

Séminaire Splott, 16 janvier 2023

Une méthode pour estimer les annulations d'escalas avec des données AIS: Application à la route Europe - Asie avant et durant le Covid-19

Pais-Montes, Carlos, Universidade da Coruña

Thill, Jean-Claude , University of North Carolina at Charlotte

Guerrero, David, Ame-Splott, Ifsttar, Université Gustave Eiffel

0. Le point de vue du transporteur



EPA, 2019, Le Temps 2022

*Chaque soir [...] [Gianluigi Aponte, PDG de MSC] [...] « demande si les bateaux sont pleins, quel est le prix du fret», explique une source qui a travaillé avec lui. « **Le but du jeu est que les bateaux soient pleins tout le temps** [...] » (Besson, 2022)*

1. Introduction (1/2)

- Les mesures anti-Covid-19 ont eu un **impact fort sur le transport maritime**
- Les compagnies maritimes ont, entre autres, **annulé des escales.**
- Les **raisons** de ces annulations sont **diverses**
- Pour comprendre ce phénomène il est **important de fournir une mesure**

1. Introduction (2/2)

En situation de crise **quels types de ports sont les plus affectés par les annulations?**

Questions subsidiaires:

- différences entre régions?
- différences en fonction de la taille des navires?
- Les annulations, une mesure alternative de la résilience des ports face aux crises?

Visée opérationnelle: mesure **de la vulnérabilité et résilience d'un port en cas de crise** (ex. base pour comparaison)

2. Contexte du transport maritime (1/2)

Deux types de ports (extrêmes théoriques)

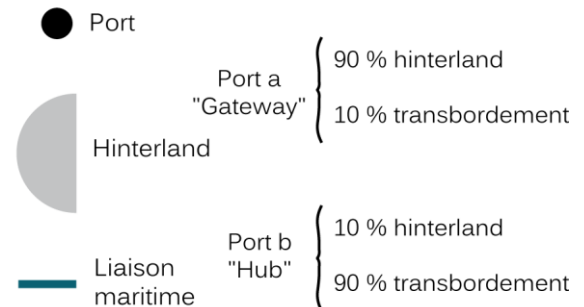
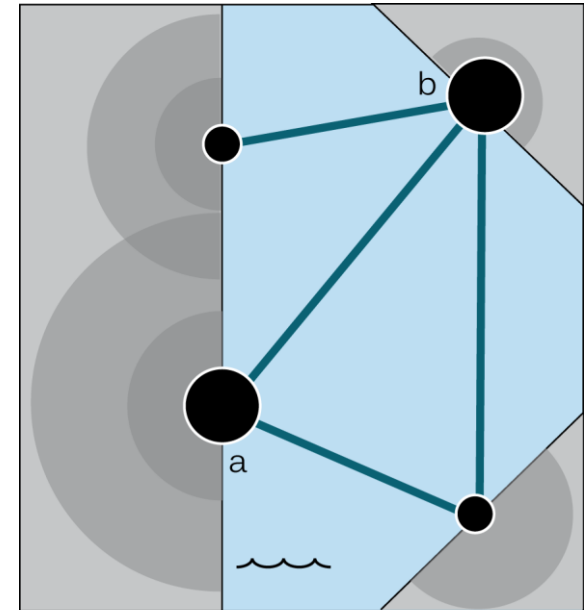
a) Port d'hinterland (gateway). Lieu de transfert mer/terre (port a)

Ex. Le Havre, Fos, Los Angeles

b) Port de transbordement (hub).
Les conteneurs ne font qu'y passer
entre deux trajets maritimes.

Ex. Tanger, Singapour

Sur le schéma de droite, les ports (a) et (b) sont de taille identique (trafic) mais ont des fonctions très différentes.



Guerrero (2022)

