

**CNUCED  
MONOGRAPHIES  
SUR LA  
GESTION PORTUAIRE**

**6**

**Mesure et évaluation  
du rendement et de la productivité  
des ports**



**NATIONS UNIES**

**MONOGRAPHIES  
DE LA CNUCED  
SUR LA  
GESTION PORTUAIRE**

*Série de monographies établies par la CNUCED en collaboration  
avec l'Association internationale des ports (AIP)*

**6**

**Mesure et évaluation  
du rendement et de la productivité  
des ports**

*G. De Monie  
Directeur  
Antwerp Port Engineering and Consulting*



**NATIONS UNIES  
New York, 1988**

## NOTE

La présente monographie exprime les vues de son auteur et ne reflète pas nécessairement celles de l'Organisation des Nations Unies. Les appellations employées et la présentation des données n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

\*  
\* \* \*

### Autres monographies de cette série

- N° 1 L'horaire de travail dans les ports : passage de la journée normale avec heures supplémentaires au travail à deux shifts
- N° 2 Plans d'occupation des sols et zones portuaires : comment tirer le meilleur parti de l'infrastructure portuaire
- N° 3 Pour une organisation efficace de la maintenance du matériel portuaire
- N° 4 Programmation des opérations portuaires
- N° 5 Gestion des revêtements de terminaux à conteneurs

UNCTAD/SHIP/494(6)

## INTRODUCTION A LA SERIE

Dans les ports des pays industrialisés, les systèmes d'exploitation et le perfectionnement du personnel reposent sur l'expérience acquise, la compétition avec d'autres secteurs et l'innovation qui est stimulée quand l'industrie a atteint un stade avancé. Mais dans les pays en développement ces "bases" font généralement défaut et l'amélioration des ports se fait toujours très lentement et souvent par tâtonnements. Il importe que les ports du tiers monde se dotent des moyens qui dans les pays industrialisés vont de soi, et qu'ils tirent profit de l'expérience récente de ces derniers pour s'adapter à l'évolution de la situation.

La formation professionnelle peut y concourir et la CNUCED ne ménage aucun effort pour organiser des cours et séminaires dans le domaine portuaire à l'intention des cadres supérieurs, ainsi que pour fournir du matériel pédagogique aux instructeurs locaux pour la formation de cadres moyens. On a fait valoir qu'il serait utile de publier, à titre complémentaire, des documents techniques clairs et précis, consacrés à des problèmes généraux que posent la gestion et l'exploitation des ports, à l'intention expresse des autorités portuaires des pays en développement. Il existe actuellement très peu de documents de ce type.

Comme suite à l'adoption de cette proposition par la Commission des transports maritimes (résolution 35 (IX)), le secrétariat de la CNUCED a décidé de faire appel à la collaboration de l'Association internationale des ports, organisation non gouvernementale dotée du statut consultatif auprès de la CNUCED, pour la préparation des documents techniques en question. La présente série de monographies de la CNUCED sur la gestion portuaire est le fruit de cette collaboration. Nous espérons que ces monographies contribueront à améliorer la gestion, dont dépend dans une large mesure le bon fonctionnement des ports des pays en développement.

Le Directeur de la Division  
des transports maritimes  
de la CNUCED

A. BOUAYAD

AVANT-PROPOS

La décision prise par la CNUCED de faire appel à la collaboration de l'Association internationale des ports pour établir des monographies sur la gestion portuaire a été accueillie avec enthousiasme car elle allait dans le sens d'une amélioration de l'information des autorités portuaires des pays en développement. Pour ces monographies, la Commission du développement international des ports de l'AIP a puisé dans les ressources des ports des pays industrialisés membres de l'Association, et a bénéficié du concours de ports de pays développés qui ont bien voulu faire profiter les autres de l'expérience grâce à laquelle ils ont pu atteindre leur niveau technique et administratif actuel. Des cadres supérieurs de ports de pays en développement ont utilement contribué à l'évaluation des monographies au stade de la rédaction.

Je suis sûr que cette série de monographies de la CNUCED sera utile aux autorités portuaires des pays du tiers monde, en ce sens qu'elle leur fournira des indicateurs pour la prise de décisions concernant les améliorations, le progrès technique et l'utilisation optimale des ressources des ports.

L'Association internationale des ports espère poursuivre sa collaboration avec la CNUCED pour la préparation de nombreuses autres monographies dans cette série, qui devrait combler une lacune dans la documentation dont disposent actuellement les autorités portuaires.

Le Président de la Commission  
du développement international  
des ports de l'AIP

C. BERT KRUK

TABLE DES MATIERES

	<u>Paragraphes</u>
1. Introduction .....	1 - 4
2. Mesure du rendement et de la productivité des ports .....	5 - 26
2.1. Temps passé par le navire au port .....	7 - 12
2.2. Mesures du rendement de la manutention des cargaisons à bord et à terre .....	13 - 23
2.3. Mesures de l'occupation des postes à quai .....	24 - 26
3. Evaluation du rendement et de la productivité des ports ..	27 - 47
4. Comparaison des chiffres du rendement portuaire .....	48 - 56

## 1. Introduction

1. Ces vingt dernières années, un grand nombre d'études, de rapports et de conférences ont été consacrés à la question du rendement et de la productivité des ports. D'une façon générale, leurs conclusions ont déçu la plupart des intéressés. Dire que les auteurs n'ont pas su traiter convenablement le sujet ne constitue pas une explication suffisante. Qui tente d'analyser le rendement d'un port s'attelle en effet à une tâche herculéenne car il lui faudra surmonter plusieurs obstacles tenant :

- a) au nombre même des paramètres à considérer;
- b) à l'absence de données récentes, précises et fiables rassemblées selon une méthode reconnue et pouvant être publiées ou divulguées;
- c) à l'absence de définitions générales acceptées par tous;
- d) à la profonde influence de facteurs locaux sur les données obtenues;
- e) au fait qu'un même résultat peut être interprété différemment par les divers intéressés.

2. A cet égard, le fait que certains grands ports du monde parviennent à publier des monographies et des rapports sur "la productivité des ports" sans citer un seul résultat concret ni donner un seul chiffre est très révélateur.

3. Le but principal de la présente monographie est d'essayer : a) de faire une synthèse des nombreuses analyses déjà effectuées; b) de formuler des définitions acceptables par le plus grand nombre; c) de proposer des interprétations logiques des résultats obtenus et d'en tirer des applications pratiques.

4. Pour cela, il est essentiel de convenir d'une méthode de base commune. On s'efforcera donc dans le chapitre suivant de formuler des notions acceptables pour tous, avant d'analyser les facteurs qui déterminent le rendement des ports et de proposer ensuite des méthodes de mesure et de comparaison qui reposent sur un système de statistiques et d'indicateurs portuaires recueillant l'approbation générale.

## 2. Mesure du rendement et de la productivité des ports

5. Les ports sont essentiellement des pourvoyeurs de services, notamment pour les navires, les marchandises et les transports intérieurs. Le degré de satisfaction obtenu en fonction de normes préétablies donne la mesure du rendement du port. On peut déjà déduire de ce qui précède que le rendement diffère selon que les services sont fournis pour des navires, des marchandises ou le transport intérieur. Un port peut ainsi offrir, en théorie du moins, des services très satisfaisants aux exploitants de navires et, en même temps, laisser à désirer du point de vue des chargeurs ou des entrepreneurs de transport intérieur (ou inversement). En général, cependant, les carences ne se répercutent pas sur un seul groupe d'usagers, mais s'étendent à tous les services offerts par le port. La grande leçon à en tirer est que le rendement des ports ne saurait être évalué sur la base d'une valeur ou d'une mesure unique. Pour procéder à une évaluation valable, il faut, au contraire, se fonder sur des séries de mesures ayant trait :

- a) au temps passé par les navires au port;
- b) à la qualité de la manutention des marchandises;
- c) à la qualité des services fournis pour les véhicules de transport intérieur lors de leur passage dans le port.

6. L'étroite interdépendance de ces trois séries et, à l'intérieur de chacune, des diverses mesures du rendement, vient encore compliquer la situation. Il est donc pratiquement impossible et certainement déconseillé de les considérer isolément. Cette monographie est néanmoins surtout axée sur l'examen des deux premières, en raison de leur importance particulière et de l'intérêt primordial qu'elles présentent pour les principaux usagers des ports (c'est-à-dire les exploitants de navires).

#### 2.1. Temps passé par le navire au port

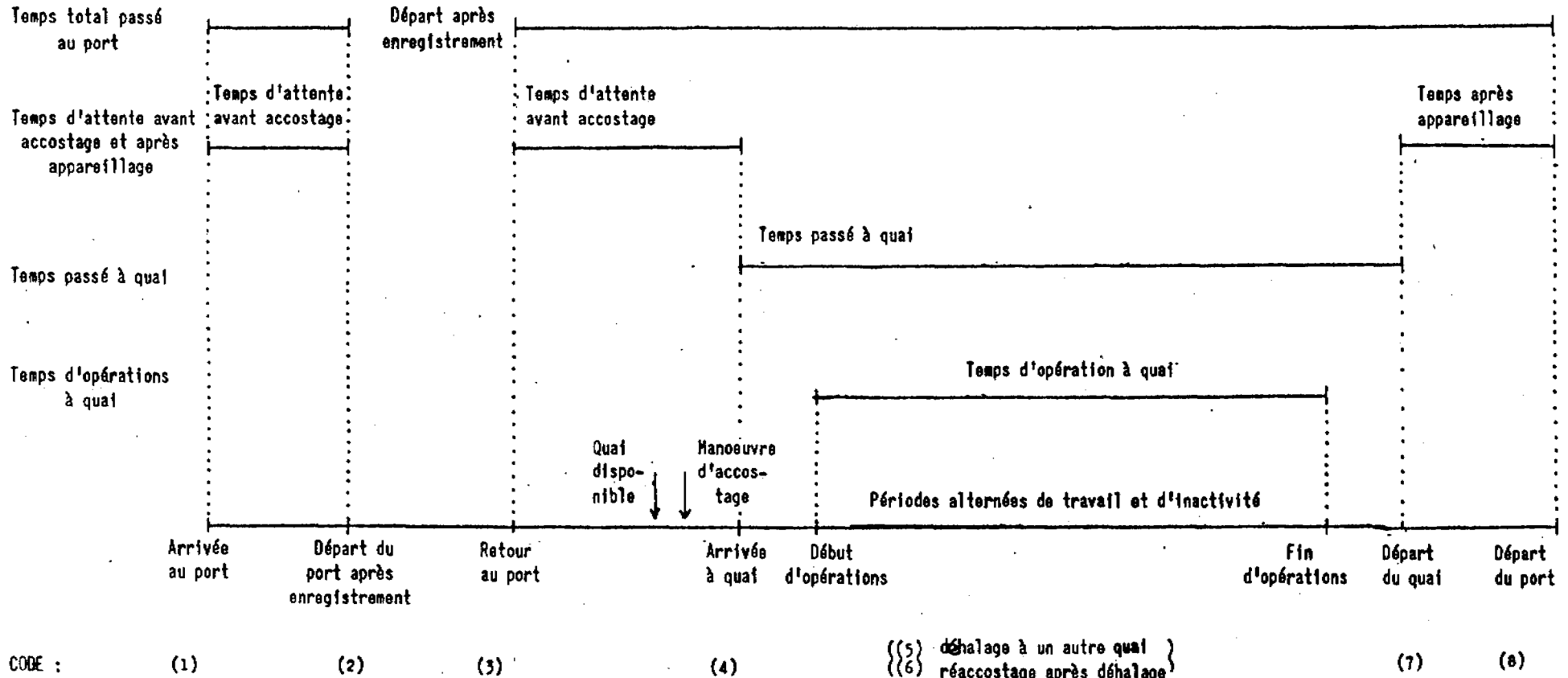
7. La figure 1 indique la ventilation du temps passé normalement par les navires au port. La première mesure, et aussi la plus importante, de la "productivité d'un navire" dans un port est fournie par le "temps total passé au port" par un navire donné lors d'une escale donnée (exprimé généralement en heures). Cependant, cette valeur n'est pas absolument significative en soi et doit être affinée. D'où l'utilisation d'une deuxième mesure indiquant le temps d'immobilisation total au port calculé en fonction du volume de la cargaison à manutentionner pendant l'escale, et d'une troisième indiquant le temps total passé au port en fonction de la composition de la cargaison (répartie traditionnellement en grandes catégories : liquides en vrac, solides en vrac, marchandises diverses classiques, marchandises conteneurisées, etc.). Dans une analyse économique, on peut s'efforcer d'exprimer ces valeurs relatives à la productivité du navire en termes monétaires, en tenant compte comme il se doit du coût journalier du navire au port (calculé en général sur la base de valeurs moyennes par type et par "classe d'âge", bien qu'il puisse y avoir des écarts considérables d'un type de navire à l'autre selon le pavillon, la gestion du navire et les conditions d'achat).

8. Jusqu'à présent, on a examiné le "temps total passé au port" sans le décomposer en périodes comme dans la figure 1. Il est possible d'améliorer la "productivité globale du navire au port" en réduisant certaines de ces périodes, mais il faut mettre particulièrement l'accent sur deux d'entre elles au moins : "le temps d'attente avant l'accostage" et "le temps passé à quai". Ces deux mesures sont surtout importantes dans les ports caractérisés par un encombrement latent ou aigu, c'est-à-dire ceux dans lesquels les navires doivent régulièrement attendre avant d'accoster parce que tous les postes de desserte qui leur conviendraient sont déjà occupés.



Figure 1

Décomposition du temps total passé par le navire au port



PROJET PNUD RAF/78/011

Source : "Manuel sur un système uniforme de statistiques portuaires et d'indicateurs de rendement"  
 (UNCTAD/SHIP/185/Rev.1).

9. Plusieurs études ont déjà été faites sur l'importance de ces périodes et, surtout, sur leurs rapports directs. Les figures 2, 3 et 4 donnent une représentation graphique des relations qui ont été établies de façon théorique, par le secrétariat de la CNUCED, pour les installations destinées aux marchandises diverses, dans son étude intitulée "Le débit des postes d'accostage : méthodes systématiques pour améliorer les opérations sur les marchandises diverses" 1/. Les rapports sur la base desquels ces graphiques ont été établis sont indiqués dans le tableau 1. Signalons que ces valeurs ont été calculées selon la formule de la théorie des files d'attente (distribution de Poisson pour les arrivées de navires et distribution exponentielle pour les temps de desserte), en partant du principe que le premier arrivé est le premier servi. Plusieurs autres analyses ont été effectuées par la suite sur la base d'informations complémentaires concernant les ports et ont abouti aux coefficients révisés donnés aux tableaux 2 et 3, une distinction étant faite entre les terminaux pour marchandises diverses et les terminaux spécialisés 2/ et l'expérience pratique de certains ports étant également prise en considération 3/.

10. Bien que les temps d'attente prévus soient inférieurs d'après les coefficients révisés des tableaux 2 et 3, toutes les données quantitatives susmentionnées débouchent sur des conclusions identiques dont voici les principales :

a) Le coefficient d'attente augmente très vite quand les taux d'occupation des postes d'accostage s'élèvent. Une réduction relativement faible de la durée du séjour à quai peut donc avoir un effet considérable sur le délai d'attente prévu et, par conséquent, sur la productivité du navire dans le port. La figure 5 montre clairement qu'une légère amélioration du rendement de la manutention des cargaisons entraîne une réduction considérable du temps de rotation du navire;

b) Pour un même taux d'occupation des postes d'accostage, la probabilité d'attente est d'autant plus faible que le nombre de postes identiques disponibles est élevé. Le délai d'attente risque donc d'être plus important dans les petits ports que dans les grands, même si les taux d'occupation sont les mêmes. Cette conclusion amène également à s'interroger sur l'intérêt qu'il y aurait à définir un taux d'occupation optimal des postes d'accostage, qui serait valable pour tous les ports, conformément aux vœux exprimés fréquemment par les responsables de la gestion portuaire et par les exploitants de navires lors de conférences et de séminaires sur la gestion des ports. On peut en fait se demander s'il existe un niveau d'utilisation idéal;

c) La détermination d'un taux d'occupation optimal des postes d'accostage peut avoir un sens pour certains terminaux ou pour des groupes bien définis de postes à divers, mais, même dans ce cas, il est très peu probable que les responsables de la gestion des ports puissent assurer ce taux de façon continue sur une longue période. C'est en fait une requête qui n'est pas réaliste car les fluctuations considérables du trafic et l'indivisibilité des investissements dans l'infrastructure portuaire militent contre elle. Peut-être serait-il possible, en fin de compte, de trouver une solution de compromis, fondée par exemple sur la moyenne des dépenses totales minimales encourues dans le port (voir la figure 6). Il convient toutefois de noter que ce minimum s'obtient avec un volume de trafic bien inférieur à celui qui correspond aux charges portuaires les plus basses.

Figure 2

Relation entre l'occupation des postes et le délai d'attente des navires : cas de 2 postes d'accostage

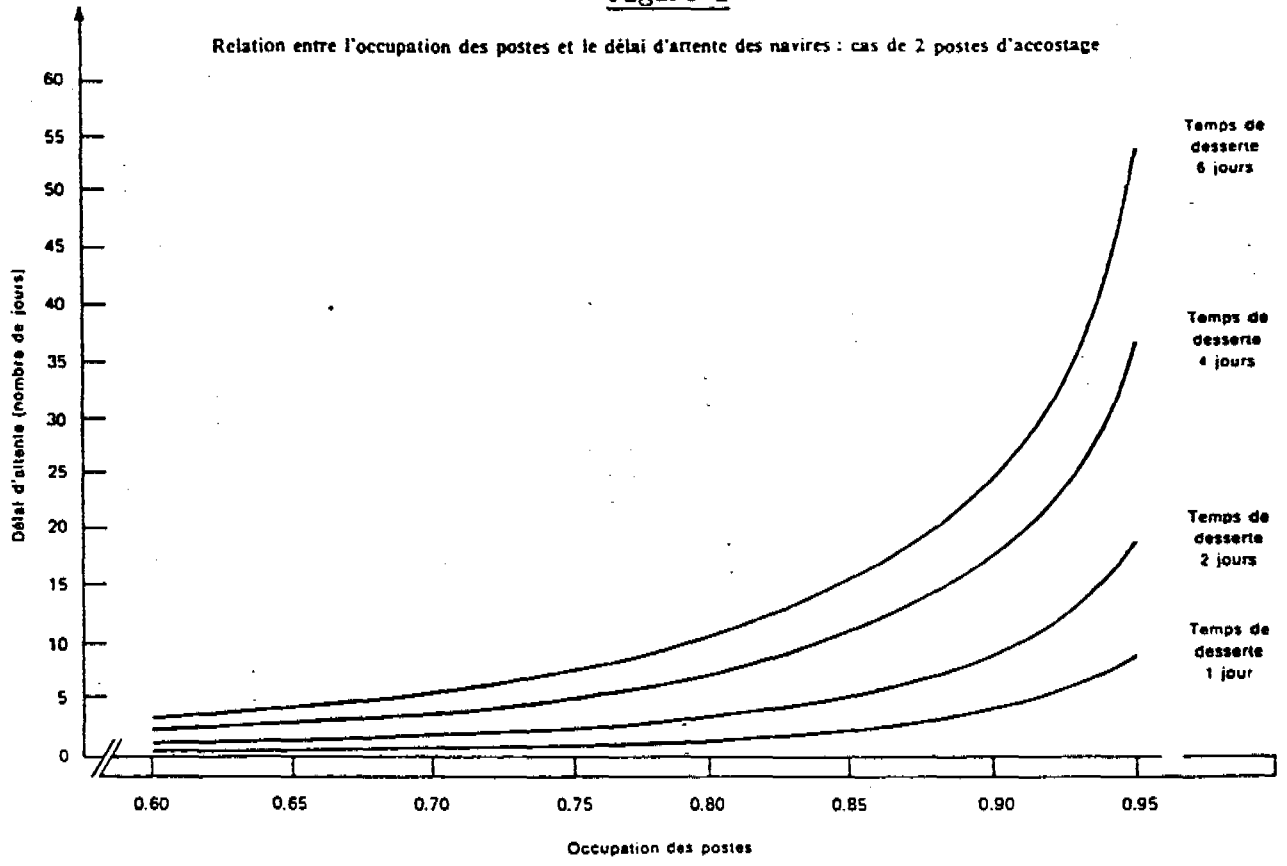


Figure 3

Relation entre l'occupation des postes et le délai d'attente des navires : cas de 6 postes d'accostage

