



Sommaire

	Page
1	Symboles et leur signification 2
2	Domaine d'application 2
3	Disponibilité 2
3.1	Défaut 2
3.2	Défaillance 2
3.3	Fiabilité 2
3.4	Temps 2
3.4.1	Temps de repos 2
3.4.2	Temps d'attente 2
3.4.3	Temps de marche 3
3.4.4	Temps d'utilisation 3
3.4.5	Temps de défaillance 3
3.4.6	Temps d'entretien 3
3.4.7	Influence des temps partiels 3
3.5	Disponibilité 3
3.6	Méthodes pour obtenir une disponibilité élevée 4
4	Réceptions et essais 5
4.1	Réceptions préliminaires 5
4.2	Réceptions intermédiaires 5
4.3	Remises partielles 5
4.4	Réceptions par les autorités 5
4.5	Réception de l'installation 5
4.6	Justification des caractéristiques convenues 5
4.6.1	Essai fonctionnel 5
4.6.2	Essai de performances 6
4.6.3	Essai de disponibilité 6
4.7	Élimination des défauts après la réception 7
5	Phase opérationnelle 7
5.1	Rodage 7
5.2	Phases de mesures 7
5.3	Point de contrôle 7
6	Schéma de déroulement d'une commande 8
7	Exemples de détermination de la disponibilité 9
7.1	Magasin grande hauteur 9
7.2	Système de stockage géré par ordinateur 9
7.3	Installation comprenant des transtockeurs, des bancs montage et d'essai 10

1 Symboles et leur signification

Symbole	Dimension	Signification
A	—	disponibilité (anglais = availability)
k_1	—	facteur de pondération
MTBF	min	temps moyen de fonctionnement entre défaillances (anglais = mean time between failures)
MTRR	min	temps moyen de remise en état (anglais = mean time to repair)
n_f	—	nombre d'accomplissements de fonction incorrects ou défailants
n_r	—	nombre d'accomplissements de fonction corrects ou non défailants
t_A	min	temps de défaillance
t_{Ai}	min	temps de défaillance d'un élément de système i
t_{A2}	min	temps entre l'apparition d'une défaillance et le début de la recherche de pannes
t_{A2}	min	temps nécessaire à la détermination de la cause d'une défaillance
t_{A3}	min	temps nécessaire à la préparation et à l'organisation du dépannage
t_{A4}	min	temps nécessaire au dépannage jusqu'à la remise en état de fonctionnement ou jusqu'à la remise en service
t_{ABer}	min	temps de défaillance pendant le temps d'attente
t_{ABtr}	min	temps de défaillance pendant le temps de marche
t_{Ber}	min	temps d'attente
t_{Btr}	min	temps de marche total
t_E	min	temps d'utilisation total
t_I	min	temps d'entretien
t_R	min	temps de repos
φ	%	fiabilité
η	%	disponibilité
η_{Btr}	%	disponibilité pendant le temps de marche total
η_E	%	disponibilité en ne considérant que le temps d'utilisation
η_{ges}	%	disponibilité totale
η_n	%	disponibilité d'un élément de système

2 Domaine d'application

Les présentes règles donnent des recommandations pour la détermination de la disponibilité ainsi que de la mise en service, la remise et la réception d'installations de stockage comprenant des transtockeurs, équipements de manutention et autres lots ainsi que leurs commandes.

3 Disponibilité

3.1 Défaut

Un défaut est la déviation inadmissible d'une valeur caractéristique par rapport à une valeur de consigne prédéterminée.

3.2 Défaillance

Une défaillance est la perturbation inadmissible d'une fonction.

Lors de la détermination de la fiabilité et de la disponibilité on ne considère que les défaillances qui perturbent réellement l'opération de l'installation.

3.3 Fiabilité

La fiabilité φ d'un élément de système sollicité de manière discontinue est égale à la probabilité que celui-ci remplisse une fonction sans défaillances et sans défauts, dans les conditions indiquées. La fiabilité est un critère servant à la mesure de la sécurité de fonctionnement d'une installation.

La fiabilité est déterminée par voie expérimentale par le quotient

$$\varphi = \frac{n_r}{n_r + n_f} \quad (1)$$

où

n_r = nombre d'accomplissements de fonction corrects ou non défailants

n_f = nombre d'accomplissements de fonction incorrects ou défailants

Comme les systèmes se composent de plusieurs éléments de système — qui dans le cas normal sont indépendants les uns des autres — il faut formuler le modèle correspondant permettant la détermination de la fiabilité et de la disponibilité. Pour cette considération, on applique ce qui suit:

- si pour la fonction d'un système, la fonction de chacun des éléments est nécessaire, on dit du système qu'il est „en série”, c'est-à-dire que la défaillance de l'un quelconque de ses éléments suffit à mettre en panne l'ensemble du système.
- si pour la fonction d'un système, la fonction d'un seul des éléments est suffisante, on parle d'une architecture en parallèle; c'est-à-dire qu'en cas de défaillance d'un élément, la fonction du système peut être maintenue par redondance (p. ex. by-pass).

La fonction considérée doit être essayée avec une probabilité statistique suffisante.

Dans un cas d'application donné, il faut définir les déviations qui sont à considérer comme défauts ou défaillances.

En général, le terme „fiabilité” ne permet pas de tirer des conclusions quant au comportement d'un système en cas de défaillance, mais permet de connaître la sensibilité aux perturbations d'un système.

3.4 Temps

3.4.1 Temps de repos (t_R)

Temps pendant lequel l'installation est coupée et n'est ni entretenue, ni réparée.

3.4.2 Temps d'attente (t_{Ber})

Temps pendant lequel l'installation est mise sous tension sans exercer ses fonctions.

