

SAGEO

Spatial Analysis and GEOmatics 2017

DU 6 AU 9 NOVEMBRE 2017



Session Analyse de réseaux spatiaux et SIG

Géovisualisation de flux avec QGIS

Françoise Bahoken

Rouen, 6 novembre 2017



groupe f.m.r.



Sommaire

- Pré-requis théoriques et méthodologiques
- Passage à QGIS : préparation(s) de l'espace de travail
- Application : flux commerciaux mondiaux

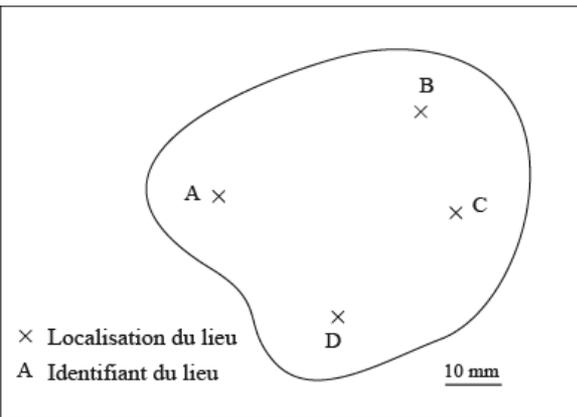
- **L'objectif :**

Représenter des flux sur un fond de carte,

Des valeurs archivées dans un tableau croisé, à projeter sur un espace

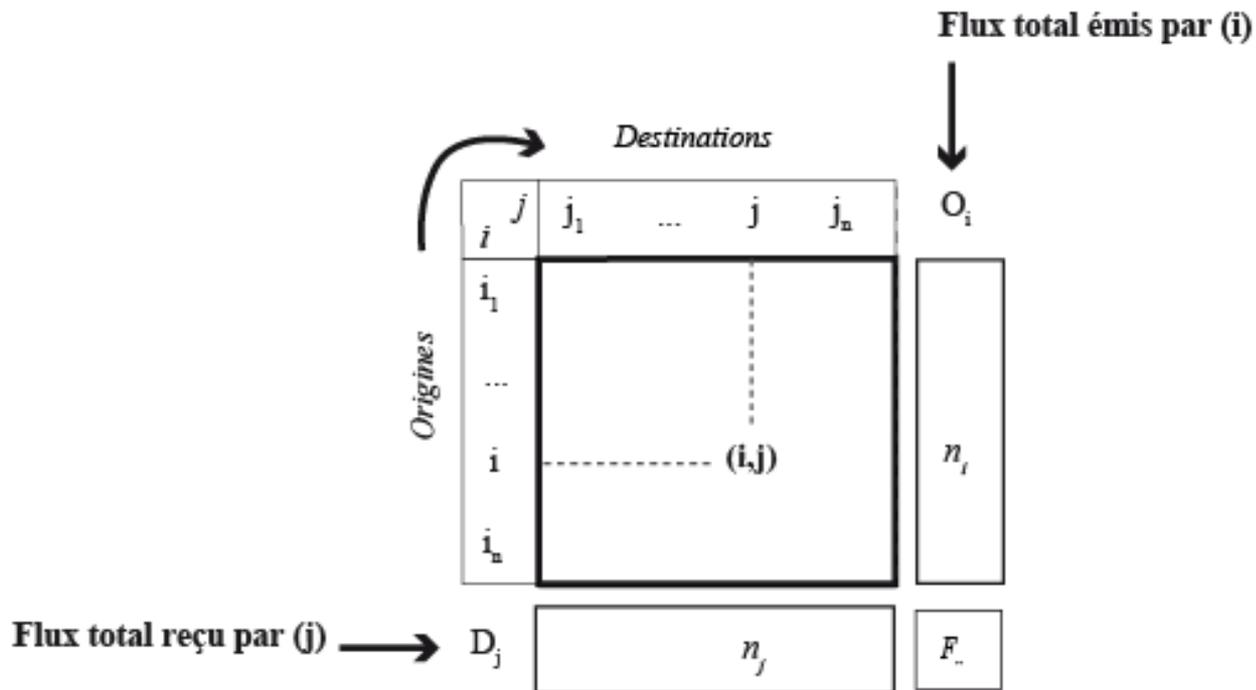
- L'objectif :

Un fond de carte ET un tableau croisé

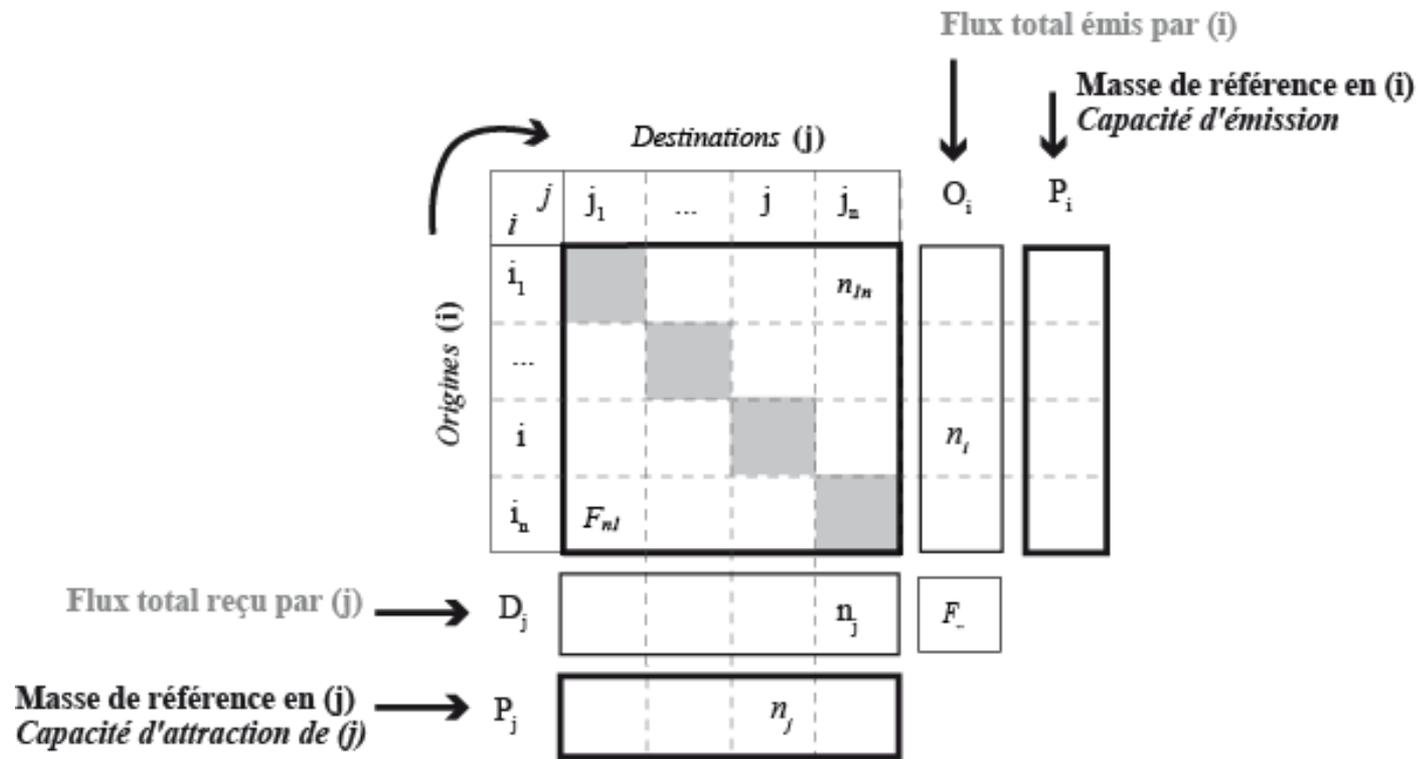


i	j	j_1	...	j	j_n
i_1					
...					
i				(i,j)	
i_n					

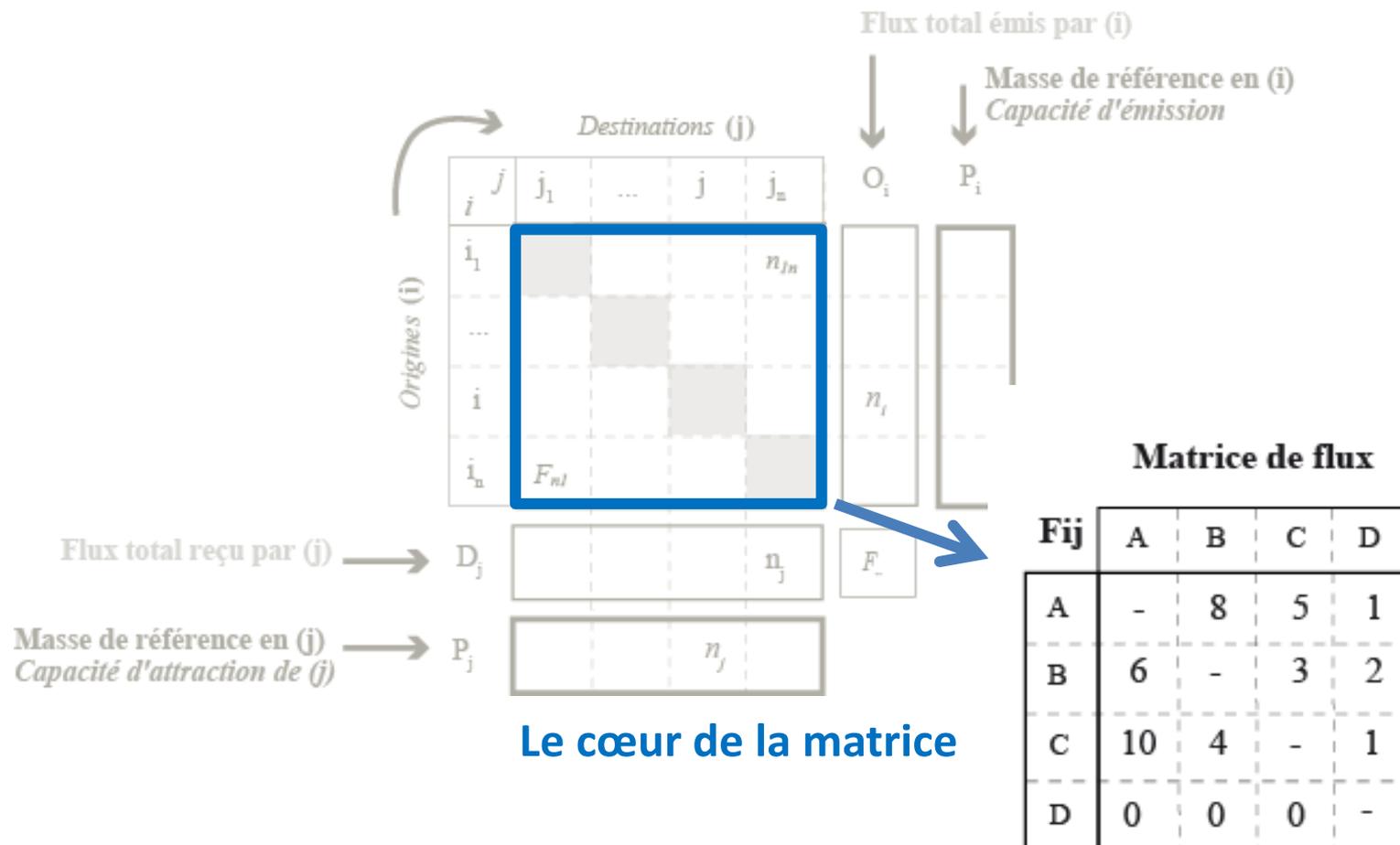
- Un tableau croisé (origine*destinations)



- Une matrice de flux OD



- Une matrice de flux OD



- Possibilité de calculer des indicateurs décrivant *les lieux*

Fij	Masse de référence en (i) Capacité d'émission				Volume de flux (en i) Solde de flux (en i) Asymétrie du flux (en i)			
	A	B	C	D	O _i	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
D _j	17	14	11	4	46	46	0	-0,05

avec : $V = (O_i + D_j)$

$S = (O_i - D_j)$

$A = (S/V)$

Le cœur de la matrice

- Les sommes en ligne et en colonne ont un sens

Fij	Masse de référence en (i) Capacité d'émission				Volume de flux (en i) Solde de flux (en i) Asymétrie du flux (en i)			
	A	B	C	D	O _i	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
D _j	17	14	11	4	46	46	0	-0,05

avec : $V = (O_i + D_j)$

$S = (O_i - D_j)$

$A = (S/V)$

Le cœur de la matrice

Les marges

- Volume, solde, asymétrie, ..., des flux aux lieux
- Et diverses masses : population, PIB, etc.

