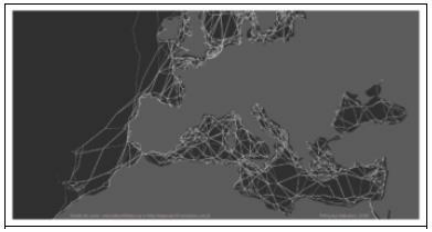
IMéRA Aix*Marseille Université

anti-Atlas des frontières



Recherche, arts et pratiques numériques#18:
cartographie, entre crises et mouvements

Le point, la ligne et la flèche
Cartographier « l'implantation spatiale » de mouvements

Françoise Bahoken

Université Paris-Est / AME-SPLOTT / IFSTTAR

Marseille, 23 mai 2018

francoise.bahoken@ifsttar.fr
@fbahoken

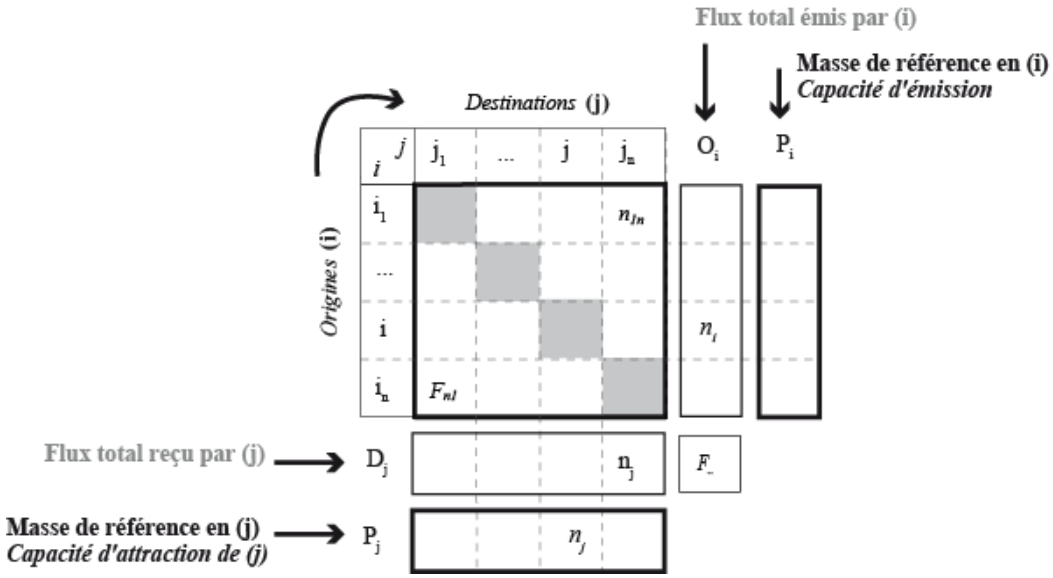
IFSTTAR

Sommaire

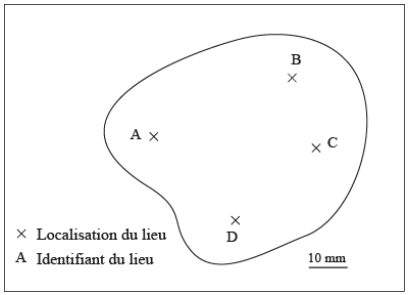
- 1. L’information numérique
- 2. L’information géographique
- 3. Le rôle de l’espace
- 4. L’espace, comme critère de sélection

1. L'information numérique

Les données à représenter

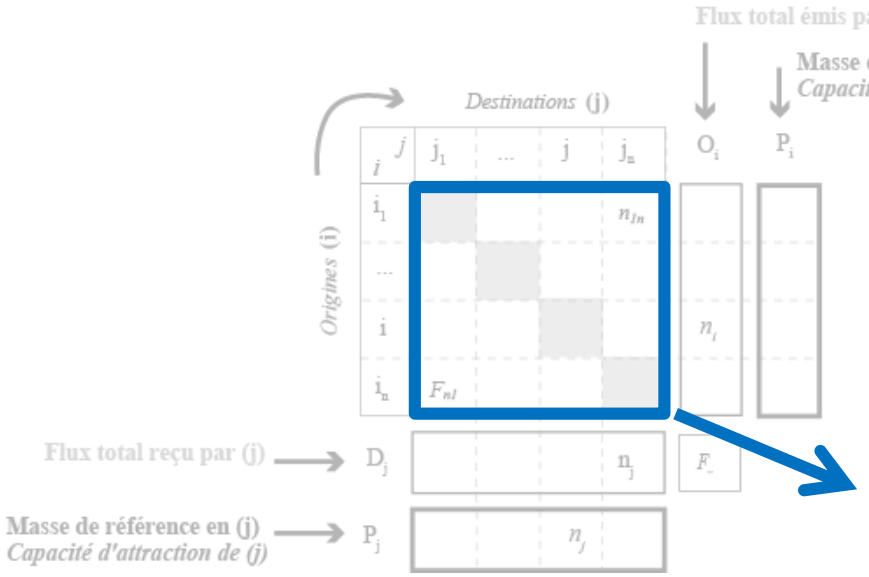


… sur un fond de carte



1. L'information numérique

Les déplacements



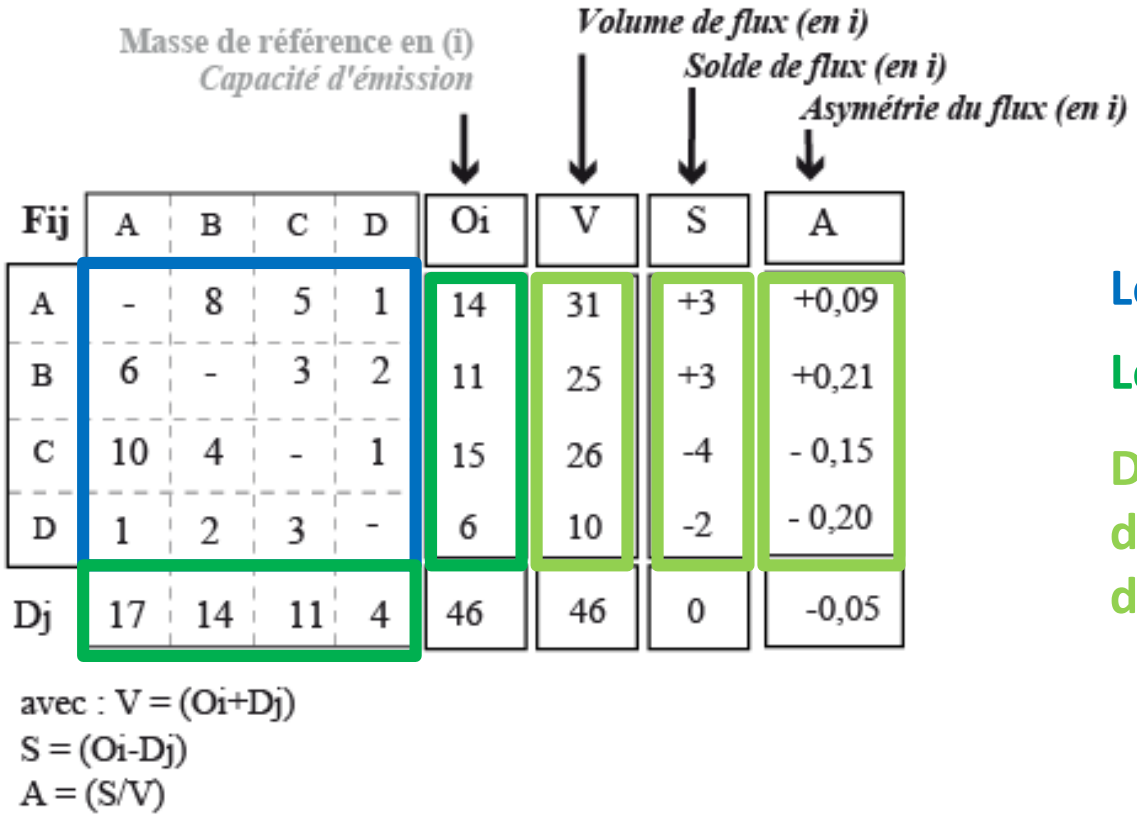
Matrice de flux

Fij	A	B	C	D
A	-	8	5	1
B	6	-	3	2
C	10	4	-	1
D	0	0	0	-

Le cœur de la matrice

1. L'information numérique

Les lieux



Fij	A	B	C	D	Oi	V	S	A
A	-	8	5	1	14	31	+3	+0,09
B	6	-	3	2	11	25	+3	+0,21
C	10	4	-	1	15	26	-4	- 0,15
D	1	2	3	-	6	10	-2	- 0,20
Dj	17	14	11	4	46	46	0	-0,05

avec : V = (Oi+Dj)
S = (Oi-Dj)
A = (S/V)

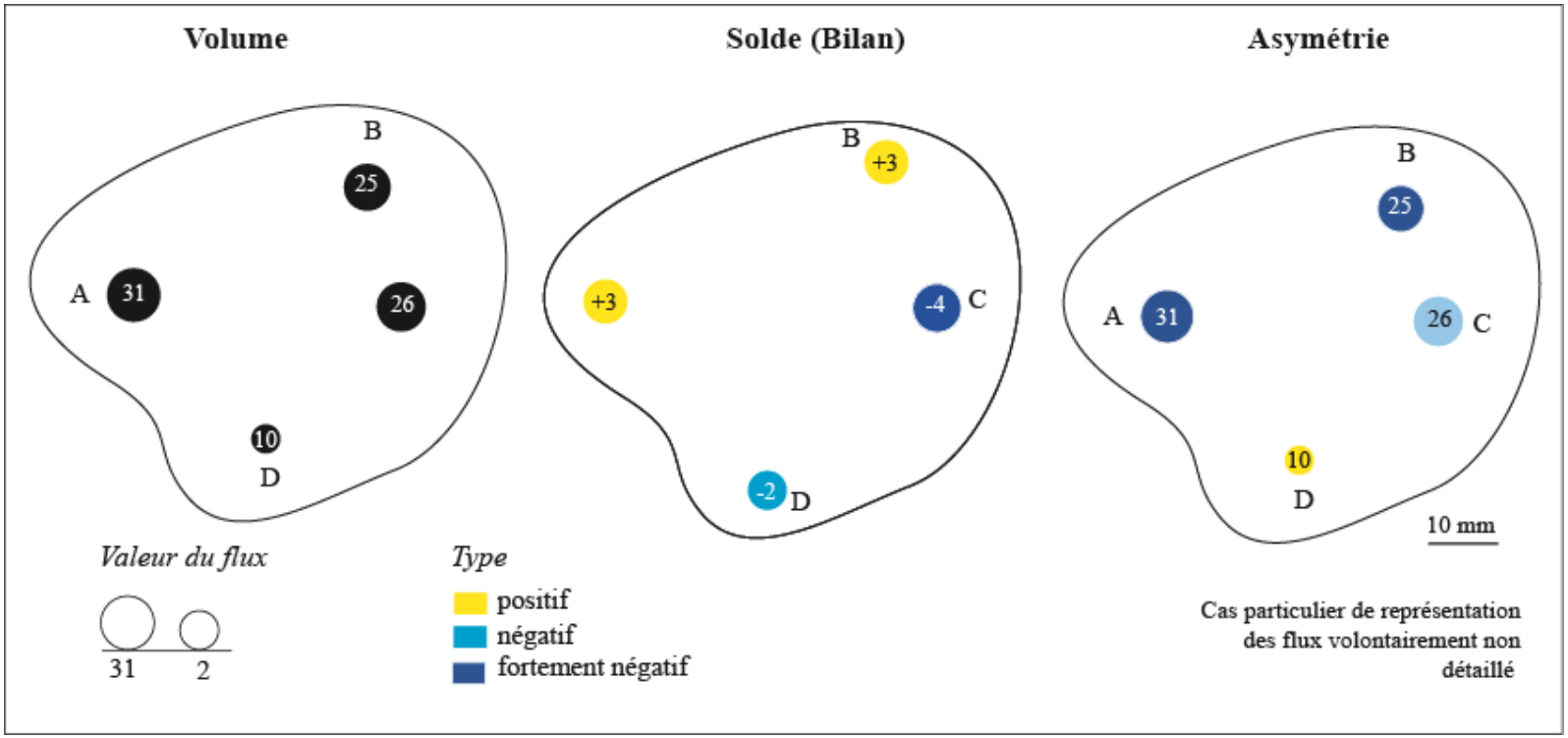
Le cœur de la matrice

Les marges

Des indicateurs dérivés des marges

La logique de lieux

Cartographie de flux *via* les marges



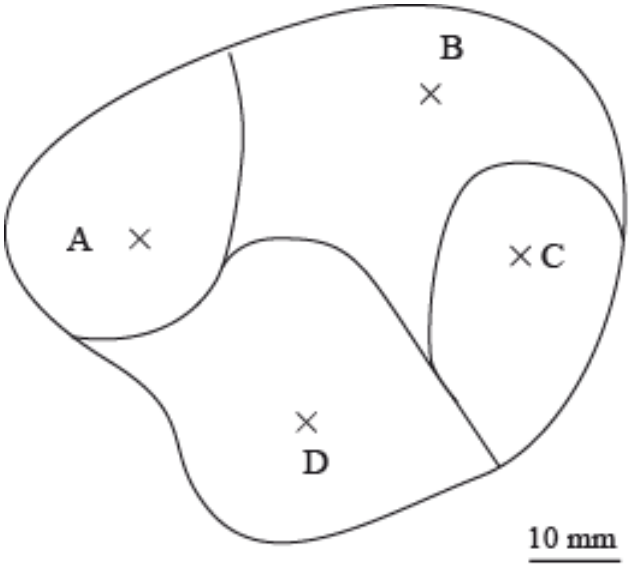
*Cartographie de **l'effet des flux sur la distribution** des lieux de la zone d'étude*

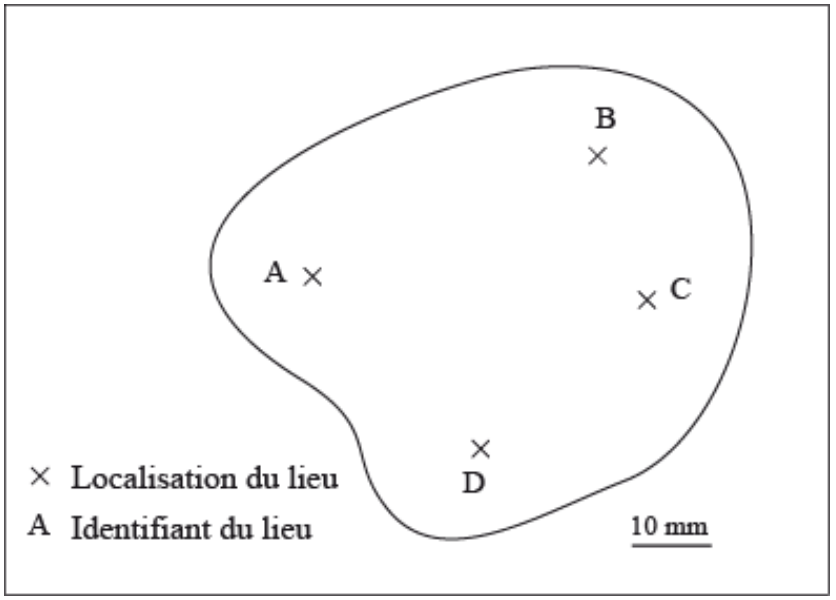
Sommaire

- 1. L’information numérique
- 2. L’information géographique
- 3. Le rôle de l’espace
- 4. L’espace, comme critère de sélection

