

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1727**

Première édition
First edition
1995-06

**Systèmes photovoltaïques (PV) –
Caractéristiques de l'interface
de raccordement au réseau**

**Photovoltaic (PV) systems –
Characteristics of the utility
interface**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1727: 1995

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- Catalogue des publications de la CEI
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- Bulletin de la CEI
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (IEV).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- IEC web site*
- Catalogue of IEC publications
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- IEC Bulletin
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1727**

Première édition
First edition
1995-06

**Systèmes photovoltaïques (PV) –
Caractéristiques de l'interface
de raccordement au réseau**

**Photovoltaic (PV) systems –
Characteristics of the utility
interface**

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

M

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives	6
3 Définitions	6
4 Caractéristiques du courant	8
5 Equipements de protection des systèmes PV et sécurité du personnel	12
Figures	
1 Schéma fonctionnel du système avec disjoncteur de sécurité à commande manuelle	16
2 Schéma fonctionnel du système avec disjoncteur de sécurité à commande électromécanique	18
A.1 Schéma fonctionnel et d'interface d'un système photovoltaïque	20
A.2 Sous-systèmes principaux d'un système photovoltaïque et schéma d'interconnexion	22
Annexes	
A Systèmes photovoltaïques et interfaces	20
B Bibliographie	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	5
Clause	
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Definitions	7
4 Power quality	9
5 PV system equipment protection and personnel safety	13
Figures	
1 Block diagram of a grid-connected PV system with manual safety disconnect switch	17
2 Block diagram of a grid-connected PV system with electromechanical safety disconnect	19
A.1 Block and interface diagram of a photovoltaic system	21
A.2 PV power-generating system major functional elements, subsystems and power-flow diagram	23
Annexes	
A PV system and interface	21
B Bibliography	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) – CARACTÉRISTIQUES DE L'INTERFACE DE RACCORDEMENT AU RÉSEAU

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 1727 a été établie par le comité d'études 82 de la CEI: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
82/122/DIS	82/138/RVD

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

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PHOTOVOLTAIC (PV) SYSTEMS –
CHARACTERISTICS OF THE UTILITY INTERFACE**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 1727 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

The text of this standard is based on the following documents:

DIS	Report on voting
82/122/DIS	82/138/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

Annexes A and B are for information only.

SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) – CARACTÉRISTIQUES DE L'INTERFACE DE RACCORDEMENT AU RÉSEAU

1 Domaine d'application

Cette norme internationale concerne les exigences relatives à l'interface de raccordement entre les systèmes PV et le réseau, et en fournit les recommandations techniques.

NOTE – Les exigences relatives à l'interface peuvent varier, lorsque les systèmes de stockage sont incorporés, ou lorsque les signaux de commande pour le fonctionnement des systèmes PV sont fournis par le réseau.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme Internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme Internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes Internationales en vigueur.

CEI 555-2: 1982, *Perturbations produites dans les réseaux d'alimentation par les appareils électrodomestiques et les équipements analogues – Deuxième partie: Harmoniques*

CEI 555-3: 1982, *Perturbations produites dans les réseaux d'alimentation par les appareils électrodomestiques et les équipements analogues – Troisième partie: Fluctuations de tension*

CEI 1173: 1992, *Protection contre les surtensions des systèmes photovoltaïques (PV) de production d'énergie - Guide*

CEI 1277: 1995, *Systèmes photovoltaïques (PV) terrestres – Généralités et guide*

CIGRE 123: 1992, *Équipements produisant des harmoniques et conditions régissant leur raccordement à l'alimentation*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 Champ photovoltaïque

Ensemble de tous les champs de modules solaires faisant partie d'un système PV donné (voir CEI 1277).

3.2 Interface courant continu (c.c.)

Raccordement entre le champ photovoltaïque et l'entrée du sous-système de conditionnement d'énergie électrique.

PHOTOVOLTAIC (PV) SYSTEMS – CHARACTERISTICS OF THE UTILITY INTERFACE

1 Scope

This International Standard addresses the interface requirements between the PV system and the utility, and provides technical recommendations.

NOTE – Interface requirements may vary when storage systems are incorporated or when control signals for PV system operation are supplied by the utility.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 555-2: 1982, *Disturbances in supply systems caused by household appliances and similar electrical equipment – Part 2: Harmonics*

IEC 555-3: 1982, *Disturbances in supply systems caused by household appliances and similar electrical equipment – Part 3: Voltage fluctuations*

IEC 1173: 1992, *Overvoltage protection for photovoltaic (PV) power generating systems – Guide*

IEC 1277:1995, *Terrestrial photovoltaic (PV) power generating systems – General and guide*

CIGRE 123:1992, *Equipment producing harmonics and conditions governing their connection to the main power supply*

3 Definitions

For the purpose of this International Standard the following definitions apply.

3.1 Array field

The aggregate of all solar photovoltaic arrays within a given system (see IEC 1277).

3.2 Direct current (d.c.) interface

The connections between the array field and the input of the power-conditioning sub-system.

3.3 Réseau public de distribution de l'électricité

Généralement, organisme responsable de la mise en oeuvre, de la conduite et de la maintenance des grands systèmes de fourniture et de distribution d'électricité (voir CEI 1277).

3.4 Sous-système de stockage

Sous-système qui emmagasine de l'énergie électrique.

3.5 Commande du disjoncteur électromécanique de sécurité et sous-système de contrôle

Sous-système qui contrôle l'état du réseau et qui ouvre le disjoncteur électromécanique de sécurité, lorsque cet état est dans des conditions hors limites.