Top-40 des ports à conteneurs

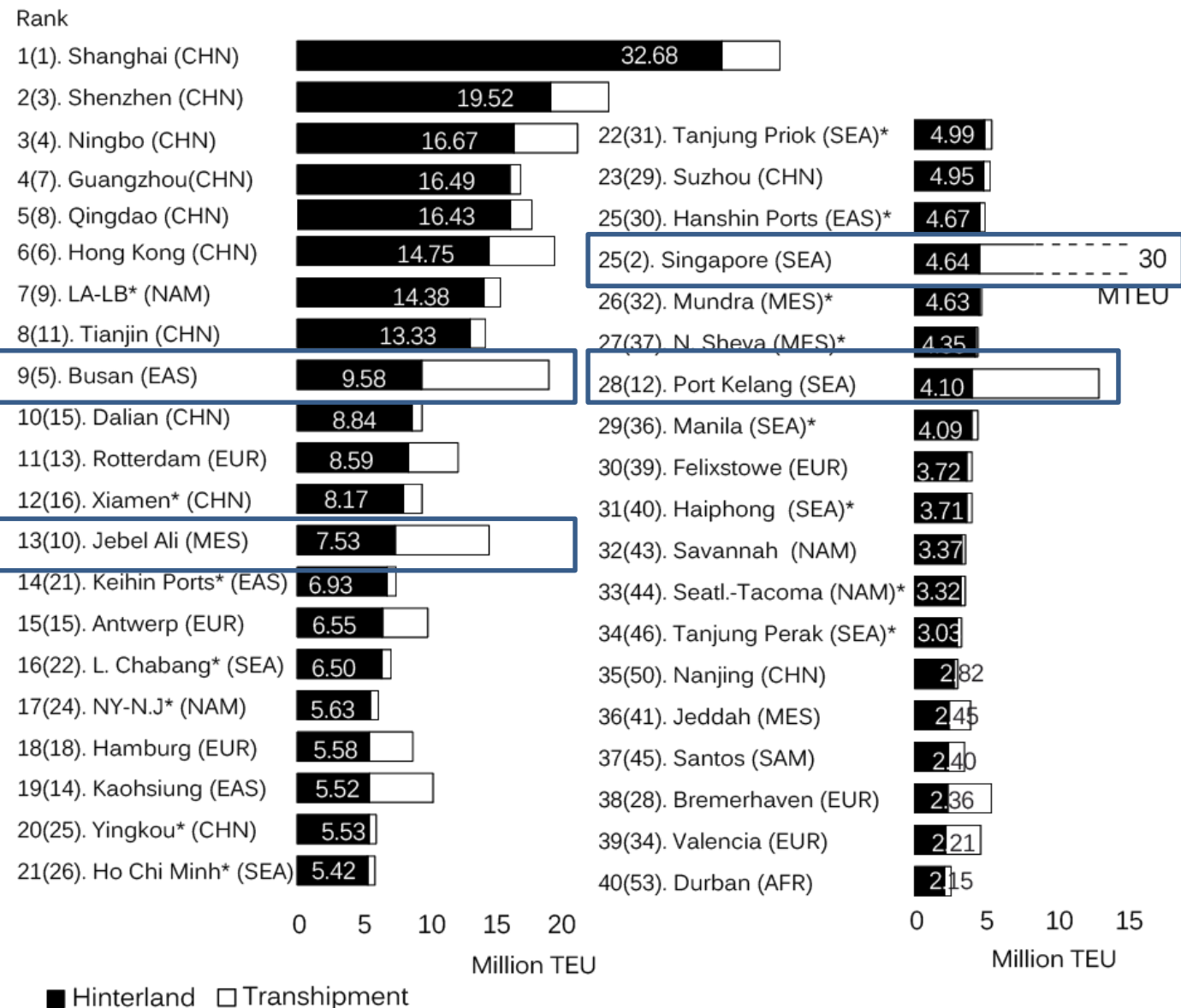
Entre les deux extrêmes il y a des situations contrastées

Noir: Trafic d'hinterland

vs

Blanc: Trafic de transbordement

Certains ports servent surtout à faire du transbordement



In brackets, ranking based on total throughput, including transshipment.

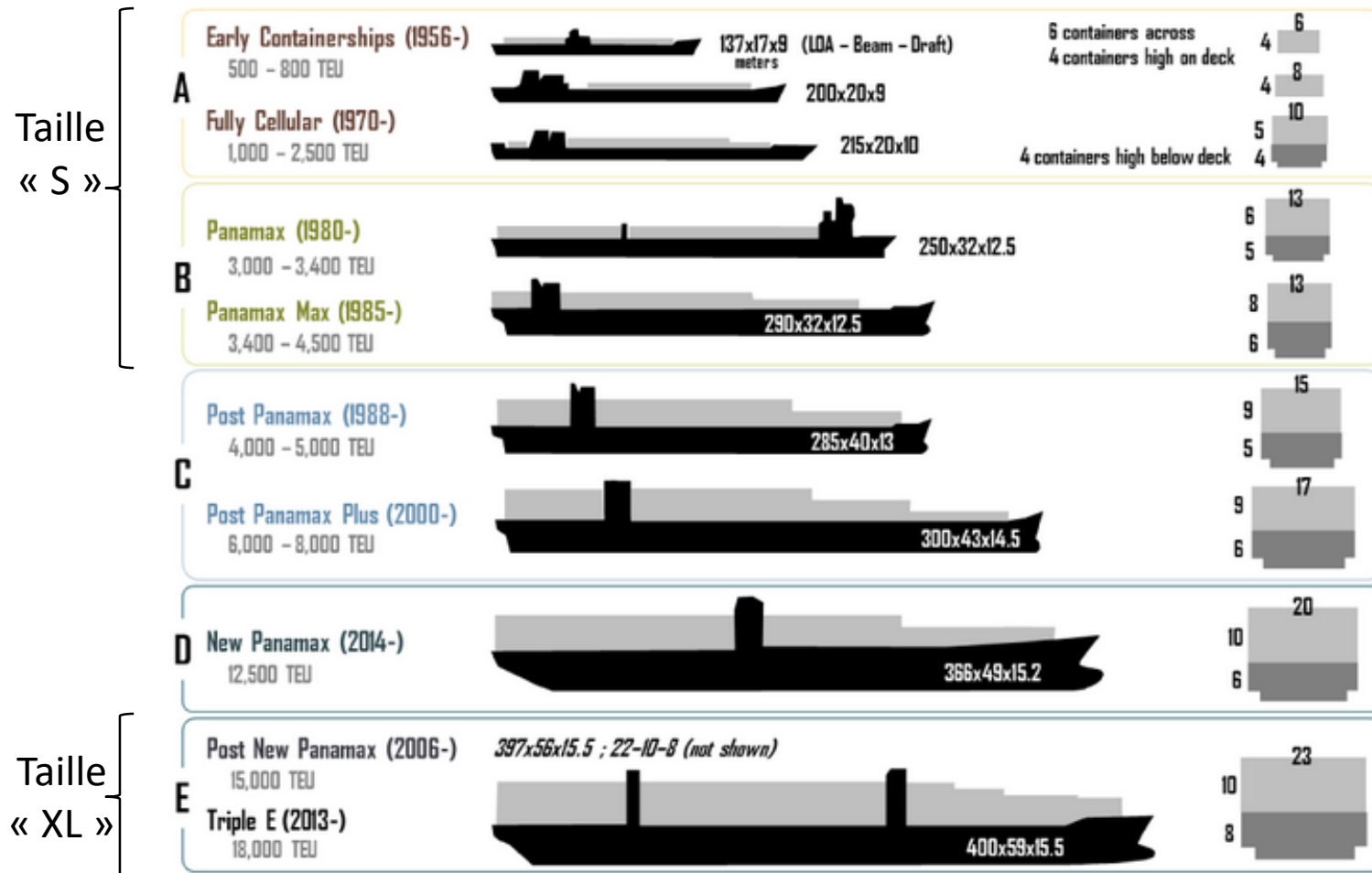
CHN: China, EAS: Rest of East-Asia,
SEA: South-East Asia,
MES: Middle-East and South Asia,
AFR: Africa, EUR: Europe,
NAM: North America, SAM: South America.

