

NORME INTERNATIONALE

**Systemes de stockage de l'énergie électrique (EES) -
Partie 3-1: Planification et évaluation des performances des systèmes de
stockage de l'énergie électrique - Spécifications générales**

get full document from standards.iteh.ai



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
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

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

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

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

IEC Products & Services Portal - 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

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	6
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application	9
2 Références normatives.....	9
3 Termes, définitions et symboles	10
3.1 Termes et définitions.....	10
3.2 Symboles.....	10
4 Informations générales sur les systèmes EES.....	10
4.1 Principaux aspects fonctionnels	10
4.2 Architecture d'un système EES	11
4.3 Spécifications des sous-systèmes	11
4.3.1 Généralités	11
4.3.2 Sous-système d'accumulation	12
4.3.3 Sous-système de conversion de puissance.....	13
4.3.4 Sous-système auxiliaire.....	14
4.3.5 Sous-système de commande.....	14
4.4 Principaux paramètres électriques des systèmes EES	16
4.4.1 Généralités	16
4.4.2 Puissances actives d'entrée et de sortie assignées	17
4.4.3 Capacité de stockage de l'énergie assignée	17
4.4.4 Temps de réponse	19
4.4.5 Puissance réactive assignée	19
4.4.6 Consommation énergétique auxiliaire.....	19
4.4.7 Autodécharge	19
4.4.8 Rendement aller-retour.....	19
4.4.9 Rendement aller-retour du cycle de service	19
4.4.10 Temps de récupération.....	19
4.4.11 Valeurs de durée de vie et de fin de durée de vie en service.....	20
4.4.12 Temps de maintenance et de réparation pour la disponibilité.....	21
5 Planification et conception des systèmes EES	21
5.1 Généralités	21
5.2 Aperçu du processus de planification et de conception des systèmes EES	22
5.3 Objectif fonctionnel et applications des systèmes EES	25
5.3.1 Généralités	25
5.3.2 Applications de forte puissance	25
5.3.3 Applications liées à l'intégration des sources d'énergie renouvelables.....	25
5.3.4 Applications à haute intensité énergétique.....	26
5.3.5 Applications d'alimentation de secours	26
5.3.6 Applications multifonctions.....	26
5.4 Cycle de service au POC primaire	28
5.5 Sélection du système EES et dimensionnement préliminaire	30
5.5.1 Exigences et contraintes relatives au dimensionnement du système EES.....	30
5.5.2 Procédure de dimensionnement préliminaire en fonction du cycle de service et du POC primaire	33
5.6 Environnement du système EES.....	35

5.6.1	Généralités	35
5.6.2	Paramètres et exigences du réseau	36
5.6.3	Intégration des systèmes EES dans le réseau.....	37
5.6.4	Conditions de service	37
5.6.5	Normes et réglementations locales	39
5.7	Conditions et exigences de connexion au réseau	40
5.7.1	Généralités	40
5.7.2	Profil du réseau électrique au POC	40
5.7.3	Sécurité du système.....	41
5.7.4	Disponibilité	41
5.7.5	Exigences et caractéristiques relatives à la sécurité	41
5.8	Exigences opérationnelles	42
5.8.1	Surveillance	42
5.8.2	Maintenance.....	43
5.9	Dimensionnement final.....	44
5.9.1	Facteurs à considérer pour le dimensionnement final.....	44
5.9.2	Valeur de capacité de stockage de l'énergie liée aux conditions spécifiées.....	44
5.9.3	Valeur de rendement associée aux conditions spécifiées	49
5.9.4	Résultats finaux du dimensionnement	52
5.10	Sous-système de commande	54
5.10.1	Aspects du sous-système de commande	54
5.10.2	Etats de fonctionnement du sous-système de commande.....	55
5.10.3	Fonctionnement et commande.....	63
5.11	Interface de communication	64
5.11.1	Interface de communication (vers des systèmes externes).....	64
5.11.2	Modèle d'information pour un système EES	65
5.11.3	Surveillance et commande à distance	67
6	Évaluation des performances et durée de vie en service du système EES	71
6.1	Essai d'acceptation en usine (FAT)	71
6.2	Installation et mise en service	72
6.2.1	Généralités	72
6.2.2	Phase d'installation	72
6.2.3	Phase de mise en service	73
6.3	Essai d'acceptation sur site (SAT).....	76
6.4	Durée de vie des systèmes EES.....	76
6.4.1	Généralités	76
6.4.2	Evaluation des performances	76
6.4.3	Phase de surveillance des performances.....	77
6.5	Mise hors service du système EES	78
6.6	Aspects liés à l'inspection et aux essais.....	78
Annexe A (informative) Applications d'un système EES		82
A.1	Système EES utilisé comme support d'alimentation d'une borne de recharge électrique.....	82
A.2	Système EES conçu pour la commande de la fréquence	84
A.2.1	Généralités	84
A.2.2	Exemple de système EES utilisé pour la commande de fréquence primaire	84
A.2.3	Exemple de système EES utilisé pour la commande de fréquence secondaire	86