Fij	Masse de référence en (i) Capacité d'émission				Volume de flux (en i) Solde de flux (en i) Asymétrie du flux (en i)			
	A	B	C	D	O _i	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
D _j	17	14	11	4	46	46	0	-0,05

avec : $V = (O_i + D_j)$

$S = (O_i - D_j)$

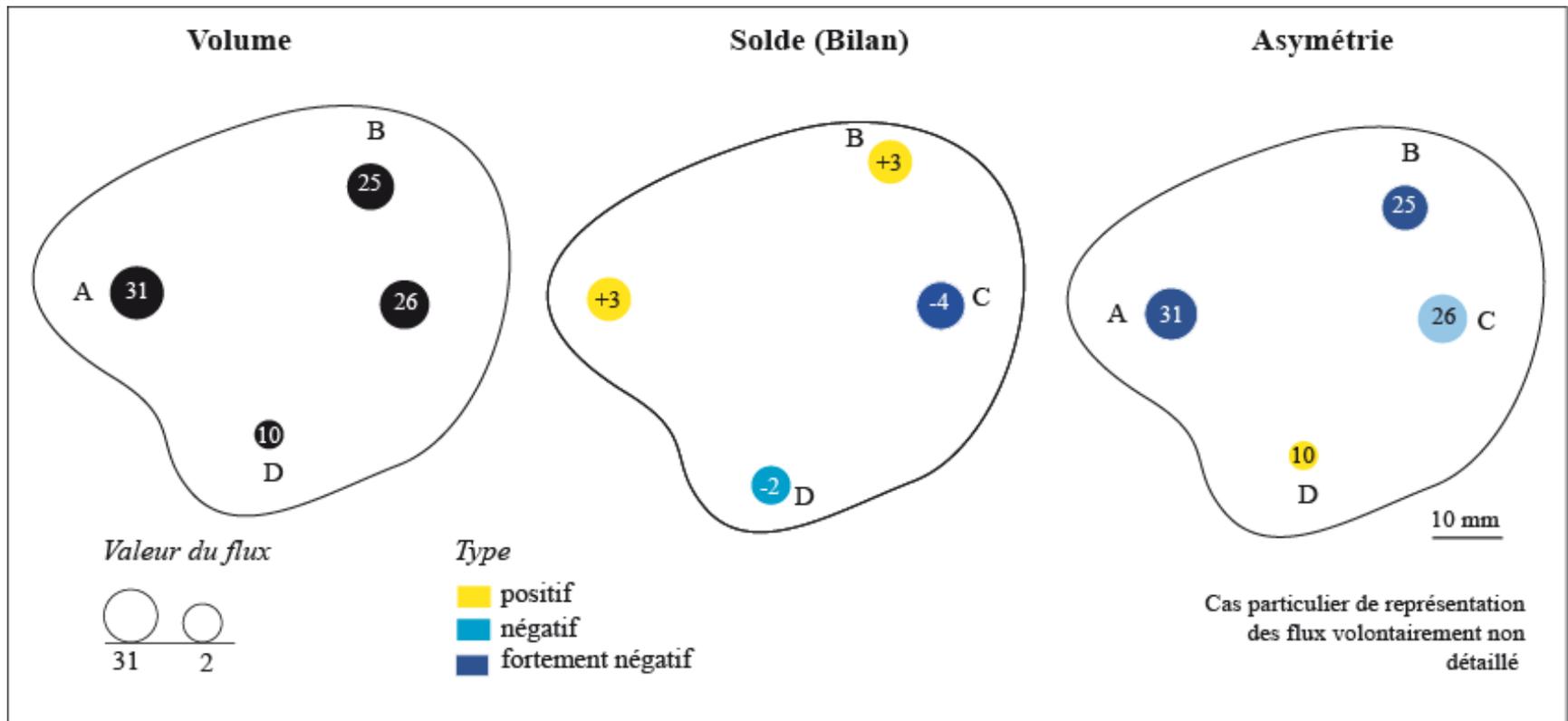
$A = (S/V)$

Le cœur de la matrice

Les marges

Des indicateurs dérivés des marges

- Cartographie de flux *via* les marges → **Logique de lieux**



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

- Cartographie de flux *via* le cœur de la matrice

→ **Logique de liens**

Matrice de liens (d'adjacence)

Lij	A	B	C	D
A	-	1	1	1
B	1	-	1	1
C	1	1	-	1
D	0	0	0	-

→ **Logique de flux ou de mouvements**

Matrice de flux

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

- Cartographie de flux *via* le cœur de la matrice

→ **Logique de liens**

Théorie des graphes

Matrice de liens (d'adjacence)

Lij	A	B	C	D
A	-	1	1	1
B	1	-	1	1
C	1	1	-	1
D	0	0	0	-

→ **Logique de flux ou de mouvements**

Théories gravitaires

Matrice de flux

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

Cartographie de **l'existence de relations**,
des interactions, flux, échanges, de mouvements, ...

- Caractéristiques générales du cœur des matrices

- Caractéristiques générales du cœur des matrices
 - Fermées (ou non)

		<i>Matrice fermée</i>				<i>Matrice ouverte</i>			
Type de matrice		Fij	A	B	C	D	D	E	F
■	"carrée"	A	-	8	5	1	-	8	5
■	"non carrée"	B	6	-	3	2	6	-	3
		C	10	4	-	1	10	4	-

A : identifiants des lieux
8 : valeur du flux (Fij) de (A,B)

→ Matrices fermées (calcul des V, S, A)

>> Transformation d'une matrice de flux fermée non carrée en une matrice de flux fermée et carrée <http://elementr.hypotheses.org/354>

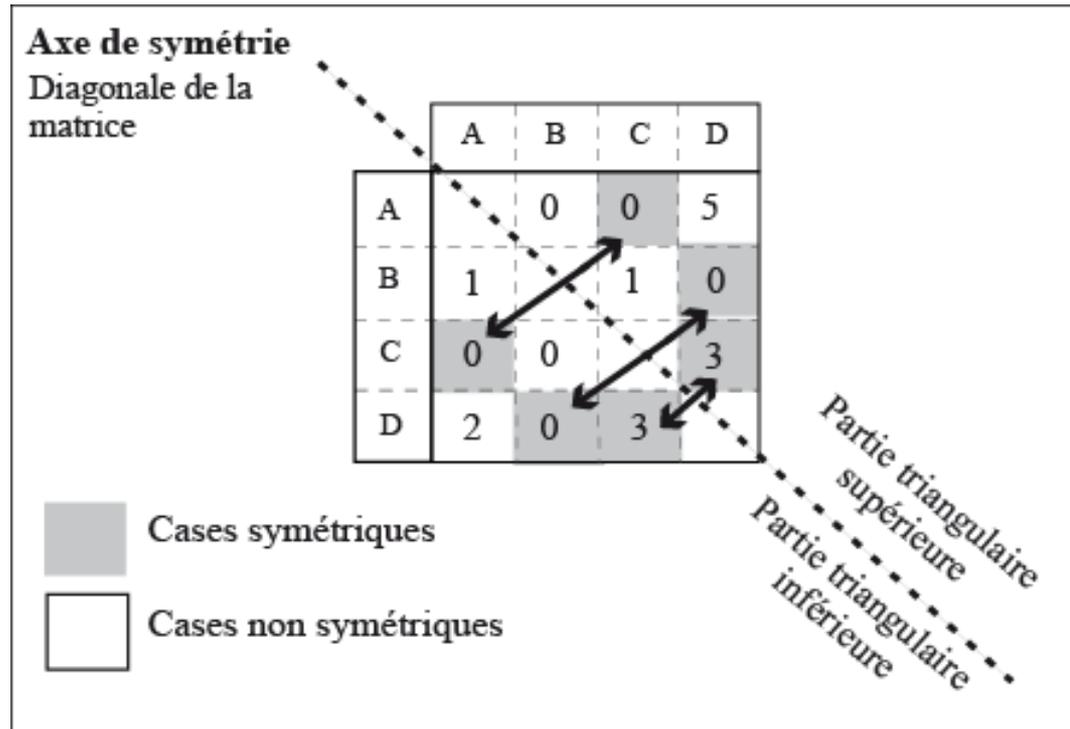
- Caractéristiques générales du cœur des matrices
 - Fermées (ou non)
 - Creuses (ou non)

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

Legend:

- Case renseignée
- Diagonale
- Case nulle ou non renseignée

- Caractéristiques générales du cœur des matrices
 - Fermées (ou non)
 - Creuses (ou non)
 - Symétriques (ou non)



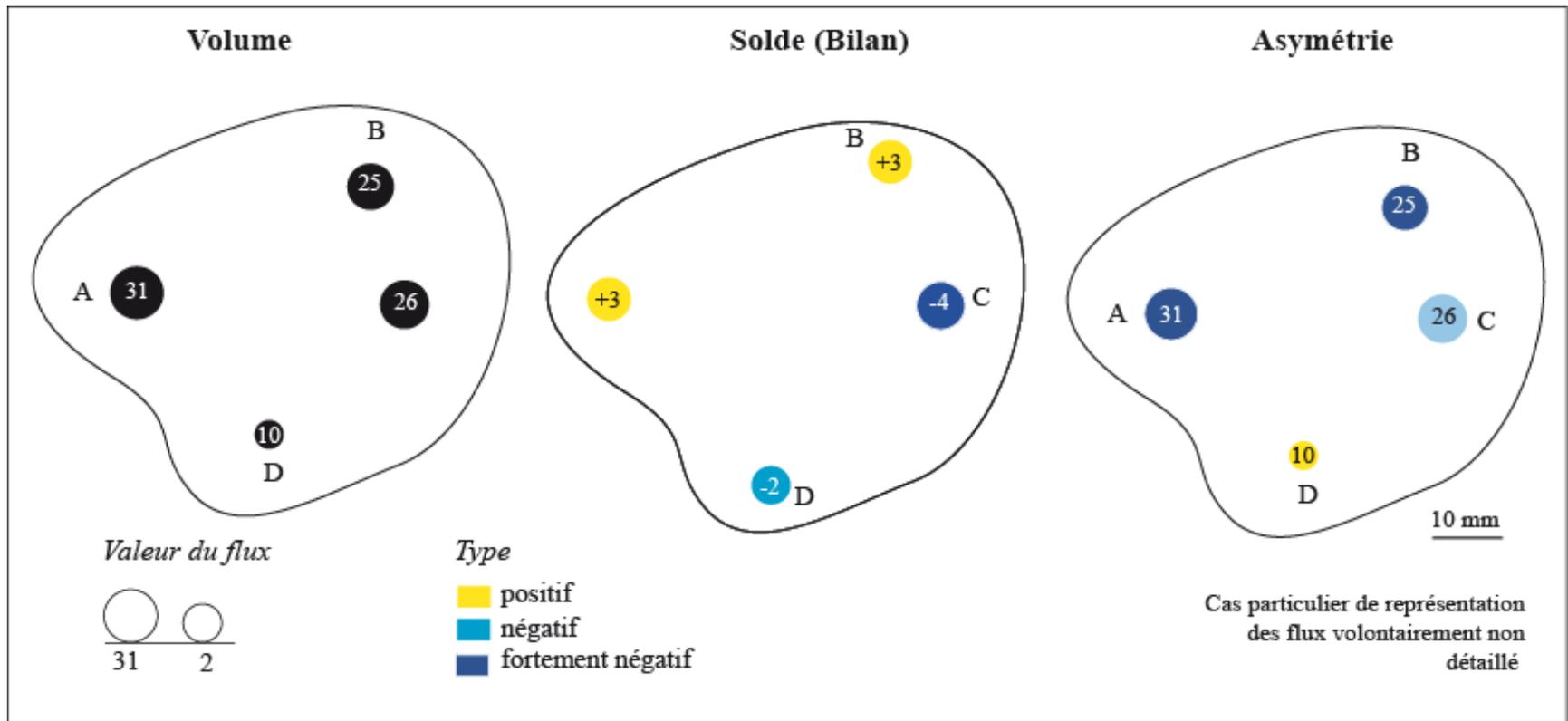
- Typologie générale des matrices selon la propriété de symétrie

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

Symétrique				
Fij	A	B	C	D
A	-	14	15	2
B	14	-	7	4
C	15	7	-	4
D	2	4	4	-

Antisymétrique				
Fij	A	B	C	D
A	-	+2	-5	0
B	-2	-	-1	0
C	+5	+1	-	-2
D	0	0	+2	-

- Cartographie de flux, selon une **Logique de lieux**

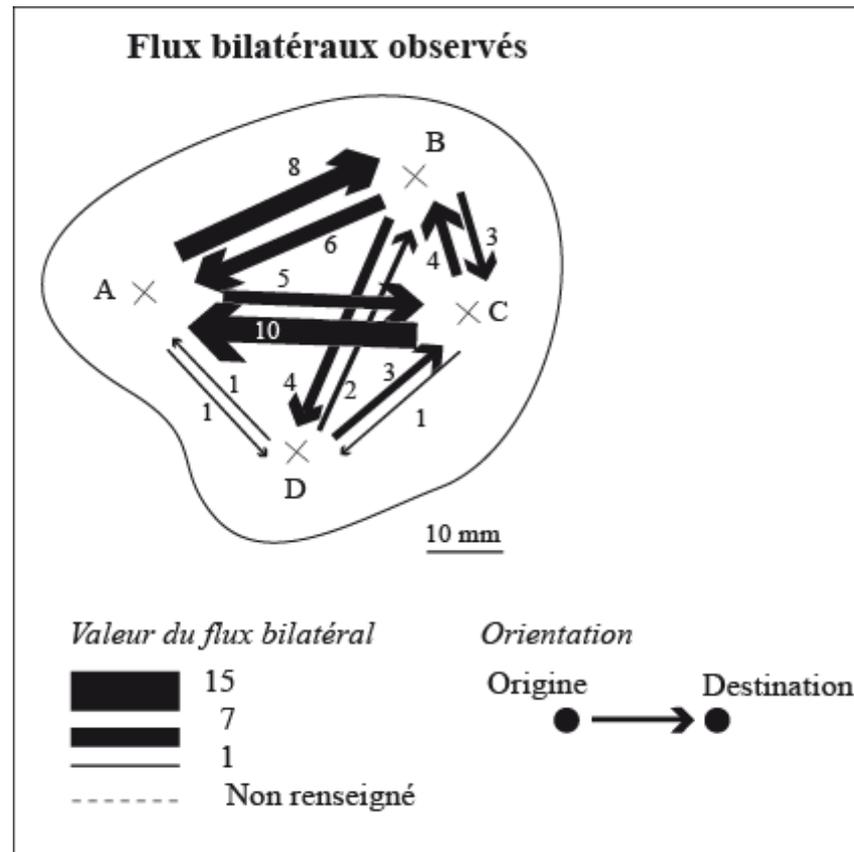


Cartographie de l'effet des flux sur la distribution des lieux de la zone d'étude

- Cartographie de flux, selon une **Logique de flux**

Matrice complète

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



- Cartographie de flux, selon une **Logique de flux et de lieux**

Masse de référence en (i)
Capacité d'émission

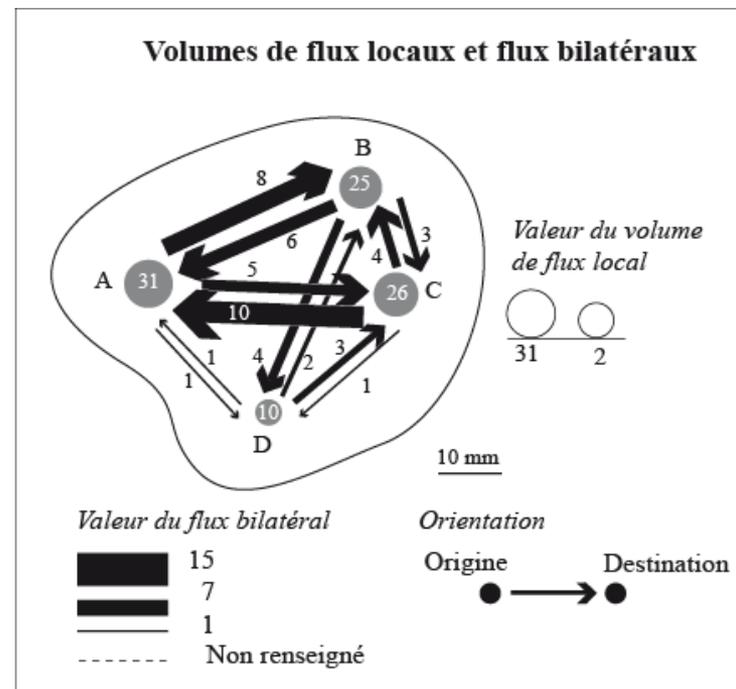
VOLUME de flux (en i)

Fij	A	B	C	D	O _i	V
A	-	8	5	1	14	31
B	6	-	3	2	11	25
C	10	4	-	1	15	26
D	1	2	3	-	6	10
D _j	17	14	11	4	46	46