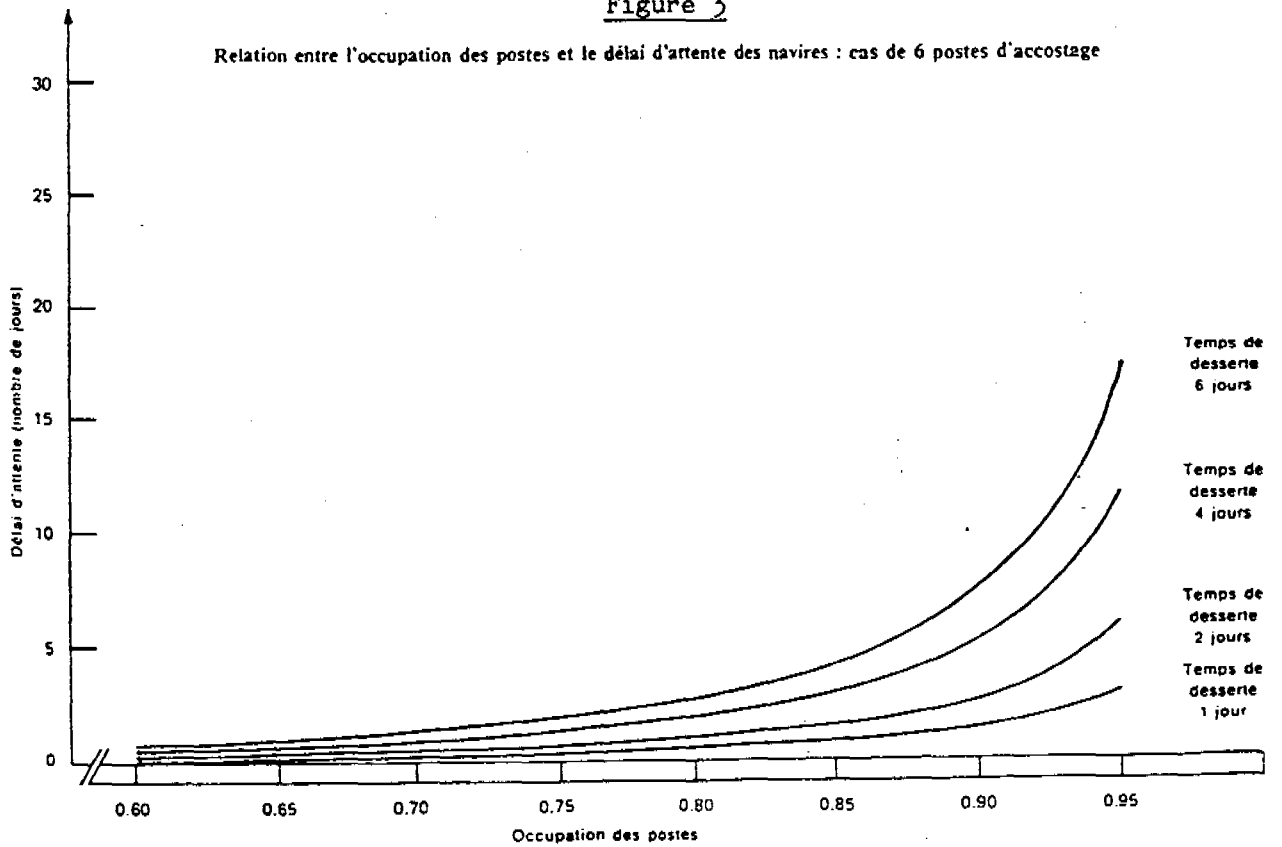
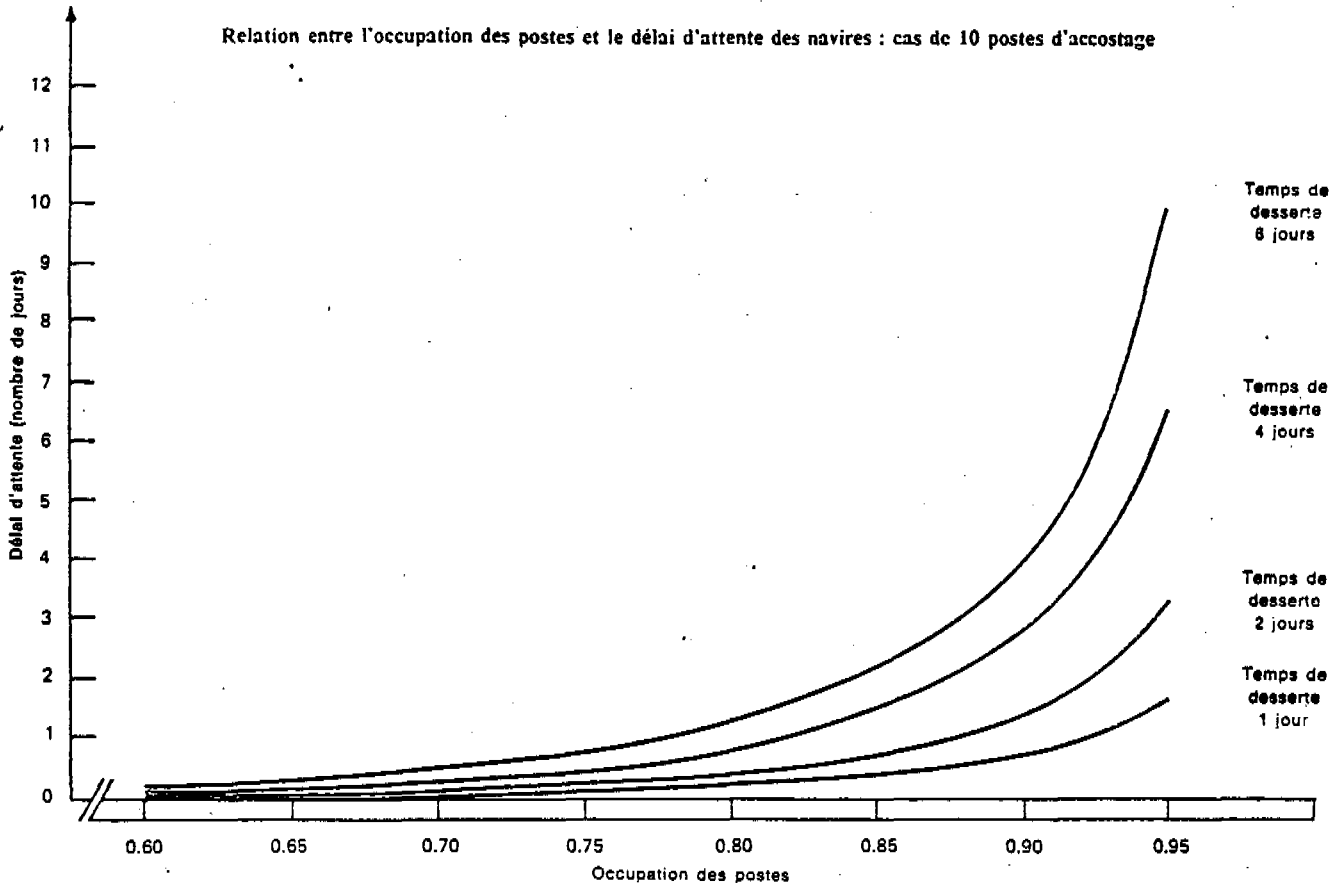


Figure 4



Source (figures 2, 3 et 4) : Le débit des postes d'accostage : Méthodes systématiques pour améliorer les opérations sur marchandises diverses (Publication des Nations Unies, No de vente F.74.II.D.1).

Figure 5

Effet d'une réduction de la durée du déchargement/chargement sur le temps de rotation

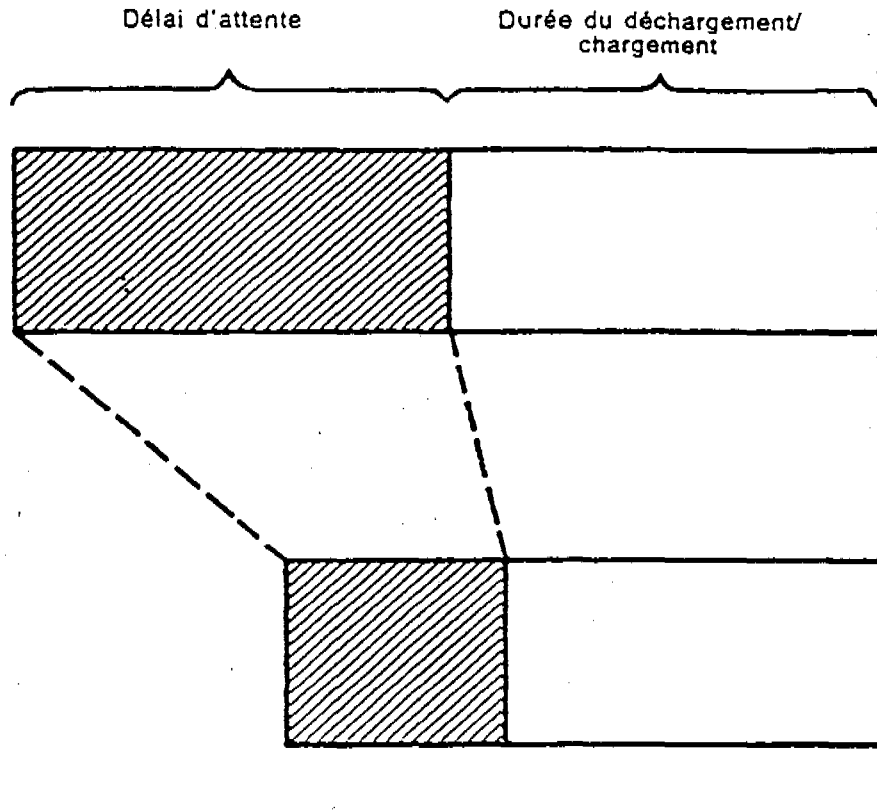
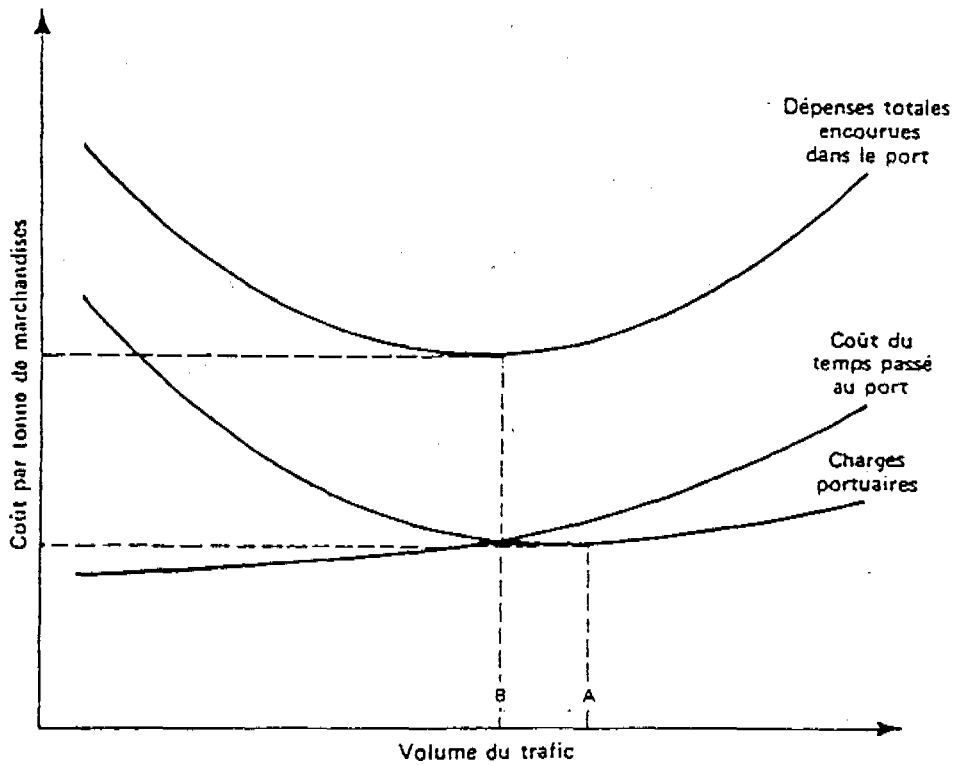


Figure 6

Variation du montant total des dépenses encourues dans le port en fonction de l'augmentation du trafic



Source : Le débit des postes d'accostage : Méthodes systématiques pour améliorer les opérations sur marchandises diverses.

Tableau 1

Rapports temps d'attente/temps de desserte

		Nombre de postes d'accostage														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	0,050	0,053	0,003	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,050
	0,100	0,111	0,010	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,100
	0,150	0,176	0,023	0,004	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,150
	0,200	0,250	0,042	0,010	0,003	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,200
	0,250	0,333	0,067	0,020	0,007	0,003	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,250
	0,300	0,429	0,099	0,033	0,013	0,006	0,003	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,300
	0,350	0,538	0,140	0,053	0,023	0,011	0,006	0,003	0,002	0,001	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,350
	0,400	0,667	0,190	0,078	0,038	0,020	0,011	0,006	0,004	0,002	0,001	0,001	0,001	0,0	0,0	0,400
	0,450	0,818	0,254	0,113	0,058	0,033	0,020	0,012	0,008	0,005	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,450
	0,500	1,0	0,333	0,158	0,087	0,052	0,033	0,022	0,015	0,010	0,007	0,005	0,004	0,003	0,002	0,500
	0,550	1,222	0,434	0,217	0,126	0,079	0,053	0,037	0,026	0,019	0,014	0,010	0,008	0,006	0,005	0,550
	0,575	1,353	0,494	0,254	0,151	0,097	0,066	0,047	0,034	0,025	0,019	0,014	0,011	0,009	0,007	0,575
Occupation	0,600	1,500	0,562	0,296	0,179	0,118	0,082	0,059	0,044	0,033	0,025	0,020	0,016	0,012	0,010	0,600
des postes d'accostage	0,625	1,667	0,641	0,344	0,213	0,143	0,101	0,074	0,056	0,043	0,034	0,027	0,021	0,017	0,014	0,625
	0,650	1,857	0,732	0,401	0,253	0,173	0,124	0,093	0,071	0,055	0,044	0,035	0,029	0,024	0,020	0,650
	0,675	2,077	0,837	0,468	0,301	0,209	0,152	0,115	0,090	0,071	0,057	0,047	0,038	0,032	0,027	0,675
	0,700	2,333	0,961	0,547	0,357	0,252	0,187	0,143	0,113	0,091	0,074	0,061	0,051	0,043	0,037	0,700
	0,725	2,636	1,108	0,642	0,426	0,305	0,299	0,178	0,142	0,115	0,095	0,080	0,067	0,058	0,049	0,725
	0,750	3,0	1,286	0,757	0,509	0,369	0,281	0,221	0,178	0,147	0,123	0,104	0,089	0,076	0,066	0,750
	0,775	3,444	1,504	0,899	0,614	0,451	0,347	0,276	0,225	0,187	0,158	0,135	0,117	0,102	0,089	0,775
	0,800	4,0	1,778	1,079	0,746	0,554	0,431	0,347	0,286	0,240	0,205	0,176	0,154	0,135	0,119	0,800
	0,825	4,714	2,131	1,311	0,917	0,689	0,543	0,441	0,367	0,311	0,267	0,232	0,204	0,181	0,161	0,825
	0,850	5,667	2,604	1,623	1,149	0,873	0,693	0,569	0,477	0,408	0,353	0,310	0,274	0,245	0,220	0,850
	0,875	7,0	3,267	2,062	1,476	1,132	0,908	0,751	0,635	0,547	0,478	0,422	0,376	0,338	0,306	0,875
	0,900	9,0	4,263	2,724	1,969	1,525	1,234	1,028	0,877	0,761	0,669	0,594	0,533	0,482	0,439	0,900
	0,925	12,333	5,926	3,829	2,796	2,185	1,782	1,497	1,285	1,122	0,993	0,888	0,802	0,729	0,668	0,925
	0,950	19,0	9,256	6,047	4,457	3,511	2,885	2,441	2,110	1,855	1,651	1,486	1,318	1,233	1,134	0,950
	0,975	38,999	19,252	12,708	9,451	7,504	6,211	5,291	4,602	4,068	3,642	3,295	3,006	2,762	2,553	0,975

Source : valeurs calculées par le secrétariat de la CNUCED selon la formule de la théorie des files d'attente (distribution de Poisson pour les arrivées de navires et distribution exponentielle pour les temps de desserte). Les files ont été supposées réglées sur le principe du « premier arrivé, premier servi ».

Tableau 2

Coefficient d'attente. — Délai moyen d'attente des navires dans la file d'attente  $M/E_n$   
 exprimé en unités de temps moyen de desserte  
 (Arrivées aléatoires, temps de desserte répartis selon une distribution d'Erlang du type 2)

Utilisation	Nombre de postes d'accostage														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,30	0,32	0,08	0,03	0,02	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,31	0,34	0,09	0,03	0,02	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,32	0,35	0,09	0,03	0,02	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,33	0,36	0,09	0,04	0,02	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,34	0,37	0,10	0,04	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,35	0,39	0,11	0,04	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,36	0,41	0,11	0,04	0,03	0,02	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,37	0,43	0,12	0,05	0,03	0,02	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,38	0,44	0,13	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—
0,39	0,46	0,13	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—
0,40	0,48	0,14	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—
0,41	0,50	0,15	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—
0,42	0,52	0,16	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—
0,43	0,54	0,16	0,07	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—
0,44	0,56	0,17	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—
0,45	0,59	0,18	0,08	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—
0,46	0,61	0,19	0,08	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—
0,47	0,64	0,20	0,09	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—
0,48	0,66	0,21	0,09	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—
0,49	0,69	0,23	0,10	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	—	—	—	—	—
0,50	0,72	0,24	0,11	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	—	—	—	—	—
0,51	0,74	0,25	0,12	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	—	—	—	—
0,52	0,78	0,26	0,13	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	—	—	—	—
0,53	0,81	0,28	0,13	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	—	—	—	—
0,54	0,84	0,29	0,14	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	—	—	—
0,55	0,88	0,31	0,15	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	—	—	—
0,56	0,91	0,33	0,16	0,10	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	—	—
0,57	0,95	0,35	0,17	0,11	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	—
0,58	1,00	0,37	0,18	0,11	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,59	1,04	0,39	0,19	0,12	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
0,60	1,08	0,42	0,20	0,13	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
0,61	1,13	0,44	0,22	0,14	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
0,62	1,18	0,47	0,23	0,15	0,10	0,07	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
0,63	1,23	0,49	0,25	0,16	0,11	0,08	0,06	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
0,64	1,29	0,51	0,27	0,17	0,12	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
0,65	1,34	0,53	0,29	0,19	0,12	0,09	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
0,66	1,40	0,60	0,31	0,20	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
0,67	1,48	0,63	0,33	0,22	0,14	0,11	0,09	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02
0,68	1,55	0,66	0,36	0,23	0,16	0,12	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
0,69	1,62	0,70	0,38	0,25	0,17	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
0,70	1,70	0,72	0,42	0,27	0,19	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
0,71	1,80	0,78	0,44	0,29	0,20	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03
0,72	1,90	0,83	0,48	0,31	0,22	0,17	0,13	0,11	0,08	0,07	0,06	0,04	0,04	0,04	0,03
0,73	1,99	0,87	0,51	0,34	0,24	0,18	0,14	0,12	0,09	0,08	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04
0,74	2,08	0,93	0,54	0,36	0,26	0,20	0,16	0,13	0,10	0,09	0,08	0,05	0,05	0,05	0,04
0,75	2,20	1,00	0,59	0,39	0,28	0,22	0,17	0,14	0,11	0,10	0,09	0,06	0,06	0,05	0,05
0,76	2,31	1,08	0,63	0,42	0,30	0,24	0,19	0,15	0,13	0,11	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06
0,77	2,46	1,16	0,68	0,45	0,33	0,26	0,21	0,17	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,07
0,78	2,59	1,23	0,73	0,49	0,36	0,28	0,23	0,19	0,16	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07
0,79	2,75	1,30	0,79	0,53	0,40	0,31	0,25	0,21	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08
0,80	2,95	1,40	0,84	0,57	0,43	0,34	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09
0,81	3,17	1,50	0,92	0,63	0,47	0,38	0,30	0,24	0,21	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
0,82	3,45	1,70	0,98	0,68	0,52	0,42	0,34	0,27	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11
0,83	3,75	1,85	1,08	0,74	0,57	0,47	0,38	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13
0,84	4,10	1,90	1,16	0,81	0,64	0,50	0,42	0,34	0,29	0,26	0,22	0,20	0,17	0,16	0,15
0,85	4,40	2,05	1,28	0,90	0,70	0,56	0,46	0,38	0,32	0,29	0,25	0,22	0,19	0,18	0,16
0,86	4,75	2,20	1,40	0,98	0,76	0,61	0,51	0,42	0,36	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18
0,87	5,20	2,40	1,52	1,07	0,84	0,67	0,56	0,47	0,40	0,35	0,31	0,28	0,25	0,23	0,20
0,88	5,60	2,60	1,68	1,16	0,92	0,75	0,63	0,52	0,45	0,39	0,35	0,31	0,28	0,26	0,24
0,89	6,10	2,85	1,83	1,29	1,01	0,83	0,70	0,58	0,50	0,44	0,40	0,36	0,32	0,29	0,27
0,90	6,60	3,20	2,00	1,43	1,12	0,92	0,76	0,64	0,56	0,49	0,44	0,40	0,36	0,33	0,30

Source : chiffres calculés par le secrétariat de la CNUCED.

**Tableau 3**  
**Délai moyen d'attente des navires dans la file  $E_2/E_2/n$**   
*(En unités de temps de desserte)*

Utilisation	Nombre de postes d'accostage							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0,10	0,02	0	0	0	0	0	0	0
0,15	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0
0,20	0,06	0,01	0	0	0	0	0	0
0,25	0,09	0,02	0,01	0	0	0	0	0
0,30	0,13	0,02	0,01	0	0	0	0	0
0,35	0,17	0,03	0,02	0,01	0	0	0	0
0,40	0,24	0,06	0,02	0,01	0	0	0	0
0,45	0,30	0,09	0,04	0,02	0,01	0,01	0	0
0,50	0,39	0,12	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0
0,55	0,49	0,16	0,07	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01
0,60	0,63	0,22	0,11	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01
0,65	0,80	0,30	0,16	0,09	0,06	0,05	0,03	0,02
0,70	1,04	0,41	0,23	0,14	0,10	0,07	0,05	0,04
0,75	1,38	0,58	0,32	0,21	0,14	0,11	0,08	0,07
0,80	1,87	0,83	0,46	0,33	0,23	0,19	0,14	0,12
0,85	2,80	1,30	0,75	0,55	0,39	0,34	0,26	0,22
0,90	4,36	2,00	1,20	0,92	0,65	0,57	0,44	0,40

Source : E. Page, *Queueing Theory in OR*, Londres, Butterworths, 1972, p. 155.