A.2.4	Exemple de système EES utilisé pour la commande de fréquence dynamique	87
A.3	Système EES associé à la production d'énergie renouvelable	89
A.3.1	Généralités	89
A.3.2	Exemple de système EES utilisé pour la stabilisation (d'énergie) renouvelables.....	89
A.3.3	Exemple de système EES utilisé pour le lissage (de puissance) renouvelable.....	90
A.3.4	Exemple de système EES utilisé dans l'application d'une borne de recharge PV-EESS-EV.....	91
A.3.5	Exemple de système EES utilisé comme ressource de démarrage autonome pour une centrale PV	93
A.4	Système EES pour applications de support du réseau	93
A.4.1	Exemple de système EES pour le support de la tension du réseau (mode de commande $Q(U)$)	93
A.4.2	Exemple de système EES pour le support de la qualité de la tension par injection de puissance active liée à la tension.....	96
Annexe B (informative)	Aspects à prendre en compte pour l'installation d'un système EES	98
B.1	Faisabilité et autorisation.....	98
B.2	Activités de base planifiées pour l'étude de faisabilité	99
B.2.1	Généralités	99
B.2.2	Phase – Activités de pré-faisabilité	99
B.2.3	Phase – Documents du projet	100
B.2.4	Phase – Processus d'autorisation.....	100
B.2.5	Processus d'obtention d'un permis	100
B.3	Assemblage sur site.....	101
B.4	Protection contre les catastrophes naturelles – Prévention incendie.....	101
B.5	Transport et stockage sur site	102
Annexe C (informative)	Aspects pris en compte pour la mise hors service d'un système EES.....	103
C.1	Généralités	103
C.2	Plan de mise hors service.....	104
C.2.1	Généralités	104
C.2.2	Phase – Description du système EES et notification.....	105
C.2.3	Phase d'estimation du coût de mise hors service	106
C.2.4	Phase – Mise hors service du système EES	106
C.2.5	Phase – Dépose et de recyclage des matériaux et composants du système EES	107
C.2.6	Phase de démontage, démolition, dépose, emballage et évacuation du site du système EES	107
C.2.7	Phase de réhabilitation du site du système EES.....	108
Bibliographie.....		109
Figure 1 – Architectures types des systèmes EES.....		11
Figure 2 – Exemple de classification des systèmes EES en fonction de la forme d'énergie		12
Figure 3 – Architecture type du système EES avec structure détaillée du sous-système de gestion.....		15

