

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61512-1

Première édition
First edition
1997-08

**Contrôle-commande des processus
de fabrication par lots –**

**Partie 1:
Modèles et terminologie**

Batch control –

**Part 1:
Models and terminology**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61512-1: 1997

Numéros des publications

Les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000 dès le 1er janvier 1997.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant 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 ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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

Numbering

As from the 1st 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 revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

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*.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61512-1

Première édition
First edition
1997-08

**Contrôle-commande des processus
de fabrication par lots –**

**Partie 1:
Modèles et terminologie**

Batch control –

**Part 1:
Models and terminology**

© IEC 1997 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XC**

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS.....	8
INTRODUCTION.....	10
Articles	
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Définitions.....	12
4 Processus de fabrication par lots et équipement	22
4.1 Processus, lots et processus de fabrication par lots.....	22
4.1.1 Processus continu	22
4.1.2 Processus de fabrication de pièces discrètes.....	22
4.1.3 Processus de fabrication par lots	22
4.2 Modèle physique	26
4.2.1 Niveau de l'entreprise	30
4.2.2 Niveau du site	30
4.2.3 Niveau de la zone.....	30
4.2.4 Niveau de la cellule de processus.....	30
4.2.5 Niveau de l'unité	32
4.2.6 Niveau du module d'équipement	32
4.2.7 Niveau du module de commande	32
4.3 Classification des cellules de processus.....	34
4.3.1 Classification par nombre de produits	34
4.3.2 Classification par structure physique.....	34
5 Concepts de contrôle-commande de processus de fabrication par lots	38
5.1 Structure de contrôle-commande de processus de fabrication par lots	40
5.1.1 Commande de base.....	40
5.1.2 Automatisation de procédure	40
5.1.3 Automatisme de coordination	44
5.2 Ressources	46
5.2.1 Relation entre le modèle d'automatisation de procédure, le modèle physique et le modèle de processus.....	46
5.2.2 Commande d'équipement au sein des ressources.....	46
5.2.3 Structuration des ressources	54
5.3 Recettes.....	56
5.3.1 Types de recettes.....	56
5.3.2 Contenu de la recette	62
5.3.3 Relation entre la procédure de recette exécutable et la commande d'équipement	72
5.3.4 Transportabilité de la recette	88
5.4 Plans et programmes de fabrication.....	90

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
INTRODUCTION	11
Clause	
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Definitions	13
4 Batch processes and equipment	23
4.1 Processes, batches and batch processes	23
4.1.1 Continuous processes	23
4.1.2 Discrete parts manufacturing processes	23
4.1.3 Batch processes	23
4.2 Physical model	27
4.2.1 Enterprise level	31
4.2.2 Site level	31
4.2.3 Area level	31
4.2.4 Process cell level	31
4.2.5 Unit level	33
4.2.6 Equipment module level	33
4.2.7 Control module level	33
4.3 Process cell classification	35
4.3.1 Classification by number of products	35
4.3.2 Classification by physical structure	35
5 Batch control concepts	39
5.1 Structure for batch control	41
5.1.1 Basic control	41
5.1.2 Procedural control	41
5.1.3 Coordination control	45
5.2 Equipment entities	47
5.2.1 Procedural control model/physical model/process model relationship	47
5.2.2 Equipment control in equipment entities	47
5.2.3 Structuring of equipment entities	55
5.3 Recipes	57
5.3.1 Recipe types	57
5.3.2 Recipe contents	63
5.3.3 Control recipe procedure/equipment control relationship	73
5.3.4 Recipe transportability	89
5.4 Production plans and schedules	91

Articles	Pages
5.5 Informations relatives à la fabrication	92
5.5.1 Informations spécifiques à un lot	92
5.5.2 Informations communes aux lots (non spécifiques à un lot)	94
5.5.3 Historique du lot	94
5.5.4 Rapports de lot	94
5.6 Affectation et arbitrage	96
5.6.1 Affectation	96
5.6.2 Arbitrage	98
5.7 Modes de contrôle et états	98
5.7.1 Modes de contrôle	98
5.7.2 Etats	102
5.8 Traitement des exceptions	108
6 Activités et fonctions de contrôle-commande de processus de fabrication par lots	110
6.1 Activités de commande	110
6.1.1 Modèle d'activité de commande	110
6.1.2 Traitement de l'information	114
6.1.3 Ingénierie de processus et de commande	118
6.2 Gestion de recette	120
6.2.1 Gestion des recettes générales	120
6.2.2 Définition des éléments de procédure de la recette générale	122
6.2.3 Gestion des recettes de site	124
6.2.4 Gestion des recettes principales	124
6.2.5 Définition des éléments de procédure de la recette principale	126
6.3 Planification et programmation de la fabrication	128
6.4 Gestion des informations relatives à la fabrication	128
6.4.1 Réception et stockage des informations relatives à l'historique du lot	130
6.4.2 Manipulation des données historiques	136
6.4.3 Production de rapports de lot	136
6.5 Gestion de processus	140
6.5.1 Gestion des lots	142
6.5.2 Gestion des ressources de la cellule de processus	146
6.5.3 Collecte des informations relatives au lot et à la cellule de processus	148
6.6 Supervision d'unité	148
6.6.1 Acquisition et exécution des éléments de procédure	150
6.6.2 Gestion des ressources d'unité	152
6.6.3 Collecte des informations relatives au lot et à l'unité	152
6.7 Contrôle de processus	154
6.7.1 Exécution des phases de l'équipement	156
6.7.2 Exécution de la commande de base	158
6.7.3 Collecte de données	158
6.8 Sécurité du personnel et protection de l'environnement	160

Clause	Page
5.5 Production information	93
5.5.1 Batch-specific information	93
5.5.2 Common (non-batch specific) batch information	95
5.5.3 Batch history	95
5.5.4 Batch reports	95
5.6 Allocation and arbitration	97
5.6.1 Allocation	97
5.6.2 Arbitration	99
5.7 Modes and states	99
5.7.1 Modes	99
5.7.2 States	103
5.8 Exception handling	109
6 Batch control activities and functions	111
6.1 Management activities	111
6.1.1 Control activity model	111
6.1.2 Information handling	115
6.1.3 Process and control engineering	119
6.2 Recipe management	121
6.2.1 Manage general recipes	121
6.2.2 Define general recipe procedural elements	123
6.2.3 Manage site recipes	125
6.2.4 Manage master recipes	125
6.2.5 Define master recipe procedural elements	127
6.3 Production planning and scheduling	129
6.4 Production information management	129
6.4.1 Receiving and storing batch history information	131
6.4.2 Manipulating historical data	137
6.4.3 Producing batch reports	137
6.5 Process management	141
6.5.1 Manage batches	143
6.5.2 Manage process cell resources	147
6.5.3 Collect batch and process cell information	149
6.6 Unit supervision	149
6.6.1 Acquire and execute procedural elements	151
6.6.2 Manage unit resources	153
6.6.3 Collect batch and unit information	153
6.7 Process control	155
6.7.1 Execute equipment phases	157
6.7.2 Execute basic control	159
6.7.3 Collect data	159
6.8 Personnel and environmental protection	161

Figures	Pages
1 Modèle de processus (schéma entité-relation)	26
2 Modèle physique	28
3 Structure à cheminement simple	34
4 Structure à cheminement multiple	36
5 Structure en réseau	38
6 Modèle d'automatisation de procédure	42
7 Description de l'automatisation de procédure/de l'équipement permettant de réaliser une fonctionnalité de processus.....	48
8 Types de recettes	58
9 Procédure de recette générale	66
10 Procédure de recette principale	68
11 Relations entre les éléments de procédure de la recette de site et ceux de la recette principale.....	70
12 Distinction entre la procédure de recette exécutable et la commande d'équipement.....	74
13 Exemple de procédure de recette exécutable comprenant les procédures d'unité, les opérations et les phases	78
14 Exemple de procédure de recette exécutable comprenant les procédures d'unité et les opérations.....	80
15 Exemple de procédure de recette exécutable comprenant les procédures d'unité	82
16 Exemple de procédure de recette exécutable comprenant une seule procédure.....	84
17 Exemples de réductibilité de la procédure de recette exécutable/de la commande d'équipement	88
18 Diagramme de transition d'état pour les exemples d'états concernant les éléments de procédure.....	108
19 Modèle d'activité de commande	112
20 Définition/sélection simultanée des éléments de procédure et des ressources	118
21 Gestion de recette.....	122
22 Gestion de processus	142
23 Supervision d'unité	150
24 Contrôle de processus	156
 Tableaux	
1 Applications possibles des exemples de modes de contrôle.....	100
2 Matrice de transition d'état pour les exemples d'états concernant les éléments de procédure	106
 Annexes	
A Philosophie du modèle	162
B Bibliographie	176

Figures	Page
1 Process model (entity-relationship diagram).....	27
2 Physical model	29
3 Single-path structure	35
4 Multiple-path structure.....	37
5 Network structure	39
6 Procedural control model.....	43
7 Procedural control/equipment mapping to achieve process functionality.....	49
8 Recipe types	59
9 General recipe procedure.....	67
10 Master recipe procedure	69
11 Procedural element relationships in the site recipe and master recipe	71
12 Control recipe procedure/equipment control separation.....	75
13 Control recipe procedure example with unit procedures, operations and phases	79
14 Control recipe procedure example with unit procedures and operations.....	81
15 Control recipe procedure example with unit procedures	83
16 Control recipe procedure example with only a procedure	85
17 Control recipe procedure/equipment control collapsibility examples	89
18 State transition diagram for example states for procedural elements.....	109
19 Management activity model	113
20 Simultaneous definition/selection of procedural elements and equipment entities.....	119
21 Recipe management	123
22 Process management	143
23 Unit supervision.....	151
24 Process control	157
 Tables	
1 Possible implementations of example modes.....	101
2 State transition matrix for example states for procedural elements.....	107
 Annexes	
A Model philosophy.....	163
B Bibliography	177

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONTRÔLE-COMMANDE DES PROCESSUS DE FABRICATION PAR LOTS –

Partie 1: Modèles et terminologie

AVANT-PROPOS

- 1) La (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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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 du 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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61512-1 a été établie par le sous-comité 65A: Aspects systèmes, du comité études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

La CEI 61512 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Contrôle-commande des processus de fabrication par lots*:

- Partie 1: Modèles et terminologie;
- Partie 2: Structure des données et règles générales relatives aux langages.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65A/217/FDIS	65A/238/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.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**BATCH CONTROL –
Part 1: Models and terminology**

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 co-operation 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 express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are 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.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61512-1 has been prepared by subcommittee 65A: System aspects, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

IEC 61512 consists of the following parts, under the general title *Batch control*:

- Part 1: Models and terminology;
- Part 2: Data structures and guidelines for languages.

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

FDIS	Report on voting
65A/217/FDIS	65A/238/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.

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

INTRODUCTION

Les modèles et la terminologie définis dans la présente partie de la CEI 61512

- soulignent les pratiques adéquates s'appliquant à la conception et à l'exploitation des installations de fabrication par lots;
- peuvent être utilisés afin d'améliorer le contrôle-commande des installations de fabrication par lots;
- peuvent être appliqués quel que soit le degré d'automatisation.

La présente norme fournit plus spécifiquement une terminologie normative ainsi qu'un ensemble cohérent de concepts et de modèles relatifs aux installations de fabrication par lots et au contrôle-commande de processus de fabrication par lots, qui permettront d'améliorer la communication entre les parties concernées et qui

- réduiront le temps passé par l'utilisateur pour atteindre des niveaux de production optimaux dans le cas de nouveaux produits;
- permettront aux distributeurs de fournir des outils appropriés pour la mise en oeuvre du contrôle-commande de processus de fabrication par lots;
- permettront aux utilisateurs de mieux identifier leurs besoins;
- simplifieront la mise au point des recettes de telle manière qu'elles puissent être effectuées sans les services d'un ingénieur spécialiste des systèmes de contrôle-commande;
- réduiront le coût d'automatisation des processus de fabrication par lots;
- réduiront les efforts d'ingénierie relatifs au cycle de vie.

Le but de la présente norme n'est pas de

- suggérer qu'il existe une seule façon de mettre en oeuvre ou d'appliquer le contrôle-commande d'un processus de fabrication par lots;
- forcer les utilisateurs à abandonner leur méthode actuelle de traitement des processus de fabrication par lots; ni de
- limiter le développement dans le domaine du contrôle-commande de processus de fabrication par lots.

Les modèles présentés dans la présente norme sont présumés complets tels qu'ils sont indiqués. Cependant, ils sont susceptibles d'être réduits ou élargis selon la description ci-dessous. Les niveaux de l'unité et du module de commande peuvent ne pas être omis dans le modèle physique. La recette principale et la recette exécutable peuvent ne pas être omises dans le modèle représentant les types de recettes. La présente norme ne comprend aucune règle spécifique relative à la réduction et l'élargissement de ces modèles.