3.6 Système photovoltaïque

Système qui convertit directement la lumière en énergie électrique sous une forme adéquate pour l'utilisation avec une charge donnée.

3.7 Sous-système de conditionnement de l'énergie électrique

Sous-système qui convertit le courant continu (c.c.) du champ photovoltaïque en courant alternatif (c.a.) compatible avec les exigences du réseau public de distribution de l'électricité.

Appareillage électrique pour rendre l'énergie transformée utilisable (voir CEI 1277).

3.8 Interface entre le système PV et le réseau public de distribution de l'électricité

Interconnexions entre le sous-système de conditionnement de l'énergie électrique, les charges locales à courant alternatif et le réseau public de distribution de l'électricité.

3.9 Sous-système de contrôle et de commande

Circuit de contrôle et de commande qui coordonne le fonctionnement de l'ensemble du système et l'interaction de tous les sous-systèmes (voir CEI 1277).

4 Caractéristiques du courant

Les caractéristiques du courant fourni par le système photovoltaïque aux charges sur site à courant alternatif et au réseau public de distribution de l'électricité sont régies par les usages et les normes sur la tension, le papillotement, la fréquence, les harmoniques et le facteur de puissance. Des écarts par rapport à ces normes (baisses de tension, micro-interruptions, etc.) représentent des conditions hors limites et nécessitent de débrancher le système photovoltaïque du réseau.

Il est admis de mesurer toutes les caractéristiques du courant (tension, fréquence, harmoniques, etc.) au niveau de l'interface avec le réseau public de distribution de l'électricité, sauf spécification contraire.

4.1 Tension de service, courant et puissance

Pour le fonctionnement correct des charges sur site à courant alternatif, la tension de service du réseau public est maintenue dans les limites spécifiées par les codes locaux.

3.3 *Electric utility*

Generally, an organization responsible for the installation, operation and maintenance of major electric supply and distribution systems (see IEC 1277).

3.4 *Storage subsystem*

The subsystem that stores electric energy.

3.5 *Electromechanical safety disconnect control and monitoring subsystem*

The subsystem that monitors utility grid conditions and opens an electromechanical safety disconnect for out-of-bounds conditions.

3.6 *Photovoltaic system*

A system that converts light directly into electric energy and into a form suitable for use by the intended load.

3.7 *Power conditioning subsystems*

The subsystem that converts the direct-current (d.c.) power from the array field to alternating current (a.c.) that is compatible with the requirements of the electric utility.

The electric equipment used to convert electrical power into a form or forms of electrical power suitable for subsequent use (see IEC 1277).

3.8 *PV system – Utility interface*

The interconnection between the power-conditioning subsystem, the local alternating-current loads, and the utility grid.

3.9 *Monitor and control subsystem*

Logic and control circuitry which supervises the overall operation of the system by controlling the interaction between all subsystems (see IEC 1277).

4 *Power quality*

The quality of power provided by the photovoltaic system for the on-site alternating-current loads and for power delivered to the utility is governed by practices and standards on voltage, flicker, frequency, harmonics, and power factor. Deviations from these standards (voltage dips, micro-interruptions, etc.) represent out-of-bound conditions and may require disconnection of the photovoltaic system from the utility.

All power quality parameters (voltage, frequency, harmonics, etc.) are assumed to be measured at the utility interface unless otherwise specified.

4.1 *Service voltage, current and power*

For proper operation of the on-site a.c. loads, the utility service voltage is maintained within certain limits specified by local codes.

La tension du système photovoltaïque doit être compatible avec celle du réseau public.

4.2 Papillotement

Le fonctionnement du système PV ne devra pas produire un papillotement excessif de la tension dans les limites permises du réseau public.

NOTE – Les limites permises du papillotement sont généralement établies par les réseaux publics et sont mesurées au primaire ou au secondaire du transformateur de service du réseau public. Le papillotement inacceptable est substantiellement fixé par la partie produisant des niveaux inadmissibles et par de fréquents changements brusques en tension.

4.3 Fréquence

Le système PV doit fonctionner en synchronisme avec le réseau public de distribution de l'électricité.

4.4 Harmoniques (voir CEI 555-2)

Les faibles niveaux d'harmoniques de courant et de tension sont souhaitables; les niveaux plus élevés d'harmoniques augmentent les possibilités d'effets défavorables aux équipements raccordés. Les niveaux acceptables d'harmoniques dépendent des caractéristiques du système de distribution, du type de service, des charges et appareils raccordés, et des usages reconnus du réseau public.

En général, il ne convient pas que le fonctionnement du système photovoltaïque produise une distorsion excessive de la forme d'onde de tension du réseau public ou aboutisse à une injection excessive d'harmoniques de courant sur le réseau public.

NOTE – La distorsion harmonique totale en tension est définie par:

$$THD_V = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1}$$

où

V_1 est la valeur efficace de la tension du fondamental

V_n est la valeur efficace de la tension de l'harmonique n

Les valeurs limites des harmoniques pour les convertisseurs statiques de puissance sont données par les codes locaux.

Les objectifs de conception proposés pour les valeurs limites des harmoniques de tension et de courant sont de 5 % pour la distorsion harmonique totale en courant et de 2 % pour celle en tension, avec un maximum de 1 % pour chaque harmonique de tension. Ces valeurs sont en général appliquées aux caractéristiques maximales de sortie du système (voir Vol. n° 123 Electra/Revue CIGRE).

4.5 Facteur de puissance

Il convient que le système PV ait un facteur de puissance moyen en retard de phase plus grand que 0,85 à charge nominale ou autres valeurs fixées par les codes locaux. Lorsque le facteur de puissance tombe au dessous de ce point, la correction du facteur de puissance peut être exigée. Certains réseaux publics peuvent imposer des limites sur le facteur de puissance en avance de phase.