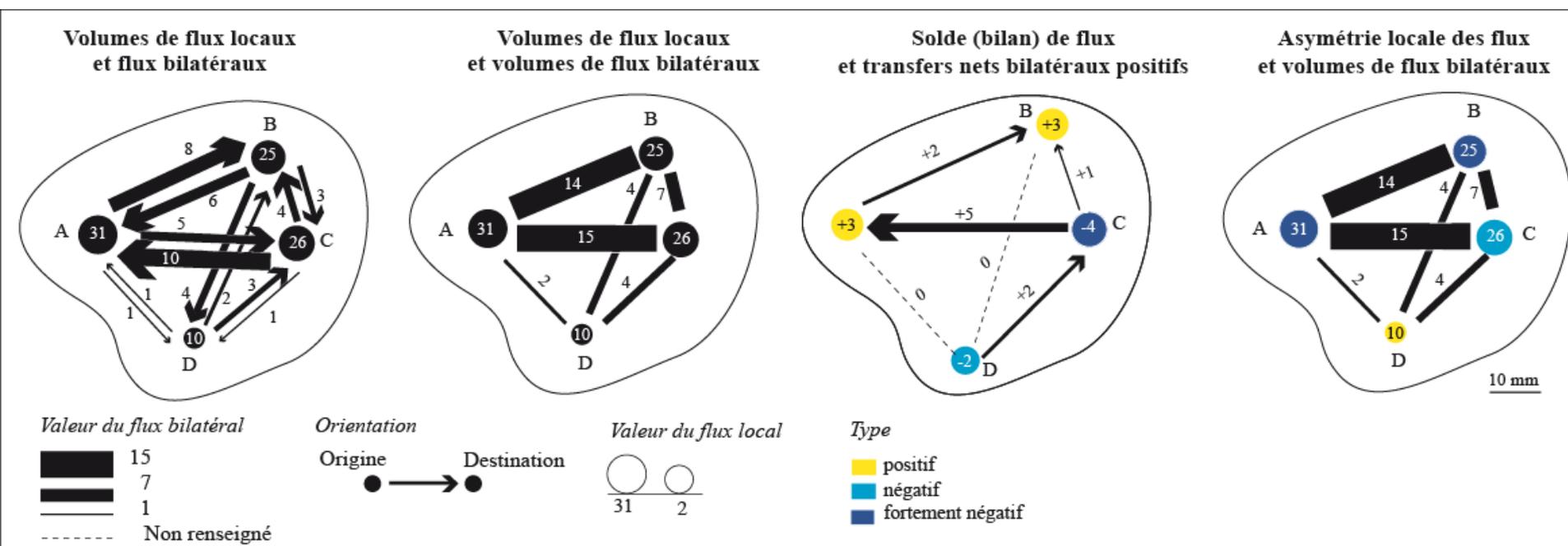
avec : $V = (O_i + D_j)$

$S = (O_i - D_j)$

$A = (S/V)$



- Cartographie de flux, selon une **Logique de flux et de lieux** grâce aux possibilités de décomposition de l'information



>> F. Bahoken (2016) l'approche cartographique de la décomposition des matrices de flux
<http://mappemonde.mgm.fr/num44/articles/art14404.html>

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

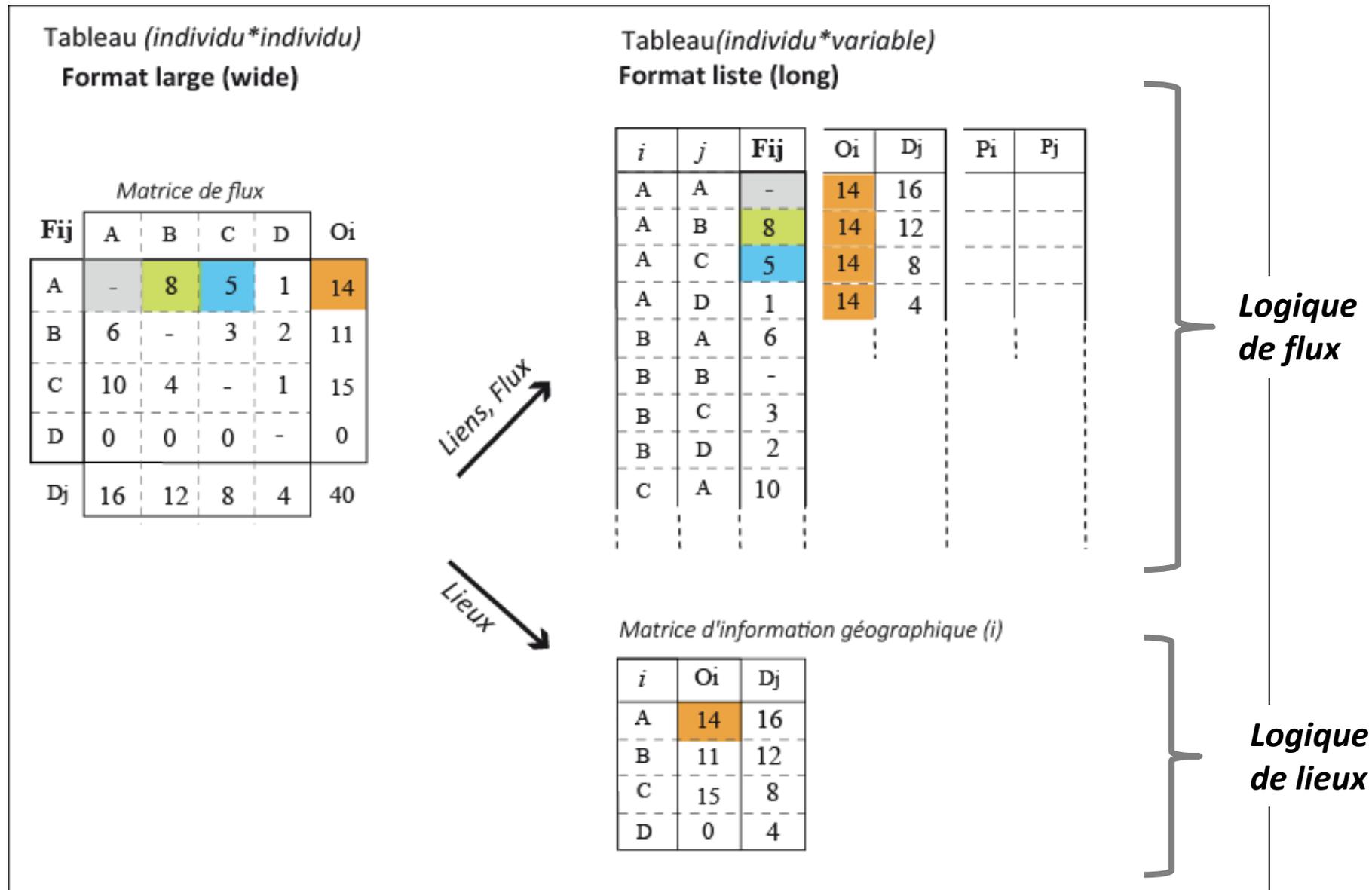
TYPE DE MATRICE																																																																																																								
Description	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>A</th> <td>-</td> <td>8</td> <td>5</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>B</th> <td>6</td> <td>-</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <th>C</th> <td>10</td> <td>4</td> <td>-</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>D</th> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	A	-	8	5	1	B	6	-	3	2	C	10	4	-	1	D	1	2	3	-	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lij</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>A</th> <td>-</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>B</th> <td>1</td> <td>-</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>C</th> <td>1</td> <td>1</td> <td>-</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>D</th> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Lij	A	B	C	D	A	-	1	1	1	B	1	-	1	1	C	1	1	-	1	D	1	1	1	-	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>A</th> <td>-</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>2</td> </tr> <tr> <th>B</th> <td>14</td> <td>-</td> <td>7</td> <td>4</td> </tr> <tr> <th>C</th> <td>15</td> <td>7</td> <td>-</td> <td>4</td> </tr> <tr> <th>D</th> <td>2</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	A	-	14	15	2	B	14	-	7	4	C	15	7	-	4	D	2	4	4	-	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>A</th> <td>-</td> <td>+2</td> <td>-5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>B</th> <td>-2</td> <td>-</td> <td>-1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>C</th> <td>+5</td> <td>+1</td> <td>-</td> <td>-2</td> </tr> <tr> <th>D</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>+2</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	A	-	+2	-5	0	B	-2	-	-1	0	C	+5	+1	-	-2	D	0	0	+2	-
		A	B	C	D																																																																																																			
A	-	8	5	1																																																																																																				
B	6	-	3	2																																																																																																				
C	10	4	-	1																																																																																																				
D	1	2	3	-																																																																																																				
Lij	A	B	C	D																																																																																																				
A	-	1	1	1																																																																																																				
B	1	-	1	1																																																																																																				
C	1	1	-	1																																																																																																				
D	1	1	1	-																																																																																																				
	A	B	C	D																																																																																																				
A	-	14	15	2																																																																																																				
B	14	-	7	4																																																																																																				
C	15	7	-	4																																																																																																				
D	2	4	4	-																																																																																																				
	A	B	C	D																																																																																																				
A	-	+2	-5	0																																																																																																				
B	-2	-	-1	0																																																																																																				
C	+5	+1	-	-2																																																																																																				
D	0	0	+2	-																																																																																																				
Type	<i>asymétrique</i>	<i>symétrique</i>		<i>antisymétrique</i>																																																																																																				
Notation	(Fij)	(Lij)	(Fij⁺)	(Fij⁻)																																																																																																				
TYPE DE REPRESENTATION																																																																																																								
Description	<i>Echanges</i>	<i>Liaisons</i>	<i>Volumes bilatéraux</i>	<i>Transferts nets bilatéraux</i>																																																																																																				
Procédé																																																																																																								
Description	<i>Lien valué orienté</i>	<i>Lien non valué non orienté</i>	<i>Lien valué non orienté</i>	<i>Lien valué orienté</i>																																																																																																				
CADRE THEORIQUE																																																																																																								
Intitulé	<i>Théorie gravitaire</i>	<i>Théorie des graphes</i>	<i>Théorie gravitaire</i>	<i>Théorie gravitaire</i>																																																																																																				
Type de raisonnement	<i>Logique de flux</i>	<i>Logique de liens</i>	<i>Logique de flux</i>	<i>Logique de flux</i>																																																																																																				
Phénomène	<i>Interactions</i>	<i>Interrelations</i>	<i>Interactions</i>	<i>Interactions</i>																																																																																																				

Sommaire

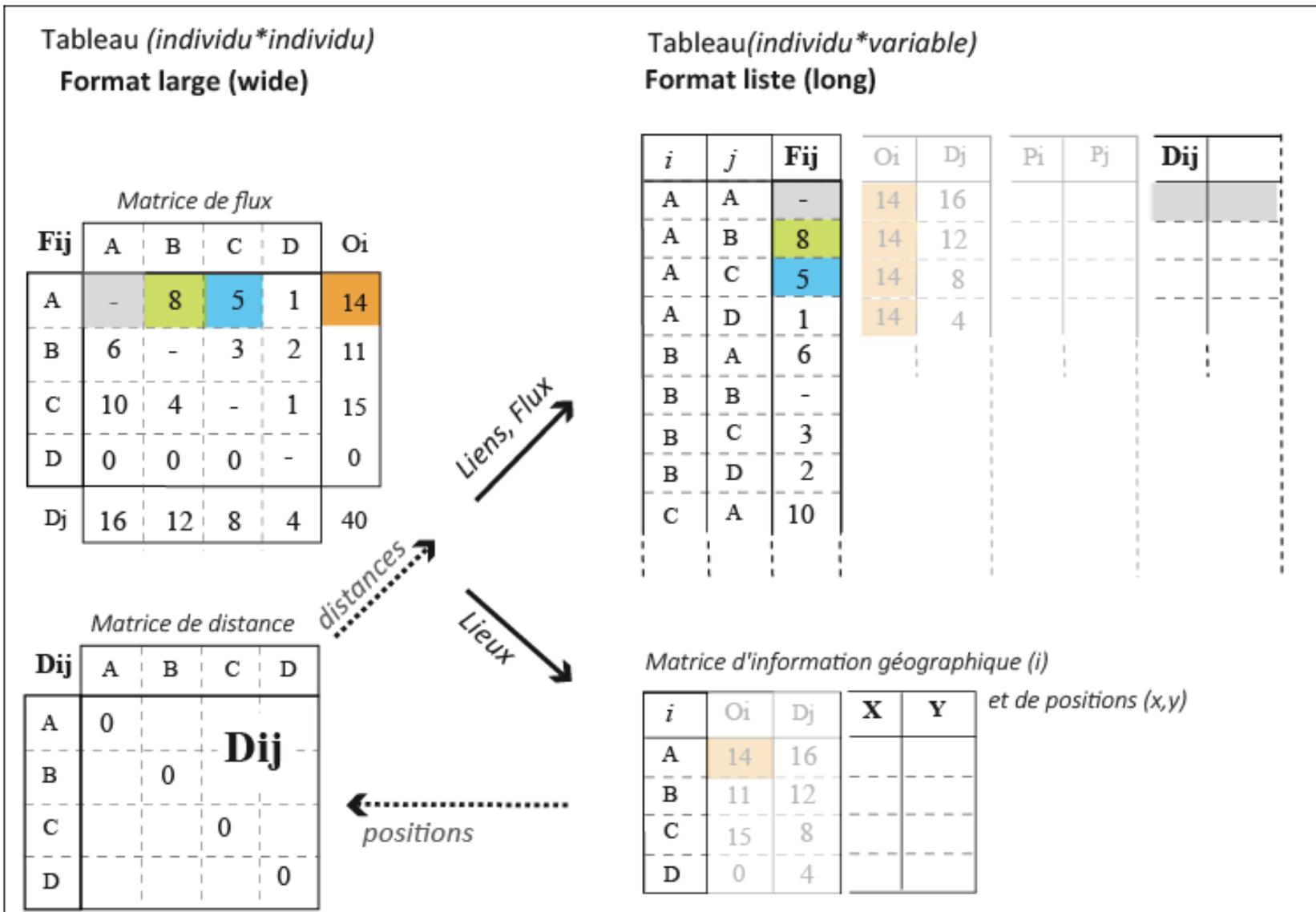
- Pré-requis théoriques et méthodologiques
- Passage à QGIS : préparation(s) de l'espace de travail et des données
- Application : flux commerciaux mondiaux

- Transformer - pour QGIS - les données de flux
- Préparer l'espace de travail (charger des extensions)

- Transformer - pour QGIS - les données de flux



• Transformer - pour QGIS - les données de flux



- Préparer l'espace de travail :

- Lancer QGIS



QGIS Desktop 2.18.14

- **Utiliser des outils existants**

- **Charger des *plugins* +/- utiles aux flux**

- Préparer l'espace de travail :