- Réduction: certains éléments des modèles sont susceptibles d'être omis tant que le modèle reste cohérent et que les fonctions de l'élément supprimé sont prises en compte.
- Elargissement: certains éléments sont susceptibles d'être ajoutés aux modules. Lorsque l'ajout s'effectue entre des éléments reliés, il est recommandé de conserver l'intégrité de la relation originale.

INTRODUCTION

The models and terminology defined in this part of IEC 61512

- emphasize good practices for the design and operation of batch manufacturing plants;
- can be used to improve control of batch manufacturing plants; and
- can be applied regardless of the degree of automation.

Specifically, this standard provides a standard terminology and a consistent set of concepts and models for batch manufacturing plants and batch control that will improve communications between all parties involved; and that will

- reduce the user's time to reach full production levels for new products;
- enable vendors to supply appropriate tools for implementing batch control;
- enable users to better identify their needs;
- make recipe development straightforward enough to be accomplished without the services of a control systems engineer;
- reduce the cost of automating batch processes; and
- reduce life-cycle engineering efforts.

It is not the intent of this standard to

- suggest that there is only one way to implement or apply batch control;
- force users to abandon their current way of dealing with their batch processes; or
- restrict development in the area of batch control.

The models presented in this standard are presumed to be complete as indicated. However, they may be collapsed and expanded as described below. The unit and the control module levels may not be omitted from the physical model. The master recipe and the control recipe may not be omitted from the recipe-type model. Specific rules for collapsing and expanding these models are not covered in this standard.

- Collapsing: elements in the models may be omitted as long as the model remains consistent, and the functions of the element removed are taken into account.
- Expanding: elements may be added to the modules. When they are added between related elements, the integrity of the original relationship should be maintained.

CONTRÔLE-COMMANDE DES PROCESSUS DE FABRICATION PAR LOTS –

Partie 1: Modèles et terminologie

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61512 relative au contrôle-commande de processus de fabrication par lots définit des modèles de référence s'appliquant au contrôle-commande de processus de fabrication par lots tel qu'il est utilisé dans les industries de processus ainsi qu'une terminologie permettant d'expliquer les relations entre ces modèles et ces termes. Il est possible que cette norme ne s'applique pas à toutes les applications de contrôle-commande des processus de fabrication par lots.

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 partie de la CEI 61512. 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 partie de la CEI 61512 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 60848: 1988, *Etablissement des diagrammes fonctionnels pour systèmes de commande*

NOTE – Les structures définies dans la CEI 60848 peuvent être utiles dans la définition de l'automatisation de procédures et, en particulier, dans la définition d'une phase.

CEI 60902: 1987, *Mesure et commande dans les processus industriels – Termes et définitions*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61512, les définitions suivantes s'appliquent. Les définitions figurant dans la CEI 60902 ont servi de base aux définitions de la présente partie de la CEI 61512. Au besoin, la connotation spécifique des termes utilisés dans le contrôle-commande de processus de fabrication par lots a été incluse.

3.1 affectation: Action d'automatisme de coordination affectant une ressource à un lot ou à une unité.

NOTE – Une affectation peut s'appliquer à une ressource entière ou à des éléments d'une ressource.

3.2 arbitrage: Action d'automatisme de coordination qui détermine la façon dont une ressource devrait être affectée lorsque les demandes concernant cette ressource sont trop nombreuses pour pouvoir être satisfaites en même temps.

3.3 zone: Partie d'un site de fabrication par lots identifié par découpage physique, géographique ou logique à l'intérieur du site.

NOTE – Une zone est susceptible de comprendre des cellules de processus, des unités, des modules d'équipements et des modules de commande.

3.4 commande de base: Commande destinée à établir et maintenir l'équipement ou une condition de processus spécifique dans un état déterminé.

NOTE – La commande de base est susceptible d'inclure une régulation, un verrouillage, une supervision, un traitement des exceptions ainsi qu'un automatisme combinatoire ou séquentiel.

BATCH CONTROL –

Part 1: Models and terminology

1 Scope

This part of IEC 61512 on batch control defines reference models for batch control as used in the process industries and terminology that helps explain the relationships between these models and terms. This standard may not apply to all batch control applications.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions, which through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61512. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 61512 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 60848: 1988, *Preparation of function charts for control systems*

NOTE – Structures defined in IEC 60848 may be useful in the definition of procedural control and, in particular, in the definition of a phase.

IEC 60902: 1987, *Industrial-process measurement and control – Terms and definitions*

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 61512, the following definitions apply. Definitions found in IEC 60902 were used as a basis for definitions in this part of IEC 61512. Where necessary, the specific connotation of terms used in batch control was included.

3.1 allocation: A form of coordination control that assigns a resource to a batch or unit.

NOTE – An allocation can be for the entire resource or for portions of a resource.

3.2 arbitration: A form of coordination control that determines how a resource should be allocated when there are more requests for the resource than can be accommodated at one time.

3.3 area: A component of a batch manufacturing site that is identified by physical, geographical, or logical segmentation within the site.

NOTE – An area may contain process cells, units, equipment modules, and control modules.

3.4 basic control: Control that is dedicated to establishing and maintaining a specific state of equipment or process condition.

NOTE – Basic control may include regulatory control, interlocking, monitoring, exception handling, and discrete or sequential control.

3.5 lot

(1) quantité de produit en cours de fabrication ou qui a été fabriquée lors d'un passage unique dans le processus.

(2) entité représentant la fabrication d'un produit à un moment quelconque du processus.

NOTE – Le terme «lot» désigne le produit réalisé par et durant le processus ainsi que l'entité représentant la fabrication de ce produit. «Lot» est la forme contractée de l'expression «fabrication d'un lot».

3.6 contrôle-commande des processus de fabrication par lots: Activités de contrôle-commande et fonctions d'automatisme fournissant un moyen de traiter des quantités finies de produits entrants en les soumettant à un ensemble ordonné d'activités de traitement sur une période déterminée en utilisant une ou plusieurs parties de l'équipement.

3.7 processus de fabrication par lots: Processus conduisant à la fabrication de quantités finies de produits en soumettant des quantités de produits entrants à un ensemble ordonné d'activités de traitement sur une période déterminée en utilisant une ou plusieurs parties de l'équipement.

3.8 programme de lots: Liste de lots à fabriquer dans une cellule de processus spécifique.

NOTE – Le programme de lots inclut généralement des informations sur ce qui est à fabriquer, les quantités à fabriquer, la date et l'ordre de fabrication des lots ainsi que l'équipement à utiliser.

3.9 ressource commune: Ressource pouvant fournir des services à plus d'un demandeur.

NOTE – Les ressources communes sont identifiées comme des ressources à usage exclusif ou à usage partagé (voir 3.22 et 3.54).

3.10 module de commande: Le plus bas niveau de regroupement d'équipements dans le modèle physique pouvant réaliser une commande de base.

NOTE – Ce terme s'applique à la fois à l'équipement physique et à la ressource.

3.11 recette exécutable: Type de recette qui, lors de son exécution, définit la fabrication d'un lot unique d'un produit spécifique.

3.12 automatisme de coordination: Type de commande dirigeant, initialisant et/ou modifiant l'exécution de procédures et l'utilisation des ressources.

3.13 entreprise: Organisation coordonnant l'exploitation d'un ou plusieurs sites.

3.14 commande d'équipement: Fonctionnalité spécifique à l'équipement fournissant la capacité d'automatisation réelle pour une ressource, qui comprend l'automatisation de procédures, la commande de base et les automatismes de coordination, et qui ne fait pas partie de la recette.

3.15 ressource: Regroupement d'équipements de partie commande et de partie opérative et leur contrôle-commande associé servant à réaliser un automatisme (ou fonction de commande) donné, ou un ensemble de fonctions de commande.

3.16 module d'équipement: Groupe fonctionnel d'équipement pouvant réaliser un nombre fini d'activités de traitement élémentaires et spécifiques.

NOTES

1 Un module d'équipement est généralement centré sur une partie d'un équipement de processus (bac ou peson, réchauffeur, épurateur, etc.). Ce terme s'applique à la fois à l'équipement physique et à la ressource.

2 Le dosage et le pesage sont des exemples d'activités de processus élémentaires.

3.17 opération d'équipement: Opération faisant partie de la commande d'équipement.

3.5 batch

(1) The material that is being produced or that has been produced by a single execution of a batch process.

(2) An entity that represents the production of a material at any point in the process.

NOTE – Batch means both the material made by and during the process and also an entity that represents the production of that material. Batch is used as an abstract contraction of the words "the production of a batch."

3.6 batch control: Control activities and control functions that provide a means to process finite quantities of input materials by subjecting them to an ordered set of processing activities over a finite period of time using one or more pieces of equipment.

3.7 batch process: A process that leads to the production of finite quantities of material by subjecting quantities of input materials to an ordered set of processing activities over a finite period of time using one or more pieces of equipment.

3.8 batch schedule: A list of batches to be produced in a specific process cell.

NOTE – The batch schedule typically contains such information as what to produce, how much to produce, when or in what order the batches are needed, and what equipment to use.

3.9 common resource: A resource that can provide services to more than one requester.

NOTE – Common resources are identified as either exclusive-use resources or shared-use resources (see 3.22 and 3.54).

3.10 control module: The lowest level grouping of equipment in the physical model that can carry out basic control.

NOTE – This term applies to both the physical equipment and the equipment entity.

3.11 control recipe: A type of recipe which, through its execution, defines the manufacture of a single batch of a specific product.

3.12 coordination control: A type of control that directs, initiates, and/or modifies the execution of procedural control and the utilization of equipment entities.

3.13 enterprise: An organization that coordinates the operation of one or more sites.

3.14 equipment control: The equipment-specific functionality that provides the actual control capability for an equipment entity, including procedural, basic and coordination control, and that is not part of the recipe.

3.15 equipment entity: A collection of physical processing and control equipment and equipment control grouped together to perform a certain control function or set of control functions.

3.16 equipment module: A functional group of equipment that can carry out a finite number of specific minor processing activities.

NOTES

1 An equipment module is typically centered around a piece of process equipment (a weigh tank, a process heater, a scrubber, etc.). This term applies to both the physical equipment and the equipment entity.

2 Examples of minor process activities are dosing and weighing.

3.17 equipment operation: An operation that is part of equipment control.

- 3.18 **phase d'équipement:** Phase faisant partie de la commande d'équipement.
- 3.19 **procédure d'équipement:** Procédure faisant partie de la commande d'équipement.
- 3.20 **procédure d'unité d'équipement:** Procédure d'unité faisant partie de la commande d'équipement.
- 3.21 **traitement des exceptions:** Fonctions traitant les aléas de processus ou d'installation et autres événements extérieurs au comportement normal ou souhaité du contrôle-commande des processus de fabrication par lots.
- 3.22 **ressource à usage exclusif:** Ressource commune qu'un seul utilisateur peut utiliser à un moment donné.
- 3.23 **formule:** Catégorie d'information de recette comprenant les entrées de processus, les paramètres de processus et les sorties de processus.
- 3.24 **recette générale:** Type de recette exprimant les traitements indépendamment du site et du matériel.
- 3.25 **en-tête:** Informations relatives au but, à l'origine et la version de la recette, telles que l'identification de la recette et du produit, le créateur et la date d'émission.
- 3.26 **ID:** Identificateur unique relatif aux lots, séries, opérateurs, techniciens et matières premières.
- 3.27 **chaîne; train:** Voir définition du terme.
- 3.28 **série:** Quantité unique de matériaux présentant un ensemble de caractéristiques communes.
- NOTE – L'origine du matériau, la recette principale utilisée pour fabriquer le matériau et les propriétés physiques distinctes représentent des exemples de caractéristiques communes.
- 3.29 **recette principale:** Type de recette prenant en compte les possibilités de l'équipement et susceptible de comprendre des informations spécifiques à la cellule de processus.
- 3.30 **mode de contrôle:** Manière dont les transitions des fonctions séquentielles s'effectuent au sein d'un élément de procédure, ou accès aux états des ressources par intervention manuelle ou par d'autres types de commande.
- 3.31 **opération:** Élément de procédure définissant une activité de traitement indépendante constituée de l'algorithme nécessaire à l'initialisation, à l'organisation et au contrôle-commande des phases.
- 3.32 **cheminement; chaîne:** Ordre d'un équipement au sein de la cellule de processus, utilisé ou censé être utilisé au cours de la fabrication d'un lot spécifique.
- 3.33 **sécurité du personnel et protection de l'environnement:** Activité de contrôle-commande consistant à

- empêcher, au niveau du processus, l'apparition de facteurs de risques pouvant compromettre la sécurité du personnel et/ou nuire à l'environnement, et/ou
- prendre des mesures complémentaires, comme la mise en route de l'équipement de secours, afin d'empêcher qu'une condition anormale n'engendre une dégradation plus importante qui mettrait en danger le personnel et/ou nuirait à l'environnement.