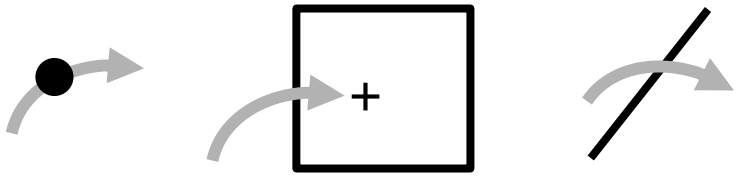
2. L'information géographique

Un *maillage* territorial



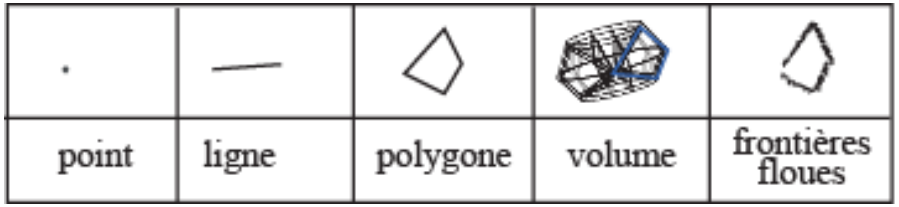


Le « *franchissement de limite de zone* »



2. L'information géographique

- Types d'implantation spatiale, d'après Goodchild el al. (2007)

				
point	ligne	polygone	volume	frontières floues

- D'après Goodchild et al. 2007

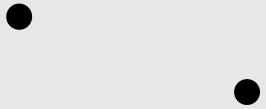
L'atome

Le lieu

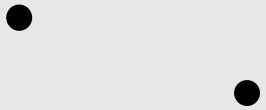
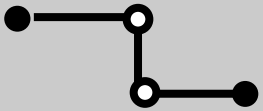
Le géodipôle

Le couple de lieux (origine-destination)

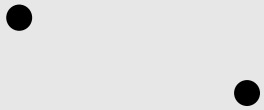
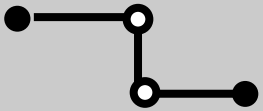
2. L'information géographique

	TYPE D'IMPLANTATION	
	ponctuelle	linéaire
Primitive		
Représentation		
Sémantique		

2. L'information géographique

	TYPE D'IMPLANTATION	
	ponctuelle	linéaire
Primitive		
Représentation		 
Sémantique		

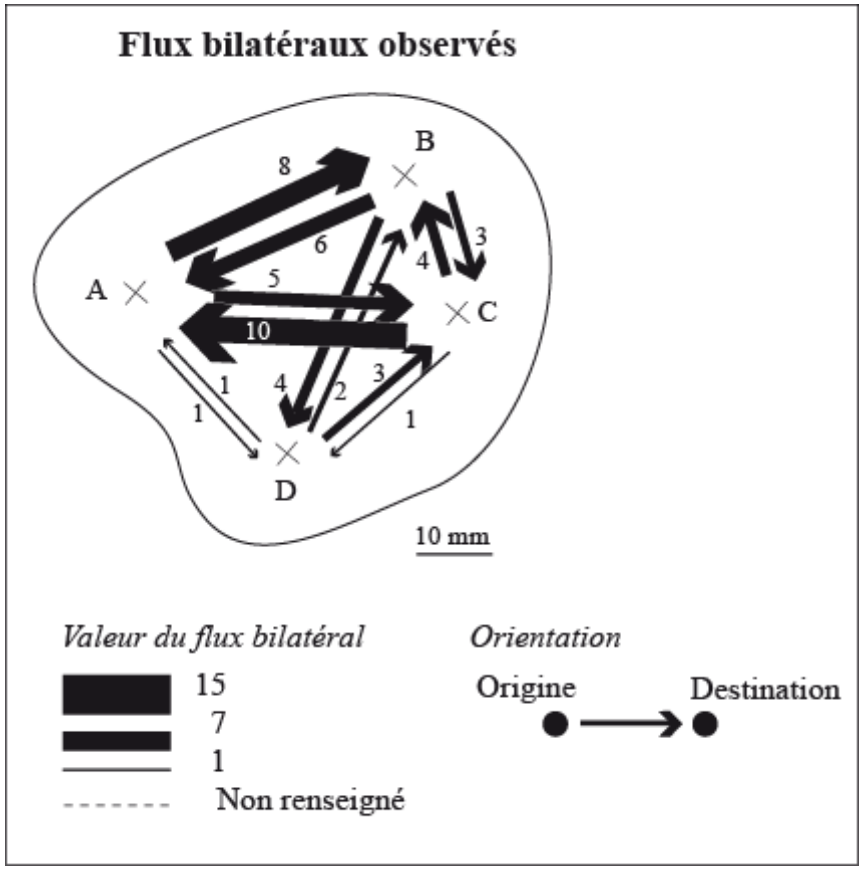
2. L'information géographique

	TYPE D'IMPLANTATION		
	ponctuelle	linéaire	
Primitive			
Représentation			
Sémantique	Flux	Mouvement approximé	Mouvement des transports

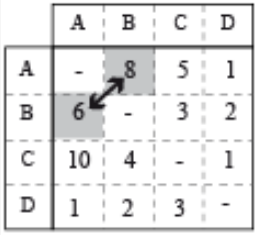
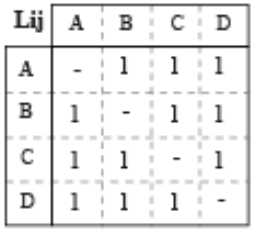
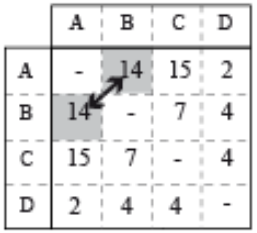
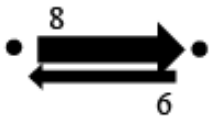
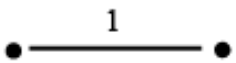
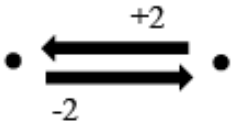
Cartographie de flux *du point de vue des déplacements*

Matrice complète

Fij	A	B	C	D
A	-	8	5	1
B	6	-	3	2
C	10	4	-	1
D	1	2	3	-



MODALITES DE LA REPRESENTATION GRAPHIQUE D'UN FLUX (OU D'UN MOUVEMENT)

TYPE DE MATRICE				
Description				
Type	*asymétrique*	*symétrique*		*antisymétrique*
Notation	**(Fij)**	**(Lij)**	**(Fij^+)**	**(Fij^-)**
TYPE DE REPRESENTATION				
Description	*Echanges*	*Liaisons*	*Volumes bilatéraux*	*Transferts nets bilatéraux*
Procédé				
Description	*Lien valué orienté*	*Lien non valué non orienté*	*Lien valué non orienté*	*Lien valué orienté*
CADRE THEORIQUE				
Intitulé	Théorie *gravitaire*	Théorie des *graphes*	Théorie *gravitaire*	Théorie *gravitaire*
Type de raisonnement	*Logique de flux*	*Logique de liens*	*Logique de flux*	*Logique de flux*
Phénomène	*Interactions*	*Interrelations*	*Interactions*	*Interactions*

Sommaire

- Préambule
- 1. L’information numérique
- 2. L’information géographique
- 3. Le rôle de l’espace
- 4. L’espace, comme critère de sélection

3. Le (double) rôle de l'espace géographique

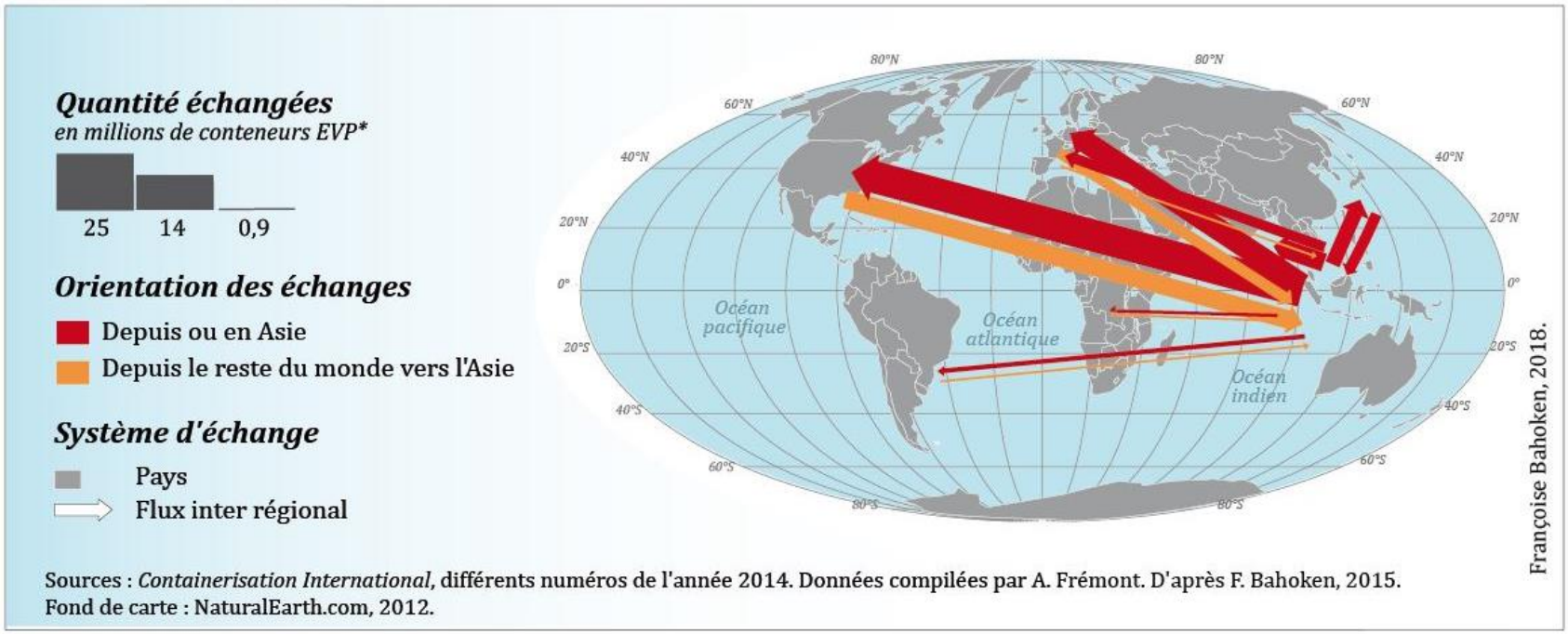
- Le maillage territorial
  - (1) le franchissement de limite de zone
  - (2) les positions des lieux d'origine et de destination (OD)

- Exemple de la mondialisation des échanges commerciaux

-> Quelle(s) cartographie(s) ?

  - Des flux OD (pays*pays) de marchandises, en millions de conteneurs EVP
  - Echelle globale : des effets spécifiques (alignements, d'itinéraires,…)
  - L'impossible planisphère (Grataloup, 2011)

Flux internationaux mondiaux de marchandises (Asie*reste du monde)



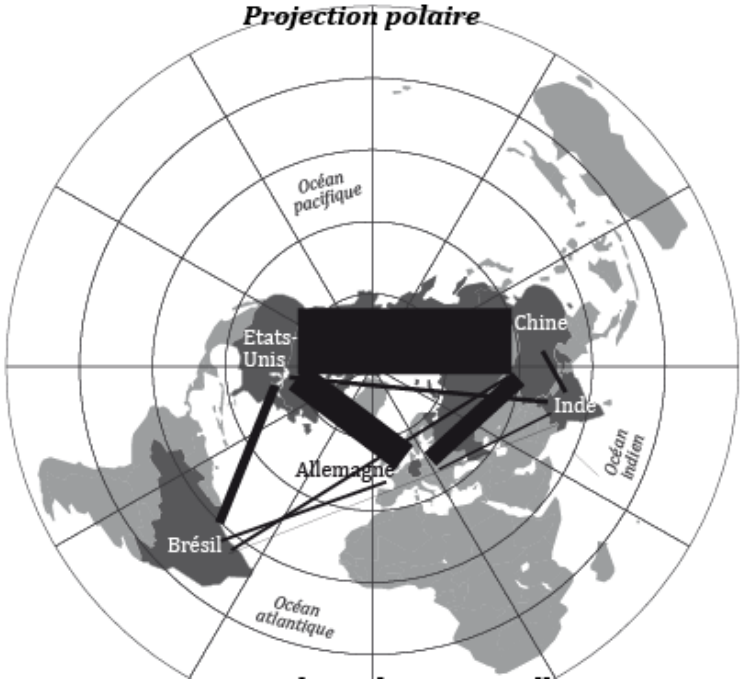
Sources : *Containerisation International*, différents numéros de l'année 2014. Données compilées par A. Frémont. D'après F. Bahoken, 2015.
Fond de carte : NaturalEarth.com, 2012.

