

---

---

**Machines agricoles automotrices —  
Évaluation de la stabilité —**

**Partie 2:  
Détermination de la stabilité statique  
et modes opératoires d'essai**

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Self-propelled agricultural machinery — Assessment of stability —  
Part 2: Determination of static stability and test procedures*  
(standards.iteh.ai)

[ISO 16231-2:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08d376ea-3477-4149-bd72-4081579a2e64/iso-16231-2-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08d376ea-3477-4149-bd72-4081579a2e64/iso-16231-2-2015>



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

ISO 16231-2:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08d376ea-3477-4149-bd72-4081579a2e64/iso-16231-2-2015>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2015, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401  
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland  
Tel. +41 22 749 01 11  
Fax +41 22 749 09 47  
copyright@iso.org  
www.iso.org

## 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 Détermination du centre de gravité (COG) d'une machine automotrice</b> .....	<b>2</b>
4.1 Méthode de détermination et de calcul du centre de gravité de la machine à vide.....	2
4.2 Remarques et éléments à observer au cours de ce mode opératoire.....	2
4.3 Méthodes de détermination du centre de gravité d'une machine en charge ou d'une machine avec accessoires.....	5
4.3.1 Méthode graphique.....	5
4.3.2 Méthode mathématique.....	7
<b>5 Angle de renversement statique (SOA)</b> .....	<b>9</b>
5.1 Généralités.....	9
5.2 Retournement latéral: Machines dotées d'un essieu fixe et d'un essieu oscillant (sans limiteur d'angle de pivotement).....	9
5.2.1 Généralités.....	9
5.2.2 Détermination graphique de la stabilité.....	9
5.2.3 Détermination de la stabilité par calcul.....	11
5.3 Retournement latéral: Machines dotées d'un essieu fixe, et d'un essieu oscillant avec limiteur d'angle de pivotement.....	12
5.4 Retournement latéral: machines dépourvues d'essieu oscillant.....	14
5.4.1 Machines à chenilles.....	14
5.4.2 Machines dotées de dispositifs permettant de bloquer l'essieu oscillant ou de modifier le triangle de stabilité.....	14
5.4.3 Machines dotées de suspensions de roues individuelles.....	14
5.5 Basculement vers l'avant et basculement vers l'arrière.....	15
5.5.1 Basculement vers l'avant.....	15
5.5.2 Basculement vers l'arrière.....	15
5.6 Systèmes de réglage de l'assiette de la structure.....	15
5.7 Autres méthodes.....	15
<b>6 Comparaison de l'angle de renversement statique (SOA) et de l'angle de stabilité statique requis (RSSA)</b> .....	<b>16</b>
<b>Annexe A (informative) Exemple de calcul du centre de gravité (voir Article 4)</b> .....	<b>17</b>
<b>Annexe B (informative) Exemple de calcul de l'angle de renversement statique (voir Article 5)</b> .....	<b>18</b>
<b>Annexe C (normative) Calcul du RSSA</b> .....	<b>20</b>
<b>Annexe D (informative) Impact des effets dynamiques sur le retournement ou le renversement</b> .....	<b>21</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 appelée 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 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: <http://www.iso.org/iso/fr/foreword.html>.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 23, *Tracteurs et matériels agricoles et forestiers*, sous-comité SC 3, *Sécurité et confort*.

L'ISO 16231 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Machines agricoles automotrices — Évaluation de la stabilité*:

- *Partie 1: Principes*
- *Partie 2: Détermination de la stabilité statique et modes opératoires d'essai*

## Introduction

Les machines agricoles automotrices conduites par un opérateur (conducteur) porté peuvent être exposées à un risque de retournement ou de renversement pendant le fonctionnement pour lequel elles sont prévues. On utilise une appréciation du risque pour déterminer s'il faut prendre en compte ce risque pour une machine spécifique et identifier les mesures de protection à utiliser pour éliminer ou réduire au minimum ledit risque pour l'opérateur porté.