- 3.18 **equipment phase:** A phase that is part of equipment control.
- 3.19 **equipment procedure:** A procedure that is part of equipment control.
- 3.20 **equipment unit procedure:** A unit procedure that is part of equipment control.
- 3.21 **exception handling:** Those functions that deal with plant or process contingencies and other events which occur outside the normal or desired behaviour of batch control.
- 3.22 **exclusive-use resource:** A common resource that only one user can use at any given time.
- 3.23 **formula:** A category of recipe information that includes process inputs, process parameters and process outputs.
- 3.24 **general recipe:** A type of recipe that expresses equipment and site-independent processing requirements.
- 3.25 **header:** Information about the purpose, source and version of the recipe such as recipe and product identification, creator, and issue date.
- 3.26 **ID:** A unique identifier for batches, lots, operators, technicians, and raw materials.
- 3.27 **line; train:** See definition for train.
- 3.28 **lot:** A unique amount of material having a set of common traits.
- NOTE – Some examples of common traits are material source, the master recipe used to produce the material and distinct physical properties.
- 3.29 **master recipe:** A type of recipe that accounts for equipment capabilities and may include process cell-specific information.
- 3.30 **mode:** The manner in which the transition of sequential functions are carried out within a procedural element or the accessibility for manipulating the states of equipment entities manually or by other types of control.
- 3.31 **operation:** A procedural element defining an independent processing activity consisting of the algorithm necessary for the initiation, organization and control of phases.
- 3.32 **path; stream:** The order of equipment within a process cell that is used, or is expected to be used, in the production of a specific batch.
- 3.33 **personnel and environmental protection:** The control activity that
- prevents events from occurring that would cause the process to react in a manner that would jeopardize personnel safety and/or harm the environment; and/or
 - takes additional measures, such as starting standby equipment, to prevent an abnormal condition from proceeding to a more undesirable state that would jeopardize personnel safety and/or harm the environment.

3.34 phase: Le plus bas niveau d'élément de procédure dans le modèle d'automatisation de procédure.

3.35 automatisation de procédure: Automatisation de la procédure de fabrication selon une séquence ordonnée dans le but de réaliser une tâche de fabrication.

3.36 élément de procédure: Élément de l'automatisation de procédure défini par le modèle d'automatisation de procédure.

3.37 procédure: Stratégie de suivi d'un processus.

NOTE – En général, ce terme fait référence à la stratégie de fabrication d'un lot dans une unité de processus. Il peut également désigner un processus n'occasionnant pas la fabrication d'un produit, tel qu'une procédure de nettoyage en place.

3.38 processus: Suite d'activités chimiques, physiques ou biologiques permettant la transformation, le transport ou le stockage de matériaux ou d'énergie.

3.39 opération élémentaire de processus: Activités de traitement élémentaires combinées afin de réaliser une opération de processus.

NOTE – Les actions de processus représentent le niveau le plus bas de l'activité de traitement au sein du modèle de processus.

3.40 cellule de processus: Regroupement logique d'équipements comprenant l'équipement nécessaire pour la fabrication d'un ou plusieurs lots. Elle définit le domaine d'application de l'automatisme d'un ensemble d'équipements de processus à l'intérieur d'une zone.

NOTE – Ce terme s'applique à la fois à l'équipement physique et à la ressource.

3.41 contrôle de processus: Activité d'automatisation comprenant les fonctions d'automatisme nécessaires pour réaliser les traitements séquentiels, combinatoires et continus ainsi que pour collecter et présenter des données.

3.42 entrée de processus: Identification et quantité de matières premières ou autres ressources nécessaires pour fabriquer un produit.

3.43 gestion de processus: Activité de contrôle comprenant les fonctions d'automatisation nécessaires pour gérer la fabrication par lots au sein d'une cellule de processus.

3.44 opération de processus: Activité de transformation principale provoquant généralement une transformation chimique ou physique au niveau du matériau traité, définie sans tenir compte de la configuration réelle de l'équipement sélectionné.

3.45 sortie de processus: Identification et quantité de matériau ou d'énergie susceptible de résulter de l'exécution d'une recette exécutable.

3.46 paramètre de processus: Information nécessaire à la fabrication d'un matériau mais qui n'entre pas dans la classification d'entrée ou de sortie de processus.

NOTE – La température, la pression et le temps constituent des exemples d'informations de paramètres de processus.

3.47 stade de processus: Partie d'un processus se déroulant en général indépendamment des autres stades de processus et qui donne généralement lieu à une séquence planifiée de transformations chimiques ou physiques du matériau traité.

3.34 **phase:** The lowest level of procedural element in the procedural control model.

3.35 **procedural control:** Control that directs equipment-oriented actions to take place in an ordered sequence in order to carry out some process-oriented task.

3.36 **procedural element:** A building block for procedural control that is defined by the procedural control model.

3.37 **procedure:** The strategy for carrying out a process.

NOTE – In general, this refers to the strategy for making a batch within a process cell. It may also refer to a process that does not result in the production of a product, such as a clean-in-place procedure.

3.38 **process:** A sequence of chemical, physical, or biological activities for the conversion, transport or storage of material or energy.

3.39 **process action:** Minor processing activities that are combined to make up a process operation.

NOTE – Process actions are the lowest level of processing activity within the process model.

3.40 **process cell:** A logical grouping of equipment that includes the equipment required for production of one or more batches. It defines the span of logical control of one set of process equipment within an area.

NOTE – This term applies to both the physical equipment and the equipment entity.

3.41 **process control:** The control activity that includes the control functions needed to provide sequential, regulatory and discrete control, and to gather and display data.

3.42 **process input:** The identification and quantity of a raw material or other resource required to make a product.

3.43 **process management:** The control activity that includes the control functions needed to manage batch production within a process cell.

3.44 **process operation:** A major processing activity that usually results in a chemical or physical change in the material being processed and that is defined without consideration of the actual target equipment configuration.

3.45 **process output:** An identification and quantity of material or energy expected to result from one execution of a control recipe.

3.46 **process parameter:** Information that is needed to manufacture a material but does not fall into the classification of process input or process output.

NOTE – Examples of process parameter information are temperature, pressure and time.

3.47 **process stage:** A part of a process that usually operates independently from other process stages and that usually results in a planned sequence of chemical or physical changes in the material being processed.

3.48 recette: Ensemble d'informations nécessaires servant uniquement à la définition des prescriptions relatives à la fabrication d'un produit spécifique.

NOTE – Quatre types de recettes sont définis dans la présente norme: générale, de site, principale et exécutable.

3.49 gestion de recette: Activité d'automatisme comprenant les fonctions nécessaires à la conception, à l'enregistrement et à la tenue des recettes générales, des recettes de site et des recettes principales.

3.50 opération de recette: Opération faisant partie d'une procédure de recette dans une recette principale ou exécutable.

3.51 phase de recette: Phase faisant partie d'une procédure de recette dans une recette principale ou exécutable.

3.52 procédure de recette: Partie de la recette définissant la stratégie de fabrication d'un lot.

3.53 procédure de recette d'unité: Procédure d'unité faisant partie d'une procédure de recette dans une recette principale ou exécutable.

3.54 ressource à usage partagé: Ressource commune pouvant être utilisée par plus d'un utilisateur à la fois.

3.55 site: Partie d'une entreprise de fabrication, résultant d'un découpage physique, géographique ou logique au sein de l'entreprise.

NOTE – Un site est susceptible de comprendre des zones, des cellules de processus, des unités, des modules d'équipement et des modules de commande.

3.56 recette de site: Type de recette spécifique au site.

NOTE – Les recettes de site sont susceptibles d'être dérivées de recettes générales intégrant les contraintes locales, telles que la langue et les matières premières disponibles.

3.57 état: Situation d'une ressource ou d'un élément de procédure à un moment donné.

NOTE – Le nombre d'états possibles et leurs dénominations varient pour l'équipement et les éléments de procédure.

3.58 chaîne; cheminement: Voir définition du terme «cheminement».

3.59 train; ligne: Regroupement d'une ou plusieurs unités et groupes d'équipements associés de niveau inférieur qu'il est possible d'utiliser pour fabriquer un lot de produits.

3.60 unité: Regroupement d'équipements de processus et de leurs modules de commande associés au niveau desquels une ou plusieurs activités de traitement majeures peuvent être réalisées.

NOTES

1 Les unités sont supposées fonctionner sur un seul lot à la fois. Les unités fonctionnent de façon relativement indépendante les unes par rapport aux autres.

2 Ce terme s'applique à la fois à l'équipement physique et à la ressource.

3 La réaction, la cristallisation et la préparation d'une solution constituent des exemples d'activités de traitement majeures.

3.48 **recipe:** The necessary set of information that uniquely defines the production requirements for a specific product.

NOTE – There are four types of recipes defined in this standard: general, site, master and control.

3.49 **recipe management:** The control activity that includes the control functions needed to create, store and maintain general, site and master recipes.

3.50 **recipe operation:** An operation that is part of a recipe procedure in a master or control recipe.

3.51 **recipe phase:** A phase that is part of a recipe procedure in a master or control recipe.

3.52 **recipe procedure:** The part of a recipe that defines the strategy for producing a batch.

3.53 **recipe unit procedure:** A unit procedure that is part of a recipe procedure in a master or control recipe.

3.54 **shared-use resource:** A common resource that can be used by more than one user at a time.

3.55 **site:** A component of a batch manufacturing enterprise that is identified by physical, geographical, or logical segmentation within the enterprise.

NOTE – A site may contain areas, process cells, units, equipment modules and control modules.

3.56 **site recipe:** A type of recipe that is site-specific.

NOTE – Site recipes may be derived from general recipes recognizing local constraints, such as language and available raw materials.

3.57 **state:** The condition of an equipment entity or of a procedural element at a given time.

NOTE – The number of possible states and their names vary for equipment and for procedural elements.

3.58 **stream; path:** See definition for path.

3.59 **train; line:** A collection of one or more units and associated lower level equipment groupings that has the ability to be used to make a batch of material.

3.60 **unit:** A collection of associated control modules and/or equipment modules and other process equipment in which one or more major processing activities can be conducted.

NOTES

- 1 Units are presumed to operate on only one batch at a time. Units operate relatively independently of one another.
- 2 This term applies to both the physical equipment and the equipment entity.
- 3 Examples of major processing activities are react, crystallize, and make a solution.

3.61 procédure d'unité: Stratégie de réalisation d'enchaînement d'opérations dans un processus au sein d'une unité. Elle comprend les opérations successives et l'algorithme nécessaire à l'initialisation, à l'organisation et à l'automatisation de ces opérations.

3.62 recette d'unité: Partie d'une recette exécutable définissant uniquement les prescriptions d'opérations successives de production pour une unité.

NOTE – La recette d'unité comprend la procédure d'unité ainsi que la formule, l'en-tête, les prescriptions relatives à l'équipement, et les autres informations qui s'y rattachent.

3.63 supervision d'unité: Activité d'automatisme comprenant les fonctions de commande nécessaires pour superviser l'unité et les ressources de l'unité.

4 Processus de fabrication par lots et équipement

Cet article fournit une vue d'ensemble du traitement par lots et de l'installation de fabrication par lots. Les modèles et la terminologie définis dans cet article fournissent une base pour comprendre l'application du contrôle-commande de fabrication par lots au niveau de l'installation de fabrication par lots traitée aux articles 5 et 6. Cet article présente plus particulièrement les processus de fabrication par lots et fournit un modèle physique ainsi qu'une classification de cellules de processus.

4.1 *Processus, lots et processus de fabrication par lots*

Un processus est une suite d'activités chimiques, physiques ou biologiques permettant la transformation, le transport ou le stockage d'un matériau ou d'énergie. Les processus de fabrication industrielle entrent généralement dans la classification suivante: processus continu, processus de fabrication de pièces discrètes ou par lots. La classification d'un processus dépend de la sortie du processus, selon qu'elle apparaît dans un flux continu (continu), en quantités finies de pièces (fabrication de pièces discrètes) ou en quantités finies de matériaux (lots). Bien que certains aspects de la présente norme puissent s'appliquer à des processus de fabrication de pièces discrètes ou à des processus continus, cette norme ne traite pas spécifiquement de ces types de processus.