The photovoltaic system voltage shall be compatible with the utility.

4.2 Flicker

The operation of the PV system should not cause voltage flicker in excess of allowable limits on the utility.

NOTE – Allowable flicker limits are generally established by individual utilities and measure at the primary or secondary of the utility service transformer. Objectionable flicker is subjectively determined by the party experiencing objectionable levels and frequency of abrupt changes in voltage.

4.3 Frequency

The PV system shall operate in synchronism with the utility grid.

4.4 Harmonics (see IEC 555-2)

Low levels of current and voltage harmonics are desirable; the higher harmonic levels increase the potential for adverse effects on connected equipment. Acceptable levels of harmonic voltage and current depend upon distribution system characteristics, type of service, connected loads/apparatus, and established utility practice.

In general, the operation of the photovoltaic system should not cause excessive distortion of the utility voltage waveform or result in excessive injection of harmonic currents into the utility system.

NOTE – Total harmonic voltage distortion is defined as:

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1}$$

where

V_1 is the r.m.s. fundamental voltage

V_n is the harmonic voltage of order n

The harmonic limits for static power converters are given by the local codes.

Suggested design targets for voltage and current harmonic limits are 5 % total current harmonics, and 2 % total voltage harmonic distortion with a 1% maximum for individual voltage harmonics. These values are generally applied at the peak output rating of the system (see Vol. No. 123 Electra/Revue CIGRE).

4.5 Power factor

The PV system should have an average lagging power factor greater than 0,85 at the rated load or other values fixed by local codes. When the power factor falls below this point, power-factor correction may be required. Some utilities may impose limits on leading power factor.

Le facteur de puissance moyen (PF) est calculé en divisant les kilowattheures (kWh) par la racine carrée de la somme des carrés des kilowattheures (kWh) et des kilovarheures (kVARh) sur une période.

Le facteur de puissance moyen (PF) sur une période est donné par:

$$PF = \frac{E_{\text{REAL}}}{\sqrt{E_{\text{REAL}}^2 + E_{\text{REACTIVE}}^2}}$$

où

E_{REAL} est l'énergie en kWh et E_{REACTIVE} est l'énergie réactive en kVARh.

5 Equipements de protection des systèmes PV et sécurité du personnel

Cet article donne des renseignements et des considérations pour un fonctionnement sûr et correct des systèmes PV raccordés au réseau public.

5.1 Perte de la tension du réseau

La première considération de sécurité des systèmes PV reliés au réseau public est que le système PV doit être débranché, en cas de coupure d'alimentation du réseau public, de la ligne de distribution, sans tenir compte des charges raccordées ou autres générateurs, dans les temps limites spécifiés par les codes locaux. Ceci est pour empêcher l'alimentation en retour de la ligne qui pourrait créer une situation périlleuse pour le personnel de maintenance du réseau public et pour le public lui-même.

L'alimentation de la ligne de distribution du réseau public peut être coupée pour plusieurs raisons. Par exemple, l'ouverture du disjoncteur de la sous-station due aux conditions de défaut, ou la ligne de distribution coupée pendant la maintenance.

5.2 Surtension ou sous-tension et surfréquence ou sous-fréquence

5.2.1 Surtension/sous-tension (voir CEI 555-3)

Lorsque la tension de l'interface dérive en dehors des limites spécifiées par les codes locaux, le système photovoltaïque doit être disjoncté du réseau public. Ceci s'applique à n'importe quelle phase d'un système multiphase.

5.2.2 Surfréquence/sous-fréquence

Lorsque la fréquence du réseau dérive en dehors des limites spécifiées par les codes locaux, le système photovoltaïque doit être disjoncté du réseau public.

5.3 Rétablissement du réseau public

Suite à la disjonction du réseau résultant des conditions hors limites, le système photovoltaïque peut rester disjoncté jusqu'à ce que le réseau soit rétabli dans les limites acceptables de tension et de fréquence de réseau pendant un temps suffisant, typiquement de 30 s à 3 min.

Average power factor (PF) is calculated by dividing the kilowatt-hours (kWh) by the square root of the sum of the squares of the kilowatt-hours and the kilovarhours (kVARh) over a period of time.

Average power factor (PF) over a period of time is given by:

$$PF = \frac{E_{\text{REAL}}}{\sqrt{E_{\text{REAL}}^2 + E_{\text{REACTIVE}}^2}}$$

where

E_{REAL} is the energy in kWh and E_{REACTIVE} is the reactive energy in kVARh.

5 PV system equipment protection and personnel safety

This clause provides information and considerations for the proper and safe operation of the utility grid-connected PV systems.

5.1 Loss of utility voltage

A primary safety consideration of PV systems interconnected to a utility is that the PV system shall disconnect from a de-energized distribution line irrespective of connected loads or other generators within the time limits specified by the local codes. This is to prevent back-feeding to the line, which could create a hazardous situation for utility maintenance personnel and the general public.

A utility distribution line can become de-energized for several reasons. For example, a substation breaker opening due to fault conditions, or the distribution line switched out during maintenance.

5.2 Over/under voltage and frequency

5.2.1 Over/under voltage (see IEC 555-3)

When the interface voltage deviates outside the conditions specified by local codes, the photovoltaic system shall disconnect from the utility. This applies to any phase of a multi-phase system.

5.2.2 Over/under frequency

When the utility frequency deviates outside the conditions specified by local codes, the photovoltaic system shall disconnect from the utility.

