

Atelier Mondis-Geovisu

Circulation des marchandises et visualisation des flux

Toulouse, 10 mars 2017

Géo-visualiser les flux maritimes mondiaux sur le temps long : résultats préliminaires à partir du portail Geoseastems

Mattia Bunel & César Ducruet
CNRS – UMR 8504 Géographie-cités

*avec la collaboration de Claire Lagesse (THEMA), Françoise Bahoken
(IFSTTAR), Eric Mermet (EHESS) et Séléna Petit (CNRS)*



Plan de la présentation

1. Nature et contexte scientifique
2. Démonstration du prototype et résultats préliminaires sur la période 1890-1925
3. Développements à venir

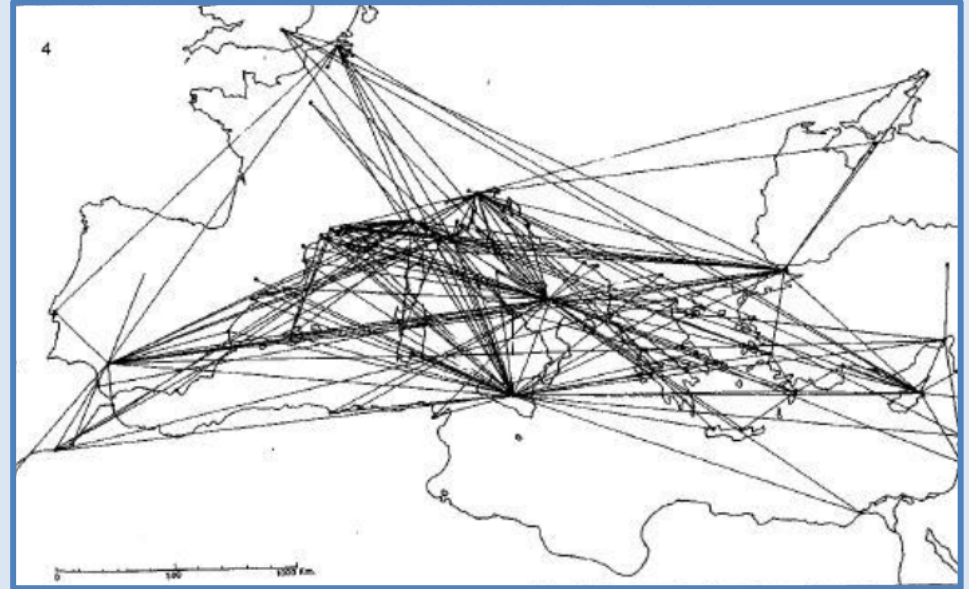
Nature et contexte scientifique

- Absence frappante d'une cartographie précise et rigoureuse des flux maritimes mondiaux des années 1940 aux années 2010

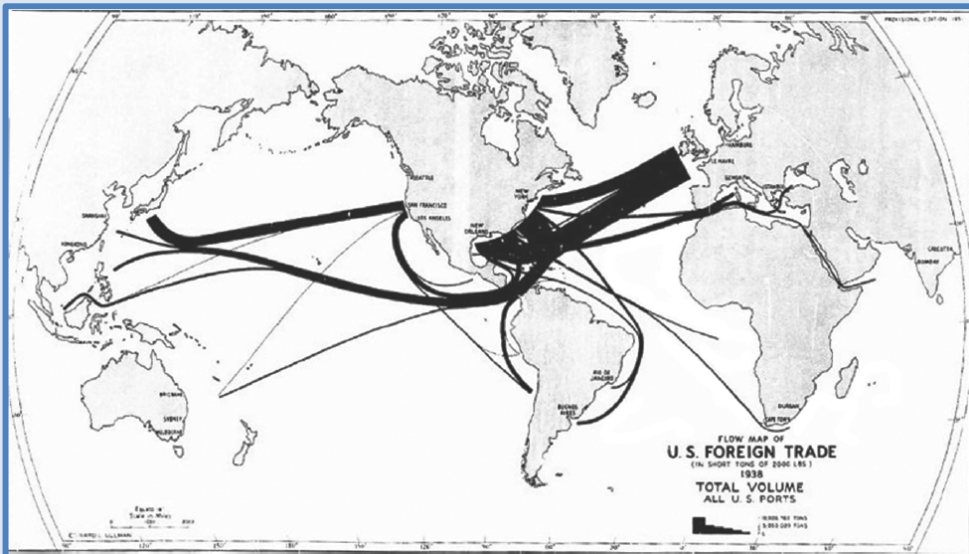
André Siegfried (1940)



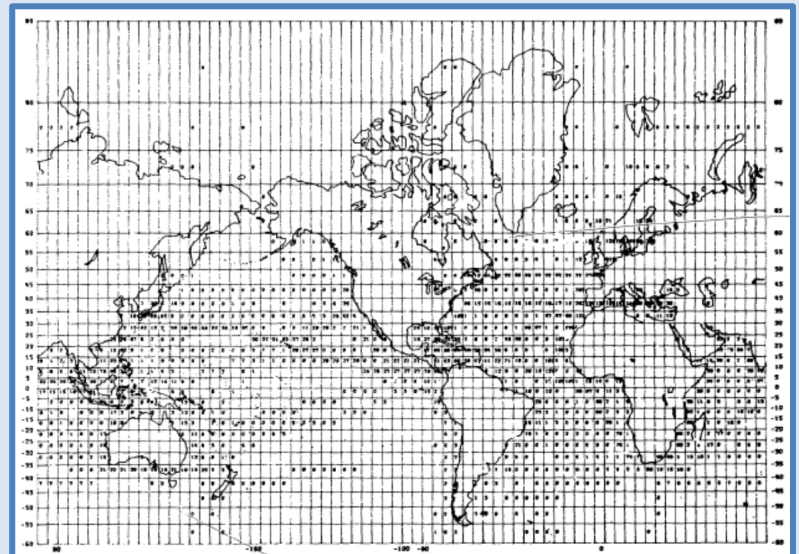
Jacques Bertin (1973)



Edward Ullman (1949)



Franklin McKenzie (1975)



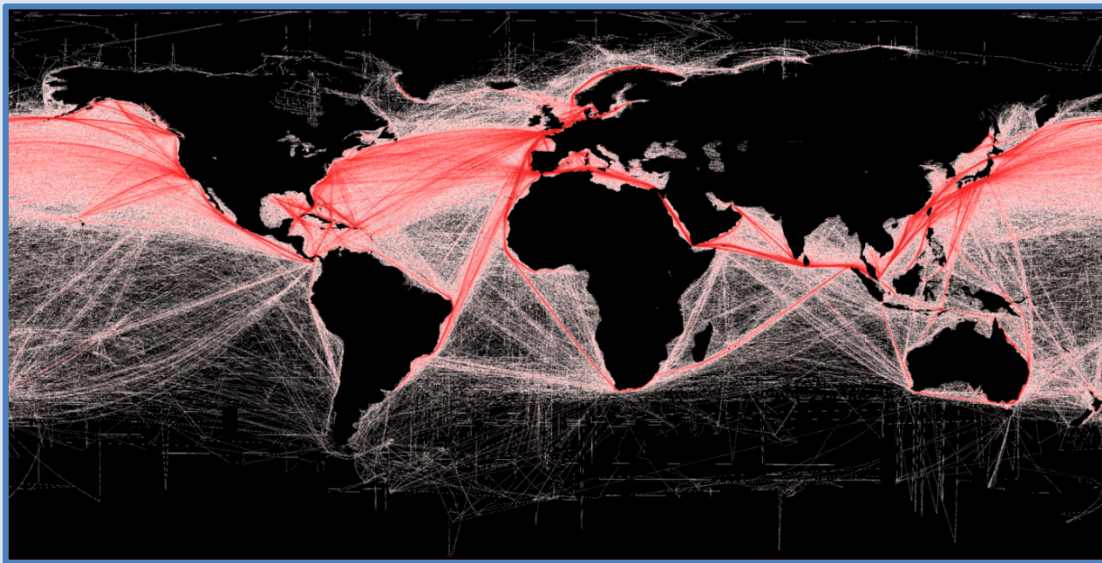
... à de (très) rares exceptions !

Nature et contexte scientifique du projet

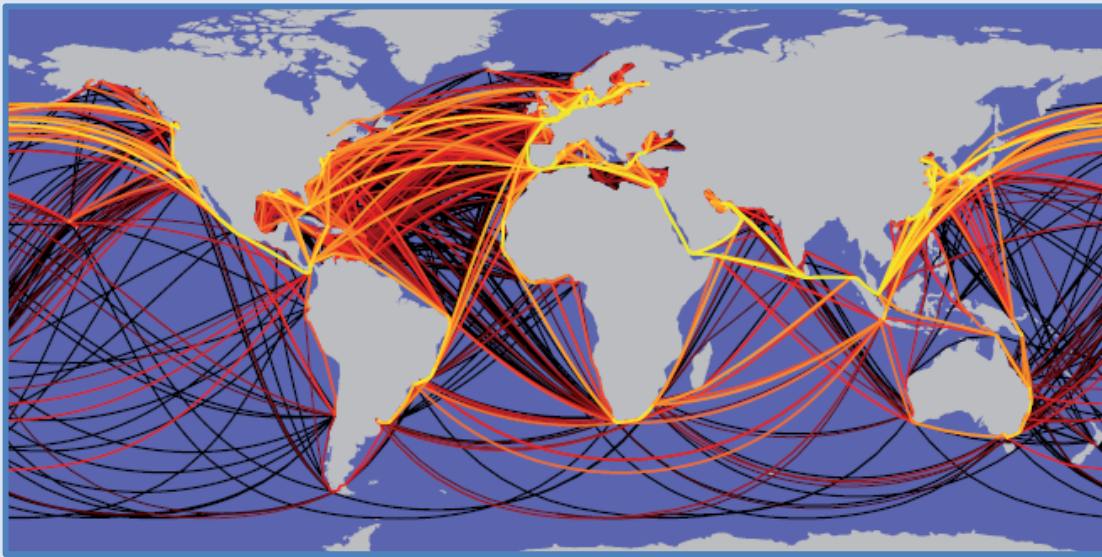
- Absence frappante d'une cartographie précise et rigoureuse des flux maritimes mondiaux des années 1940 aux années 2010
- **Emergence de nouvelles données maritimes radar et satellite, évolution des outils d'analyse et de la puissance de calcul informatique**

Quelques approches mondiales ...

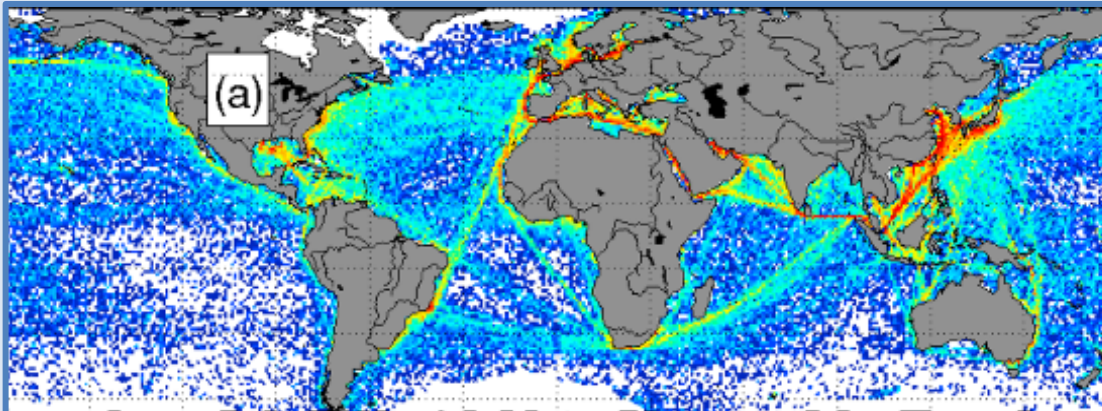
Halpern et al. (2008)

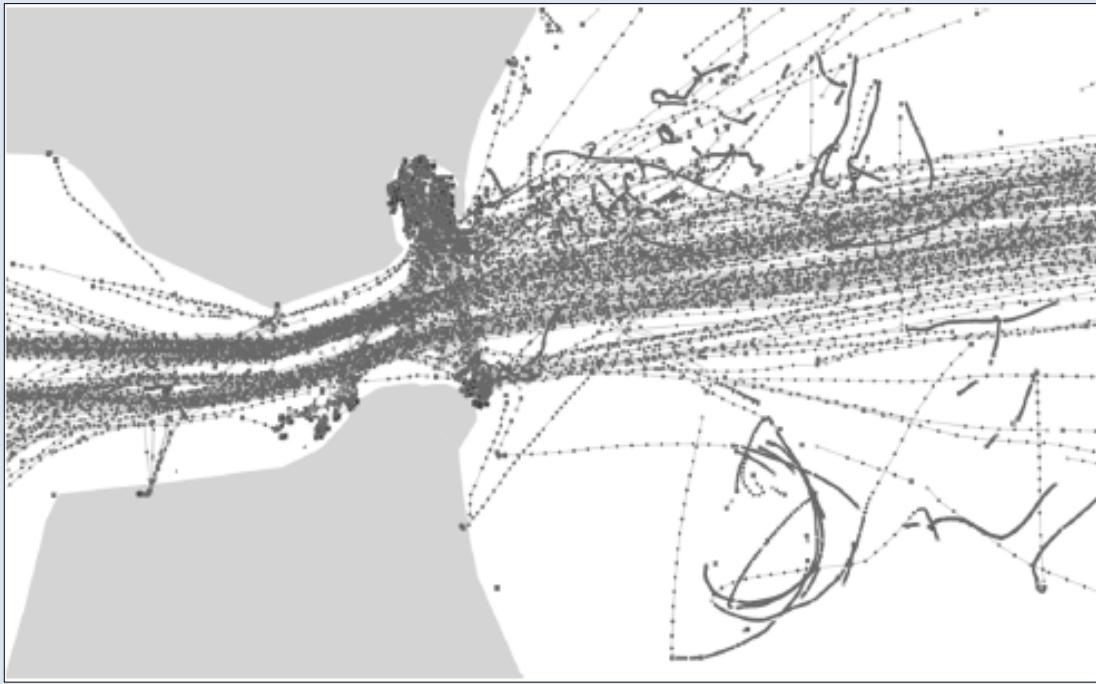


Kaluza et al. (2010)