4.1.1 *Processus continu*

Au cours d'un processus continu, les produits passent dans un flux continu au travers de l'équipement de traitement. Une fois qu'un état d'exploitation stable est établi, la nature du processus ne dépend pas de la durée d'exploitation. Les démarrages, les transitions et les arrêts ne contribuent généralement pas à réaliser le traitement souhaité.

4.1.2 *Processus de fabrication de pièces discrètes*

Au cours d'un processus de fabrication de pièces discrètes, les produits sont classés en séries de fabrication sur la base de matières premières, de prescriptions de fabrication et d'historiques de fabrication communs. Lors d'un processus de fabrication de pièces discrètes, une quantité de produit spécifiée se déplace, en tant qu'unité (groupe de pièces), entre les stations de travail et chaque pièce garde son identité propre.

4.1.3 *Processus de fabrication par lots*

Les processus de fabrication par lots décrits dans la présente norme permettent la fabrication de quantités finies de matériaux (lots) en soumettant des quantités de matériaux entrants à une suite définie d'actions de traitement à l'aide d'un ou plusieurs équipements. Le produit résultant d'un processus de fabrication par lots est appelé un lot. Les processus de fabrication par lots sont des processus discontinus. Les processus de fabrication par lots ne sont ni discrets, ni continus; cependant, ils possèdent les caractéristiques de ces deux processus.

3.61 unit procedure: A strategy for carrying out a contiguous process within a unit. It consists of contiguous operations and the algorithm necessary for the initiation, organization and control of those operations.

3.62 unit recipe: The part of a control recipe that uniquely defines the contiguous production requirements for a unit.

NOTE – The unit recipe contains the unit procedure and its related formula, header, equipment requirements and other information.

3.63 unit supervision: The control activity that includes control functions needed to supervise the unit and the unit's resources.

4 Batch processes and equipment

This clause provides an overview of batch processing and the batch manufacturing plant. The models and terminology defined in this clause provide a foundation for understanding the application of batch control to the batch manufacturing plant in clauses 5 and 6. Specifically, this clause discusses batch processes, a physical model, and process cell classification.

4.1 Processes, batches and batch processes

A process is a sequence of chemical, physical or biological activities for the conversion, transport or storage of material or energy. Industrial manufacturing processes can generally be classified as continuous, discrete parts manufacturing or batch. How a process is classified depends on whether the output from the process appears in a continuous flow (continuous), in finite quantities of parts (discrete parts manufacturing), or in finite quantities of material (batches). Although aspects of this standard may apply to discrete parts manufacturing or continuous processes, this standard does not specifically address these types of processes.

4.1.1 Continuous processes

In a continuous process, materials are passed in a continuous flow through processing equipment. Once established in a steady operating state, the nature of the process is not dependent on the length of time of operation. Start-ups, transitions and shutdowns do not usually contribute to achieving the desired processing.

4.1.2 Discrete parts manufacturing processes

In a discrete parts manufacturing process, products are classified into production lots that are based on common raw materials, production requirements and production histories. In a discrete parts manufacturing process, a specified quantity of product moves as a unit (group of parts) between workstations, and each part maintains its unique identity.

4.1.3 Batch processes

The batch processes addressed in this standard lead to the production of finite quantities of material (batches) by subjecting quantities of input materials to a defined order of processing actions using one or more pieces of equipment. The product produced by a batch process is called a batch. Batch processes are discontinuous processes. Batch processes are neither discrete nor continuous; however, they have characteristics of both.

Un processus de fabrication par lots peut être subdivisé selon un ordre hiérarchique comme indiqué à la figure 1. La fabrication de chlorure de polyvinyle par polymérisation d'un monomère de chlorure de vinyle constitue l'illustration du processus de fabrication par lots dans les paragraphes suivants.

4.1.3.1 *Stades de processus*

Le processus comprend un ou plusieurs stades de processus organisés sous la forme d'un ensemble ordonné, qui peut être en série, en parallèle ou les deux. Un stade de processus constitue une partie d'un processus fonctionnant le plus souvent indépendamment des autres stades de processus. Il engendre généralement une suite programmée de transformations chimiques ou physiques au niveau du matériau traité. Les stades de processus typiques inclus dans le processus de fabrication du chlorure de polyvinyle pourraient être les suivants:

- polymériser: polymériser le monomère de chlorure de vinyle pour faire du chlorure de polyvinyle;
- récupérer: récupérer le monomère de chlorure de vinyle résiduel;
- sécher: sécher le chlorure de polyvinyle.

4.1.3.2 *Opérations de processus*

Chaque stade de processus comprend un ensemble ordonné d'une ou plusieurs opérations de processus. Les opérations de processus représentent des activités de traitement majeures. Une opération de processus engendre généralement une transformation chimique ou physique au niveau du matériau traité. Les opérations de processus typiques en vue de la polymérisation du monomère de chlorure de vinyle en chlorure de polyvinyle pourraient être les suivantes:

- préparer le réacteur: mettre le réacteur sous vide pour supprimer l'oxygène;
- charger: verser de l'eau déminéralisée et des agents tensio-actifs;
- provoquer la réaction: mélanger le monomère de chlorure de vinyle et le catalyseur, chauffer à 55 °C – 60 °C et maintenir cette température jusqu'à ce que la pression dans le réacteur diminue.

The subdivisions of a batch process can be organized in a hierarchical fashion as shown in figure 1. The example batch process used in the following subclauses is the production of polyvinyl chloride by the polymerization of vinyl chloride monomer.

4.1.3.1 *Process stages*

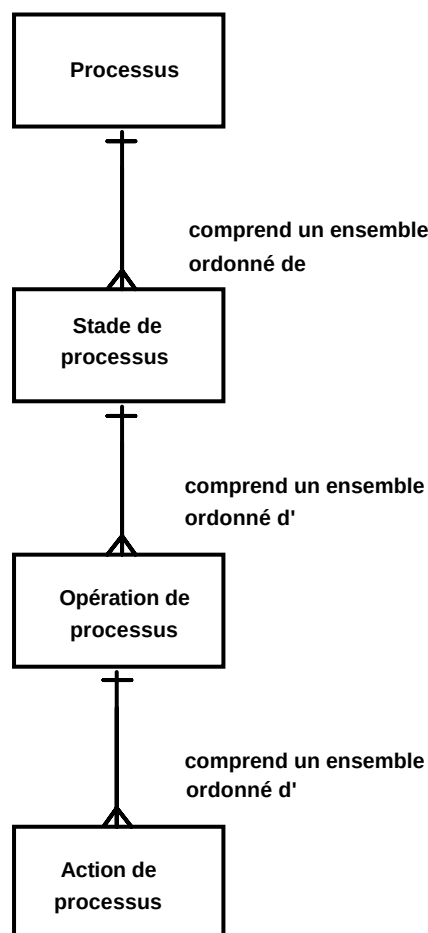
The process consists of one or more process stages which are organized as an ordered set, which can be serial, parallel or both. A process stage is a part of a process that usually operates independently from other process stages. It usually results in a planned sequence of chemical or physical changes in the material being processed. Typical process stages in the polyvinyl chloride process might be the following:

- polymerize: polymerize vinyl chloride monomer into polyvinyl chloride;
- recover: recover residual vinyl chloride monomer;
- dry: dry polyvinyl chloride.

4.1.3.2 *Process operations*

Each process stage consists of an ordered set of one or more process operations. Process operations represent major processing activities. A process operation usually results in a chemical or physical change in the material being processed. Typical process operations for the polymerization of vinyl chloride monomer into polyvinyl chloride process stage might be the following:

- prepare reactor: evacuate the reactor to remove oxygen;
- charge: add demineralized water and surfactants;
- react: add vinyl chloride monomer and catalyst, heat to 55 °C – 60 °C and hold at this temperature until the reactor pressure decreases.



NOTE – L'annexe A fournit une explication du format et des associations générales utilisés pour créer les schémas de la présente norme.

Figure 1 – Modèle de processus (schéma entité-relation)

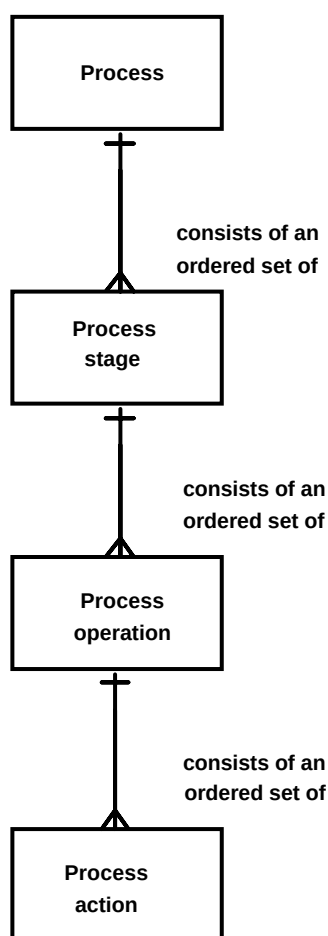
4.1.3.3 Actions de processus

Chaque opération de processus peut être subdivisée en un ensemble ordonné d'une ou plusieurs actions de processus réalisant le traitement prescrit par l'opération de processus. Les actions de processus décrivent des activités de traitement élémentaires combinées pour réaliser une opération de processus. Les actions de processus typiques en vue de l'opération de processus de réaction pourraient être les suivantes:

- ajouter: ajouter dans le réacteur la quantité prescrite de catalyseur;
- ajouter: ajouter dans le réacteur la quantité prescrite de monomère de chlorure de vinyle;
- chauffer: chauffer le contenu du réacteur à 55 °C – 60 °C;
- maintenir: maintenir le contenu du réacteur à 55 °C – 60 °C jusqu'à ce que la pression dans le réacteur diminue.

4.2 Modèle physique

Les paragraphes suivants décrivent un modèle physique qui peut être utilisé pour décrire les biens corporels d'une entreprise, c'est-à-dire les entreprises, les sites, les zones, les cellules de processus, les unités, les modules d'équipement et les modules de commande.



NOTE – Annex A provides an explanation of the format and general associations used in creating the diagrams in this international standard.

Figure 1 – Process model (entity-relationship diagram)

4.1.3.3 *Process actions*

Each process operation can be subdivided into an ordered set of one or more process actions that carry out the processing required by the process operation. Process actions describe minor processing activities that are combined to make up a process operation. Typical process actions for the react process operation might be the following:

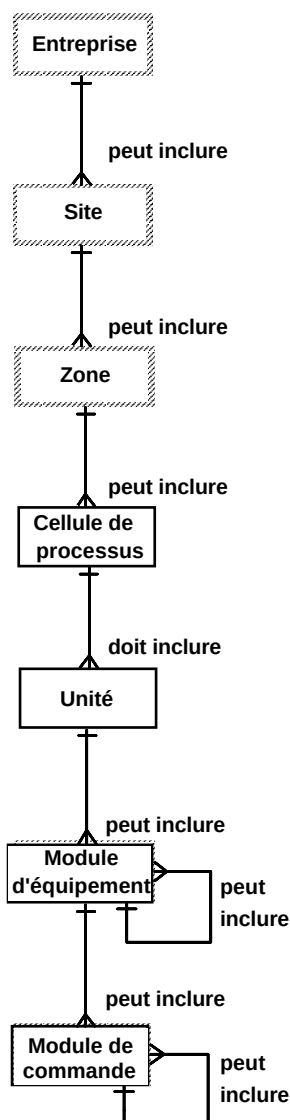
- add: add the required amount of catalyst to the reactor;
- add: add the required amount of vinyl chloride monomer to the reactor;
- heat: heat the reactor contents to 55 °C – 60 °C;
- hold: hold the reactor contents at 55 °C – 60 °C until the reactor pressure decreases.

4.2 *Physical model*

The following subclauses discuss a physical model that can be used to describe the physical assets of an enterprise in terms of enterprises, sites, areas, process cells, units, equipment modules and control modules.

Les biens corporels d'une entreprise réalisant une fabrication par lots sont généralement répartis de façon hiérarchique comme représenté à la figure 2. Les regroupements de niveau inférieur sont combinés pour former des niveaux supérieurs dans la hiérarchie. Dans certains cas, un regroupement à un certain niveau est susceptible d'être intégré dans un autre regroupement de même niveau.

Le modèle comprend sept niveaux, une entreprise figurant au niveau le plus haut, puis un site et une zone. Ces trois niveaux sont fréquemment définis selon des considérations économiques et ne sont pas modélisés dans la suite de cette norme. Les trois niveaux supérieurs figurent dans le modèle afin de pouvoir identifier correctement la relation entre l'équipement de niveau inférieur et l'entreprise de fabrication.

