



IEC 63409-3

Edition 1.0 2025-12

# NORME INTERNATIONALE

Systèmes de production d'énergie photovoltaïque connectés au réseau - Essais  
des équipements de conversion de puissance -  
Partie 3: Opérations de base

## Document Preview

[IEC 63409-3:2025](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/a61eb531-fe09-4148-a5bf-9b0a82f13603/iec-63409-3-2025>



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2025 IEC, Geneva, Switzerland

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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat  
3, rue de Varembé  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

### A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

#### Recherche de publications IEC -

[webstore.iec.ch/advsearchform](https://webstore.iec.ch/advsearchform)

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](https://webstore.iec.ch/justpublished)

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](https://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

#### IEC Products & Services Portal - [products.iec.ch](https://products.iec.ch)

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

#### Electropedia - [www.electropedia.org](https://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

**Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	5
INTRODUCTION .....	7
1    Domaine d'application.....	9
2    Références normatives.....	9
3    Termes et définitions.....	9
4    Prescriptions générales.....	12
4.1    Conditions générales d'essai .....	12
4.1.1    Séquence d'essais .....	12
4.1.2    Conditions du matériel d'essai.....	13
4.1.3    Tolérance déclarée par le fabricant.....	13
4.1.4    Réglage requis pour l'EUT (équipement soumis à essai).....	13
4.1.5    Micrologiciel de PCE utilisé pendant l'essai .....	13
4.1.6    Présentation des résultats d'essai .....	13
4.2    Montage d'essai .....	13
4.3    Paramètres utilisés pour les essais.....	14
5    Procédures d'essai .....	16
5.1    Caractéristiques en régime permanent.....	16
5.1.1    Généralités .....	16
5.1.2    Puissance active et puissance réactive.....	16
5.1.3    Tension de service.....	17
5.1.4    Capacité de puissance réactive pour une faible tension continue .....	19
5.1.5    Fréquence de service .....	20
5.1.6    Facteur de puissance .....	22
5.2    Caractéristiques en réponse transitoire .....	23
5.2.1    Généralités .....	23
5.2.2    Contrôle de puissance active .....	23
5.2.3    Contrôle de puissance réactive .....	24
5.2.4    Variation de la tension du réseau.....	25
5.2.5    Variation de l'angle de phase de la tension du réseau .....	27
5.2.6    Déséquilibre de la tension du réseau .....	27
5.2.7    Variation de la fréquence du réseau.....	28
Annexe A (normative) Résumé des éléments d'essai.....	31
Annexe B (normative) Format d'enregistrement des résultats d'essai.....	34
B.1    Généralités .....	34
B.2    Caractéristiques en régime permanent.....	34
B.2.1    Puissance active et puissance réactive (voir 5.1.2).....	34
B.2.2    Tension de service (voir 5.1.3) et capacité de puissance réactive pour une faible tension continue (voir 5.1.4).....	35
B.2.3    Fréquence de service (voir 5.1.5) .....	36
B.2.4    Facteur de puissance (voir 5.1.6).....	36
B.3    Caractéristiques en réponse transitoire .....	37
B.3.1    Contrôle de puissance active (voir 5.2.2).....	37
B.3.2    Contrôle de puissance réactive (voir 5.2.3) .....	38
B.3.3    Variation de la tension du réseau (voir 5.2.4) .....	39
B.3.4    Variation de l'angle de phase de la tension du réseau (voir 5.2.5) .....	40
B.3.5    Déséquilibre de tension du réseau (voir 5.2.6) .....	41