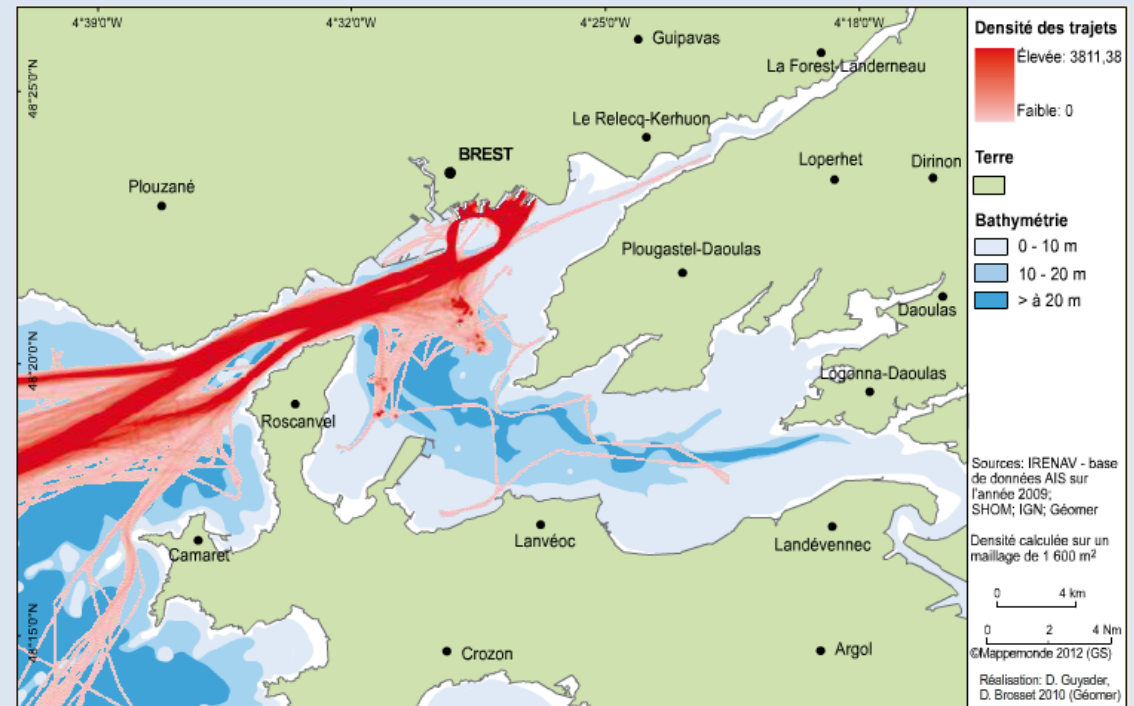
Tournadre (2014)





... d'autres plus locales

Etienne et al. (2015)



Le Guyader et al. (2014)

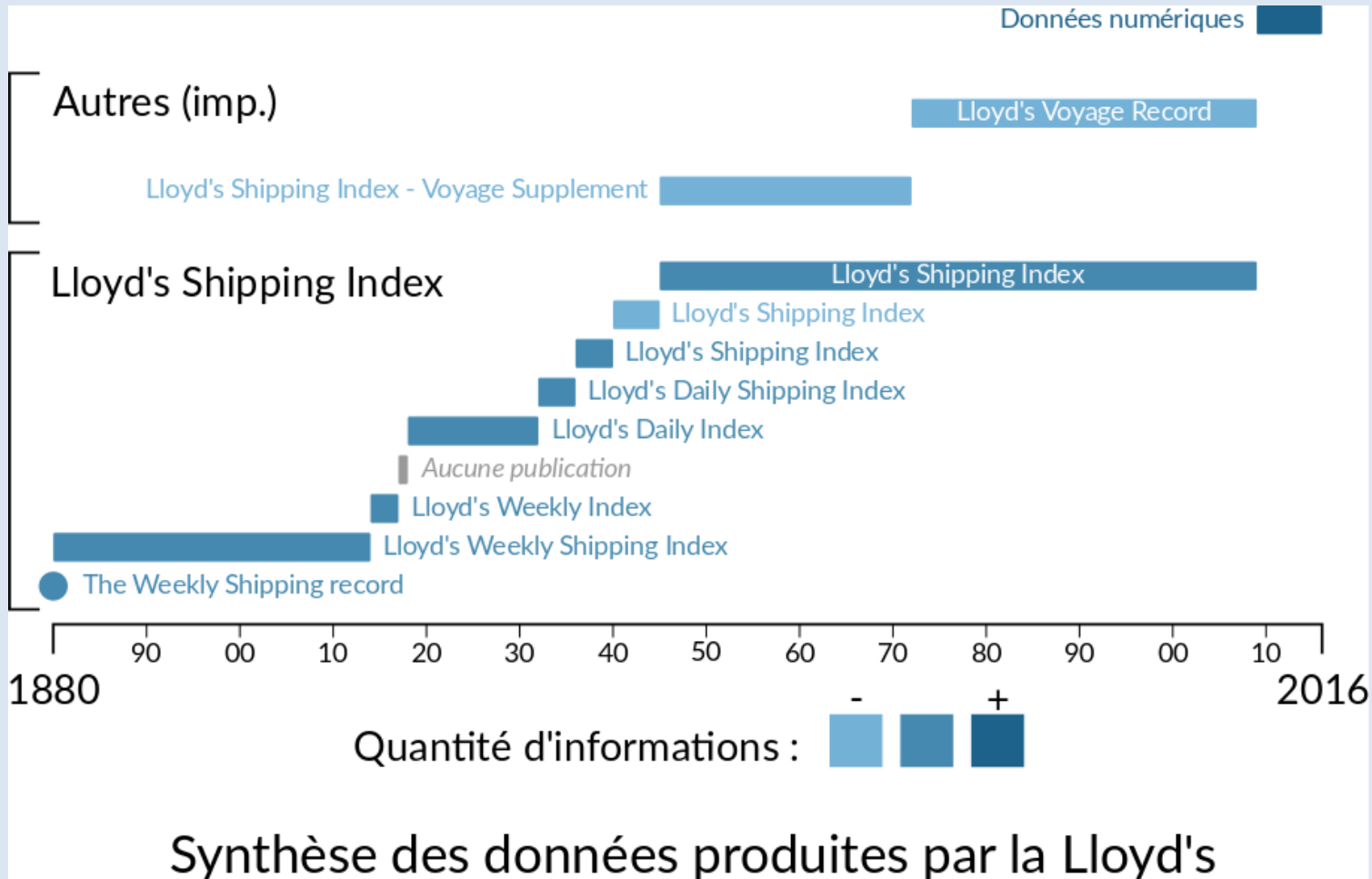
Nature et contexte scientifique du projet

- Absence frappante d'une cartographie précise et rigoureuse des flux maritimes mondiaux des années 1940 aux années 2010
- Émergence de nouvelles données maritimes radar et satellite, évolution des outils d'analyse et de la puissance de calcul informatique
- **Méconnaissance de l'évolution spatio-temporelle du commerce maritime mondial à long-terme et de la position des villes portuaires dans ce réseau dynamique : le projet ERC World Seastems**

L'ERC World Seastems : 3 axes thématique et 1 axe transversal

1. Structure et évolution du réseau maritime mondial
2. Régionalisation des échanges, chocs et bifurcations
3. Coévolution des villes et du commerce maritime
4. **Géovisualisation des routes / flux maritimes**

Détail des sources



Une source principale inédite : le corpus d'archives de la Lloyd's, 1^{er} assureur mondial
Matrice mondiale évaluée et orientée de mouvements interportuaires quotidiens

Le Lloyd's Shipping Index

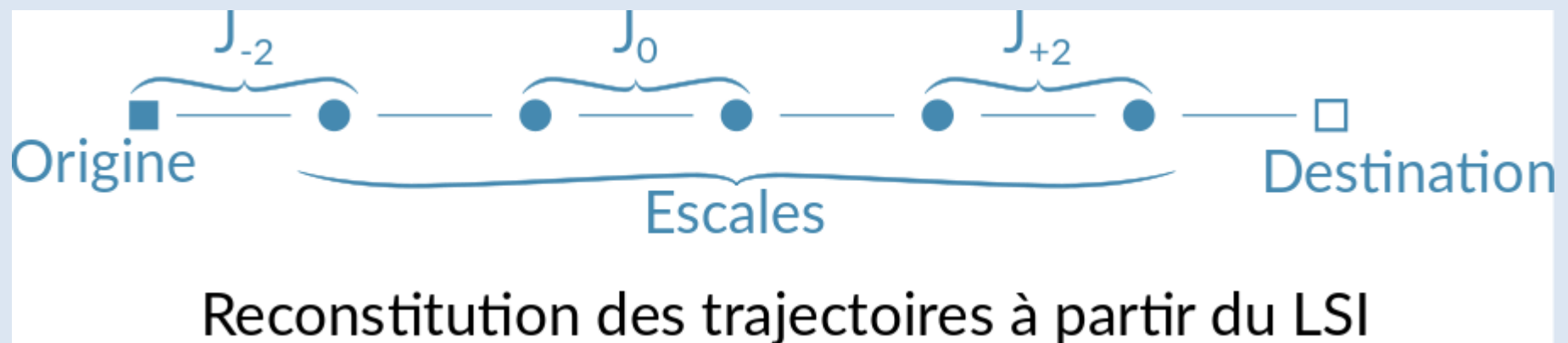
LLOYD'S DAILY INDEX, Apr. 1, 1925.

VESSEL	Owner	Flag	Reg.	Year	Tons	From	For	Latest Report
				bit	Gross	Net		
A. C. Bedford (tank)	(J.O.C.)	Am	*K	18	9485	5899	Tampico	Colon Ar Mar 25
A. K. Fernström		Sw	*	02	868	433	Rouen Mar 9 & Leith Mar 13	
A. L. Kent (Mystic)		Am	*K	29	5849	3864	Boston Mar 16	Norrköping Ar Mar 22
A. Wicander (Svea)		Sw	v	91	943	661	Rouen Mar 28	Sewalls Point Ar Mar 18
Aachen (N.D.L.)		Ge	a	23	6274	3872	Yokohama Mar 19	Antwerp & Stockholm Ar Antwerp Mar 8
Aagot		No	*	06	3595	2289	New York Mar 27	Bremen Ar Dairen Mar 27
Aagtekerk (Verenigde)		Du	*	15	8964	5581	Brisbane Mar 21	Nicolaieff Ar Hampton Rds
Aalborg (Hansen, C. K.)		Da	y	20	1258	723	Huelva Mar 27	Dunkirk
Aalsum (Vinke)		Du	*	22	5422	3206	New York Mar 28	Hamburg
Aarsten (motor)	Composite	No	x	18	439	238	Goole Mar 21	Odessa
Aase (Torm)		Da	c	24	1206	712	Valencia Mar 27	Fredrikshald Ar Mar 25
Aba (motor) (E.D. & Co.)		Br	*	18	7937	4596	Lagos Feb 27	Liverpool Ar Mar 15—In pt
Abadessa (Furness)		Br	*	16	6572	4223	La Plata Feb 13	Liverpool Ar Mar 16—In pt
Abando		Sp	v	97	1701	963	Swansea Mar 19	Liverpool Ar Mar 16—In pt
Abangarez (U.F.S.C.)		Am	c	09	4572	2808	New Orleans Mar 18	Susa Pd Gibraltar Mar
Abaris (Walford)		Br	*	04	2592	1830	Bordeaux	Havana
Abbas (Clarke)		Br	*	11	1430	826	Portsmouth Mar 29	Newport Ar Mar 30
Abbassieh (Khedival)		Br	v	89	2784	1708	Constantinople Mar 18 (old)	Tyne Ar Mar 31
Abbasia (Triestino)		It	i	12	3839	2314	Trieste Mar 18	Alexandria Ar Mar 22
								Burghaz Sd Corfu Mar 24

LSI, Édition du 1^{er} Avril 1925

Le Lloyd's Shipping Index

- Publication (généralement) quotidienne entre 1880 et 2008
- Informations diverses sur les navires
- Porte uniquement sur le dernier trajet connu



Le Voyage Record

2 ADL-AIM

LLOYD'S SHIPPING INDEX VOYAGE SUPPLEMENT

[Fri., Apr. 6, 1951.]