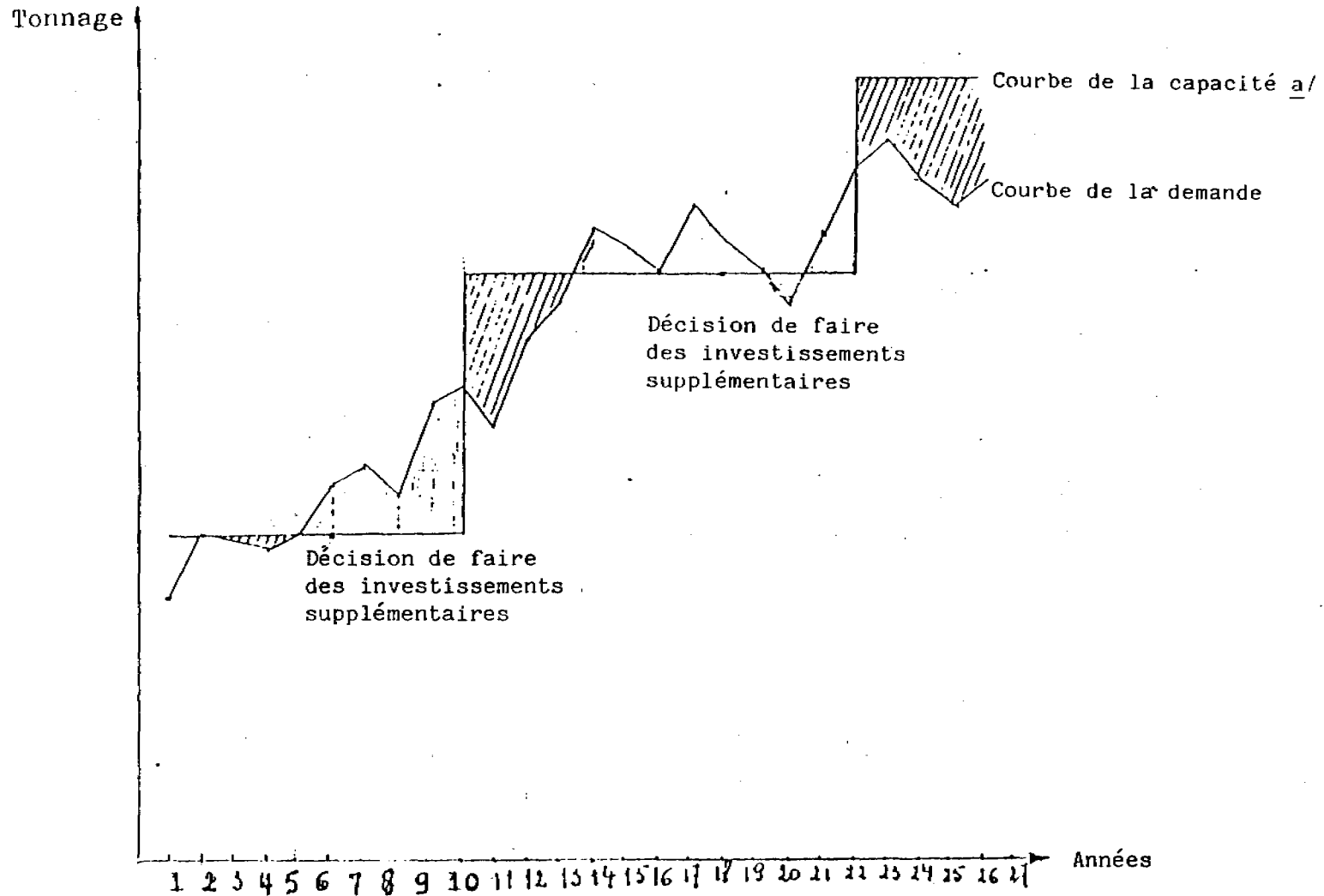
Cette conclusion montre qu'il y a une contradiction fondamentale entre les intérêts des exploitants de navires et ceux des ports. Les compagnies de navigation insistent sur un accostage immédiat, sans attente, ce qui suppose un nombre de postes supérieur à celui qui serait strictement nécessaire pour faire face à la demande. Les ports, quant à eux, cherchent à réduire autant que faire se peut les dépenses d'infrastructure et à atteindre des taux d'occupation les plus élevés possible;

d) Il ressort de ce qui précède, et en particulier des arguments exposés au paragraphe c), que l'on peut accroître la productivité d'un navire dans le port grâce à l'amélioration du rendement portuaire au cours des diverses étapes de la desserte (et en particulier de la manutention des marchandises), mais aussi grâce à l'offre d'un surplus d'installations (par exemple, en tenant des postes d'accostage en réserve), politique qui, pour certains, équivaut à la création d'une surcapacité. La frontière entre ces deux aspects est extrêmement floue et peut évoluer avec le temps. Dans le second cas, la situation peut s'expliquer par la fluctuation simultanée de la demande (également à court terme) et par l'indivisibilité de la capacité (qui est en soi une valeur variable, évoluant en fonction de facteurs tels que la composition et le volume des cargaisons, les conditions d'exploitation et les types de navires) 4/.

11. La figure 7 illustre schématiquement les difficultés rencontrées pour aligner à long terme la capacité portuaire sur la demande. Ce déséquilibre sera probablement plus marqué encore à court terme. En outre, chaque fois que le volume du trafic dépassera la capacité, le port sera soumis à de très fortes pressions de la part de ses principaux usagers qui lui demanderont de fournir immédiatement des installations supplémentaires, requête qui n'est évidemment pas facile à satisfaire. Dans les pays industrialisés beaucoup de ports ont donc décidé de prévoir une certaine marge de sécurité sur le plan des installations, ce qui contribue à accroître la productivité et, partant, la capacité globale du port. Cela n'est toutefois pas sans entraîner des frais et la plupart des pays en développement considèrent qu'un tel investissement n'est pas judicieux alors que les ressources sont rares. Signalons néanmoins que le surcroît de dépenses occasionné par la création d'installations de réserve peut être relativement faible par rapport aux frais entraînés par l'encombrement des ports et aux pertes que subit un pays quand sa capacité portuaire ne répond plus aux exigences du trafic.

Figure 7

Alignement de la capacité sur la demande



a/ On suppose que la capacité reste inchangée à court terme dans le seul but de simplifier la présentation et de mieux mettre en lumière les rapports avec la demande.

12. En conclusion, les mesures du temps passé par un navire au port sont des indicateurs essentiels de la qualité des services offerts aux principaux usagers. Il faut noter que des valeurs identiques peuvent être interprétées de façon très diverse par les différents exploitants de navires, selon leurs besoins prioritaires, et que le jugement qu'ils portent sur la qualité de ces services peut par conséquent varier considérablement.

## 2.2. Mesures du rendement de la manutention des cargaisons à bord et à terre

13. La période essentielle du "temps passé à quai" est constituée principalement d'une succession de périodes d'activité et d'inactivité au cours desquelles intervient la manutention des cargaisons. Le rendement de cette opération détermine donc en grande partie la qualité des services fournis au navire et mérite, par conséquent, une analyse spéciale. Deux groupes d'indicateurs sont nécessaires pour mesurer efficacement le rendement de la manutention des marchandises :

- des indicateurs de production;
- des indicateurs de productivité.

14. Les indicateurs de production fournissent des informations sur la quantité totale de travail effectué au cours d'une période donnée ou sur le volume de marchandises manutentionné en un temps donné. Les plus couramment utilisés dans les ports sont :

- le débit des postes d'accostage;
- la production par navire;
- la production par équipe.

Il est évident que ces deux dernières valeurs sont aussi des mesures de la productivité et de l'efficacité, la production par équipe étant l'indicateur de productivité le plus souvent utilisé.

15. Le débit des postes d'accostage correspond au volume total de marchandises manutentionnées à un poste d'accostage pendant une période donnée (semaine, mois ou année). Il n'indique cependant pas si les installations ont été gérées efficacement. En outre, cette mesure n'a de sens que si on précise le type de marchandises manutentionnées, les techniques de manutention employées (grues à benne, transporteurs à bandes, outillage classique, engins pour la manutention des conteneurs), l'itinéraire suivi (direct ou indirect) et les unités de mesure utilisées (tonne-poids, tonne-fret, tonneau d'encombrement). C'est essentiellement une mesure de "l'activité" d'une installation.

16. Les mesures du rendement par navire donnent une indication précise de la qualité des opérations de manutention des cargaisons. Ces chiffres doivent néanmoins être précisés, comme pour le débit des postes d'accostage. Les mesures les plus souvent utilisées sont les suivantes :

- tonnage manutentionné par heure de travail et par navire;
- tonnage manutentionné par heure passée au poste d'accostage;
- tonnage manutentionné par heure passée au port.

Des écarts importants entre ces valeurs témoignent de pertes de temps considérables pour le navire à quai ou dans le port.

17. Un exemple très simplifié montrera combien il est important de comparer ces trois mesures. Supposons qu'un navire est arrivé au port à 4 heures, qu'il a accosté à 5 heures, que le travail a commencé à 8 heures, que les opérations ont été terminées à 18 heures, qu'il a quitté le quai à 23 heures et le port à minuit et qu'au cours du temps passé au port, un total de 1 000 tonnes de marchandises diverses a été manutentionné. Les mesures de rendement correspondantes sont donc les suivantes :

Tonnage manutentionné par heure de travail et par navire :  
 $1\ 000\ t/10\ h = 100\ t/h;$

Tonnage manutentionné par heure passée au poste d'accostage :  
 $1\ 000\ t/18\ h = 55\ t/h;$

Tonnage manutentionné par heure passée au port :  $1\ 000\ t/20\ h = 50\ t/h.$

Beaucoup d'exploitants de navires calculent également la valeur suivante :

Rendement par journée (24 heures) passée au port :  
 $\frac{1\ 000\ t \times 24\ h}{20\ h} = 1\ 200\ t/24\ h.$

L'écart entre les 55 tonnes par heure au poste d'accostage et les 100 tonnes par heure de travail et par navire révèle clairement une perte de temps à quai, quand aucune opération n'est effectuée sur le navire. Cet exemple ne permet pas de préciser les causes de cet important temps mort, mais le responsable du trafic portuaire devrait avoir à coeur de les rechercher et de prendre les mesures correctives nécessaires.

18. Une autre mesure de production très utilisée est la production par équipe, qui correspond à la quantité moyenne (en tonnes) de marchandises manutentionnées par une équipe en un certain laps de temps, normalement une heure. C'est par conséquent la valeur la plus révélatrice du rendement de la main-d'oeuvre, bien qu'elle doive elle aussi être complétée par des données explicatives sur certains facteurs comme la composition de l'équipe, la cargaison manutentionnée, la configuration du navire et beaucoup d'autres éléments encore, avant que des conclusions valables puissent être tirées. Certains analystes, par souci de perfectionnisme, tendent en outre à exprimer le rendement en homme/heures plutôt qu'en équipe/heures pour supprimer le facteur de distorsion que constitue la "composition de l'équipe". Peut-être serait-il bon de souligner aussi que, dans les terminaux à conteneurs, le rendement se mesure aujourd'hui en "conteneurs par heures de grue brute ou nette", la notion d'équipe n'étant dans ce cas plus réaliste.

19. Les indicateurs de productivité pour la manutention des marchandises diffèrent des indicateurs de production en ce sens qu'ils correspondent au rapport entre la "production" obtenue et l'effort investi, exprimé en termes monétaires. Cette notion est très étroitement liée à celle de rentabilité qui veut que la manutention la moins coûteuse soit considérée comme celle qui est la plus rentable. Les responsables de la gestion des ports et les consultants ne perçoivent souvent pas très bien la différence entre la production et la productivité et, en particulier, ne réalisent pas toujours qu'une augmentation de la production n'est pas obligatoirement synonyme d'amélioration de la productivité. Ainsi, il est possible de manutentionner davantage de marchandises par poste d'accostage en employant un plus grand nombre d'hommes par équipe et plus d'équipes par navire et en utilisant davantage de matériel ou une plus grande aire d'entreposage. Il en résultera indubitablement une augmentation de la production, mais pas forcément de la productivité (c'est-à-dire de la rentabilité des opérations). On trouvera au tableau 4 une illustration simple de ce rapport parfois paradoxal. Actuellement, par exemple, une équipe de 20 dockers ne peut dépasser une production de 40 t par heure et par navire, alors que la solution envisagée permettrait d'atteindre 75 t par heure et par navire (soit un gain de près de 90 %). La rentabilité d'un tel changement est néanmoins contestable, puisque le coût de la manutention par tonne passerait en fait de 11 dollars à 12,2 dollars. Ce n'est que si on réalise effectivement un gain sur le temps passé par le navire au port qu'une telle option peut être considérée comme globalement rentable 5/.

Tableau 4

Le rapport paradoxal entre la production et la productivité dans un contexte portuaire

Opérations actuelles		Solution envisagée
20	Nombre de dockers par équipe	26
1	Nombre moyen de grues par équipe	1.5
2	Nombre d'équipes par navire	3
20	Production par heure et par équipe	25
40	Production par heure et par navire	75
100 dollars	Total des frais de grue par heure/grue	100 dollars
6 dollars	Coût total de l'heure-homme	6 dollars
200 dollars	Frais total de grue par heure et par navire	450 dollars
240 dollars	Coût total de la main-d'oeuvre par heure et par navire	468 dollars
440 dollars:40 t = 11 dollars/tonne	Coût total par tonne	918 dollars:75 t = 12.24 dollars/tonne

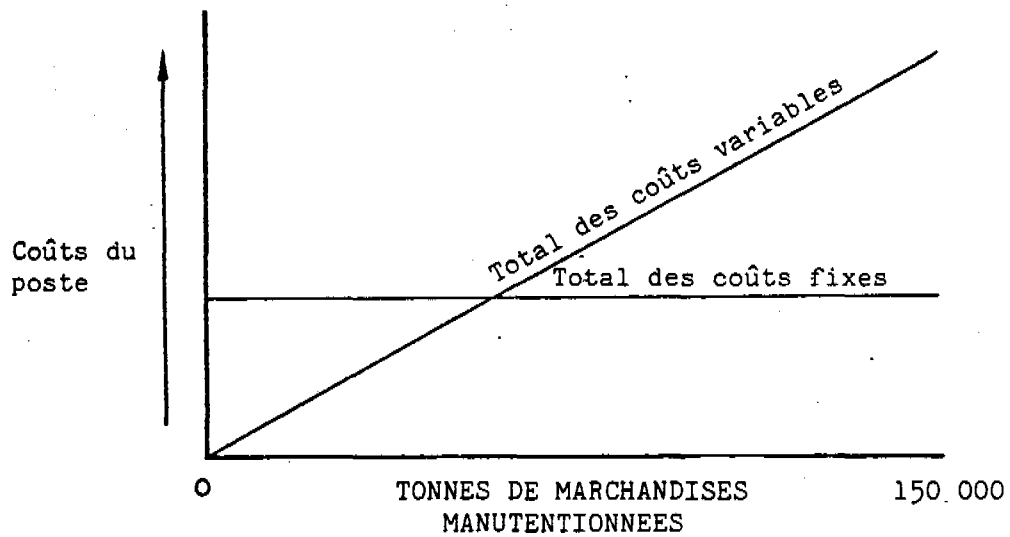
20. Ce rapport particulier explique aussi la tension qui règne, par exemple, entre les entreprises de manutention et les exploitants de terminaux, d'une part, et les compagnies de navigation et les agents maritimes de l'autre, lors de l'établissement des plans journaliers pour les opérations de manutention des cargaisons. Invariablement, ces derniers demandent que leur soit alloué un maximum d'équipes et d'engins alors que les manutentionnaires recherchent la rentabilité en fonction de la répartition de la cargaison à bord et de l'écouille ou de l'aire de chargement ou de déchargement principal.

21. Il est important enfin de souligner que si la réduction au minimum du coût par tonne représente un objectif très réaliste dans la plupart des ports et pour la plupart des navires, certaines circonstances peuvent remettre les choses en question. C'est ainsi qu'en cas d'encombrement soudain d'un port ou d'une zone portuaire spécialisée, la rentabilité passe au second plan et les responsables de la gestion du port donnent la priorité à l'augmentation de la "production" dans toute la mesure possible. Au regard du coût total qu'un tel encombrement peut représenter pour un pays, les coûts de manutention apparaissent relativement mineurs.

22. La mesure de la productivité et de la rentabilité des ports comporte également un autre aspect important. Jusqu'à présent, tous les coûts ont été présentés comme étant de nature homogène et identique mais, pour mieux comprendre le sens des mesures de la productivité, il est essentiel de distinguer les coûts fixes des coûts variables. Les premiers sont indépendants de la production (du moins jusqu'à ce que les installations soient pleinement exploitées), alors que les coûts variables augmentent en même temps que celle-ci. Ainsi, lorsqu'un port augmente le débit des postes d'accostage d'une installation, cela accroît le coût total de ces postes (le total des coûts variables augmente, les coûts fixes ne variant pas). La situation est cependant tout autre, si ces coûts sont calculés par tonne de marchandises manutentionnées. Dans ce cas, le coût total par tonne diminue quand la production augmente (du fait que les coûts fixes par tonne fléchissent et que les coûts variables par tonne restent inchangés). Ces deux rapports, illustrés par les figures 8 et 9, expliquent l'importance que les responsables de la gestion des ports et des terminaux attachent à la pleine utilisation de la capacité existante, en particulier pour les installations dont les coûts fixes sont considérables (comme les terminaux pétroliers et minéraliers ou les terminaux à conteneurs).

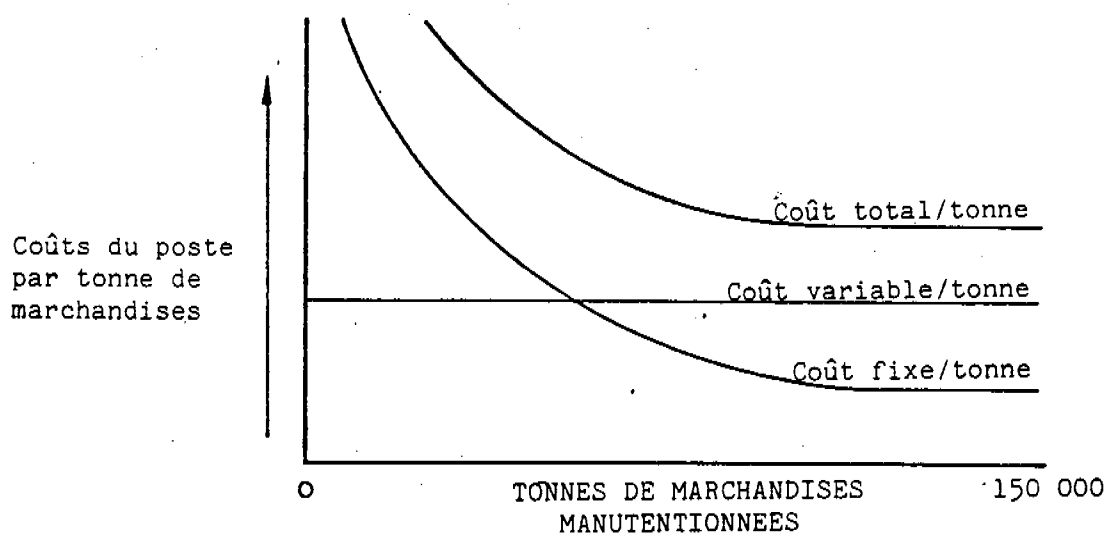
23. Pour les postes à divers (postes classiques, postes rouliers, postes à conteneurs ou postes polyvalents), les frais de main-d'oeuvre représentent en général une proportion importante du coût total. Aussi le "coût de la main-d'oeuvre par tonne de marchandises manutentionnée" est-il un indicateur particulièrement utile de la productivité. Il faut toutefois bien voir que, ces dernières années, l'élément "coût de la main-d'oeuvre", qui était variable, s'est transformé pour l'essentiel en coût fixe  $\frac{6}{10}$ . Ce changement se traduit en fin de compte par une hausse de la productivité et une baisse de l'emploi et a pour effet d'encourager une mécanisation très poussée  $\frac{7}{10}$ . Cela étant, quand les coûts de la main-d'oeuvre deviennent "fixes", ils contraignent les responsables de la gestion des ports, comme les autres coûts fixes, à suivre une politique d'utilisation intégrale des installations existantes, afin d'atteindre une productivité maximale.

Figure 8



Source : CNUCED, Amélioration du rendement portuaire - Management of general cargo operations (Cardiff, Drake Educational Associates Ltd, 1982).

Figure 9



Source : CNUCED, Amélioration du rendement portuaire ...