Construction cartographique du flux

Volume de flux bilatéral

Fij+	BRA	CHN	DEU	IND	USA
BRA	-	14	13	0,2	37
CHN	14	-	73	18	274
DEU	13	73	-	0,9	124
IND	0,1	18	0,9	-	24
USA	37	274	124	24	-

Valeur de flux



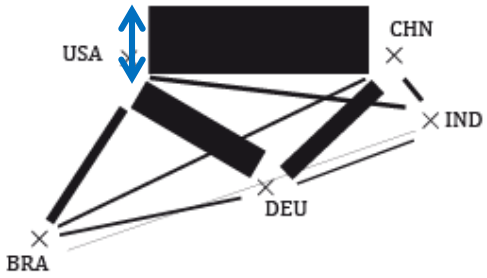
Construction cartographique du flux

Volume de flux bilatéral

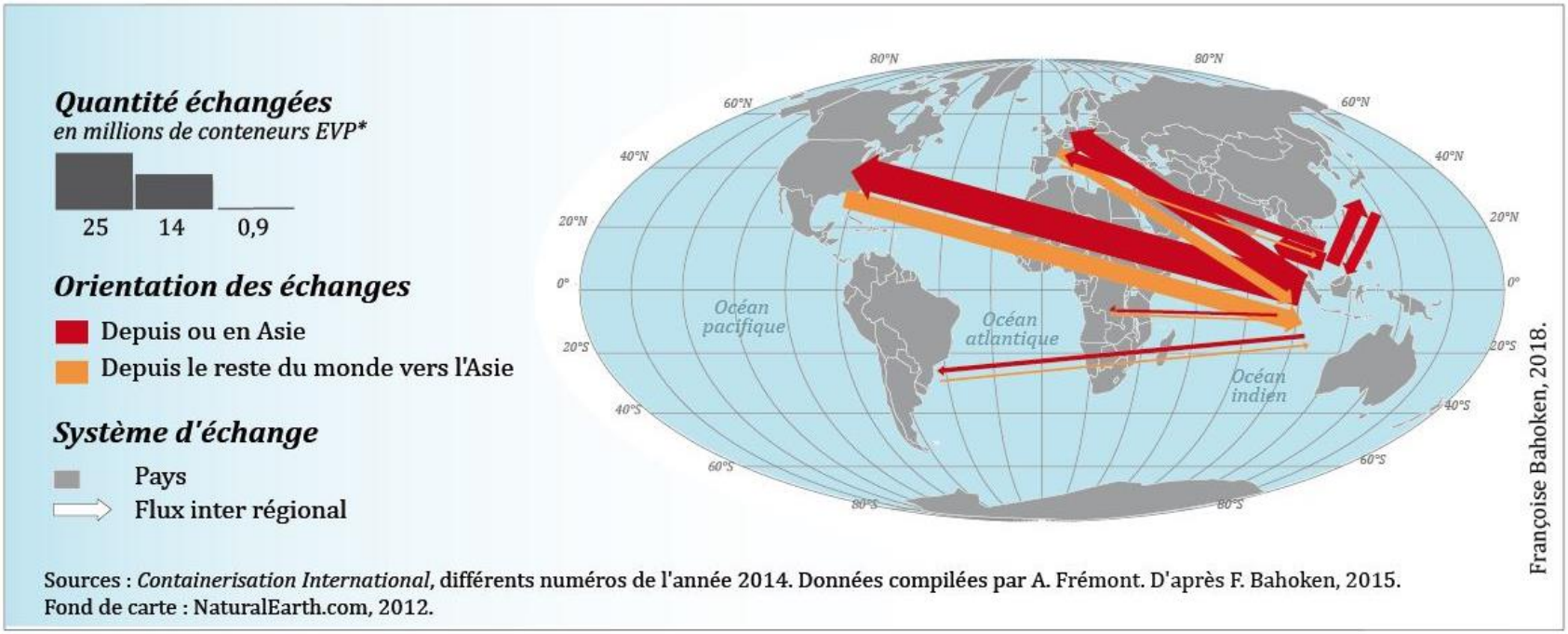
Fij+	BRA	CHN	DEU	IND	USA
BRA	-	14	13	0,2	37
CHN	14	-	73	18	274
DEU	13	73	-	0,9	124
IND	0,1	18	0,9	-	24
USA	37	274	124	24	-

Valeur de flux

Logique de flux



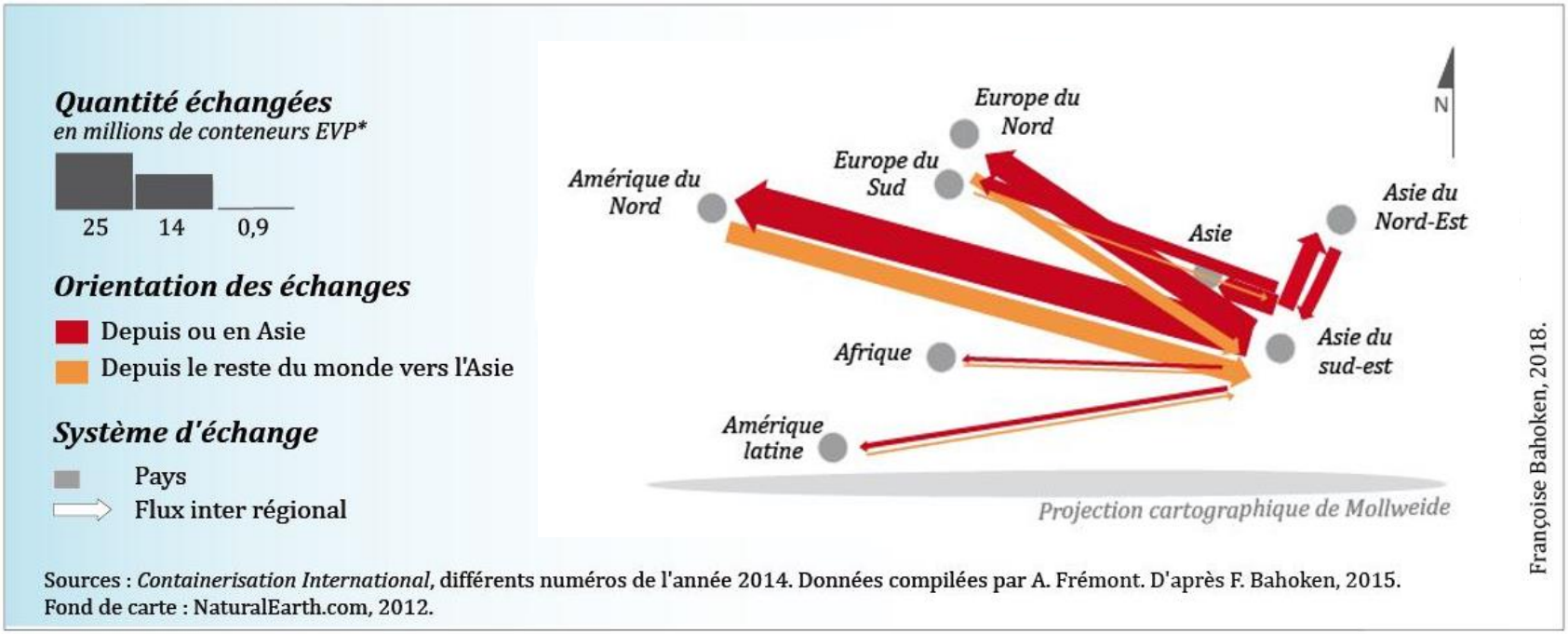
Flux internationaux mondiaux de marchandises (Asie*reste du monde)



Et l'espace ?

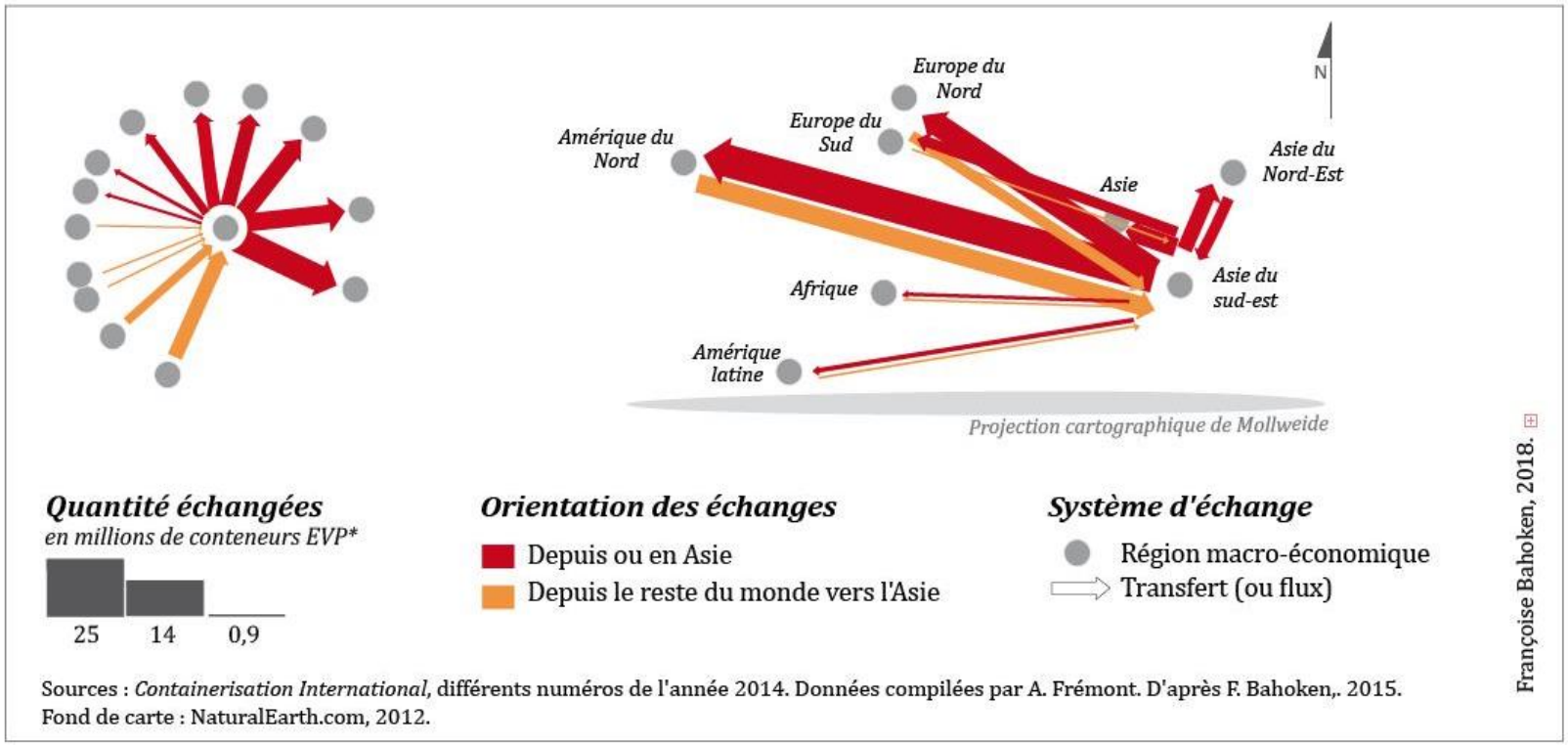
Est-ce vraiment une carte de flux ?

Flux internationaux mondiaux de marchandises (Asie*reste du monde)



Une carte ou un graphe spatialisé?

Flux internationaux mondiaux de marchandises (Asie*reste du monde)



Un graphe circulaire

un graphe (de flux) géographique

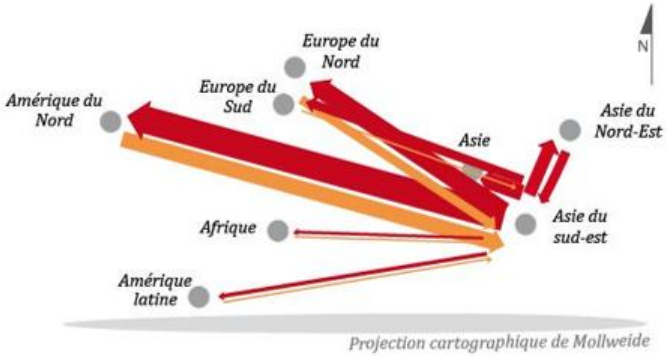
Cadres théoriques

Logique de liens (valués)

Théorie des graphes

-> Liens (non spatialisés) orientés et valués

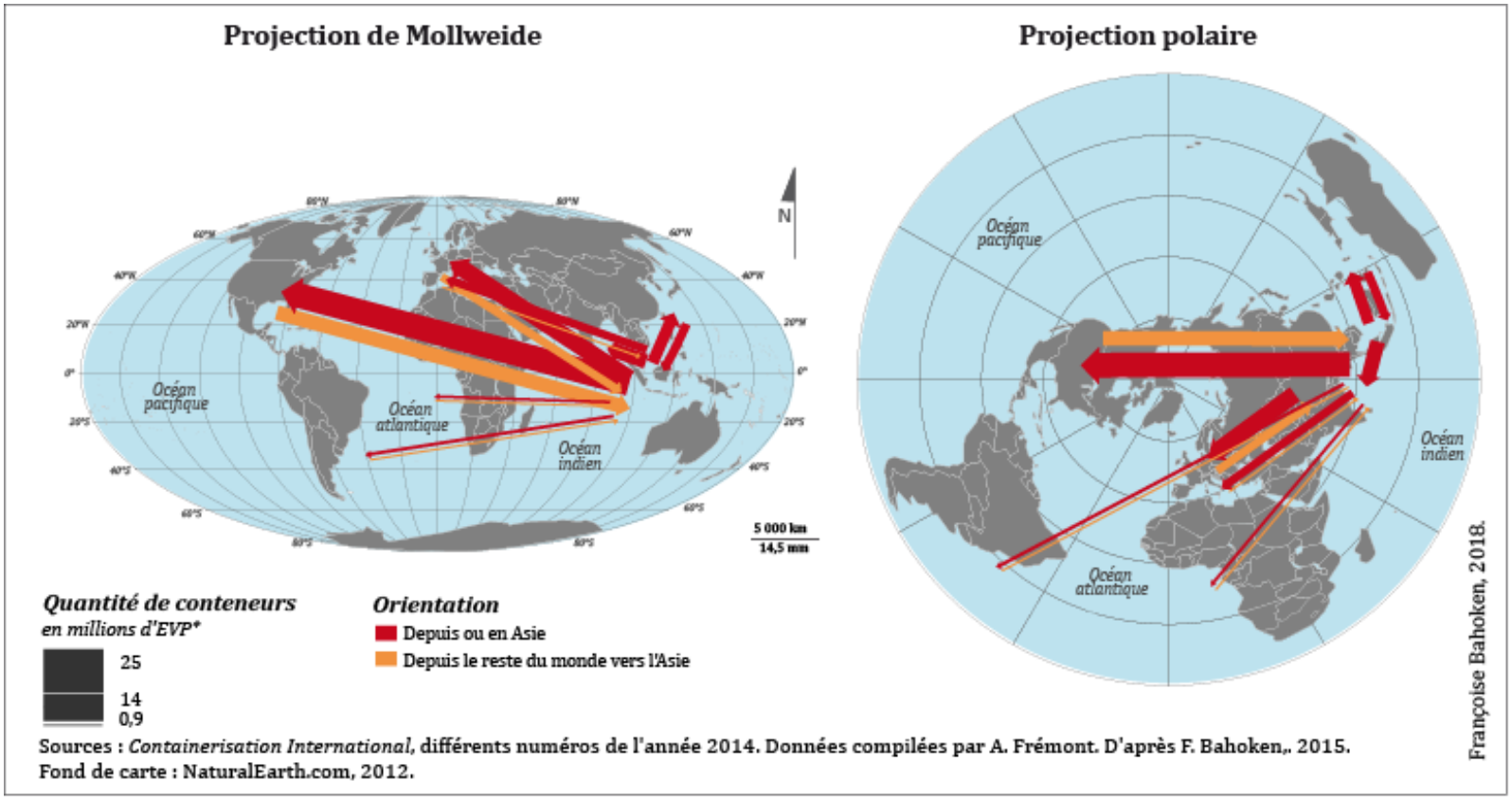
Logique de flux



Théorie gravitaire

-> Liens spatialisés orientés et valués (spatialisés)

