

---

---

**Machines-outils — Évaluation  
environnementale des machines-  
outils —**

**Partie 2:  
Méthode pour mesurer l'énergie  
apportée aux machines-outils et aux  
composants de machines-outils**

*Machine tools — Environmental evaluation of machine tools —*

*Part 2: Methods for measuring energy supplied to machine tools and  
machine tool components*

ISO 14955-2:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/817dada7-c139-44c7-af5e-6bdd7cd808eb/iso-14955-2-2018>



iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

ISO 14955-2:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/817dada7-c139-44c7-af5e-6bdd7cd808eb/iso-14955-2-2018>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en oeuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Geneva  
Tél.: +41 22 749 01 11  
Fax: +41 22 749 09 47  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

# Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b>	<b>iv</b>
<b>Introduction</b>	<b>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b>	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b>	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b>	<b>1</b>
<b>4 Description du système et de l'état de la machine-outil</b>	<b>3</b>
4.1 Généralités	3
4.2 Conditions ambiantes	4
4.3 États de fonctionnement et opération de la machine-outil	4
4.4 Opération de la machine-outil	4
<b>5 Scénarios d'essai</b>	<b>4</b>
5.1 Généralités	4
5.2 Scénario d'essai basé sur la machine	5
5.2.1 Généralités	5
5.2.2 Échantillon de régime de postes	5
5.2.3 Régime de postes spécifique	6
5.3 Scénario d'essai basé sur la tâche	9
<b>6 Définition du système pour le mesurage</b>	<b>10</b>
<b>7 Installation et méthodes de mesure</b>	<b>13</b>
7.1 Sélection des points de mesure	13
7.2 Mesurage de la puissance et calcul de l'énergie apportée	13
7.3 Mesurage simultané	14
7.4 Mesurage quasi simultané	14
7.5 Équipement de mesure	15
7.5.1 Exigences générales	15
7.5.2 Équipement pour les mesurages électriques	15
7.5.3 Équipement pour les mesurages des fluides	15
7.6 Unités de mesure	15
7.7 Période de mesure	16
7.8 Conversion des valeurs mesurées	16
7.9 Équivalent énergie électrique	16
7.9.1 Taux de conversion normalisés	16
7.9.2 Détermination de l'équivalent énergie électrique	16
<b>8 Incertitude de mesure</b>	<b>18</b>
<b>9 Consignation des résultats dans un rapport</b>	<b>18</b>
9.1 Rapport des résultats de mesurage individuels	18
9.1.1 Description du système	18
9.1.2 Description du montage de mesure	19
9.1.3 Description du résultat de mesure	19
9.2 Mise en correspondance des valeurs mesurées et interprétation	19
9.3 Rapport de mesure	19
<b>Annexe A (informative) Équivalent énergie électrique</b>	<b>21</b>
<b>Annexe B (informative) Mesurage des alimentations en énergie (autres qu'électrique)</b>	<b>24</b>
<b>Annexe C (informative) Exemple de mesurage</b>	<b>36</b>
<b>Annexe D (informative) Équations pour le calcul de l'énergie apportée et de l'efficacité énergétique</b>	<b>42</b>
<b>Annexe E (informative) Exemples de montage pour mesurage de la puissance</b>	<b>44</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>55</b>

## 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 en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 39, *Machines-outils*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 14955 se trouve sur le site de l'ISO.

## Introduction

Comme l'impact environnemental est un enjeu commun pour tous les produits et comme les ressources naturelles s'épuisent, des critères de performance environnementale pour les machines-outils nécessitent d'être définis et l'utilisation de ces critères nécessite d'être spécifiée.

Les machines-outils sont des systèmes complexes utilisés par l'industrie pour fabriquer des produits «prêts à l'emploi» ou des pièces semi-finies. Leur impact environnemental englobe les déchets de matières premières, l'utilisation de substances auxiliaires telles que les lubrifiants et autres flux de matière ainsi que la conversion de l'énergie électrique en chaleur, la dissipation de la chaleur dans le milieu ambiant ou l'échange de chaleur par les fluides et éventuellement l'utilisation d'autres ressources telles que l'air comprimé. Sur la base de considérations de pertinence, la série ISO 14955 porte essentiellement sur les impacts environnementaux liés à l'énergie apportée à la machine-outil pendant la phase d'utilisation.