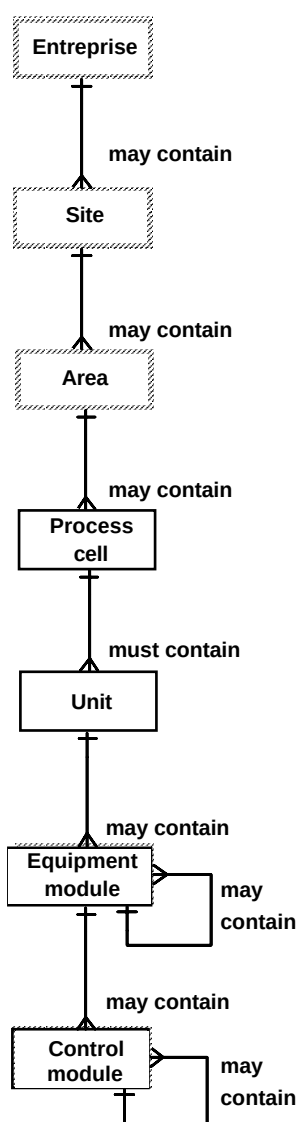


NOTE – Les cases des trois premiers niveaux sont représentées par des traits hachurés pour indiquer que les critères utilisés pour configurer les limites de ces trois niveaux dépassent souvent le cadre du contrôle-commande de processus de fabrication par lots et de la présente norme. Par conséquent, les critères relatifs à la configuration des limites de ces trois niveaux du modèle physique ne seront pas abordés dans cette norme.

Figure 2 – Modèle physique

The physical assets of an enterprise involved in batch manufacturing are usually organized in a hierarchical fashion as described in figure 2. Lower level groupings are combined to form higher levels in the hierarchy. In some cases, a grouping within one level may be incorporated into another grouping at that same level.

The model has seven levels, starting at the top with an enterprise, a site and an area. These three levels are frequently defined by business considerations and are not modelled further in this standard. The three higher levels are part of the model to properly identify the relationship of the lower level equipment to the manufacturing enterprise.



NOTE – The boxes for the top three levels are shown with slashed lines to indicate that the criteria that are used for configuring the boundaries of these three levels is often beyond the scope of batch control and this standard. Therefore, criteria for configuring the boundaries of these three levels of the physical model will not be discussed in this standard.

Figure 2 – Physical model

Les quatre niveaux inférieurs de ce modèle font référence à des types d'équipements spécifiques. Un type d'équipement représenté à la figure 2 représente un ensemble d'équipements physiques de traitement et de commande regroupés dans un but spécifique. Les niveaux inférieurs du modèle sont spécifiques aux regroupements d'équipements définis et délimités d'un point de vue technique. Les quatre niveaux inférieurs d'équipements (cellules de processus, unités, modules d'équipement et modules de commande) sont définis par les activités d'ingénierie (voir 5.2.3 et 6.1.3). Durant ces activités d'ingénierie, les équipements des niveaux inférieurs sont regroupés pour former un nouveau regroupement d'équipement de niveau supérieur. Il s'agit de simplifier l'exploitation de cet équipement en le considérant comme un seul équipement plus important. Une fois créé, l'équipement ne peut pas être subdivisé sauf en cas de modification de la conception à ce niveau.

4.2.1 Niveau de l'entreprise

Une entreprise est un regroupement d'un ou plusieurs sites. Elle peut comprendre des sites, des zones, des cellules de processus, des unités, des modules d'équipement et des modules de commande.

L'entreprise est chargée de définir les produits à fabriquer, les sites de fabrication et généralement leur méthode de fabrication.

Plusieurs facteurs autres que le contrôle-commande de processus de fabrication par lots définissent les limites d'une entreprise. Par conséquent, les critères de configuration des limites d'une entreprise ne sont pas couverts par la présente norme.

4.2.2 Niveau du site

Un site est un regroupement physique, géographique ou logique déterminé par l'entreprise. Il peut comprendre des zones, des cellules de processus, des unités, des modules d'équipement et des modules de commande.

Les limites d'un site reposent généralement sur des critères organisationnels ou commerciaux, par opposition aux critères techniques. Plusieurs facteurs autres que le contrôle-commande de processus de fabrication par lots définissent ces limites. Par conséquent, les critères de configuration des limites d'un site ne sont pas couverts par la présente norme.

4.2.3 Niveau de la zone

Une zone est un regroupement physique, géographique ou logique déterminé par le site. Elle peut comprendre des cellules de processus, des unités, des modules d'équipement et des modules de commande.

Les limites d'une zone reposent généralement sur des critères organisationnels ou commerciaux, par opposition aux critères techniques. Plusieurs facteurs autres que le contrôle-commande de processus de fabrication par lots définissent ces limites. Par conséquent, les critères de configuration des limites d'une zone ne sont pas couverts par la présente norme.

4.2.4 Niveau de la cellule de processus

Une cellule de processus inclut toutes les unités, les modules d'équipement et les modules de commande prescrits pour fabriquer un ou plusieurs lots.

Les activités de commande de processus répondent à un ensemble d'exigences de commande grâce à la mise en oeuvre de diverses méthodes et techniques. Les prescriptions relatives aux actions de commande physiques peuvent satisfaire à des prescriptions de processus ou à des prescriptions administratives.

The lower four levels of this model refer to specific equipment types. An equipment type in figure 2 is a collection of physical processing and control equipment grouped together for a specific purpose. The lower levels in the model are specific to technically defined and bounded groupings of equipment. The four lower equipment levels (process cells, units, equipment modules and control modules) are defined by engineering activities (see 5.2.3 and 6.1.3). During these engineering activities, the equipment at lower levels is grouped together to form a new higher level equipment grouping. This is done to simplify operation of that equipment by treating it as a single larger piece of equipment. Once created, the equipment cannot be split up except by re-engineering the equipment in that level.

4.2.1 *Enterprise level*

An enterprise is a collection of one or more sites. It may contain sites, areas, process cells, units, equipment modules and control modules.

The enterprise is responsible for determining what products will be manufactured, at which sites they will be manufactured, and in general how they will be manufactured.

There are many factors other than batch control that affect the boundaries of an enterprise. Therefore, the criteria for configuring the boundaries of an enterprise are not covered in this standard.

4.2.2 *Site level*

A site is a physical, geographical, or logical grouping determined by the enterprise. It may contain areas, process cells, units, equipment modules and control modules.

The boundaries of a site are usually based on organizational or business criteria as opposed to technical criteria. There are many factors other than batch control that affect these boundaries. Therefore, the criteria for configuring the boundaries of a site are not covered in this standard.

4.2.3 *Area level*

An area is a physical, geographical, or logical grouping determined by the site. It may contain process cells, units, equipment modules and control modules.

The boundaries of an area are usually based on organizational or business criteria as opposed to technical criteria. There are many factors other than batch control that affect these boundaries. Therefore, the criteria for configuring the boundaries of an area are not covered in this standard.

4.2.4 *Process cell level*

A process cell contains all of the units, equipment modules and control modules required to make one or more batches.

Process control activities respond to a combination of control requirements using a variety of methods and techniques. Requirements that cause physical control actions may include responses to process conditions or to comply with administrative requirements.

Le train est une subdivision fréquente au niveau d'une cellule de processus. Un train est composé de toutes les unités et autres équipements susceptibles d'être utilisés par un lot spécifique. Un lot n'utilise pas toujours la totalité des équipements inclus dans un train. En outre, plusieurs lots et plusieurs produits peuvent utiliser simultanément un train. L'ordre d'utilisation de l'équipement effectivement employé ou censé être employé par un lot est appelé le cheminement. Bien qu'une cellule de processus puisse comprendre plus d'un train, aucun train ne peut inclure un équipement situé en dehors des limites de la cellule de processus.

Une cellule de processus est un regroupement logique d'équipements comprenant l'équipement nécessaire pour la fabrication d'un ou plusieurs lots. Elle définit le domaine d'application de l'automatisation logique d'un ensemble d'équipements de processus à l'intérieur d'une zone. L'existence de la cellule de processus permet de programmer la fabrication sur la base d'une cellule de processus et permet également de concevoir des stratégies d'automatisation à l'échelle de la cellule. Ces stratégies d'automatisation à l'échelle de la cellule de processus pourraient se révéler particulièrement utiles dans des situations d'urgence.

4.2.5 Niveau de l'unité

Une unité est constituée de modules d'équipement et de modules de commande. Les modules qui constituent l'unité peuvent être configurés en tant qu'élément de l'unité ou peuvent être utilisés temporairement pour réaliser des tâches spécifiques.

Une ou plusieurs activités de transformation principales, telles que la réaction, la cristallisation et la préparation d'une solution, peuvent être réalisées dans une unité. Celle-ci combine tous les équipements physiques de transformation et de commande nécessaires pour mener à bien ces activités dans un regroupement de matériels indépendant d'équipements. Elle est généralement centrée sur une partie majeure de l'équipement de transformation, comme une cuve-mélangeur ou un réacteur. Physiquement, elle inclut ou peut inclure les services de tous les équipements reliés logiquement et qui sont nécessaires pour réaliser la ou les tâches de transformation majeures prescrites. Les unités fonctionnent de manière relativement indépendante les unes par rapport aux autres.

Une unité inclut ou fonctionne fréquemment sur un lot complet de matériau à un certain niveau de la séquence de transformation de ce lot. Cependant, dans d'autres circonstances, elle peut inclure ou fonctionner seulement sur une partie de ce lot. Cette norme présuppose que l'unité ne fonctionne pas sur plus d'un lot à la fois.

4.2.6 Niveau du module d'équipement

Physiquement, le module d'équipement peut être constitué de modules de commande et de modules d'équipement subordonnés. Un module d'équipement peut faire partie intégrante d'une unité ou représenter un regroupement d'équipements isolé à l'intérieur d'une cellule de processus. S'il est conçu comme un regroupement d'équipements isolé, il peut constituer une ressource à usage exclusif ou une ressource à usage partagé.

Un module d'équipement peut réaliser un nombre fini d'activités de traitement élémentaires spécifiques telles que le dosage et le pesage. Il combine tous les équipements physiques de traitement et de commande nécessaires pour mener à bien ces activités. Il est généralement centré sur une partie de l'équipement de traitement, telle qu'un filtre. Fonctionnellement, le domaine d'application du module d'équipement est défini par les tâches finies qu'il doit réaliser.

4.2.7 Niveau du module de commande

Un module de commande est généralement un regroupement de détecteurs, de dispositifs de commande, d'autres modules de commande et d'équipements de transformation associés qui, du point de vue de la commande, est utilisé comme une seule entité. Un module de commande peut également comprendre d'autres modules de commande. Par exemple, un module de commande de tête pourrait être défini comme une combinaison de plusieurs modules de commande de vannes de séparation automatiques.

A frequently recognized subdivision of a process cell is the train. A train is composed of all units and other equipment that may be utilized by a specific batch. A batch does not always use all the equipment in a train. Furthermore, more than one batch and more than one product may use a train simultaneously. The order of equipment actually used or expected to be used by a batch is called the path. Although a process cell may contain more than one train, no train may contain equipment outside the boundaries of the process cell.

A process cell is a logical grouping of equipment that includes the equipment required for production of one or more batches. It defines the span of logical control of one set of process equipment within an area. The existence of the process cell allows for production scheduling on a process cell basis, and also allows for process cell-wide control strategies to be designed. These process cell-wide control strategies might be particularly useful in emergency situations.

4.2.5 *Unit level*

A unit is made up of equipment modules and control modules. The modules that make up the unit may be configured as part of the unit or may be acquired temporarily to carry out specific tasks.

One or more major processing activities – such as react, crystallize, and make a solution – can be conducted in a unit. It combines all necessary physical processing and control equipment required to perform those activities as an independent equipment grouping. It is usually centered on a major piece of processing equipment, such as a mixing tank or reactor. Physically, it includes or can acquire the services of all logically related equipment necessary to complete the major processing task(s) required of it. Units operate relatively independently of each other.

A unit frequently contains or operates on a complete batch of material at some point in the processing sequence of that batch. However, in other circumstances, it may contain or operate on only a portion of a batch. This standard presumes that the unit does not operate on more than one batch at the same time.

4.2.6 *Equipment module level*

Physically, the equipment module may be made up of control modules and subordinate equipment modules. An equipment module may be part of a unit or a stand-alone equipment grouping within a process cell. If engineered as a stand-alone equipment grouping, it can be an exclusive-use resource or a shared-use resource.

An equipment module can carry out a finite number of specific minor processing activities such as dosing and weighing. It combines all necessary physical processing and control equipment required to perform those activities. It is usually centered on a piece of processing equipment, such as a filter. Functionally, the scope of the equipment module is defined by the finite tasks it is designed to carry out.

4.2.7 *Control module level*

A control module is typically a collection of sensors, actuators, other control modules, and associated processing equipment that, from the point of view of control, is operated as a single entity. A control module can also be made up of other control modules. For example, a header control module could be defined as a combination of several on/off automatic block valve control modules.