2.3. Mesures de l'occupation des postes à quai

24. Lors de l'examen du "temps passé par le navire au port" (voir la section 2.1), et en particulier du rapport entre le temps de desserte et les délais d'attente, nous avons déjà appelé l'attention sur la signification et l'importance de l'occupation des postes à quai. Il s'agit d'une mesure qui est souvent mal interprétée par les responsables de la gestion des ports, ce qui peut influencer de façon particulièrement dangereuse sur leurs décisions 8/. L'occupation des postes à quai indique le taux d'utilisation de ces postes pendant un laps de temps donné (normalement une semaine, un mois ou une année), sur la base d'une valeur d'occupation effective calculée en heures ou en journées. Des résultats très différents peuvent donc être obtenus à partir de la même base de données, comme le montre le tableau 5.

Tableau 5

Occupation des postes à quai - exemple des écarts entre les valeurs calculées en heures et en journées  
(sur la base des données de l'annexe I)

Date	Heures			Journées		
	Poste 7	Poste 8	Poste 9	Poste 7	Poste 8	Poste 9
2.10	16.5	0.0	15.0	1	0	1
3.10	0.0	10.0	21.0	0	1	1
4.10	22.0	19.0	17.0	1	1	1
5.10	19.0	24.0	22.0	1	1	1
6.10	22.0	19.5	24.0	1	1	1
7.10	24.0	24.0	14.0	1	1	1
8.10	10.0	24.0	7.0	1	1	1
Total	113.5 h	120.5 h	120.0 h	6 d	6 d	7 d

Ainsi, dans notre exemple, le taux d'occupation des postes est :

- de 70,2 % si l'on calcule en heures  $\frac{354 \text{ h}}{504 \text{ h}}$
- de 90,5 % si l'on calcule en journées  $\frac{19 \text{ j}}{21 \text{ j}}$

On peut facilement déduire l'importance de cet écart des valeurs contenues dans les tableaux 1, 2 et 3. Il faut bien voir que les calculs les plus affinés sont les plus précis, mais que ce ne sont pas forcément ceux sur lesquels on se fonde dans la pratique.

25. Les taux globaux d'occupation des postes à quai sont des indicateurs très significatifs, mais ils n'éclairent pas directement sur les causes mêmes de la faiblesse ou de l'importance de l'occupation ni sur sa valeur "productive". Il faut donc subdiviser le temps total disponible au poste en plusieurs périodes :

- la période où le poste est libre;
- la période où le poste est occupé, mais sans travail effectif;
- la période où le poste est occupé et en travail effectif;
- la période où le poste est occupé, mais n'est pas en service 9/.

Un exemple simple illustre bien l'utilité de cette méthode. Supposons que, dans un port pour marchandises diverses classiques à trois postes d'accostage, le taux global d'occupation soit de 85 %, répartis comme suit : 25 % pour la période où les postes sont occupés, mais sans travail effectif; 35 % pour la période où les postes sont occupés en travail effectif et 25 % pour la période où les postes sont occupés, mais ne sont pas en service. Il est évident que la période d'occupation en travail effectif (35 %) n'est pas suffisante, que ce système souffre d'une inefficacité flagrante sur le plan de l'utilisation productive des installations et enfin que la période où les postes ne sont pas en service est beaucoup trop longue (probablement faute de possibilités de travailler en vacations ou parce que les armateurs ne veulent pas prévoir des heures supplémentaires). Par ailleurs, un taux d'occupation de 85 % avec trois postes d'accostage seulement implique un risque d'attente extrêmement élevé.

26. On peut avoir pour première réaction d'envisager la construction de nouveaux postes d'accostage, plutôt que de faire l'effort de rechercher les principales causes de la situation, comme la réticence des exploitants de navire à travailler pendant les heures les plus coûteuses ou l'utilisation des postes d'accostage pour des raisons autres que la manutention des cargaisons à des fins purement commerciales. La suppression de toutes ces périodes non productives permettrait de ramener le coefficient d'attente de 1,34 à 0,04 10/, ce qui réduirait sensiblement le temps passé par les navires au port et augmenterait le débit des postes d'accostage.

### 3. Evaluation du rendement et de la productivité des ports

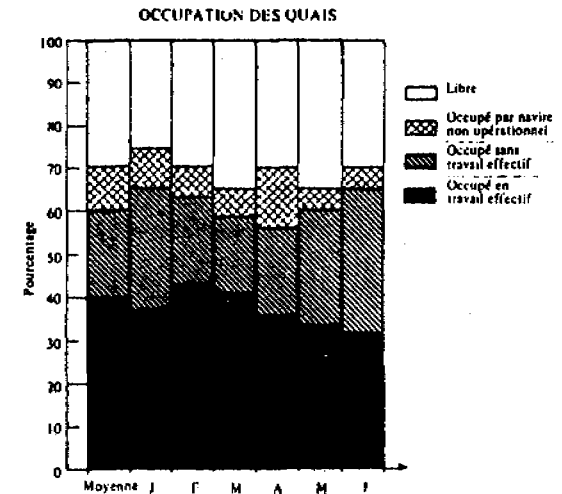
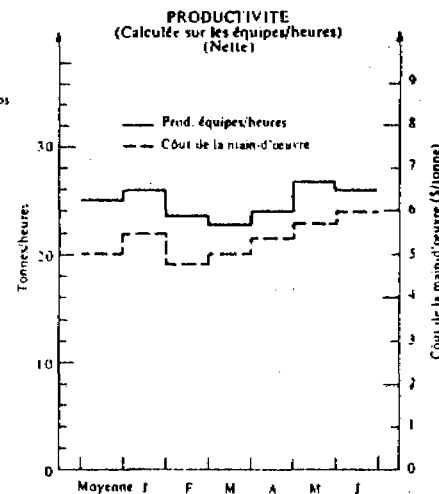
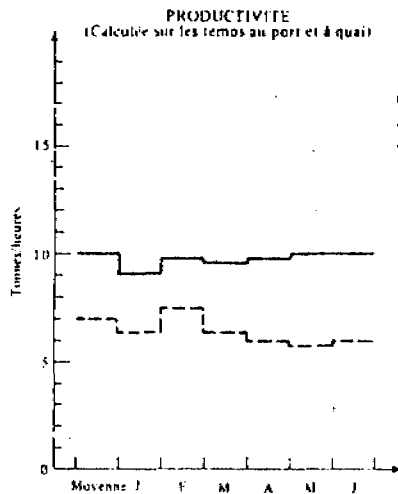
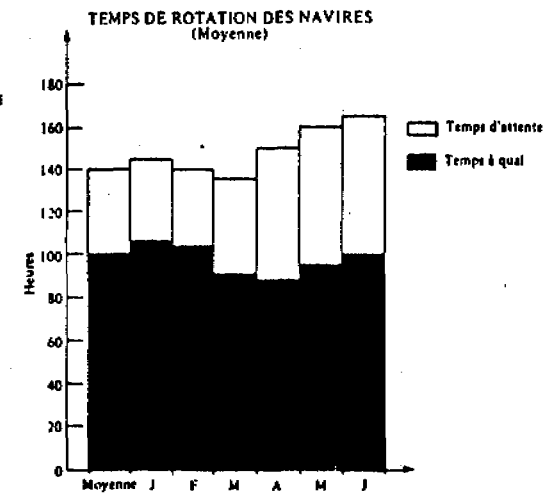
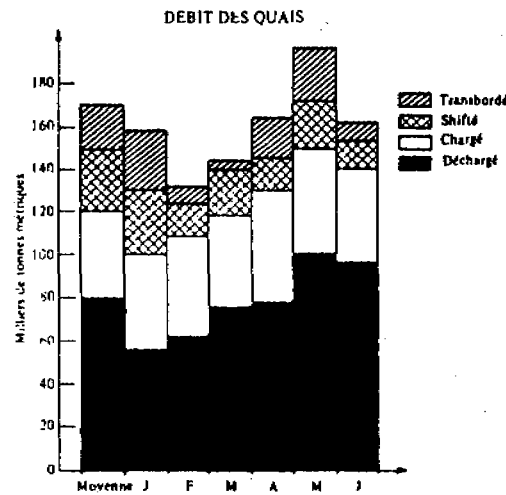
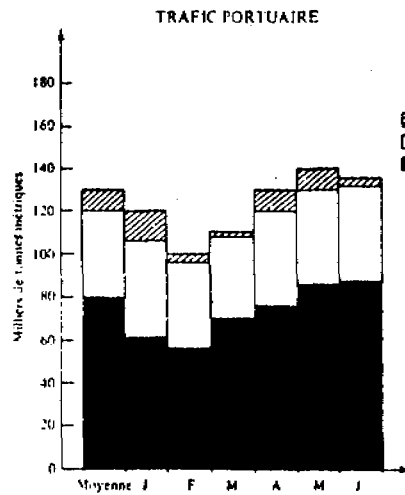
27. L'examen qui précède des mesures du rendement et de la productivité des ports fait ressortir un fait primordial, à savoir qu'il est impossible de déterminer ces éléments à l'aide d'un seul indicateur ou d'une valeur globale unique. La complexité des opérations portuaires et notamment l'interaction de divers facteurs essentiels comme l'efficacité avec laquelle les navires, les postes à quai, l'outillage et la main-d'oeuvre sont utilisés, obligent à recourir à une série d'indicateurs si l'on veut parvenir à une évaluation précise et significative du rendement d'un port.

28. Les indicateurs cités sont souvent présentés dans des tableaux récapitulatifs des principaux indicateurs de rendement par grande catégorie de marchandises. Les figures 10 et 11 donnent des exemples de ces tableaux pour le trafic de marchandises diverses et de conteneurs dans un port fictif, mais qui constitue un cas tout à fait plausible. Ces graphiques n'expliquent peut-être pas entièrement le rendement potentiel ni les lacunes sur le plan de la productivité, mais ils font ressortir des insuffisances manifestes.

Figure 10

INDICATEURS DE RENDEMENT  
CONVENTIONNEL MARCHANDISES DIVERSES

MOIS : JUIN 78

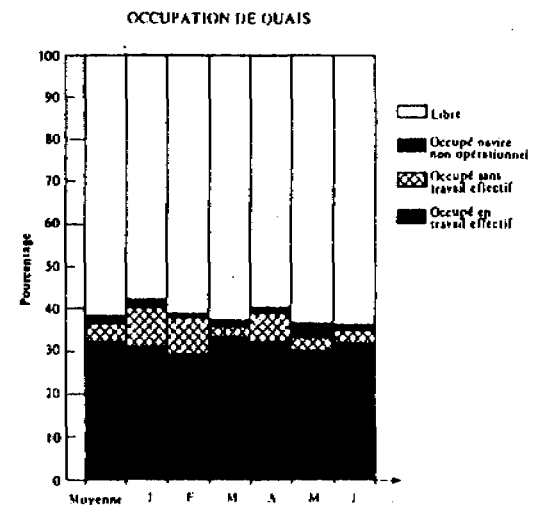
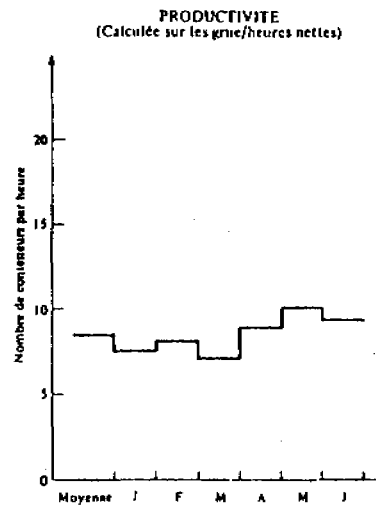
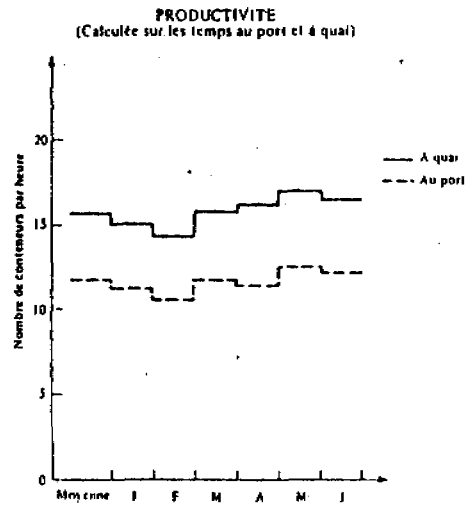
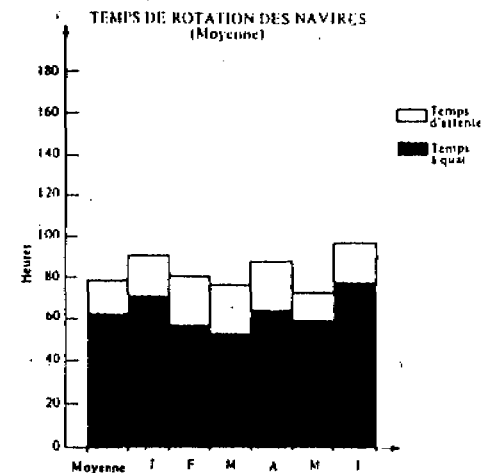
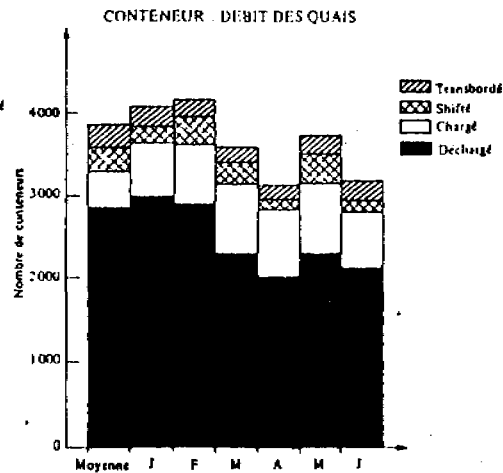
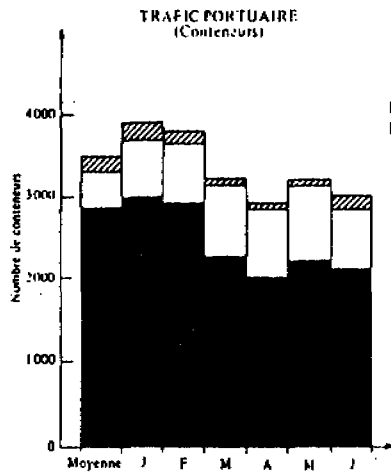


Source : "Manuel sur un système uniforme de statistiques portuaires et d'indicateurs de rendement" (UNCTAD/SHIP/185/Rev.1).

Figure 11

INDICATEURS DE RENDEMENT  
CONTENEURS

MOIS : JUIN 78



Source : Comme pour la figure 10.

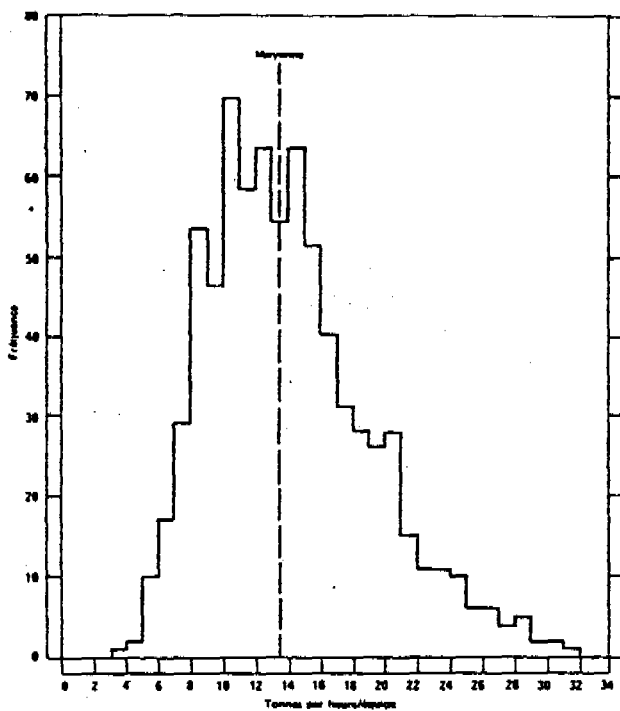
Pour déterminer les causes précises des lacunes observées, les responsables de la gestion portuaire doivent recourir à des indicateurs de rendement secondaires ou à des observations et des mesures concrètes. Dans le présent chapitre, nous décrirons l'utilisation des indicateurs secondaires afin de faire mieux comprendre le sens des mesures essentielles de la production et de la productivité, à savoir le tonnage par heure/équipe et par heure/homme.

29. Certains ports ont déjà fait des efforts considérables pour mesurer le niveau de productivité des diverses opérations. Mais peu d'études importantes 11/ ont porté sur les principales raisons qui expliquent ces chiffres. Dans ce chapitre, nous étudierons de plus près les résultats obtenus en nous efforçant de déterminer les principaux facteurs qui influent sur les chiffres de la productivité. Les chiffres bruts de la productivité par heure/équipe varient beaucoup. La principale raison pour laquelle la "courbe normale" des données statistiques est asymétrique est qu'un très grand nombre de facteurs sont susceptibles d'exercer une influence et tendent tous à rendre le résultat final pratiquement "aléatoire". Les figures 12 et 13 présentent des histogrammes de productivité établis à partir des données statistiques concernant les ports de La Valette (Malte) et de Valparaiso (Chili) 12/. Ils se caractérisent tous deux par une variation extrêmement importante du nombre de tonnes par heure/équipe (qui va pratiquement d'une tonne à une trentaine) et par une valeur moyenne très semblable de 13 tonnes environ par heure/équipe. En fait, plus la taille de l'échantillon est grande, plus la courbe ressemble à une courbe normale asymétrique, ce qui n'est pas vraiment surprenant. Premièrement, de nombreux facteurs exercent une forte influence sur la productivité par heure/équipe et, deuxièmement, bien que les valeurs basses aient un seuil minimum (quand la production par heure/équipe est nulle), il n'y a pas de limite supérieure (d'où l'asymétrie des courbes).

30. Les quelques études qui ont été consacrées aux principaux facteurs déterminants ont mis l'accent en particulier sur l'importance des marchandises manutentionnées et du type de navire à bord duquel elles étaient transportées. Contrairement à ce que l'on croit, une subdivision en "liquides en vrac", "solides en vrac" et "marchandises diverses" est loin d'être suffisante, et une analyse beaucoup plus poussée de la composition de la cargaison est nécessaire pour pouvoir saisir les différences essentielles en matière de productivité. Les figures 14 à 17 présentent les histogrammes de productivité pour plusieurs types de marchandises diverses au port de Karachi 13/ : blé en sacs, marchandises diverses d'origine étrangère (importations), marchandises importées par cabotage (en provenance du Bangladesh, anciennement Pakistan oriental) et riz en sacs (exportations). Dans le tableau 6, on a calculé, à partir des chiffres de productivité moyens, le rendement réel global du système de manutention au navire, qui s'établit à 50 tonnes/heure environ (sur la base du nombre d'heures où des équipes sont effectivement fournies).