Les performances d'une machine-outil, en tant qu'informations importantes pour l'investissement, sont multi directionnelles compte tenu de sa valeur économique, ses caractéristiques techniques et ses exigences de fonctionnement, qui dépendent de son application spécifique. L'énergie apportée à une même machine-outil peut varier en fonction de la pièce fabriquée et des conditions de fonctionnement de la machine-outil. L'évaluation environnementale d'une machine-outil ne peut donc pas être réalisée sans tenir compte de ces aspects.

L'ISO 14955-1 décrit une méthodologie pour l'évaluation environnementale des machines-outils et donne des raisons pour le mesurage de l'énergie apportée à la machine-outil.

Les ISO 14955-3 à ISO 14955-5 décrivent l'application de l'ISO 14955-1 et de l'ISO 14955-2 aux groupes spécifiques de machines-outils.

Document Preview

[ISO 14955-2:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/817dada7-c139-44c7-af5e-6bdd7cd808eb/iso-14955-2-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/817dada7-c139-44c7-af5e-6bdd7cd808eb/iso-14955-2-2018>



# Machines-outils — Évaluation environnementale des machines-outils —

## Partie 2:

## Méthode pour mesurer l'énergie apportée aux machines-outils et aux composants de machines-outils

### 1 Domaine d'application

Le présent document décrit comment les mesurages sont effectués en fournissant des méthodes de mesure afin de produire des données reproductibles concernant l'énergie apportée à une machine-outil dans des conditions spécifiées. Par ailleurs, il fournit des méthodes pour quantifier l'énergie apportée aux composants afin d'attribuer leur part aux fonctions généralisées de la machine-outil, comme décrit dans l'ISO 14955-1.

Il vient à l'appui de la méthode de conception permettant d'économiser l'énergie conformément à l'ISO 14955-1 en fournissant des méthodes de mesure de l'énergie apportée aux machines-outils. L'attribution de l'énergie apportée aux fonctions de la machine-outil exige des mesurages au niveau des composants de la machine-outil. Ces mesurages nécessitent d'être reproductibles et indépendants des conditions autres que celles qui sont enregistrées et documentées.

Les résultats des mesurages sont destinés à documenter les améliorations de la conception, notamment en ce qui concerne les aspects énergétiques, et/ou à permettre d'évaluer l'énergie utilisée dans la fabrication d'une pièce donnée par une machine-outil donnée. Toute comparaison exige des conditions identiques et garantit à l'aide d'une spécification et d'un mesurage que des résultats similaires sont obtenus.

ISO 14955-2:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/817dada7-c139-44c7-af5e-6bdd7cd808eb/iso-14955-2-2018>

### 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 1217, *Compresseurs volumétriques — Essais de réception*

ISO 8778, *Transmissions pneumatiques — Atmosphère normalisée de référence*

ISO 14955-1:2017, *Machines-outils — Évaluation environnementale des machines-outils — Partie 1: Méthode de conception pour l'efficacité énergétique des machines-outils*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 14955-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

### 3.1

#### **puissance électrique moyenne**

valeur moyenne de la puissance électrique active pour une période donnée

Note 1 à l'article: Les définitions relatives au mesurage des grandeurs de puissance électrique dans des conditions sinusoïdales, non sinusoïdales, équilibrées ou non équilibrées sont disponibles dans l'IEEE 1459-2010[13].

### 3.2

#### **énergie électrique**

puissance électrique active intégrée sur une période donnée

### 3.3

#### **équivalent énergie électrique**

*énergie électrique* (3.2) nécessaire pour produire toute autre forme d'énergie apportée à la *machine-outil* (3.4)

### 3.4

#### **machine-outil**

dispositif mécanique fixe (c'est-à-dire non mobile) et alimenté en énergie (généralement électrique et pneumatique), habituellement utilisé pour le traitement des pièces par enlèvement/ajout sélectif de matériau ou déformation mécanique

Note 1 à l'article: Les machines-outils peuvent fonctionner mécaniquement, sur commande d'humains ou d'ordinateurs. Les machines-outils peuvent également être équipées d'un certain nombre d'unités périphériques utilisées pour le refroidissement/chauffage, le processus de conditionnement, la manutention de pièce et d'outil (à l'exception de l'alimentation de la pièce), le traitement des matériaux recyclables et des déchets de la machine-outil et d'autres tâches liées à leurs opérations principales.