Le rôle de l'espace des positions géographiques (ex. Asie*USA)

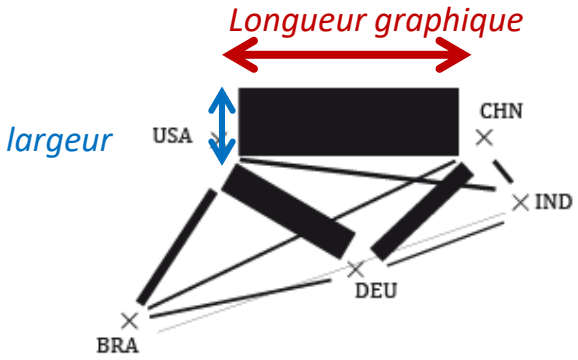


Construction cartographique du flux

Volume de flux bilatéral

Fij+	BRA	CHN	DEU	IND	USA
BRA	-	14	13	0,2	37
CHN	14	-	73	18	274
DEU	13	73	-	0,9	124
IND	0,1	18	0,9	-	24
USA	37	274	124	24	-

Valeur de flux



Construction cartographique du flux ou du mouvement

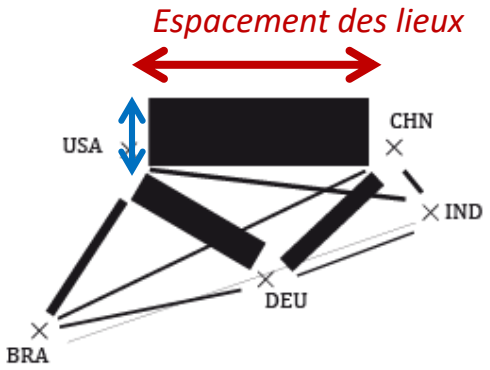
Volume de flux bilatéral

Fij+	BRA	CHN	DEU	IND	USA
BRA	-	14	13	0,2	37
CHN	14	-	73	18	274
DEU	13	73	-	0,9	124
IND	0,1	18	0,9	-	24
USA	37	274	124	24	-

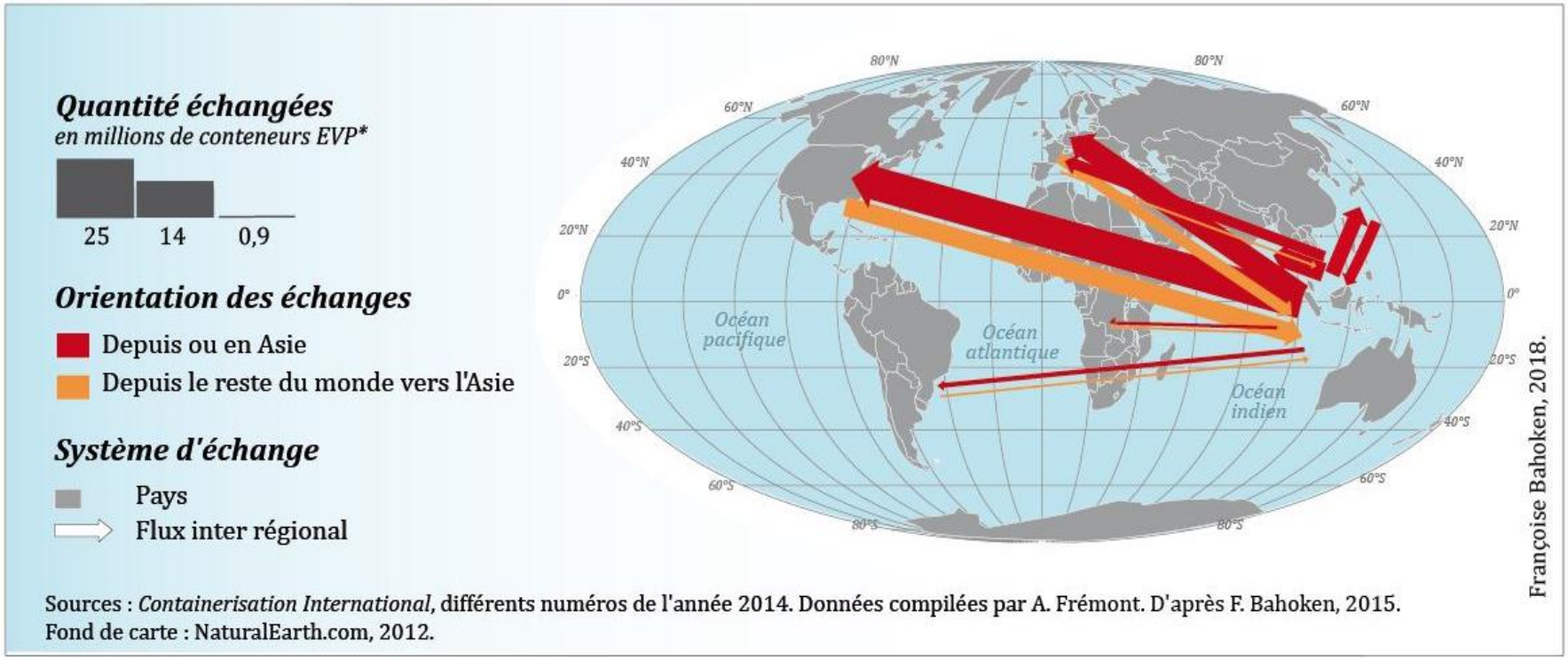
Valeur de flux

Logique de flux (Fij)

Logique de mouvement (Mij)

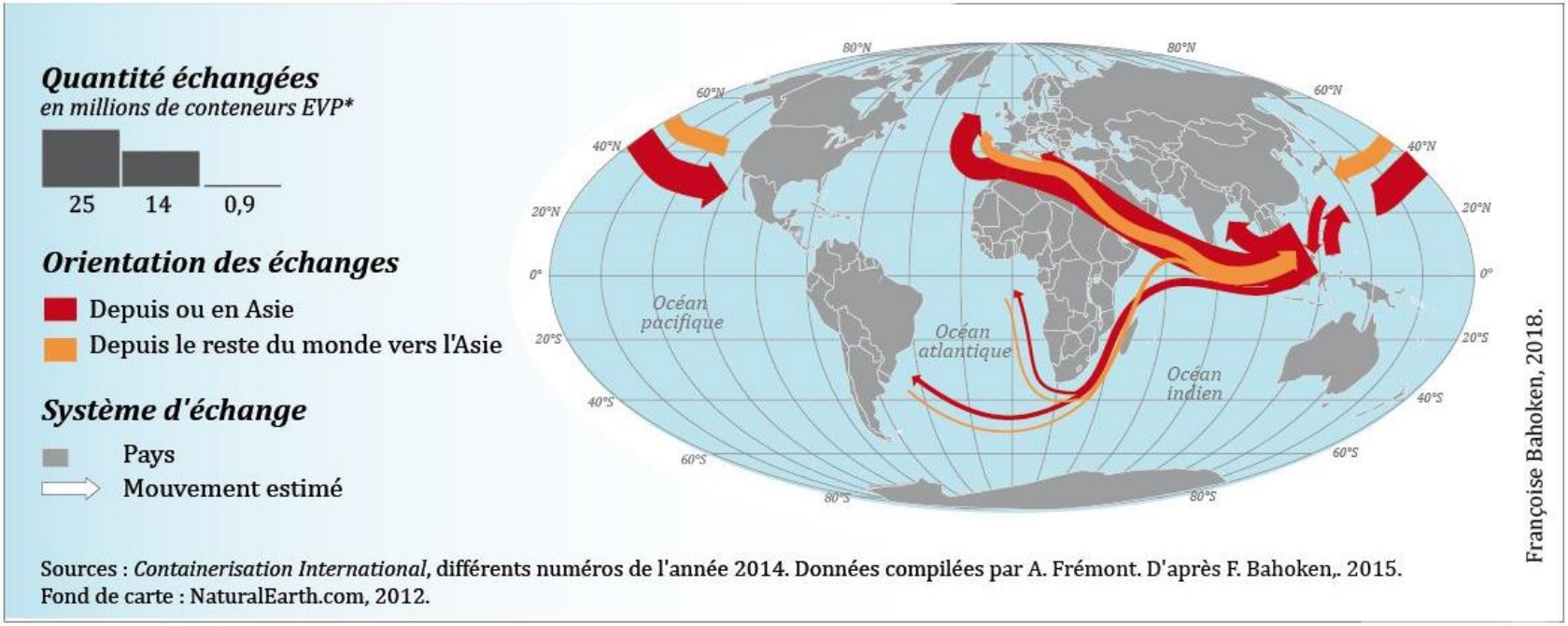


Flux internationaux mondiaux de marchandises (Asie*reste du monde)



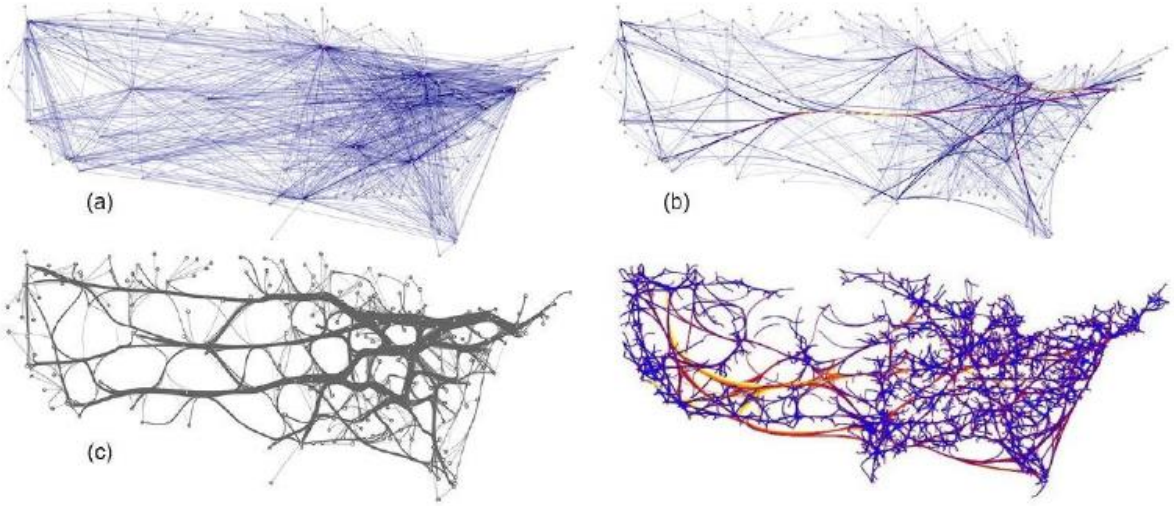
Sources : *Containerisation International*, différents numéros de l'année 2014. Données compilées par A. Frémont. D'après F. Bahoken, 2015.
Fond de carte : NaturalEarth.com, 2012.

Mouvements internationaux mondiaux de marchandises (Asie*reste du monde)



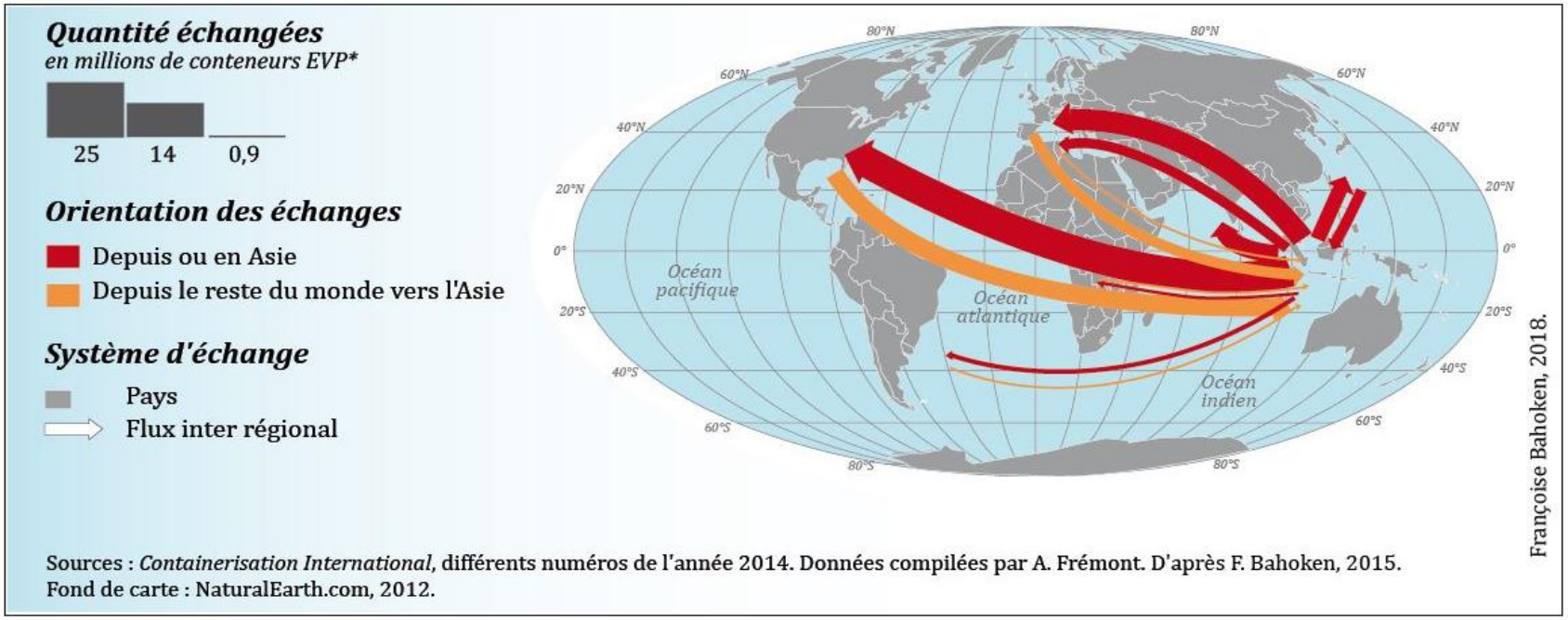
Sources : *Containerisation International*, différents numéros de l'année 2014. Données compilées par A. Frémont. D'après F. Bahoken,. 2015.
Fond de carte : NaturalEarth.com, 2012.