- Lancer QGIS



QGIS Desktop 2.18.14

- **Utiliser des outils existants**

GROUPSTATS

DISSOLVE WITH STATS

**MENU VECTEUR **

STATIST

- Charger des *plugins* +/- utiles aux flux

- Préparer l'espace de travail :

- Lancer QGIS
- Utiliser des outils existants
- **Charger des *plugins* +/- utiles aux flux**



QGIS Desktop 2.18.14

OURSINS (Lionel Cacheux)

ARROWS

FLOWMAPPER plugin for QGIS 2x (Cern Gulluoglu)

MMQGIS (Michael Minn)

RT_QSPIDER (Giuseppe Sucamelli)

RESOURCE_SHARING / FLOWMAP ARROWS (Anita Graser)



OURSINS (Lionel Cacheux)

Analyse en oursins

Table de flux

Origine

Destination

Flux

Extraction de coordonnées depuis un fond de carte

Fond de carte

Identifiant géographique

Tracer des courbes

Filtres

Flux min 0,000

Distance max (km) 0

Sortie :

Mémoire Shapefile

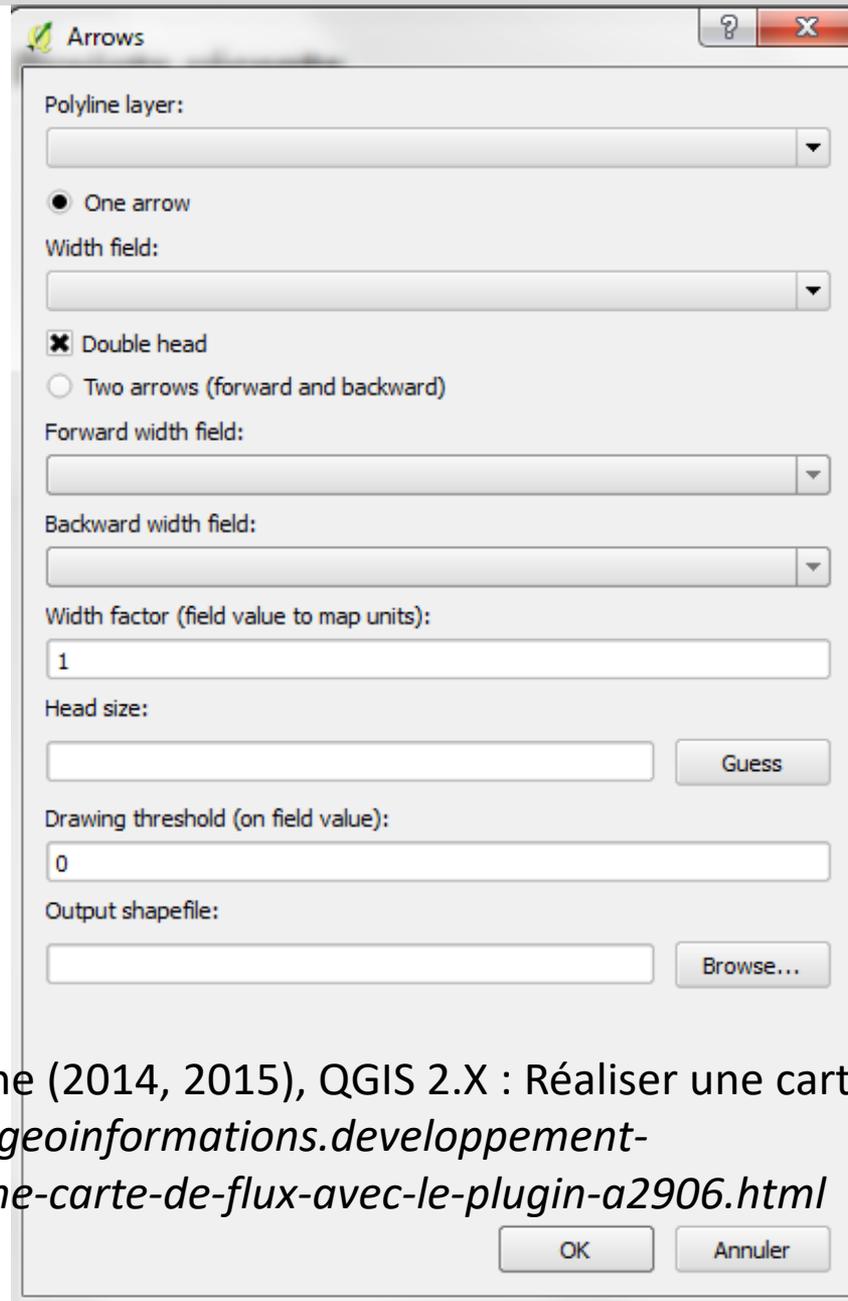
Nom du fichier

ajouter au canevas

OK Annuler

- Plus d'informations : <http://groupefmr.hypotheses.org/4375>

ARROWS

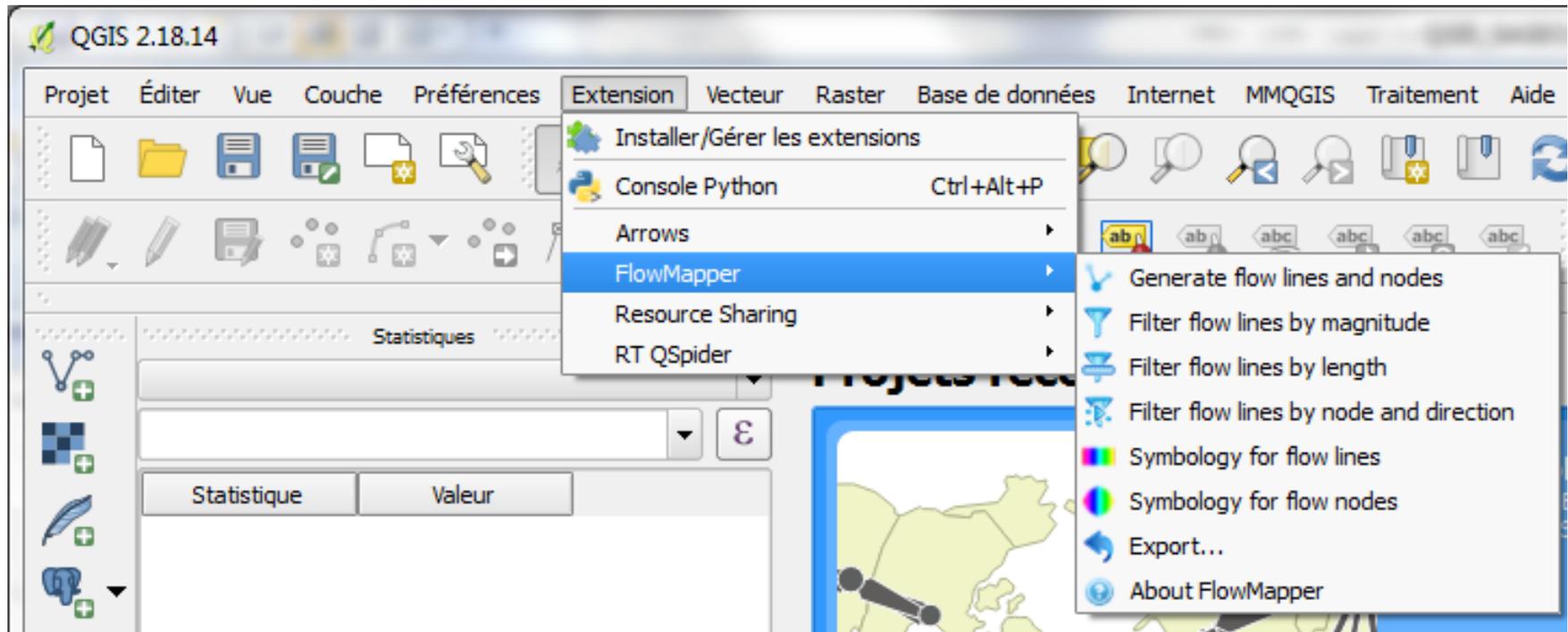


- Un exemple d'utilisation : anonyme (2014, 2015), QGIS 2.X : Réaliser une carte de flux avec le plugin arrows, <http://www.geoinformations.developpement-durable.gouv.fr/qgis-2-x-realiser-une-carte-de-flux-avec-le-plugin-a2906.html>

- Plus d'informations : <http://groupefmr.hypotheses.org/4375>

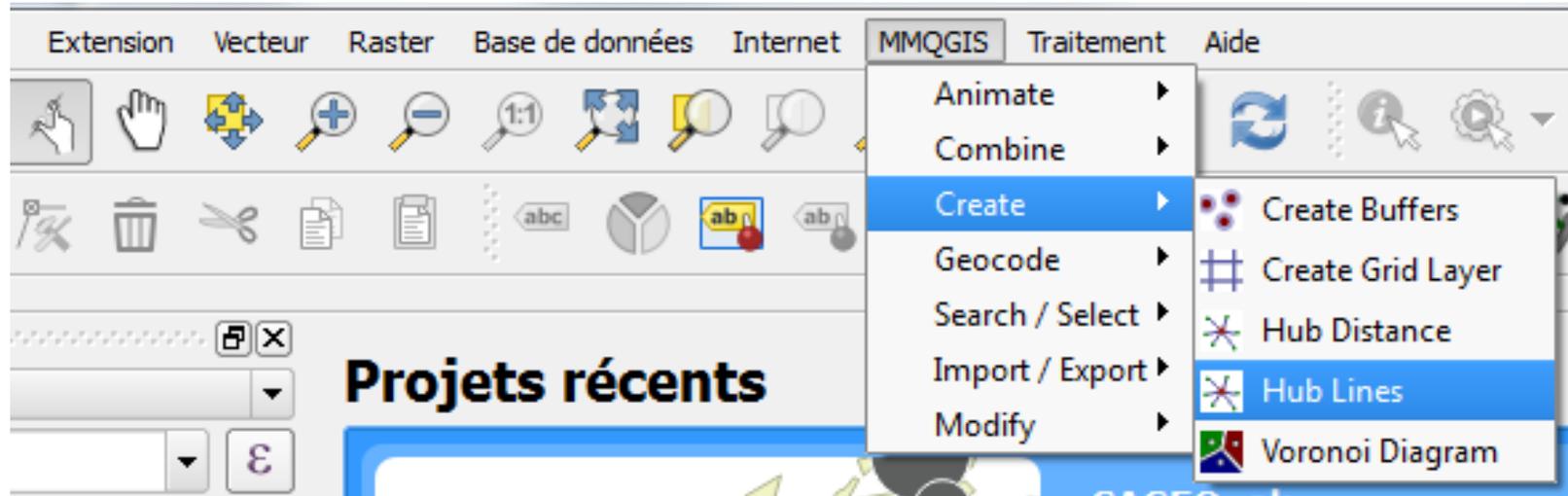


FLOWMAPPER plugin for QGIS 2x (Cern Gulluoglu)



- Plus d'informations : <http://groupefmr.hypotheses.org/4375>

MMQGIS (Michael Minn)



- Un exemple d'utilisation : L. Jégou (2014), Concevoir une jolie carte de flux avec QGIS, <http://portailsig.org/content/qgis-concevoir-une-jolie-carte-de-flux>
- Plus d'informations : <http://groupefmr.hypotheses.org/4375>

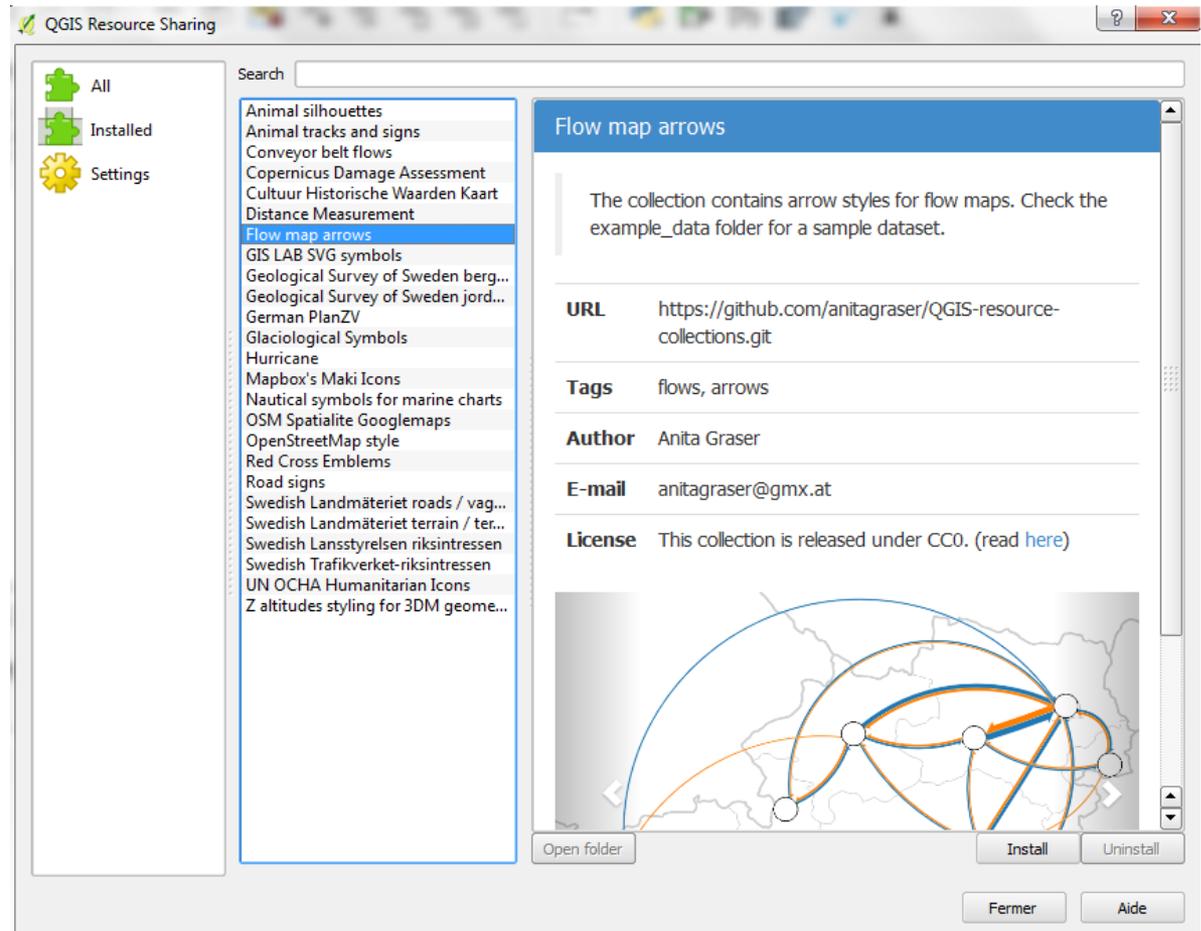
QGIS - RESOURCE SHARING

- Flow maps arrows

Éléments pour un *design*
amélioré des flèches

- Details on good
flow maps

Transformer (quelques)
lignes droites en courbes



-Movement data in GIS #8: edge bundling for flow maps
(fusion graphique après agrégation attributaire dans régions)