[SOURCE: ISO 14955-1:2017, 3.16]

### 3.5

#### **composant de machine-outil**

dispositif mécanique, électrique, hydraulique ou pneumatique d'une *machine-outil* (3.4), ou combinaison de ces dispositifs

[SOURCE: ISO 14955-1:2017, 3.13]

### 3.6

#### **fonction d'une machine-outil**

fonctionnement de la *machine-outil* (3.4) (processus d'usinage, mouvement et commande), processus de conditionnement, manutention de pièce, manutention d'outil ou changement de matrice, traitement des matériaux recyclables et des déchets, refroidissement/chauffage de la machine-outil

Note 1 à l'article: Toute fonction de machine-outil peut être exécutée par un seul *composant de la machine-outil* (3.5) ou par une combinaison de composants de la machine-outil. Certains composants de la machine-outil peuvent exécuter plus d'une fonction de la machine-outil.

Note 2 à l'article: Les fonctions de la machine-outil peuvent être utilisées pour identifier les composants de la machine-outil liés à l'énergie fournie à la machine-outil.

[SOURCE: ISO 14955-1:2017, 3.12, modifiée — La Note 2 à l'article a été supprimée et la Note 3 à l'article est devenue la Note 2 à l'article.]

### 3.7

#### **période d'évaluation**

intervalle de temps continu pendant lequel l'énergie apportée et le résultat obtenu sont quantifiés



### 3.8

#### état de fonctionnement

combinaison de MARCHE, VEILLE et ARRÊT, etc., de réglage de l'alimentation électrique, des unités périphériques, de la commande de la *machine-outil* (3.4), de l'unité de traitement de la machine-outil et des unités de mouvement de la machine-outil, y compris les opérations pertinentes liées à la machine-outil

Note 1 à l'article: Les unités périphériques sont, par exemple, les unités de refroidissement/chauffage de la machine-outil, de conditionnement du processus, de manutention de la pièce et de l'outil, de traitement des matériaux recyclables et des déchets.

Note 2 à l'article: Les unités de traitement de la machine-outil sont, par exemple, la broche principale d'un tour, la broche porte-outil d'un centre d'usinage, le générateur d'une machine d'usinage par électroérosion, la coulisse d'une presse, les coussins d'emboutissage d'une presse.

Note 3 à l'article: Les unités de mouvement de la machine-outil sont, par exemple, les axes linéaires d'un tour, les axes linéaires et rotatifs d'un centre d'usinage, les axes linéaires d'une machine d'usinage par électroérosion.

Note 4 à l'article: La référence aux états de fonctionnement (par exemple, ARRÊT, VEILLE, VEILLE PROLONGÉE, PRÉCHAUFFAGE, PRÊTE À FONCTIONNER, TRAITEMENT EN COURS et CYCLE EN COURS) exigent une définition de ces états. Un exemple pour une telle définition pour une machine-outil par enlèvement de métal est donné dans l'ISO 14955-1:2017, Annexe C.

Note 5 à l'article: Des exemples d'opérations de la machine-outil sont le chargement d'outil, le chargement de la pièce, les mouvements des axes, l'attente, l'usinage ou le cycle de fonctionnement, ou encore des cycles d'essai complets.

Note 6 à l'article: En fonction de l'état de fonctionnement et des opérations de la machine-outil, un mode de fonctionnement est sélectionné comme défini dans les normes de sécurité applicables aux machines-outils.

[SOURCE: ISO 14955-1:2017, 3.7, modifiée — La référence dans la Note 4 à l'article a été mise à jour.]

### 3.9

#### énergie pneumatique

énergie apportée par un flux d'air comprimé

### 3.10

#### régime de postes

ensemble d'états de fonctionnement et de leurs parts de temps respectives au cours d'une période d'évaluation

### 3.11

#### opération de la machine-outil

ensemble d'opérations d'une *machine-outil* (3.4) dans les états de fonctionnement autres qu'ARRÊT

Note 1 à l'article: Les opérations d'une machine-outil sont causées par une commande définie transmise à la machine-outil par l'utilisateur, telle que le réglage d'un paramètre ou le démarrage un programme.

Note 2 à l'article: Des exemples d'opérations d'une machine-outil sont le chargement d'outil, le chargement de la pièce, le mouvement des axes à une vitesse et une accélération spécifiées, l'usinage ou le cycle de fonctionnement, ou des cycles d'essai complets (avec les paramètres pertinents spécifiés).