Du *Design* cartographique à la ***geoDataViz***



Sources : (a), (b) et (c), D. Holten, J. Van Wijk (2009) ; Lambert, A., et al. (2010)

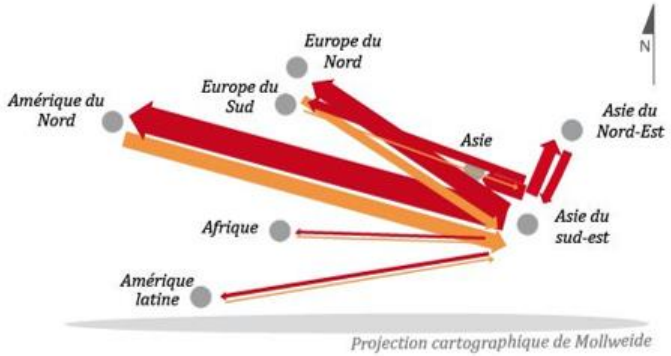
Flux internationaux mondiaux de marchandises (Asie*reste du monde)



Cadres théoriques

Logique de liens (valués)

Logique de flux



Logique de mouvements

Théorie des graphes

-> Liens (non spatialisés) orientés et valués

-> Liens spatialisés orientés et valués

Métrique euclidienne

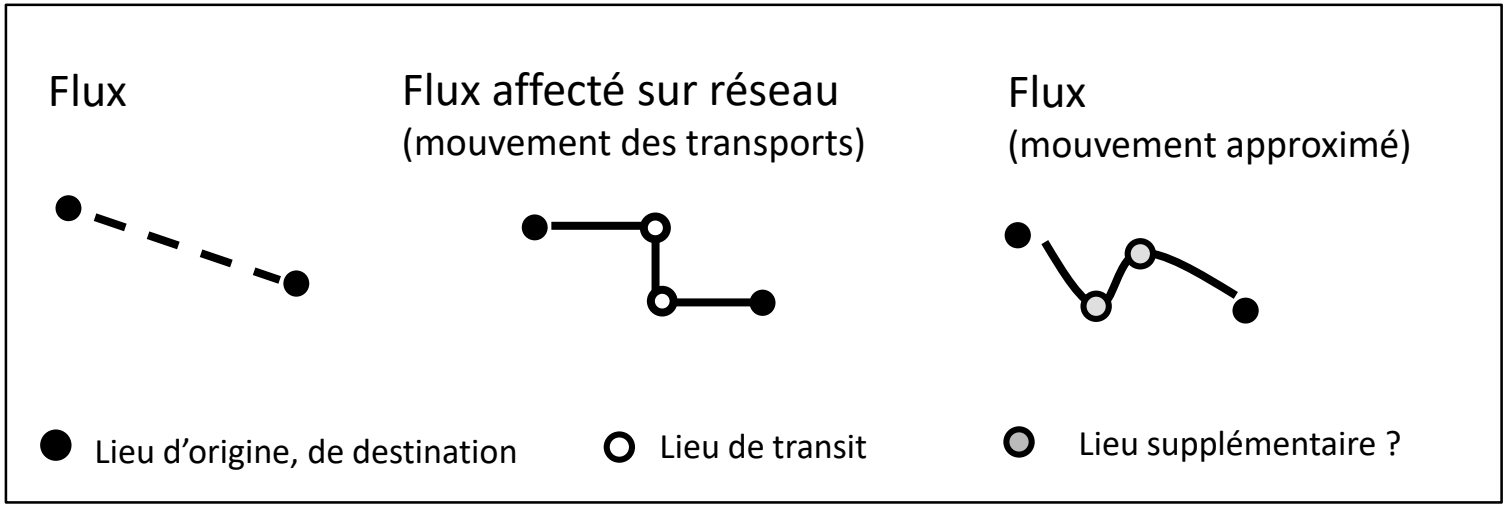
Théorie gravitaire

-> Liens spatialisés orientés et valués

Métrique empirique

De la théorie au graphisme

Ligne droite *vs.* courbe



Sommaire

- 1. L’information numérique
- 2. L’information géographique
- 3. Le rôle de l’espace
- 4. Le filtrage par l’espace

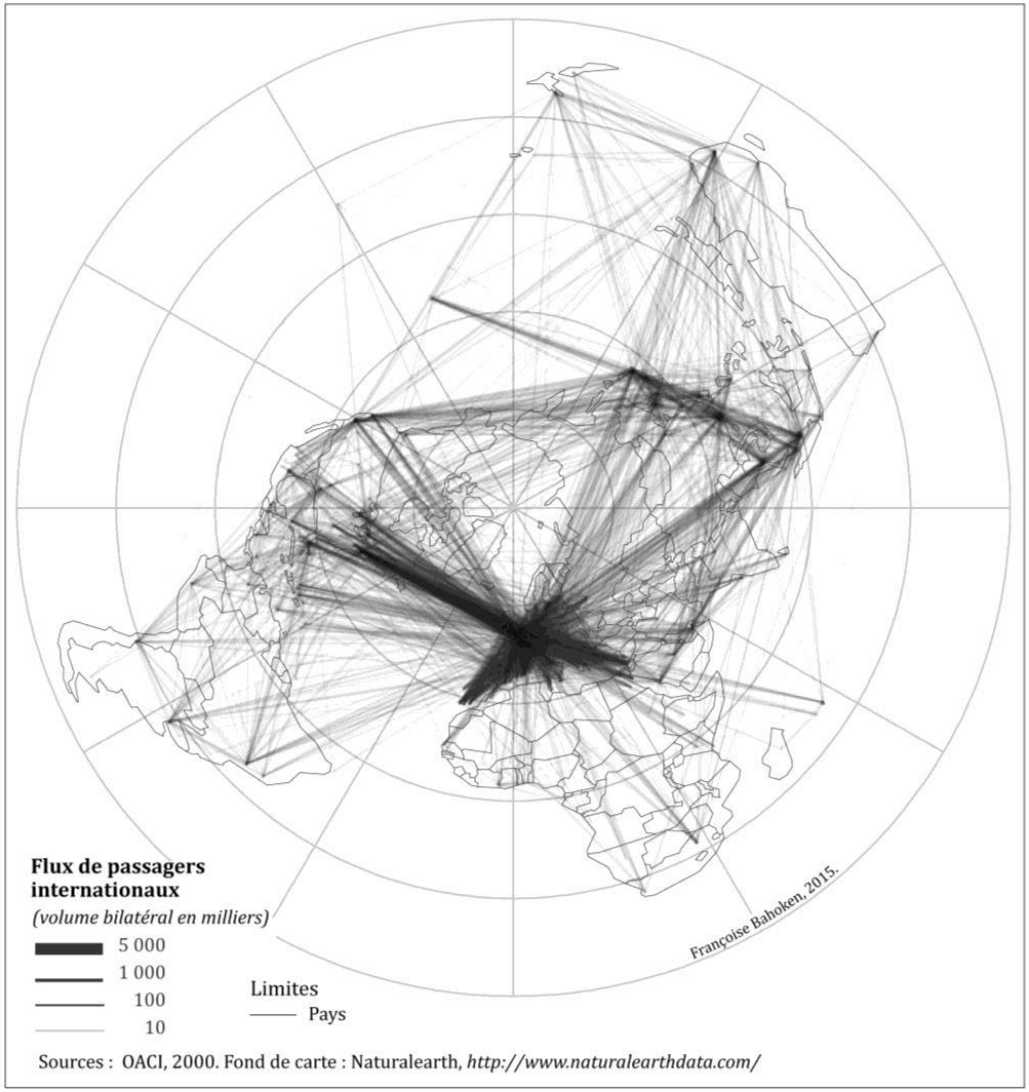
Flux internationaux mondiaux de passagers (aéroports*aéroports)

10 628 liaisons disponibles

Plus de 10 000 passagers
(Fij) > 10 000

436 aéroports

Densité de la matrice : 5%

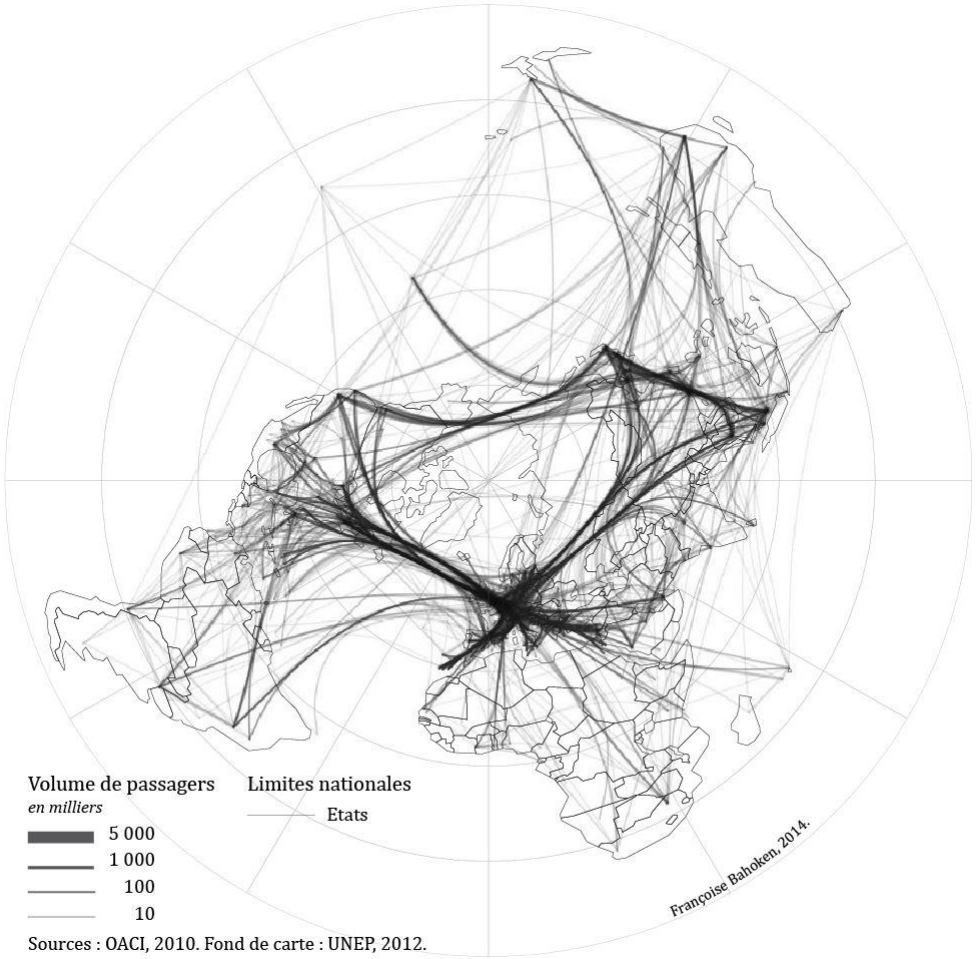


Flux internationaux mondiaux de passagers (aéroports*aéroports)

Aspects graphiques

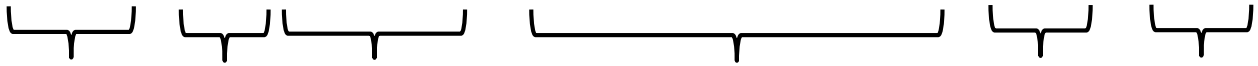
Edge bundling

(méthode Holten, 2005)



Possibilités de filtrage

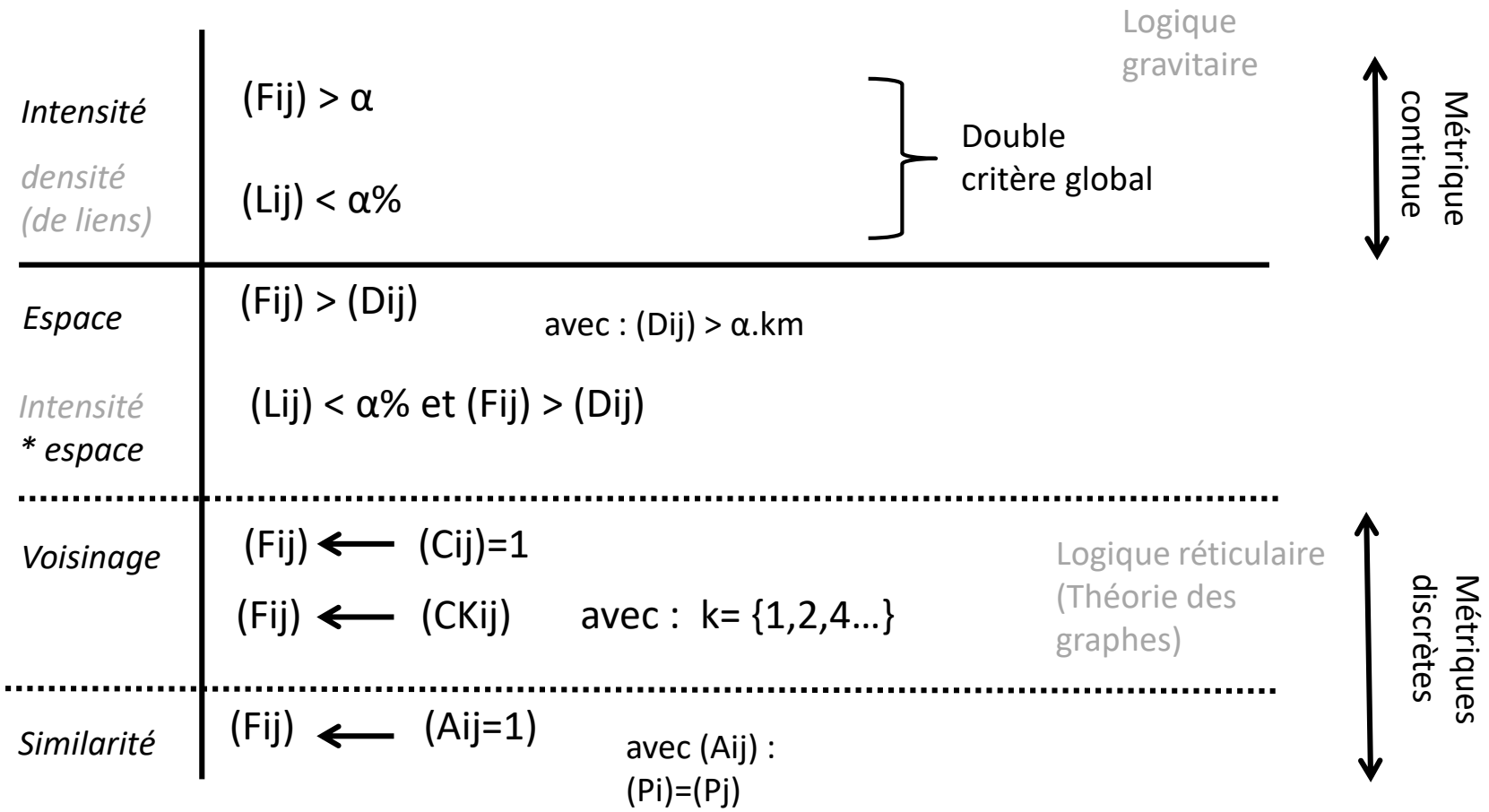
(i), (j), … , (Lij), (Fij), (Mij), …, (Dij), (Cij),(Ckij), (Aij), …, (Tij), …, (Zij), ……