Guerrero (2020)

Sources: Drewry's (2016), World Shipping Council (2016)

* Transshipment throughput estimated by the author based on the average transshipment rate by region shown in Drewry's (2016)

2. Contexte du transport maritime (2/2): Les navires n'ont pas tous la même taille

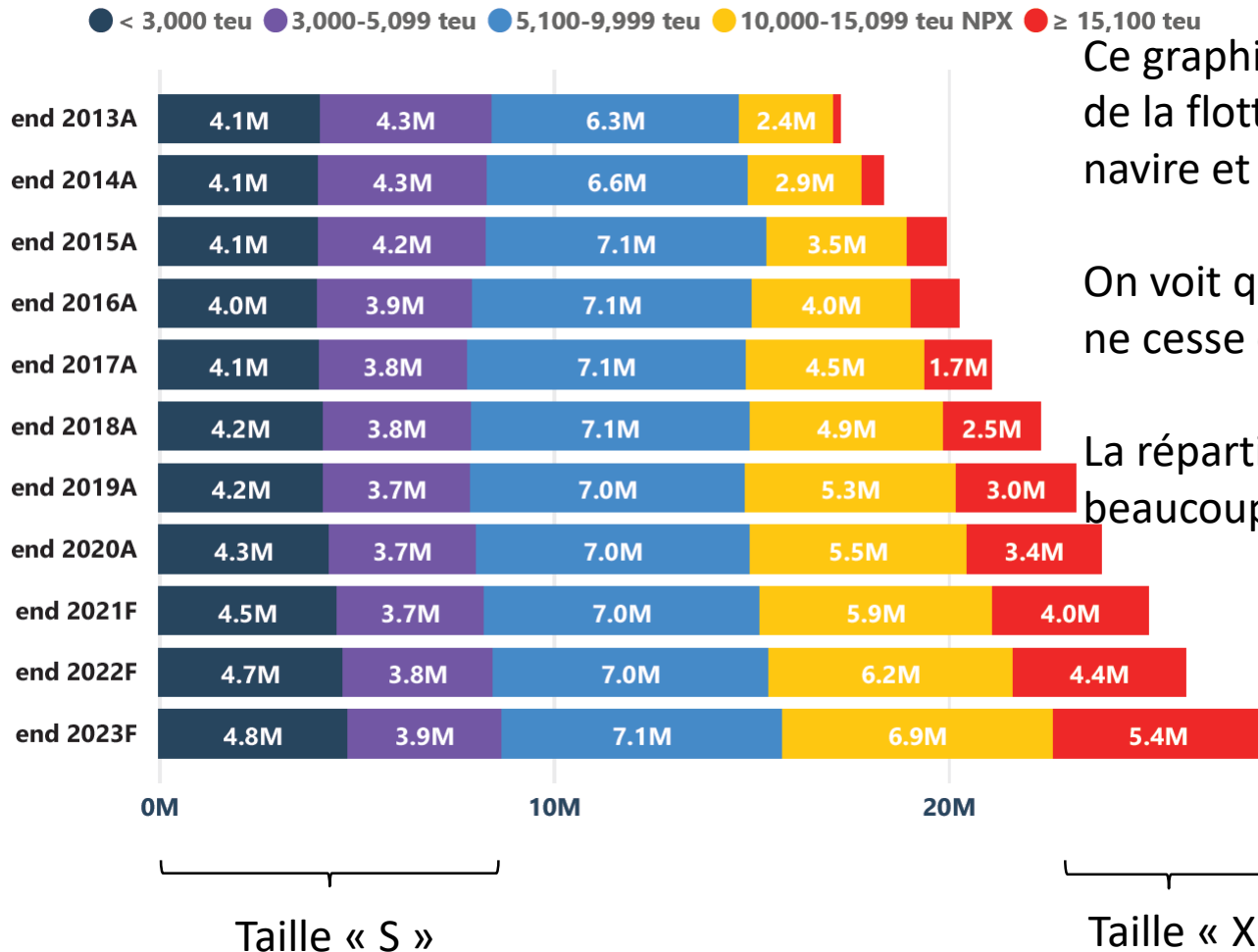


Ce graphique montre différentes générations de navire (taille et année d'entrée en service).

Au début l'augmentation s'est faite surtout en hauteur et longueur, puis en largeur

(L'idée est de limiter le moins possible le nombre de ports où ces navires peuvent faire escale)

2. Contexte du transport maritime (2/2): Les navires n'ont pas tous la même taille



Ce graphique montre la composition de la flotte mondiale par taille de navire et son évolution.

On voit que la part des grands navires ne cesse d'augmenter!