B.3.6 Variation de fréquence du réseau (voir 5.2.7).....	42
Annexe C (informative) Exemples d'environnements d'essai .....	44
C.1 Généralités .....	44
C.2 Spécifications recommandées pour les alimentations électriques.....	46
C.3 Spécifications recommandées pour les instruments de mesure.....	47
Annexe D (normative) Informations complémentaires pour le mesurage de la durée d'établissement .....	49
Annexe E (normative) Conventions de signes pour les mesurages de tension, de courant et de puissance .....	50
E.1 Généralités .....	50
E.2 Polarité et direction de référence.....	50
E.2.1 Polarité de référence de la tension .....	50
E.2.2 Direction de référence du courant.....	50
E.2.3 Conventions de signes pour les mesurages de tension, de courant et de puissance .....	51
E.3 Cadre de référence de la puissance active et réactive .....	51
E.4 Significations physiques des flux de puissance des générateurs dans les normes régionales .....	56
Annexe F (normative) Déséquilibre de la tension du réseau – conditions d'essai.....	58
F.1 Généralités .....	58
F.2 Causes et définitions du déséquilibre de la tension du réseau .....	58
F.3 Conditions d'essai .....	58
Annexe G (informative) Variation de l'angle de phase de la tension du réseau – montage d'essai alternatif .....	59
G.1 Généralités .....	59
G.2 Montage d'essai alternatif et procédure d'essai.....	59
Annexe H (informative) Principe fondamental de réduction de la puissance réactive avec une tension continue plus basse.....	61
H.1 Généralités .....	61
H.2 Limite de contrôlabilité .....	61
Annexe I (informative) Fonctions de support du réseau couvertes par la série IEC 63409 .....	65
Annexe J (informative) Influence de la commande du MPPT et du simulateur PV sur les résultats d'essai.....	66
J.1 Généralités .....	66
J.2 Alimentation en courant continu et commande du MPPT du PCE .....	66
J.2.1 Alimentation en courant continu.....	66
J.2.2 Contrôle MPPT (terre) .....	66
J.3 Influence du simulateur PV .....	66
Bibliographie.....	69
 Figure 1 – Domaines d'application de la série IEC 63409 .....	8
Figure 2 – Exemple de réponse d'échelon.....	12
Figure 3 – Exemple d'un montage d'essai .....	14
Figure 4 – Exemple de paramètres opérationnels dans la courbe de capacité P-Q du PCE dans le référentiel producteur (PRF) .....	16
Figure 5 – Exemple de mesurage de la durée d'établissement pour l'essai de variation de la tension du réseau.....	26

Figure 6 – Exemple de mesurage de la durée d'établissement pour la variation de la fréquence du réseau .....	30
Figure B.1 – Courbe de capacité P-Q présentant les résultats de l'essai de puissance active et réactive et les résultats de l'essai de facteur de puissance (exemple).....	35
Figure B.2 – Exemple de forme d'onde d'essai de contrôle de la puissance active lorsque le point de consigne de puissance active a été modifié à partir de 100 %.....	38
Figure B.3 – Exemple de forme d'onde d'essai de contrôle de la puissance réactive lorsque le point de consigne de puissance réactive a été modifié de 52,7 % à 0 %.....	39
Figure B.4 – Exemple de forme d'onde d'essai de variation de la tension du réseau lorsque la tension alternative a été modifiée de 100 % à 110 %.....	40
Figure B.5 – Exemple de forme d'onde d'essai de variation de l'angle de phase de la tension du réseau (une variation par échelons de 10 degrés a été appliquée aux tensions alternatives à titre illustratif) .....	41
Figure B.6 – Exemple de forme d'onde d'essai de déséquilibre de tension du réseau lorsqu'une tension de séquence négative a été appliquée aux tensions alternatives .....	42
Figure B.7 – Exemple de forme d'onde d'essai de variation de la fréquence du réseau lorsque la fréquence en courant alternatif a été modifiée de 50 Hz à 50,5 Hz.....	43
Figure C.1 – Exemple d'environnement d'essai.....	44
Figure D.1 – Exemple de mesurage de la durée d'établissement pour la variation de la tension du réseau dans le cas où la puissance stabilisée est différente de celle du régime permanent d'origine .....	49
Figure E.1 – Polarité de référence de la tension .....	50
Figure E.2 – Polarité de référence du courant.....	51
Figure E.3 – Polarité et direction de référence pour les mesurages des DER .....	51
Figure E.4 – Polarité et direction de référence pour les mesurages des charges .....	51
Figure E.5 – Vecteur tournant de tension et de courant pour une charge .....	52
Figure E.6 – Vecteur tournant de tension et de courant pour une DER .....	52
Figure E.7 – Puissance complexe pour une charge .....	54
Figure E.8 – Puissance complexe pour une DER .....	54
Figure E.9 – Quadrants de puissance pour une charge.....	55
Figure E.10 – Quadrants de puissance pour une DER .....	55
Figure G.1 – Configuration d'un montage d'essai alternatif .....	60
Figure H.1 – Configuration de base d'un équipement de conversion de puissance .....	61
Figure H.2 – Diagramme vectoriel de tension et de courant de l'EUT et point de fonctionnement représenté dans la courbe PQ avec une $U_{ac}$ suffisante (surexcitée) .....	63
Figure H.3 – Diagramme vectoriel de tension et de courant de l'EUT et point de fonctionnement représenté dans la courbe PQ avec une faible $U_{ac}$ (sous-excitée) .....	63
Figure H.4 – Diagramme vectoriel de tension et de courant de l'EUT et point de fonctionnement représenté dans la courbe PQ avec une faible $U_{ac}$ (sous-excitée) .....	64
Figure H.5 – Diagramme vectoriel de tension et de courant de l'EUT et point de fonctionnement représenté dans la courbe PQ pendant le fonctionnement à inflexion (sous-excité) .....	64
Figure J.1 – Exemples de caractéristiques du simulateur PV.....	67
Figure J.2 – Forme d'onde d'essai de contrôle de puissance active avec source de tension continue constante et pas de MPPT .....	67
Figure J.3 – Forme d'onde d'essai de contrôle de puissance active avec simulateur PV et MPPT activés .....	68