Figure 12

Malte. — Histogramme de productivité — marchandises diverses (importations)

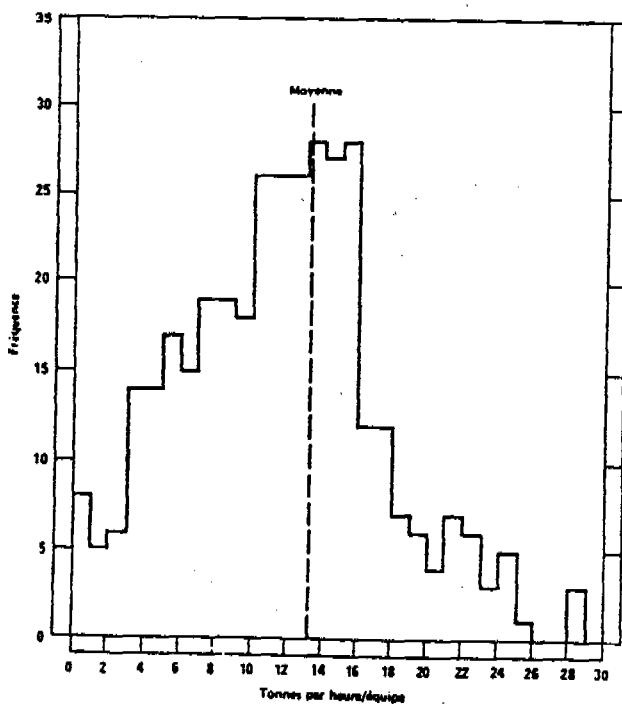


Taille de l'échantillon : 743

Moyenne : 13,8 tonnes par heure/équipe

Figure 13

Port de Valparaiso. — Histogramme de productivité — marchandises diverses (importations)



Taille de l'échantillon : 362

Moyenne : 13,2 tonnes par heure/équipe

Figure 14

Port de Karachi. — Histogramme de productivité — blé en sacs (importations)

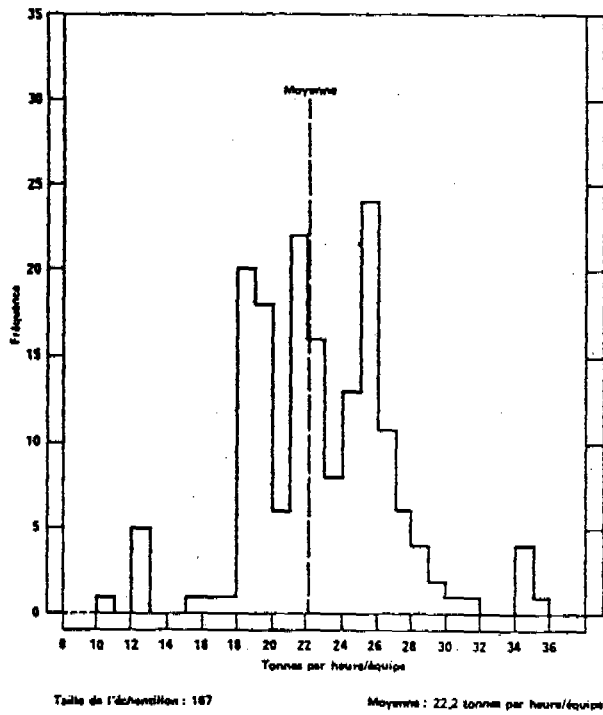


Figure 15

Port de Karachi. — Histogramme de productivité — marchandises diverses d'origine étrangère (importations)

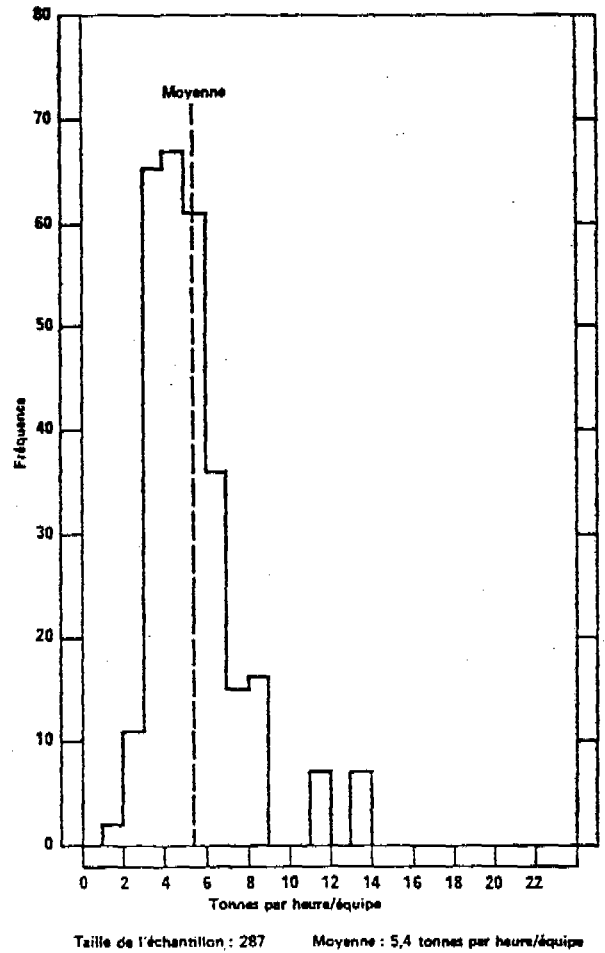


Figure 16

Port de Karachi. — Histogramme de productivité — marchandises diverses — cabotage (importations)

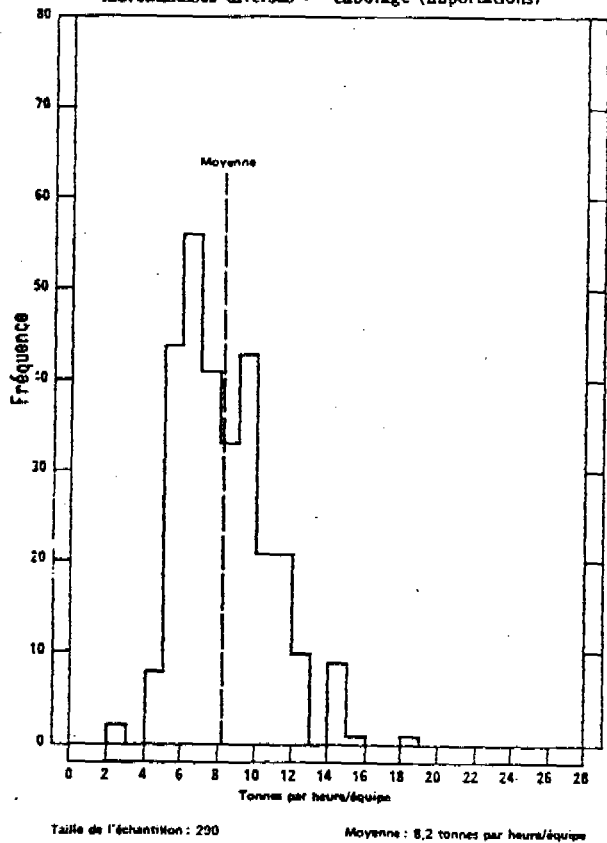
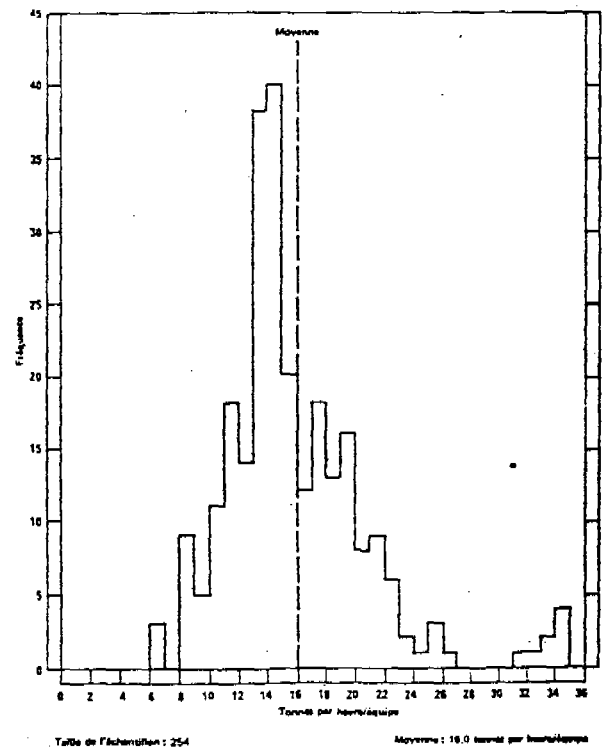


Figure 17

Port de Karachi. — Histogramme de productivité — riz en sacs (exportations)



Source : Le débit des postes d'accostage . . .

Tableau 6

Port de Karachi. - Calcul de la productivité horaire moyenne de la manutention au navire

Catégories de marchandises	Productivité tonnes par heure/équipe (1)	Nombre moyen d'équipes (2)	Part en pourcentage du trafic total (3)	Productivité tonnes par heure de manutention au navire	
				(4) = (1) x (2)	(5) = (3) : (4)
<b>Importations</b>					
Blé en sacs	22.2	3.7	16.7	82.1	0.203
Charbon et coke	11.6	5.2	3.1	60.3	0.051
Marchandises diverses, cabotage	8.2	5.2	10.8	42.6	0.253
Marchandises diverses, d'origine étrangère	5.4	5.2	10.2	28.1	0.363
Produits sidérurgiques (y compris les machines)	7.5	5.2	11.4	39.0	0.292
<b>Exportations</b>					
Ciment en sacs	16.3	4.7	5.4	76.6	0.070
Riz en sacs	16.0	4.7	16.5	75.2	0.219
Coton et textiles en balles	10.7	4.7	7.6	50.3	0.151
Marchandises diverses	10.9	4.7	18.2	51.2	0.355
					<u>1.957</u>

Le rendement réel du système de manutention au navire est donc :

$$\frac{100}{1.957} = 51,1 \text{ tonnes à l'heure.}$$



31. Il s'agit d'un chiffre assez bas, ce qui amène à se poser un certain nombre de questions. L'analyste aura donc recours à des indicateurs secondaires, c'est-à-dire à une série de données supplémentaires mesurant l'impact probable de chaque facteur sur la production et la productivité. Parmi la multitude de facteurs entrant en jeu, les plus importants sont les suivants :

- le tonnage du navire et le type de navire;
- le volume total de marchandises à décharger/charger à chaque escale;
- le volume du chargement (volume moyen par connaissance);
- l'unité de charge des diverses marchandises;
- l'emballage (type et qualité);
- la répartition modale du transport de la cargaison;
- la méthode de travail choisie par l'entreprise de manutention à quai (y compris le choix du matériel de manutention);
- les appareils de levage et les engins de manutention utilisés;
- l'effectif de l'équipe;
- les conditions météorologiques;
- les escales successives dans un rayon d'action donné.

32. Chacun de ces facteurs mérite une analyse plus approfondie, mais il faudrait y consacrer une étude distincte. Disons simplement que non seulement l'importance relative de ces facteurs varie d'une escale à l'autre, mais encore ils sont pratiquement tous interdépendants (par exemple l'incidence de l'unité de charge sur la productivité varie en fonction du volume du chargement, de l'effectif de l'équipe, de la répartition modale, etc. Cette influence peut être positive ou négative, selon l'interaction de ces éléments).

33. Seuls les entreprises de manutention ou les exploitants de terminaux ayant une longue expérience peuvent donc prévoir avec une certaine précision la production par heure/équipe, mais seulement s'ils ont une parfaite connaissance des conditions dans lesquelles les opérations se dérouleront et s'ils disposent d'informations complètes sur le navire et sa cargaison. Même dans ce cas, les entreprises de manutention surveillent en permanence la production par vacation et révisent en conséquence le programme de travail préétabli.

34. Dans le rapport précité intitulé Research into productivity (recherche sur la productivité), qui a été publié conjointement par les ports de Rotterdam et d'Amsterdam en 1966, les principaux facteurs susmentionnés ont été examinés de près pendant 14 mois (il y a eu 32 000 rapports de travail portant sur 1 750 000 tonnes de marchandises diverses) pour tenter de mesurer leur influence sur la productivité et le rendement par heure/homme.

Deux éléments ont retenu notre attention en raison de leur importance et de leur impact potentiel; le rapport entre le volume du chargement (volume moyen par connaissance) et la production par heure/homme, et le rapport entre la répartition modale et la production par heure/homme.

35. La figure 18 montre bien que le rendement par heure/homme s'accroît avec le volume du chargement. Si le volume moyen passe de 50 à 300 tonnes, la production prévue par heure et par homme augmente de 3,2 à 4,5 tonnes (soit une progression de 27 %). Cependant, cet exemple n'est valable que pour les marchandises en sacs. Pour d'autres types de marchandises ou de conditionnement, la progression peut être minime ou, au contraire, encore plus marquée et dépendre aussi beaucoup des autres facteurs énumérés (tonnage du navire, volume total à décharger ou à charger par escale, etc.). Le rapport entre la répartition modale et la production par heure/homme est indiqué au tableau 7. Là encore, les chiffres doivent être interprétés avec prudence. Ils ne sont valables que pour les marchandises en sacs manutentionnées à Rotterdam/Amsterdam selon des méthodes classiques, dans les conditions qui régnaient en 1964 et 1965 dans ces deux ports. L'influence du mode choisi est néanmoins indéniable et, dans l'exemple donné, le rendement pour les marchandises en sacs chargées directement sur une barge est en principe supérieur de 26 % à celui qui serait obtenu si ces marchandises étaient transférées dans un hangar de transit. Il s'agit là d'une différence qui, pour être prévisible, n'en est pas moins importante et qui résulte très probablement de déséquilibres à court ou à long terme entre les divers éléments des opérations à quai (il y a souvent, par exemple, des différences de capacité entre la manutention à bord du navire, le transfert horizontal, le gerbage, le stockage et la livraison, ce qui réduit non seulement le débit total, mais aussi la productivité à court terme).

Tableau 7

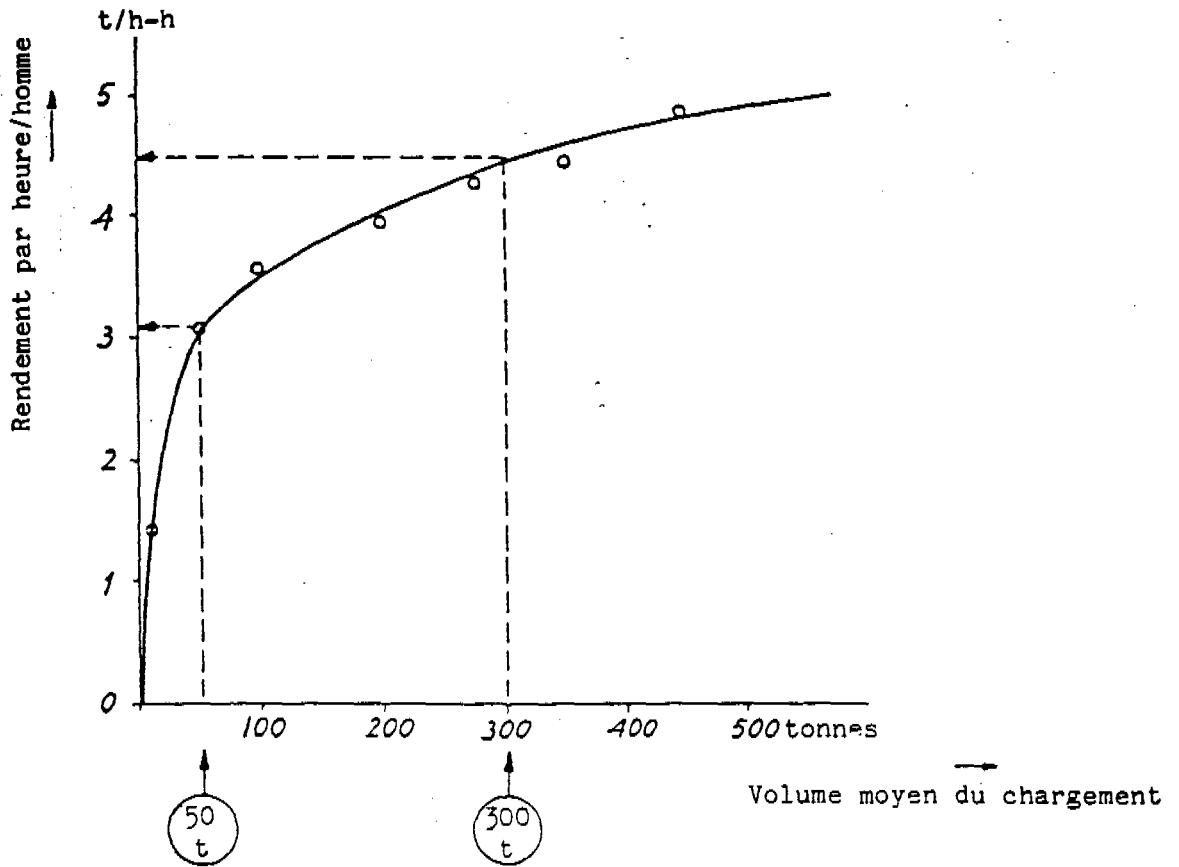
Influence de la répartition modale sur le rendement  
par heure/homme (marchandises en sacs)

Répartition modale	Tonnes chargées par heure/homme	Tonnes déchargées par heure/homme
Allège/barge	3.8	3.9
Hangar de transit	3.1	3.1
Camion/wagon fermé	3.2	2.7
Tablier de quai	3.1	3.4
Camion/wagon ouvert	-	3.7
Divers	-	3.6
Moyenne pondérée	3.6	3.7

Source : "Research into productivity".

Figure 18

Rapport entre le volume du chargement et la production  
par heure/homme (marchandises en sacs)



Source : "Research into productivity".

36. Jusqu'à présent, nous avons uniquement examiné les chiffres de la production et de la productivité pour la manutention des marchandises diverses classiques. Il n'est déjà pas toujours facile d'obtenir des données fiables sur ce type de marchandises, mais ce n'est rien à côté des difficultés rencontrées pour s'en procurer sur la manutention des conteneurs et le roulage. Il est vrai que la presse et les revues spécialisées présentent sans cesse des chiffres de productivité concernant la manutention des conteneurs dans les ports, mais il ne s'agit que de taux de production particuliers, souvent cités par les exploitants de terminaux hors contexte. Même si l'on admet qu'ils s'efforcent de fournir des chiffres objectifs, les exploitants ont involontairement tendance à présenter les rendements maxima du moment comme des valeurs moyennes à long terme. C'est la raison pour laquelle la plupart des données publiées sont peu fiables et inexactes et les rendements réels nettement surestimés.

37. Les choses ne devraient pas s'améliorer de sitôt puisque, par exemple, à la demande de ses membres, l'Association internationale des ports (AIP) a décidé de ne plus publier de données (qui étaient pourtant d'assez bonne qualité) sur le rendement des terminaux. Cela n'a rien d'étonnant si l'on considère qu'en dehors du fait que l'établissement de ces données et leur présentation sous une forme utilisable exigent un effort supplémentaire, la plupart des ports répugnent de plus en plus à divulguer leurs chiffres de rendement réels. Cette attitude s'explique en grande partie par l'influence de ces chiffres sur les négociations commerciales, surtout dans le climat de compétition actuel (nettement caractérisé par une offre excédentaire sur un marché en recul). A celui qui douterait de l'importance du rôle des données sur le rendement dans la "bataille" que se livrent les ports, nous conseillons de prendre en considération les "manipulations" dont font aujourd'hui l'objet les chiffres du trafic de conteneurs. Beaucoup de ports gonflent leur débit total pour les conteneurs de façon à gagner quelques places au classement mondial des principaux terminaux à conteneurs (quitte à compter certains chiffres deux fois, à inclure le trafic qui n'est pas lié au port, etc.), tant il est vrai qu'un meilleur classement peut attirer de nouveaux clients. La mention de taux de production maxima (un rendement de 30 conteneurs par heure et par grue apparaît presque faible, un nombre croissant d'exploitants avançant des chiffres supérieurs à 35 conteneurs par heure/grue) procède du même raisonnement. Il convient donc d'utiliser avec prudence les données concernant le rendement des conteneurs et le roulage et de ne pas les prendre pour argent comptant.

38. Les données fournies dans le présent document proviennent en majorité des compagnies de navigation, portent sur de longues périodes et intéressent des ensembles importants. Elles sont donc assez fiables et constituent une base acceptable pour tirer certaines conclusions si l'on ne perd pas de vue les caractéristiques de ce matériel. (La production est exprimée en unités par heure de travail du navire ou par journée (24 heures) passée à quai.) Les données des tableaux 8 à 12 proviennent par exemple de deux grands services maritimes utilisant des navires des deuxième et troisième générations. Les résultats d'ensemble sont donc faussés dans la mesure où la production pour ces types de navire est en général bien supérieure à celle des navires porte-conteneurs transformés, des porte-conteneurs mixtes, des navires de la première génération, etc. Ils permettent néanmoins de tirer un certain nombre de conclusions essentielles :

Tableau 8

Rendement des principaux terminaux à conteneurs  
entre le 1er avril 1973 et le 31 mars 1975

Terminal.	Nombre total de conteneurs inclus dans l'échantillon	Nombre total d'escales inclus dans l'échantillon	Productivité moyenne brute par heure (nombre de conteneurs)	Temps de travail en pourcentage du temps passé à quai	Débit par journée (24 h) passée à quai (nombre de conteneurs)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	88 710	85	19.8	79	375
B	12 656	30	26.2	80	502
C	40 237	116	22.6	71	383
D	18 726	36	28.6	62	426
E	106 408	134	45.5	60	656
F	30 143	67	27.7	76	505
G	49 516	53	17.4	77	322
H	13 320	29	40.9	45	445
I	114 856	80	43.1	42	431
J	26 762	67	29.4	41	290
K	107 838	77	39.3	47	443
L	24 132	28	9.9	95	226
M	37 304	123	36.3	59	516
N	93 612	71	11.1	89	237
O	104 130	138	41.0	47	465
P	104 136	96	14.3	85	290
Q	126 539	145	29.7	79	566
R	31 099	88	17.3	69	285
S	189 745	193	32.4	63	494
T	33 027	79	38.7	81	749
U	9 394	24	14.0	75	254
Total	1 362 290	1 759			

Source : Calculs effectués sur la base des données fournies par de grands consortiums d'exploitation de conteneurs.