5.3 Utility recovery

Following photovoltaic system disconnects as a result of an out-of-bounds condition, the photovoltaic system shall remain disconnected until utility service voltage has recovered to within utility acceptable voltage and frequency limits for a sufficient period of time, typically 30 s to 3 min.

5.4 *Isolement du courant continu*

Le système PV ne doit pas injecter de composantes continues sur le courant alternatif ou de composantes alternatives sur les interfaces à courant continu, sous conditions normales ou anormales. Un transformateur d'isolement est une méthode qui peut être utilisée pour satisfaire à cette exigence.

5.5 *Mise à la terre*

Le système PV et les équipements de l'interface avec le réseau public doivent être mis à la terre conformément aux codes locaux et nationaux applicables (voir CEI 1173).

5.6 *Protection contre les surintensités*

Le système photovoltaïque doit avoir une protection contre les surintensités conformément aux codes locaux et nationaux applicables (voir CEI 1173).

5.7 *Protection contre les courts-circuits*

Le système photovoltaïque doit avoir la protection du réseau public contre les courts-circuits conformément aux codes locaux et nationaux applicables.

5.8 *Ouverture de sécurité*

Pour la sécurité des personnes qui peuvent être exposées au contact des lignes du réseau ou des équipements pendant la maintenance ou les coupures du réseau, un moyen sûr de débrancher la sortie du système PV à courant alternatif du réseau doit être fourni.

Les exigences d'ouverture peuvent être différentes suivant les usages et les codes locaux. Deux méthodes reconnues sont.

a) Ouverture manuelle de sécurité (figure 1)

Un disjoncteur manuel verrouillable et accessible entre le sous-système de conditionnement d'énergie électrique et le réseau public de distribution de l'électricité.

b) Ouverture électromécanique de sécurité (figure 2)

Un contacteur à commande électrique ou un disjoncteur, entre le sous-système de conditionnement d'énergie électrique et le réseau public de distribution de l'électricité, qui ouvre automatiquement pour les coupures du réseau ou par des conditions hors limites ou par un signal de commande généré par le réseau.

Le système électromécanique peut fournir une indication visuelle de l'état d'ouverture ou de fermeture et fournit un moyen au personnel du réseau un moyen de déterminer quand le sous-système de conditionnement d'énergie électrique a été débranché du réseau.

Le système peut avoir un auxiliaire de commande d'accès facile pour le transfert aisé des fonctions d'ouverture automatique ou manuelle.

5.4 *Direct-current isolation*

The PV system shall not inject d.c. into the a.c. or a.c. into the d.c. interface under normal or abnormal conditions. An isolation transformer is one method that can be used to satisfy this requirement.

5.5 *Grounding*

The PV system and utility interface equipment shall be grounded in accordance with the applicable local and national codes (see IEC 1173).

5.6 *Surge protection*

The photovoltaic system shall have surge protection in accord with the applicable local and national codes (see IEC 1173).

5.7 *Short-circuit protection*

The photovoltaic system shall have short-circuit protection for the utility grid in accordance with the applicable local and national codes.

5.8 *Safety disconnect*

For the safety of persons who may be exposed to contact with the utility lines or equipment during utility maintenance or grid outages, a positive means of disconnecting the a.c. output of the PV system from the utility shall be provided.

Disconnect requirements may differ due to local codes and practices. Two accepted methods are as follows:

a) **Manual safety disconnect (figure 1)**

A lockable and accessible manual load-break disconnect switch between the power conditioning subsystem and the utility grid.

b) **Electromechanical safety disconnect (figure 2)**

An electrically operated contactor or circuit-breaker disconnect between the power conditioning subsystem and the utility grid that opens automatically for grid outages or by out-of-bounds conditions or by a utility-generated control signal.

The electromechanical system may provide visual open or close status indication, and provide a means for utility personnel to determine when the power conditioning subsystem has been disconnected from the utility grid.

The system may have an accessible control switch for permissive transfer to automatic or manual open functions.