## 4 Description du système et de l'état de la machine-outil

### 4.1 Généralités

Pour réaliser l'évaluation énergétique, le système et l'état de la machine-outil doivent être décrits. La description du système est proposée à l'Article 6. L'état de la machine-outil est le résultat de trois types d'influence distincts, mais pas nécessairement indépendants:

- conditions ambiantes;
- états de fonctionnement;

— opération de la machine-outil.

Un énoncé complet doit comprendre la description du système et l'état de la machine-outil, caractérisé par les conditions ambiantes, l'état de fonctionnement et l'opération de la machine-outil. Les mesurages doivent être documentés conformément.

## 4.2 Conditions ambiantes

Il convient d'effectuer les mesurages à une température ambiante stable, de préférence à 20 °C. La température ambiante et ses fluctuations doivent être surveillées et consignées dans le rapport en termes de valeur moyenne et sa variation (par exemple, écart-type ou valeurs minimale/maximale). Les autres conditions ambiantes, le cas échéant, doivent être consignées dans le rapport (par exemple, humidité, lumière directe du soleil, transfert de chaleur).

## 4.3 États de fonctionnement et opération de la machine-outil

Les états de fonctionnement résultent de la sélection d'un mode de fonctionnement et finalement de l'introduction de paramètres supplémentaires par l'opérateur pour mettre la machine-outil dans un état souhaité. La machine-outil peut comprendre des dispositions pour passer automatiquement à un état de fonctionnement particulier lorsque les conditions par défaut, telles que le passage en VEILLE un certain temps après la fin d'un cycle partiel et en l'absence de surveillance, sont atteintes.

La transition d'un état de fonctionnement à un autre doit être considérée comme un état de fonctionnement distinct si la quantité d'énergie apportée supposée représente une part pertinente, par exemple, la transition d'ARRÊT à PRÊTE À FONCTIONNER, si la machine-outil passe par un cycle obligatoire de mise en température.

Des exemples d'états de fonctionnement sont ARRÊT, transition de VEILLE à PRÊTE À FONCTIONNER, VEILLE, PRÊTE À FONCTIONNER ou PRÊTE POUR LE CYCLE DE FONCTIONNEMENT, TRAITEMENT EN COURS ou CYCLE DE FONCTIONNEMENT, et transition de VEILLE à ARRÊT.

ARRÊT POUR DÉFAILLANCE en raison d'une défaillance du procédé ou d'un arrêt d'urgence peut être un état de fonctionnement de la machine-outil pertinent à inclure dans l'évaluation. Les définitions des états de fonctionnement dépendent de la machine-outil spécifique et doivent être documentées (voir ISO 14955-1:2017, Annexe C).

## 4.4 Opération de la machine-outil

Dans un état de fonctionnement et dans des conditions ambiantes stables, l'énergie apportée au système peut dépendre de l'opération de la machine-outil. Pour certains états de fonctionnement tels que ARRÊT ou VEILLE, l'opération de la machine-outil peut dépendre des réglages par défaut. Pour d'autres, tels que PRÊTE À FONCTIONNER ou TRAITEMENT EN COURS, l'opération de la machine-outil, comprenant le montage avec les outils et les pièces, et la programmation par l'opérateur ont une forte influence sur l'énergie apportée au système.

NOTE 1 Les différentes opérations des machines-outils peuvent nécessiter certains modes de fonctionnement décrits dans les normes de sécurité relatives aux machines-outils.

NOTE 2 Pour les activités d'une machine-outil d'échantillon ou de référence pour les essais, se reporter aux parties suivantes de l'ISO 14955.

# 5 Scénarios d'essai

## 5.1 Généralités

L'énergie apportée aux machines-outils dépend de l'utilisation réelle. Le scénario d'essai décrit la séquence prescrite d'états de fonctionnement de la machine-outil, appelée ci-après «régime de postes» et, si nécessaire, les opérations correspondantes de la machine-outil (généralement pour l'état

TRAITEMENT EN COURS). Le scénario peut comprendre des temps improductifs, tels que les arrêts organisationnels, les temps de maintenance et autres. Le régime de postes doit être déterminé en fonction de l'utilisation réelle de la machine-outil sur le site (par exemple, basé sur des informations acquises par des systèmes d'enregistrement de données).