Les modules de commande peuvent être, par exemple

- un appareil de commande comprenant un transmetteur, un régulateur et une vanne de régulation actionnée à partir du point de réglage de l'appareil;
- une logique comprenant une vanne de séparation automatique munie de fin de courses actionnée à partir du point de réglage de l'appareil;
- une tête comprenant plusieurs vannes de séparation automatiques et qui coordonne les vannes pour diriger le flux vers une ou plusieurs destinations sur la base des informations du point de réglage et transmises vers le module de commande de tête.

4.3 Classification des cellules de processus

Les paragraphes suivants traitent de la classification des cellules de processus en fonction du nombre de produits différents fabriqués dans la cellule et de la structure physique de l'équipement utilisé au cours de la fabrication.

4.3.1 Classification par nombre de produits

Une cellule de processus est classée en tant que produit simple ou produit multiple en fonction du nombre de produits prévu en fabrication dans cette cellule de processus.

Une cellule de processus d'un *produit simple* fabrique le même produit dans chaque lot. Des variations sont possibles au niveau des procédures et des paramètres utilisés. Par exemple, des variations sont susceptibles d'apparaître afin de compenser les différences de l'équipement, la substitution de matières premières, les changements de prescriptions environnementales ou pour optimiser le processus.

Une cellule de processus d'un *produit multiple* fabrique différents produits en utilisant diverses méthodes de fabrication et de commande. Il existe deux possibilités:

- tous les produits sont fabriqués selon la même procédure en utilisant différentes valeurs de formules (paramètres des produits et/ou de traitement variables);
- les produits sont fabriqués en utilisant différentes procédures.

4.3.2 Classification par structure physique

Les principaux types de structures physiques décrits ici sont les structures à *cheminement simple*, à *cheminement multiple* et *en réseau*.

Une structure à *cheminement simple* est un groupe d'unités qu'un lot traverse de façon séquentielle (voir figure 3). Une structure à cheminement simple pourrait être une unité simple, telle qu'un réacteur, ou plusieurs unités suivant une séquence. Des matériaux entrant multiples sont généralement utilisés; des matériaux finis multiples peuvent être générés. Plusieurs lots peuvent être traités en même temps.

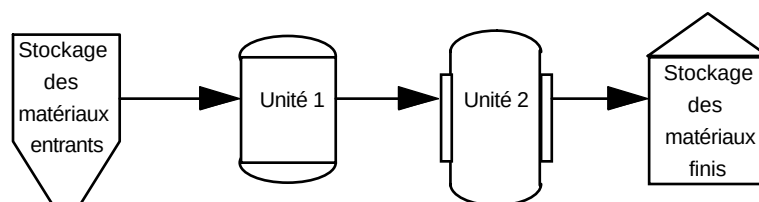


Figure 3 – Structure à cheminement simple

Some examples of control modules are

- a regulating device consisting of a transmitter, a controller and a control valve that is operated via the set point of the device;
- a state-oriented device that consists of an on/off automatic block valve with position feedback switches, that is operated via the set point of the device; or
- a header that contains several on/off automatic block valves and that coordinates the valves to direct flow to one or several destinations based upon the set point directed to the header control module.

4.3 Process cell classification

The following subclauses discuss the classification of process cells by the number of different products manufactured in the process cell and by the physical structure of the equipment used in the manufacturing.

4.3.1 Classification by number of products

A process cell is classified as single product or multi product based on the number of products planned for production in that process cell.

A *single-product* process cell produces the same product in each batch. Variations in procedures and parameters are possible. For example, variations may occur in order to compensate for differences in equipment, to compensate for substitute raw materials, to compensate for changes in environmental conditions or to optimize the process.

A *multi-product* process cell produces different products utilizing different methods of production or control. There are two possibilities:

- all products are produced with the same procedure using different formula values (varying materials and/or process parameters);
- the products are produced using different procedures.

4.3.2 Classification by physical structure

The basic types of physical structures discussed here are *single path*, *multiple path* and *network*.

A *single-path* structure is a group of units through which a batch passes sequentially (see figure 3). A single-path structure could be a single unit, such as a reactor, or several units in sequence. Multiple input materials are typically used; multiple finished materials may be generated. Several batches may be in progress at the same time.

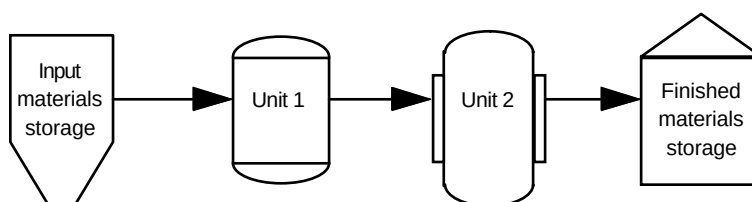


Figure 3 – Single-path structure

Une structure à *cheminement multiple* est représentée à la figure 4. Elle comprend de multiples structures à cheminement simple mises en parallèle sans transfert de produit. Les unités peuvent partager les sources de matières premières et le stockage de produit. Plusieurs lots peuvent être traités en même temps. Bien que les unités intégrées dans une structure à cheminement multiple puissent être physiquement similaires, il est possible que certains cheminements et unités, au sein d'une structure à cheminement multiple, présentent une conception physique radicalement différente.

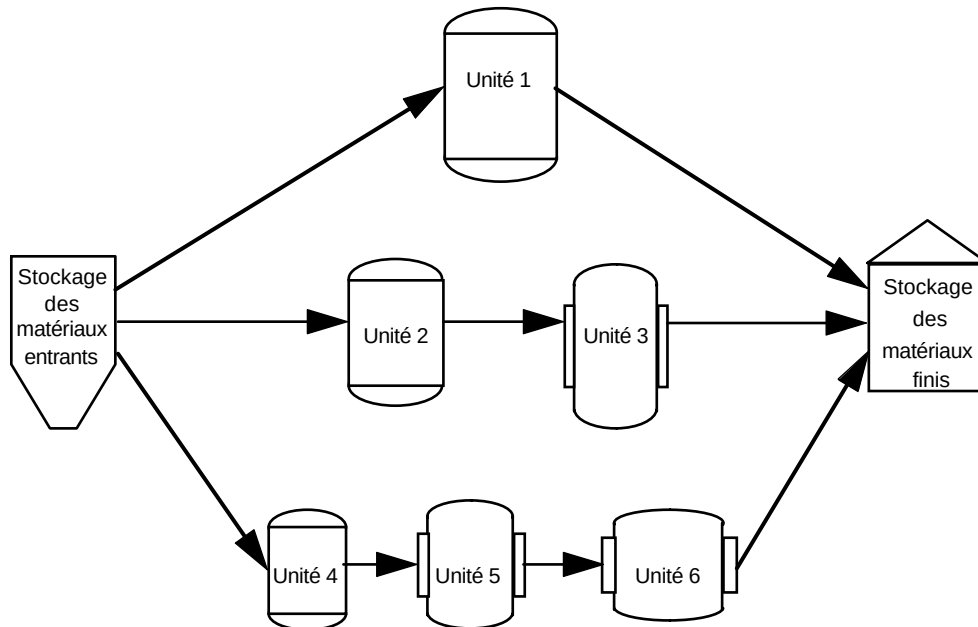


Figure 4 – Structure à cheminement multiple

Une structure *en réseau* est représentée à la figure 5. Les cheminements peuvent être fixes ou variables. Lorsque les cheminements sont fixes, les mêmes unités sont utilisées selon la même séquence. Lorsque le cheminement est variable, la séquence peut être déterminée au début du lot ou pendant la fabrication du lot. Le cheminement peut aussi être totalement flexible. Par exemple, un lot pourrait commencer par n'importe quelle unité et suivre des cheminements multiples au travers de la cellule de processus. Il n'est pas exclu que les unités elles-mêmes soient transférables dans la cellule de processus. Dans ce cas, la vérification des connexions de processus peut représenter une partie importante des procédures. Il est à noter que plusieurs lots peuvent être produits en même temps. Les unités peuvent partager les sources de matières premières et le stockage de produit.

A *multiple-path* structure is shown in figure 4. It consists of multiple single-path structures in parallel with no product transfer between them. The units may share raw material sources and product storage. Several batches may be in progress at the same time. Although units within a multi-path structure may be physically similar, it is possible to have paths and units within a multi-path structure that are of radically different physical design.

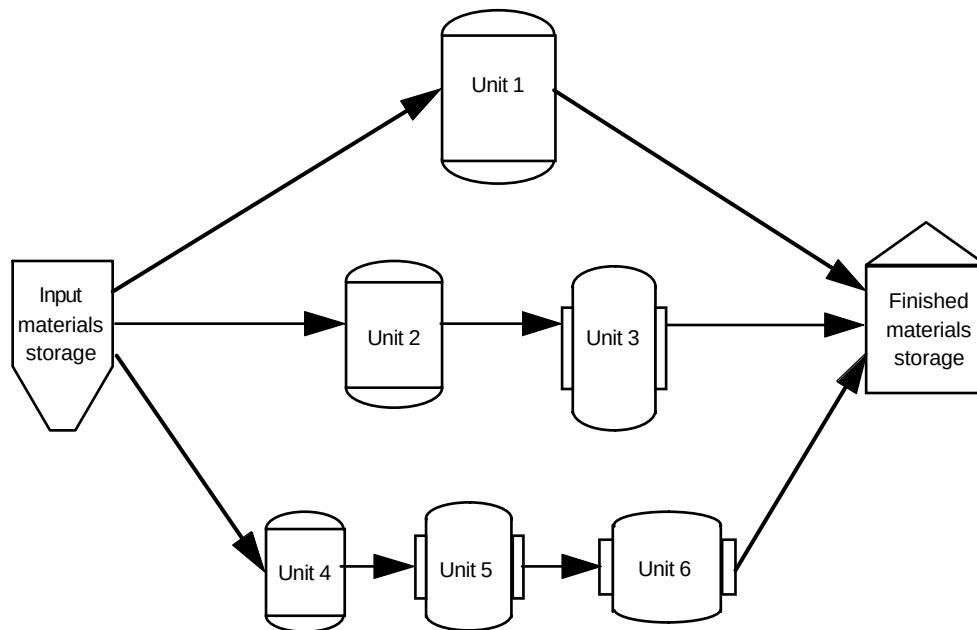


Figure 4 – Multiple-path structure

A *network* structure is shown in figure 5. The paths may be either fixed or variable. When the paths are fixed, the same units are used in the same sequence. When the path is variable, the sequence may be determined at the beginning of the batch or it may be determined as the batch is being produced. The path could also be totally flexible. For example, a batch could start with any unit and take multiple paths through the process cell. The units themselves may be portable within the process cell. In this case, verification of the process connections may be an important part of the procedures. Note that several batches may be in production at the same time. The units may share raw material sources and product storage.

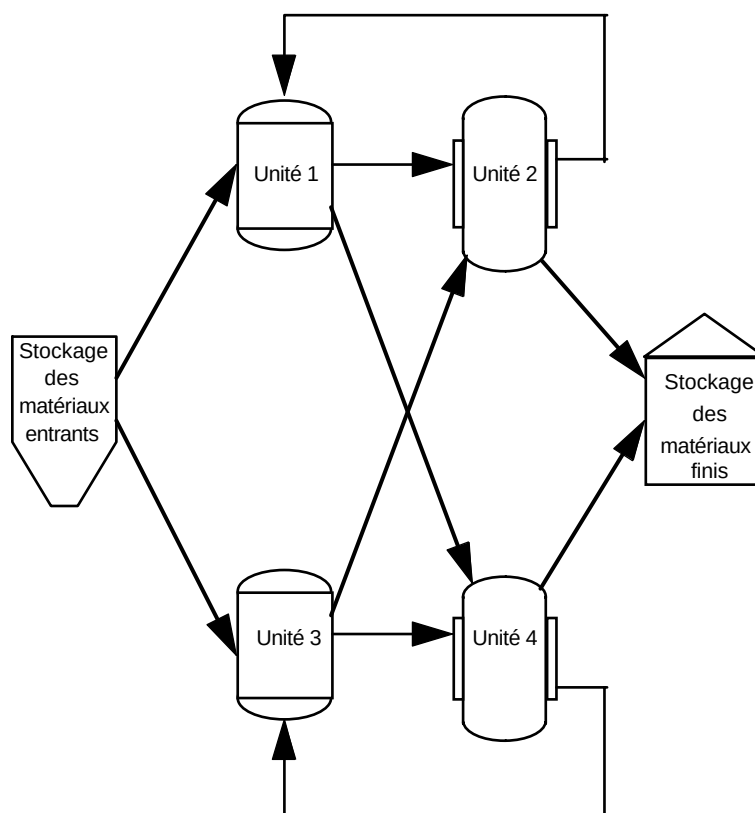


Figure 5 – Structure en réseau

5 Concepts de contrôle-commande de processus de fabrication par lots

Cet article traite des concepts de contrôle-commande de processus de fabrication par lots nécessaires pour répondre aux prescriptions de traitement/fabrication par lots présentées dans l'article précédent et pour définir une méthode d'exploitation cohérente applicable à l'installation de fabrication par lots. On présente une structure de contrôle-commande de processus de fabrication par lots introduisant trois types d'automatismes nécessaires à la fabrication par lots. Lorsque ces types d'automatismes sont appliqués à l'équipement, les ressources qui en résultent présentent une fonctionnalité et une capacité d'automatisme.