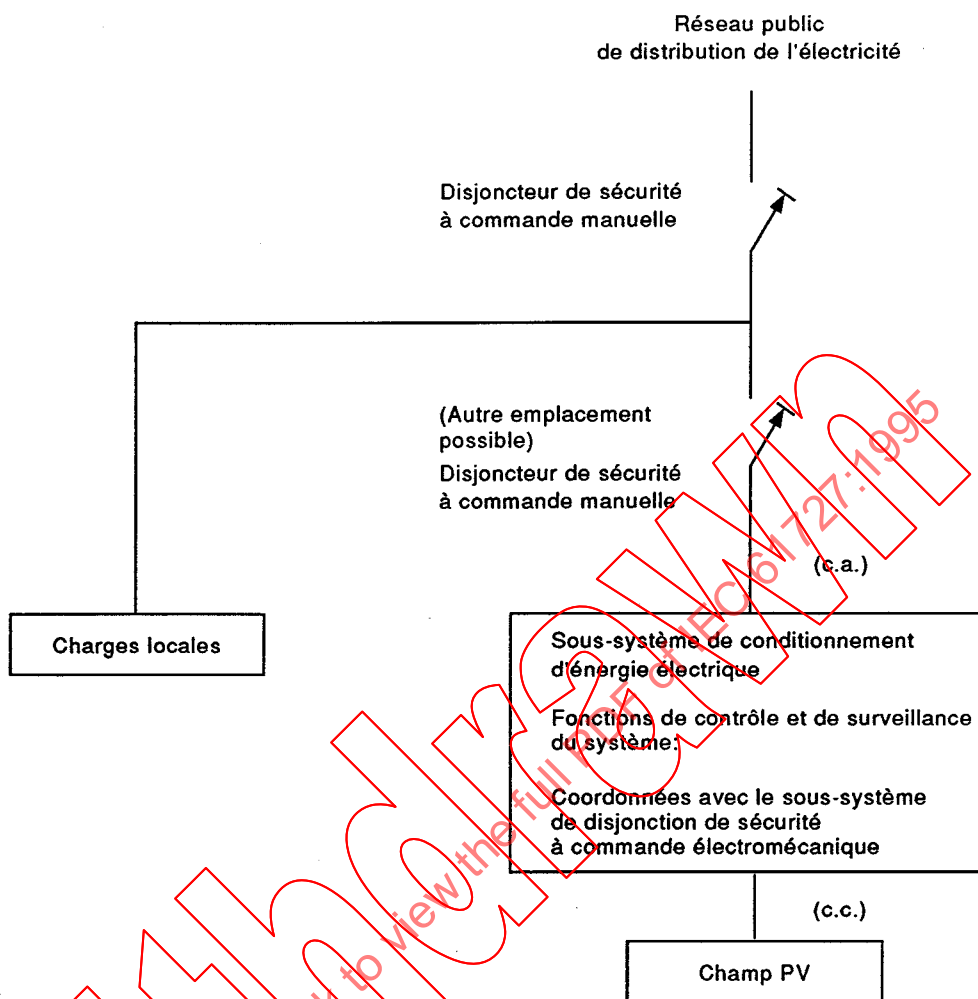


Figure 1 – Schéma fonctionnel du système avec disjoncteur de sécurité à commande manuelle