Les scénarios d'essai peuvent être définis de deux manières. Soit ils considèrent une mission générique de production pour ce type de machine, c'est-à-dire un scénario d'essai basé sur la machine, se rapportant éventuellement à un secteur d'application spécifique (par exemple, pour une fraiseuse, les secteurs de l'automobile ou des moules et matrices). Soit ils se rapportent à une tâche de fabrication spécifique (par exemple, la production d'un client) et sont désignés ci-après «scénarios d'essai basés sur la tâche».

NOTE Des scénarios d'essai basés sur la machine sont proposés dans les parties suivantes de l'ISO 14955.

## 5.2 Scénario d'essai basé sur la machine

### 5.2.1 Généralités

Les scénarios d'essai basés sur la machine exigent la définition des régimes de postes et des opérations de la machine-outil correspondantes.

### 5.2.2 Échantillon de régime de postes

L'échantillon de régime de postes montre comment décrire et gérer la séquence de référence des états de fonctionnement d'une machine-outil. Il reflète un scénario d'utilisation industrielle simplifié et regroupé avec une moyenne de 2,5 postes, une sélection de trois états de fonctionnement caractéristiques avec une seule opération de la machine-outil pour chacun et une part de temps supposée de TRAITEMENT EN COURS de 80 %. La période d'évaluation par défaut est de 24 h (voir la [Figure 1](#), [Tableau 1](#)).

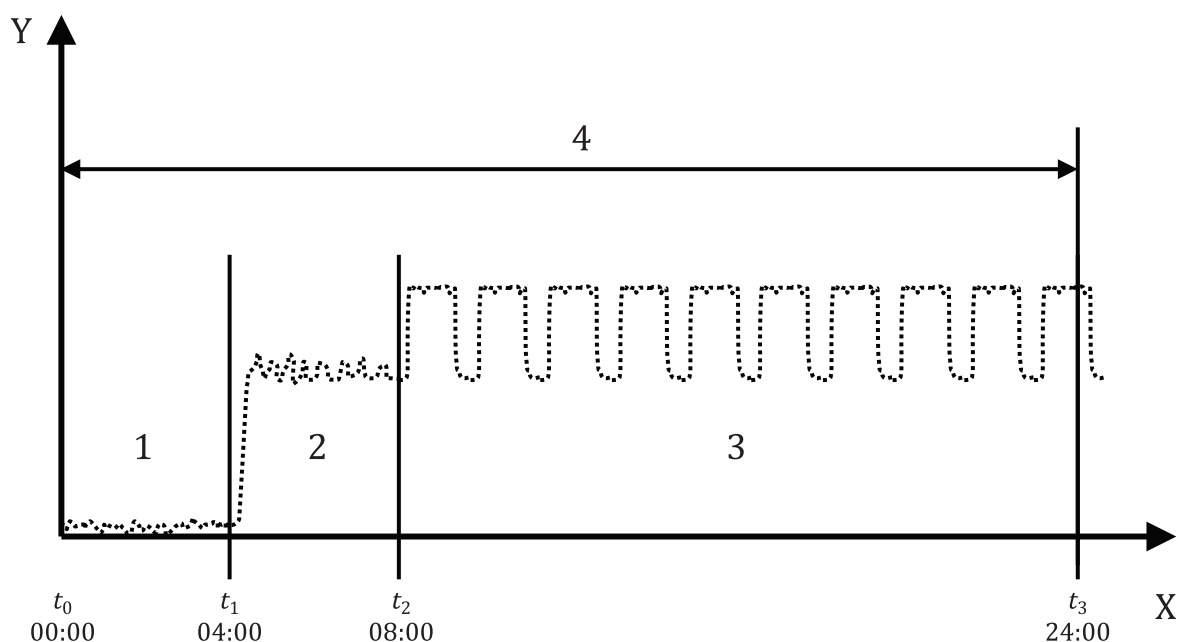
NOTE 1 La période de mesure peut être nettement plus courte que la période d'évaluation; voir [7.7](#).

NOTE 2 L'énergie apportée à l'état de fonctionnement ARRÊT peut être significative, en particulier pour les ressources autres que l'électricité.

**Tableau 1 — Séquence d'états de fonctionnement pour l'échantillon de régime de postes**

	Durée	État de fonctionnement	Opération de la machine-outil
1	4 h (0,5 poste)	ARRÊT État de fonctionnement ARRÊT ou état de fonctionnement couramment utilisé lorsque la machine-outil est sans surveillance et ne produit pas pendant plus d'une heure.	Aucune.
2	4 h (0,5 poste)	PRÊTE À FONCTIONNER	La machine-outil est prête à débiter l'usinage immédiatement, à titre indicatif dans un délai de 10 s.
3	16 h (2,0 postes)	TRAITEMENT EN COURS	Cycle d'usinage type avec ou sans pièce en cours d'usinage.