Adler (Co) Sd Hamburg Feb 27 Ar Antwerp Mar 1 Sd Antwerp Mar 3 Ar Beirut Mar 17 Sd Beirut Mar 17 Ar Alexandria Mar 20 Sd Alexandria Mar 21 Ar Piraeus Mar 24 Sd Piraeus Mar 24 Ar Saigon Mar 26	Adria—cont. Ar Genoa Mar 1 Sd Genoa Mar 12 Ar Bougie Mar 14 Sd Bougie Mar 16 Ar Gothenburg Mar 24	Africa (Ln) Sd Aden — Ar Port Sudan Feb 10 Sd Port Sudan Feb 10 Ar Suez Feb 13 Sd Suez Feb 19 Ar Port Sudan Feb 23 Sd Port Sudan Feb 26	African Lighting—cont. Ar Lour Marques Feb 7 Sd Lour Marques Feb 9 Ar Dar-es-Salaam Feb 13 Sd Dar-es-Salaam Feb 14 Ar Tanga Feb 15 Sd Tanga Feb 16 Ar Mombasa Feb 19 Sd Mombasa Feb 23 Ar Lour Marques Feb 27 Sd Lour Marques Mar 2 Ar Cape Town Mar 6 Sd Cape Town Mar 7 Ar New York Mar 26 Sd New York Apr 1 Ar Boston Apr 2	Africana (Pa) Sd Baltimore Feb 18 Ar Jucaro Feb 23 Sd Jucaro Mar 8 Ar Casilda Mar — Sd Casilda Mar —	Agia Varvara (Gr) Sd Piraeus Mar 21 Ar Sfax Mar 25 Sd Sfax Mar 27
Admiral de Ruyter (Du) Sd Portland Mar 19 Ar Glasgow Mar 22 Sd Glasgow Mar 27 Ar Lowest Mar 31 Sd Lowest Apr 1	Adriatic (Gr) Sd Maracaibo Mar 16 Ar Caripito Mar 20 Sd Caripito Mar 22 Ar Demerara Mar 25 Sd Demerara Mar 26 Ar Paramaribo Mar 27 Sd Paramaribo Mar 29	Africa Occidental (Po) Sd Bordeaux Mar 6 Ar Belfast Mar 9 Sd Belfast Mar 14 Ar Cardiff Mar 16 Sd Cardiff Mar 20 Ar Lisbon Mar 24	African Moon (Am) Sd Baltimore Mar 2 Ar Hampton Bds Mar 3 Sd Hampton Bds Mar 4 Ar Philadelphia Mar 5 Sd Philadelphia Mar 7 Ar New York Mar 8 Sd New York Mar 13 Ar Walvis Bay Mar 30 Ar Cape Town Apr 2 Sd Cape Town Apr 5	Agamemnon (Br) Sd Philadelphia Nov 15 Ar New York Nov 16 Sd New York Nov 21 Ar Hampton Rds Nov 22 Sd Hampton Rds Nov 23 Ar Charleston Nov 24 Sd Charleston Nov 25 Put back Charleston Nov 27	Agiena (Du) Sd London Feb 7 Ar Rotterdam Feb 8
Admiral Nelson (Du) Sd Barry Mar 23 Ar Guernsey Mar 28 Sd Guernsey Mar — Ar London Mar 30 Sd London Mar 30	Adula (tank) (Br) Sd Pulo Sambu Mar 2 Ar Fremantle Mar 11 Sd Fremantle Mar 17 Ar Singapore Mar 23	African Crossin (Am) Sd Savannah Mar 23 Ar Charleston Mar 23 Sd Charleston Mar 24 Ar Baltimore Mar 26 Sd Baltimore Mar 26 Ar Philadelphia Mar 27 Sd Philadelphia Mar 28 Ar New York Mar 29 Sd New York Apr 1	African Patriot (Am) Sd Baltimore Mar 2 Ar Hampton Bds Mar 3 Sd Hampton Bds Mar 4 Ar Philadelphia Mar 5 Sd Philadelphia Mar 7 Ar New York Mar 8 Sd New York Mar 13 Ar Walvis Bay Mar 30 Ar Cape Town Apr 2 Sd Cape Town Apr 5	Agios Georgios (Gr) Sd Odessa Mar 25 Ar Istanbul Mar 17 Sd Istanbul Mar 17 Ar Algiers Mar 26 Sd Algiers Mar 27	Agios Georgios V (tank) (Gr) Sd Sidon Mar 27 Ar Port Said Mar 28 Sd Port Said Mar 28 Ar Ceuta Apr 2 Sd Ceuta Apr 2
Admiral Chase (Br) Sd Sydney Mar —	Advance (Fj) Sd Hull Mar 14 Ar Gibraltar Mar 24 Sd Gibraltar Mar 24 Ar Malta Mar 29 Sd Malta Apr 3	African Dawn (Am) Sd Baltimore Mar 15 Ar New York Mar 16 Sd New York Mar 17 Ar Dakar Mar 28 Sd Dakar Mar 28 Ar Freetown Mar 20 Sd Freetown Mar 31 Ar Monrovia Apr 1	African Pilgrim (Am) Sd Baltimore Mar 24 Ar New York Mar 25 Sd New York Mar 27	Agios Spyridon (Gr) Sd Genoa Mar 10 Ar Sfax Mar 11 Sd Sfax Mar 15 Ar Bona Mar 18 Sd Bona Mar — Ar Dakar Mar 20 Sd Dakar Mar 30	Agios Vlasios (Gr) Sd Ipswich Mar 17 Ar Mar 29 Ar Casablanca Mar 25
Admiral Codrington (Br) Sd London Jan 31 Ar Thames Haven Jan 31 Sd Thames Haven Jan 31 Ar Curacao Feb 22 Sd Curacao Feb 23 Pd Panama Canal Feb 25 Ar Seattle Mar 14 Sd Seattle Mar 31	Advisee (Br) Sd Glasgow Jan 18 Ar Liverpool Jan 20 Sd Liverpool Mar 1 Ar Port Said Mar 12 Sd Port Said Mar 13 Ar Port Sudan Mar 16 Sd Port Sudan Mar 17 Ar Aden Mar 20 Sd Aden Mar 20 Ar Mombasa Rds Mar 27 Ar Mombasa Apr 3	African Endeavour (Am) Sd Charleston Jan 24 Ar Baltimore Jan 27 Sd Baltimore Jan 27 Ar Philadelphia Jan 28 Sd Philadelphia Jan 30 Ar New York Jan 31 Sd New York Feb 3 Ar Cape Town Feb 20 Sd Cape Town Feb 22 Ar Port Elizabeth Feb 23 Sd Port Elizabeth Feb 26 Ar East London Feb 27 Sd East London Feb 27 Ar Durban Feb 28 Sd Durban Mar 4 Ar Lour Marques Mar 5 Sd Lour Marques Mar 7 Ar Durban Mar 8 Sd Durban Mar 9 Ar East London Mar 10 Sd East London Mar 10 Ar Port Elizabeth Mar 11 Sd Port Elizabeth Mar 11 Ar Cape Town Mar 12 Sd Cape Town Mar 13 Ar New York Mar 29 Sd New York Apr 2	African Pioneer (Am) Sd Savannah Feb 13 Ar Charleston Feb 13 Sd Charleston Feb 13 Ar Baltimore Feb 13 Sd Baltimore Feb 15 Ar Philadelphia Feb 16 Sd Philadelphia Feb 18 Ar New York Feb 18 Sd New York Feb 20 Ar Curacao Feb 25 Sd Curacao Feb 27 Ar Walvis Bay Mar 14 Sd Walvis Bay Mar 15 Ar Cape Town Mar 17 Sd Cape Town Mar 19 Ar Port Elizabeth Mar 20 Sd Port Elizabeth Mar 21 Ar East London Mar 22 Sd East London Mar 22 Ar Durban Mar 23 Sd Durban Mar 26 Ar Lour Marques Mar 27 Sd Lour Marques Mar 29 Ar Beira Mar 30	Agamemnon (Du) Sd New York Mar 31	
Admiral Hardy (Br) Sd Port Swettenham Mar 16 Ar Bangkok Mar — Sd Bangkok Mar 21	Aegean (Br) Sd Swansea Feb 24 Ar Port Said Mar 5 Sd Port Said Mar 6 Ar Aden Mar 9 Sd Aden Mar 10 Ar Penang Mar 19 Sd Penang Mar 22 Ar Port Swettenham Mar 22 Sd Port Swettenham Mar 26 Ar Singapore Mar 27 Sd Singapore Apr 1	African Enterprise (Am) Sd Charleston Mar 7 Ar Baltimore Mar 8 Sd Baltimore Mar 11 Ar Philadelphia Mar 11	African Prince (Br) Sd Vancouver Mar 14 Ar New Westminster Mar 14	Agamemnon (Du) Sd New York Mar 31	Agios Vlasios (Da) Sd Yokohama Mar 10 Ar Shimizu Mar 12 Sd Shimizu Mar 12 Ar Osaka Mar 11 Sd Osaka Mar 11 Ar Kobe Mar 16 Sd Kobe Mar 17 Ar Balikpapan Mar 25 Sd Balikpapan Mar 25
Admiral Simiavin (Ru) Sd Novorossiisk — Ar Singapore Rds Mar 31	Afghanistan (tank)(Br)(4249) Ar Parris Mar 24			Agamemnon (Br) Sd Swanses Jan 23 Ar Liverpool Jan 24 Sd Liverpool Feb 5 Ar Port Said Feb 15 Sd Suez Feb 17 Ar Aden Feb 20 Sd Aden Feb 21 Ar Penang Mar 2 Sd Penang Mar 4	Agios Vlasios (Gr) Sd Santos Mar 26 Ar Montevideo Mar 29

Le Voyage Record

- Publication hebdomadaire entre 1945 et 2008
- Informations sur les navires limitées
- Information sur les trajets plus détaillées

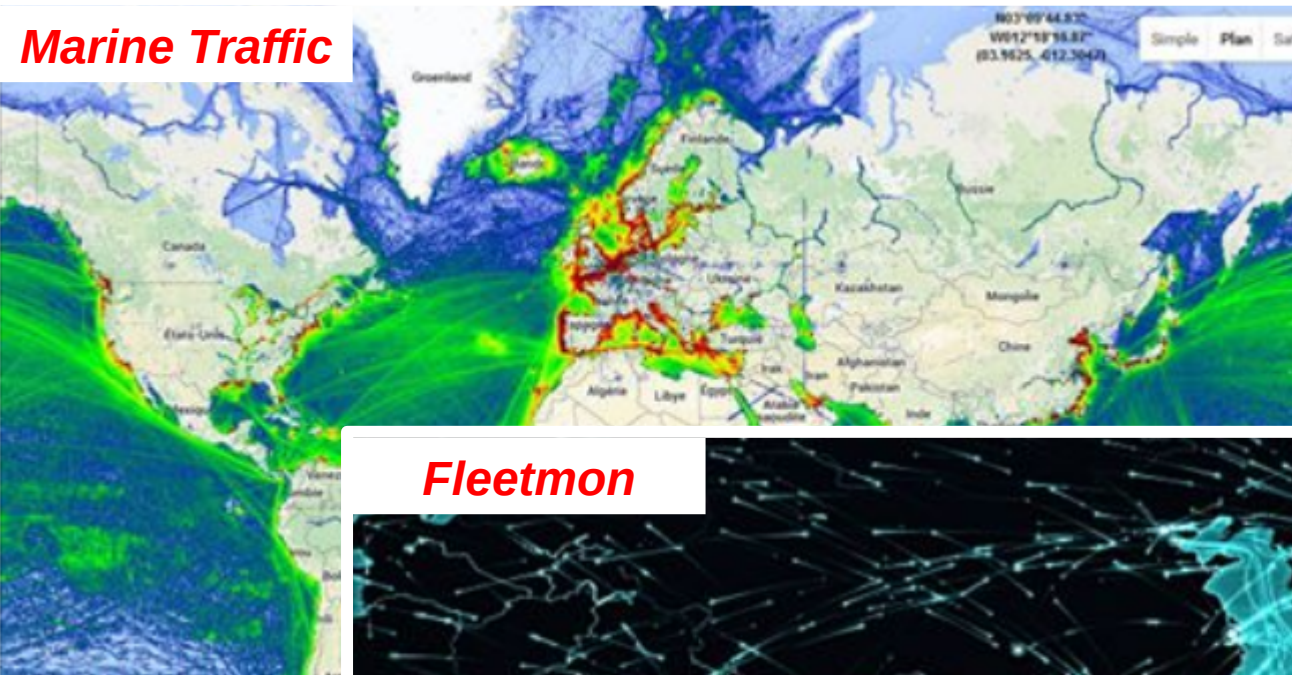
Constitution de la base de données

- 1 mouvement par navire tous les 5 ans, sur la période 1890-2008, aux alentours d'avril-mai (LSI)
 - Numérisation manuelle et OCR
 - Couplage VR pour la période 1946-2008
- Quatre mois par an, tous les navires 1977-2008, porte-conteneurs 2008-2016
 - Achat de données numériques
- À terme, 4 mois par an, sur la période 1880-2008
 - Numérisation par un prestataire
 - OCR avec un logiciel développé pour l'occasion

Nature et contexte scientifique

- Absence frappante d'une cartographie précise et rigoureuse des flux maritimes mondiaux des années 1940 aux années 2010
- Emergence de nouvelles données maritimes radar et satellite, évolution des outils d'analyse et de la puissance de calcul informatique
- Méconnaissance de l'évolution spatio-temporelle du commerce maritime mondial et de la position des villes portuaires dans ce réseau dynamique : le projet ERC World Seastems
- **Recrudescence des visualisations en ligne de données maritimes variées : approches dispersées et analyses superficielles**

Marine Traffic



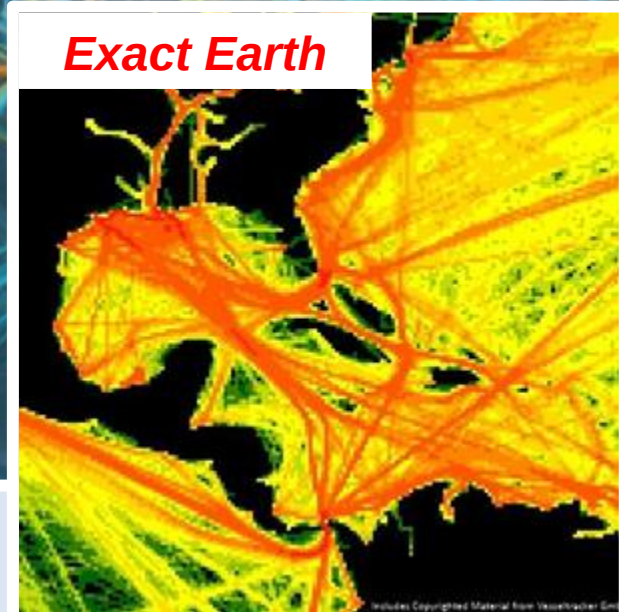
Fleetmon



Shipmap



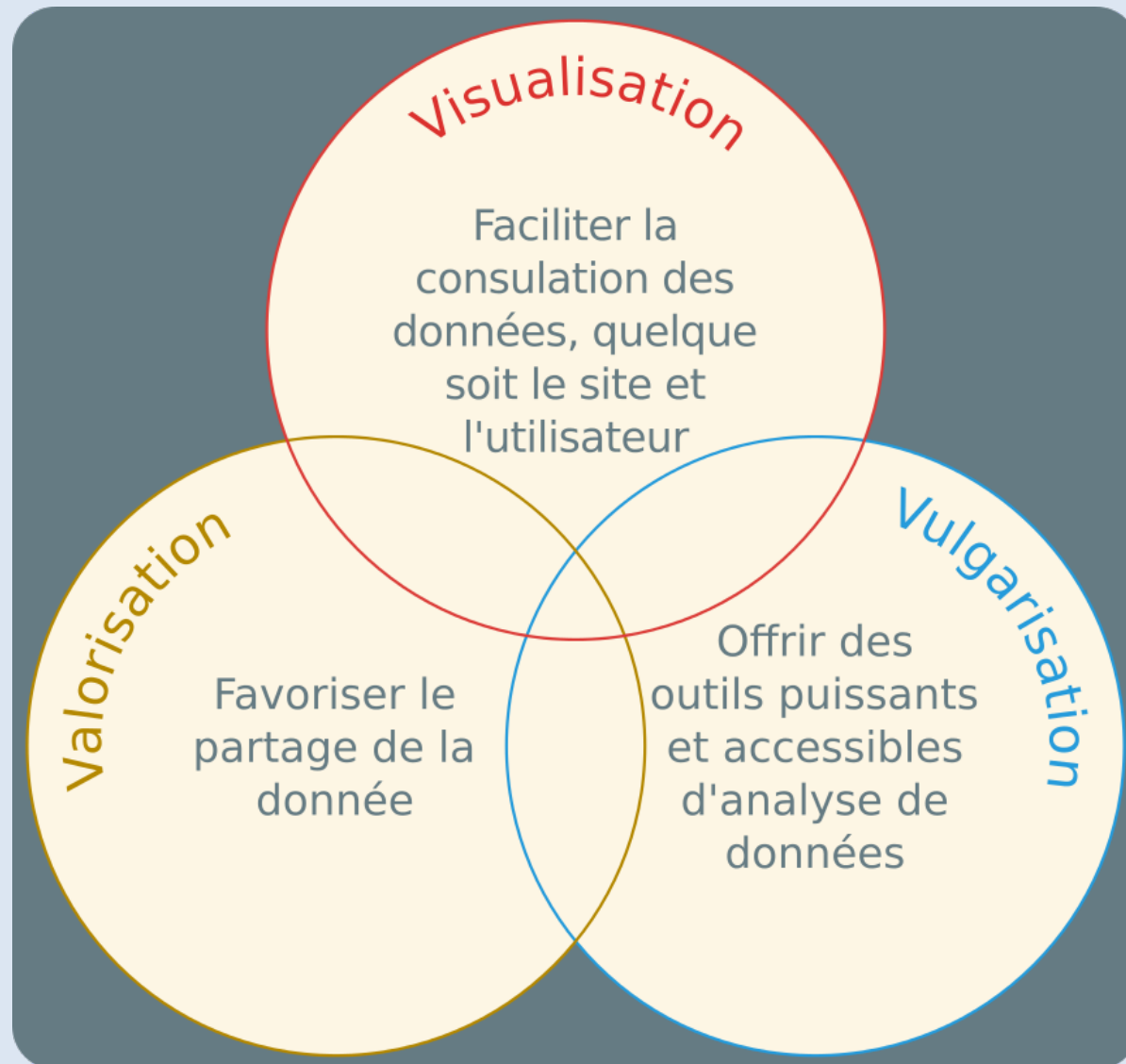
Exact Earth



Nature et contexte scientifique

- Absence frappante d'une cartographie précise et rigoureuse des flux maritimes mondiaux des années 1940 aux années 2010
- Emergence de nouvelles données maritimes radar et satellite, évolution des outils d'analyse et de la puissance de calcul informatique
- Méconnaissance de l'évolution spatio-temporelle du commerce maritime mondial et de la position des villes portuaires dans ce réseau dynamique : le projet ERC World Seastems
- Recrudescence des visualisations en ligne de données maritimes variées : approches dispersées et analyses superficielles
- **Geoseastems : pourquoi un nouveau geoportail maritime ?**

Geoseastems : pourquoi un (nouveau) géoportail maritime ?