L'appréciation du risque tient compte des conditions de fonctionnement prévues de la machine, de ses propriétés physiques, des compétences requises pour la faire fonctionner, ainsi que de tout autre paramètre pouvant avoir un impact sur le risque de retournement ou de renversement.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 16231-2:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08d376ea-3477-4149-bd72-4081579a2e64/iso-16231-2-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08d376ea-3477-4149-bd72-4081579a2e64/iso-16231-2-2015>

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

ISO 16231-2:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08d376ea-3477-4149-bd72-4081579a2e64/iso-16231-2-2015>

# Machines agricoles automotrices — Évaluation de la stabilité —

## Partie 2: Détermination de la stabilité statique et modes opératoires d'essai

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 16231 définit une méthode de détermination du centre de gravité des machines automotrices à vide, une méthode de détermination du centre de gravité des machines en charge et des machines combinées avec accessoires, et des méthodes de détermination de l'angle de renversement statique.

NOTE Les exigences relatives aux structures de protection intégrées et aux structures de protection en cas de retournement doivent être traitées dans une norme Internationale à part.

### 2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de façon normative dans le présent document et sont indispensables à son application. 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 789-6, *Tracteurs agricoles — Méthodes d'essai — Partie 6: Centre de gravité*

ISO 16231-1, *Machines agricoles automotrices — Évaluation de la stabilité — Partie 1: Principes*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 16231-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### **pente maximale d'utilisation**

##### **MOS**

valeur indiquant, pour chaque type de machine automotrice et chaque direction, la pente maximale en (%) sur laquelle il est prévu que la machine puisse être utilisée conformément aux bonnes pratiques agricoles

#### 3.2

##### **correcteur de dévers**

système destiné à améliorer les performances fonctionnelles d'une machine agricole utilisée en pente sans régler l'assiette de la structure principale de cette machine tel que, réglage de l'assiette des composants internes, ajustement de la cinématique des systèmes de séparation ou ajustement du débit ou de la configuration du flux d'air ou les deux

#### 3.3

##### **système de réglage d'assiette de la structure**

système destiné à améliorer les performances fonctionnelles, le confort de conduite, l'aptitude à travailler sur pentes et la stabilité d'une machine agricole utilisée en pente en réglant l'assiette de la structure principale de cette machine, longitudinalement, transversalement ou les deux

## 4 Détermination du centre de gravité (COG) d'une machine automotrice

### 4.1 Méthode de détermination et de calcul du centre de gravité de la machine à vide

Le centre de gravité de la machine à vide est déterminé au moyen d'une bascule et de supports (voir [Tableaux 1 et 2](#) et [Figures 1, 2 et 3](#)).

### 4.2 Remarques et éléments à observer au cours de ce mode opératoire

**4.2.1** Suivre le mode opératoire décrit dans l'ISO 789-6; cette méthode consiste à augmenter la charge sur l'essieu porteur, et à lever l'autre essieu et à le maintenir à une certaine hauteur, l'angle de levage  $\omega$  et l'augmentation de charge sur la bascule permettent la détermination de la hauteur du COG.

**4.2.2** Il est recommandé d'utiliser des roues en acier afin d'éviter les écarts dus à la variation du rayon des roues en cas de variation des conditions de charge. Pour le calcul du COG avec les pneus réels, voir [4.3](#).

Tout système de suspension éventuel doit être verrouillé. Si cela n'est pas possible, gonfler tous les pneus à la pression maximale admissible spécifiée par le fabricant de pneus. La différence de rayon observée sur les roues de l'essieu fixe entre la position horizontale et la position relevée ne doit pas être supérieure à 1,5 % du rayon des roues.

**4.2.3** S'assurer que le plan de la bascule est horizontal et qu'il coïncide avec celui du sol.

**4.2.4** Sur la bascule, les roues doivent pouvoir tourner librement, de sorte que les forces tangentielles s'exerçant sur les pneus puissent être exclues. Par conséquent, le frein de stationnement ne doit pas être enclenché; de plus, la boîte de vitesses doit être au point mort ou la transmission doit se trouver dans la position de remorquage du véhicule.

**4.2.5** Bien que cela ne soit pas exigé, il est préférable de lever le côté de l'essieu oscillant. Le plus souvent, c'est sur cet essieu que sont installées les roues de plus petit diamètre.

**4.2.6** Les roues relevées doivent être immobilisées sur leurs supports avant de lire le poids sur la bascule.

**4.2.7** Pour pouvoir installer facilement les supports des roues, il peut être nécessaire de bloquer l'essieu oscillant à l'aide de cales lors du levage de la machine.