Figure 4 – Exemple de caractéristiques de performance en fonction du temps pour les systèmes EES.....	20
Figure 5 – Exemple d'éléments à prendre en compte lors de la conception de la durée de vie en service des systèmes EES	21
Figure 6 – Vue d'ensemble des aspects de la planification des systèmes EES.....	23
Figure 7 – Vue d'ensemble du processus de dimensionnement d'un système EES	24
Figure 8 – Exemple de processus de planification d'un EES avec applications à scénarios multiples.....	27
Figure 9 – Détermination de la puissance auxiliaire pour un système EES sans POC auxiliaire.....	46
Figure 10 – Exemple d'états de fonctionnement d'un système EES.....	57
Figure 11 – Exemple de stratégie $P(f)$	58
Figure 12 – Exemple de réglage de la puissance active de sortie au POC primaire	60
Figure 13 – Exemple de fonctionnement selon un motif journalier au POC primaire.....	61
Figure 14 – Exemple d'application d'écrêtement des pointes de consommation	61
Figure 15 – Exemple de caractéristique de commande générale.....	62
Figure 16 – Schéma de référence pour l'échange d'informations	65
Figure 17 – Système EES obtenu par agrégation de plusieurs systèmes EES au même POC primaire.....	66
Figure 18 – Exemple de hiérarchie de modèle d'information d'un système EES	69
Figure A.1 – Exemples d'exigences pour un système EES sur une borne de recharge électrique	82
Figure A.2 – Cycle de service de conception d'un système EES sur une borne de recharge électrique.....	84
Figure A.3 – Exemple de cycle de service pour une application de commande de fréquence primaire avec une puissance de sortie de 30 s toutes les 30 min indiquée sur 2 h.....	85
Figure A.4 – Exemple de puissance de sortie pour une application de commande de fréquence secondaire avec une puissance de sortie de 20 min sur 3 h.....	86
Figure A.5 – Exemple de puissance de sortie d'un système EES pour une application de commande dynamique de la fréquence au printemps, en été, en automne et en hiver	88
Figure A.6 – Exemple de puissance de sortie d'un système EES dans une application de stabilisation d'énergie (solaire) renouvelable	90
Figure A.7 – Exemple de puissance de sortie d'un système EES dans une application de lissage de puissance (solaire) renouvelable.....	91
Figure A.8 – Exemple de puissance de sortie d'un système EES utilisé pour une application de borne de recharge PV-EESS-EV	92
Figure A.9 – Tensions de bus et puissance active de la centrale PV en situation de démarrage autonome de la centrale PV avec BESS	93
Figure A.10 – Exemple de tension du réseau au POC d'une centrale photovoltaïque.....	94
Figure A.11 – Exemple d'alimentation réactive d'un système EES au POC.....	95
Figure A.12 – Exemple de cycle de service pour le support de la qualité de la tension par injection de puissance active liée à la tension avec une sortie de puissance de 5 min toutes les 45 min sur 12 h	97
Figure B.1 – Phases types de la gestion du cycle d'un projet	99
Figure C.1 – Phases types de la gestion du cycle d'un projet.....	103

Tableau 1 – Points particuliers à prendre en compte lors de la phase de planification	17
Tableau 2 – Applications types à scénarios multiples des systèmes EES	27
Tableau 3 – Exemple de fonctionnement selon un motif journalier	60
Tableau 4 – Exemple de messages de catégories de mesure et de surveillance en fonction des catégories de messages	67
Tableau 5 – Exemple de messages d'un modèle d'information d'un système EES	69
Tableau 6 – Exemple d'éléments à prendre en compte	73
Tableau 7 – Points particuliers à prendre en compte lors de la phase de mise en service (essais des paramètres).....	75
Tableau 8 – Points particuliers à prendre en compte lors de la phase de surveillance des performances.....	77
Tableau 9 – Exemple de mesurages locaux et de surveillance du système EES.....	78
Tableau 10 – Exemple d'éléments d'inspection pour un système EES et ses sous-systèmes classés selon différents moments de la durée de vie en service.....	79
Tableau A.1 – Exemples de cycle de service de conception et valeurs de dimensionnement d'un système EES sur une borne de recharge électrique	83
Tableau A.2 – Exemple de valeurs d'un cycle de service pour la commande de fréquence primaire en cas de perte de production soudaine.....	85
Tableau A.3 – Exemple de valeurs de temps de récupération pour la commande de fréquence primaire en cas de perte de production soudaine.....	86
Tableau A.4 – Exemple de valeurs d'un cycle de service pour la commande de fréquence secondaire en cas de perte de génération soudaine.....	87
Tableau A.5 – Exemple de valeurs d'un cycle de service pour la commande dynamique de la fréquence primaire.....	88
Tableau A.6 – Exemple de valeurs d'un cycle de service pour la stabilisation (d'énergie) renouvelable.....	90
Tableau A.7 – Mode de fonctionnement du système EES pour le cas d'une borne de recharge du commerce basée sur un bus AC commun	92
Tableau A.8 – Exemple de valeurs d'un cycle de service pour une borne de recharge PV-EESS-EV du commerce	92
Tableau A.9 – Exemple de valeurs d'un cycle de service pour le support de la tension du réseau par le mode de commande $Q(U)$	96
Tableau A.10 – Exemple de valeurs d'un cycle de service pour la qualité de la tension.....	97