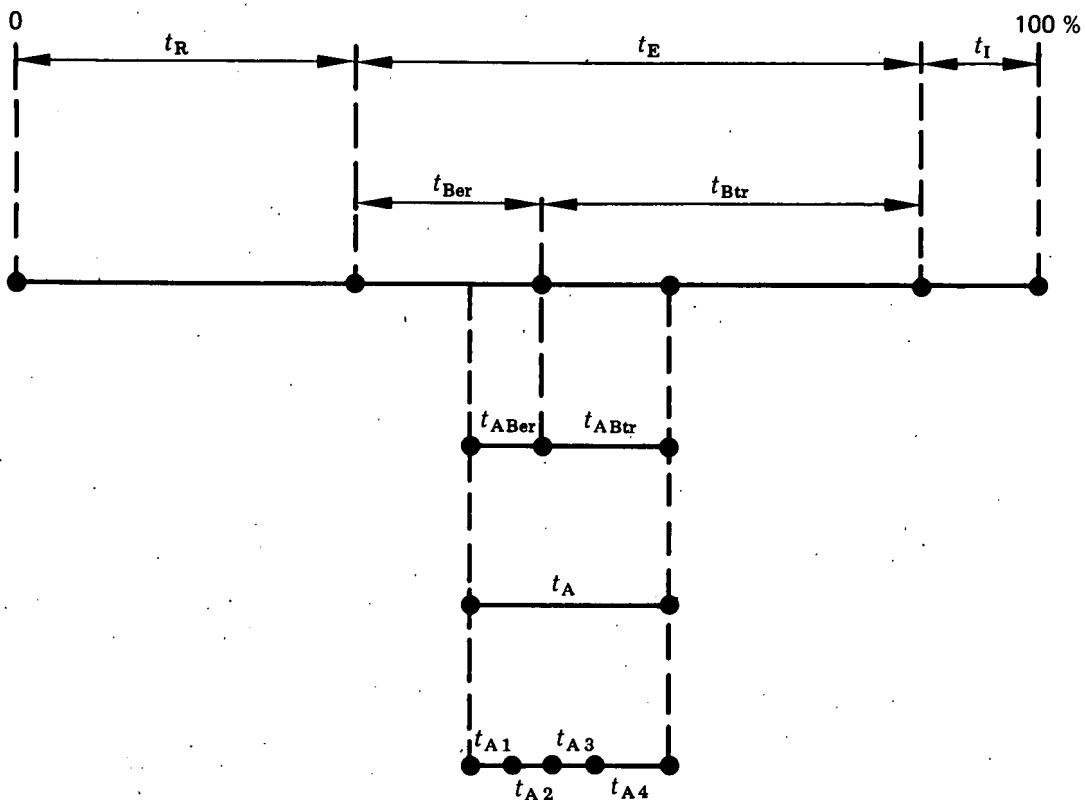


Fig. 1 Portions de temps possibles dans une installation pendant une journée

3.4.3 Temps de marche (t_{Btr})

Temps pendant lequel une installation est utilisée pour remplir les fonctions prévues.

3.4.4 Temps d'utilisation ($t_E = t_{Ber} + t_{Btr}$)

Temps représentant la somme du temps de marché et du temps d'attente.

3.4.5 Temps de défaillance ($t_A = t_{A1} + t_{A2} + t_{A3} + t_{A4}$)

Intervalle de temps entre l'apparition d'une défaillance et la remise en état de fonctionnement. Si on se rapporte au document FEM 9:221 „Vérification du rendement des transtockeurs, fiabilité, disponibilité” le temps de défaillance se compose des temps partiels suivants:

t_{A1} = espace de temps entre l'apparition d'une défaillance et le début de la recherche de pannes par le personnel compétent

t_{A2} = temps nécessaire à la constatation de la cause de la défaillance

t_{A3} = temps nécessaire à la préparation et à l'organisation du dépannage, à la mise à disposition d'outils etc.

t_{A4} = temps nécessaire au dépannage jusqu'à la remise en état de fonctionnement ou bien jusqu'au début de la remise en route (le temps de réparation proprement dit). L'état de fonctionnement d'une installation peut déjà être rétabli avant la fin définitive des travaux de réparation. Le temps de défaillance peut être compris dans le temps d'attente ou bien dans le temps de marche, d'où:

$$t_A = t_{ABer} + t_{ABtr}$$

t_{ABer} durée du temps de défaillance pendant le temps d'attente

t_{ABtr} durée du temps de défaillance pendant le temps de marche

3.4.6 Temps d'entretien (t_I)

Temps pendant lequel on effectue l'entretien d'une installation.

3.4.7 Influence des temps partiels

Le calcul de la disponibilité peut être effectué en considérant différents temps partiels.

Les temps de défaillance apparaissant pendant le temps de marche se traduisent en général par une dégradation de la disponibilité, tout particulièrement lorsque cette installation n'a pas de redondance, zones d'accumulation, stocks-tampons etc. Les temps de défaillance apparaissant pendant le temps d'attente n'auront en règle générale aucune répercussion négative sur la disponibilité.

Si par suite de la non-disponibilité de personnel ou du manque de qualification du personnel présent sur les lieux, les temps partiels $t_{A1} - t_{A4}$ du temps de défaillance sont inadmissiblement élevés, ils peuvent être soustraits au prorata.

3.5 Disponibilité

Théoriquement, on entend par disponibilité la probabilité qu'un système soit opérationnel à un instant donné.

En pratique, la disponibilité est un critère servant à la mesure du temps de marche/d'utilisation utile d'une installation et dépend aussi, de ce fait, de la rapidité moyenne avec laquelle on peut éliminer un défaut. La disponibilité est calculée:

$$\eta_{Btr} = \frac{t_{Btr} - t_{ABtr}}{t_{Btr}} \quad (2)$$

à condition que les défaillances apparaissant durant le temps d'attente n'aient pas une répercussion réelle sur l'opération ou

$$\eta_E = \frac{t_E - t_A}{t_E} \quad (3)$$

à condition que les temps partiels compris dans le temps de défaillance ou les temps de défaillance apparaissant durant le temps d'attente doivent, eux aussi, être comptés et considérés comme dégradant la disponibilité, où

η_{Btr} = disponibilité pendant le temps de marche total

η_E = disponibilité en considérant uniquement le temps d'utilisation

t_{Btr} = temps de marche total

t_E = temps d'utilisation total

t_{ABtr} = temps partiel du temps de défaillance compris dans le temps de marche

t_A = temps de défaillance total

Comme les systèmes se composent de plusieurs éléments de systèmes, il faut formuler le modèle de disponibilité correspondant:

— si, pour la fonction d'un système, les fonctions de chacun des éléments sont nécessaires, on choisira un modèle en série:

$$\eta_{Ges} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \dots \cdot \eta_n \quad (4)$$

— si, pour la fonction d'un système, la fonction d'un seul élément est suffisante, on choisira un modèle en parallèle:

$$\eta_{Ges} = 1 - [(1 - \eta_1) \cdot (1 - \eta_2) \cdot \dots \cdot (1 - \eta_n)] \quad (5)$$

Par rapport aux conditions réelles, ces modèles sont en partie très idéalisés, car:

- les éléments peuvent se trouver non seulement dans les états „opérationnel” ou „défaillant”, mais également dans l'état „performance dégradée”
- dans la plupart des cas, les éléments ne sont pas indépendants les uns des autres, mais liés entre eux par une commande à un niveau supérieur p. e.
- les temps de défaillance de différents systèmes peuvent se superposer.