Choix techniques

- Nécessité de développer des outils *ad hoc*
- Pas de solution « clé en main »
- Utilisation de logiciels libres

Côté serveur

- Choix d'une architecture LAPP

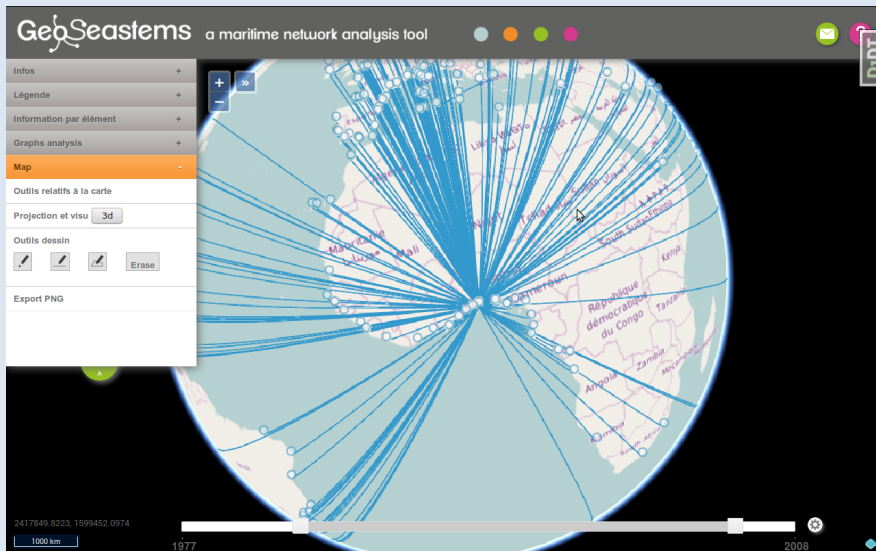
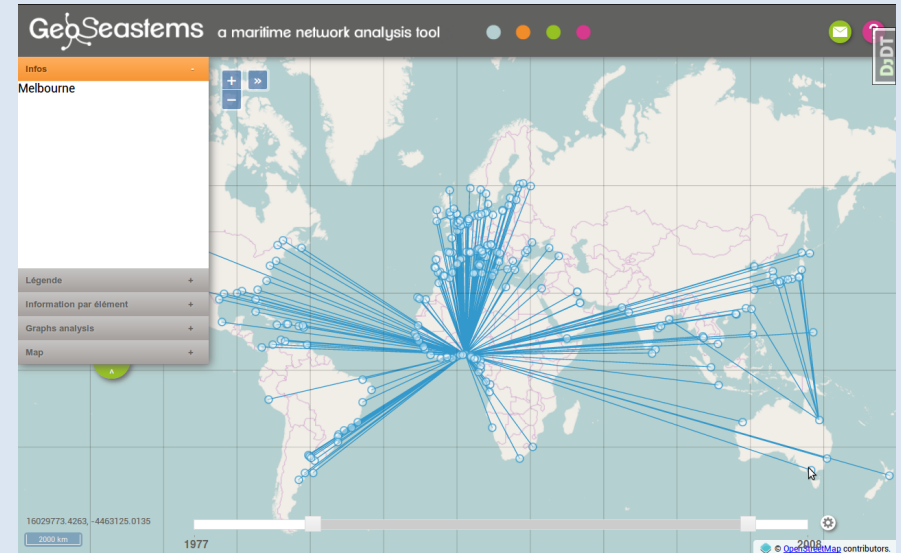
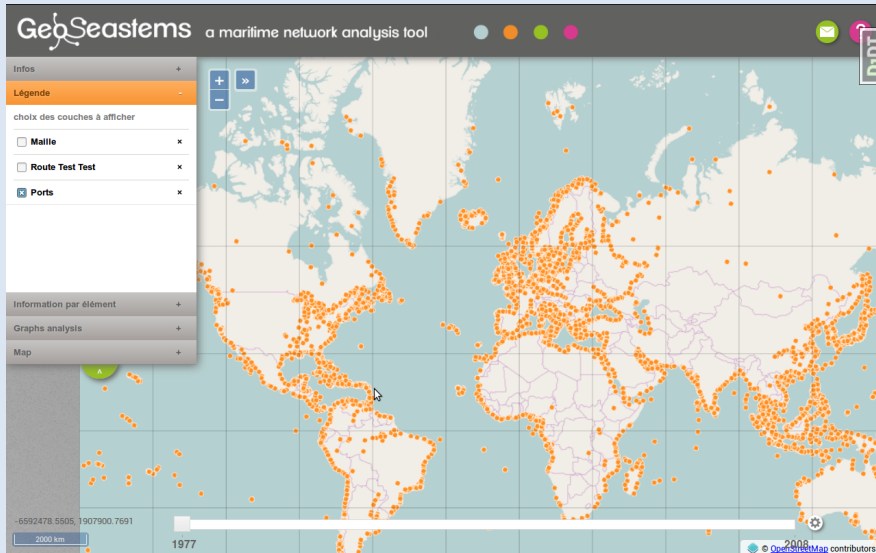


- Combinée à geoserveur
- Utilisation de Django, Saas, networkX, pg_routing

Côté client

- JQuery, JQueryUI
- Cartographie
 - OpenLayers3
 - Cesium
- D3.js

Présentation du site



De gauche à droite, de haut en bas :

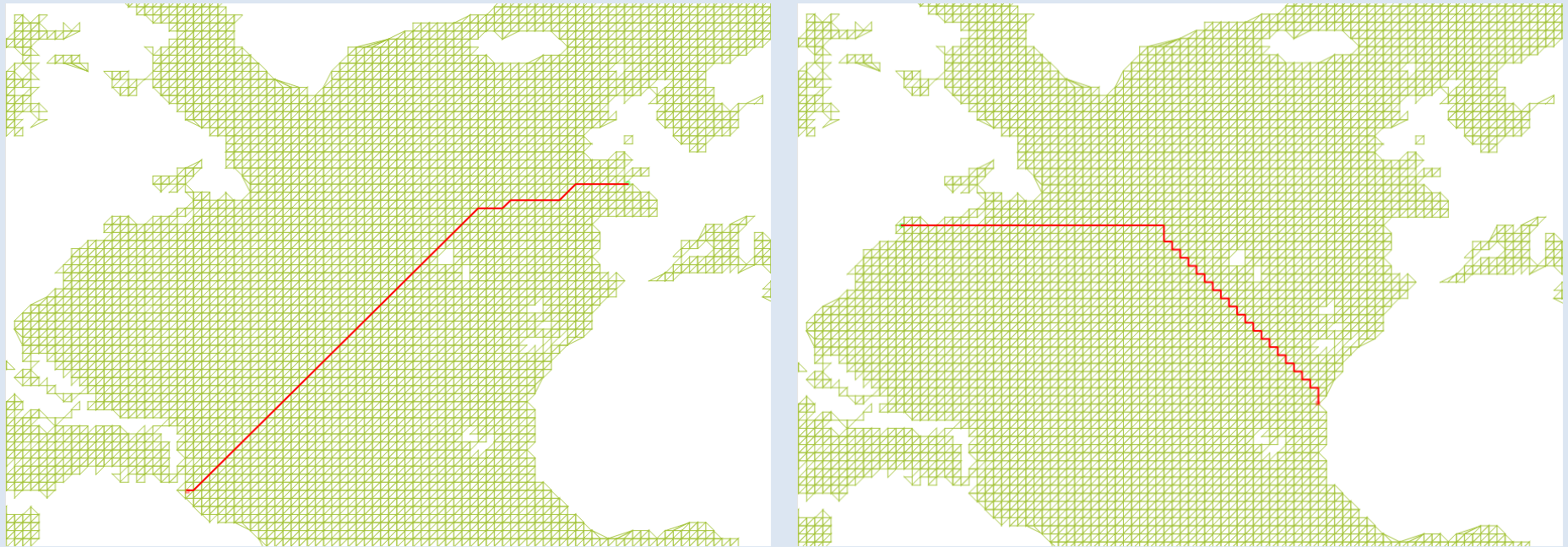
- Cartographie des ports.
- Cartographie des flux.
- Visualisation 3d.

Développement en cours, les images ne sont pas représentatives du produit final

Le problème des trajectoires

- Pas d'autre information géographique que les ports
- Les routes suivies sont inconnues
- Difficulté de représentation
- Nécessité d'agréger les trajectoires

Premières expérimentations

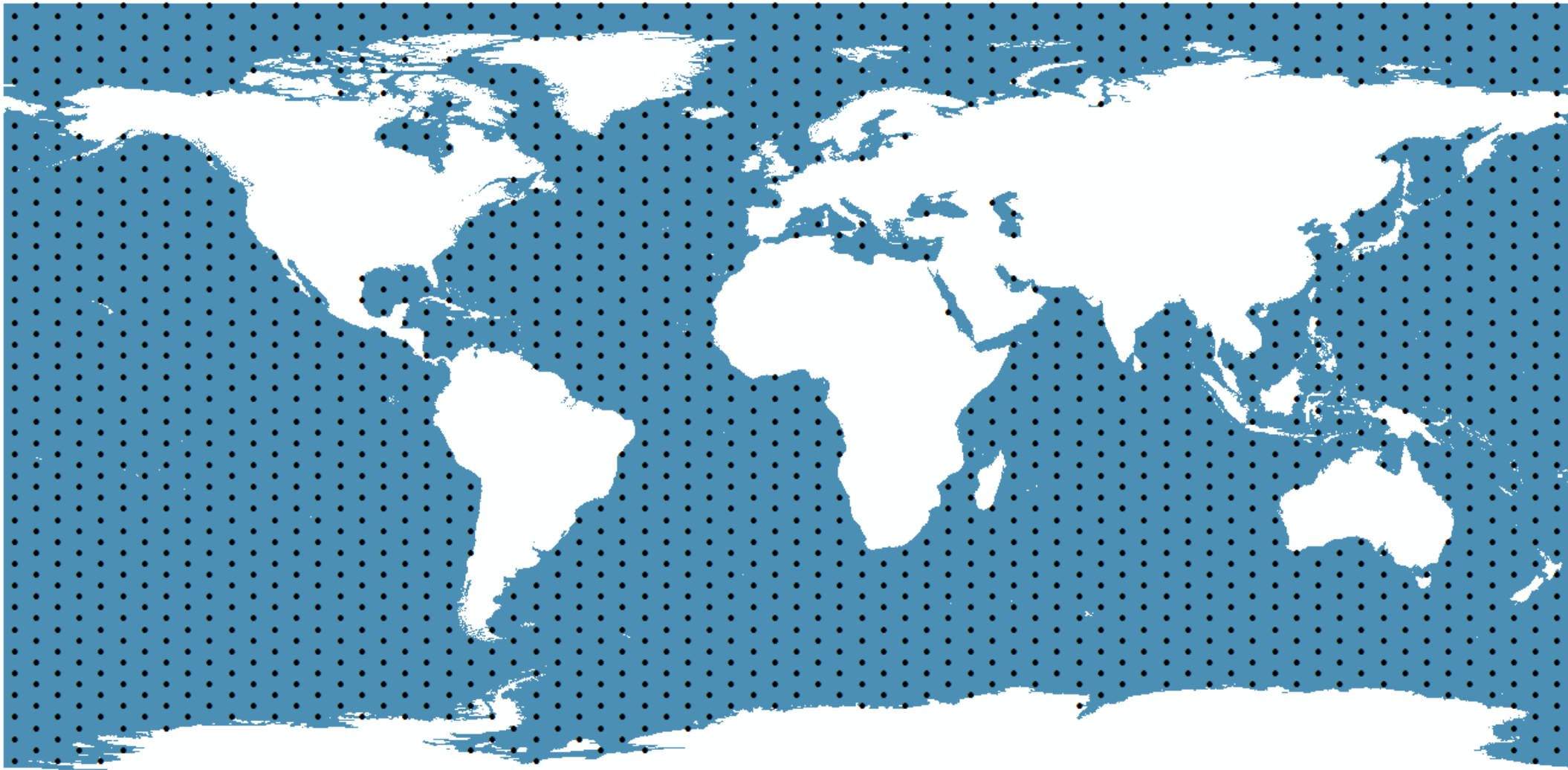


- Maillage régulier + triangulation de Delaunay
- Problème de crénelage de certaines trajectoires