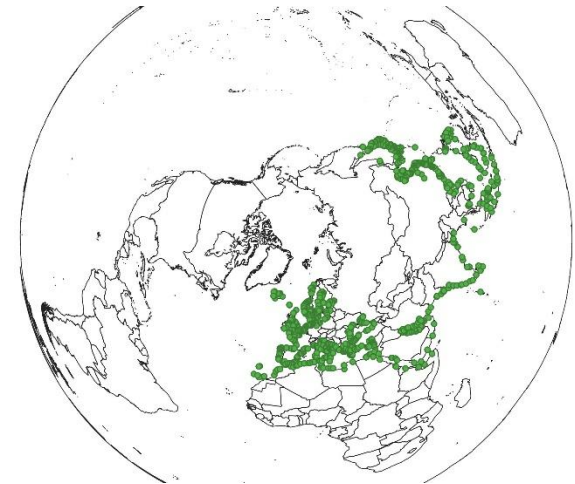
La répartition des tailles de navires peut beaucoup varier d'un port à l'autre

3. Contexte académique

- [Niveau des firmes] Les compagnies maritimes n'ont pas toutes les mêmes stratégies (Fremont, 2007, Notteboom, 2004, Yap et al., 2022)
- [Niveau des navires] Comment déceler des régularités dans les trajectoires des navires?
 - Op. research (Spiliopoulos et al., 2017, Pallotta et al, 2013)
 - Transport geography. Cruise trajectories (Li et al, 2020, Charlier and McCalla, 2006)
- [Niveau des ports] Vulnérabilité et résilience
 - General studies (Rousset and Ducruet, 2020, Calatayud et al, 2017, Xu et al., 2022)
 - Covid pandemics (Dirzka and Acciaro, 2022, Guerrero et al. 2022)

4. Données et méthode (1/4)

- Traces satellite des navires. Automatic Identification System (AIS).
- Agrégées en vecteurs port-port (VesselFinder, 2021)
- Deux périodes:
 - Pre-Covid (Jan 2018-Dec 2019)
 - Covid (jan 2020-Aug 2021)



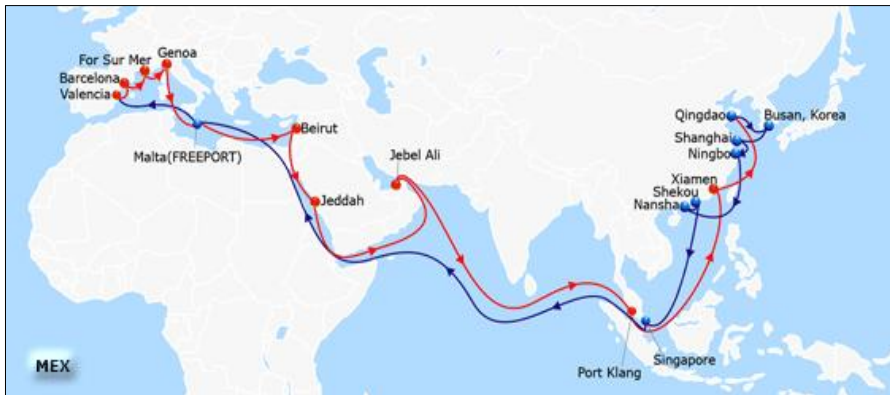
Chaque position est l'arrivée ou le départ d'un navire d'un port	year<2020 (pre-COVID19)	year≥2020 (post-COVID19)	Total
# {Positions} World	1,730,410	1,524,462	3,254,872
# {Positions} Europe-East Asia	49,835	46,810	96,645

4. Données et méthode (2/4)

Visualisation de la
trajectoire d'un navire
et estimation des
annulations
(sorte d'interpolation)

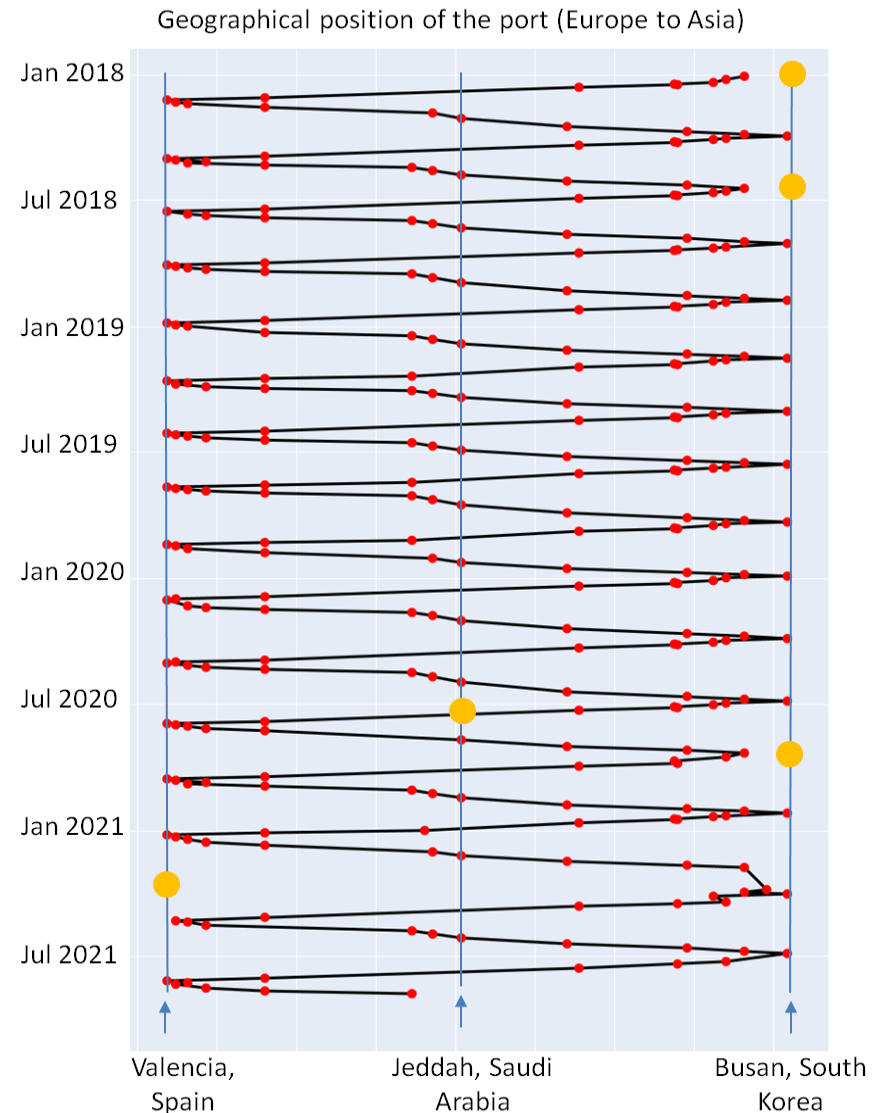
CMA CGM COLUMBA,
Capacity: 11 356 TEUs,
Service
Med. Club Express