Pour l'application en pratique, on recommande la formule (3) modifiée comme suit:

$$\eta_E = \frac{t_E - \sum_{i=1}^n k_i \cdot t_{Ai}}{t_E} \quad (6)$$

Remarque:

Les formules pour la disponibilité η comprennent des portions de temps qui peuvent être mesurées pendant un temps d'observation déterminé, ce qui permet d'utiliser ces formules dans le sens d'un règlement de mesure. Dans certains cas, la disponibilité n'est cependant pas considérée comme un règlement de mesure, mais comme une caractéristique du système.

La fig. 2 montre que les valeurs moyennes de $t_E - t_A$ et de t_A correspondent bien aux termes *MTBF* et *MTTR* utilisés dans le domaine anglosaxon.

La disponibilité en tant que caractéristique est définie par rapport à *A* (availability):

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

où

t_E = temps d'utilisation total

t_{Ai} = temps de défaillance total de l'élément de système *i*

k_i = facteur de pondération de l'élément de système *i*, tenant compte de l'influence de la défaillance de cet élément sur la fonction globale. Dans le cas d'une architecture „série” des éléments $k_i = 1$, pour une architecture „parallèle” on obtient $0 < k_i \leq 1$. Si l'on a *n* éléments d'installation identiques, on obtient $k_i = 1/n$.

3.6 Méthodes pour obtenir une disponibilité élevée

On peut déduire du rapport:

$$\eta_E = \frac{t_E - t_A}{t_E} = 1 - \frac{t_A}{t_E} \quad (7)$$

qu'il existe en principe deux moyens pour atteindre un haut niveau de disponibilité:

- maintenir le temps de défaillance t_A à bas niveau,
- maintenir élevée la valeur t_E comparée à la valeur t_A , c.-à-d. atteindre un faible taux de défaillance ce qui équivaut à une disponibilité élevée.

Cet état de choses est représenté à la figure 3 sous forme d'une énumération de méthodes.

Exigences

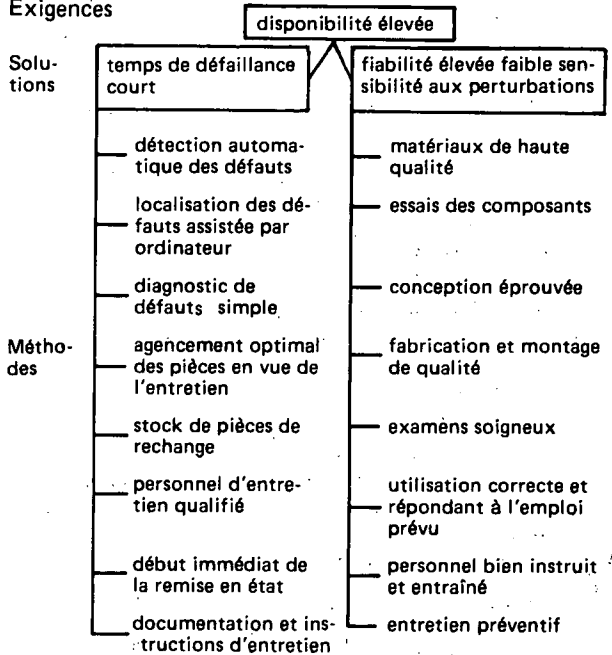


Fig. 3 Moyens pour atteindre une disponibilité élevée

où *MTBF* = temps moyen de fonctionnement entre défaillances (mean time between failures)

MTTR = temps moyen de remise en état (mean time to repair)

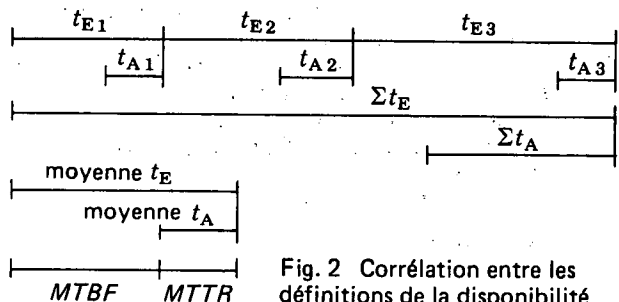


Fig. 2 Corrélation entre les définitions de la disponibilité

4 Réceptions et essais

À la conclusion du contrat, le fournisseur et le client doivent se mettre d'accord sur les règlements impératifs à respecter (lois et recommandations spécifiques applicables au client et au pays) ainsi que sur les réceptions à effectuer.

Les réceptions et remises peuvent s'effectuer en différentes étapes ci-après décrites. Celles-ci peuvent être partiellement supprimées ou regroupées.

4.1 Réceptions préliminaires

Si besoin, les conditions contractuelles suivantes relatives aux réceptions peuvent être convenues avant le début de la livraison:

- réceptions des plans d'approbation des différentes parties du système
- réceptions de composants ou d'éléments qui ne seront plus accessibles ultérieurement
- disposition des organes de commande
- réceptions en usine

4.2 Réceptions intermédiaires

En vue du contrat et en vue de la vérification du respect des délais du projet, les deux parties contractantes peuvent, entre autres, convenir des réceptions intermédiaires ci-après:

- l'achèvement de prestations partielles
- l'intégralité des fournitures
- l'état impeccable des fournitures
- l'achèvement du montage, mises en service
- la liaison entre l'ordinateur et les différents lots
- la vérification des interfaces (p. ex. tolérances de construction, interfaces logiciel et matériel etc.)
- la comparaison entre fourniture et spécification

En particulier, des réceptions intermédiaires sont convenues lorsqu'il s'agit de commandes destinées à l'exportation.

4.3 Remises partielles

Afin d'utiliser provisoirement l'installation et de faciliter les travaux de tiers, on peut procéder à des remises partielles, les risques inhérents à une telle utilisation étant transférés à l'utilisateur. Dans un tel cas il convient de se mettre d'accord pour régler les questions relatives à la garantie.

4.4 Réceptions par les autorités

Le client fait le nécessaire pour obtenir les réceptions à prononcer par les autorités après avoir reçu l'avis de la part du fournisseur que celui-ci est prêt à la réception. Le fournisseur fournira son assistance lors de cette réception et est responsable de l'élimination ultérieure des défauts qui lui sont imputables.

4.5 Réception de l'installation

L'installation est réputée prête à être réceptionnée, dès qu'elle est capable de remplir les fonctions convenues dans le contrat. Dans un tel cas, l'aptitude de la totalité des performances ne doit pas être justifiée.

La réception de l'installation s'effectue en présence du fournisseur et du client.

Dans la mesure où ces points n'ont pas encore été justifiés à une date antérieure, la réception de l'installation complète a trait:

- à l'intégralité des fournitures
- au respect des caractéristiques assurées
- aux interfaces convenues
- au respect des exigences imposées par les autorités
- à la remise de la documentation

La réception fait l'objet d'un compte-rendu.

Les défauts qui n'ont pas une influence essentielle sur le fonctionnement ne constituent pas un motif de refus de prononcer la réception.