Seconde approche

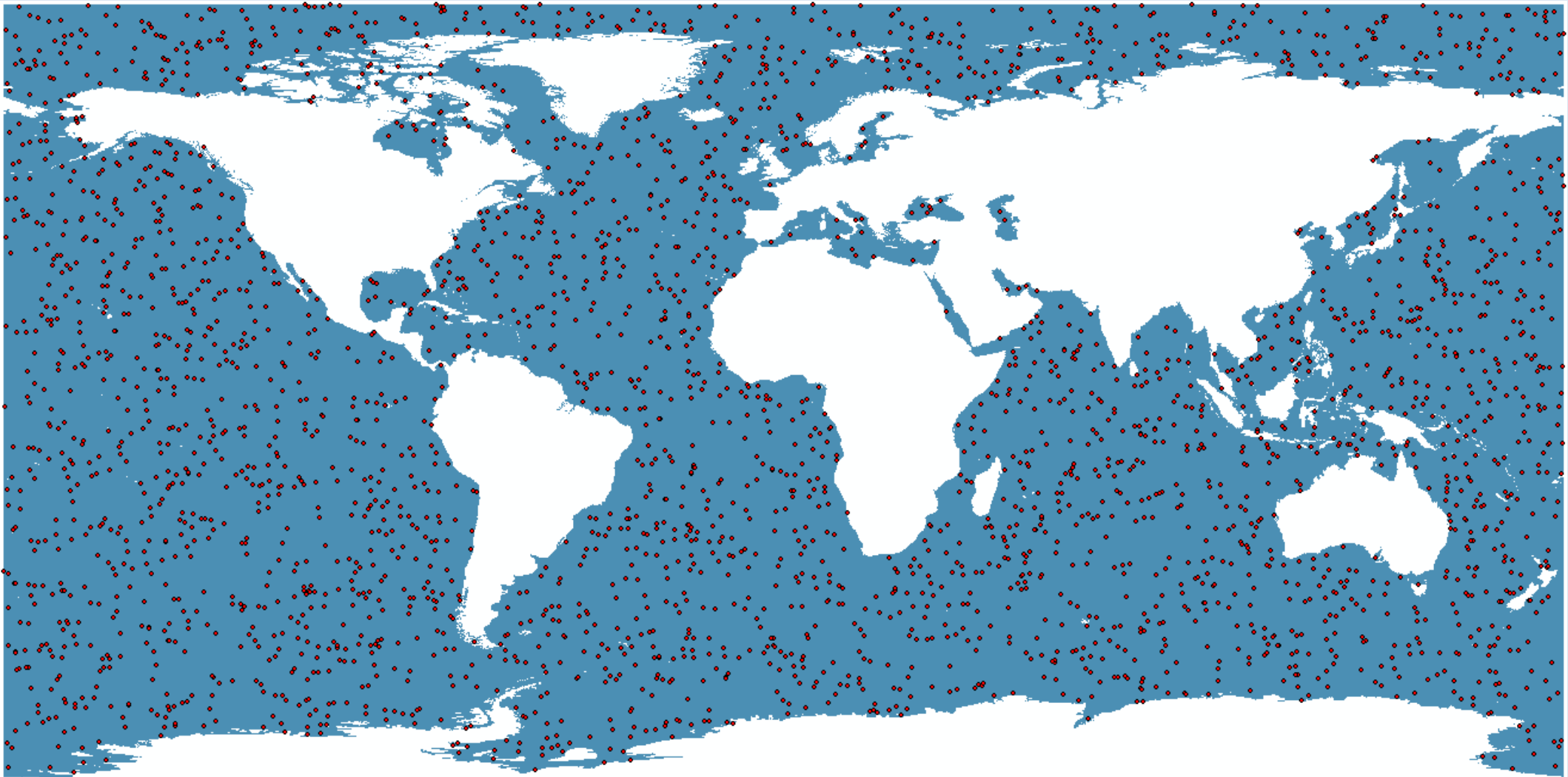


1. Création des sommets des arcs



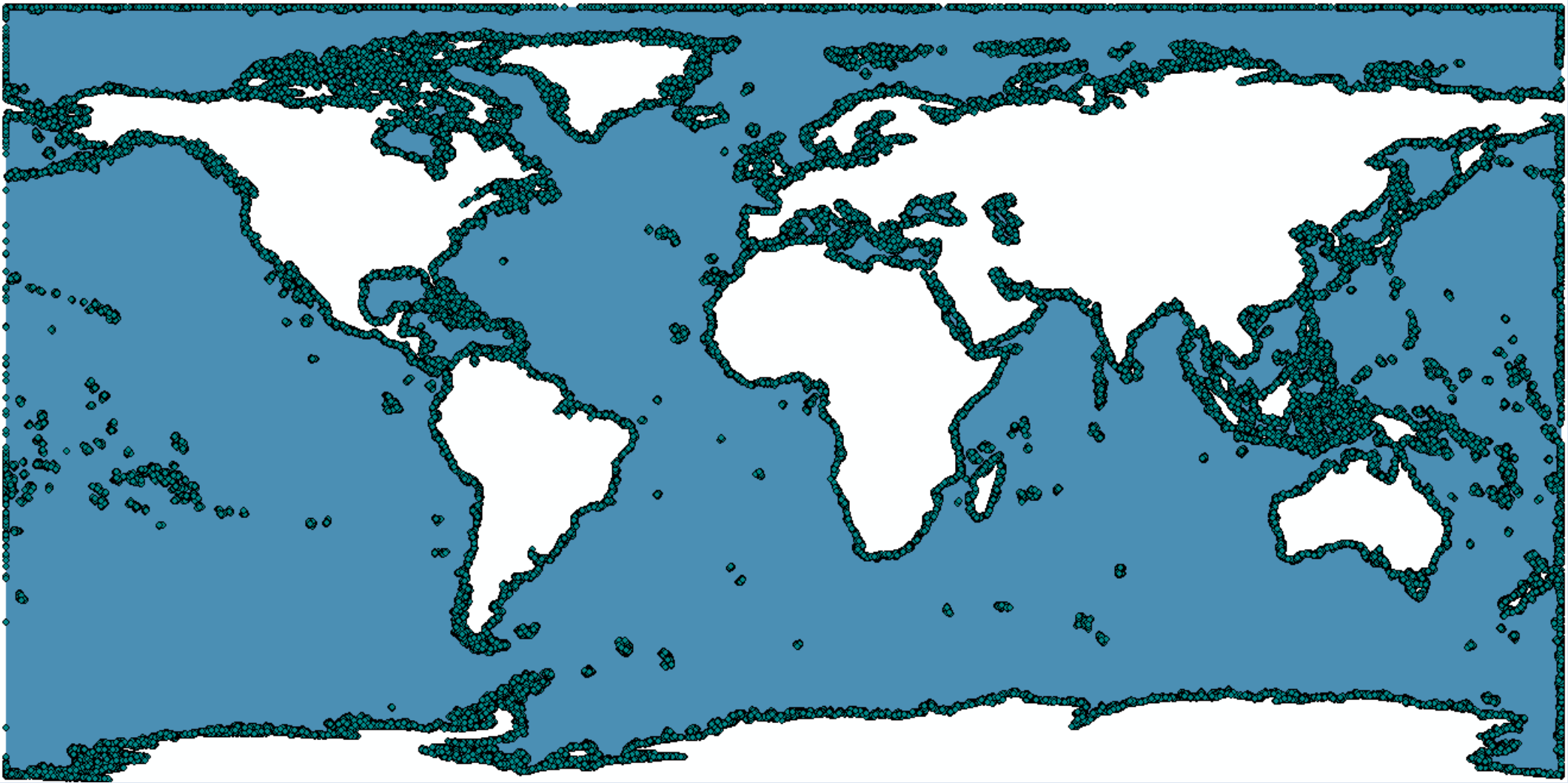
Maillage régulier (5°)

1. Création des sommets des arcs



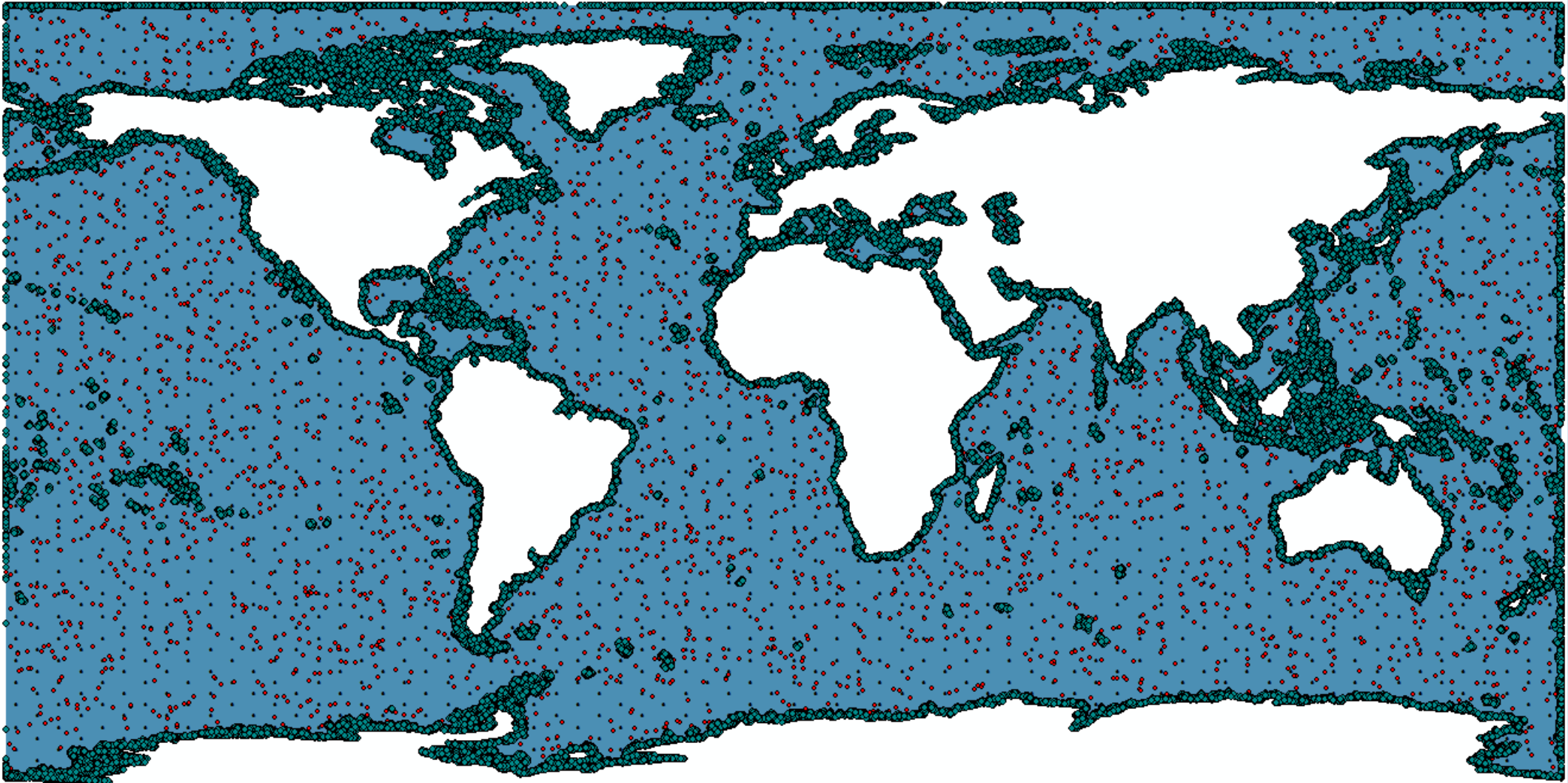
Génération de 150 000 points avec coordonnées aléatoires

1. Création des sommets des arcs



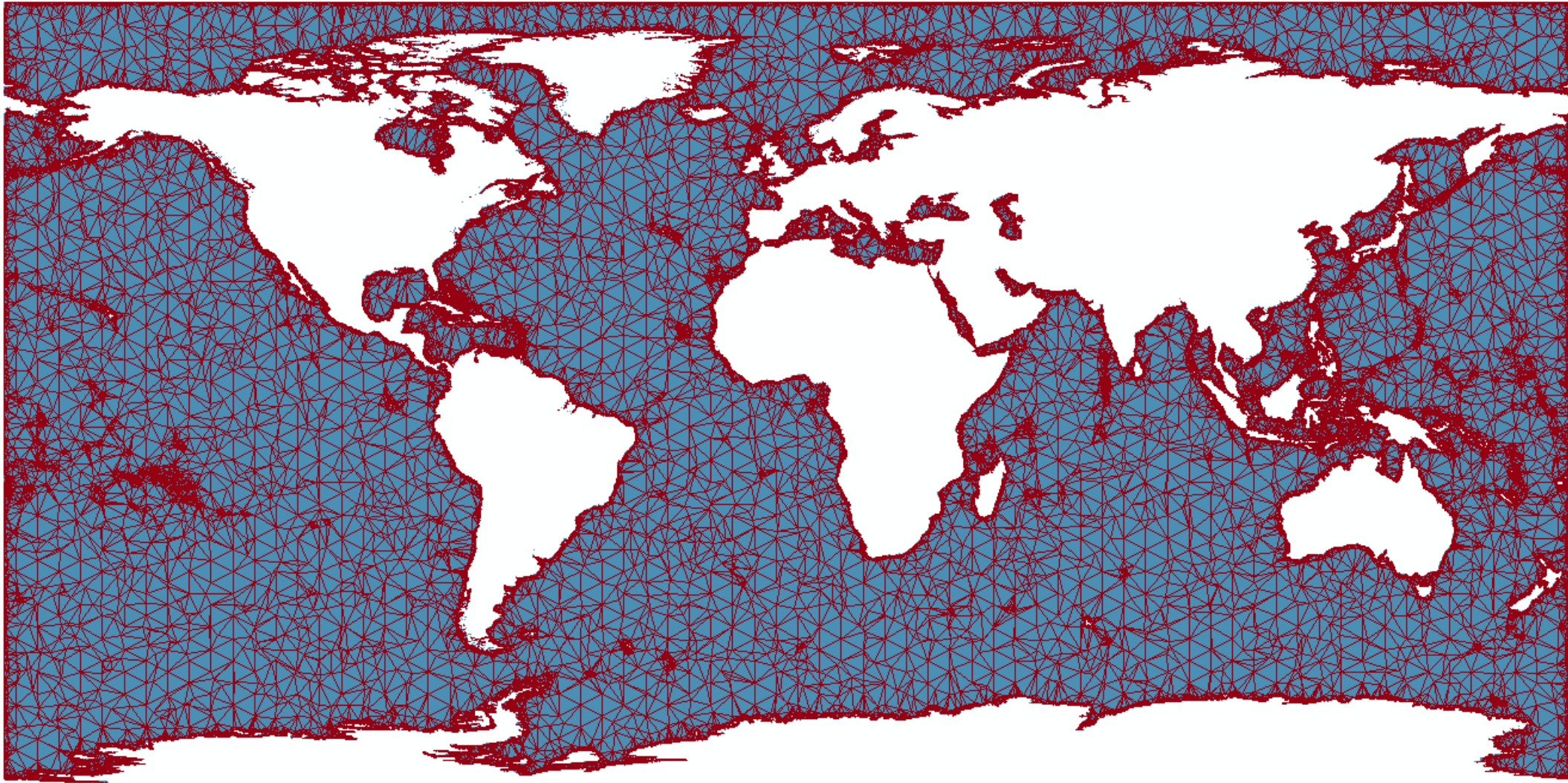
Génération de 150 000 nouveaux points à proximité des côtes