- Effective call
- Missed call (estimation)



Mediterranean Club Express service (Example)

Source: CMA, Retrieved the 9 May 2022 from the shipping line's website



Données et méthode (2/4)

Définition d'une séquence « normale »

a) Etant donné un ensemble d'escales successives d'un navire dans un port (P_i)

$$\{f_j^{Pi}\}_{j=0,\dots,m_{Pi}}$$

b) On calcule l'intervalle entre escales successives (à la date j et la date $j-1$)

$$\{t_{ij}\}_{j=1,\dots,m_{Pi}} = \{f_j^{Pi} - f_{j-1}^{Pi}\}_{j=1,\dots,m_{Pi}}$$

c) On calcule la moyenne de ces intervalles (intervalle moyen)

$$Xi = \overline{\{t_{ij}\}_{j=1,\dots,m_{Pi}}}$$

d) On reconstruit la série théorique de toutes les escales du navire

$$\{f_0^{Pi} + n * Xi\}_{i=0,\dots,k'}$$

k : nombre de ports différents, $n \in \mathbb{N}$

4. Données et méthode (3/4)

Agrégation des annulations par port

On compte le nombre d'escales effectuées

On estime le nombre d'escales annulées

- Au niveau des ports:

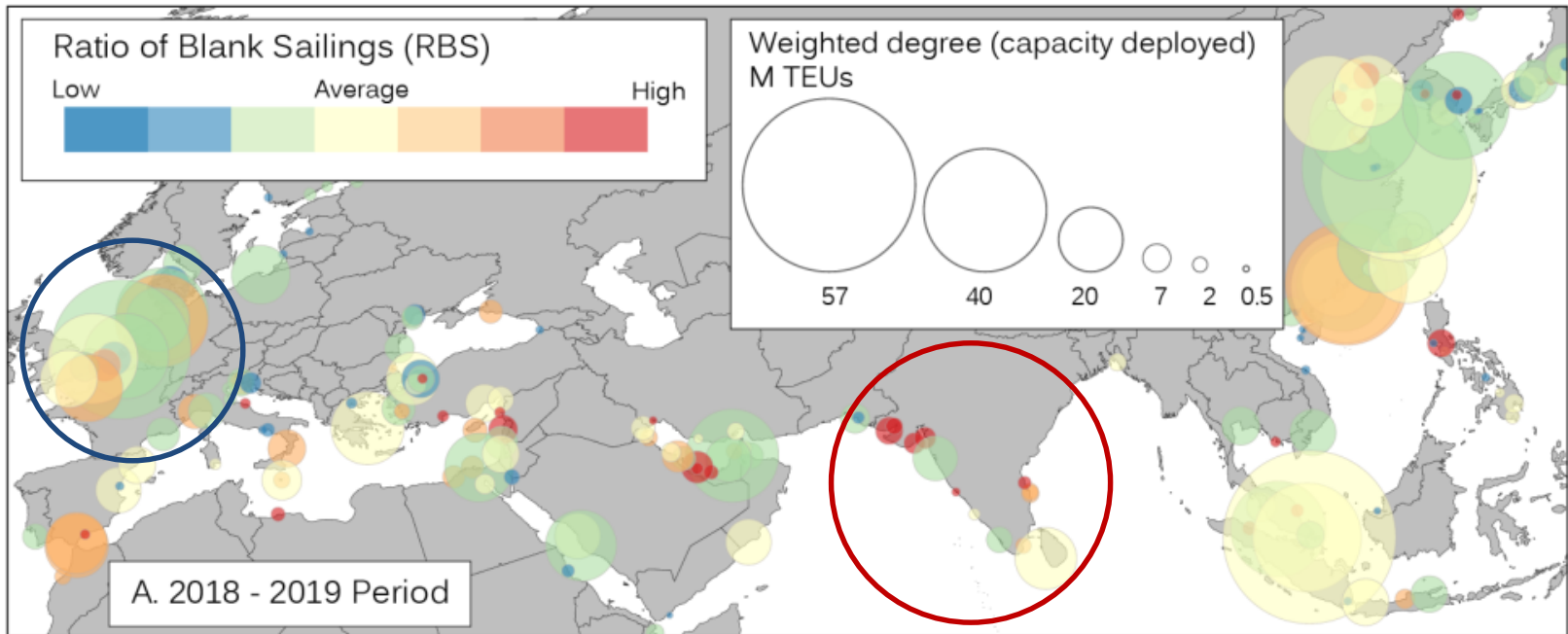
On regarde si les escales ont été annulées ou pas (y)

On détermine, par une régression logistique binomiale, si des caractéristiques du port telles que sa taille ou sa position dans les réseaux ont de l'influence.