Plus d'informations sur le blog de Anita Graser (@underdark) : <https://anitagraser.com>

Sommaire

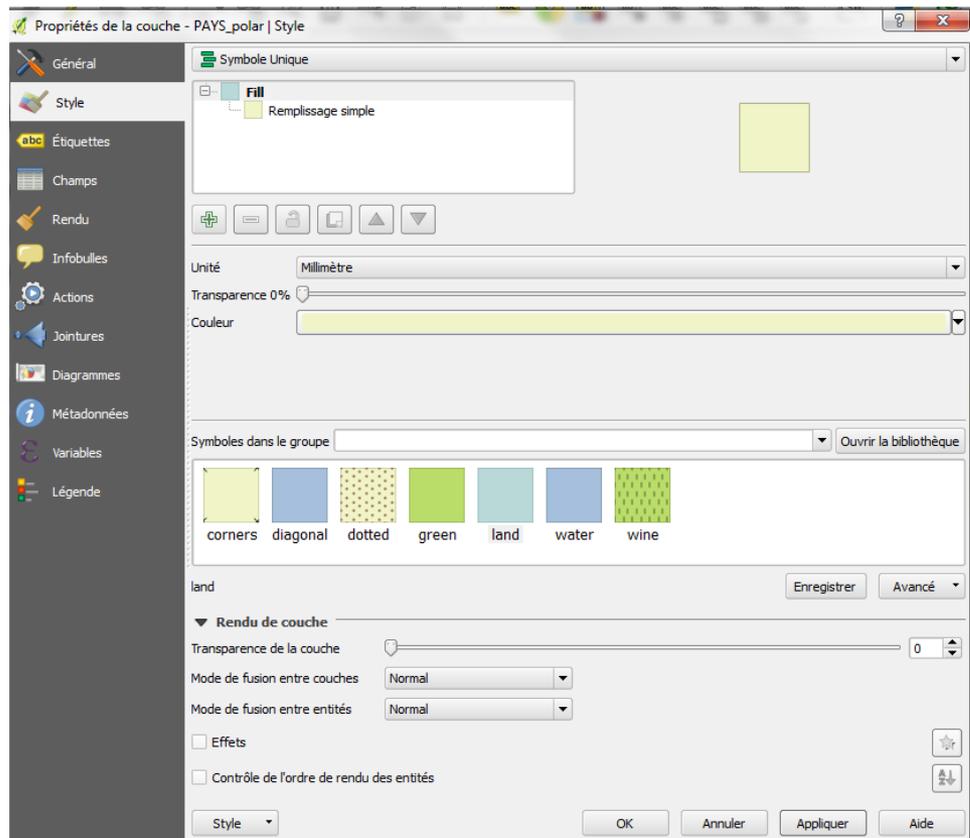
- Pré-requis théoriques et méthodologiques
- Passage à QGIS : préparation(s) de l'espace de travail et des données
- **Application : flux commerciaux mondiaux**

- Chargement des données (préparées en amont) 
(données numériques et géographiques)

(1) Chargement du fond de carte

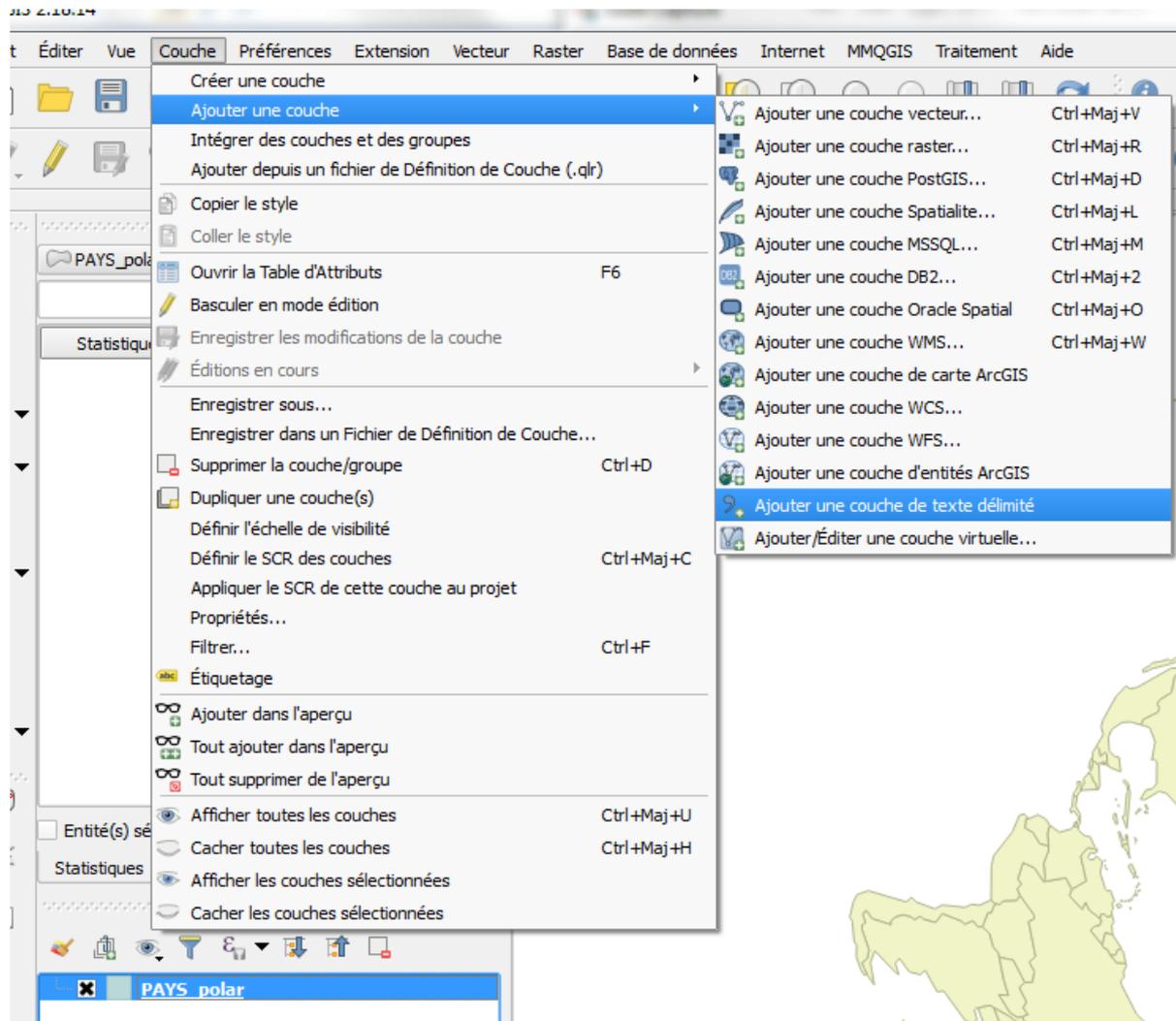
PAYS_MONDE_polar.shp

Shapefile du contour des pays (projection *ECKERT IV – sphère*, EPSG : 53012)



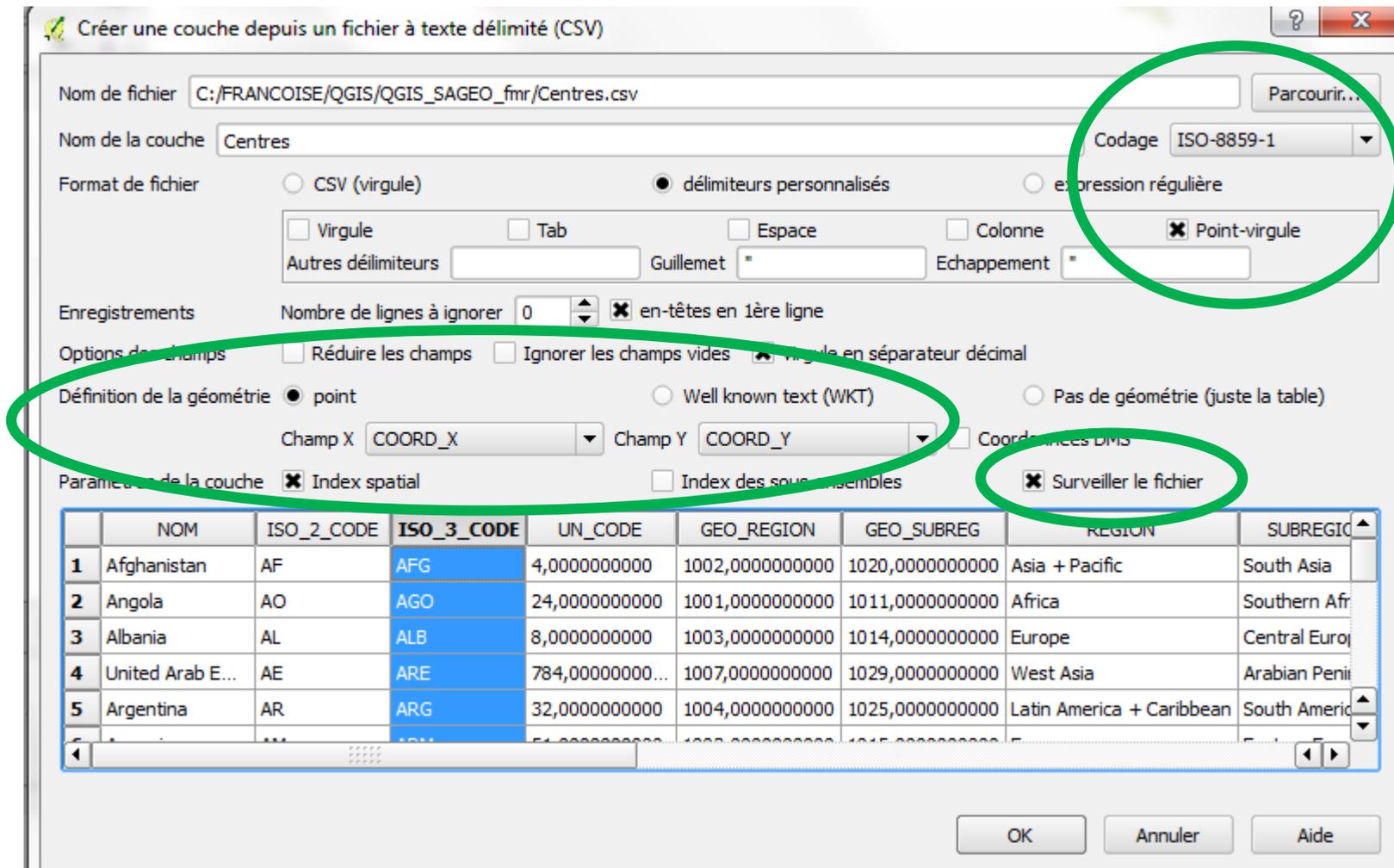
(2) Chargement des fichiers structurels sur les pays

Centres.csv (avec géométrie) puis *STATS.csv* (sans géométrie)

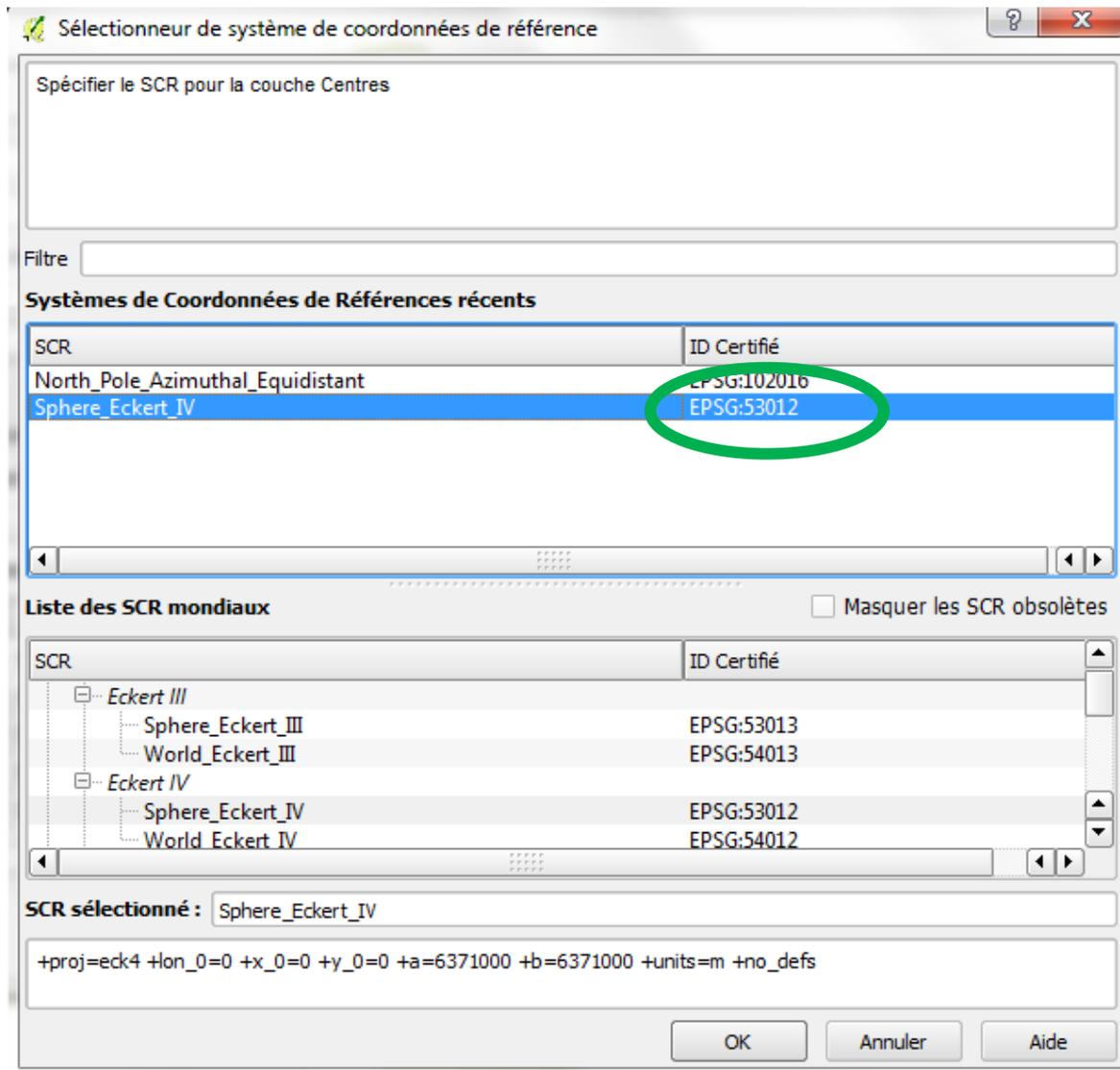


(2) Chargement des fichiers structurels sur les pays

Centres.csv (avec géométrie) puis *STATS.csv* (sans géométrie)