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES) - Partie 3-1: Planification et évaluation des performances des systèmes de stockage de l'énergie électrique - Spécifications générales

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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.
- 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 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 62933-3-1 a été établie par le comité d'études TC 120 de l'IEC: Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES). Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette première édition annule et remplace la première édition de l'IEC TS 62933-3-1 parue en 2018. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) améliorations concernant la conception et le dimensionnement d'un système EES;
- b) ajout de "Phase de mise hors service du système EES";
- c) ajout de "Aspects liés à l'inspection et aux essais";
- d) ajout de "Faisabilité et autorisation";
- e) ajout de "Activités de base planifiées pour l'étude de faisabilité";
- f) ajout de "Aspects à prendre en compte pour la mise hors service d'un système EES".

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

Projet	Rapport de vote
120/426/FDIS	120/442/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

La version française de la norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62933, publiées sous le titre général *Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES)*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

INTRODUCTION

Il convient d'utiliser l'IEC 62933-2-1 comme référence pour la sélection des éléments d'essai et de leurs méthodes d'évaluation correspondantes, ainsi que des principaux paramètres. Les termes principaux utilisés dans le présent document sont définis dans l'IEC 62933-1. Les questions relatives à l'environnement sont couvertes par l'IEC TS 62933-4-1. Les questions relatives à la sécurité du personnel sont couvertes par l'IEC 62933-5-1.

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62933 s'applique aux systèmes EES connectés au réseau et conçus être installés et fonctionner en intérieur ou en extérieur. Le présent document examine:

- les fonctions et les capacités nécessaires des systèmes EES;
- le dimensionnement et la conception des systèmes EES;
- le fonctionnement des systèmes EES;
- les éléments d'essai et les méthodes d'évaluation des performances des systèmes EES;
- les exigences pour la surveillance et l'acquisition des paramètres de fonctionnement des systèmes EES;
- l'échange d'informations entre les systèmes et les capacités de commande exigées;
- la maintenance des systèmes EES.

Les parties prenantes du présent document sont le personnel impliqué dans les systèmes EES, notamment:

- les planificateurs de réseaux d'énergie électrique et de systèmes EES;
- les propriétaires de systèmes EES;
- les opérateurs de réseaux d'énergie électrique et de systèmes EES;
- les constructeurs;
- les fournisseurs de systèmes EES et des équipements associés;
- les agrégateurs.

La documentation technique spécifique à chaque cas d'utilisation, y compris les tâches spécifiques à la planification et à l'installation telles que la conception, la surveillance, le mesurage, les essais, le fonctionnement et la maintenance du système, est très importante et est spécifiée tout au long du présent document.

NOTE Bien que le présent document ait été rédigé pour les réseaux à courant alternatif, certaines parties peuvent également s'appliquer aux réseaux à courant continu.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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).

IEC 60721-1, *Classification des conditions d'environnement - Partie 1: Agents d'environnement et leurs sévérités*

IEC 61850 (toutes les parties), *Réseaux et systèmes de communication pour l'automatisation des systèmes électriques*

IEC 62351 (toutes les parties), *Gestion des systèmes de puissance et échanges d'informations associés - Sécurité des communications et des données*

IEC 62443 (toutes les parties), *Sécurité des automatismes industriels et des systèmes de commande*

IEC 62933-1:2024, *Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES) - Partie 1: Vocabulaire*

IEC 62933-2-1:2017, *Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES) - Partie 2-1: Paramètres unitaires et méthodes d'essai - Spécifications générales*