Taux d'escales annulées, par port

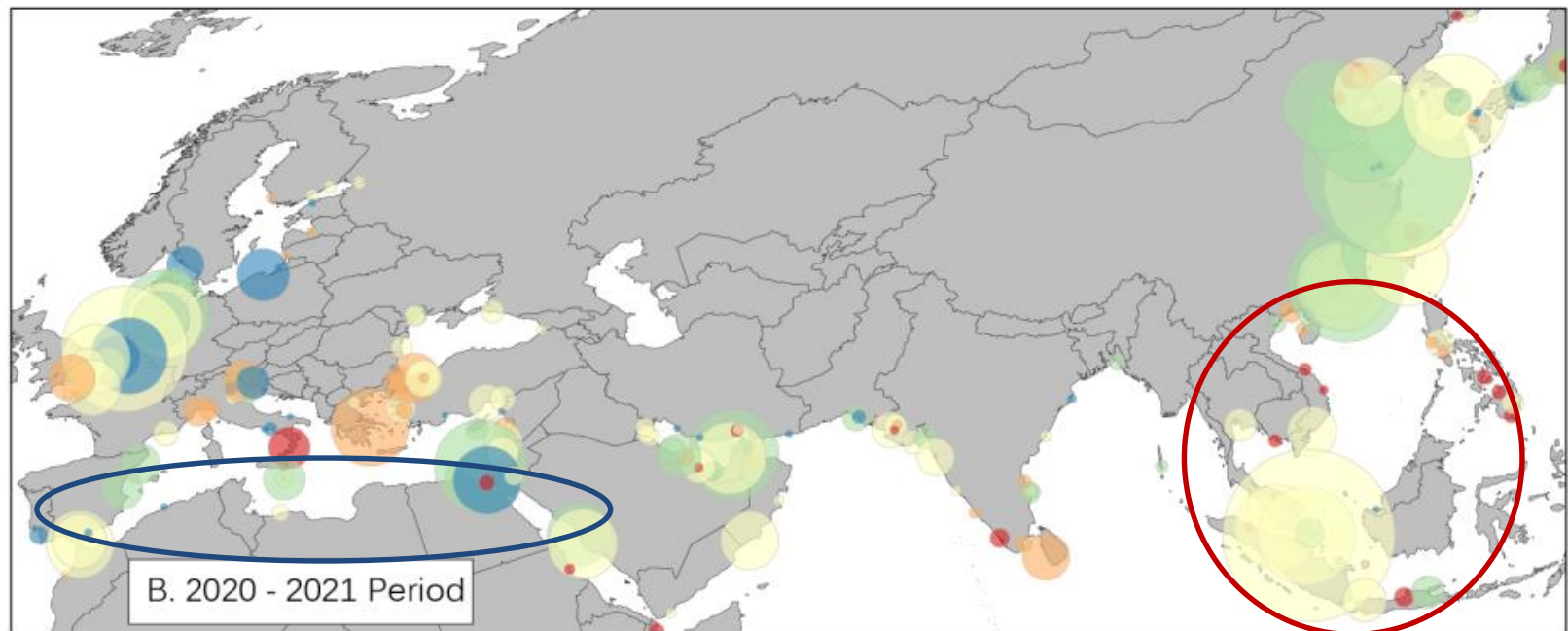
--
Europe du
Nord

++
Inde



--
Sud Med

++
Asie Sud
Est



Taux d'escalas annulées, par région

	2018-2019	2020-2021	Var
2018-2019	Taux moy.	Taux moy.	
Asie du Sud-Est	0.06	<u>0.07</u>	
Asie de l'Est	0.06	0.05	
Inde + voisins	<u>0.10</u>	0.06	
Moyen Orient	0.06	0.06	
Europe Nord	<u>0.04</u>	0.05	
Med Nord	0.05	0.05	
Med Sud	0.06	<u>0.04</u>	
Total	0.06	0.06	

Pourquoi certains ports sont plus affectés par les annulations? (Intuitions)

- La taille du port. Plus le port à éviter est petit (nombre d'escales de navires) moins l'activité de la compagnie sera affectée.
- La position du port dans le réseau maritime:
 - Les ports situés en périphérie des routes maritimes seraient plus susceptibles d'être évités (la compagnie évite ainsi un détour).
 - Les ports de transbordement seraient plus facilement substituables que les ports d'hinterland (rappel: dans les premiers, les conteneurs ne font qu'y passer)
- Le taille des navires (surtout les **extrêmes**).
 - Les ports accueillant surtout de très grands navires (congestion?)
 - Les ports accueillant surtout de petits navires (plus de fréquence=> plus d'alternatives en cas d'annulation?)

Position dans le réseau

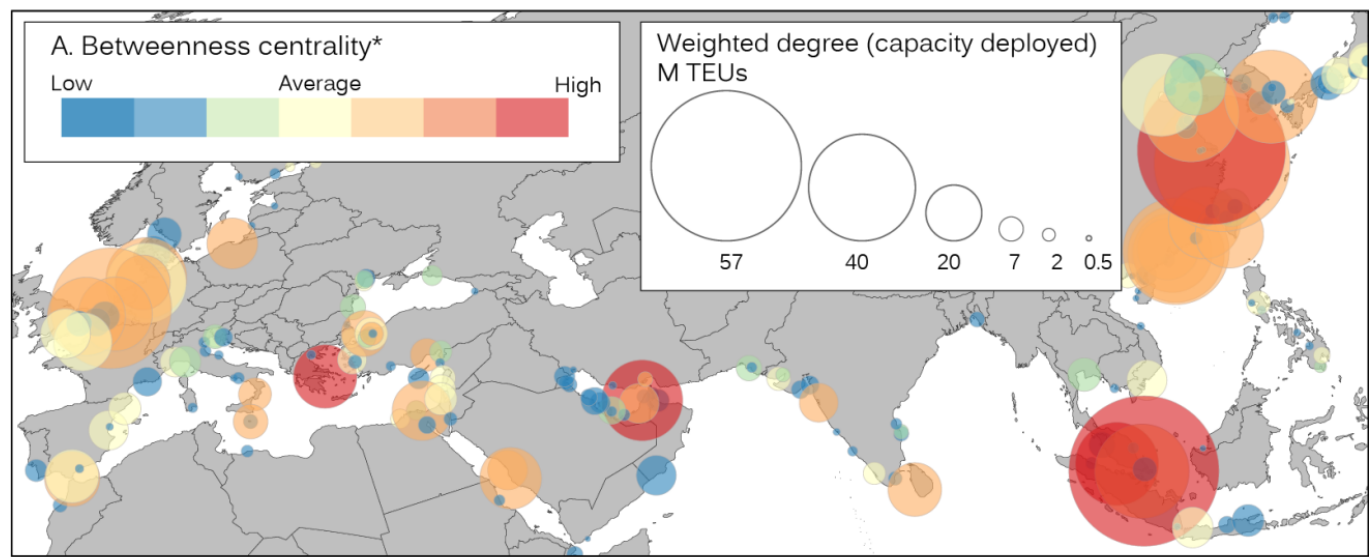
Centre ou périphérie?