1. Création des sommets des arcs

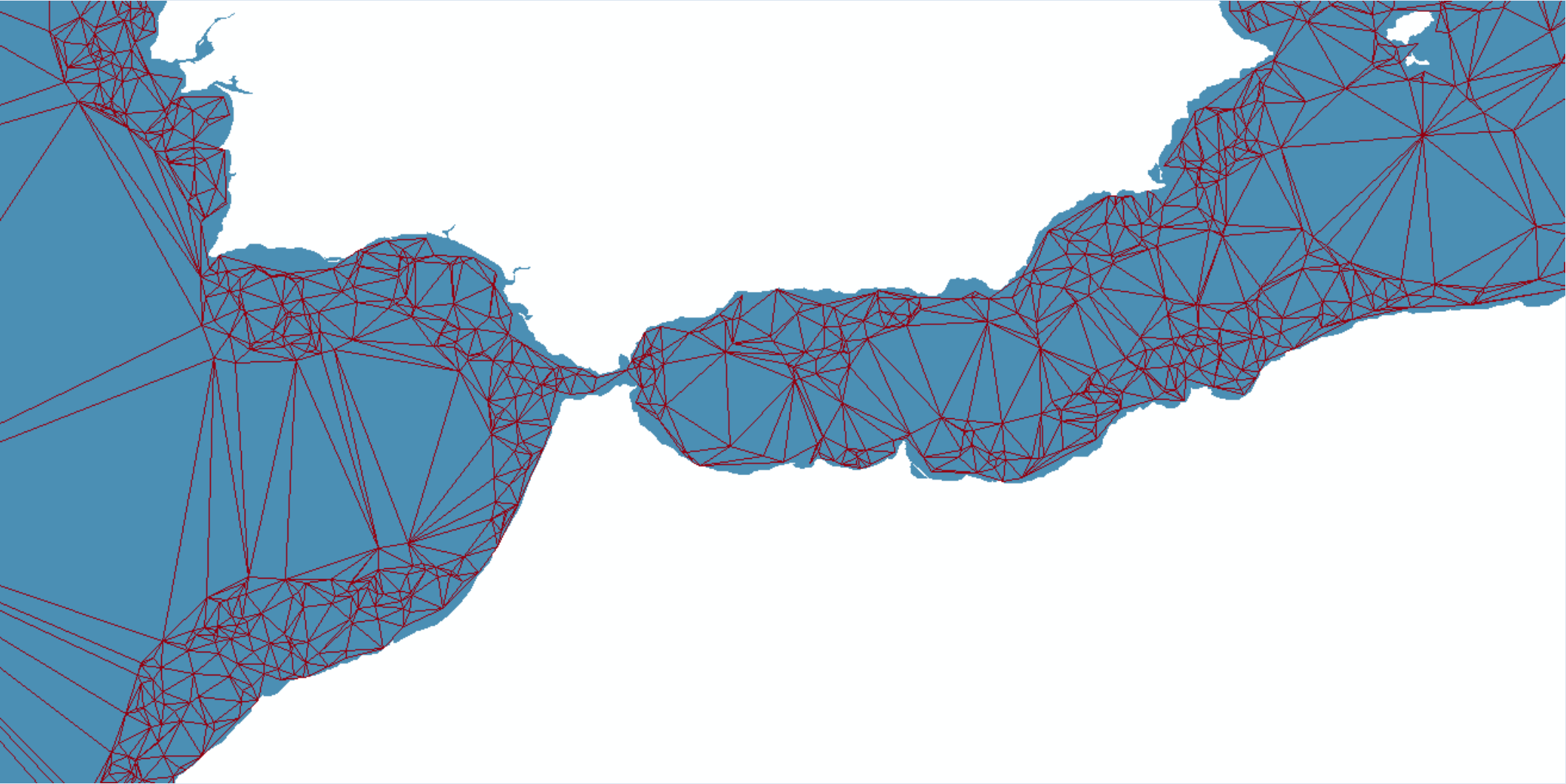


Ensemble des points

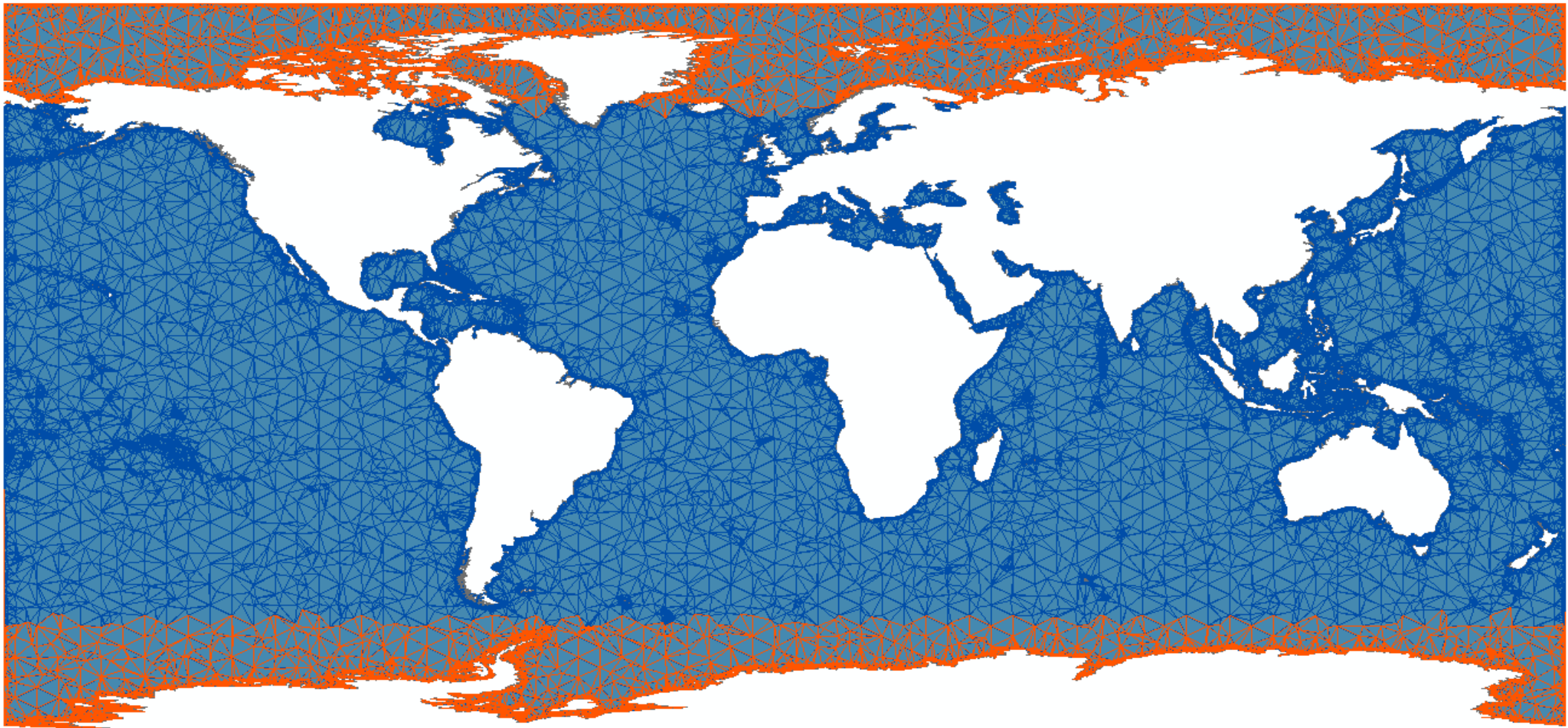
2. Génération de la grille



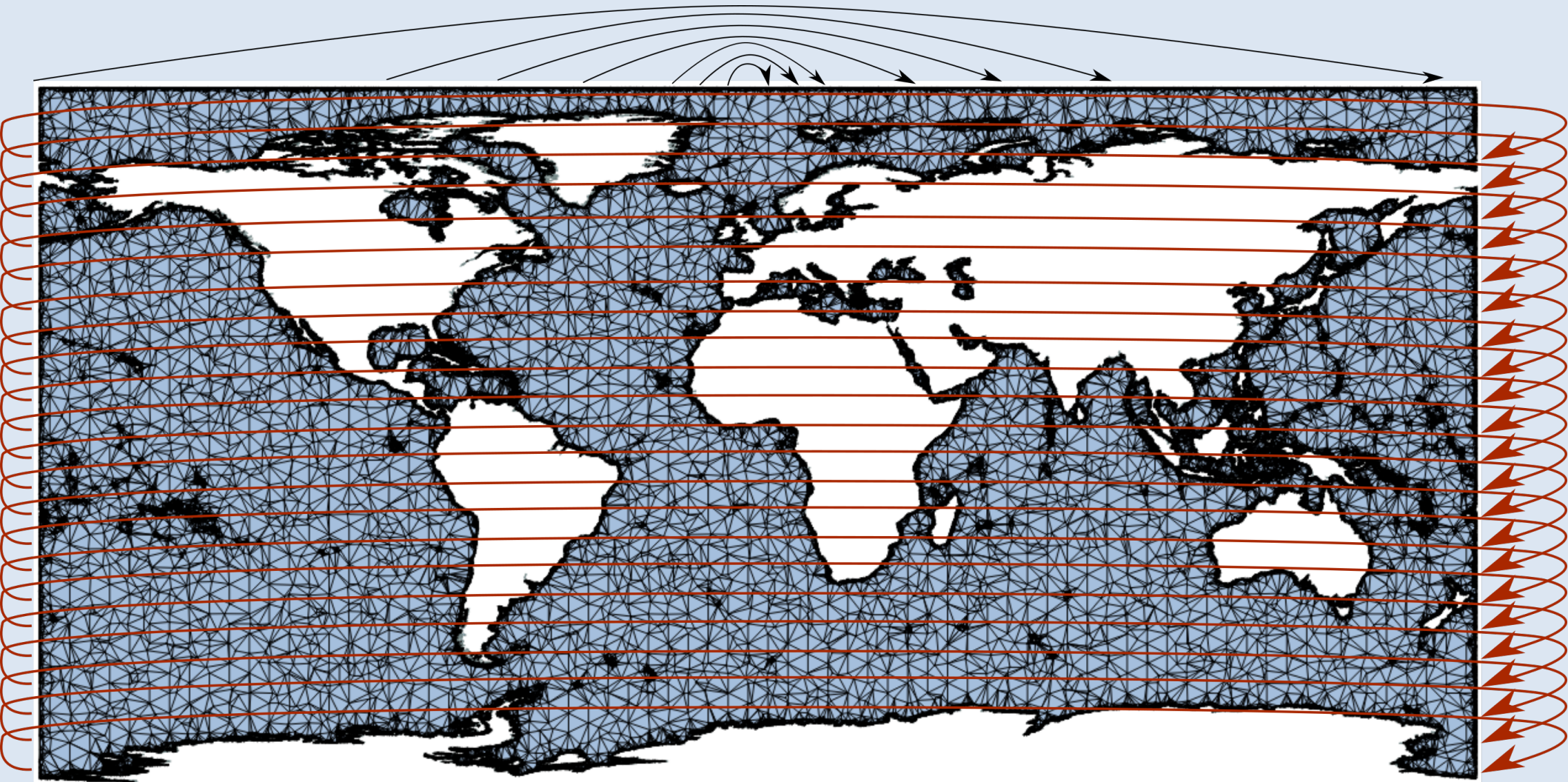
1. Génération de la grille



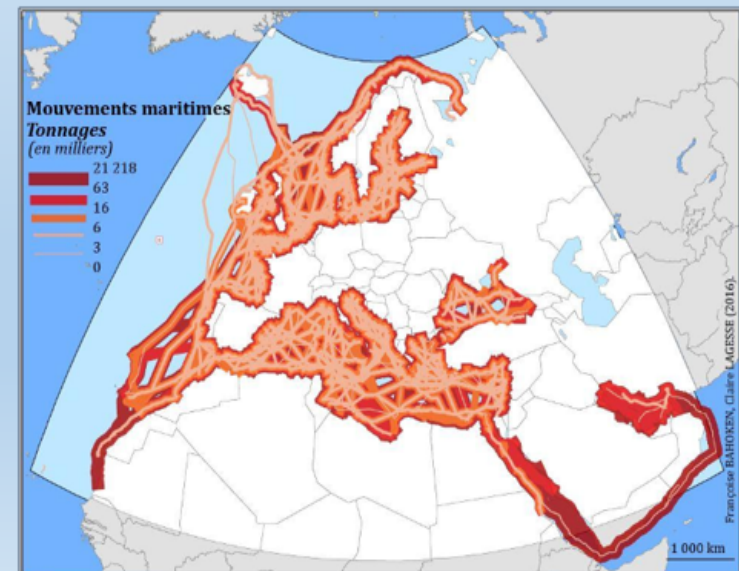
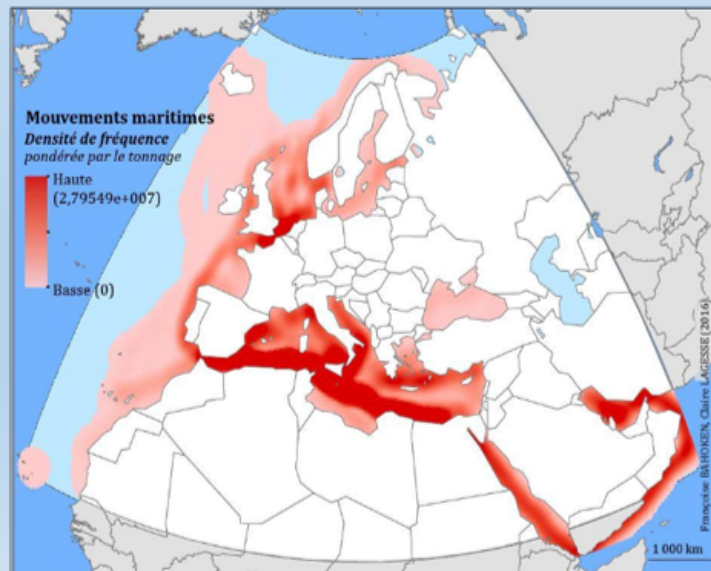
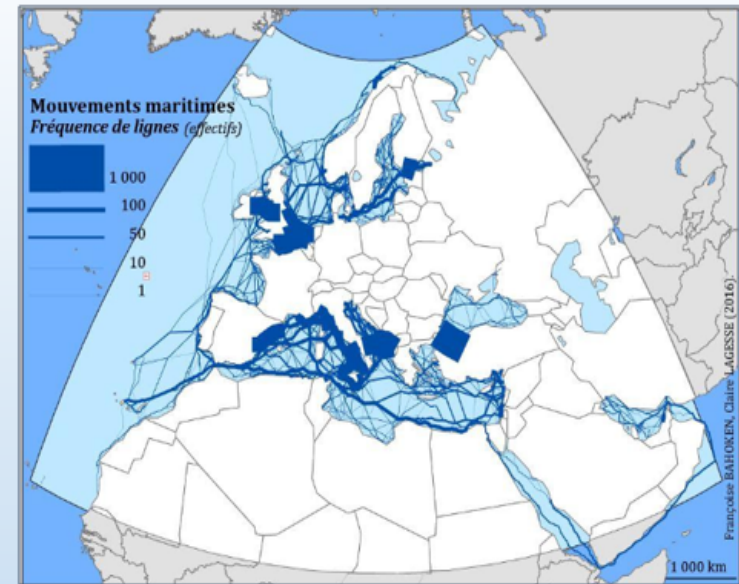
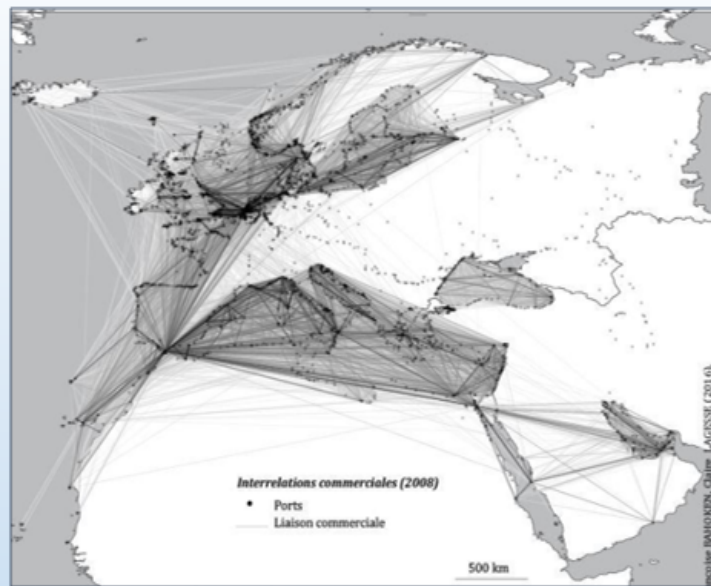
3. Surpondération des arcs