Une fois la machine immobilisée sur les supports, les cales doivent être retirées.

**4.2.8** La précision de cette méthode dépend de la hauteur du support par rapport à l'empattement et à la précision de la bascule.

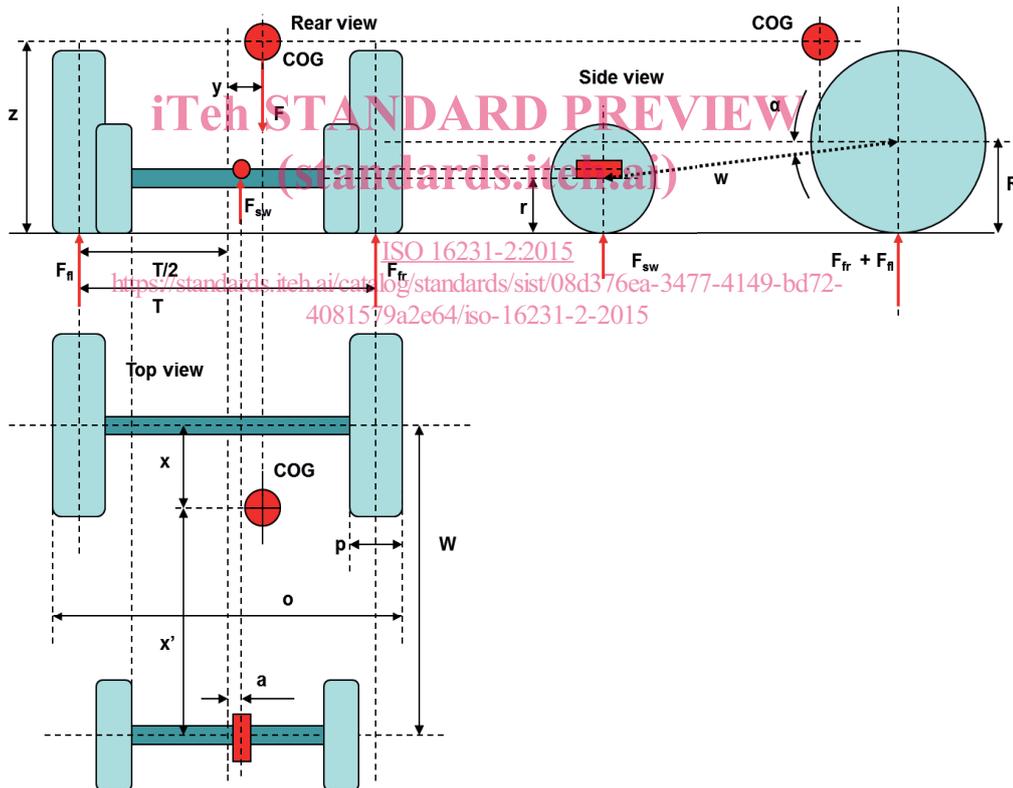
Précision de la pesée lors de cinq mesurages consécutifs: aucune valeur ne doit différer de plus de 1,0 % de la charge maximale mesurée sur l'essieu fixe en position relevée.

**4.2.9** Calculer le COG en utilisant l'écart  $\pm$  de précision de la bascule et déterminer l'écart de la hauteur du COG.

Cet écart ne doit pas dépasser  $\pm 4$  %. Si la valeur est supérieure à  $\pm 4$  %, la hauteur des supports doit être augmentée afin de réduire l'écart.

Tableau 1 — Données d'entrée du calcul du centre de gravité (COG)

Description des données	Symbole	Unité
Rayon sous charge (statique) des roues de l'essieu fixe (voir Figure 2)	R	mm
Rayon sous charge (statique) des roues de l'essieu oscillant (essieu relevé) (voir Figure 2)	r	mm
Empattement (voir Figure 1, vue de dessus)	W	mm
Charge sur la roue gauche de l'essieu fixe en position horizontale (voir Figure 1, vue de derrière/de face)	$F_{fl}$	daN
Charge sur la roue droite de l'essieu fixe en position horizontale (voir Figure 1, vue de derrière/de face)	$F_{fr}$	daN
Charge sur l'essieu oscillant en position horizontale (voir Figure 1, vue de derrière/de face)	$F_{sw}$	daN
Charge sur l'essieu fixe en position relevée (essieu oscillant sur support) (voir Figure 3)	$F_{far}$	daN
Hauteur du support (voir Figure 3)	L	mm
Distance entre les bords extérieurs des pneus sur l'essieu fixe (voir Figure 1, vue de dessus)	o	mm
Largeur des pneus de l'essieu fixe (voir Figure 1, vue de dessus)	p	mm
Déport latéral du pivot de l'essieu oscillant (positif en allant vers la droite) (voir Figure 1, vue de dessus)	a	mm