Si une pièce est usinée, les paramètres du procédé (par exemple, profondeur de coupe, vitesse de coupe, vitesse d'avance, type d'outil, état de l'outil), la pièce brute (par exemple, type de matériau, pré-traitement de la pièce y compris les tolérances relatives aux surfaces pré-usinées), le temps d'usinage et les tolérances relatives aux surfaces usinées (par exemple, tolérances relatives aux diamètres, à la position et à l'orientation, à la forme, à la rugosité) doivent être spécifiés.



#### Légende

- 1 ARRÊT
- 2 PRÊTE À FONCTIONNER
- 3 TRAITEMENT EN COURS
- 4 période d'évaluation
- X temps, en h
- Y puissance, en W

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

**Figure 1 — Illustration d'un mesurage de puissance pendant un échantillon de régime de postes**

ISO 14955-2:2018

### 5.2.3 Régime de postes spécifique

#### 5.2.3.1 Motivation

Des régimes de postes spécifiques doivent être appliqués dans les cas où les scénarios d'utilisation et/ou les états de fonctionnement types diffèrent nettement de l'échantillon de régime de postes. Ils peuvent être proposés par le fabricant/fournisseur ou résulter d'un accord entre le fabricant/fournisseur et l'utilisateur. Les régimes de postes spécifiques doivent être déterminés en fonction de l'utilisation réelle ou prévue de la machine-outil, c'est-à-dire sur la base de données d'exploitation ou de programmes d'exploitation. Des états de fonctionnement autres que ceux indiqués en 5.2.2 peuvent être envisagés (par exemple, périodes de mise en température). La période d'évaluation doit être déterminée de manière à réduire au minimum l'influence des fluctuations de puissance dues aux gradients de température, à la commutation et à la commande d'unités périphériques et à tout autre transitoire.

La part de temps et la séquence de chaque état de fonctionnement et/ou de chaque opération de la machine-outil doivent être définies.

#### 5.2.3.2 Regroupement de parts de temps pour des régimes de postes spécifiques

Dans certains cas, l'utilisation réelle de la machine consiste en une séquence avec de nombreux changements d'états de fonctionnement et d'opérations de la machine-outil, comme décrit dans l'exemple du Tableau 2. Si, selon un avis d'expert, les transitoires peuvent être supposés négligeables, ou s'ils sont considérés comme un état de fonctionnement distinct, les parts de temps dispersées de chaque séquence d'états de fonctionnement et d'opération de la machine-outil peuvent être regroupées en une seule part de la période d'évaluation pour le régime de postes choisi, comme décrit pour le

même exemple dans le [Tableau 3](#). Les états de fonctionnement et les opérations de la machine-outil sont classés et numérotés (par exemple, 0, 1-0, 1-1, 2-0, 2-1) pour faciliter le regroupement. L'objectif du regroupement est la simplification du régime de postes de manière à faciliter le mesurage et l'évaluation.

**Tableau 2 — Exemple de parts de temps d'états de fonctionnement et d'opérations de la machine-outil dans le cadre d'un régime de postes spécifique**

