 Machines pneumatiques percutantes

Dans le cas de machines pneumatiques percutantes, la puissance de la machine est calculée en multipliant l'énergie de choc par coup, par la fréquence de choc, à l'aide de la formule

$$P = 10^{-3} e f$$

où

$P$  est la puissance, en kilowatts;

$e$  est l'énergie de choc, en joules;

$f$  est la fréquence de choc, en hertz.

Le rapport d'essai doit mentionner la puissance calculée de la machine.

La précision de la puissance calculée des machines pneumatiques percutantes dépend de la précision de mesurage de l'énergie de choc et de la fréquence de choc (selon 6.5.3 et 6.6.3, respectivement). On peut donc espérer une précision de la valeur de la puissance meilleure que  $\pm 12\%$ .