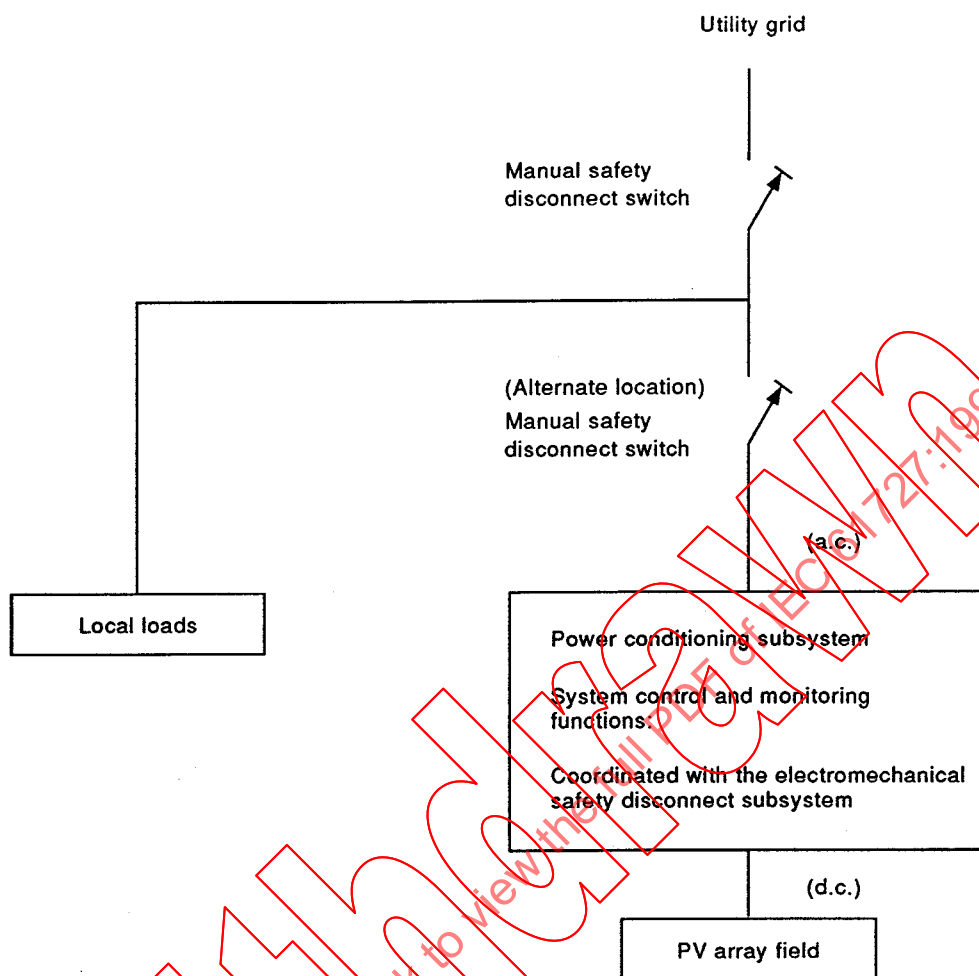
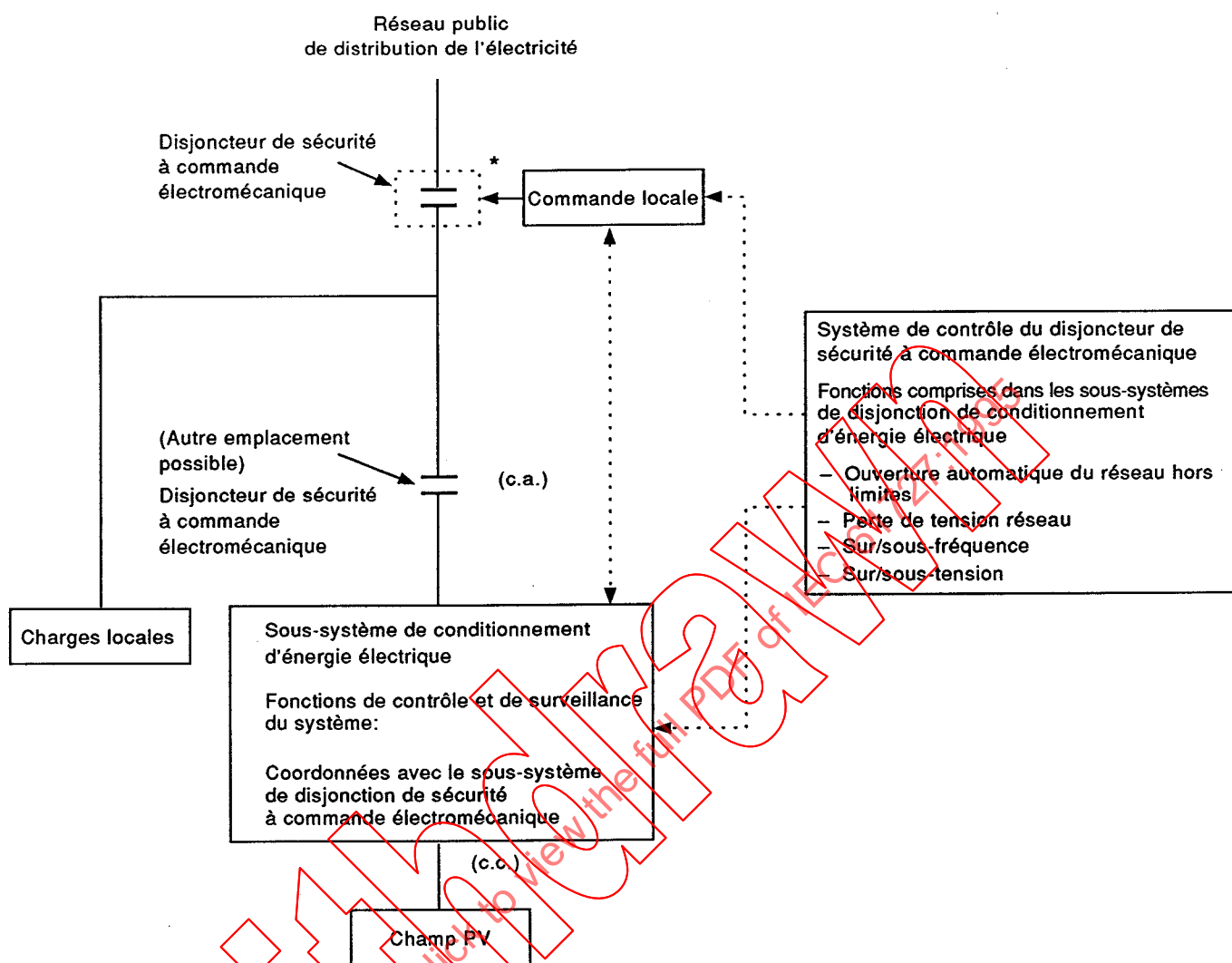
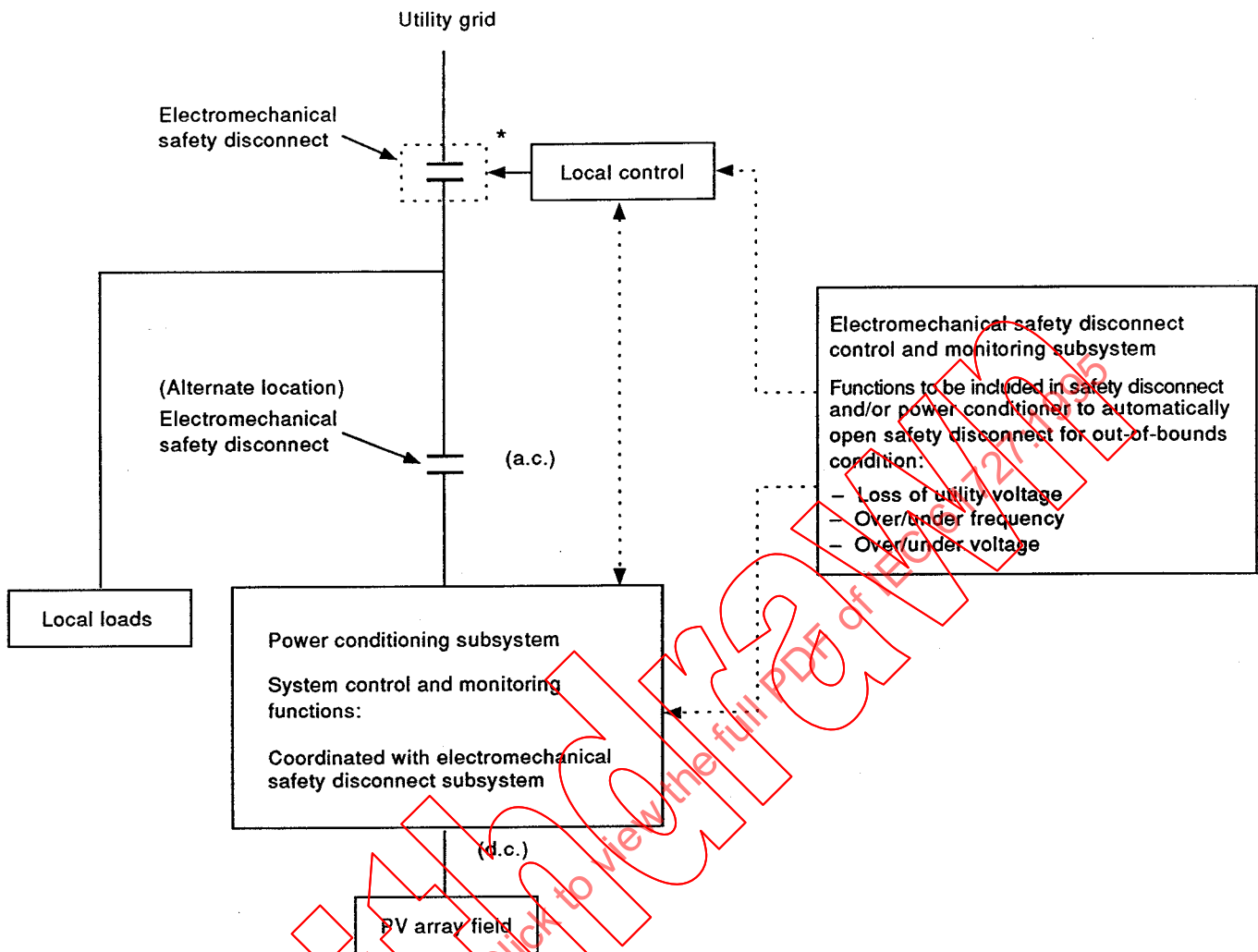