Tableau 9

Rendement des principaux terminaux à conteneurs  
entre le 1er avril 1975 et le 31 mars 1977

Terminal	Nombre total de conteneurs inclus dans l'échantillon	Nombre total d'escales inclus dans l'échantillon	Productivité moyenne brute par heure (nombre de conteneurs)	Temps de travail en pourcentage du temps passé à quai	Débit par journée (24 h) passée à quai (nombre de conteneurs)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	113 217	109	19.1	71	328
B	14 767	45	29.7	77	548
C	49 061	139	20.2	75	364
D	18 295	49	31.9	55	418
E	158 475	187	39.0	80	751
F	31 923	93	34.6	69	569
G	95 304	89	26.6	81	516
H	16 079	43	34.2	47	386
I	141 403	87	45.1	47	509
J	32 468	89	31.4	43	321
K	100 478	80	44.6	46	494
L	47 080	51	13.0	85	265
M	55 430	158	38.8	64	596
N	123 571	97	13.3	89	285
O	181 170	187	43.0	61	626
P	129 221	110	15.9	82	311
Q	175 585	183	31.0	72	546
R	39 994	136	17.4	66	275
S	259 604	264	35.2	62	527
T	112 450	200	38.7	81	755
U	16 608	43	22.6	62	339
V	13 527	33	30.0	71	512
W	-	-	-	-	-
X	36 859	42	18.3	62	272
Y	38 227	42	17.7	57	241
Z	48 018	58	18.5	59	260
Total	2 000 796	2 556			

Tableau 10

Rendement des principaux terminaux à conteneurs  
entre le 1er avril 1977 et le 31 mars 1979

Terminal	Nombre total de conteneurs inclus dans l'échantillon	Nombre total d'escales inclus dans l'échantillon	Productivité moyenne brute par heure (nombre de conteneurs)	Temps de travail en pourcentage du temps passé à quai	Débit par journée (24 h) passée à quai (nombre de conteneurs)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	128 076	114	15.1	86	312
B	16 988	54	25.8	63	389
C	59 952	185	20.2	73	354
D	18 760	57	14.6	87	305
E	186 265	197	40.1	81	781
F	37 348	97	27.9	74	495
G	73 810	73	27.2	87	567
H	21 760	69	29.5	65	459
I	174 179	130	47.8	47	543
J	35 032	101	21.2	69	349
K	135 108	125	44.5	44	470
L	43 028	91	10.6	90	230
M	48 103	196	32.6	64	504
N	93 694	90	10.8	87	224
O	174 767	209	35.0	61	510
P	100 479	102	16.1	84	326
Q	166 660	209	30.5	79	576
R	26 745	89	14.1	74	249
S	257 123	225	26.0	63	391
T	122 259	212	41.6	81	811
U	14 525	85	16.2	58	224
V	33 198	111	32.1	54	416
W	30 057	29	21.7	62	323
X	44 267	56	23.3	60	338
Y	19 800	27	18.2	59	256
Z	48 018	58	18.5	59	260
.					
<b>Total</b>	<b>2 109 297</b>	<b>3 021</b>			

Tableau 11

Rendement des principaux terminaux à conteneurs  
entre le 1er avril 1979 et le 31 mars 1980

Terminal	Nombre total de conteneurs inclus dans l'échantillon	Nombre total d'escales inclus dans l'échantillon	Productivité moyenne brute par heure (nombre de conteneurs)	Temps de travail en pourcentage du temps passé à quai	Débit par journée (24 h) passée à quai (nombre de conteneurs)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	121 879	118	19.5	80	368
B	18 536	57	29.4	76	542
C	49 689	142	19.5	77	359
D	10 328	39	30.9	67	507
E	158 882	179	39.8	86	837
F	27 426	81	31.0	76	554
G	105 090	993	35.1	85	720
H	15 016	60	29.6	50	404
I	135 561	111	48.2	51	601
J	32 891	94	24.1	56	341
K	125 709	104	47.6	53	619
L	38 131	86	14.7	67	255
M	53 439	180	33.2	69	552
N	80 308	85	11.8	75	219
O	158 667	182	40.4	66	652
P	81 916	99	15.0	72	251
Q	136 597	196	32.7	82	639
R	20 462	80	12.5	68	210
S	263 911	288	34.0	73	592
T	137 612	200	39.8	87	827
U	11 289	61	25.2	46	330
V	42 778	151	36.5	61	537
W	42 654	35	42.9	57	590
X	36 364	51	29.8	50	375
Y	16 697	26	21.1	62	320
Z	43 150	58	31.3	46	356
	48 909	94	37.3	71	633
	2 362	14	26.1	65	437
	4 556	11	14.5	82	290
	14 868	18	30.7	93	678
<b>Total</b>	<b>2 035 677</b>	<b>2 999</b>			



Tableau 12

Comparaison entre les rendements des principaux terminaux à conteneurs pour quatre périodes différentes

Période (1)	Nombre total de conteneurs inclus dans l'échantillon (2)	Nombre total d'escales (3)	Productivité moyenne brute (nombre de conteneurs) (4)	Temps de travail en pourcentage du temps passé à quai (5)	Débit par journée (24 h) passée à quai (6)
1/10/73 - 31/3/75	1 362 290	1 759	24.5	75	442
1/4/75 - 31/3/77	2 000 796	2 556	26.6	70	444
1/4/77 - 31/3/79	2 109 297	3 021	24.6	70	415
1/4/79 - 31/12/80	2 035 677	2 999	33.3	71	565
TOTAL	7 508 068	10 335			
Moyenne 1/10/73-31/12/80	-	-	27.3	71.5	467

Source : Calculs effectués sur la base des données fournies par de grands consortiums d'exploitation de conteneurs.

a) Les taux bruts de productivité par heure enregistrent des variations extrêmement amples autour de la moyenne :

	Production moyenne	Production minimale	Production maximale
1ère période	24,5 cont/h	9,9 cont/h	45,5 cont/h
2ème période	26,6 cont/h	13,0 cont/h	45,1 cont/h
3ème période	24,6 cont/h	10,6 cont/h	48,2 cont/h
4ème période	33,3 cont/h	11,8 cont/h	48,2 cont/h

b) Les écarts entre les taux bruts moyens de productivité sont beaucoup moins importants en raison de la tendance à travailler pendant une plus grande partie du temps passé par le navire à quai quand la productivité horaire est faible, et inversement, à consacrer au déchargement et au chargement du navire une partie beaucoup moins grande du temps d'immobilisation total quand la productivité horaire est élevée.

c) La production par journée de 24 heures passée à quai varie encore considérablement, malgré ce qui est dit à l'alinéa b), mais, sur une période de sept ans, elle est en moyenne de 467 conteneurs, ce qui est assez peu pour des porte-conteneurs cellulaires de fort tonnage.

D'après les données de l'AIP citées précédemment, le rendement par journée (24 heures) pour tous les types de porte-conteneurs était de 275 en 1979 et de 353 en 1980, ce qui montre bien l'influence néfaste d'un tonnage faible, non cellulaire ou mal adapté sur la productivité (voir les tableaux 13 a) et 13 b)).

39. Les tableaux 8 à 12 peuvent aussi aider à définir l'effet sur le rendement de facteurs comme :

- l'écart entre la production brute et la production nette par grue;
- le nombre moyen de grues utilisées.

La production brute par heure et par grue est analysée dans la figure 19. Elle varie entre un chiffre inférieur à 8 conteneurs/heure et un maximum de 28 conteneurs/heure, avec une valeur moyenne de 17,7 conteneurs par portique et par heure. La production à long terme par grue est donc nettement moins mirobolante que certains exploitants de terminaux ne le laissent entendre dans leur publicité. Elle est aussi inférieure aux chiffres cités par les principaux fabricants de grues, bien que, dans ce cas, la différence puisse s'expliquer facilement par l'écart existant normalement entre la capacité nominale d'un engin et son rendement réel qui pâtit des déséquilibres inhérents des sous-systèmes 14/.

Tableau 13 a)

Rendement des terminaux à conteneurs d'après les données  
publiées par l'AIP (janvier-juin 1978)

	Nombre de conteneurs	Nombre de navires	Nombre moyen de conteneurs manutentionnés par navire a/	Production moyenne en période de travail effectif (par heure et par navire)	Production par journée de 24 heures
A	22 144	236	94	13.0	186
B	37 021	177	209	11.1	198
C	45 476	52	875	16.8	327
D	42 506	107	397	13.3	269
E	164 237	547	300	23.6	511
F	2 383	17	140	10.4	251
G	13 508	70	193	10.1	161
H	44 953	194	232	27.4	592
I	47 715	105	454	11.6	187
K	36 575	103	355	9.0	143
L	50 652	80	633	11.7	149
M	12 336	84	147	23.1	329
N	56 537	82	689	8.7	220
Total	576 043	1 854	311	-	275

a/ Compte tenu des réarrimages.

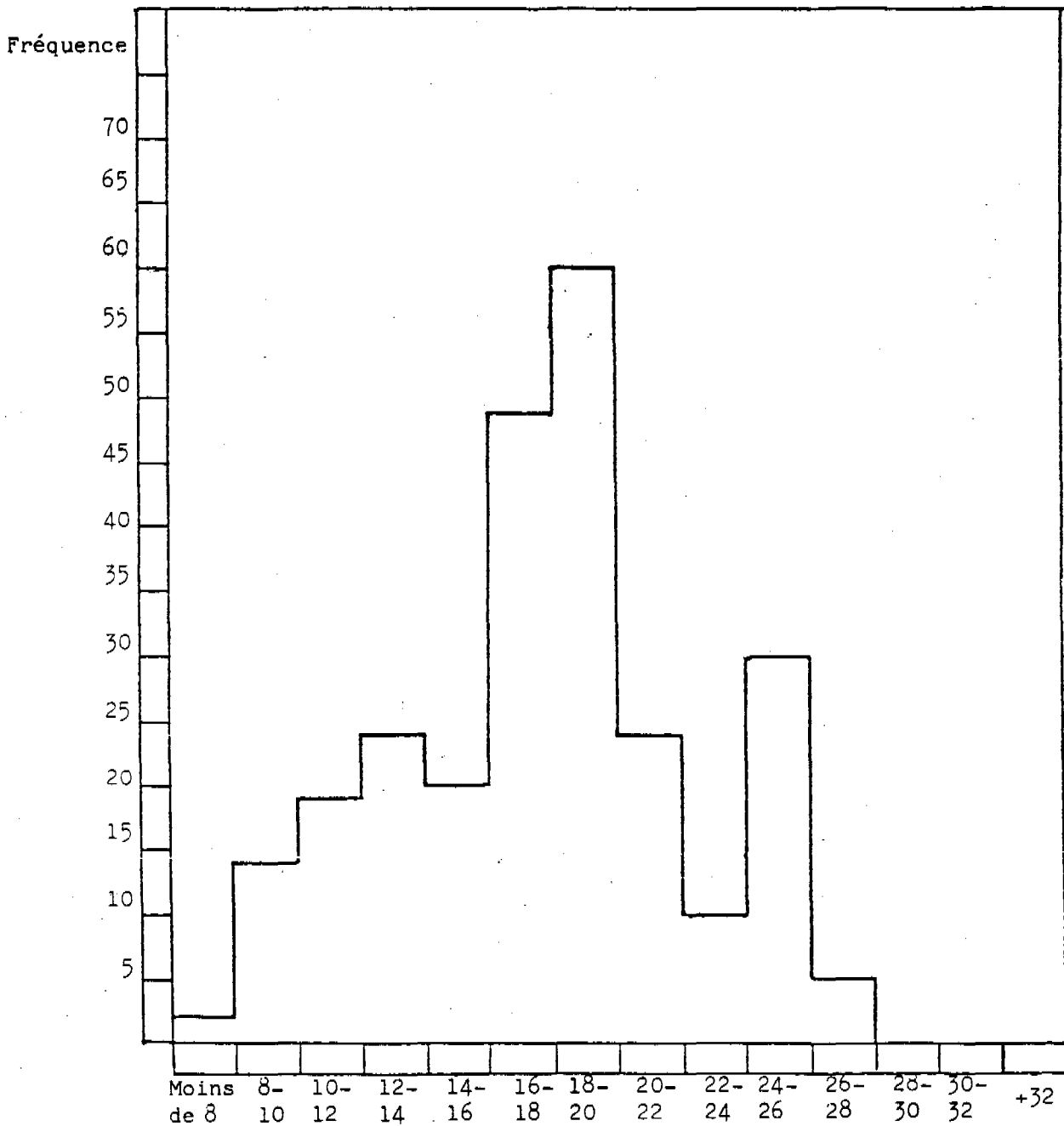
Tableau 13 b)

Rendement des terminaux à conteneurs d'après les données  
publiées par l'AIP (avril-juin 1980)

	Nombre de conteneurs	Nombre de navires	Nombre moyen de conteneurs manutentionnés par navire	Production moyenne en période de travail effectif (par heure et par navire)	Production par journée de 24 heures
Echan- tillon de 25 ports	866 866	3 244	267	14.2	353

Figure 19

Production moyenne par grue (brute)



Taille de l'échantillon : 256 rapports  
trimestriels  
de terminaux

Conteneurs/heure  
Moyenne : 17,7

Source : Calculs effectués sur la base de données fournies par de grands consortiums d'exploitation de conteneurs.

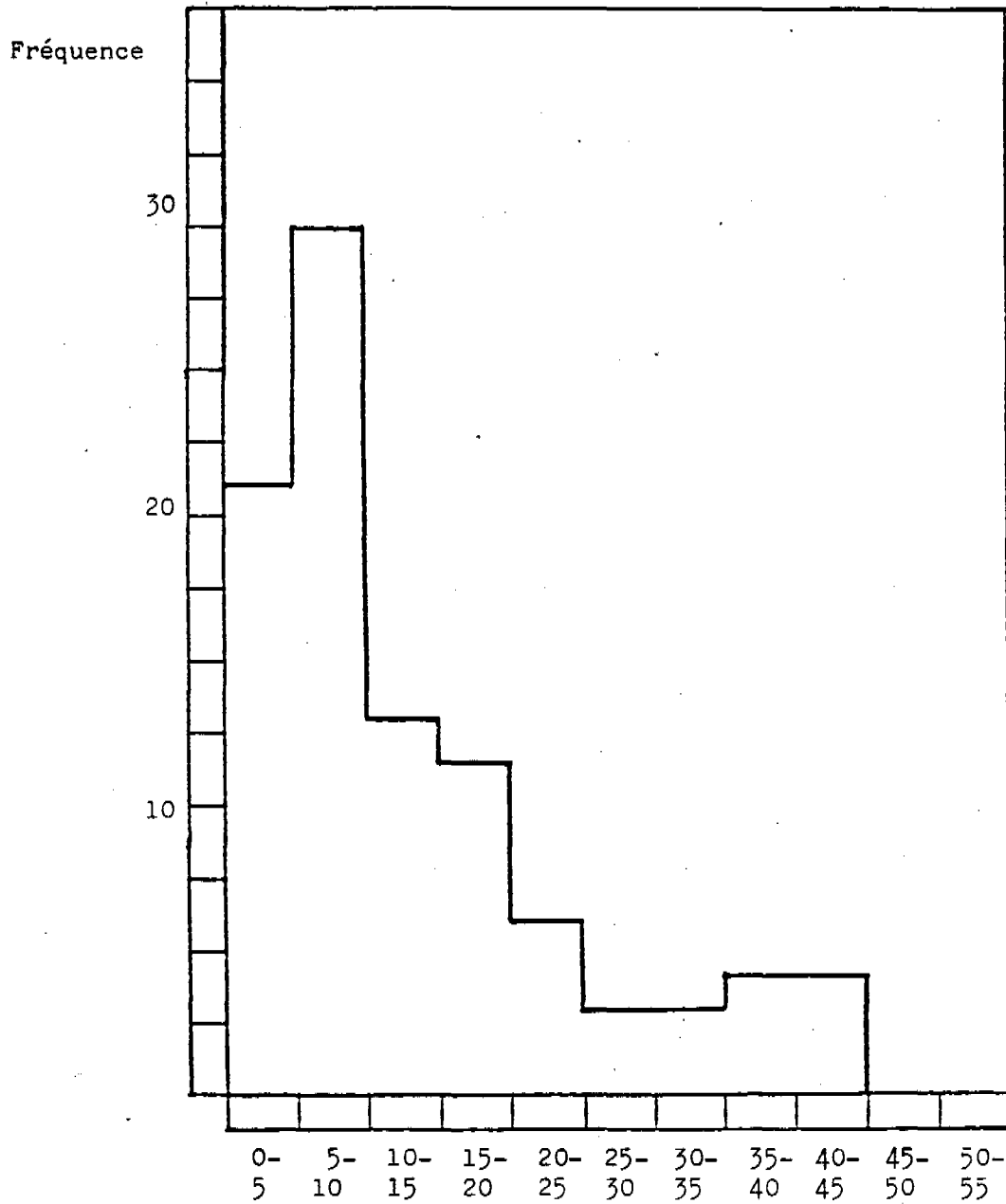
40. La figure 20 montre l'importance des temps morts au cours des vacances, quand des équipes ont été affectées mais le travail est interrompu. Pour les opérations classiques, les temps morts peuvent au total être considérables et annuler en fait le bénéfice d'une forte productivité nette par équipe 15/. La perte moyenne de production due aux temps morts (calculée en pourcentage de la production nette par grue) est de 13 %, chiffre peu élevé, ce qui confirme que les opérations sur conteneurs sont moins "vulnérables". Il n'empêche que dans certains terminaux, les temps morts sont toujours dus principalement à des problèmes qui pourraient être évités : conteneurs endommagés, manque de données opérationnelles, pannes d'engins et retards dans les arrivées (des navires ou des conteneurs pour l'exportation). Sauf pour quelques terminaux, la différence entre la productivité nette et la productivité brute par grue se situe entre 0 et 20 %.

41. Le nombre moyen de grues utilisées varie aussi considérablement d'un terminal à l'autre, comme le montre la figure 21. Le minimum absolu est d'une grue à portique, par navire, le maximum de 2,8, le nombre médian de 1,8 et la moyenne de 1,76. Ces valeurs représentent des moyennes trimestrielles pour des navires de la deuxième et de la troisième génération. Il ressort clairement des données détaillées disponibles que le nombre de grues par navire est en rapport étroit avec le tonnage du navire, le nombre des conteneurs et leur répartition entre les baies et le nombre de grues à portique que le port peut fournir (par rapport au nombre total de grues nécessaire pour une période de travail donnée). Il est donc peu probable que d'autres améliorations soient réalisées à court terme une fois qu'un certain système a été mis en place. Seule la planification à long terme du terminal ainsi qu'une meilleure répartition de la charge entre les baies du navire pourraient permettre d'augmenter le contingent de grues à portique alloué par navire. L'augmentation du nombre de grues à portique par navire entraîne en fait des améliorations limitées et seulement pour les terminaux exploités avec moins de deux grues en moyenne par navire. Les exploitants de terminaux ont d'ailleurs constaté une baisse relative du rendement des grues, que la CNUCED a exprimée de la façon suivante dans son étude sur l'aménagement des ports 16/.

Une grue, un poste d'accostage	- Coefficient de production : 1
Deux grues, un poste d'accostage	- Coefficient de production : 1,8
Trois grues, deux postes d'accostage	- Coefficient de production : 2,4

Figure 20

Pertes de production dues aux temps morts



Pertes de production dues  
aux temps morts en pour-  
centage de la production  
nette par grue

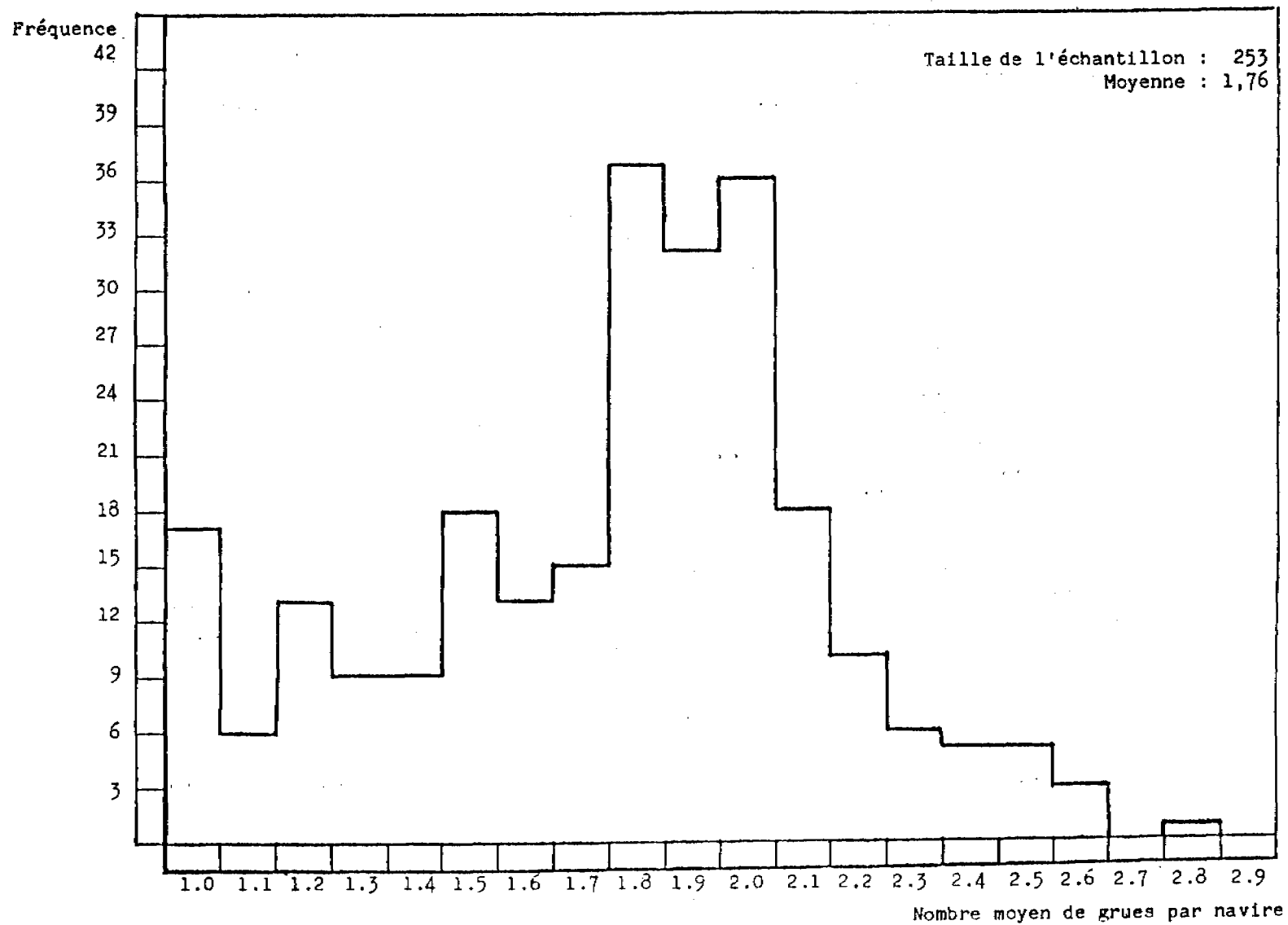
Taille de l'échantillon : 93

Moyenne : 13,3 %

Source : Calculs effectués sur la base de données fournies par  
de grands consortiums d'exploitation de conteneurs.