IEC 62933-5-1, *Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES) - Partie 5-1: Considérations de sécurité pour les systèmes EES intégrés au réseau - Spécifications générales*

ISO/IEC 27000, *Technologies de l'information - Techniques de sécurité - Systèmes de management de la sécurité de l'information - Vue d'ensemble et vocabulaire*

3 Termes, définitions et symboles

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC 62933-1:1 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:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.2 Symboles

$\cos\phi$	facteur de puissance,
E	énergie,
E_C	capacité de stockage de l'énergie,
η	rendement,
f	fréquence,
I	courant,
P	puissance active,
Q	puissance réactive,
S	puissance apparente,
SOE	état d'énergie,
SOH	état de santé,
U	tension,

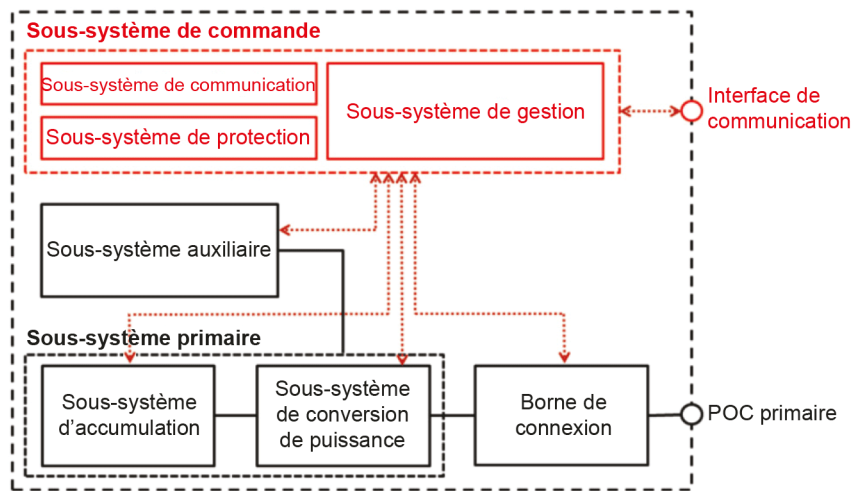
4 Informations générales sur les systèmes EES

4.1 Principaux aspects fonctionnels

Selon l'IEC 62933-1, un système EES est une installation connectée au réseau avec des limites électriques définies, comportant au moins une unité de stockage de l'énergie électrique, dont le but est d'extraire l'énergie électrique d'un réseau d'énergie électrique, de stocker cette énergie en interne d'une certaine manière et d'injecter de l'énergie électrique dans un réseau d'énergie électrique. Un système EES peut inclure des équipements de génie civil, des équipements de conversion de l'énergie ainsi que des équipements auxiliaires associés. Le système EES est commandé et coordonné dans le but de fournir des services aux opérateurs de réseaux d'énergie électrique ou aux utilisateurs de ces réseaux.

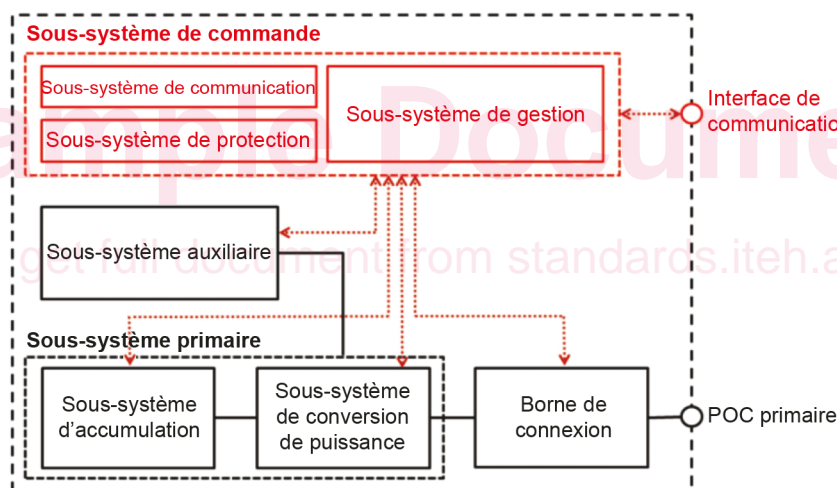
4.2 Architecture d'un système EES

L'architecture type d'un système EES, qui alimente en interne le sous-système auxiliaire, est représentée sur la Figure 1 a).