La période de garantie prend effet au moment de la réception.

Les exclusions ou réserves doivent être formulées par écrit. La liste des défauts constatés doit être établie par écrit au moment de la réception. Les défauts devenant visibles ou survenant à une date ultérieure sont soumis à la garantie du fournisseur.

Si le client n'est pas disposé à prendre en charge l'installation, on doit procéder à la rédaction d'un compte-rendu contra dictoire précisant la situation rencontrée. Cette procédure doit comprendre la définition des conditions d'une nouvelle réception.

Une fois la réception effectuée, la responsabilité de l'utilisation et les risques sont transférés au client. Le client assume tout particulièrement la responsabilité des travaux d'entretien et de service après vente qui doivent être exécutés conformément aux directives émises par le fournisseur. Le client est responsable du maintien d'un stock de pièces de rechange.

Le respect des instructions de sécurité et l'obtention des permis d'utilisation incombent au client. Le fournisseur n'ayant qu'une influence limitée sur la réception à prononcer par les autorités, un retard imputable à ces autorités ne doit pas empêcher la remise.

Si le client utilise l'installation avant la réception, les risques sont transférés au client au plus tard au moment du début de cette utilisation, la garantie commençant à compter ce même moment.

4.6 Justification des propriétés convenues

Selon la nature de l'installation et la conception de l'opération, des essais de fonctionnement, de performances et de disponibilité peuvent être convenus avant, pendant ou après la réception.

Sur demande du fournisseur, le client mettra à disposition dans toutes les phases d'essais et de remise, les éléments suivants en nombre nécessaire:

- le personnel qualifié d'exploitation de commande et de réception
- les unités de manutention
- les moyens de manutention (chariots élévateurs, camions etc.)

4.6.1 Essai fonctionnel

Dans le cadre de cet essai, les fonctions de l'installation sont justifiées. Pour ce faire, on ne tiendra pas compte d'aspects tels que la disponibilité et les performances.

Au cours de l'essai fonctionnel, les défauts ou défaillances non imputables au fournisseur seront consignés tels que:

- interruption de courant
- variations de tension
- température ambiante inadmissible
- supports de manutention inappropriés
- charges instables
- erreurs de manoeuvre
- déversement de liquides et de granulés, papier non fixe, housses et parties de la charge dépassant du support de manutention
- forte pollution de l'environnement (poussière)
- climatisation insuffisante des ordinateurs
- intervention dans l'installation par le client ou des tiers

On ne tient pas compte des défauts ou défaillances n'ayant pas de répercussion sur l'état de fonctionnement de l'installation. Dans les installations importantes, les différentes zones fonctionnelles sont souvent séparées les unes des autres par l'intermédiaire de stocks-tampons. Les défaillances survenant dans une zone partielle n'ont par conséquent pas forcément de répercussion sur l'ensemble de l'installation.

4.6.2 Essai de performances

L'exécution de l'essai de performances suppose que le contrat définit une performance requise qui peut être mesurée sans ambiguïté.

La performance de l'installation se compose des performances des différents lots. La performance peut être justifiée séparément pour les équipements de manuten-

tion et de stockage individuels et pour l'installation complète.

Pour la justification des performances individuelles on peut se référer aux recommandations existantes, p. e.: FEM 9.851 „Vérification du rendement des transtockeurs - Durées des cycles". Cette recommandation peut également être appliquée intégralement ou partiellement aux chariots élévateurs desservant les magasins de grande hauteur.

La performance de l'installation complète n'est justifiée que si cela fait partie de la responsabilité du fournisseur. L'exécution de l'essai est à préciser sans ambiguïté entre le client et le fournisseur.

Pour ce faire, on doit tenir compte de problèmes survenant lors de l'utilisation simultanée de plusieurs tronçons de manutention tels que la formation de goulots d'étranglement le temps de réponse de l'ordinateur du niveau hiérarchique supérieur etc. Le client doit remplir en temps voulu les conditions nécessaires à l'exécution des essais de performances et notamment mettre à disposition les supports de manutention nécessaires ainsi que le personnel et l'équipement pour la dépose des supports de manutention dans l'installation de manutention.

4.6.3 Essai de disponibilité

Le taux de disponibilité de l'installation doit être défini avec le client au plus tard à la conclusion du contrat. Le modèle de disponibilité de l'installation doit être défini. Il comprend:

- la structure et/ou l'enchaînement des différentes parties du système

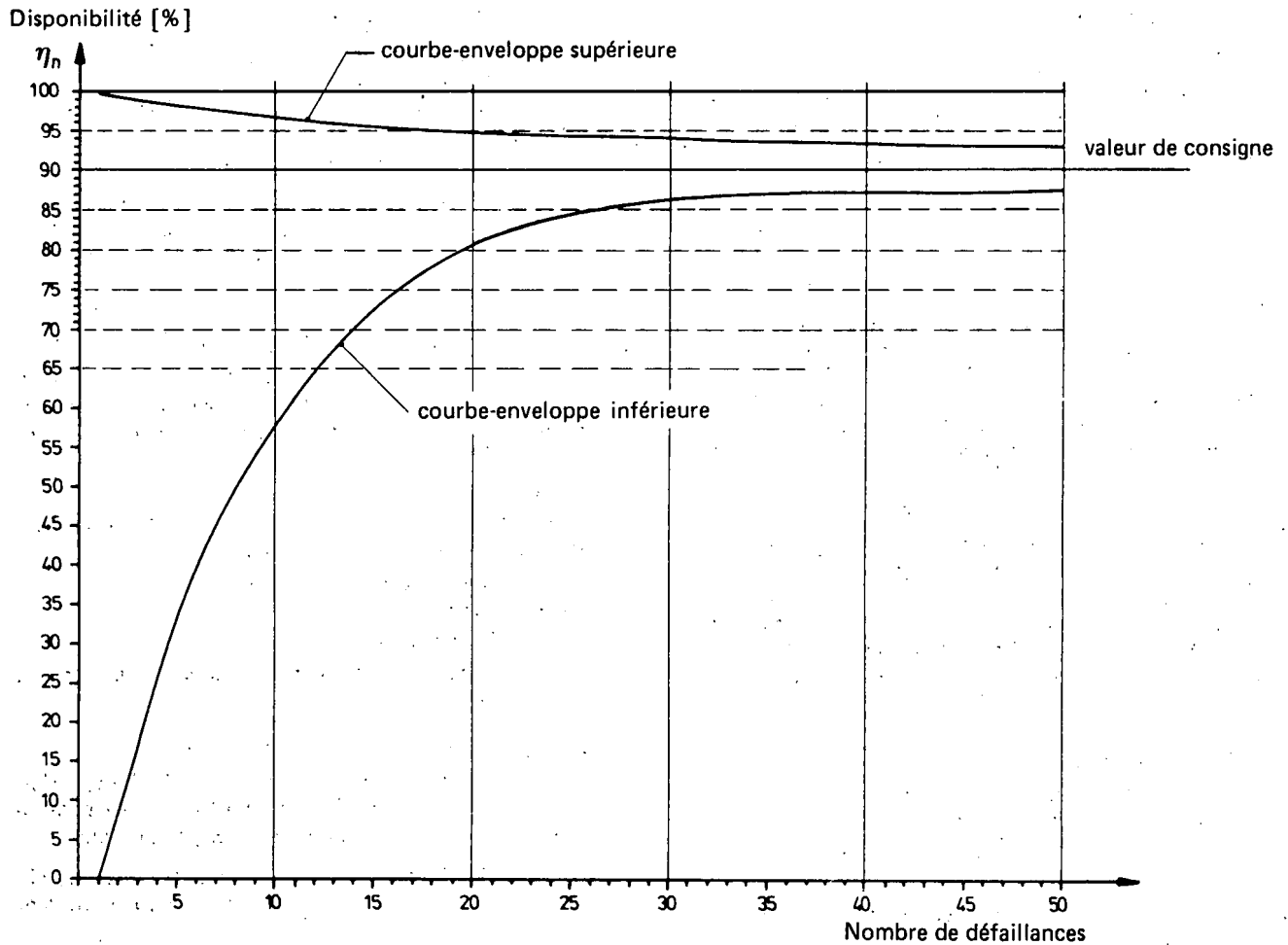


Fig. 4 Précision de la détermination d'une disponibilité

- la pondération des différentes parties du système
- la répartition des articles stockés dans les allées
- l'effet des stocks-tampons entre les différents secteurs
- les redondances
- le mode d'exécution etc.

La durée de dépannage est tributaire du facteur humain qui doit être pris en compte.

Si on exige, dans certain cas, une analyse des défauts survenus, le temps nécessaire à cette analyse ne doit pas être ajouté au temps de défaillance.

Pour les installations complexes, le moment de la justification de la disponibilité doit être convenu entre le client et le fournisseur. Une disponibilité élevée n'est en règle générale atteinte qu'après une phase de rodage suffisamment longue. Si l'installation n'atteint pas les valeurs convenues lors de la première justification, le fournisseur bénéficiera, après un délai de grâce, d'autres occasions pour exécuter cette justification. Pour l'évaluation des facteurs réduisant la disponibilité lors de la réception, on ne doit considérer que les défaillances qui ont une répercussion réelle sur l'utilisation de celle-ci. La répétition automatique d'un positionnement sans intervention manuelle après l'apparition d'une défaillance ne doit p. ex. pas être considérée.

La précision avec laquelle on peut justifier la disponibilité d'un élément de système croît avec la durée de l'observation.

La fig. 4 sert d'exemple des courbes-enveloppes quantitatives où l'on peut attendre à une disponibilité de 90 % d'un élément individuel. Les valeurs relevées lors d'un essai pratique peuvent se situer dans la fourchette entre ces courbes-enveloppes.

On reconnaît qu'on ne se rapproche de la disponibilité intrinsèque à l'élément de 90% qu'après un grand nombre de défaillances.

Vu l'importance de ce phénomène, le temps d'observation doit être défini à la conclusion du contrat.

4.7 Elimination des défauts après la réception

Le fournisseur doit éliminer les défauts dans les meilleurs délais. Le client et le fournisseur se mettent d'accord sur un planning d'élimination des défauts. Le fournisseur doit justifier au client l'élimination des défauts.

5 Phase opérationnelle

5.1 Rodage

La phase de montée en régime commence après la remise de l'installation au client. La durée du rodage est fixée en fonction de la complexité de l'installation. L'objectif de cette opération est de stabiliser l'installation, de donner l'occasion au personnel du client de commander l'installation en toute sécurité ainsi que de reconnaître et/ou d'éliminer des influences perturbatrices externes au niveau des interfaces.

Durant cette phase, l'utilisateur doit avoir la possibilité de se servir l'installation aux fins desquelles celle-ci a été conçue, une performance réduite ainsi qu'une disponibilité amoindrie pouvant cependant apparaître.

5.2 Phase de mesures

Il est opportun de fournir la justification de la disponibilité à la fin du rodage et après élimination des défauts apparus au cours de cette phase.

5.3 Point de contrôle

Le fournisseur confirme au client, en temps opportun avant écoulement de la garantie, la suppression des défauts faisant l'objet de la liste et les conditions contractuelles non encore justifiées au moment de la réception.

6 Schéma du déroulement de la commande

Le schéma du déroulement de la commande (fig. 5) décrit les étapes les plus importantes de la gestion et du suivi d'une commande jusqu'à la fin de la période de garantie.