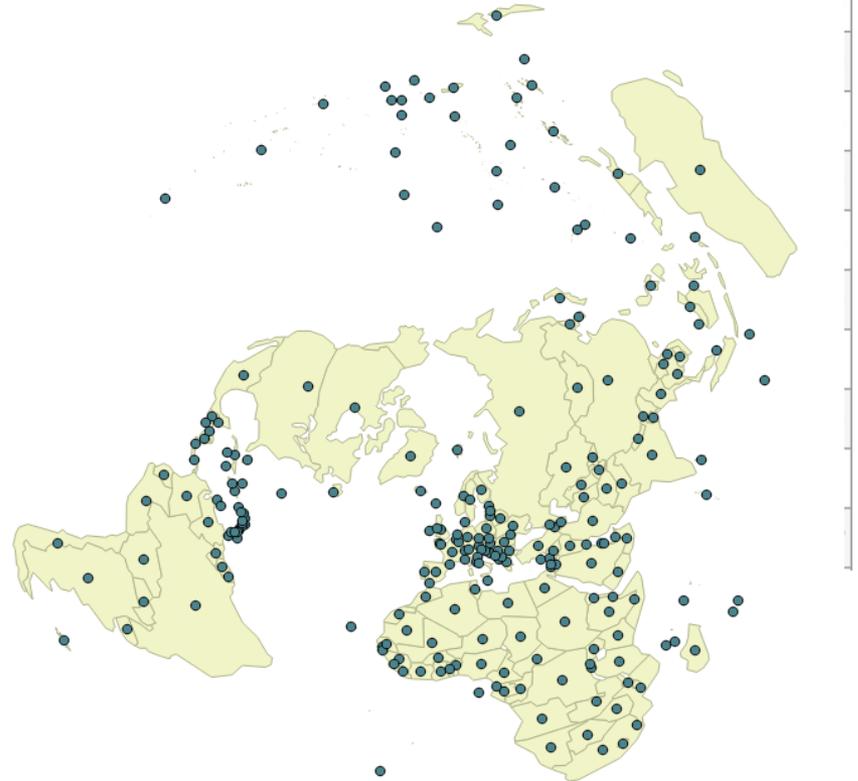


(2) Chargement des fichiers structurels sur les pays
Centres.csv (avec géométrie) puis *STATS.csv* (sans géométrie)



Centres :: Total entités: 236, filtrées: 236, sélectionnées: 0

	NOM	SO_2_CODE	ISO_3_CODE	UN_CODE	GEO_REGION	GEO_SUBREG	REGION	SUBREGION	COORD_X	COORD_Y
1	Afghanistan	AF	AFG	4	1002	1020	Asia + Pacific	South Asia	5708720	-2535580
2	Angola	AO	AGO	24	1001	1011	Africa	Southern Africa	3424100	-10811400
3	Albania	AL	ALB	8	1003	1014	Europe	Central Europe	1873570	-5095560
4	United Arab Emir...	AE	ARE	784	1007	1029	West Asia	Arabian Peninsula	5995320	-4279510
5	Argentina	AR	ARG	32	1004					
6	Armenia	AM	ARM	51	1003					
7	Australia	AU	AUS	36	1002					
8	Austria	AT	AUT	40	1003					
9	Azerbaijan	AZ	AZE	31	1003					
10	Burundi	BI	BDI	108	1001					
11	Belgium	BE	BEL	56	1003					
12	Benin	BJ	BEN	204	1001					
13	Burkina Faso	BF	BFA	854	1001					
14	Bangladesh	BD	BGD	50	1002					



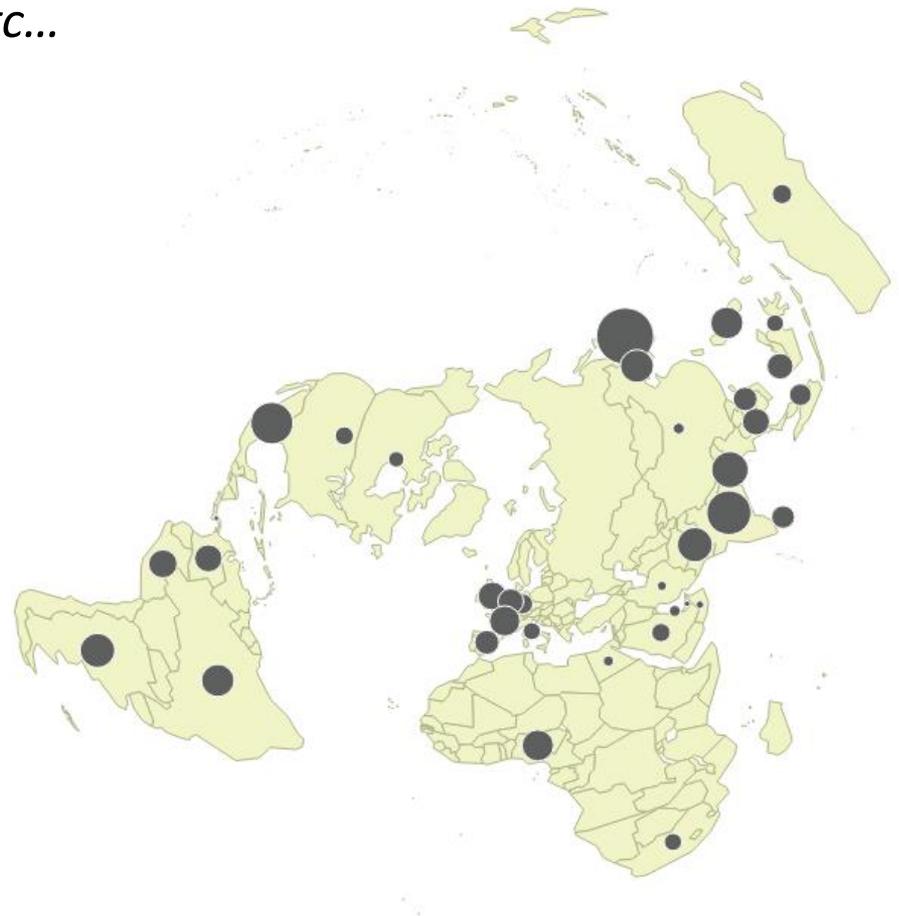
(3) Enrichir les pays avec des informations complémentaires

Jointure de Centres.Shp avec STATS.csv

- *Enregistrer Centres.shp dans Centres_pays.shp*
- *Réaliser la jointure, clé=ISO_3_CODE*
- *Cartographier le PIB, la POP, Oi, Dj, etc...*

Attention :

- trier le **champs représenté** par ordre décroissant pour que les plus petits symboles soient placés au dessus des plus gros
- Ajouter éventuellement un liseret (contour) blanc aux symboles



(4) Chargement du fichier de flux

Ajouter une couche de texte .csv (sans géométrie)

Une matrice au format liste (TOT=valeur du flux)

Créer une couche depuis un fichier à texte délimité (CSV)

Nom de fichier: C:/FRANCOISE/QGIS/QGIS_SAGEO_fmr/Tab_Fij_monde_trade.csv Parcourir...

Nom de la couche: Tab_Fij_monde_trade Codage: ISO-8859-1

Format de fichier: CSV (virgule) délimiteurs personnalisés expression régulière

Virgule Tab Espace Colonne Point-virgule

Autres délimiteurs: Guillemet: " Echappement: "

Enregistrements: Nombre de lignes à ignorer: 0 en-têtes en 1ère ligne

Options des champs: Réduire les champs Ignorer les champs vides Virgule en séparateur décimal

Définition de la géométrie: point Well known text (WKT) Pas de géométrie (juste la table)

Paramètres de la couche: Index spatial Index des sous-ensembles Surveiller le fichier

	Id	ISOi	ISOj	Xi	Yi	Xj	Yj	DIST_ij	CONTIG_ij	TOT
1	1	USA	CAN	-4864920	1123980	-3217850	367048	2103	1	177438,0014
2	2	USA	FRA	-4864920	1123980	218769	-4834520	7450	0	23247,9498
3	3	USA	AAA	-4864920	1123980			7307	0	16601,6346
4	4	USA	DEU	-4864920	1123980	782512	-4282520	7594	0	39716,9235
5	5	USA	ITA	-4864920	1123980	1075510	-5161230	8276	0	10491,7548
6	6	USA	NLD	-4864920	1123980	410210	-4201250	7280	0	22164,546

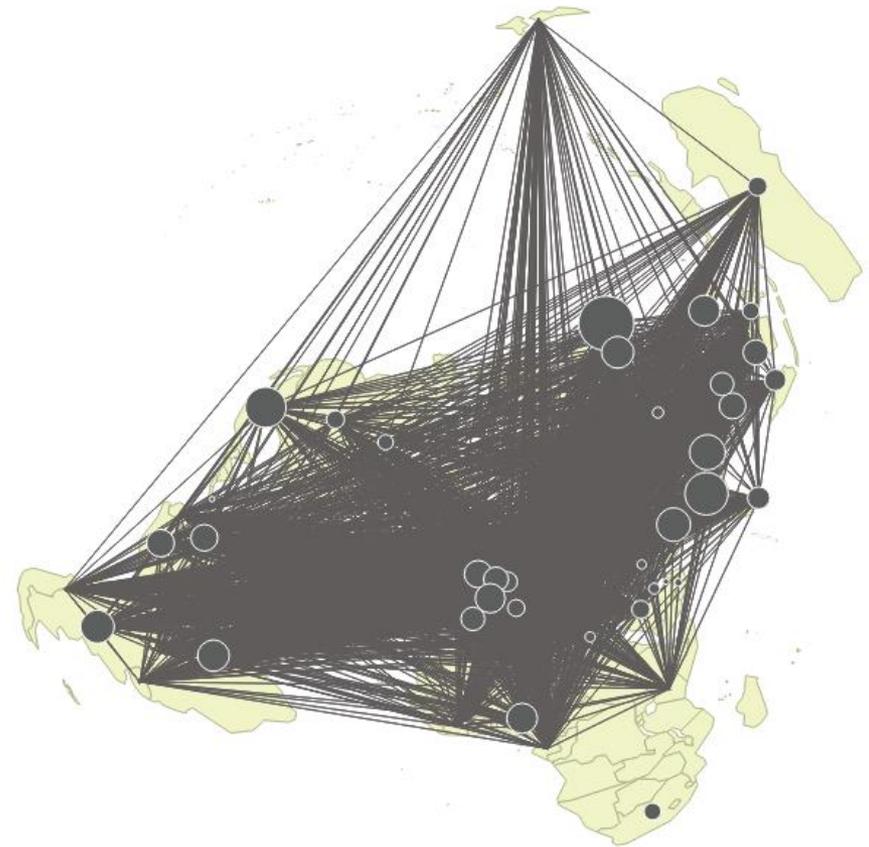
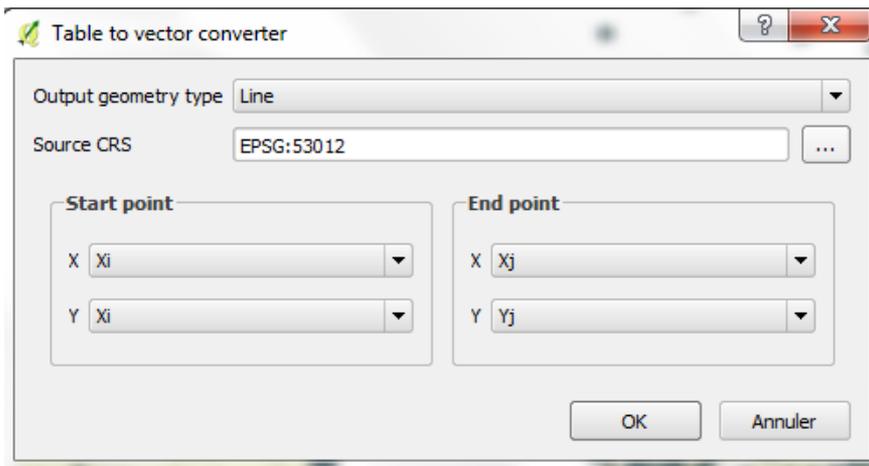
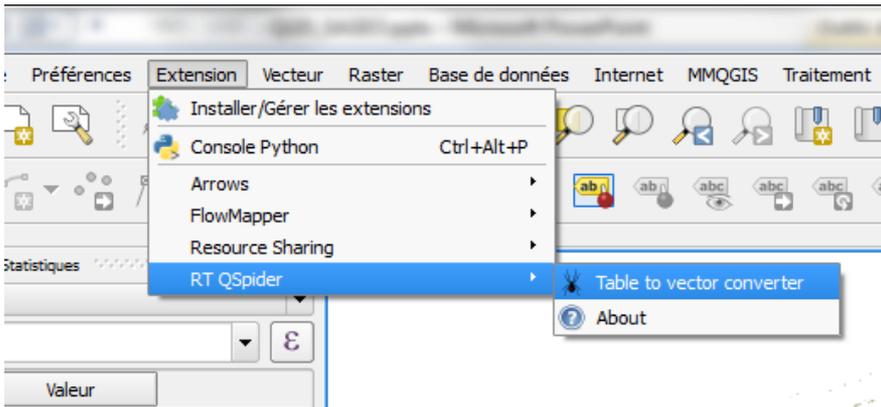
OK Annuler Aide

(4) Chargement du fichier de flux

Ajouter une couche de texte .csv (sans géométrie)



Extension / RT_QSPIDER (générer la géométrie)