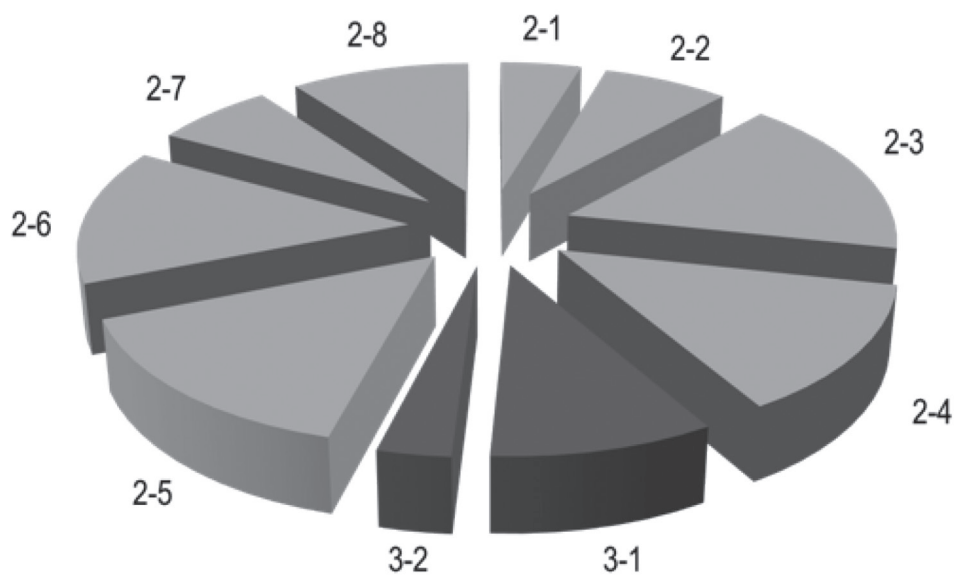
État de fonc- tionne ment	PRÊTE À FONC TIONNER		TRAITEMENT EN COURS					ARRÊT	PRÊTE À FONC TIONNER	TRAITEMENT EN COURS		PRÊTE À FONC TIONNER								
Numéro de l'état de fonctionne- ment	2		3					1	2	3		2								
Numéro de l'opération de la machine	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1		2	1							
Période d'évaluation	10 h																			
Moment de la journée	06:00 à 07:00		07:00 à 08:00		08:00 à 09:00		09:00 à 10:00		10:00 à 11:00		11:00 à 12:00		12:00 à 13:00		13:00 à 14:00		14:00 à 15:00		15:00 à 16:00	
Durée (h)	1		0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	1	2		0,5	0,5					

**Tableau 3 — Exemple de regroupement des états de fonctionnement et des opérations de la machine-outil dans le cadre d'un régime de postes spécifique**

Période d'évaluation	10 h				
Régime de poste regroupé	ARRÊT numéro 1-1 1,0 h	PRÊTE À FONCTIONNER numéro 2-1 1,5 h	PRÊTE À FONCTIONNER numéro 2-2 2,0 h	TRAITEMENT EN COURS numéro 3-1 4,5 h	TRAITEMENT EN COURS numéro 3-2 1,0 h

### 5.2.3.3 Détermination de régimes de postes spécifiques

À titre d'exemple, la [Figure 2](#) présente les différents états de fonctionnement et les différentes opérations d'usinage pour des procédés de pliage en l'air sur une presse plieuse. Dans ce cas, l'opération de pliage réelle (état de fonctionnement 3-1) représente moins de 10 % du temps total de production[11].



#### Légende

- 2-1 montage de l'outil: prendre l'outil, le changer et l'emmenner
- 2-2 préparation sur PC: charger une nouvelle commande à partir du serveur central et programmer ou adapter un programme de pliage
- 2-3 tâche support: déplacer les palettes, réorganiser les tôles, comptage, tâches administratives
- 2-4 chargement d'une nouvelle tôle: prendre une nouvelle tôle et la positionner contre la butée arrière
- 3-1 déplacement du poinçon vers le bas et pliage: procédé de pliage réel
- 3-2 déplacement du poinçon vers le haut
- 2-5 action intermédiaire: consulter l'écran d'instructions et manutentionner la pièce entre deux pliages
- 2-6 transport des pièces: retirer les pièces et les ranger
- 2-7 mesurage de la pièce: mesurer la pièce
- 2-8 besoins et distraction humains: absence, raisons d'improductivité humaines

**Figure 2 — États de fonctionnement et opérations de la machine-outil pour des procédés de pliage en l'air**<sup>[11]</sup>

Dans ce cas, le scénario d'utilisation diffère nettement de l'échantillon de régime de postes.

- Diverses opérations de la machine-outil interviennent au cours de l'état de fonctionnement PRÊTE À FONCTIONNER, avec une part de temps de 77,2 %: 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, 2-7.
- La part de temps de TRAITEMENT EN COURS est de 12,5 %: 3-1, 3-2.
- Une opération manuelle entraîne une période d'inactivité relative aux besoins et distraction humains au cours de l'état de fonctionnement PRÊTE À FONCTIONNER, avec une part de temps de 10,2 %: 2-8.

Ces états représentent le temps occupé uniquement, c'est-à-dire aucun état de fonctionnement ARRÊT. En raison de la nécessité d'une présence humaine, le scénario d'utilisation est basé sur deux postes uniquement. Un régime de postes spécifique peut donc être composé comme décrit dans le [Tableau 4](#), comprenant un poste de 8 h à l'état de fonctionnement ARRÊT.