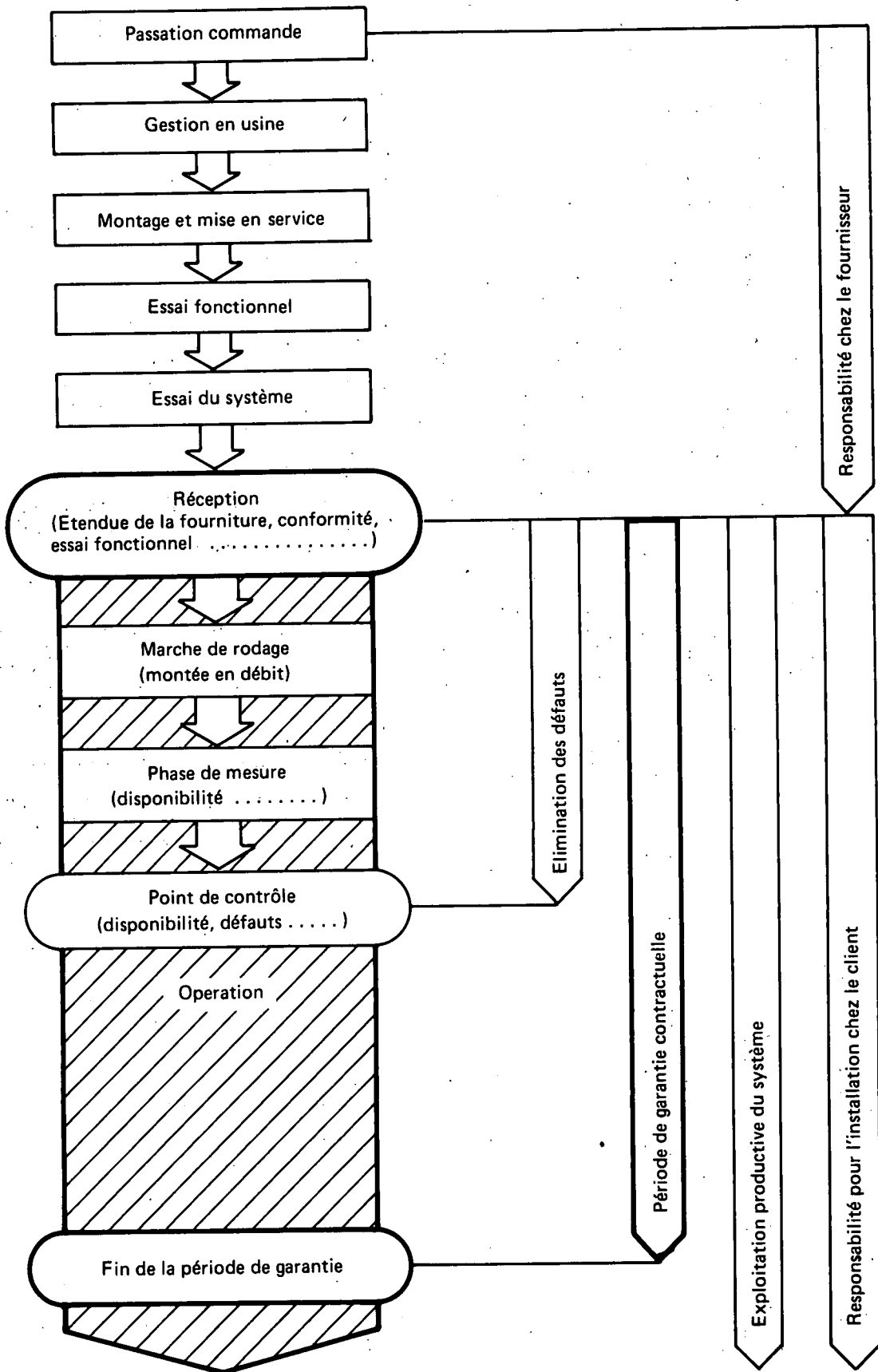


Fig. 5 Schéma du déroulement des étapes les plus importantes du traitement et de la gestion d'une commande jusqu'à la fin de la période de garantie

7 Exemples de détermination de la disponibilité

7.1 Magasin de grande hauteur

Installation considérée

L'installation comprend 3 transtockeurs et une installation de manutention fixe devant le magasin. Si l'installation de manutention fixe n'est pas en état opérationnel, l'exploitation du magasin de grande hauteur n'est pas possible.

Définitions

Le temps de défaillance de l'un des 3 transtockeurs est multiplié par le facteur de pondération $k_i = 1/6$. La défaillance de l'installation de manutention fixe équivaut à une panne totale de l'installation; $k_i = 1$.

La disponibilité est calculée à l'aide de la formule (6)

$$\eta_E = \frac{t_E - \sum_{i=1}^4 k_i \cdot t_{Ai}}{t_E}$$

où

t_E = temps d'utilisation (défaillant) considéré, dans ce cas 2 jours d'opération à 2 postes, $t_E = 32$ h

t_{Ai} = temps de défaillance de l'élément de l'installation i

k_i = facteur de pondération de l'élément de l'installation i ; il caractérise la part de l'élément d'installation à la fonction globale de l'installation.

Procès-verbal de mesure pour temps d'utilisation $t_E = 32$ h

Partie d'installation i	Facteur de pondération k_i	Temps de défaillance mesuré h	dont imputable à l'utilisateur h	temps de défaillance h	$k_i \cdot t_{Ai}$ h
1:TR1	1/3	1	0,4	0,6	0,2
2:TR2	1/3	0,6	—	0,6	0,2
3:TR3	1/3	0,3	—	0,3	0,1
4:zone devant	1	0,5	0,2	0,3	0,3

$$\sum_{i=1}^4 t_{Ai} \cdot k_i = 0,8$$

Calcul

$$\eta_E = \frac{32 \text{ h} - 0,8 \text{ h}}{32 \text{ h}} = 0,975 = 97,5 \%$$

A titre de comparaison, la disponibilité du système partiel „3 transtockeurs“ ($i = 1 \dots 3$)

$$\eta_E = \frac{32 \text{ h} - 0,5 \text{ h}}{32 \text{ h}} = 0,984 = 98,4 \%$$

7.2 Système de stockage géré par ordinateur

L'installation comprend les sous-systèmes suivants:

- 1 ordinateur de gestion de magasin
- 6 transtockeurs automatiques (TR)
- 1 installation de manutention pour opérations de stockage (TAE)
- 1 installation de manutention pour opérations de déstockage (TAA)
- 1 système de manutention à 6 filoguidés, faisant suite au système de manutention pour opérations de déstockage (FTS).

Conditions TR

Le stockage s'effectue en appliquant le principe de stockage banalisé, c.-à-d. que le nombre d'articles est bien plus petit que le nombre de casiers. De ce fait chaque article peut être disponible dans plusieurs allées. C'est l'ordinateur de gestion qui décide l'affectation article/allée.

Compte tenu de ceci, chaque défaillance d'un système partiel n'entre dans le calcul de disponibilité qu'avec le pourcentage avec lequel ce système partiel contribue à l'accomplissement de la fonction totale. Dans le cas de 6 transtockeurs p. e 1/6 pour chaque transtockeur.

Conditions TAE : TAA

Si les entrées et sorties sont effectuées au même prorata et au même moment (opération habituelle dans un magasin de grande hauteur), la fonction n'est réduite qu'à 50 % en cas de défaillance du transporteur de déstockage. Si le dernier élément d'une chaîne de manutention est défaillant (la dernière allée p. e du magasin de grande hauteur ne peut plus être desservie), le temps de défaillance entre pour 1/6 de 50 % dans la disponibilité de l'installation complète.

Conditions FTS

Si tous les 6 filoguidés sont nécessaires pour accomplir la performance, la défaillance d'un filoguidé entre pour 1/6 dans le calcul. Si la performance exigée est atteinte malgré la défaillance d'un filoguidé, parce qu'il existe des réserves, le temps de défaillance n'est pas considéré dans l'évaluation.

Conditions ordinateur de gestion

En cas de défaillance de l'ordinateur de gestion, il ne reste en général que des fonctions de secours, p. e certaines sorties d'urgence gérées par le système de commande du niveau inférieur. C'est pourquoi la défaillance de l'ordinateur de gestion entre à 100 % dans la disponibilité.