Légende

Anglais

Rear view

Side view

Top view

Français

Vue de face

Vue de côté

Vue de dessus

Figure 1 — Vues de face, de dessus et de côté de la machine

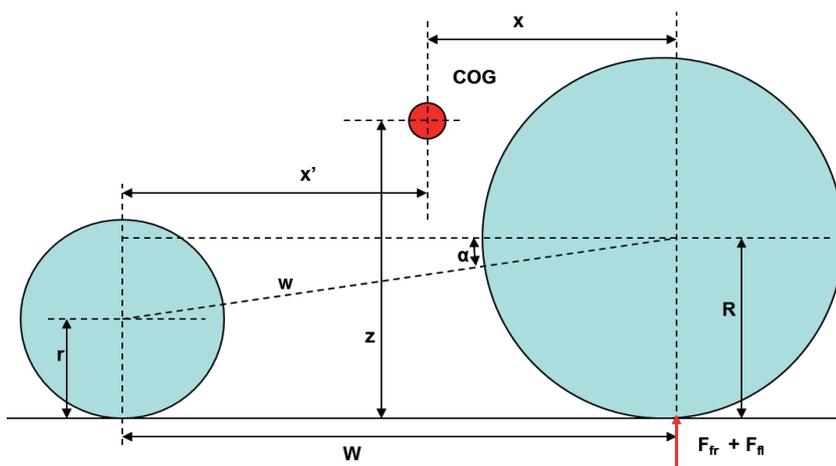


Figure 2 — Machine en position horizontale — Vue de côté

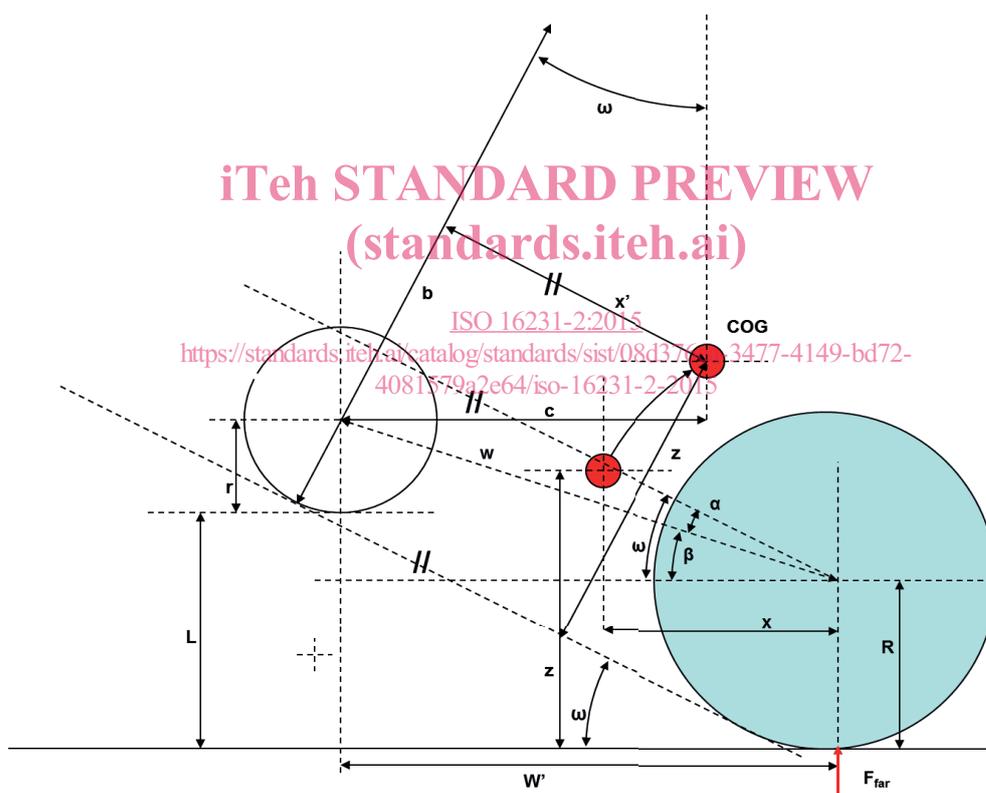


Figure 3 — Machine en position relevée — Vue de côté

Tableau 2 — Calcul du centre de gravité (COG)