1. Indicateur de taille (degré [nombre de liens] pondéré par la capacité des navires)

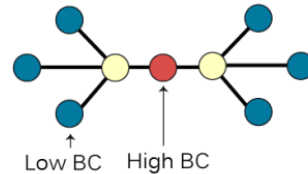
2. Indicateurs pour caractériser la position (centrale ou périphérique) d'un port sur le réseau:

A. Betweenness centrality

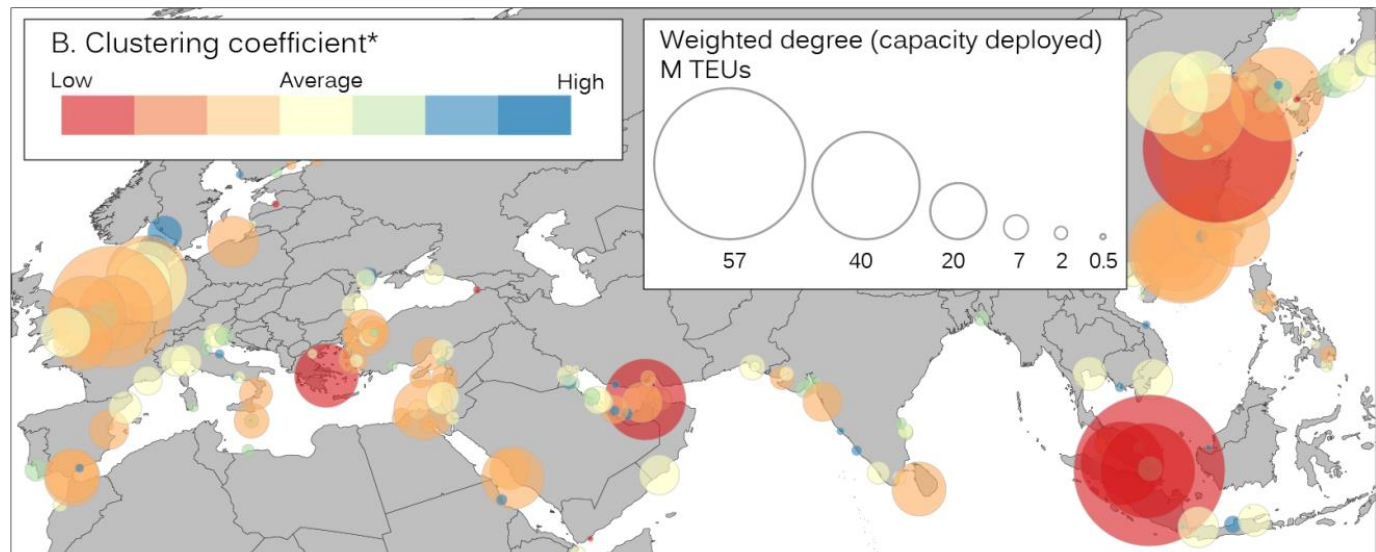
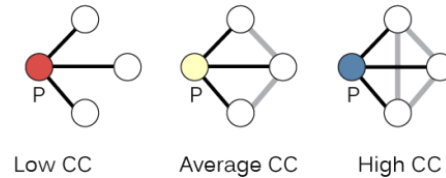
B. Clustering coefficient



Betweenness centrality (BC). Number of shortest paths (between all the port pairs) that pass through a port.



The local clustering coefficient (CC) measures how well connected are the neighbours (white circles) of a port (P) between themselves.



5. Résultats

(on cherche à expliquer l'annulation des escales dans un port*)

	Variable	Description	2018-2019	2020-2021
	intercept		-1.74 *	-2.35 **
TAILLE PORT	— lwdeg	Weighted degree (log)	-1.34	-1.03
RÉSEAU	+ lclustc	Clustering coefficient (log)	1.97 **	1.79 *
	lbtwc	Betweenness centrality (log)	2.31 **	2.48 **
TAILLE NAVIRE	wdeg_xl_pct	Share of vessels >15K TEUs	-2.49 **	3.52 ***
— & +	wdeg_s_pct	Share of vessels <4K TEU	1.49	3.05 ***
INTERACT.	lwdeg*lclustc	Interactions	-1.85 *	-2.00 **
TAILLE PORT	lwdeg*lbtwc	Interactions	-2.64 ***	-1.95 *
	lwdeg*wdeg_xl_pct	Interactions	2.74 ***	-3.64 ***
	lwdeg*wdeg_s_pct	Interactions	-1.97 **	-3.27 ***
RÉGION	+ FAR_EAST	Regional dummy	2.61 ***	2.06 **
(réf	+ ASEAN	Regional dummy	4.19 ***	3.12 ***
NORD	? SOUTH_MED	Regional dummy	3.71 ***	-0.45
EUR)	+ NORTH_MED	Regional dummy	-0.84	-1.72 *
	+ MID_EAST	Regional dummy	3.24 ***	0.71
	+ IND_SUBC	Regional dummy	4.12 ***	0.35
	N		193	205
	Pseudo R ²		0.65	0.64