Figure 1 – Block diagram of a grid-connected PV system with manual safety disconnect switch



* Si requis par le réseau public, un disjoncteur de sécurité à commande manuelle peut être ajouté.

Figure 2 – Schéma fonctionnel du système PV raccordé au réseau avec disjoncteur de sécurité à commande électromécanique



* If required by the utility, a manual safety disconnect switch may be added.

Figure 2 – Block diagram of a grid-connected PV system with electromechanical safety disconnect

Annexe A (informative)

Systèmes photovoltaïques et interfaces

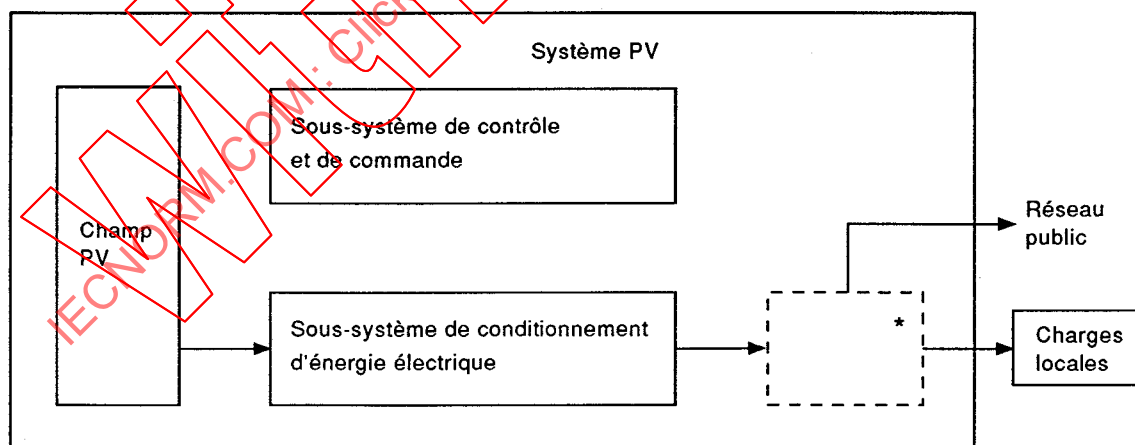
Il convient que les interfaces comprennent tous les équipements et éléments nécessaires, basés sur une bonne conception industrielle et sur les exigences particulières des usages sur site.

La figure A.1 montre une vue d'ensemble du système, allant du champ photovoltaïque au réseau public. La figure A.2 montre divers sous-systèmes qui peuvent être utilisés. Certaines parties montrées sur le schéma peuvent ne pas être présentes dans des systèmes spécifiques.

L'interface de raccordement au réseau des systèmes PV peut comprendre des équipements auxiliaires tels que disjoncteurs et compteurs. Les isolateurs à courant continu et les relais de protection y sont inclus, dans le cas où ils ne font pas partie du sous-système de conditionnement d'énergie électrique.

Les interfaces peuvent avoir plusieurs fonctions. Ces dernières comprennent:

- 1) Distribution du courant alternatif circulant entre le sous-système de conditionnement d'énergie électrique, les charges alternatives sur site et le réseau public.
- 2) Fourniture des compteurs pour mesurer l'énergie active du courant alternatif en kWh.
- 3) Fourniture des disjoncteurs pour la sécurité et la maintenance.
- 4) Possibilité de fournir des fonctions de protection telles que transformateurs d'isolement, relais, fusibles et parafoudres.



* Le point de raccordement de l'interface au réseau des systèmes PV peut varier selon les codes locaux.

Figure A.1 – Schéma fonctionnel et interfaces d'un système photovoltaïque

Annex A (informative)