Description des données	Symbole	Unité	Calcul
Voie de l'essieu fixe	T	mm	$o - p$
Poids total de la machine	$F_t$	daN	$F_{fr} + F_{fl} + F_{sw}$
Position latérale du COG (par rapport au centre de l'essieu fixe) (une valeur positive indique un point à droite du centre de l'essieu fixe sur la <a href="#">Figure 1</a> )	y	mm	$[(F_{fr} * T) + (T / 2 + a) * F_{sw}] / F_t - T / 2$
Position longitudinale du COG (par rapport à l'axe de l'essieu oscillant)	$x'$	mm	$W * (F_{fr} + F_{fl}) / F_t$
Position longitudinale du COG (par rapport à l'axe de l'essieu fixe)	x	mm	$W - x'$
Distance longitudinale entre les centres de roues	w	mm	$\sqrt{((R - r)^2 + W^2)}$
Projection verticale de l'empattement en position relevée	$W'$	mm	$\sqrt{(w^2 - (L + r - R)^2)}$
Angle formé par la droite reliant les centres de roues et l'horizontale passant par le centre des roues de l'essieu fixe	$\alpha$	°	$\cos^{-1}(W / w)$
Angle formé par la droite reliant les centres de roues et l'horizontale passant par le centre des roues de l'essieu fixe en position relevée	$\beta$	°	$\tan^{-1}((L + r - R) / W')$
Angle de levage	$\omega$	°	$\alpha + \beta$
Projection verticale de la distance longitudinale entre le COG et l'essieu oscillant en position relevée	c	mm	$F_{far} * W' / F_t$
Ligne de calcul auxiliaire (voir <a href="#">Figure 3</a> )	b	mm	$r + (c / \sin \omega)$
Hauteur du COG	z	mm	$b - (x' / \tan \omega)$

NOTE L'Annexe A donne un exemple de calcul du centre de gravité.

### 4.3 Méthodes de détermination du centre de gravité d'une machine en charge ou d'une machine avec accessoires

#### 4.3.1 Méthode graphique

**4.3.1.1** La pesée d'une machine en charge avec accessoires sous un angle étant peu pratique et pouvant s'avérer dangereuse, il est conseillé de déterminer le COG de la machine en charge en employant une méthode graphique. On suppose que le poids et le COG de la charge (par exemple, du grain) et du (des) accessoires sont connus.

**4.3.1.2** L'exemple ci-après montre une moissonneuse-batteuse avec trémie pleine et bec cueilleur en position relevée (condition en milieu réel la plus défavorable).

Le COG de la machine à vide est connu (par exemple, grâce au mode opératoire [4.1](#)); il est marqué  $cog_a$  sur le schéma à l'échelle de la machine (voir [Figure 4](#)). Le COG du grain présent dans la trémie peut être défini graphiquement en  $cog_b$ . La masse de ce grain représente par exemple 50 % du poids à vide de la machine. Le COG commun de la machine combinée à vide et de la charge du grain est marqué  $cog_d$  et se situe sur la droite reliant  $cog_a$  à  $cog_b$ , à 1/3 de  $cog_a$ . La masse du bec cueilleur correspond par exemple à 20 % de la masse à vide de la machine. Le COG de l'accessoire, marqué  $cog_c$ , est connu (par exemple, grâce à une pesée sur un palan sous deux angles). Le COG commun de la machine combinée à vide et de l'accessoire se situe sur la droite reliant  $cog_a$  à  $cog_c$ , à 1/6 de  $cog_a$ . Le COG commun de la machine combinée en charge et de l'accessoire peut être déterminé de la même manière. La hauteur et la position