Exemple:

Temps de marche	8 heures = 480 minutes
Ordinateur, panne:	3 min
Défaillance TR 1:	12 min
Défaillance TR 3:	8 min
Défaillance TR 6/	2 x 5 min = 10 min
Concentrateur de données TR, panne:	8 min

Installation de manutention TA

3 défaillances:

1. Le transporteur de stockage n'a pas pu desservir les allées 5 et 6 en l'espace de 30 min.
2. L'ensemble du stockage n'a pas fonctionné pendant 12 min (problèmes au niveau du contrôleur de gabarit).
3. La commande du transporteur de déstockage était défaillante pendant 10 min, c.-à-d. déstockage impossible.

Concentrateur de données TA, panne: 6 min.

Système de filoguidés FTS

Défaillance d'un filoguidé 30 min.

Dépouillement:

Défaillance	Temps de défaillance t_{Ai} min	Effet		$k_i \cdot t_{Ai}$ min
		Description panne	Facteur k_i	
Panne ordinateur	3	Arrêt installation	1,0	3,0
TR 1	12	1 allée sur 6	1/6	2,0
TR 3	8	1 allée sur 6	1/6	1,3
TR 6	10	1 allée sur 6	1/6	1,7
Concentrateur TR	8	Toutes les allées	1,0	8,0
TAE	12	Stockage complet	0,5	6,0
TAE allée 5 et 6	30	Stockage 2 allées 1/2 x	2/6	5,0
Equipement de commande TAA	10	Déstockage complet	1/2	5,0
Concentrateur TA	6	Tous les transporteurs	1,0	6,0
1 filoguidé FTS	30	Redondant.	0,0	—
		(ou 1 sur 6)	1/6	5,0
Somme	129	Somme		38,0 (43,0)

La formule (6) permet de déterminer la disponibilité de l'installation à

$$\eta_E = \frac{t_E - \sum k_{ki} \cdot t_{Ai}}{t_E} = \frac{480 - 38}{480} = 92,1\%$$

ou à 91,0 %, si le filoguide FTS ne peut pas être considéré comme redondant.

Cet exemple illustre le procédé de calcul. Pour obtenir une sécurité statistique suffisante lors de la détermination de la disponibilité, le temps d'observation doit être prolongé. Cf. paragraphe 4.6.3.

7.3 Installation comprenant des transtockeurs, des bancs de montage et d'essai

A l'aide d'un exemple avec les deux variantes A et B, on veut expliciter les problèmes lors du calcul de la disponibilité et la répercussion de stocks-tampons et d'enchaînements.

Configuration du système

Un transtockeur dessert deux bancs de montage. A chaque banc de montage sont affectés deux bancs d'essai pour les pièces. Deux autres bancs de montage font suite, avant que le prélèvement des pièces ne s'effectue simultanément pour les deux lignes.

Lors de la conception du système, la performance de toutes les parties d'installation a été définie pour la performance maximale, sans tenir compte des pertes dues à la disponibilité. Des tronçons parallèles en ont résulté. Il n'y a pas eu de surdimensionnement. Les tronçons parallèles ne présentent donc pas non plus de redondance! La ramification n'a ici qu'une fonction de répartition de performance et pas d'accroissement de la redondance.

La disponibilité des différents éléments est:

	η_{Btr} %	t_{Ai} h	k_i	
Transtockeur	η_{BtrTR}	97	3	1,0
Banc de montage I	$\eta_{BtrMONT I}$	95	5	1/2
Banc d'essai	η_{BtrPR}	90	10	1/4
Banc de montage II	$\eta_{BtrMONT II}$	95	5	1/2

Que la disponibilité des différents éléments soit estimée ou mesurée sur des éléments comparables, ne joue aucun rôle pour le raisonnement suivi dans cet exemple.

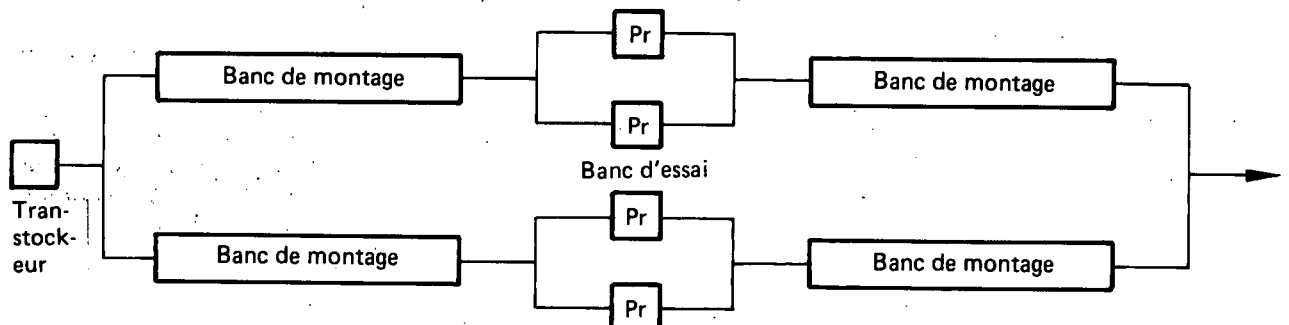


Fig. 6 Variante A

Variante A, calcul selon la formule (5)

L'installation ne présentant des tronçons parallèles que pour des raisons de répartition de performance (et pas pour des raisons d'accroissement de redondance), on applique la formule pour l'agencement „série“:

$$\eta_{Ges} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \dots \cdot \eta_n$$

$$\eta_{Btr Ges} = \eta_{Btr RBG} \cdot \eta_{Btr Mont I} \cdot \eta_{Btr Pr} \cdot \eta_{Btr Mont II}$$

$$\eta_{Btr Ges} = 0,97 \cdot 0,95 \cdot 0,90 \cdot 0,95$$

$$= 78,8 \%$$

Variante A, calcul selon la formule (7)

$$\eta_E = \frac{t_E - \sum_{i=1}^n k_{ki} \cdot t_{Ai}}{t_E}$$

t_E = temps d'utilisation défaillant considéré (ici 100 h)
 t_{Ai} = temps de défaillance pour la partie d'installation (en h)

$$\sum_{i=1}^n k_i \cdot t_{Ai} = 1 \cdot 3 + 2 (1/2 \cdot 5) + 4 (1/4 \cdot 10) + 2 (1/2 \cdot 5) = 3 + 5 + 10 + 5 = 23$$

$$\eta_E = \frac{100 - 23}{100} = 77 \%$$

Variante A, simulation

La valeur simulée pour la disponibilité totale est (avec un modèle de simulation spécifique utilisateur)

$$\eta_{Btr Ges} = 82,9 \%$$

Cette valeur est légèrement supérieure aux valeurs découlant des formules (5) et (7). La raison en est qu'on ne tient pas compte dans les formules du fait que les temps de défaillance d'éléments peuvent se produire en même temps et que le temps défaillant rapporté à l'installation peut être plus faible.