PV system and interface

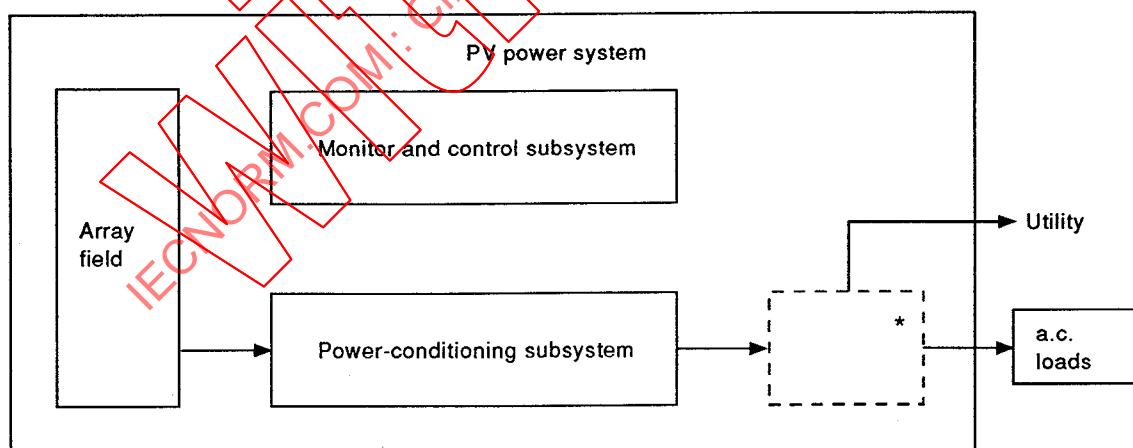
The interface should include all necessary equipment and components based on good engineering design and practice to site-specific requirements.

Figure A.1 shows the overall system from the photovoltaic array to the utility. Figure A.2 shows several subsystems that may be utilized. Some of the parts shown on the diagram may not be present in specific systems.

The PV system-utility interface may include ancillary equipment such as disconnect switches and meters. Direct-current isolators and protective relaying are included if not a part of the power-conditioning subsystems (PCS).

The interface can have several functions. These include:

- 1) Distribution of alternating-current power flowing between the power-conditioning subsystem, the on-site alternating current loads, and the utility line.
- 2) Provision for measurement of the alternating-current energy flow (kWh) meters.
- 3) Provision of disconnect switches for safety and maintenance.
- 4) Possibility of providing for protective functions such as isolating transformers, relaying, fuses, and lightning protection.



* The PV system utility interface point may vary due to local codes and ownership.

Figure A.1 – Block and interface diagram of a photovoltaic system

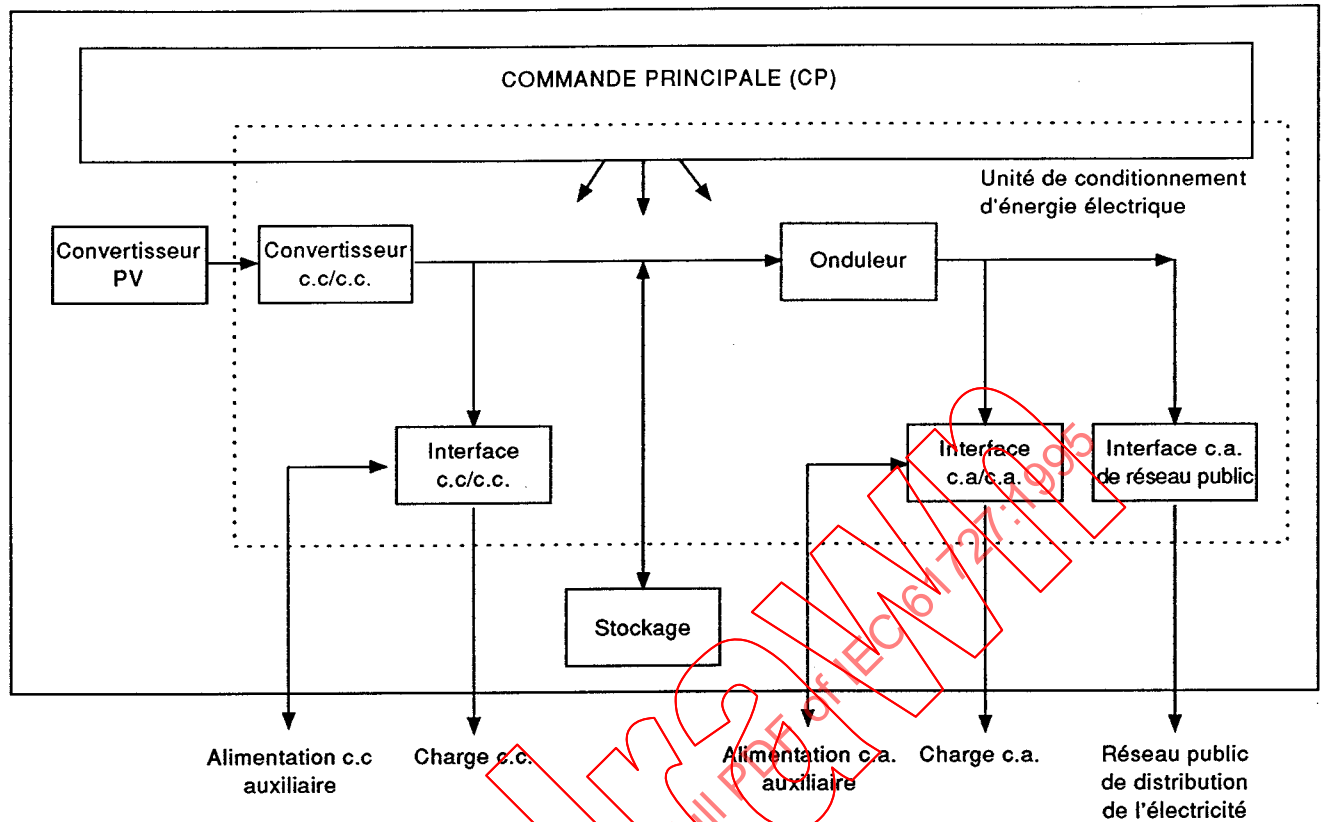


Figure A.2 – Sous-systèmes principaux d'un système photovoltaïque et schéma d'interconnexion