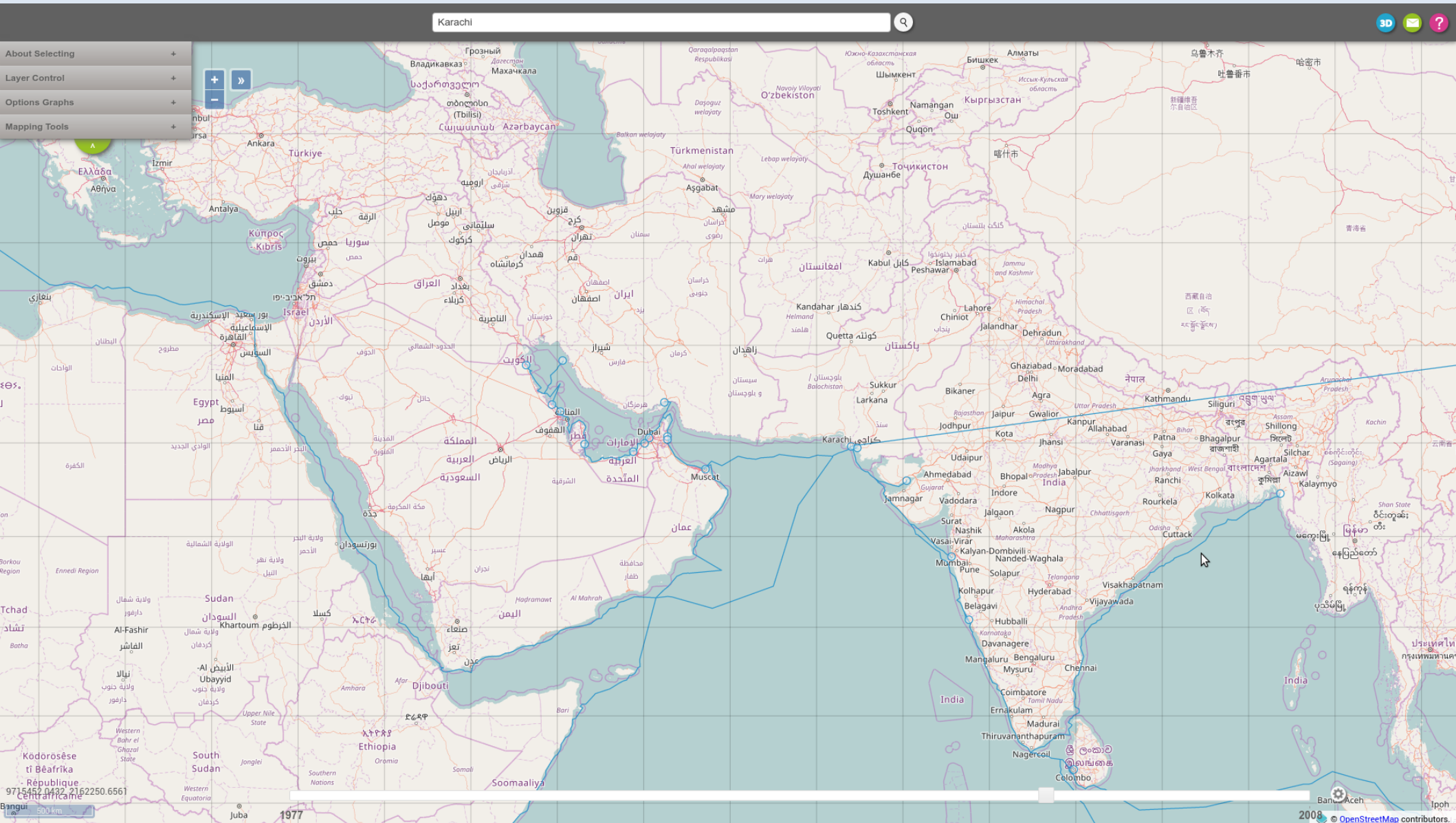
4. Connexions transpacifiques



Application de la grille

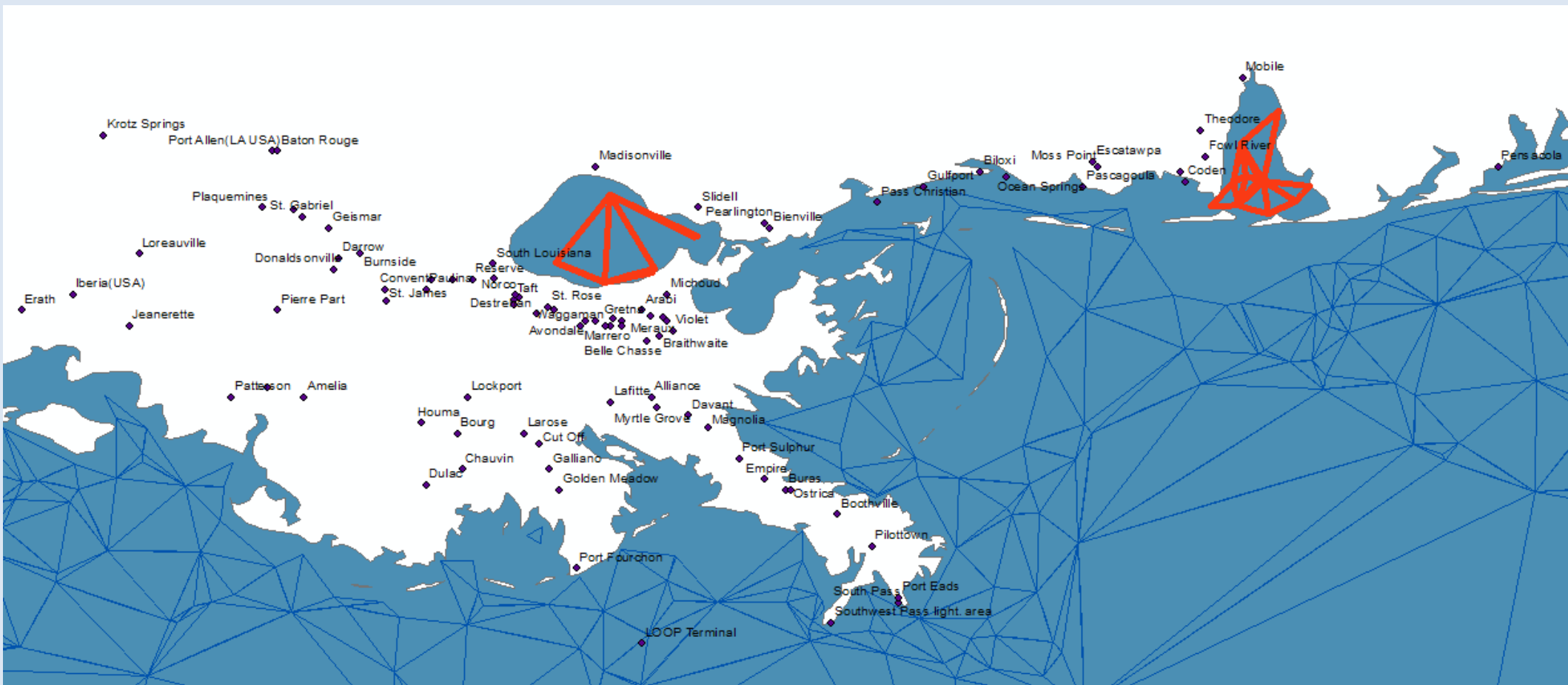


Intégration au Géoportail



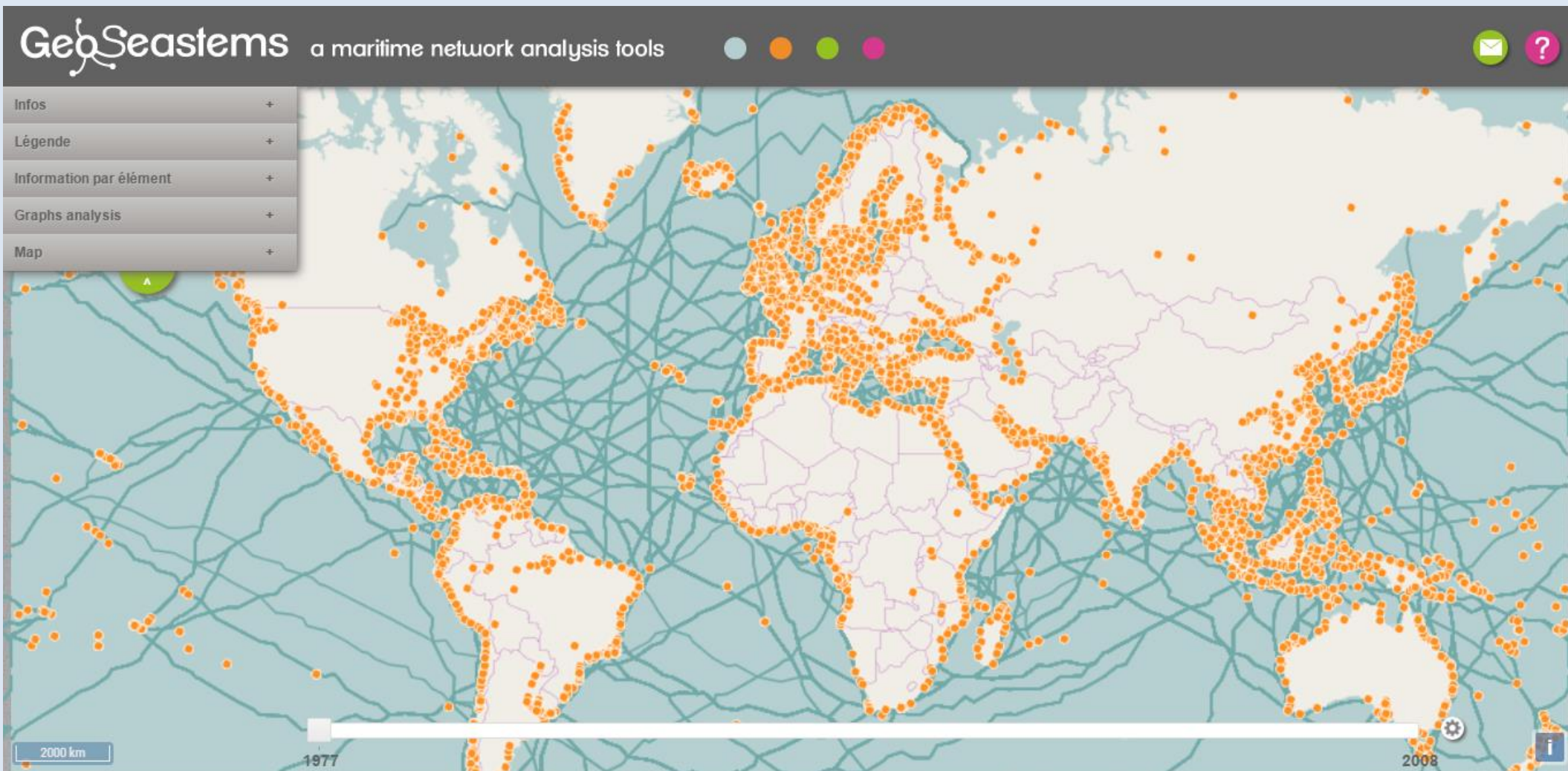
Limites de l'approche

- Présence de composantes non connexes



Limites de l'approche

- Problème d'estimation de certaines trajectoires

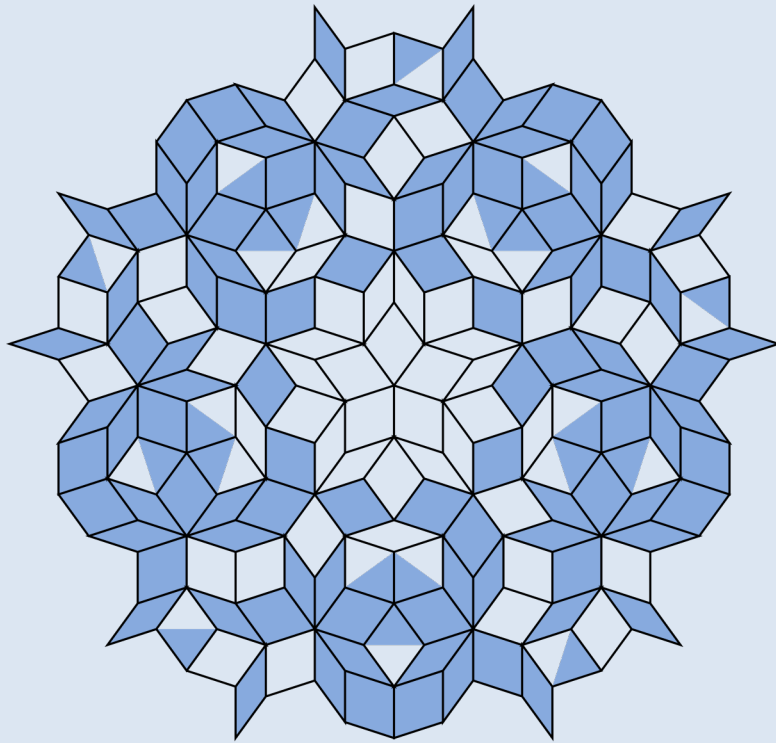


Limites de l'approche

- Les fleuves et les lacs ne sont pas pris en compte
- Réseau inutilement compliqué
- Présence d'une composante aléatoire dans le processus de création