Figure 21

Allocation moyenne des grues



42. Toutes les données de production ci-dessus sont fondées sur un très vaste échantillon de 7,5 millions d'échanges de conteneurs transportés sur des navires des deuxième et troisième générations. Les données de l'AIP, portent sur tous les types de navires accueillis dans les ports ayant répondu aux enquêtes, révèlent des différences aussi marquées entre les terminaux, mais à un niveau général inférieur (voir les tableaux 13 a) et 13 b)). On notera surtout les variations toujours importantes de la production par heure et par journée de 24 heures 17/. Ceci est d'autant plus étonnant qu'un terminal à conteneurs constitue l'exemple même d'une exploitation normalisée et mécanisée, ce qui, en théorie du moins, devrait aboutir à une égalisation des taux de production. De nombreux facteurs continuent cependant d'influer sur le rendement du terminal à conteneurs, d'où les importants écarts entre ces taux. Les principaux sont les suivants :

- Equilibre (ou déséquilibre) entre les divers sous-systèmes du terminal;
- Motivation et qualité du personnel;
- Tonnage et type du navire;
- Nombre total d'échanges de conteneurs par escale;
- Place du terminal dans l'ordre des escales;
- Nombre, type et capacité des grues utilisées sur les navires;
- Répartition de la cargaison arrimée entre les baies du navire;
- Emplacement de la cargaison arrimée dans les baies (en cale/en pontée);
- Nombre de conteneurs (ou autres unités) de dimensions spéciales;
- Mode de fixation des conteneurs en pontée;
- Proportion de conteneurs destinés à l'importation/à l'exportation/ au transbordement/en transit;
- Manutention dans un seul sens ou dans les deux;
- Installations pour utilisateurs multiples ou pour un nombre limité d'utilisateurs;
- Allocation d'engins de manutention au terminal.

43. Des facteurs comme les conditions météorologiques et le type de vacation jouent un rôle moins grand que pour les opérations classiques; quant à la répartition modale, au conditionnement et au volume des chargements, ils n'ont plus beaucoup de sens. Le facteur le plus important reste toutefois l'équilibre ou le déséquilibre entre les divers sous-systèmes d'un terminal. C'est malheureusement un élément très difficile à quantifier avec précision car il faut pour cela étudier de façon approfondie des impondérables comme la structure du terminal et le réseau de communication des instructions/informations entre les différentes parties du système et les unités de commande.



44. Une analyse complémentaire illustre mieux encore les variations surprenantes des taux de production des terminaux à conteneurs. On a comparé la production moyenne trimestrielle de deux services distincts d'un même terminal. Les résultats, présentés au tableau 14, échappent à toute explication logique - influences saisonnières, conditions d'exploitation rendues plus difficiles par l'encombrement du terminal, amélioration globale des normes d'exploitation, etc. Les variations sont non seulement irrégulières dans le temps, mais aussi contradictoires d'un service à l'autre pour une même période. Signalons également que le terminal auquel se rapporte le tableau 14 ne constitue pas une exception et que l'on peut faire les mêmes observations pour d'autres terminaux énumérés dans les tableaux 8 à 11.

45. La mesure de la productivité de la manutention sur les navires rouliers présente une difficulté supplémentaire en ce sens que le type du navire a une importance décisive, mais qu'il n'est pas facile de le définir ou de le classer. Pour la productivité, il faut déjà prendre en considération trois classifications interdépendantes; une classification par type de service (services pour le trafic à courte distance ou le trafic au long cours), une autre par type de cargaison (camions routiers/wagons de chemin de fer, marchandises sur bolsters, marchandises en vrac, cargaison sur remorques de transroulage, conteneurs, autres unités de charge) et une autre encore par type de rampe (rampe droite avant ou arrière, rampe oblique ou orientable, rampe(s) latérale(s) conjuguée(s) à d'autres rampes avant ou arrière). On pourrait encore y ajouter une classification en fonction des dispositifs internes de levage ou de transbordement (rampes ou élévateurs), mais, dans l'ensemble, les rares données disponibles sur la productivité concernant les navires rouliers ne fournissent pas beaucoup de précisions sur l'influence de ces facteurs 18/. Les données de meilleure qualité dont on dispose pour un vaste échantillon de ports sur une période de trois ans sont présentées dans le tableau 15.

Tableau 14

Comparaison de la production de deux services différents  
d'un même terminal

(nombre de conteneurs par journée de 24 heures passée à quai)

A. Terminal A

Période	Service 1 (navires de la 2ème génération)	Service 2 (navires de la 3ème génération)
1974		
Janvier-Mars	209	376
Avril-Juin	219	395
Juillet-Septembre	412	394
Octobre-Décembre	547	539
1975		
Janvier-Mars	279	677
Avril-Juin	198	454
Juillet-Septembre	590	726
Octobre-Décembre	562	679
1976		
Janvier-Mars	268	653
Avril-Juin	624	646
Juillet-Septembre	179	798
Octobre-Décembre	279	691
1977		
Janvier-Mars	479	452
Avril-Juin	481	524
Juillet-Septembre	566	535
Octobre-Décembre	299	651
1978		
Janvier-Mars	218	520
Avril-Juin	377	448
Juillet-Septembre	434	528
Octobre-Décembre	401	380
1979		
Janvier-Mars	199	549
Avril-Juin	226	489
Juillet-Septembre	329	651
Octobre-Décembre	323	501
1980		
Janvier-Mars	403	731
Avril-Juin	400	642
Juillet-Septembre	330	705
Octobre-Décembre	400	695
1981		
Janvier-Mars	413	815
Avril-Juin	549	613

Tableau 14 (suite)

B. Terminal B

Période		Service 1 (navires de la 2ème génération)	Service 2 (navires de la 3ème génération)
1974	Janvier-Mars	346	398
	Avril-Juin	569	587
	Juillet-Septembre	735	553
	Octobre-Décembre	624	450
1975	Janvier-Mars	540	649
	Avril-Juin	239	754
	Juillet-Septembre	315	425
	Octobre-Décembre	384	397
1976	Janvier-Mars	616	497
	Avril-Juin	636	563
	Juillet-Septembre	733	731
	Octobre-Décembre	452	517
1977	Janvier-Mars	405	469
	Avril-Juin	628	545
	Juillet-Septembre	681	463
	Octobre-Décembre	512	560
1978	Janvier-Mars	570	457
	Avril-Juin	485	464
	Juillet-Septembre	381	580
	Octobre-Décembre	369	495
1979	Janvier-Mars	289	454
	Avril-Juin	363	544
	Juillet-Septembre	400	602
	Octobre-Décembre	340	481
1980	Janvier-Mars	514	599
	Avril-Juin	303	515
	Juillet-Septembre	504	537
	Octobre-Décembre	452	566
1981	Janvier-Mars	455	732
	Avril-Juin	328	718

Source : Données fournies par plusieurs compagnies de navigation.

Tableau 15

Production sur les navires rouliers

Port	Nombre d'heures au port			Tonnage moyen par heure passée au port		
	1980	1981	1982	1980	1981	1982
A	15	16	27	138	154	157
B	78	38	38	89	73	86
C	77	71	65	68	80	94
D	78	58	56	124	150	176
E	32	35	36	32	45	51
F	20	19	19	108	119	138
G	46	55	56	139	95	129
H	24	23	27	95	99	69
I	80	55	81	63	97	69
J	37	42	43	87	75	59
K	43	69	70	85	54	54
L	21	17	15	162	127	116
M	12	13	12	198	195	215
N	10	9	7	166	131	46
O	8	9	13	198	141	122
P	17	15	11	45	72	75

Source : Données fournies par plusieurs compagnies de navigation.

46. Pour obtenir une idée plus générale de la productivité que peut atteindre une opération de transroulage, on peut aussi faire une distinction entre, d'une part, le tonnage du navire et, d'autre part, le type de cargaison de roulage manutentionnée. On en trouvera un exemple au tableau 16.

Tableau 16

Productivité du transroulage en fonction du tonnage du navire  
et du type de cargaison manutentionnée (en unités par heure)

Tonnage du navire	Type de cargaison manutentionnée		
	Remorques	Remorques Mafi	Voitures
Moins de 5 000 tonnes tpl	15	10	100
5 000 à 10 000 tonnes tpl	20	15	175
Plus de 10 000 tonnes tpl	25	20	250

Source : Données fournies par plusieurs compagnies de navigation.

47. On peut donc dire en conclusion que, là encore, les chiffres cités plus haut pour les opérations de transroulage sont nettement inférieurs aux valeurs données par ceux qui proposent ce type d'opérations, ce qui est compréhensible car ces valeurs ont un caractère publicitaire et leur exactitude ne constitue pas, loin s'en faut, une considération primordiale. Toutefois, étant donné le coût journalier d'un navire roulier au long cours, le rapport entre le coût du navire à quai et le tonnage de marchandises manutentionnées laisse nettement à désirer 19/. Enfin, les chiffres de production varient aussi considérablement autour de la moyenne dans le cas des navires rouliers. La conjonction des nombreux facteurs mentionnés au paragraphe 31 pour les marchandises diverses et de ceux qui sont énumérés au paragraphe 42 pour la manutention des conteneurs explique dans une large mesure les différences observées. L'accès plus limité aux navires rouliers et la nécessité de respecter un ordre de déchargement/chargement très strict expliquent aussi en partie les écarts enregistrés d'un terminal à l'autre, qui sont fonction :

- a) de la place du terminal dans l'itinéraire des compagnies de transroulage;
- b) des différences extrêmes entre les types de navire, leur agencement, les rampes et leur capacité;
- c) de l'hétérogénéité des cargaisons d'un terminal à l'autre.

#### 4. Comparaison des chiffres du rendement portuaire

48. L'examen qui précède des diverses mesures du rendement et de la productivité a permis d'établir de façon indubitable que le rendement d'un port ou d'un terminal ne saurait être évalué sur la base d'un chiffre unique. Seule l'étude permanente d'une série d'indicateurs cohérents permet de se faire une idée exacte du "comportement" d'un port (ou d'un terminal) face à la demande. Pour le rassemblement, l'analyse et la présentation des données on a besoin de spécialistes et les autorités portuaires devraient avoir à cœur d'élaborer à partir de là une politique réaliste. Malheureusement, beaucoup de ports du monde ont encore tendance à amasser une masse de données brutes hétéroclites qui sont ensuite traitées et publiées dans un recueil de statistiques volumineux, mais en général dénué de toute utilité pratique. Ces informations sont donc rarement utilisées de façon efficace (pour la planification à court, moyen ou long terme, pour la surveillance des opérations quotidiennes, pour remédier aux défauts de tel ou tel sous-système du port, etc.).

49. Mais il y a plus grave encore : quiconque fait l'effort d'étudier le matériel statistique ainsi rassemblé ne peut manquer de s'apercevoir qu'une bonne partie des données sont d'une piètre utilité, alors que des renseignements essentiels (sur le temps d'attente et de desserte, la production et la productivité calculées en fonction du temps et du coût) font souvent défaut, sont incomplets ou périmés. Le peu de valeur des statistiques disponibles en limite forcément le champ d'application, mais les efforts investis dans la collecte et l'analyse des données représentent de nombreuses heures de travail de spécialistes. Le coût de cette activité est donc jugé beaucoup trop élevé. En période d'austérité, la décision de supprimer une dépense qui n'est pas considérée comme directement rentable s'impose donc quasi automatiquement. Même dans les ports où la qualité des données et leur

utilité sont indiscutables, il est difficile aux responsables de la gestion de justifier les dépenses correspondantes, car l'intérêt de ces données n'est pas direct ni immédiat. Il en va de même pour les grands projets de recherche sur la productivité. Les entreprises qui participent à ces projets et qui nécessairement les financent sont facilement découragées par les premiers résultats qui ne sont pas suffisants pour surmonter les difficultés de gestion et d'exploitation ayant motivé la décision de faire une étude, ce qui conduit rapidement à l'abandon des travaux d'échantillonnage et d'analyse. On se retrouve ainsi face au problème du manque de données fiables et représentatives. Cela ne signifie cependant pas qu'on renonce à toute activité d'information sérieuse. La plupart des ports fournissent une série type de données minimales, mais le plus souvent avec beaucoup de retard. Certaines de ces données portent sur la production, le débit et parfois aussi la productivité. On les utilise surtout à des fins publicitaires et pour les relations publiques, et très rarement pour améliorer ou rationaliser les opérations ou la gestion.

50. L'utilisation d'indicateurs de rendement par les autorités portuaires ou les exploitants de terminaux donne souvent lieu à des comparaisons abusives et à des conclusions trompeuses. La plupart du temps, les chiffres de la production sont simplement énumérés, sans être accompagnés des précisions nécessaires sur les conditions dans lesquelles ces résultats ont été obtenus. Lorsqu'elles publient les chiffres du débit, les autorités portuaires omettent de faire la distinction entre le trafic portuaire et le débit cumulatif des postes d'accostage. Pire encore, elles comparent des situations qui ne sont pas les mêmes (le volume des chargements, le tonnage manutentionné par escale, la composition des cargaisons, le conditionnement et les installations portuaires peuvent en effet être différents). En règle générale, il faut exercer la plus extrême prudence en comparant les chiffres de la production ou du débit, même entre les ports d'un même secteur, les terminaux d'un même port et les diverses compagnies de navigation d'un même terminal. Il est évidemment utile et même, dans un sens, indispensable de faire des comparaisons. Les exploitants de terminaux ressentent, par exemple, le besoin de comparer leur rendement à celui de ports voisins ou étrangers. Le danger ne réside pas dans la comparaison elle-même mais dans l'absence de similitude entre les opérations qui sont mises en parallèle sans la moindre explication des différences essentielles. Dire, par exemple, que le terminal A a eu un rendement de 2 500 tonnes par journée de 24 heures pour le chargement de poutrelles d'acier de 12 mètres de long, contre 1 500 tonnes seulement pour le terminal B, c'est laisser entendre que ce dernier est moins efficace. Mais si on précise, par exemple, que le terminal A a chargé des vraquiers de 50 000 tpl munis de larges écoutilles et le terminal B des navires classiques de 15 000 tpl, et que le tonnage moyen par connaissance était de 20 tonnes pour A et d'à peine une tonne pour B, la "supériorité" de la production de A apparaît contestable. Etant donné le nombre de paramètres à prendre en considération, l'observateur averti ne saurait prendre pour argent comptant les résultats des comparaisons des rendements portuaires. Il considérera au contraire qu'ils sont inexacts, dénués de sens ou sans grande valeur. Mais il est difficile d'empêcher les ports de poursuivre dans cette voie et il y a donc peu de chances de voir les responsables de la gestion portuaire renoncer subitement aux comparaisons peu judicieuses ou sans fondement. Dans le meilleur des cas, on pourra peut-être faire mieux comprendre les mesures du rendement et leur complexité grâce à l'amélioration de la formation du personnel portuaire. Dans le pire des cas, on s'en tiendra aux méthodes traditionnelles, ce qui limitera la valeur réelle des données présentées.

51. La question essentielle reste cependant de savoir dans quelle mesure il est possible d'améliorer le rendement par rapport à tel ou tel paramètre et s'il est souhaitable ou non de le faire du point de vue du rendement global. Il n'est possible d'apporter une réponse concluante à cette question que si l'on connaît parfaitement les buts du port ou du terminal considéré (et, plus précisément, l'ordre de priorité des divers objectifs opérationnels et financiers). Supposons, par exemple, qu'un seul grand objectif prioritaire soit retenu, à savoir parvenir à une productivité aussi élevée que possible dans les conditions d'exploitation du moment (exprimée en tonnes/dollars). En appliquant la loi des rendements décroissants, on peut calculer une production limite correspondant à une productivité maximale dans des conditions d'exploitation données. En voici une illustration.

52. Prenons le cas de la diminution relative du rendement des grues. La situation suivante peut se produire :

	Production moyenne de la grue (cycles/ heures)	Dépenses d'équipement annuelles	Frais d'exploitation et d'entretien annuels (pour 2 000 heures de fonction- nement)	Coût annuel total	Coût par cycle (pour 2 000 heures d'exploit- ation par an)
-----					
Portique du type 1					
\$3 000 000 <u>1/</u>	20	390 000	100 000	490 000	\$12.25
Portique du type 2					
\$5 000 000 <u>1/</u>	30	650 000	165 000	815 000	\$13.60
-----					

1/ On suppose que les deux types de grue sont en mesure de desservir des porte-conteneurs des première, deuxième et troisième générations.

Si on se fonde sur le coût par cycle, l'exploitant du terminal a manifestement intérêt à choisir la grue du type 1, mais dans la réalité d'autres facteurs peuvent peser d'un plus grand poids sur sa décision - comme le temps d'immobilisation au port (selon le temps passé par le navire dans le port ailleurs qu'à quai, ce facteur peut être particulièrement important), l'"image de marque" du terminal dans le secteur des transports maritimes, les ressources disponibles à l'époque où l'investissement est décidé, etc.

53. Ce principe, appliqué ici à un engin spécifique utilisé dans un terminal à conteneurs, vaut pratiquement pour toutes les opérations de manutention dans les ports, l'exemple type étant celui de l'allocation d'équipes pour une opération classique ou la manutention de néo-vrac car le mode de répartition peut avoir d'importantes répercussions sur la productivité.

54. Un dernier point mérite d'être souligné. Si on compare les chiffres de la production sur une période prolongée et dans des conditions comparables, on aboutit à la conclusion, qui n'a en soi rien d'étonnant, que tous les progrès importants sont le résultat d'une augmentation du poids de l'unité de charge,

valeur qui figure parmi les principaux paramètres utilisés pour le calcul de la capacité intrinsèque des sous-systèmes de déchargement, de transfert, de gerbage et de livraison. On peut donc établir la formule suivante :

$$\begin{array}{l} \text{Capacité intrinsèque} \\ \text{du sous-système de} \\ \text{déchargement} \end{array} = \begin{array}{l} \text{poids moyen de} \\ \text{l'unité de} \\ \text{charge} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{nombre de cycles} \\ \text{intrinsèquement} \\ \text{possible.} \end{array}$$

Par exemple, dans le cas de marchandises en sacs (sacs de 60 kg) et de grues classées de 3 à 6 tonnes, on obtient les chiffres suivants :

$$\begin{array}{l} \text{Capacité intrinsèque} \\ \text{du sous-système de} \\ \text{déchargement} \end{array} = \begin{array}{l} 1,2 \text{ tonne} \\ \times 20 \text{ cycles/heure} \\ \\ = 24 \text{ tonnes/heure} \end{array}$$

55. Toutes les améliorations fondamentales apportées dans le domaine de la manutention des cargaisons visent en fait avant tout à augmenter encore le poids des unités de charge, d'où la tendance à utiliser des charges unitaires de plus en plus volumineuses - palettes, unités préélinguées, fardeaux de sciage, balles de pâte de bois, rouleaux lourds et, bien entendu, l'omniprésent conteneur. D'où aussi une évolution vers l'utilisation de bennes preneuses de plus en plus grosses pour la manutention de certaines marchandises en vrac. La capacité intrinsèque du sous-système de déchargement a donc augmenté, non pas de 10 ou 20 % (progression maximale qu'il est possible d'obtenir en accélérant la cadence des cycles des grues 20/), mais d'un coefficient de cinq, dix voire vingt. La "révolution technique" de la navigation et des ports est due en grande partie à cette augmentation du poids des charges unitaires et au fait qu'elles sont devenues plus faciles à manipuler.

56. La seule autre condition nécessaire pour égaliser la capacité intrinsèque et la capacité réelle est la prévention de tout déséquilibre entre les autres sous-systèmes, tâche qui est souvent beaucoup moins aisée que l'achat d'engins de manutention perfectionnés et qui exige une connaissance approfondie des rapports entre les différents éléments des postes d'accostage (ou des terminaux) ainsi que des facteurs déterminant la productivité si l'on veut trouver une solution satisfaisante.



NOTES

1/ Publication des Nations Unies, numéro de vente : F.74.II.D.1.

2/ Pour les groupes de postes à divers, on s'est fondé sur l'hypothèse d'arrivées aléatoires et de temps de desserte répartis selon une distribution d'Erlang du type 2 ( $M/E_2/n$ ). Pour les terminaux spécialisés, on est parti du principe qu'une distribution d'Erlang du type 2 était le meilleur moyen de décrire les intervalles entre les arrivées ( $E_2/E_2/n$  est donc la transcription de la théorie des files d'attente).

3/ On a tenu compte de la marge de manoeuvre dont disposent les autorités portuaires, qui leur permet de prendre certaines mesures d'intervention réduisant considérablement les délais d'attente prévus selon des formules mathématiques.

4/ Voir aussi le chapitre sur le rendement et la productivité, dans lequel l'importance de ces facteurs est étudiée de façon plus approfondie.