Lieux *liaisons* *Interactions* ***Distance parcourue Éloignement Voisinage, …*** *Temps* *Une variable*

Positions Densité Intensité Interactions Espace Temps

Le(s) critère(s) de sélection (intensité*espace)



Petits courriers

(approche gravitaire)

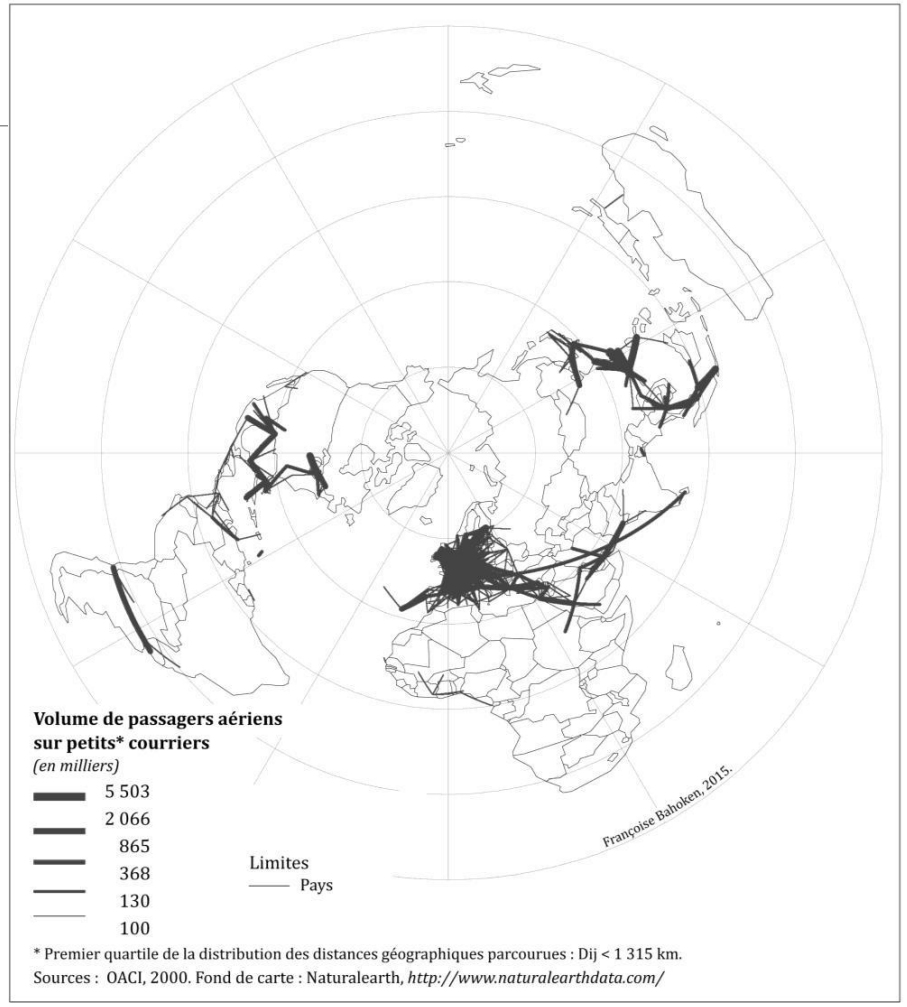
Vision continue de l'espace

Distance kilométrique

(Fij) ← (Dij) < Q1
(Q1= 1315 km)

Résumé statistique
Distance (orthodromique) en km

(Dij)	Min	Q1	Q2	Q3	Max	Moyenne
Distance kilométrique	47	1 315	2 188	3 755	18 377	3 152,1



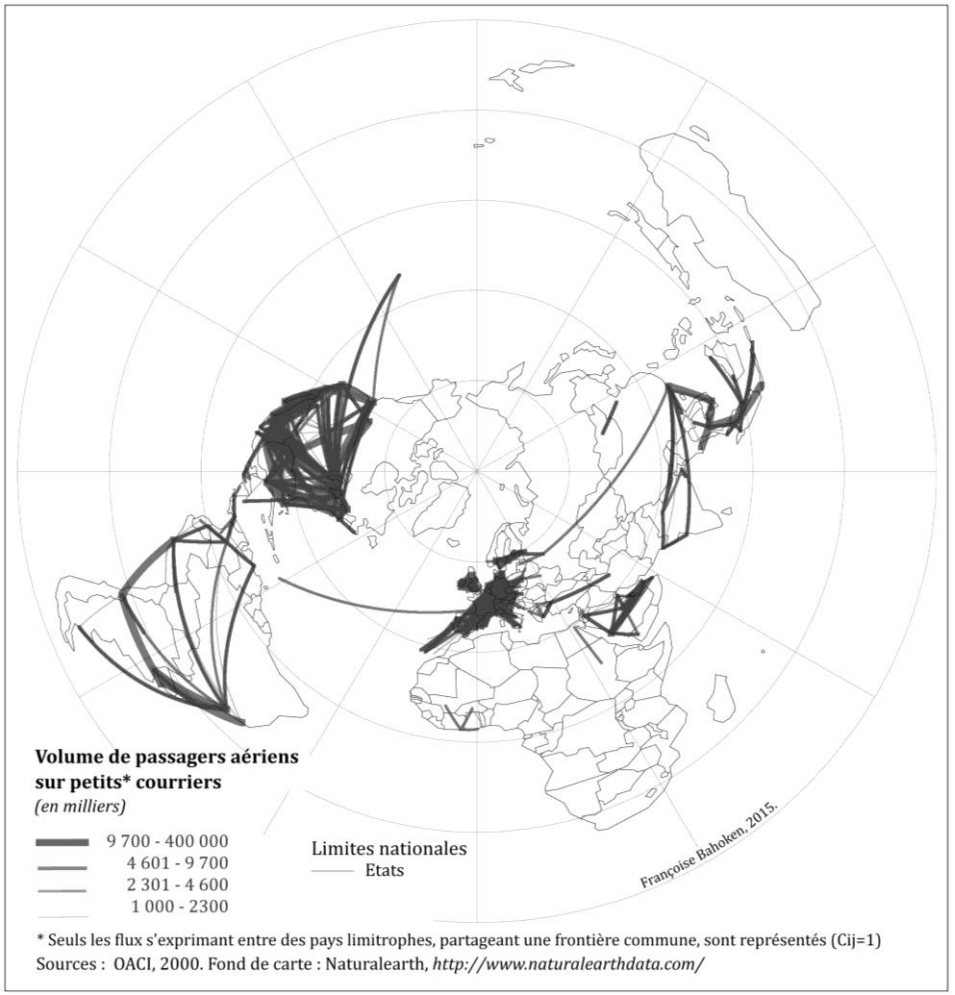
Pays voisins

(approche réticulaire)

Vision discrète de l'espace
Contiguïté (ordre 1)

(Fij) ← (Cij=1)

Cij=1 limite de zones à franchir

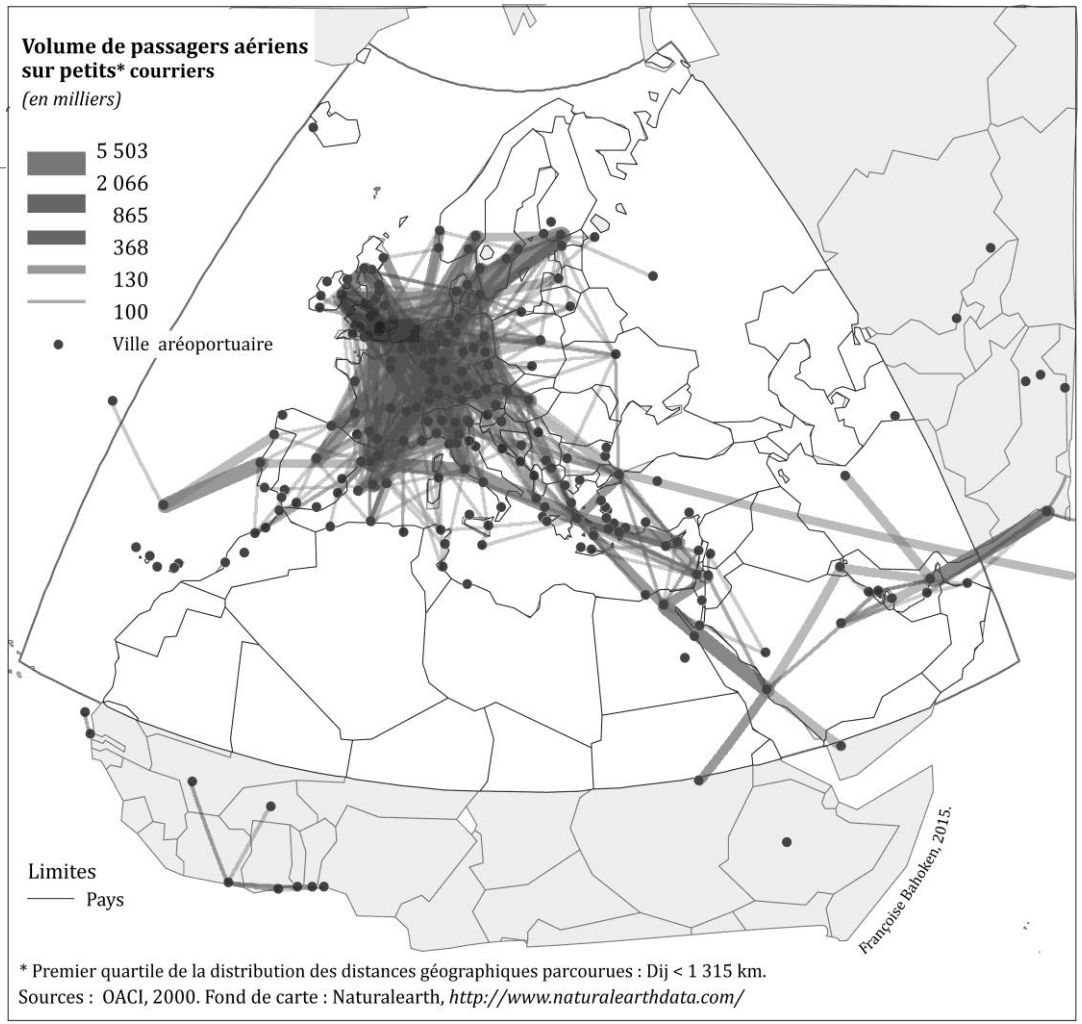


Petits courriers + voisinage

(approche réticulaire)

Vision discrète de l'espace
Contiguïté (ordre 1)

« Petits courriers en Europe »



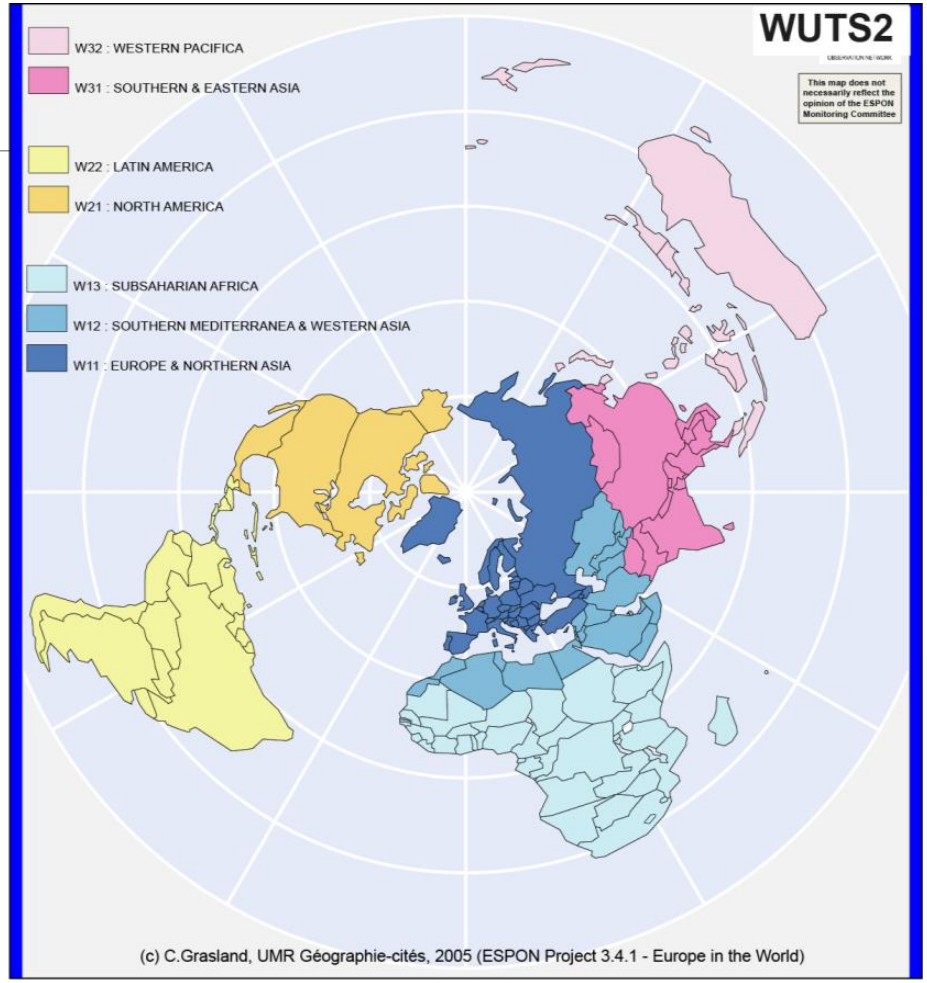
Petits courriers + voisinage

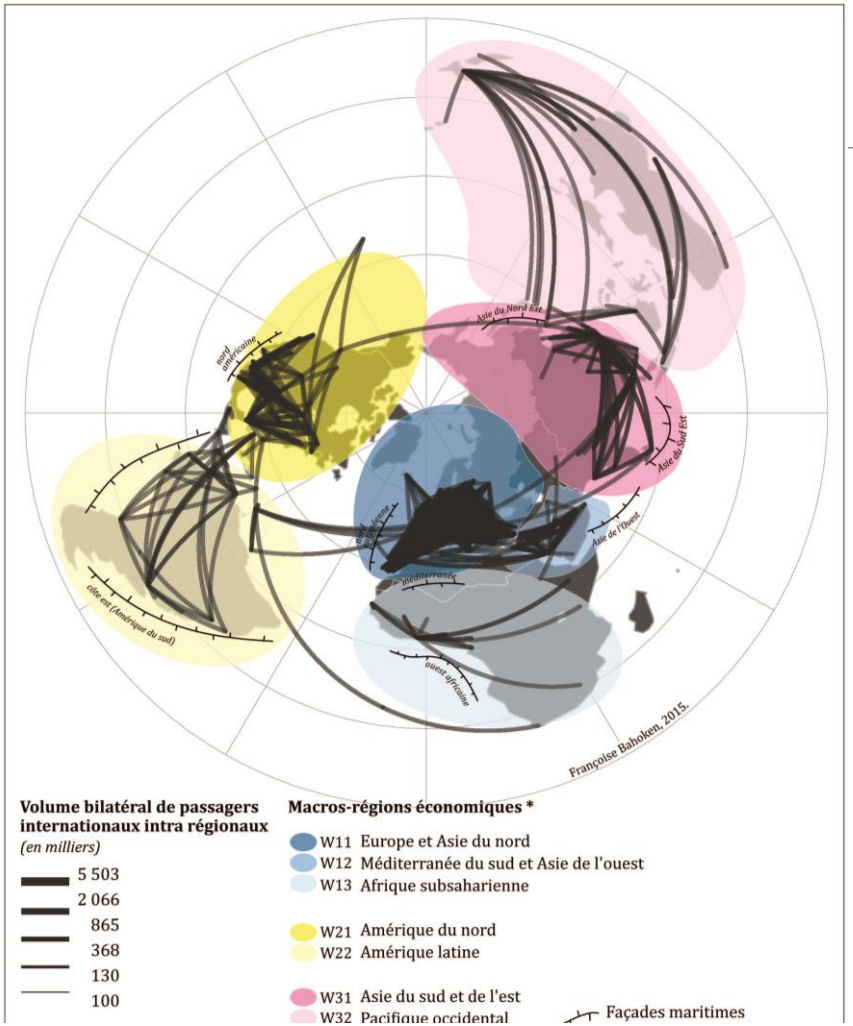
(approche réticulaire)