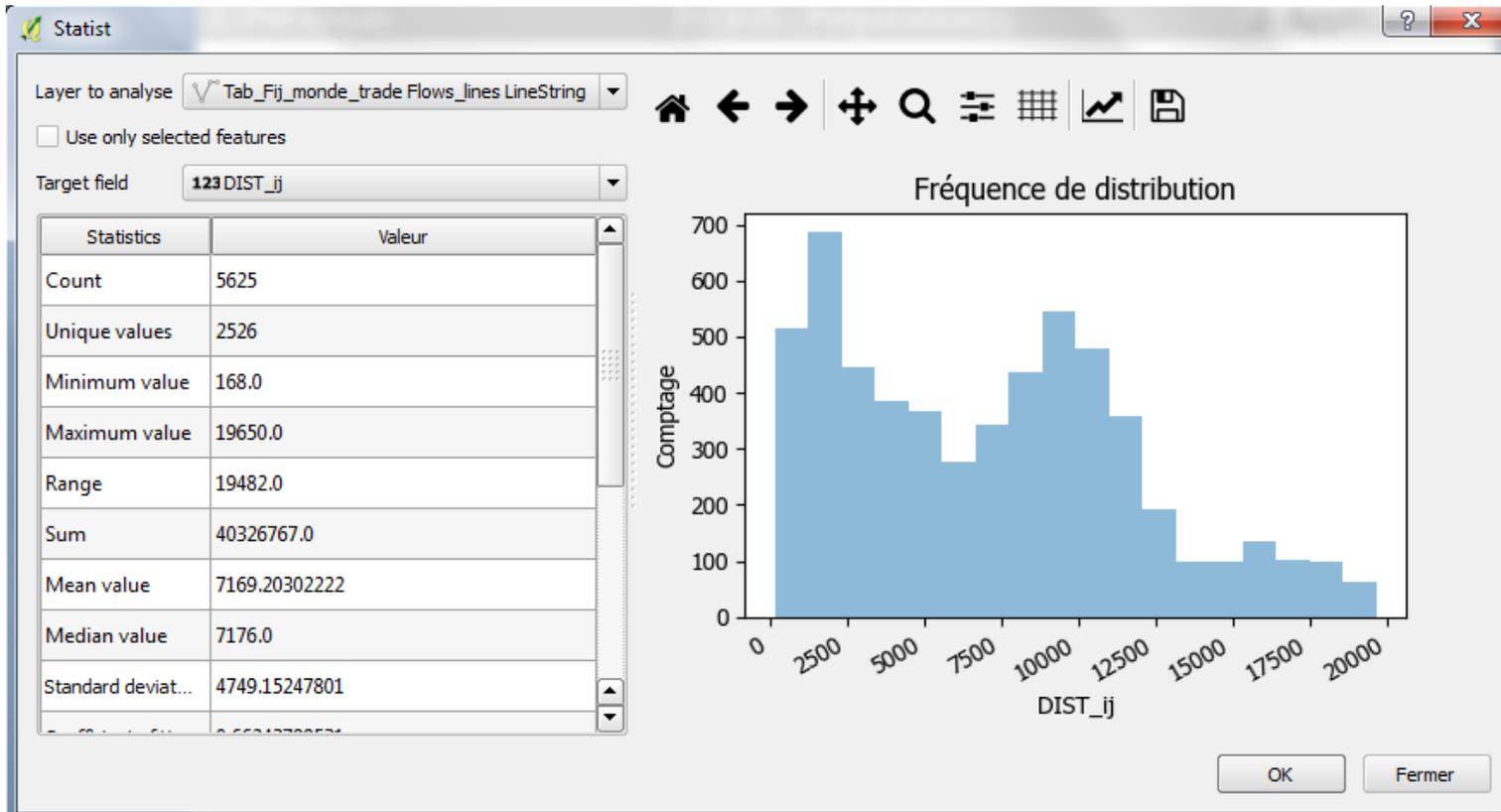
« Effet spaghetti »

(5) Explorer les données de la table *de flux*

Création (ou non) d'un champs 'DIST' (distance parcourue)

Menu VECTEUR \ STATIST

- histogramme de fréquence des distances
- relevé des paramètres de tendance centrale, position, etc.



(6) Filtrer les données :

Fij <- (DIST < Q1) avec Q1= 2736 km

Constructeur de requête

Ajustement du filtre du fournisseur de données sur Lines2

Champs	Valeurs
Id	
ISOi	
ISOj	
Xi	
Yi	
Xj	
Yj	
DIST_ij	
CONTIG_ij	
TOT	
orig_ogc_fid	

Échantillon

Utiliser la couche non filtrée

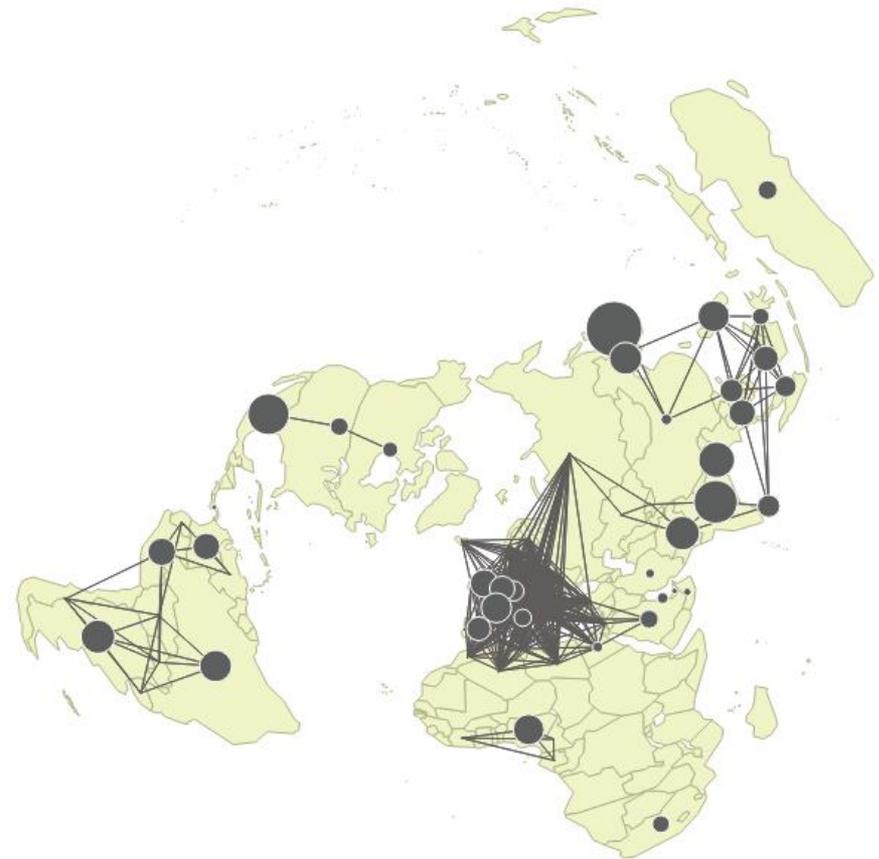
▼ Opérateurs

=	<	>	LIKE	%	I
<=	>=	!=	ILIKE	AND	C

Expression de filtrage spécifique au fournisseur de données

```
"DIST_ij" <= 2736
```

OK Tester Effacer Annuler Aide



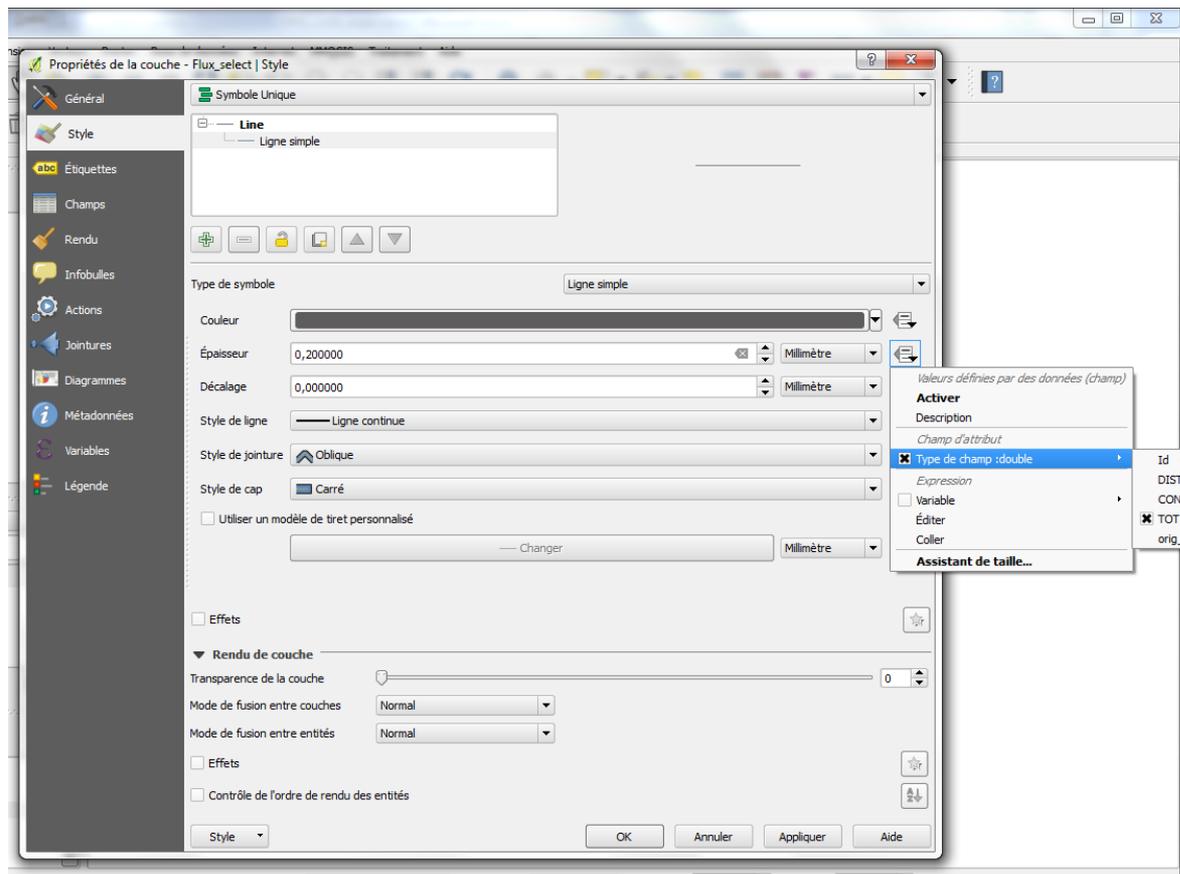
(7) Valuation des liens

Propriétés / Styles / *Symbole unique* / Line simple

Épaisseur ... en millimètres

Cliquer sur « Assistant de taille »

Champs TOT



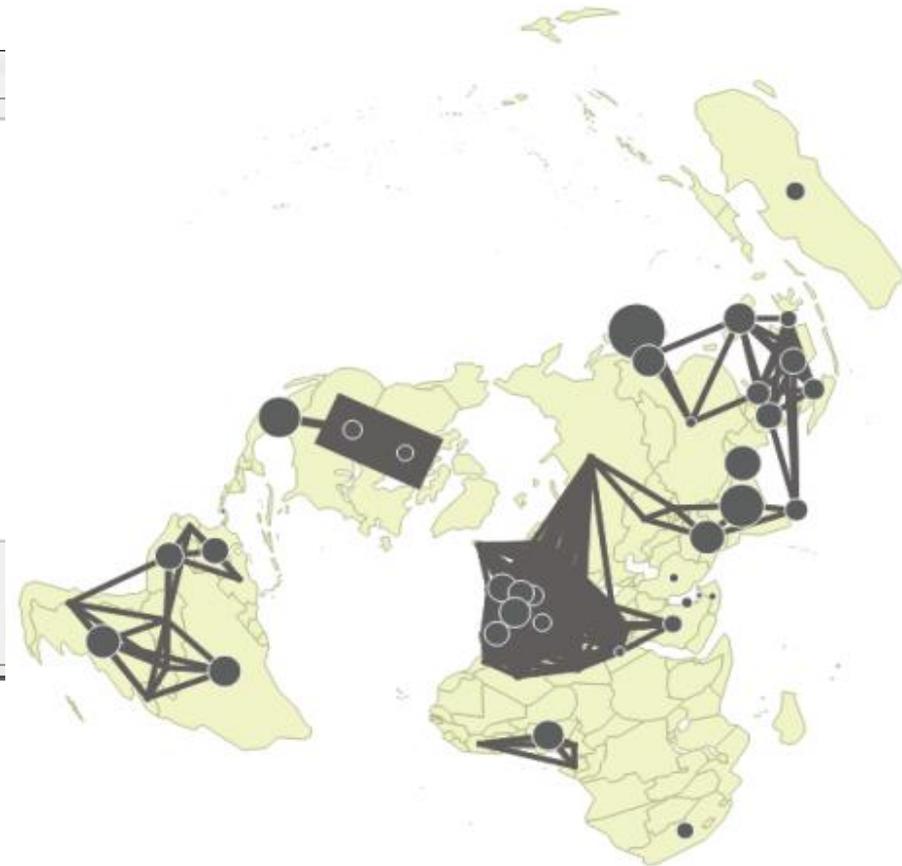
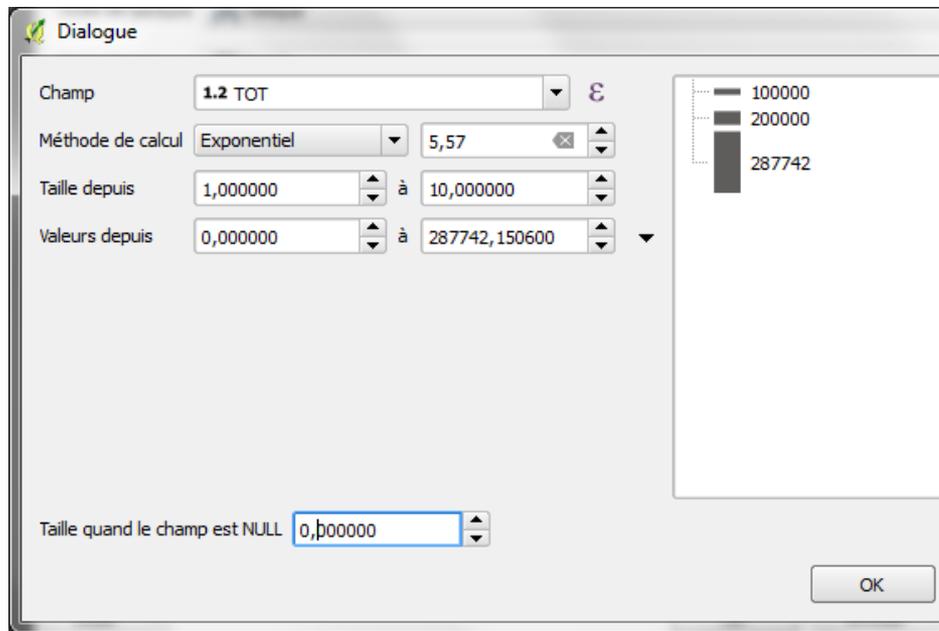
(7) Valuation des liens

Propriétés / Styles / *Symbole unique* / Line simple

Épaisseur ... en millimètres

Cliquer sur « Assistant de taille »