IEC

a) Système EES sans POC auxiliaire



IEC

b) Système EES avec POC auxiliaire

Figure 1 – Architectures types des systèmes EES

Si le sous-système auxiliaire est alimenté par une autre alimentation, l'architecture facultative d'un système EES est représentée sur la Figure 1 b).

4.3 Spécifications des sous-systèmes

4.3.1 Généralités

Pour satisfaire aux exigences de l'ensemble du système EES, il est nécessaire de décomposer les exigences du système en exigences de sous-systèmes. Les exigences relatives aux sous-systèmes doivent être formulées de manière générale et indépendante de la technologie, mais les exigences découlant des sous-systèmes (par exemple concernant la sécurité ou la maintenance), qui dépendent de la technologie, doivent également être prises en compte.

Les contraintes et les restrictions concernant la puissance assignée, l'énergie disponible, les conditions ambiantes et d'autres aspects internes ou externes doivent également être prises en compte pour tous les sous-systèmes.

Les exigences des sous-systèmes d'un système EES sont décrites aux paragraphes 4.3.2 à 4.3.5. En général, pour tous les sous-systèmes, la contribution au rendement global du système, par exemple le rendement aller-retour, doit être indiquée.

4.3.2 Sous-système d'accumulation

La capacité de stockage d'énergie du sous-système d'accumulation du système EES doit être évaluée de manière appropriée par rapport à la forme d'énergie (mécanique ou électrochimique, par exemple). La capacité de stockage d'énergie du sous-système d'accumulation a un impact direct sur la capacité assignée d'énergie d'entrée et de sortie au point de connexion (POC) primaire, c'est-à-dire qu'elle influe sur les valeurs de puissance active d'entrée et de sortie au POC primaire ainsi que sur la durée pendant laquelle la puissance active d'entrée et de sortie peut être appliquée au POC primaire.

Une approche largement utilisée pour classer les systèmes EES est la détermination en fonction de la forme d'énergie utilisée dans le sous-système d'accumulation. La Figure 2 donne un exemple de classification des systèmes EES en fonction de la forme d'énergie dans le sous-système d'accumulation.

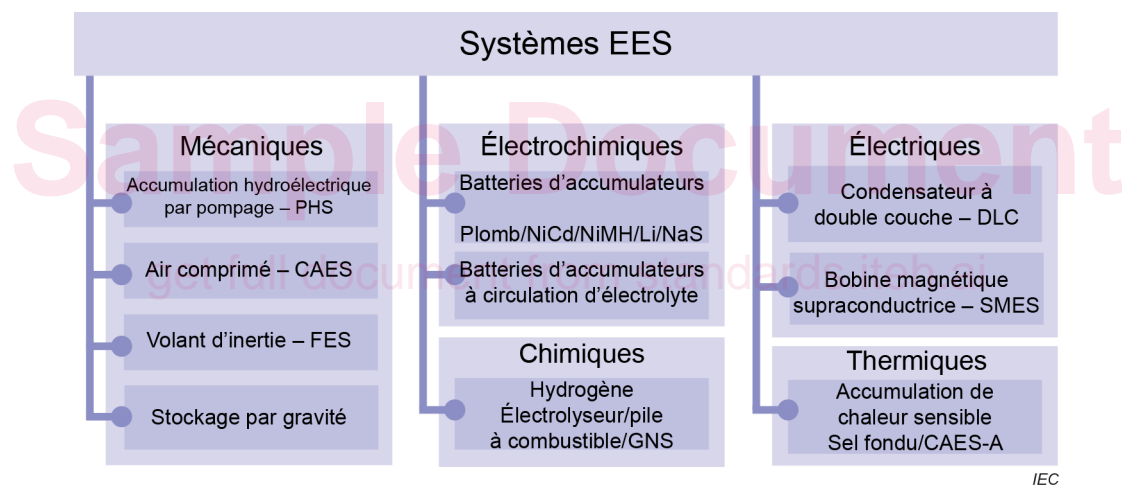


Figure 2 – Exemple de classification des systèmes EES en fonction de la forme d'énergie