Le concept de recettes est traité; il comprend les quatre types de recettes décrits dans la présente norme ainsi que le contenu de ces recettes (en termes de catégories d'informations utilisées pour décrire une recette). Une relation est établie entre la procédure incluse dans une recette et la commande associée à des ressources spécifiques (commande d'équipement). On traite également du concept de réductibilité de la procédure de recette et de la commande d'équipement. Les critères de transportabilité de la recette sont présentés pour les quatre types de recettes.

Parmi les autres concepts de contrôle-commande de processus de fabrication par lots décrits dans cet article, on distingue: les plans et programmes de fabrication, les données de référence, de production, l'affectation et l'arbitrage, les modes et les états ainsi que le traitement des exceptions.

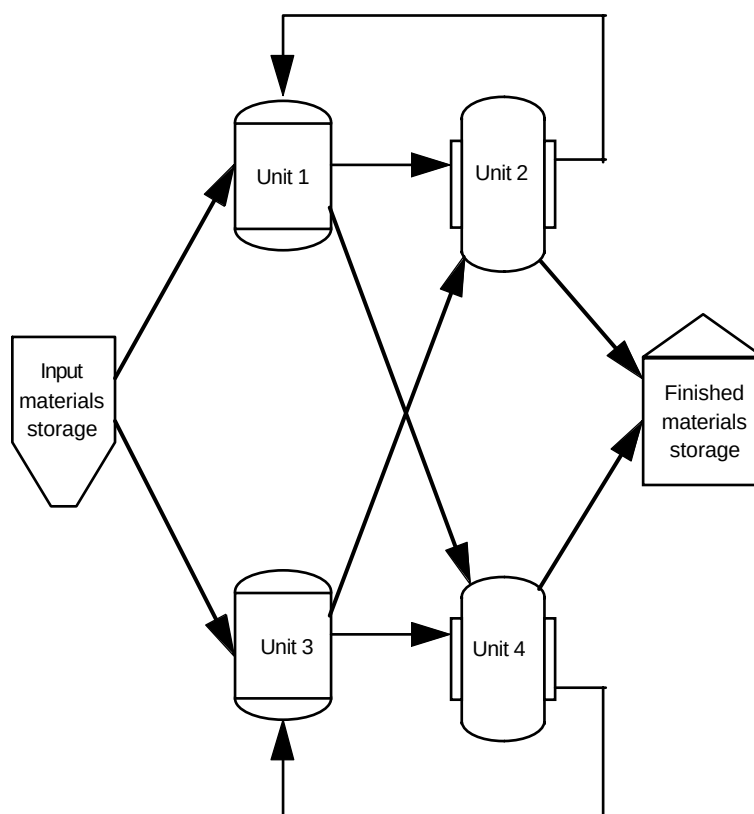


Figure 5 – Network structure

5 Batch control concepts

This clause discusses the batch control concepts needed to address the batch processing/batch manufacturing needs presented in the preceding clause and to define a consistent way of operating a batch manufacturing plant. A structure for batch control is discussed that introduces three types of control needed for batch manufacturing. When these control types are applied to equipment, the resulting equipment entities provide process functionality and control capability.

The concept of recipes is discussed, including the four types of recipes described in this standard and the contents of these recipes (in terms of the information categories used to describe a recipe). A relationship is established between the procedure in a recipe and the control associated with specific equipment entities (equipment control). The concept of collapsibility of the recipe procedure and of equipment control is discussed. Recipe transportability criteria are introduced for the four types of recipes.

Production plans and schedules, reference information, production information, allocation and arbitration, modes and states, and exception handling are other batch control concepts discussed in this clause.

Les modèles et la terminologie présentés dans cet article ont pour objet de permettre la compréhension nécessaire du concept de contrôle-commande de processus de fabrication par lots de façon que les fonctions d'automatisme prescrites pour répondre aux diverses prescriptions d'automatisation de la fabrication par lots puissent être traitées à l'article 6.

5.1 *Structure de contrôle-commande de processus de fabrication par lots*

L'article 4 présente un modèle physique définissant des termes relatifs à la hiérarchie de l'équipement apparaissant fréquemment dans un environnement de fabrication par lots. Les paragraphes suivants décrivent les trois types de commande (commande de base, automatisation de procédure et automatisme de coordination) intervenant généralement au niveau de la fabrication par lots.

5.1.1 *Commande de base*

La commande de base comprend la commande destinée à établir et à maintenir l'équipement ou une condition de processus spécifique dans un état déterminé. La commande de base

- inclut la surveillance, le verrouillage, le contrôle, le traitement des exceptions et le contrôle répétitif discret ou séquentiel;
- peut répondre aux prescriptions de processus susceptibles d'influencer les sorties de commande ou de donner lieu à des actions correctives;
- peut être activée, désactivée ou modifiée par l'intermédiaire des commandes de l'opérateur ou par une automatisation de procédure ou par les automatismes de coordination.

La commande de base dans un environnement de fabrication par lots n'est en principe pas différente de la commande de processus continu. Cependant, dans un environnement de fabrication par lots, les contraintes peuvent être plus lourdes au niveau de la capacité de la commande de base à recevoir des ordres et à modifier son comportement en conséquence.

5.1.2 *Automatisation de procédure*

L'automatisation de procédure ordonne les actions orientées vers l'équipement selon une séquence ordonnée afin de réaliser une tâche orientée vers le processus.

L'automatisation de procédure est l'une des caractéristiques des processus par lots. Cette automatisation permet à l'équipement de mener à bien un processus de fabrication par lots.

L'automatisation de procédure est constituée d'éléments de procédure combinés selon une certaine hiérarchie afin de réaliser la tâche d'un processus complet selon la définition fournie par le modèle de processus. La hiérarchie des éléments de procédure identifiés et nommés est illustrée à la figure 6 et comprend des procédures, des procédures d'unité, des opérations et des phases.

5.1.2.1 *Procédure*

La procédure occupe le niveau le plus élevé dans la hiérarchie et définit la stratégie de réalisation d'une action de transformation principale telle que la réalisation d'un lot. Elle est définie selon un ensemble ordonné de procédures d'unité. «Fabriquer du PVC» constitue un exemple de procédure.

The models and terminology introduced in this clause are intended to establish the necessary batch control understanding so that the control functions that are needed to address the diverse control requirements of batch manufacturing can be discussed in clause 6.

5.1 *Structure for batch control*

Clause 4 introduced a physical model that defined terms for the hierarchy of equipment typically found in a batch manufacturing environment. The following subclauses describe the three types of control (basic control, procedural control, and coordination control) typically needed in batch manufacturing.

5.1.1 *Basic control*

Basic control comprises the control dedicated to establishing and maintaining a specific state of equipment and process. Basic control

- includes regulatory control, interlocking, monitoring, exception handling and repetitive-discrete or sequential control;
- may respond to process conditions that could influence the control outputs or trigger corrective actions;
- may be activated, deactivated or modified by operator commands or by procedural or coordination control.

Basic control in a batch environment is, in principle, no different from the control of continuous processes. However, in the batch environment, there may be higher requirements on the ability for basic control to receive commands and to modify its behaviour based on these commands.

5.1.2 *Procedural control*

Procedural control directs equipment-oriented actions to take place in an ordered sequence in order to carry out a process-oriented task.

Procedural control is a characteristic of batch processes. It is the control that enables equipment to perform a batch process.

Procedural control is made up of procedural elements that are combined in a hierarchical manner to accomplish the task of a complete process as defined by the process model. The hierarchy of identified and named procedural elements is illustrated in figure 6 and consists of procedures, unit procedures, operations and phases.

5.1.2.1 *Procedure*

The procedure is the highest level in the hierarchy and defines the strategy for carrying out a major processing action such as making a batch. It is defined in terms of an ordered set of unit procedures. An example of a procedure is "make PVC."

5.1.2.2 Procédure d'unité

Une procédure d'unité comprend un ensemble ordonné d'opérations donnant lieu à une séquence d'opérations de fabrication successives au sein d'une unité. Une seule opération est présumée active à l'intérieur d'une unité à un moment donné. Une opération est menée à bien dans une seule unité. Cependant, les procédures d'unité multiples d'une procédure peuvent se dérouler simultanément, chacune dans des unités différentes. Voici quelques exemples de procédures d'unité:

- polymériser MCV;
- récupérer le MCV résiduel;
- sécher le PVC.

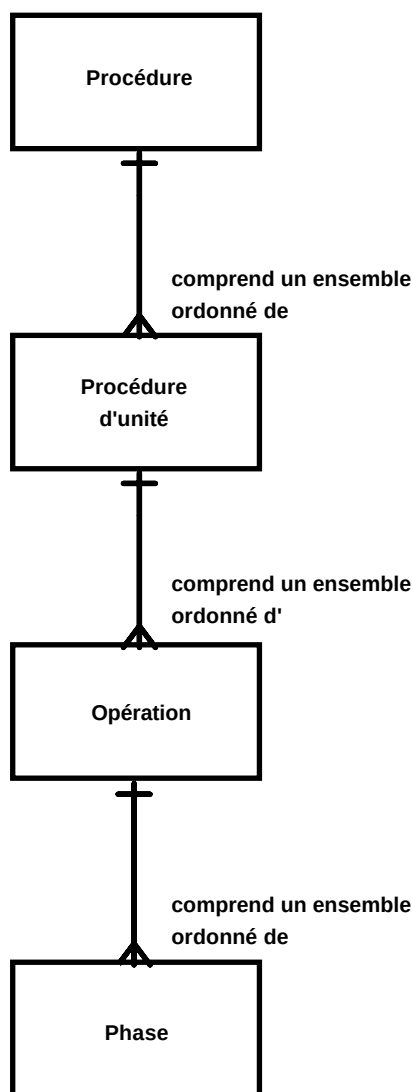


Figure 6 – Modèle d'automatisation de procédure

5.1.2.3 Opération

Une opération est un ensemble ordonné de phases définissant une séquence de transformations principales au cours de laquelle le matériau traité passe d'un état à un autre, ce qui implique généralement une transformation chimique ou physique. Il est souvent souhaitable de repérer les limites de l'opération à certains points donnés de la procédure, lorsque le traitement normal peut être interrompu en toute sécurité.

5.1.2.2 Unit procedure

A unit procedure consists of an ordered set of operations that cause a contiguous production sequence to take place within a unit. Only one operation is presumed to be active in a unit at any time. An operation is carried to completion in a single unit. However, multiple unit procedures of one procedure may run concurrently, each in different units. Examples of unit procedures include the following:

- polymerize VCM;
- recover residual VCM;
- dry PVC.

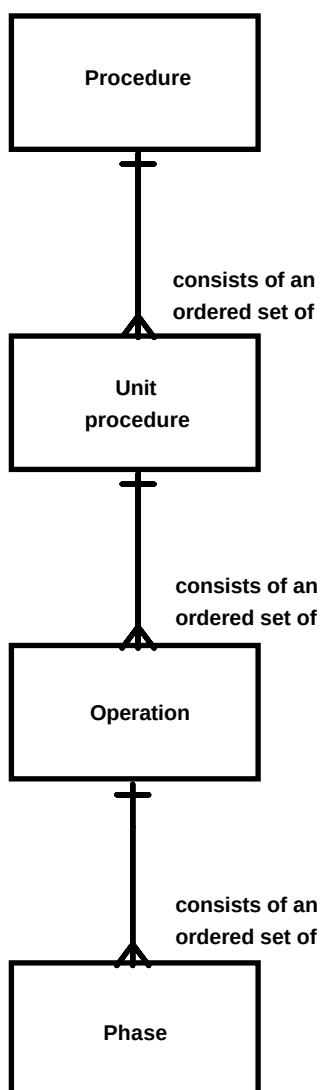


Figure 6 – Procedural control model

5.1.2.3 Operation

An operation is an ordered set of phases that defines a major processing sequence that takes the material being processed from one state to another, usually involving a chemical or physical change. It is often desirable to locate operation boundaries at points in the procedure where normal processing can safely be suspended.