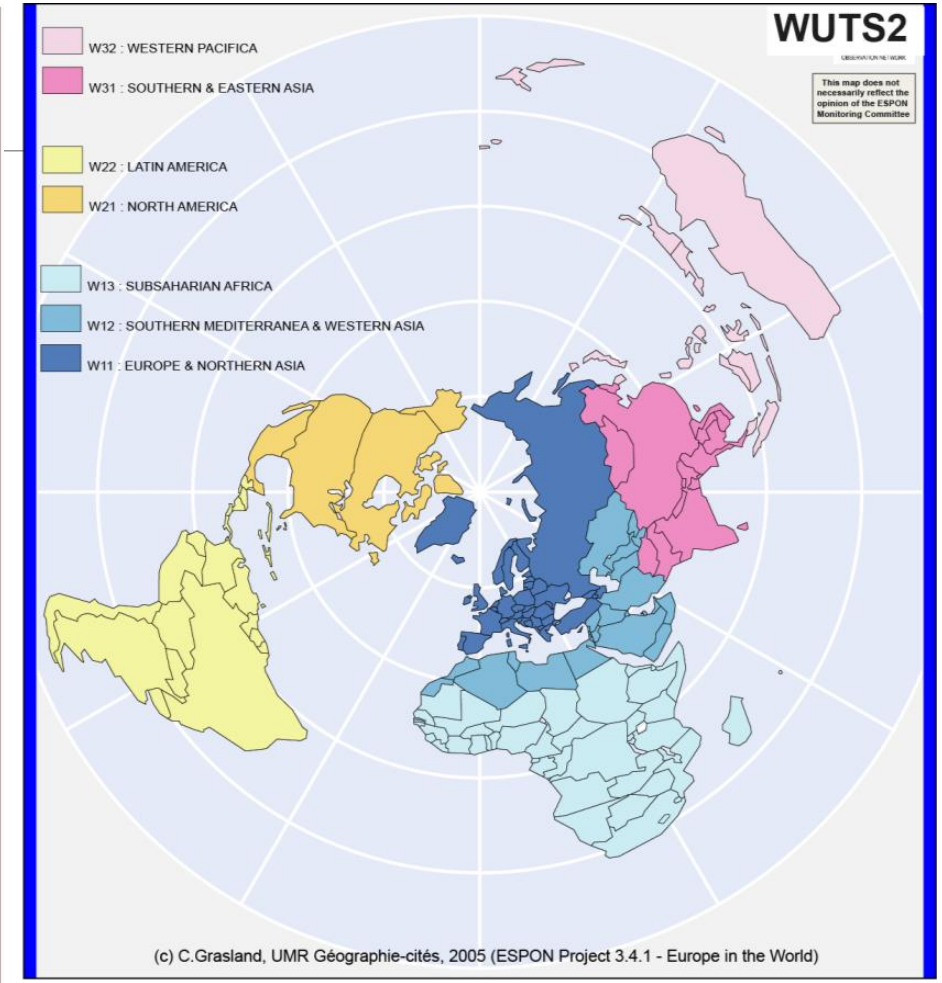
Vision discrète de l'espace
Similarité (appartenance territoriale)

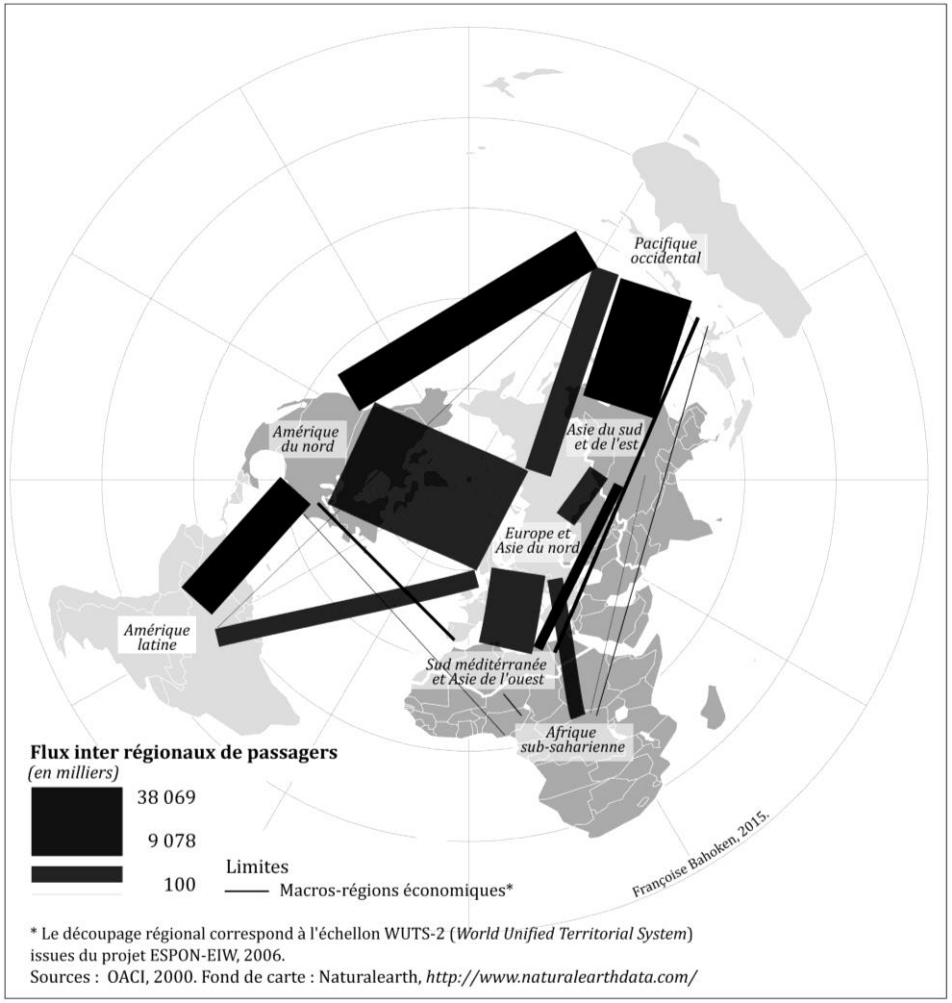
« petits courriers … intra-régionaux … mondiaux »

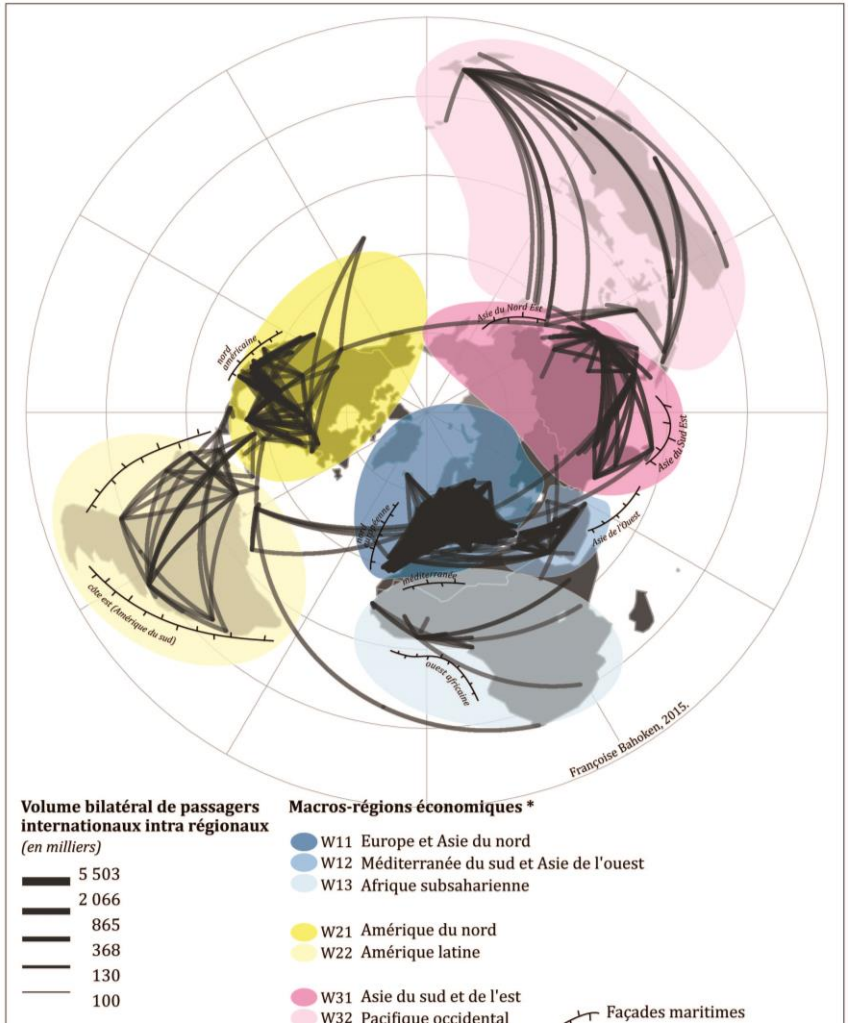
Appartenance régionale (Aij) qui traduit la similarité des lieux [(Fij) ← (Pi=Pj)].




Asie du Nord Est
Asie du Sud Est
Asie de l'Ouest
méditerranée
ouest africaine
côte est (Amérique du sud)
nord américaine
Françoise Bahoken, 2015.
Volume bilatéral de passagers internationaux intra régionaux
(en milliers)
5 503
2 066
865
368
130
100
Macros-régions économiques *
W11 Europe et Asie du nord
W12 Méditerranée du sud et Asie de l'ouest
W13 Afrique subsaharienne
W21 Amérique du nord
W22 Amérique latine
W31 Asie du sud et de l'est
W32 Pacifique occidental
Façades maritimes


WUTS2
W32 : WESTERN PACIFICA
W31 : SOUTHERN & EASTERN ASIA
W22 : LATIN AMERICA
W21 : NORTH AMERICA
W13 : SUBSAHARIAN AFRICA
W12 : SOUTHERN MEDITERRANEA & WESTERN ASIA
W11 : EUROPE & NORTHERN ASIA
This map does not necessarily reflect the opinion of the ESPON Monitoring Committee
(c) C.Grasland, UMR Géographie-cités, 2005 (ESPON Project 3.4.1 - Europe in the World)


Pacifique occidental
Amérique du nord
Asie du sud et de l'est
Europe et Asie du nord
Amérique latine
Sud méditérranée et Asie de l'ouest
Afrique sub-saharienne
Flux inter régionaux de passagers
(en milliers)
38 069
9 078
100
Limites
Macros-régions économiques*
Françoise Bahoken, 2015.
* Le découpage régional correspond à l'échellon WUTS-2 (World Unified Territorial System) issues du projet ESPON-EIW, 2006.
Sources : OACI, 2000. Fond de carte : Naturalearth, http://www.naturalearthdata.com/


Volume bilatéral de passagers internationaux intra régionaux
(en milliers)
5 503
2 066
865
368
130
100
Macros-régions économiques *
W11 Europe et Asie du nord
W12 Méditerranée du sud et Asie de l'ouest
W13 Afrique subsaharienne
W21 Amérique du nord
W22 Amérique latine
W31 Asie du sud et de l'est
W32 Pacifique occidental
Façades maritimes
Françoise Bahoken, 2015.