Figure J.4 – Exemples de mouvements de points de fonctionnement d'un PCE pendant les essais de contrôle de puissance active ..... 68

Tableau 1 – Paramètres définis pour les essais .....	15
Tableau 2 – Conditions d'essai pour l'essai de tension de service .....	19
Tableau 3 – Conditions d'essai pour l'essai de fréquence de service .....	21
Tableau 4 – Cas d'essai pour le déséquilibre de la tension du réseau.....	28
Tableau A.1 – Éléments d'essai pour les caractéristiques en régime permanent (exemple) .....	31
Tableau A.2 – Éléments d'essai pour les caractéristiques en réponse transitoire (exemple) .....	32
Tableau B.1 – Enregistrement de l'essai de puissance active et réactive (exemple).....	34
Tableau B.2 – Enregistrement de l'essai de tension de service (exemple) .....	36
Tableau B.3 – Enregistrement de l'essai de fréquence de service (exemple) .....	36
Tableau B.4 – Enregistrement de l'essai de facteur de puissance (exemple).....	37
Tableau B.5 – Enregistrement de l'essai de contrôle de la puissance active (exemple).....	37
Tableau B.6 – Enregistrement de l'essai de contrôle de la puissance réactive (exemple) .....	38
Tableau B.7 – Enregistrement de l'essai de variation de la tension du réseau (exemple) .....	39
Tableau B.8 – Enregistrement de l'essai de variation de l'angle de phase de la tension du réseau (exemple) .....	40
Tableau B.9 – Enregistrement de l'essai de déséquilibre de tension du réseau (exemple) .....	41
Tableau B.10 – Enregistrement de l'essai de variation de fréquence du réseau (exemple) .....	42
Tableau C.1 – Fonctions exigées des alimentations électriques .....	45
Tableau C.2 – Grandeurs électriques mesurées à l'aide d'instruments ou de dispositifs de mesure .....	45
Tableau C.3 – Spécifications recommandées pour les alimentations électriques .....	46
Tableau C.4 – Spécifications recommandées pour le mesurage de la qualité de l'alimentation .....	47
Tableau C.5 – Spécifications recommandées pour les dispositifs de contrôle et d'enregistrement des formes d'onde .....	48
Tableau E.1 – Significations physiques des flux de puissance des charges .....	55
Tableau E.2 – Significations physiques des flux de puissance des générateurs.....	56
Tableau E.3 – Significations physiques des flux de puissance des générateurs au Japon .....	56
Tableau E.4 – Significations physiques des flux de puissance des générateurs dans l'IEEE 1547.1 .....	56
Tableau E.5 – Significations physiques des flux de puissance des générateurs dans l'EN 50549-10 .....	56
Tableau E.6 – Significations physiques des flux de puissance des générateurs dans l'AS/NZS 4777.2 .....	57
Tableau I.1 – Fonctions de support du réseau couvertes par la série IEC 63409 .....	65

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

## **Systèmes de production d'énergie photovoltaïque connectés au réseau - Essais des équipements de conversion de puissance - Partie 3: Opérations de base**

### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.  
<https://stdb.iec.ch/63409-3-2025/Std/IEC/63409-3-2025?ref=IEC63409-3-2025>
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC [avait/n'avait pas] reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevet.

L'IEC 63409-3 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
82/2456/FDIS	82/2525/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.