Voici quelques exemples d'opérations:

- préparer: faire le vide dans le réacteur et enduire les parois d'un revêtement empêchant la pollution;
- charger: verser de l'eau déminéralisée et des agents tensio-actifs;
- provoquer la réaction: ajouter le MCV et le catalyseur, chauffer puis attendre que la pression diminue dans le réacteur.

5.1.2.4 Phase

Une phase est le plus petit élément d'automatisation de procédure pouvant accomplir une tâche orientée vers le processus. Une phase peut être subdivisée en plus petites parties. Les étapes et les transitions décrites dans la CEI 60848 fournissent une méthode de définition des subdivisions d'une phase.

Une phase peut générer une ou plusieurs commandes ou actions, telles que

- activer et désactiver les commandes de base de type logique et spécifier leurs points de réglage et leurs valeurs de sortie initiales;
- fixer, supprimer et modifier l'alarme et les autres limites;
- fixer et modifier les constantes, les modes de commande et les types d'algorithmes;
- relever les variables de processus, telles que la densité du gaz, la température du gaz et le débit volumétrique sur un débitmètre et calculer le débit massique dans le débitmètre;
- entreprendre les vérifications d'autorisation de l'opérateur.

L'exécution d'une phase peut donner lieu

- à des commandes au niveau de la commande de base,
- à des commandes au niveau des autres phases (dans la même ressource ou dans une autre), et/ou
- à la saisie de données.

La phase a pour objet de générer ou définir une action orientée vers le processus, tandis que la logique ou l'ensemble des étapes qui constituent une phase est spécifique à l'équipement. Voici quelques exemples de phases:

- ajouter le MCV;
- ajouter le catalyseur;
- chauffer.

5.1.3 Automatisation de coordination

L'automatisation de coordination dirige, lance et/ou modifie l'exécution de l'automatisation de procédure et l'utilisation des ressources. Il est variable temporellement par nature, comme l'automatisation de procédure, mais il n'est pas structuré tout au long d'une tâche spécifique orientée vers le processus.

Les algorithmes suivants constituent des exemples d'automatismes de coordination:

- contrôler la disponibilité ou la capacité de l'équipement;
- affecter l'équipement pour chaque lot;
- arbitrer les requêtes d'affectation;
- coordonner les ressources communes à plusieurs équipements;
- sélectionner les éléments de procédure à exécuter;
- propager des modes.

Examples of operations include the following:

- preparation: pull a vacuum on the reactor and coat the walls with antifoulant;
- charge: add demineralized water and surfactants;
- react: add VCM and catalyst, heat and wait for the reactor pressure to drop.

5.1.2.4 *Phase*

A phase is the smallest element of procedural control that can accomplish a process-oriented task. A phase may be subdivided into smaller parts. The steps and transitions as described in IEC 60848 document one method of defining subdivisions of a phase.

A phase can issue one or more commands or cause one or more actions, such as

- enabling and disabling regulating and state-oriented types of basic control and specifying their set points and initial output values;
- setting, clearing, and changing alarm and other limits;
- setting and changing controller constants, controller modes and types of algorithms;
- reading process variables, such as the gas density, gas temperature and volumetric flow rate from a flow meter, and calculating the mass flow rate through the flow meter;
- conducting operator authorization checks.

The execution of a phase may result in

- commands to basic control,
- commands to other phases (either in the same or another equipment entity), and/or
- the collection of data.

A phase is intended to cause or define a process-oriented action, while the logic or set of steps that make up a phase are equipment specific. Examples of phases include the following:

- add VCM;
- add catalyst;
- heat.

5.1.3 *Coordination control*

Coordination control directs, initiates and/or modifies the execution of procedural control and the utilization of equipment entities. It is time-varying in nature, like procedural control, but it is not structured along a specific process-oriented task.

Examples of coordination control are algorithms for

- supervising availability or capacity of equipment;
- allocating equipment to batches;
- arbitrating requests for allocation;
- coordinating common resource equipment;
- selecting procedural elements to be executed;
- propagating modes.

Les fonctions nécessaires pour mettre en oeuvre l'automatisme de coordination sont traitées plus en détail en 6.1

5.2 Ressources

Les paragraphes suivants traitent des ressources résultant de la combinaison de l'équipement et de sa commande. Cette combinaison est le résultat de quatre ressources: cellules de processus, unités, modules d'équipement et modules de commande. Des indications relatives à la structuration de ces ressources sont également fournies.

Lorsque les termes cellules de processus, unité, module d'équipement et module de commande sont utilisés, ils font généralement référence à l'équipement et à sa commande. Que la commande d'équipement soit appliquée manuellement ou automatiquement au sein d'une ressource, la production d'un lot dépend uniquement de la mise en oeuvre de la commande d'équipement.

Le concept de commande d'équipement, intégré dans la ressource, n'est pas une caractéristique de la réalisation physique de la commande d'équipement, mais doit être appréhendé de façon logique. Cependant, il est essentiel que la commande d'équipement soit identifiée pour une ressource particulière.

Cette interaction entre la commande d'équipement et l'équipement physique est volontairement décrite sans aucune référence au langage ou à la mise en oeuvre. Un cadre permettant de définir et de décrire la commande d'équipement et l'équipement physique est défini.

5.2.1 Relation entre le modèle d'automatisation de procédure, le modèle physique et le modèle de processus

La relation générale entre le modèle d'automatisation de procédure, le modèle physique et le modèle de processus est illustrée à la figure 7. Cette mise en correspondance de l'automatisation de procédure avec un équipement individuel fournit une fonctionnalité de traitement décrite dans le modèle de processus.

Le concept de capacités de l'équipement et l'exploitation des capacités de l'équipement visant à réaliser les tâches de traitement constitue un point majeur de la présente norme. La capacité d'automatisation de procédure des ressources est le mécanisme qui permet de réaliser cette tâche. L'automatisation de procédure peut être entièrement définie en tant que partie intégrante de la commande d'équipement ou peut être basée sur des informations de procédure transmises à la ressource à partir de la recette.

5.2.2 Commande d'équipement au sein des ressources

La capacité de commande possible dans les différentes ressources constitue une caractéristique importante et fournit une base fondamentale pour la classification des ressources. Les paragraphes suivants décrivent la commande d'équipement dans le cas des ressources individuelles.

The control functions that are needed to implement coordination control are discussed in more detail in 6.1.

5.2 *Equipment entities*

The following subclauses discuss equipment entities that are formed from the combination of equipment control and physical equipment. This combination results in four equipment entities: process cells, units, equipment modules and control modules. Guidelines for structuring these equipment entities are also discussed.

When the terms process cell, unit, equipment module and control module are used, they generally refer to the equipment and its associated equipment control. Whether equipment control in an equipment entity is implemented manually or by way of automation, it is only through the exercise of equipment control that the equipment can produce a batch.

The concept of equipment control being part of an equipment entity is not a statement of the physical implementation of equipment control, but an understanding on a logical basis. However, it is essential that equipment control is identified for a particular equipment entity.

This interaction of equipment control and physical equipment is described purposely without any reference to language or implementation. A framework is defined within which equipment control and physical equipment may be defined and discussed.

5.2.1 *Procedural control model/physical model/process model relationship*

The general relationship between the procedural control model, the physical model, and the process model is illustrated in figure 7. This mapping of procedural control with individual equipment provides processing functionality described in the process model.

The concept of equipment capabilities and usage of these capabilities to accomplish processing tasks is a major point of this standard. The procedural control capability of equipment entities is the mechanism that enables this. The procedural control may be entirely defined as part of equipment control or it may be based on procedural information passed on to the equipment entity from the recipe.

5.2.2 *Equipment control in equipment entities*

The control capability possible in the different equipment entities are important characteristics and a main basis for classification of equipment entities. In the following paragraphs equipment control for the individual equipment entities is discussed.

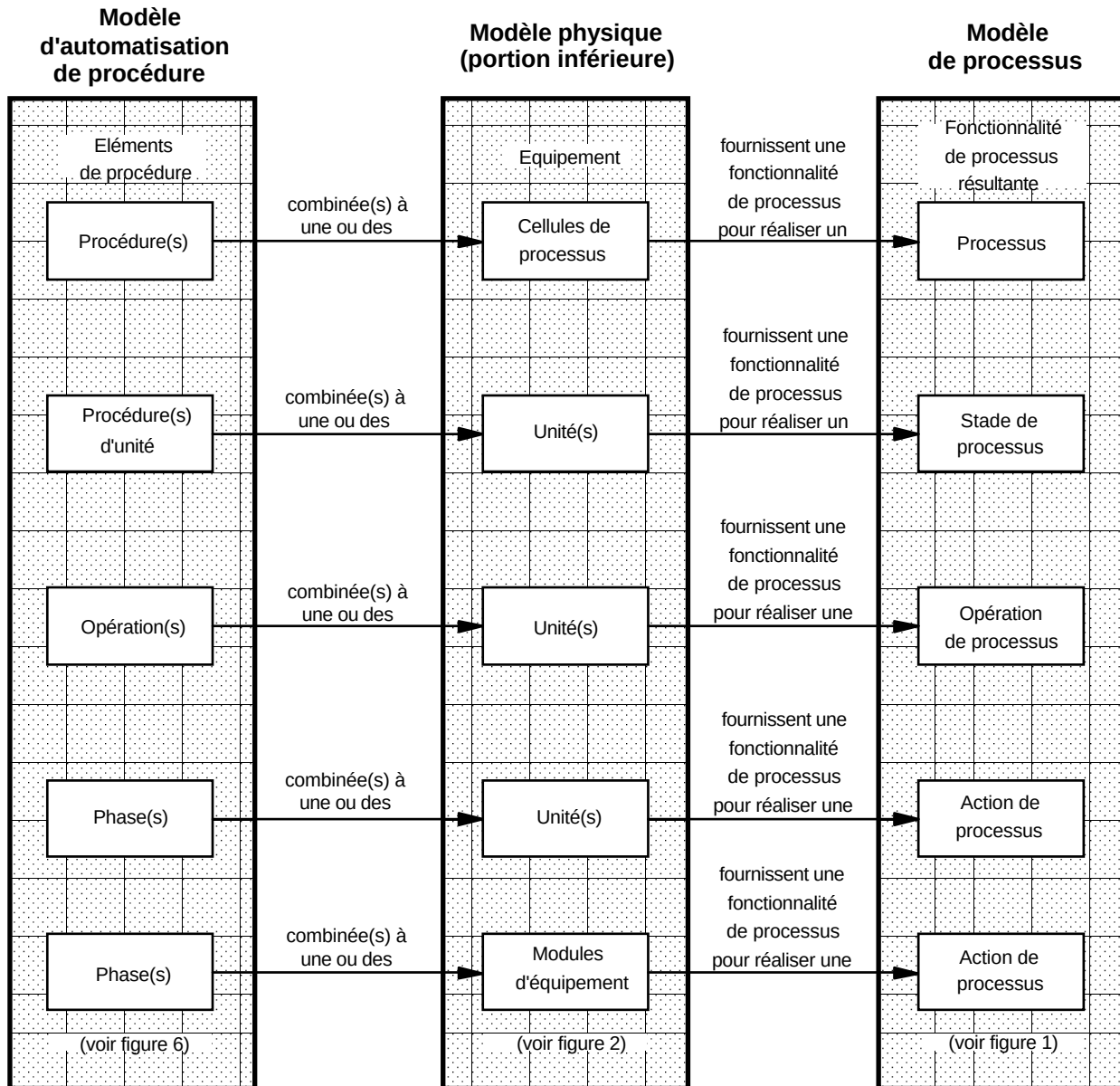


Figure 7 – Description de l'automatisation de procédure/de l'équipement permettant de réaliser une fonctionnalité de processus

5.2.2.1 Cellule de processus

La cellule de processus est capable d'orchestrer toutes les activités de traitement concernant un ou plusieurs lots. Elle reçoit les recettes comprenant les informations relatives à la procédure, aux paramètres et autres éléments, ainsi qu'un programme comprenant les exigences opérationnelles pour chaque lot. Elle peut également être amenée à préparer et contrôler l'équipement ou les ressources qui ne sont pas intégrés actuellement dans le traitement par lots, par exemple les types d'unités disponibles, les unités et lignes soumises à un nettoyage sur site, ainsi que les inventaires actuels concernant les matières premières.

La complexité du contrôle-commande au sein de la cellule de processus dépendra de l'équipement disponible dans la cellule de processus, de l'interconnectivité entre ces équipements, du degré de liberté de mouvement des lots dans ces équipements et de l'arbitrage au niveau de l'utilisation de cet équipement de sorte qu'il puisse être utilisé le plus efficacement possible.