Merci pour votre attention

Françoise Bahoken

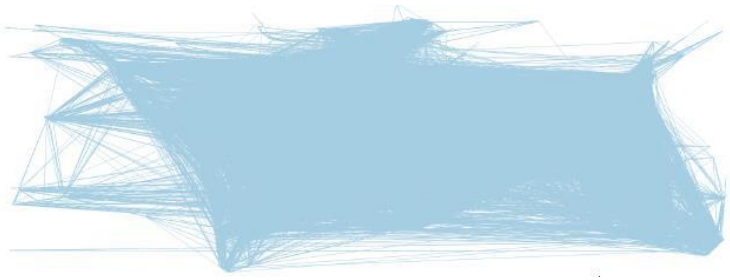
francoise.bahoken@ifsttar.fr
@fbahoken

IFSTTAR

Dépt. AME – Laboratoire SPLOTT
Cité Descartes, 14-20 Boulevard Newton,
77447 Marne-la-Vallée cedex 2
http://www.ifsttar.fr

Le cas particulier des flux maritimes EUROMED

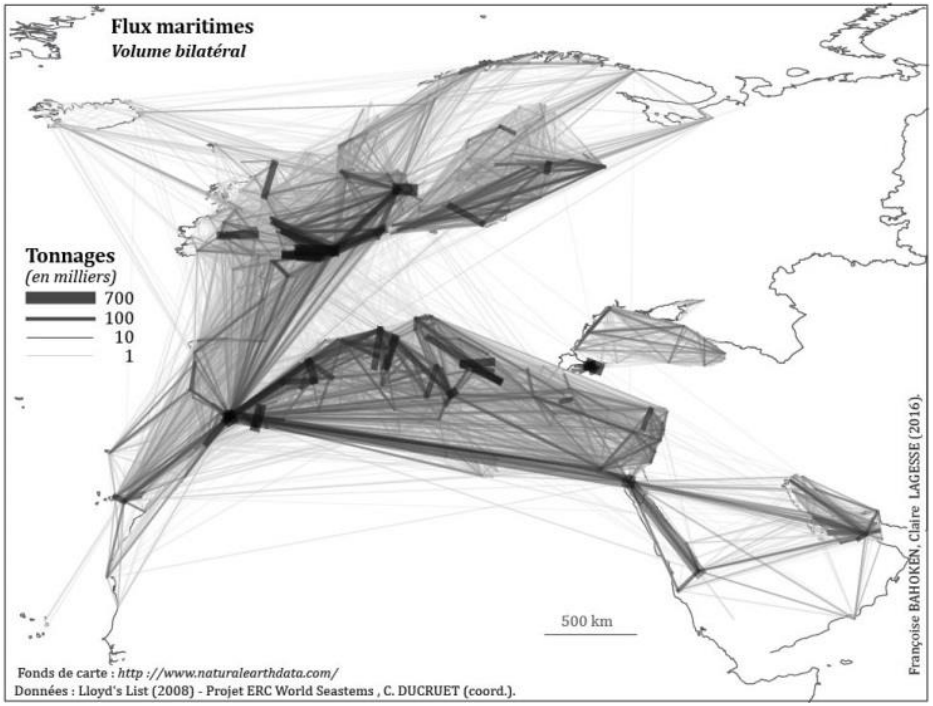
ERC - FP7 Word Seastems (César Ducruet, coord.) http://www.world-seastems.cnrs.fr/

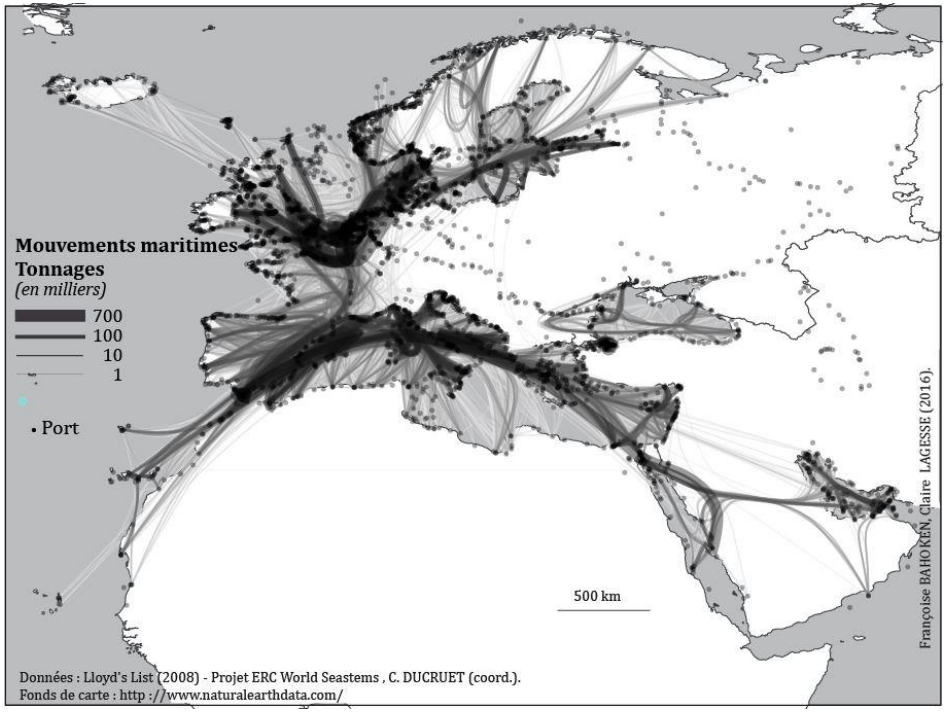


Bahoken et al., L'approche cartographique de la représentation du mouvement spatial. L'exemple des flux commerciaux maritimes euro-méditerranéens – Conférence SAGEO 2016'

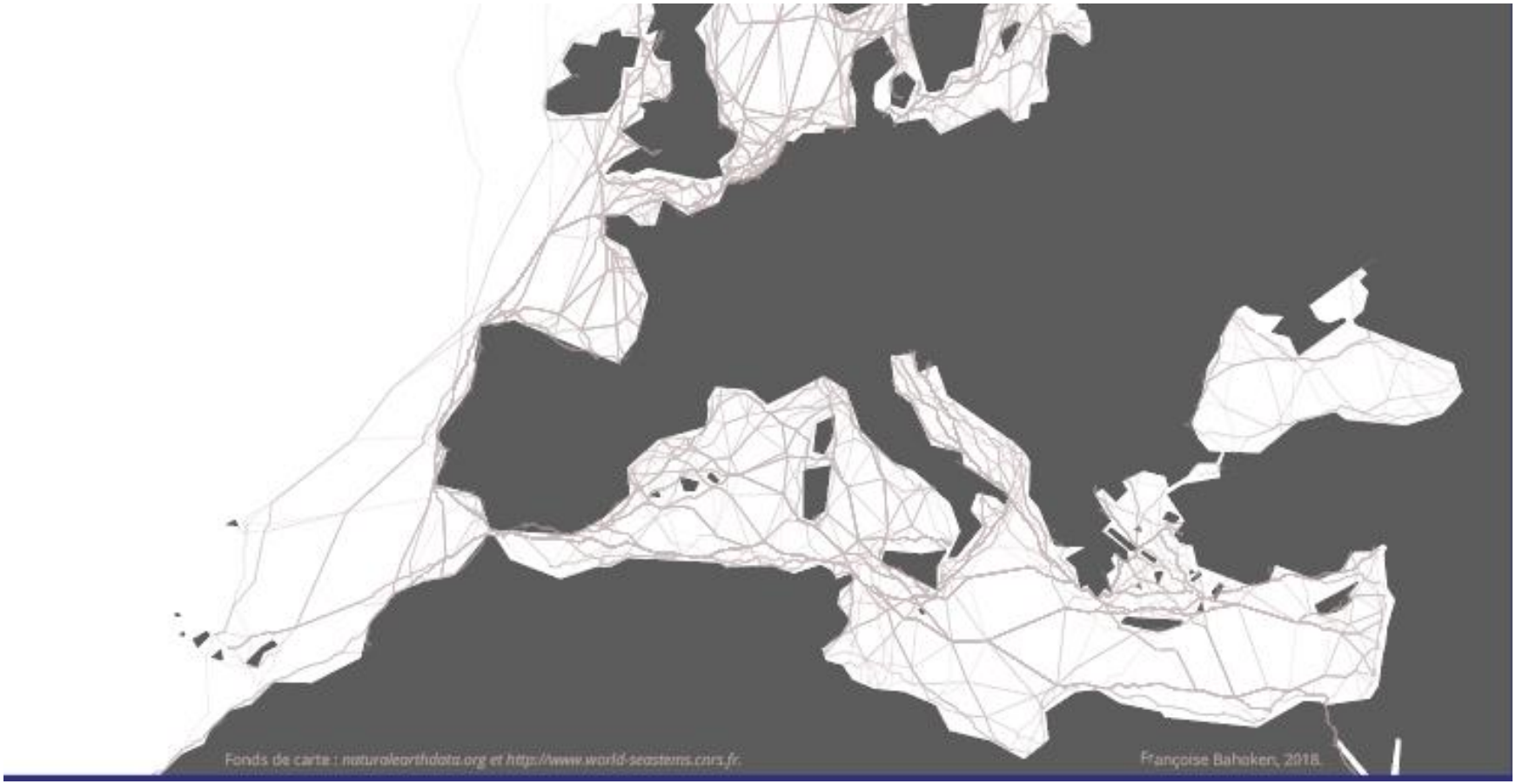
Bahoken et al., Géo visualisation des flux maritimes mondiaux – Journées ESRI 2016'

Flux internationaux de navires (ports*ports) dans l'EUROMED

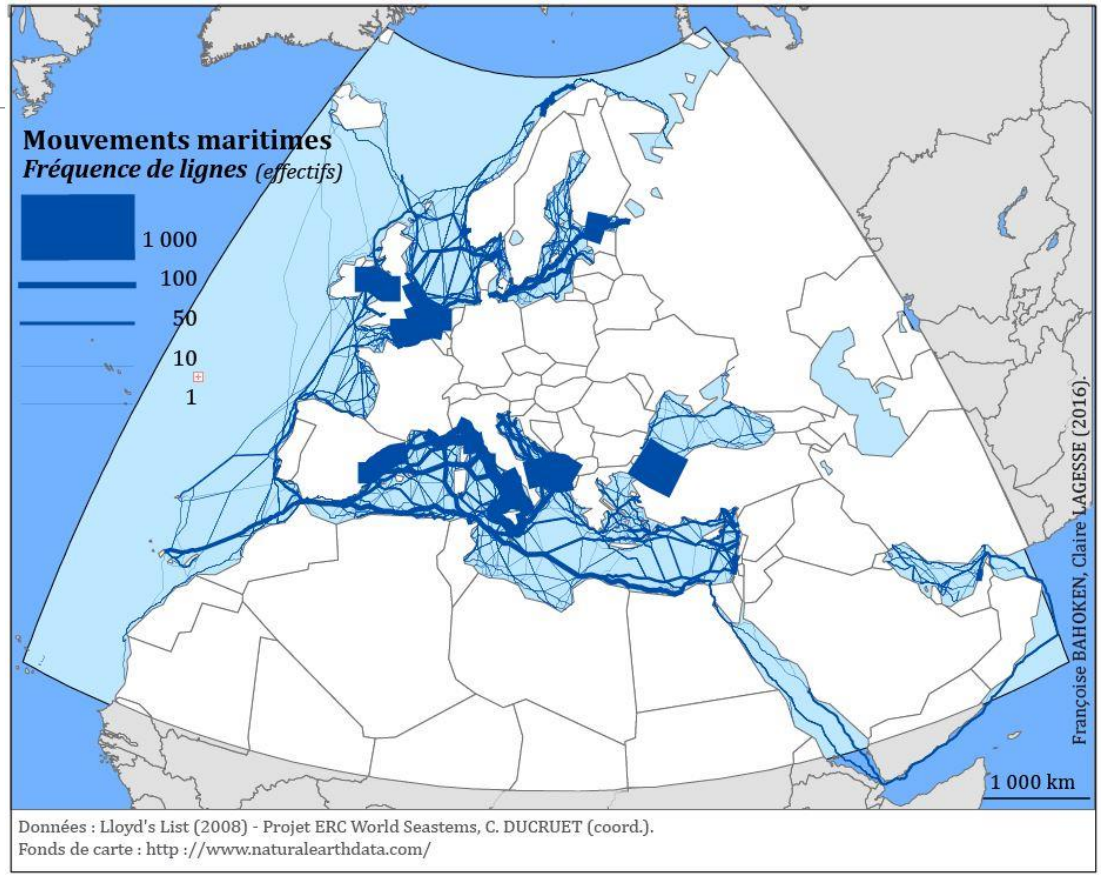


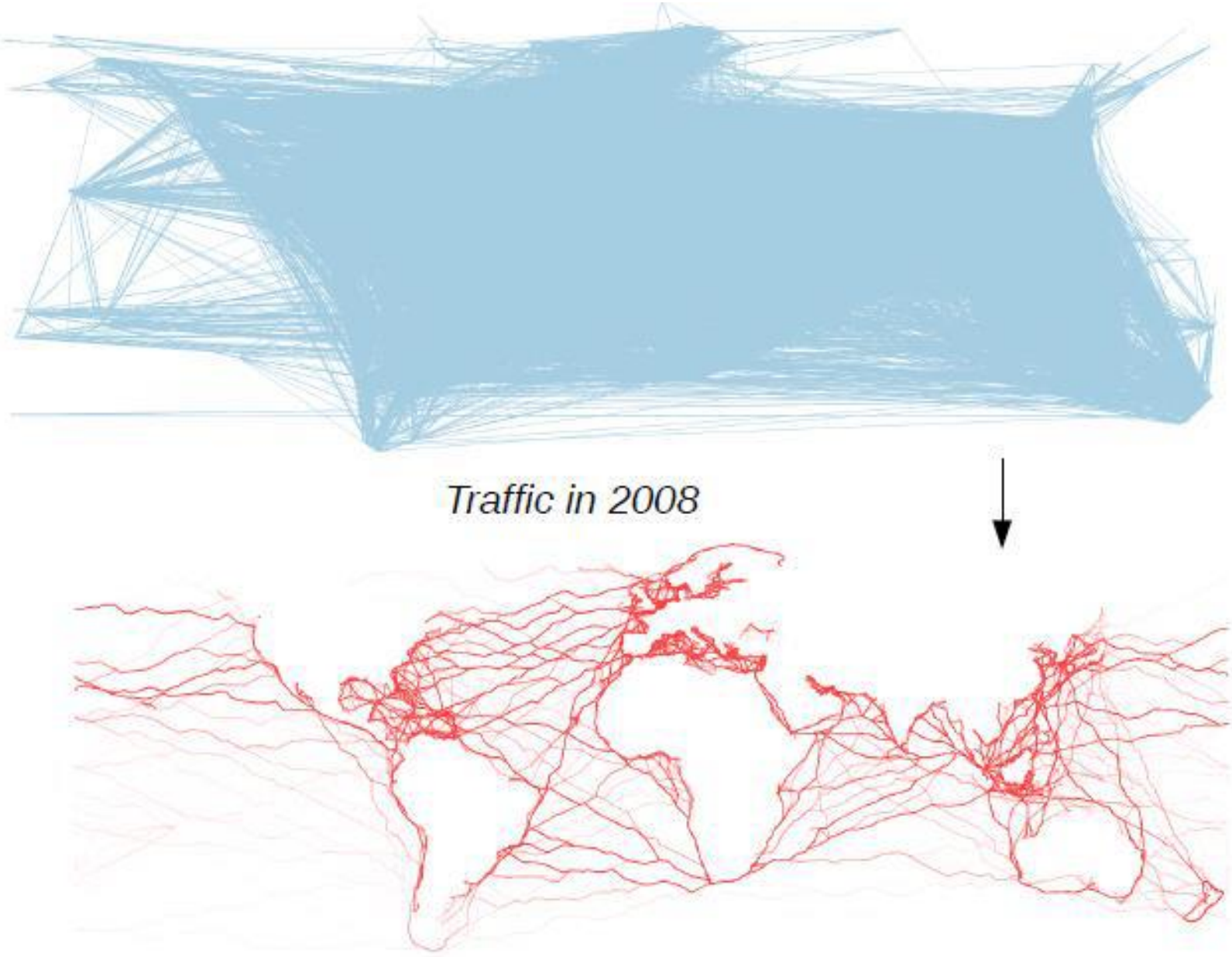


https://halshs.archives-ouvertes.fr/GEOGRAPHIE-CITE/hal-01428987


Fonds de carte : naturalearthdata.org et http://www.world-seasterns.cnrs.fr.
Françoise Bahoken, 2018.

Mouvements maritimes (ports*ports) dans l'EUROMED




Traffic in 2008