Les sous-systèmes d'accumulation doivent satisfaire à des spécifications de performance telles que la capacité de stockage d'énergie ainsi que la puissance d'entrée et de sortie tout au long de leur durée de vie. Ceci inclut leur durée de vie en service dans des conditions d'utilisation telles que les motifs de fonctionnement (voir l'IEC 62933-1:2024, Figure 1), les conditions d'environnement, le cycle de maintenance, etc.

a) Exigences générales

Les informations suivantes doivent être fournies quelle que soit la technologie appliquée:

Pour chaque sous-système d'accumulation, la capacité de stockage d'énergie et la puissance de charge et de décharge maximales doivent être prises en compte car elles ont une influence directe sur l'ensemble du système EES.

Par ailleurs, le contenu énergétique actuel est important pour le système EES. Une méthode prévisionnelle, c'est-à-dire une méthode permettant d'estimer le contenu énergétique résultant après une charge ou une décharge avec une certaine puissance pendant un certain laps de temps, doit être fournie.

Les valeurs types de durée de vie en service (éventuellement différenciées en fonction du vieillissement cyclique ou calendaire) doivent être spécifiées. Des informations sur la densité d'énergie et de puissance doivent également être fournies pour pouvoir effectuer une comparaison avec d'autres sous-systèmes d'accumulation si nécessaire.

Des informations sur les cycles de service et de maintenance nécessaires doivent être fournies. La demande de puissance auxiliaire du sous-système d'accumulation doit également être indiquée, le cas échéant. De plus, les paramètres de rendement du sous-système d'accumulation doivent être fournis:

- le rendement de charge du sous-système d'accumulation;
- le rendement de décharge du sous-système d'accumulation;
- l'auto-décharge ou "efficacité du stockage de l'énergie" du sous-système d'accumulation.

b) Exigences spécifiques

S'il existe des exigences spécifiques à la technologie d'accumulation appliquée, ces exigences doivent alors être spécifiées. Par exemple, si une réduction de la puissance de charge ou de décharge est nécessaire dans certaines zones de fonctionnement, cette réduction doit être indiquée. Des réglementations particulières peuvent s'appliquer pour le sous-système d'accumulation (par exemple pour l'élimination). Si tel est le cas, cela doit être spécifié, car cela pourrait être pertinent pour la planification. Si une isolation galvanique entre le POC et le sous-système d'accumulation est prévue, cette information doit également être indiquée.

4.3.3 Sous-système de conversion de puissance

Le sous-système de conversion de puissance convertit la puissance du sous-système d'accumulation en puissance électrique au POC, généralement une puissance de sortie CA pendant la décharge du sous-système d'accumulation, et peut convertir la puissance d'entrée CA du réseau en puissance appropriée pour charger le sous-système d'accumulation. Cette conversion peut être réalisée par des systèmes électriques et/ou mécaniques. Le sous-système de conversion de puissance influe sur la caractéristique de puissance apparente du système EES. Le sous-système de conversion de puissance peut également influencer sur la qualité de puissance au POC.

En général, le sous-système de conversion de puissance est connecté au sous-système d'accumulation et à la borne de connexion (primaire). Pour les questions de planification, le sous-système de conversion de puissance doit également inclure tous les appareils de transfert de puissance entre la borne de connexion et le sous-système d'accumulation, par exemple tout type de transformateur de puissance, de filtre sinusoïdal ou d'éléments de commutation.

a) Exigences générales

Les informations suivantes doivent être fournies quelle que soit la technologie appliquée:

La demande de puissance auxiliaire du sous-système de conversion de puissance doit être indiquée, le cas échéant. Si une isolation galvanique entre le POC et le sous-système d'accumulation est prévue, cette information doit également être indiquée. De plus, les paramètres de rendement du sous-système de conversion doivent être fournis:

- le rendement de charge du sous-système de conversion de puissance, par exemple le rendement à la puissance d'entrée assignée;