Levels of significance: p-value<0.1 (*), p-value<0.05 (**), p-value<0.01 (***)

*Annulation estimée à partir de données sur les escales. Possible biais d'endogénéité

Pourquoi certains ports sont plus affectés par les annulations? (Interprétation)

- La taille du port. (wgtd degree) Grands ports plutôt Plutôt Oui
épargnés
- La position du port dans le réseau maritime:
 - Ports périphériques (betweenness) font l'objet de plus d'annulations Non
 - Ports de transbordement (clustering) plus affectés par les annulations Oui
- Le taille des navires (surtout les extrêmes). Non/Oui
 - Les ports accueillant de très grands navires seraient plus souvent engorgés (source de retards) Effet Covid?
 - Les ports accueillant une proportion importante de petits navires plus exposés aux annulations Oui

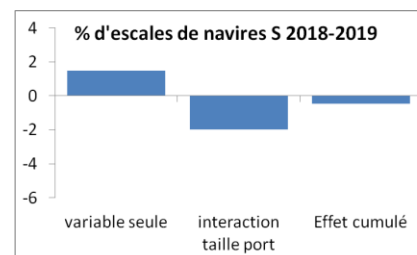
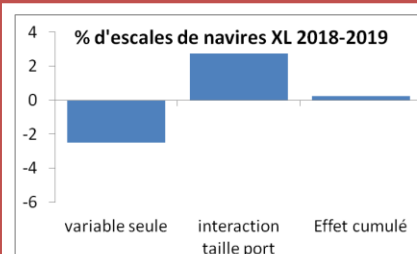
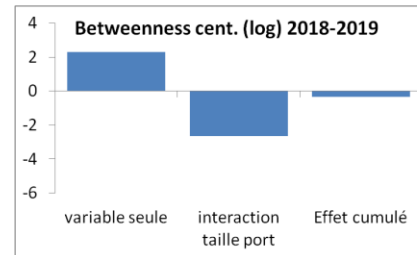
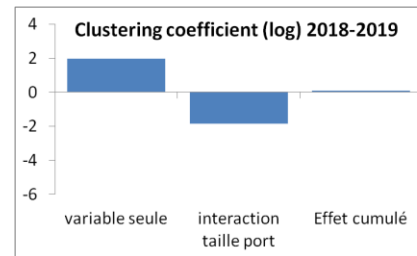
5. Interactions avec la taille du port

En général, plus un port est grand (degré), moins il est affecté par les annulations.

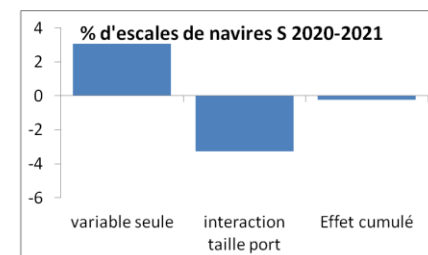
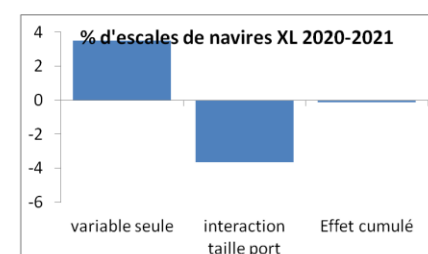
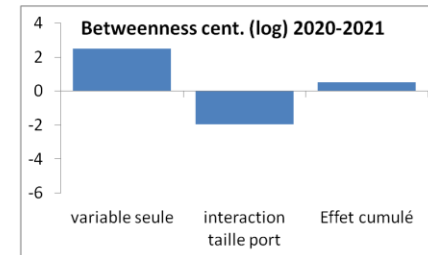
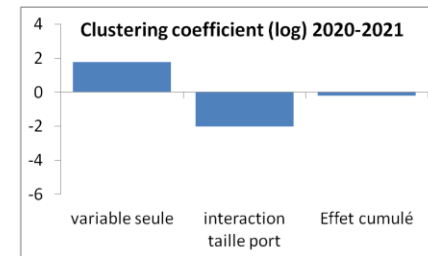
Toutefois cette influence de la taille du port n'est significative qu'en interaction avec d'autres variables:

- Indicateurs de réseau. La taille du port atténue leurs effets positifs
- Taille des navires. Les ports accueillant des navires XL:
 - Avant Covid (effet paradoxal?): un port qui accueille des navires XL plus il est grand plus il fera l'objet d'annulations
 - Durant le Covid, c'est le contraire (la taille du port atténue les effets positifs)

Avant Covid



Covid



6. Conclusions

- Une méthode nouvelle pour estimer des annulations, entièrement basée sur des données AIS
- Différences avant/durant Covid-19
 - Avant Covid: différences plus marquées entre régions, plus d'annulations dans les hubs. Europe du Nord plutôt épargnée.
 - Covid: moins de différences régionales, effet plus marqué de la taille des navires (congestion?)
- Moindre incidence des annulations:
 - dans les grands ports.
 - dans les ports périphériques:
 - Moins facilement substituables (desservis par d'autres services) ?
 - Remise en question des métriques de réseau traditionnelles (image moins hiérarchique du réseau)