Champs TOT



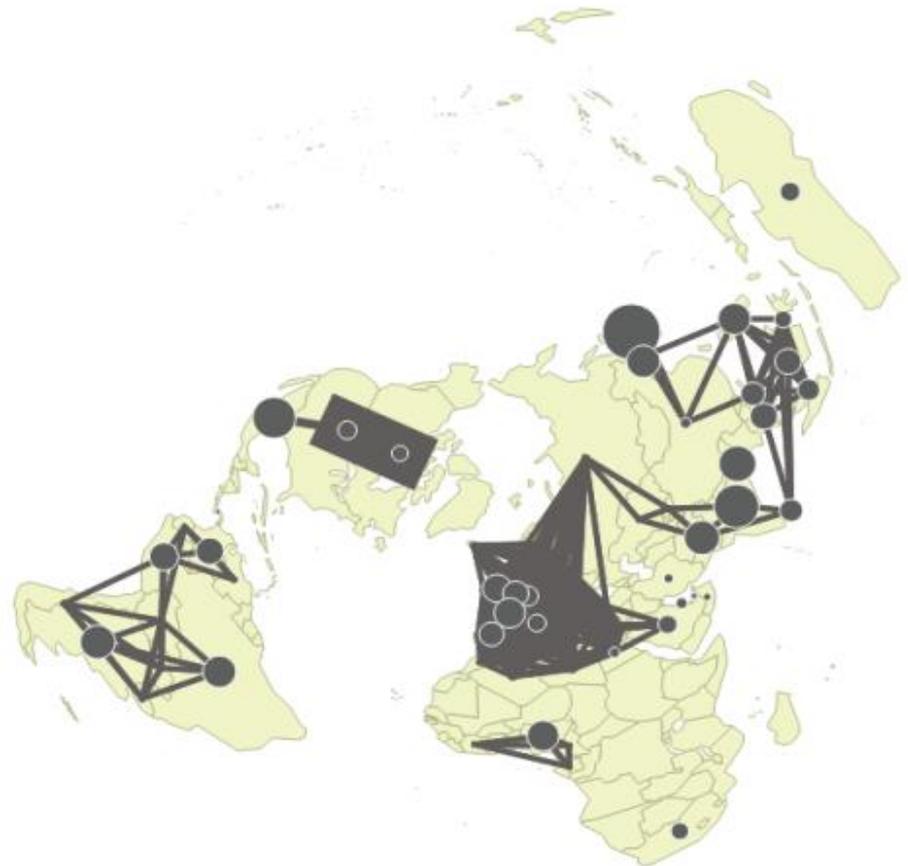
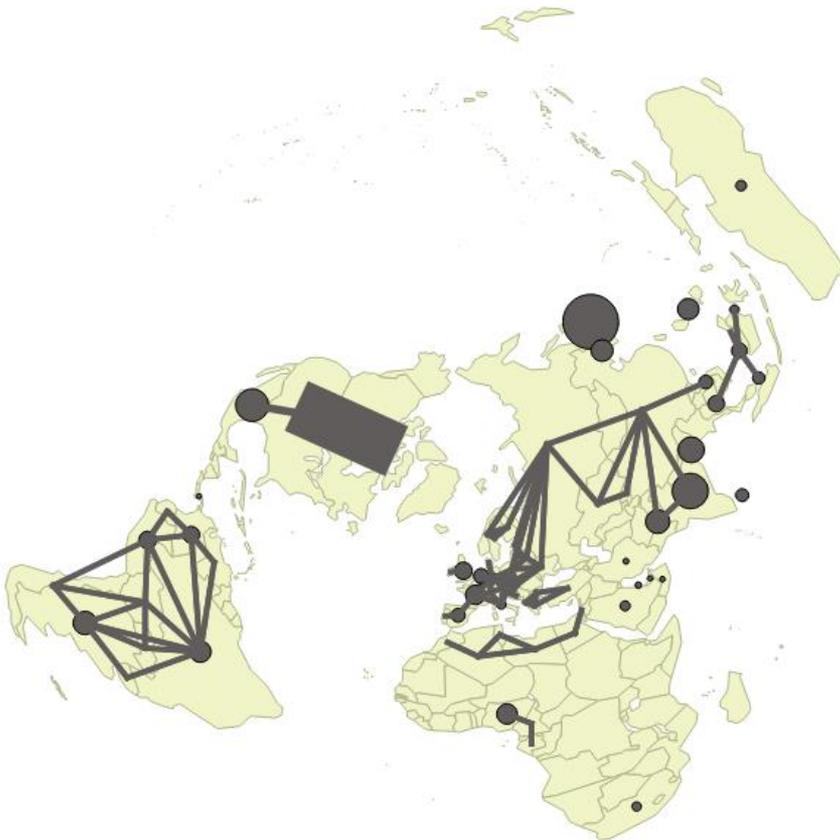
(7) Valuation des liens

Exemple de représentation des flux à courte distance

Flux entre pays limitrophes

Contigüité = 1

Flux inférieurs au 1^{er} quartile



(8) Représenter l'orientation du flux

ou ajouter une pointe de flèche !!!

Attention : ne marche que pour les bandes ! et non pour des flèches

Problème (1) : valuer des flèches

Solution (1) :

Click droit sur symbole Somme / Editer / Expression

Remplacer : `coalesce (scale_exp("TOT", 0, 287742, 0.5, 7, 5.57), 0)`

par : `scale_linear("TOT", 1000, 10000, 0.8, 3)`

Unité: Millimètre

Transparence 0%

Couleur

Largeur: 0,26000

Symboles dans le groupe

Ouvrir la bibliothèque

Bridleway Canal Canal ri Construc Crossing Cycle p Dam Ditch Drain Floodway

Enregistrer Avancer

▼ Rendu de couche

Transparence de la couche

Mode de fusion entre couches: Normal

Valeurs définies par des données (expression)

désactiver

Description

Champ d'attribut

Type de champ : chaîne, entier, double

Expression

Variable

Actuelcoalesce(scale_exp("TOT", 3.3744, 2...

Éditer

Copier

Coller

Effacer

Assistant de taille...

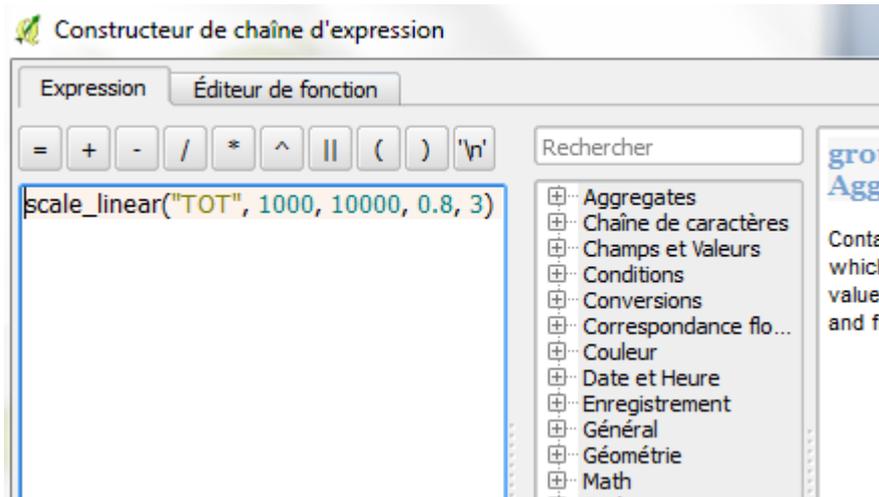
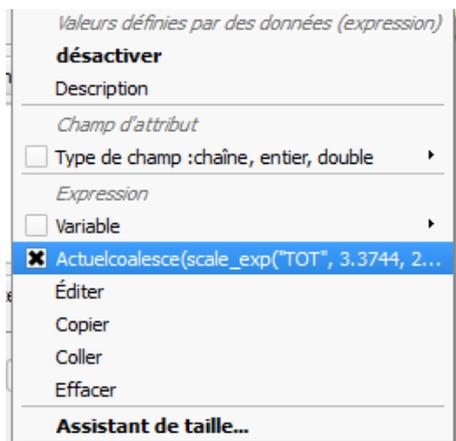
(8) Représenter l'orientation du flux ou Ajouter une pointe de flèche !!!

Problème (1) : valuer des flèches

Solution (1) :

Click droit sur symbole Somme / Editer / Expression

Remplacer : `coalesce (scale_exp("TOT", 0, 287742, 0.5, 7, 5.57), 0))`
par : `scale_linear("TOT", 1000, 10000, 0.8, 3)`



(8) Représenter l'orientation du flux ou ajouter une pointe de flèche !!!

(2) Problèmes de disposition des figurés

(3) Problèmes de choix de résolution, voire d'agrégation
(Europe)

Solutions (2) et (3) :

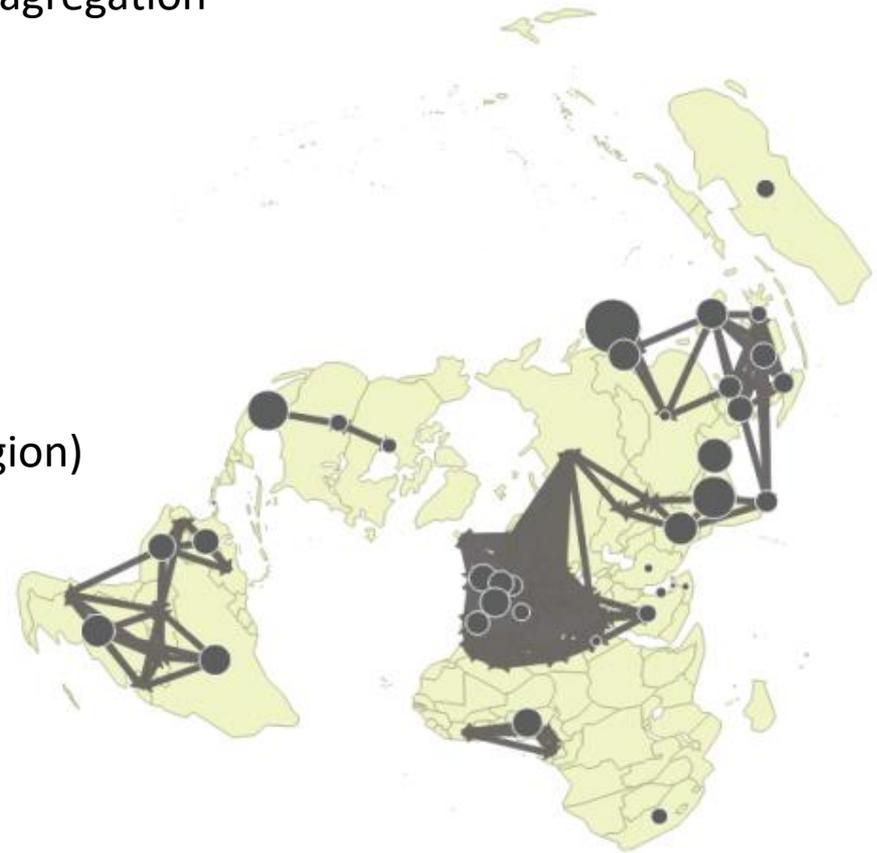


Terminer à la main

- Augmenter le niveau de filtrage
- Réduire l'emprise (limiter l'analyse à une région)



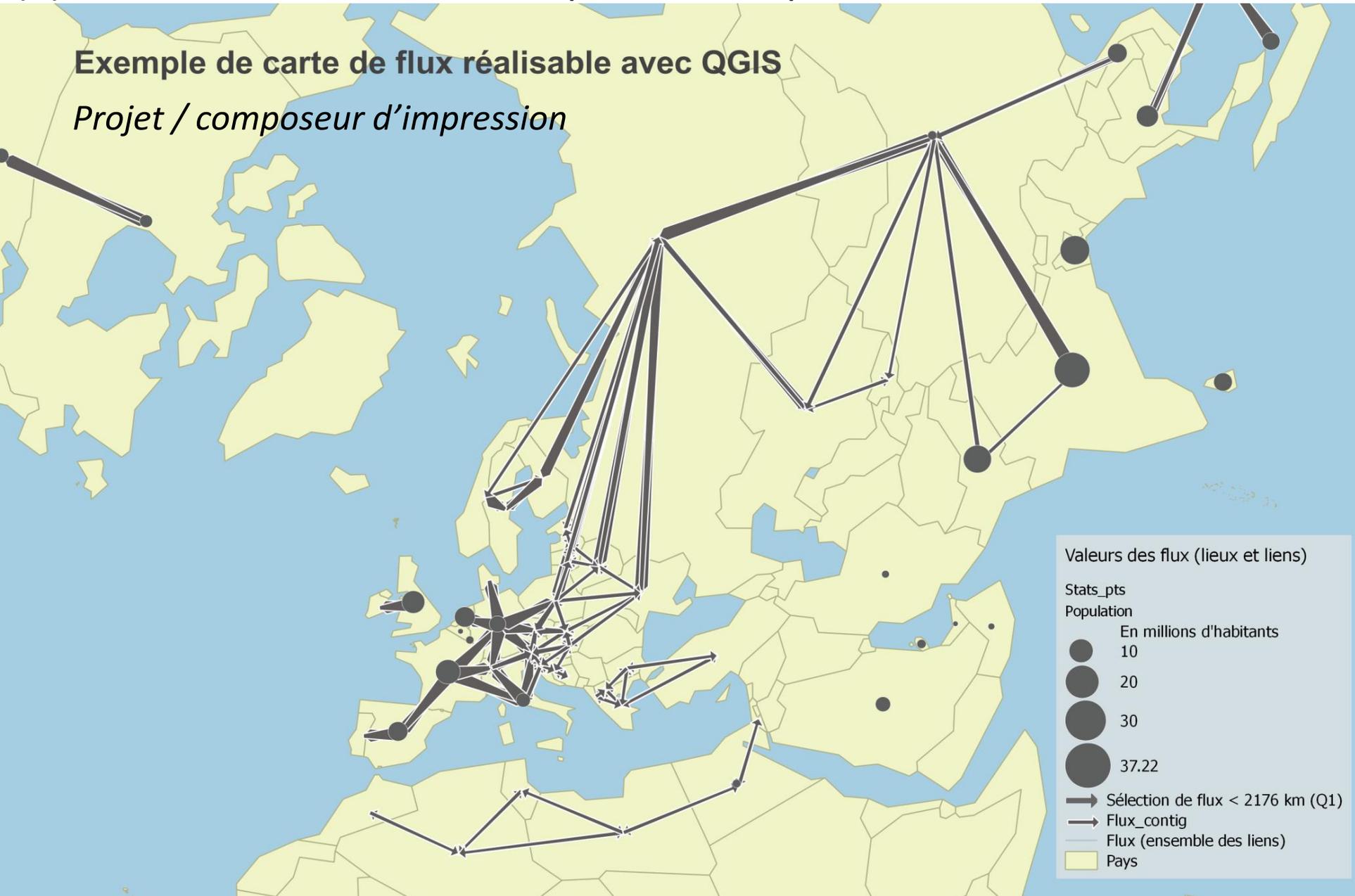
- Décomposer (pour éviter la flèche ou les doubles liens
(représenter un volume, un transferts nets)



(9) Finaliser la carte : le « Compositeur d'impression »

Exemple de carte de flux réalisable avec QGIS

Projet / compositeur d'impression



SAGEO

Spatial Analysis and GEOmatics 2017

DU 6 AU 9 NOVEMBRE 2017



Merci de votre attention



groupe f.m.r.



Françoise Bahoken

francoise.bahoken@ifsttar.fr

@fbahoken