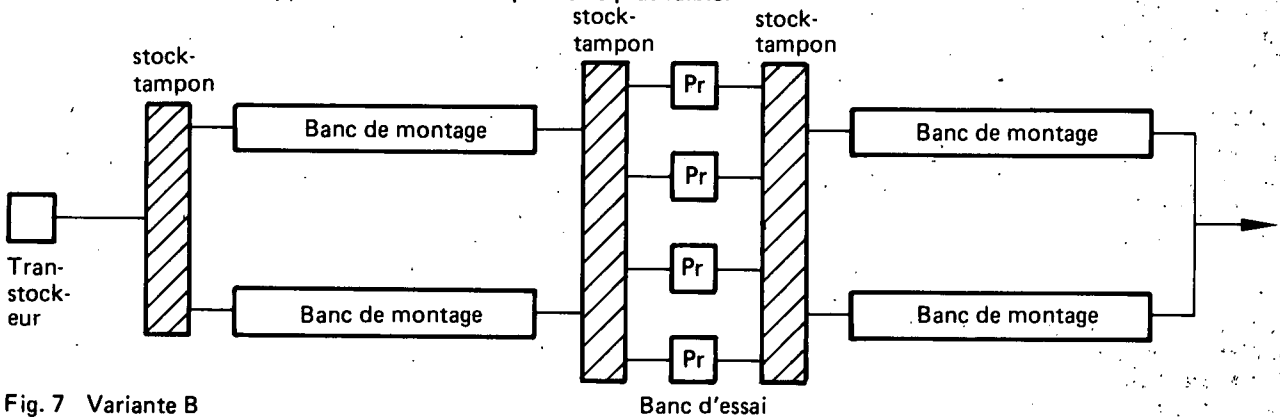


Fig. 7 Variante B

La Variante B prévoit trois stocks-tampons avec possibilité de répartition transversale. Les stocks-tampons ont été dimensionnés de sorte que la capacité représente le double des pièces manutentionnées dans l'installation en 4,5 min (80 % de tous les temps défaillants sont inférieurs dans le cas sélectionné).

Variante B, simulation

Une détermination empirique de la disponibilité d'installations existantes, comprenant des réseaux enchaînés avec des stocks-tampons, est très compliquée, les répercussions de défaillances sur d'autres zones et par là aussi sur les taux de remplissage des stocks-tampons devant également être observées.

On ne connaît pas de procédé analytique de détermination de la disponibilité d'installations à l'état de projet, composées de réseaux enchaînés avec des stocks-tampons.

Il est possible de déterminer la disponibilité de telles installations par simulation, lorsqu'on dispose de valeurs estimées réalistes sur la disponibilité des éléments individuels.

La valeur simulée pour la disponibilité totale est (avec un modèle de simulation spécifique utilisateur).

$$\eta_{Btr Ges} = 89,6 \%$$

La valeur maximale possible de 90 % (il s'agit là de la valeur minimale des éléments individuels, dans ce cas celle des bancs d'essai) est presque atteinte. Même avec des stocks-tampons supplémentaires, une valeur supérieure à 90 % ne pourrait être atteinte.

Lors du calcul d'installations complexes, il faudrait vérifier de façon précise avec quelle formule il convient de travailler.

Pour des installations enchaînées comprenant des stocks-tampons, il est recommandé d'effectuer une simulation dans la phase de projet, avant de figer définitivement l'agencement des équipements à l'intérieur de l'installation. Les répercussions d'enchaînements, stocks-tampons et redondances peuvent alors être déterminées et comparées aux coûts correspondants.

Erstellt durch den technischen Unterausschuß „Regalbediengeräte und Stapelkrane“ der Sektion IX der
Prepared by the Technical Sub-Committee „Storage and Retrieval Machines and Stacker Cranes“ of
Section IX of the
Etabli par le sous-comité technique „Transstockeurs et ponts gerbeurs“ de la section IX de la
Emesso della sottocommissione tecnica „Trasloelevatori e gru impilatrici“ della sezione IX della

Fédération Européenne
de la Manutention
(FEM)

Sekretariat:
Secretariat:
Secrétariat:
Segreteriaio:

Sekretariat der FEM Sektion IX
c/o VDMA
Fachgemeinschaft Fördertechnik
Postfach 71 08 64
D-6000 Frankfurt 71

Zu beziehen durch das oben angegebene Sekretariat oder durch die folgenden Nationalkomitees der FEM
Available from the above secretariat or from the following national committees of the FEM
En vente auprès du secrétariat ou des comités nationaux suivants de la FEM
Da richiedere attraverso il su citato segreteriaio o i comitati nazionali della FEM

Belgique

Comité National Belge de la FEM
Fabrimétal
Rue des Drapiers 21
B - 1050 Bruxelles

Deutschland

Deutsches Nationalkomitee der FEM
VDMA
Fachgemeinschaft Fördertechnik
Postfach 71 01 09
D - 6000 Frankfurt 71

España

Comité Nacional Español de la FEM
Asociación Nacional de Ingenieros Industriales
Via Layetana 39 (bajos)
E - Barcelona 3

France

Comité National Français de la FEM
SIMMA - Syndicat des industries de matériels
de manutention
10, avenue Hoche
F - 75 382 Paris cedex 08

Great Britain

British National Committee of FEM
British Materials Handling Federation
Bridge House
Smallbrook Queensway
GB - Birmingham B5 4JP

Italia

Comitato Nazionale Italiano de la FEM
Associazione Nazionale Industria
Meccanica Varia et Affine (ANIMA)
Piazza Diaz 2
I - 20 123 Milano

Luxembourg

Comité National Luxembourgeois de la FEM
Groupement des Constructeurs et Fondateurs
du Grand-Duché de Luxembourg
Rue Alcide de Gasperi 7
Plateau de Kirchberg
Boîte postale No. 1304
L - Luxembourg

Nederland

Nederlands National Comité bij de FEM
FME/GKT
Bredewater 20
Postbus 190
NL - 2700 Ad Zoetermeer

Norge

Norwegian FEM Groups
Norsk Verkstedsindustri
Standardiseringsentral NVS
Box 7072 H
N - Oslo 3

Portugal

Comissao Nacional Portuguesa da FEM
CEMUL - Prof. Eng. L. O. Faria
Avenida António José de Almeida - I.S.T.
P - 100Q Lisboa

Schweiz / Suisse / Svizzera

Comité National Suisse de la FEM
Verein Schweizerischer Maschinen-Industrieller
Kirchenweg 4
CH - 8032 Zürich

Suomi

Finnish National Committee of FEM
Federation of Finnish Metal and Engineering Industries
Eteläranta 10
SF - 00 130 Helsinki 13

Sverige

Swedish National Committee of FEM
Materialhanteringsgruppen Inom Sveriges Mekanförbund
Box 5506
S - 11 485 Stockholm