5/ L'augmentation de la production par heure et par navire implique une réduction du temps passé par le navire au port, à condition que les périodes inactives à quai ou au port ne soient pas inutilement prolongées pour des raisons diverses (par exemple, le navire est prêt à appareiller plus tôt, mais une pénurie de pilotes peut fort bien annuler ce gain de temps et l'obliger à séjourner dans le port aussi longtemps qu'avant). Dans l'exemple qui vient d'être donné, pour un navire dont le coût journalier est de 4 800 dollars et qui transporte une cargaison de 1 000 tonnes, l'économie de temps potentielle (11,7 heures) permettrait de réduire les dépenses globales de plus de 1 000 dollars.

6/ Il n'est pas rare que les frais de main-d'oeuvre (salaire des dockers) comprennent à la fois un coût fixe, correspondant aux heures de travail normales, et un coût variable, correspondant aux heures supplémentaires.

7/ La mécanisation a en fait beaucoup contribué au remplacement de la main-d'oeuvre occasionnelle (coût variable) par un personnel permanent (coût fixe).

8/ Par exemple, d'aucuns estiment encore, à tort, que le taux d'occupation optimal des postes d'accostage est de 100 %.

9/ Voir à l'annexe I la formule proposée pour calculer le taux d'occupation des postes.

10/ Voir le tableau 2 pour l'exemple du port à 3 postes.

11/ Le débit des postes d'accostage : méthodes systématiques pour améliorer les opérations sur marchandises diverses; British Ports Association, General Council of British Shipping, National Ports Council, Port Performance Comparison Study - General Cargo in Conventional Vessels (Londres, 1977); "Recherche sur la productivité", étude patronnée par la Scheepvaartvereniging Noord et la Scheepvaartvereniging Zuid, associations d'employeurs des ports d'Amsterdam et de Rotterdam, et effectuée par le Raadgevend Bureau Berenschot (bien que cette étude ait été publiée en néerlandais uniquement, un résumé

en anglais est paru dans un document intitulé "Managerial tools for improving productivity", communiqué par H. J. Melessen à la 9ème Conférence internationale sur la manipulation des chargements internationaux de l'Association internationale de coordination de la manipulation des chargements, tenue à Göteborg en 1969).

12/ Voir Le débit des postes d'accostage : méthodes systématiques pour améliorer les opérations sur marchandises diverses (publication des Nations Unies, numéro de vente : F.74.II.D.1).

13/ Monographie établie en 1971-1972.

14/ La théorie du "goulet d'étranglement" reste aussi éminemment valable dans le contexte des terminaux à conteneurs. D'une façon générale, il y a une nette surcapacité pour le déchargement, alors que pour le transfert horizontal, le gerbage et l'entreposage, on manque de moyens.

15/ La plupart des entreprises de manutention font une distinction entre les temps morts que l'on peut éviter et ceux qui sont inévitables. Parmi ces derniers figurent normalement les temps morts dus aux conditions météorologiques, aux grèves qui ne sont pas liées au port, à des cas de force majeure, etc. Les premiers, sont dus le plus souvent à des pannes d'engins, aux retards des navires ou des camions, au fait que les opérations peuvent commencer plus tard ou finir plus tôt que prévu, à l'arrimage ou au désarrimage, à l'ouverture et à la fermeture des écoutilles, à des conflits sociaux, etc.

16/ L'aménagement des ports : Manuel à l'usage des planificateurs des pays en développement (publication des Nations Unies, numéro de vente : F.84.II.D.1).

17/ C'est également ce qui ressort des chiffres de productivité publiés par H.K. Dally dans son étude intitulée "Review of British Container Terminals", National Ports Council Bulletin, No 16, mai 1981, p. 1 à 14.

18/ L'exemple suivant illustre les difficultés rencontrées pour mesurer la productivité :

Cas d'un navire roulier de 16 744 tjb .

Déchargement : 96 conteneurs vides de 20 pieds  
80 bolsters vides de 20 pieds  
1 conteneur vide de 40 pieds

Ripage : 1 conteneur vide de 20 pieds  
7 bolsters pleins de 20 pieds  
2 remorques Mafi pleines  
5 unités autonomes

Chargement : 23 conteneurs pleins de 20 pieds  
85 bolsters pleins de 20 pieds  
4 véhicules automoteurs  
17 voitures

avec 4 vacations/équipe de 8 heures chacune.  
Sur quelle base peut-on calculer la production horaire ?

19/ Supposons qu'un navire roulier de la deuxième génération coûte 20 000 dollars par jour et que la production soit de 100 tonnes par heure dans le port (ce qui, d'après le tableau 15, n'est pas la plus mauvaise productivité enregistrée tant s'en faut). Le coût du navire au port s'élève donc à 8,3 dollars/tonne, ce qui constitue une charge financière excessive pour la compagnie de navigation.

20/ Progression assez faible mais qui exige des dépenses d'équipement supplémentaires considérables.

Annexe I

L'OCCUPATION DES QUAIS-EXERCICE a/

"Le relevé des occupations des postes à quai 7, 8, 9 de la zone A du port Laedi \*/ pour la première semaine d'octobre ... tel qu'il a été établi jour après jour (...) est transcrit à la page suivante.

On demande de calculer le taux d'occupation des postes pour la zone A pendant la semaine du 2 au 8 octobre ..., et de présenter les résultats sur un graphique, en distinguant :

- quai libre
- quai occupé sans travail effectif
- quai occupé en travail effectif
- quai occupé par navire non-opérationnel

Les horaires normaux de travail sont les suivants :

- jour : 08.00 - 16.00
- 1ère vacation : 06.00 - 14.00
- 2ème vacation : 14.00 - 22.00
- nuit : 22.00 - 06.00

Aucun travail n'est entrepris le dimanche

Les longueurs de quai sont les suivantes :

- No 7 - 165 m
- No 8 - 165 m
- No 9 - 170 m

Total pour la zone A = 500 m ..."

---

a/ Repris du "Manuel sur un système uniforme de statistiques portuaires et d'indicateurs de rendement" (UNCTAD/SHIP/185). Cet exercice permettra aux lecteurs d'appliquer certains des principes décrits dans la présente monographie.

\*/ Port fictif.

DATE	POSTE 7	POSTE 8	POSTE 9
Lundi 2/10	<u>ARIANE (160 m)</u> 06.00-14.00 (3 équipes) appareille à 16.30	libre	<u>TRAFI AKI (165 m)</u> arrivé à 09.00 14.00-22.00 (4 équipes) 22.00-06.00 (4 équipes)
Mardi 3/10	libre	<u>DESDEMONA (130 m)</u> arrivé à 13.00 14.00-22.00 (2 équipes) appareille à 23.00	<u>TRAFI AKI (165 m)</u> [22.00-06.00 (4 équipes)] 06.00-14.00 (4 équipes) 14.00-20.00 (2 équipes) appareille à 21.00
Mercredi 4/10	<u>SEA CHALLENGER (145 m)</u> arrivé à 02.00 06.00-14.00 (2 équipes) 14.00-22.00 (2 équipes)  <u>MASTER CARRIER (135 m)</u> à couple arrivé à 11.00 14.00-22.00 (3 équipes) appareille à 24.00	<u>EXPLORER (130 m)</u> arrivé à 05.00 06.00-14.00 (2 équipes) 14.00-22.00 (3 équipes) 22.00-06.00 (2 équipes)	<u>ORFEE (155 m)</u> arrivé à 07.00 08.00-16.00 (2 équipes) 14.00-22.00 (2 équipes) 22.00-06.00 (3 équipes)
Jeudi 5/10	<u>SEA CHALLENGER (145 m)</u> 06.00-14.00 (2 équipes) 14.00-18.00 (1 équipe) appareille à 19.00	<u>EXPLORER (130 m)</u> [22.00-06.00 (2 équipes)] 06.00-14.00 (2 équipes) 08.00-16.00 (1 équipe) 14.00-22.00 (2 équipes)	<u>ORFEE (155 m)</u> [22.00-06.00 (3 équipes)] appareille à 12.00  <u>ZANZIBAR (80 m)</u> arrivé à 14.00 15.00-22.00 (3 équipes)
Vendredi 6/10	<u>AMUNDSEN (175 m)</u> arrivé à 02.00 06.00-14.00 (5 équipes) 14.00-22.00 (5 équipes) 22.00-06.00 (3 équipes) <u>SEAWAY EXPRESS (130 m)</u> à couple arrivé à 05.00 06.00-14.00 (3 équipes) 14.00-22.00 (3 équipes) 22.00-06.00 (2 équipes)	<u>EXPLORER (130 m)</u> 08.00-16.00 (1 équipe) appareille à 19.00 <u>ORINOCCO (160 m)</u> (paquebot) arrivé à 23.30	<u>ZANZIBAR (80 m)</u> 06.00-14.00 (2 équipes) 14.00-17.00 (2 équipes) appareille à 23.00 <u>SUEZ (70 m)</u> arrivé à 11.00 14.00-22.00 (1 équipe)
Samedi 7/10	<u>AMUNDSEN (175 m)</u> [22.00-06.00 (3 équipes)] 06.00-14.00 (3 équipes) 14.00-21.00 (2 équipes) <u>SEAWAY EXPRESS (130 m)</u> à couple [22.00-06.00 (2 équipes)] 06.00-14.00 (2 équipes) 14.00-21.00 (2 équipes) appareille à 23.00	<u>ORINOCCO (160 m)</u> (paquebot)	<u>SUEZ (70 m)</u> 06.00-12.00 (1 équipe) appareille à 14.00
Dimanche 8/10	<u>AMUNDSEN (175 m)</u> appareille à 10.00	<u>ORINOCCO (160 m)</u> (paquebot)	<u>FREEDOM 11 (155 m)</u> arrivé à 17.00

REGISTRE HEBDOMADAIRE D'OCCUPATION DE QUAIS

PORT: LAEDI

ZONE: A

PERIODE DU : 02/10 AU: 08/10

QUAI: 7

HEURES	LUNDI				MARDI				MERCREDI				JEUDI				VENDREDI				SAMEDI				DIMANCHE				
	1 <sup>re</sup>	2 <sup>de</sup>	3 <sup>de</sup>	4 <sup>de</sup>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
01																													
02																													
03																													
04																													
05																													
06																													
07																													
08																													
09																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																													
23																													
24																													
TOTAL	7½	6½	6	-	24	-	-	-	-	2	6	16	-	5	7	12	-	2	4	18	-	-	3	21	-	14	10	-	-

\* CODE: 1 - libre; 2 - occupé sans travail effectif; 3 - occupé en travail effectif  
 4 - occupé par navire non opérationnel

REGISTRE HEBDOMADAIRE D'OCCUPATION DE QUAIS

PORT: LAEDI

ZONE: A

PERIODE DU: 02/10 AU: 08/10

QUAI: 8

HEURES	LUNDI				MARDI				MERCREDI				JEUDI				VENDREDI				SAMEDI				DIMANCHE			
	1 <sup>h</sup>	2 <sup>h</sup>	3 <sup>h</sup>	4 <sup>h</sup>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
01																												
02																												
03																												
04																												
05																												
06																												
07																												
08																												
09																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												
21																												
22																												
23																												
24																												
TOTAL	24	-	-	-	14	2	8	-	5	1	18	-	-	2	22	-	4½	11	8	½	-	-	-	24	-	-	-	24

\* CODE: 1 - libre; 2 - occupé sans travail effectif; 3 - occupé en travail effectif  
 4 - occupé par navire non opérationnel

REGISTRE HEBDOMADAIRE D'OCCUPATION DE QUAIS

PORT: LAEDI

ZONE: A

PERIODE DU: 02/10 AU: 08/10

QUAI: 9

HEURES	LUNDI				MARDI				MERCREDI				JEUDI				VENDREDI				SAMEDI				DIMANCHE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
02	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
03	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
04	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
06	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
07	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
08	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
09	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
TOTAL	9	5	10	-	3	1	20	-	7	1	16	-	2	9	13	-	-	e	16	-	10	8	6	-	17	7	-	-

\* CODE: 1 - libre; 2 - occupé sans travail effectif; 3 - occupé en travail effectif.  
4 - occupé par navire non opérationnel



RAPPORT D'OCCUPATION DE QUAI

PORT: PORT LAEDI

ZONE: A

PERIODE DU: 02/10 AU: 08/10

MOIS: OCTOBRE

DATE	No. DE QUAI	HEURE				
		LIBRE	OCCUPE SANS TRAVAIL EFFECTIF	OCCUPE EN TRAVAIL EFFECTIF	OCCUPE PAR NAVIRE NON OPERATIONNEL	TOTAL DE CONTROLE
02/10	7	7.5	6.0 2.5	8.0		24.0
	8	24.0				24.0
	9	9.0	5.0	8.0 2.0		24.0
03/10	7	24.0				24.0
	8	13.0 1.0	1.0 1.0	8.0		24.0
	9	3.0	1.0	6.0 8.0 6.0		24.0
04/10	7	2.0	4.0 2.0	8.0 8.0		24.0
	8	5.0	1.0	8.0 8.0 2.0		24.0
	9	7.0	1.0	6.0 8.0 2.0		24.0
05/10	7	5.0	6.0 1.0	8.0 4.0		24.0
	8		2.0	6.0 8.0 8.0		24.0
	9	2.0	6.0 1.0 2.0	6.0 7.0		24.0
SOUS-TOTAL		102.5	42.5	143.0	-	288.0
POURCENTAGE						

RAPPORT D'OCCUPATION DE QUAI

PORT: PORT LAEDI

ZONE: A

PERIODE DU: 02/10 AU: 08/10

MOIS: OCTOBRE

DATE	No. DE QUAI	HEURE				
		LIBRE	OCCUPE SANS TRAVAIL EFFECTIF	OCCUPE EN TRAVAIL EFFECTIF	OCCUPE PAR NAVIRE NON OPERATIONNEL	TOTAL DE CONTROLE
06/10	7	2.0	4.0	8.0 8.0 2.0		24.0
	8	4.5	8.0 3.0	8.0	0.5	24.0
	9		6.0 2.0	8.0 3.0 5.0		24.0
07/10	7		3.0	6.0 8.0 7.0		24.0
	8				24.0	24.0
	9	10.0	6.0 2.0	6.0		24.0
08/10	7	14.0	10.0			24.0
	8				24.0	24.0
	9	17.0	7.0			24.0
TOTAL		150.0	93.5	212.0	48.5	504
POURCENTAGE		29.8	18.5	42.1	9.6	100

taux total d'occupation 70.2%

Annexe II

EXEMPLES DE LA PRODUCTION DANS LE PORT D'ANVERS

Production dans le port d'Anvers : marchandises diverses  
classiques sur navires de ligne modernes  
(tonnes/équipe/vacation)

Terminal	Production
A	250 <u>a/</u>
B	250 <u>b/</u>
C	250
D	265
E	300
F	250
G	200

a/ Néo-vrac : 375 tonnes/équipe/vacation.

b/ Cartons/balles/caisses : 250 tonnes/équipe/vacation.

Sacs : 400 tonnes/équipe/vacation.

Palettes : 300 tonnes/équipe/vacation.

Production dans le port d'Anvers : produits sidérurgiques  
(tonnes/équipe/vacation)

		Terminaux			
		B	C	D	E
Profilés en acier de construction	12 m	600	450	540	600
Profilés en acier de construction	12 m	600	400	330	450
Fils machine en rouleaux de 2 tonnes		750	500	500	900
Tôles d'acier en paquets de 2,5 tonnes		750	650	560	750
Tubes d'acier de 12 m - 2 tonnes		700	450	400	450
Rouleaux jusqu'à 5 tonnes		1 200	950	730	1 100
de 5 à 10 tonnes		1 400	1 200	990	1 600
de plus de 10 tonnes		1 600	1 500	1 120	2 000

Production dans le port d'Anvers : manutention des conteneurs  
(Conteneurs/heure)

	Grue à portique	Grue mobile
Porte-conteneurs cellulaires intégraux	A 35	B 25
	B 25	C 22
	C 30	D 17-22
	F 20	
	G 27	G 23
Porte-conteneurs mixtes	A 20	
	B 23	B 23
	C 18	C 15
	F 20	
	G 22	G 20
Vraquiers	B 20-23	B 20-23
	C 18	C 15
	F 20	
	G 22	G 20
Transporteurs de produits forestiers	B 20-23	B 20-23
	C 22	C 27
	G 23	G 23

BIBLIOGRAPHIE

Ashar, A. Productivity and capacity of container terminals. World Wide Shipping, novembre 1985 : 73-76.

Baudez, L. La mesure de la productivité portuaire. Revue des transports, février 1985, 10 p.

British Ports Association, General Council of British Shipping and National Ports Council. Port Performance Comparison Study - General Cargo in Conventional Vessels. Londres, 1977, 111 p.

Dally, H. K. Review of British container terminals. National Ports Council Bulletin No 16 : 1-14 mai 1981.

De Monie, G. Port productivity I - III. Manual on Port Management, Genève 1976, p. 87-206 (UNCTAD/INV/523).

De Monie, G. Alternative containership and terminal systems: layouts and operational features of pure and combined terminals. Seminar on Container Terminal Management. Anvers, UNCTAD/APEC, 1985, p. 43-159 (UNCTAD/SHIP/612).

Gilman, S. Pricing policy and operational controls in container terminals. Maritime Policy and Management 1978-5 : 89-96.

Melessen, H.K. Managerial tools for improving productivity. Handling International Cargo. Association internationale de coordination de la manipulation des chargements. 9ème Conférence internationale, Göteborg, 1969, p. 71-81.

Plumlee, C.H. Port Performance Index - 1984. Carmel Valley, California : Public Works Consultants, 1984, 97 p.

Rijsenbrij, I.C. Service demand productivity and profit: where's the balance? Document communiqué à la 4ème Conférence sur les opérations terminales, Amsterdam, 1986.

Robinson, R. Containerization in ports of third-world Asia: an overview of present patterns and the direction of future growth. Maritime Policy and Management (Cardiff). Vol. 12 : No 4 : 263-277.

Robinson, R. Productivity of first-generation container terminals: Sydney, Australie. Maritime Policy and Management (Cardiff). Vol. 12 : No 4 : 279-292.

Suykens, F. A few observations on productivity in seaports. Maritime Policy and Management (Cardiff). Vol. 10 : No 1 : 17-40.

Thomas, B.J. Port productivity and costs. Manual on Port Management, Genève 1976, p. 207-234 (UNCTAD/INV/523).

Nations Unies. Commission économique pour l'Asie et le Pacifique. Collection of port operational statistics on an uniform basis, 1973, 16 p. + annexes (E/CN.11/TRANS/Sub.3(x)/L.2).

Nations Unies. Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement. Le débit des postes d'accostage : méthodes systématiques pour améliorer les opérations sur marchandises diverses, 1973, 196 p. (TD/B/C.4/109 et Add.1). Numéro de vente : F.74.II.D.1.

Nations Unies. Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement. L'évolution technique des transports maritimes et ses incidences sur les ports : les effets de l'unitarisation sur les ports, 1976, 124 p. + annexes (TD/B/C.4/129/Supp.1).

Nations Unies. Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement. Les indicateurs du rendement des ports, 1976, 28 p. (TD/B/C.4/131/Supp.1/Rev.1). Numéro de vente : F.76.II.D.7, publié en anglais, en espagnol et en français.

Nations Unies. Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement. L'aménagement des ports : manuel à l'usage des planificateurs des pays en développement, 1978, 237 p. (TD/B/C.4/175/Rev.1). Numéro de vente : F.84.II.D.1, publié en anglais, en espagnol et en français.

Nations Unies. Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement. Manuel pour un système uniforme de statistiques portuaires et d'indicateurs de rendement, 1979, 271 p. (UNCTAD/SHIP/185/Rev.1), publié en anglais et en français.

Nations Unies. Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement. Improving port performance : management of general cargo operations (trainee's workbook). Cardiff, Drake Educational Associates Ltd., 1982, 452 p. (8 training units).

Winkelmans, W. Productiviteit in Zeehavens (Productivité dans les ports de mer). Rotterdam, Erasmus University, 7 p.

---

### كيفية الحصول على منشورات الأمم المتحدة

يسكن الحصول على منشورات الأمم المتحدة من المكتبات ودور التوزيع في جميع أنحاء العالم. استلم منها من المكتبة التي تتعامل معها أو اكتب إلى : الأمم المتحدة، قسم البيع في نيويورك أو في جنيف.

#### 如何购取联合国出版物

联合国出版物在全世界各地的书店和经售处均有发售。请向书店询问或写信到纽约或日内瓦的联合国销售组。

#### HOW TO OBTAIN UNITED NATIONS PUBLICATIONS

United Nations publications may be obtained from bookstores and distributors throughout the world. Consult your bookstore or write to: United Nations, Sales Section, New York or Geneva.

#### COMMENT SE PROCURER LES PUBLICATIONS DES NATIONS UNIES

Les publications des Nations Unies sont en vente dans les librairies et les agences dépositaires du monde entier. Informez-vous auprès de votre libraire ou adressez-vous à : Nations Unies, Section des ventes, New York ou Genève.

#### КАК ПОЛУЧИТЬ ИЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Издания Организации Объединенных Наций можно купить в книжных магазинах и агентствах во всех районах мира. Наводите справки об изданиях в вашем книжном магазине или пишите по адресу: Организация Объединенных Наций, Секция по продаже изданий, Нью-Йорк или Женева.

#### COMO CONSEGUIR PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

Las publicaciones de las Naciones Unidas están en venta en librerías y casas distribuidoras en todas partes del mundo. Consulte a su librero o diríjase a: Naciones Unidas, Sección de Ventas, Nueva York o Ginebra.

---