Troisième approche

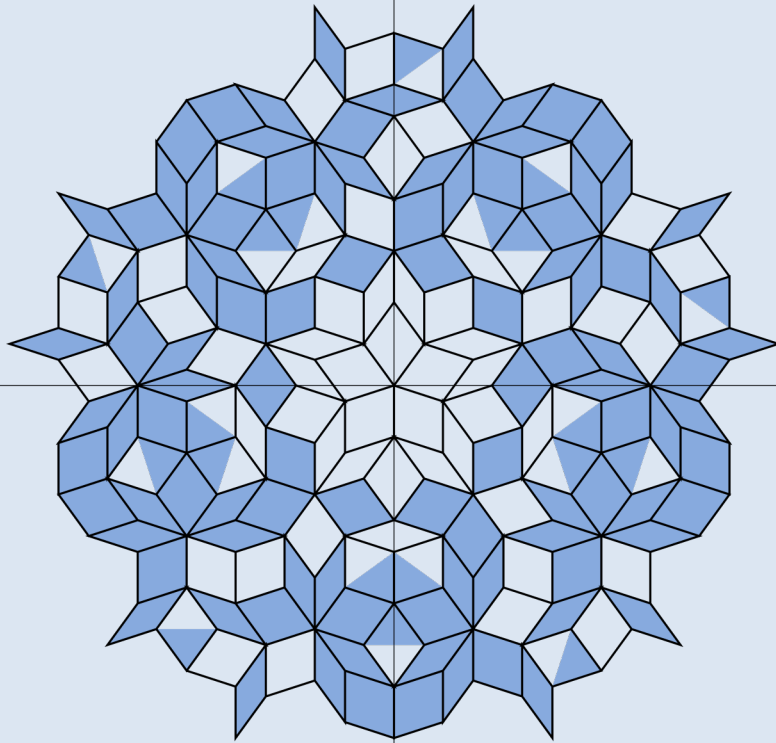
- Objectifs :
 - Créer une grille plus légère
 - Améliorer la distribution des liens
 - Régler le problème des composantes non connexes
 - Proposer une démarche entièrement reproductible



Situation initiale

Cellules max. : 1

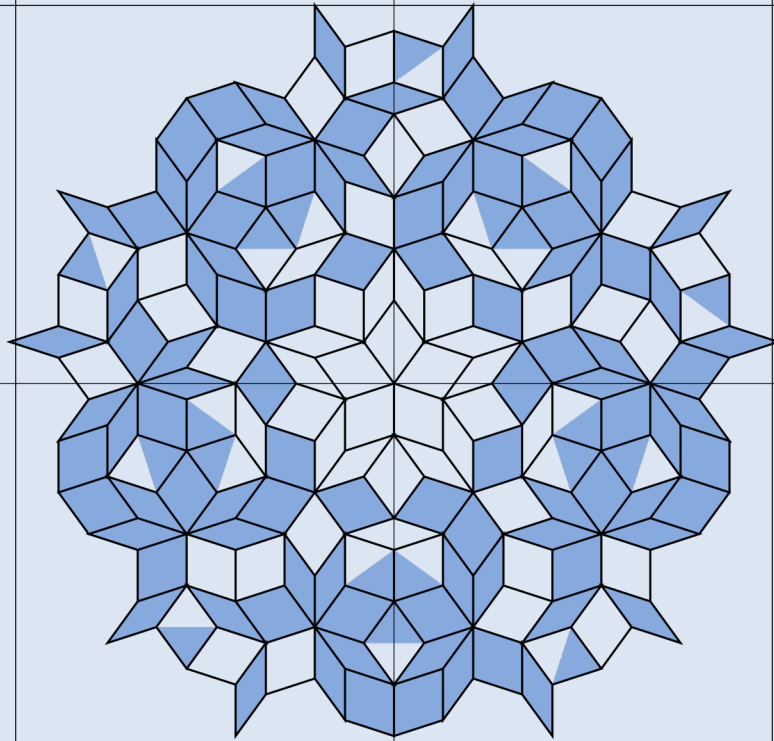
Cellules : 1



Première itération

Cellules max. : 4

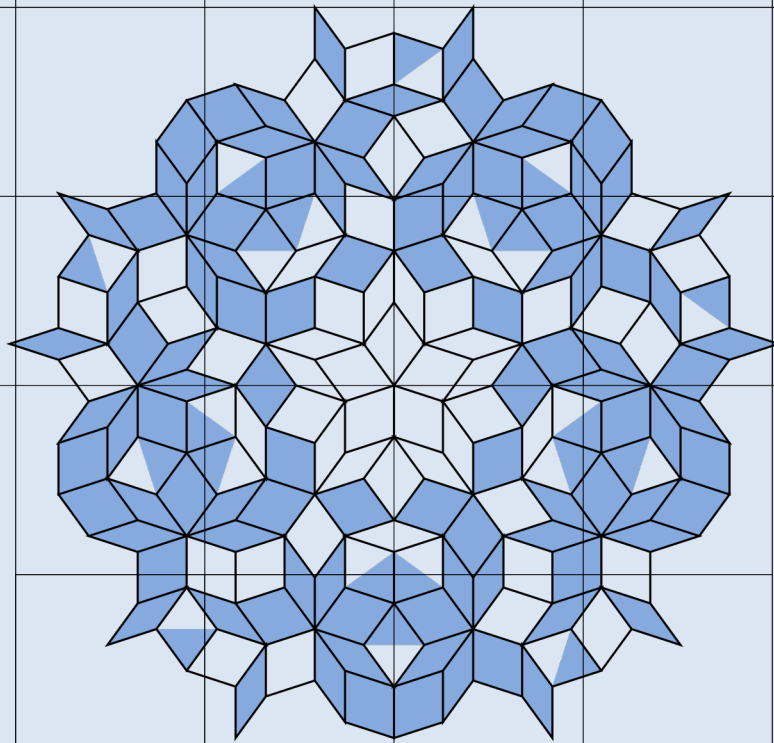
Cellules : 4



Seconde itération

Cellules max. : 16

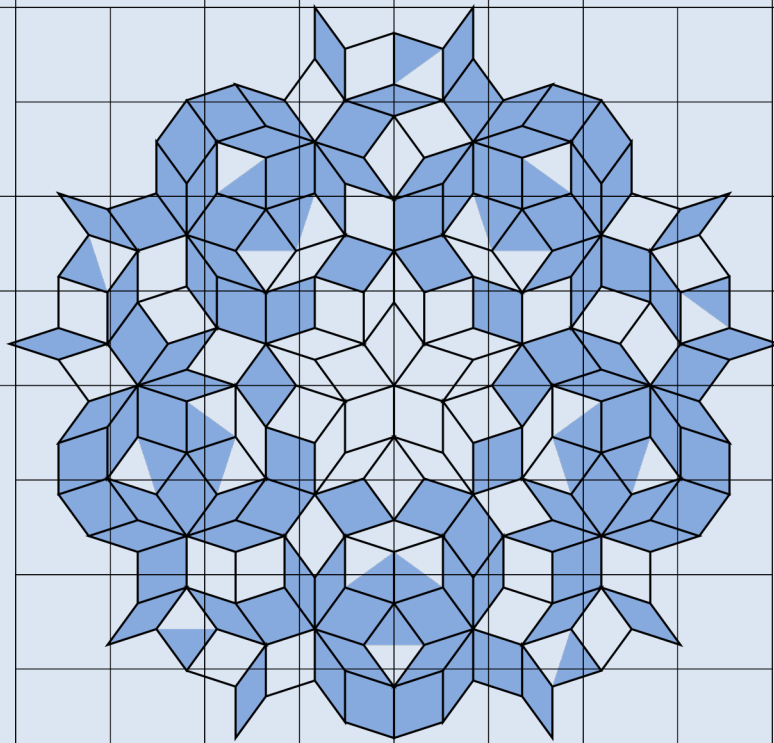
Cellules : 16



Troisième itération

Cellules max. : 64

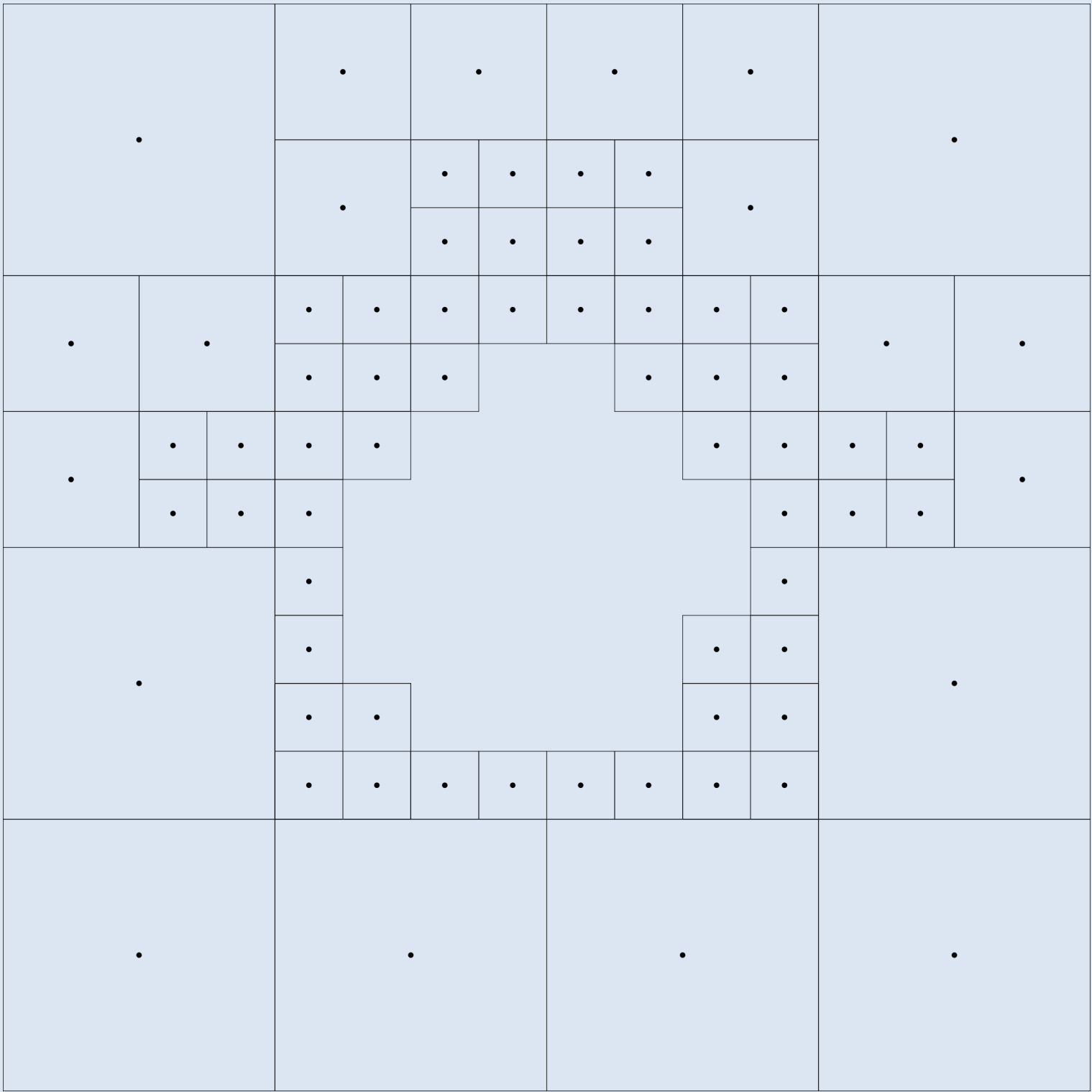
Cellules : 38

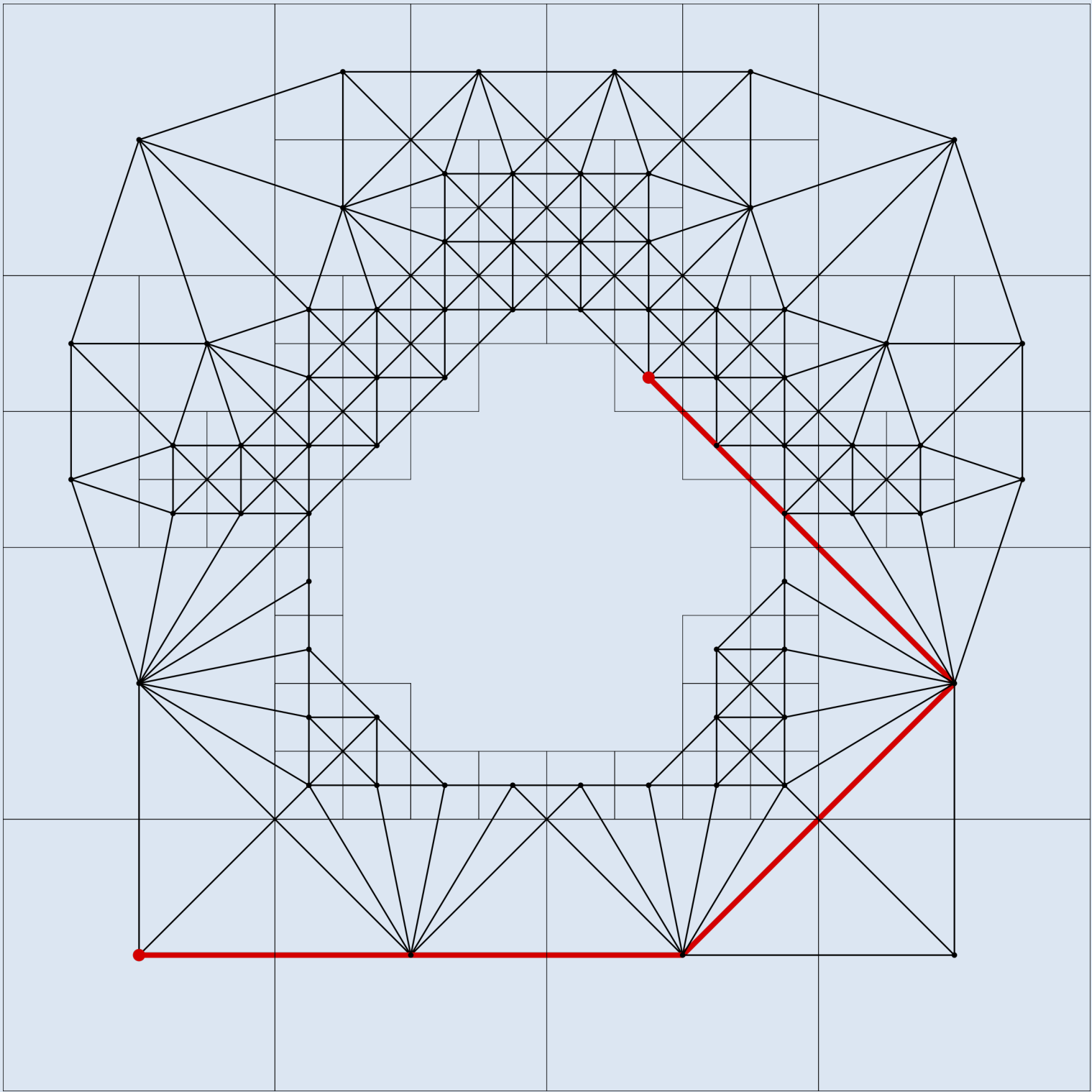


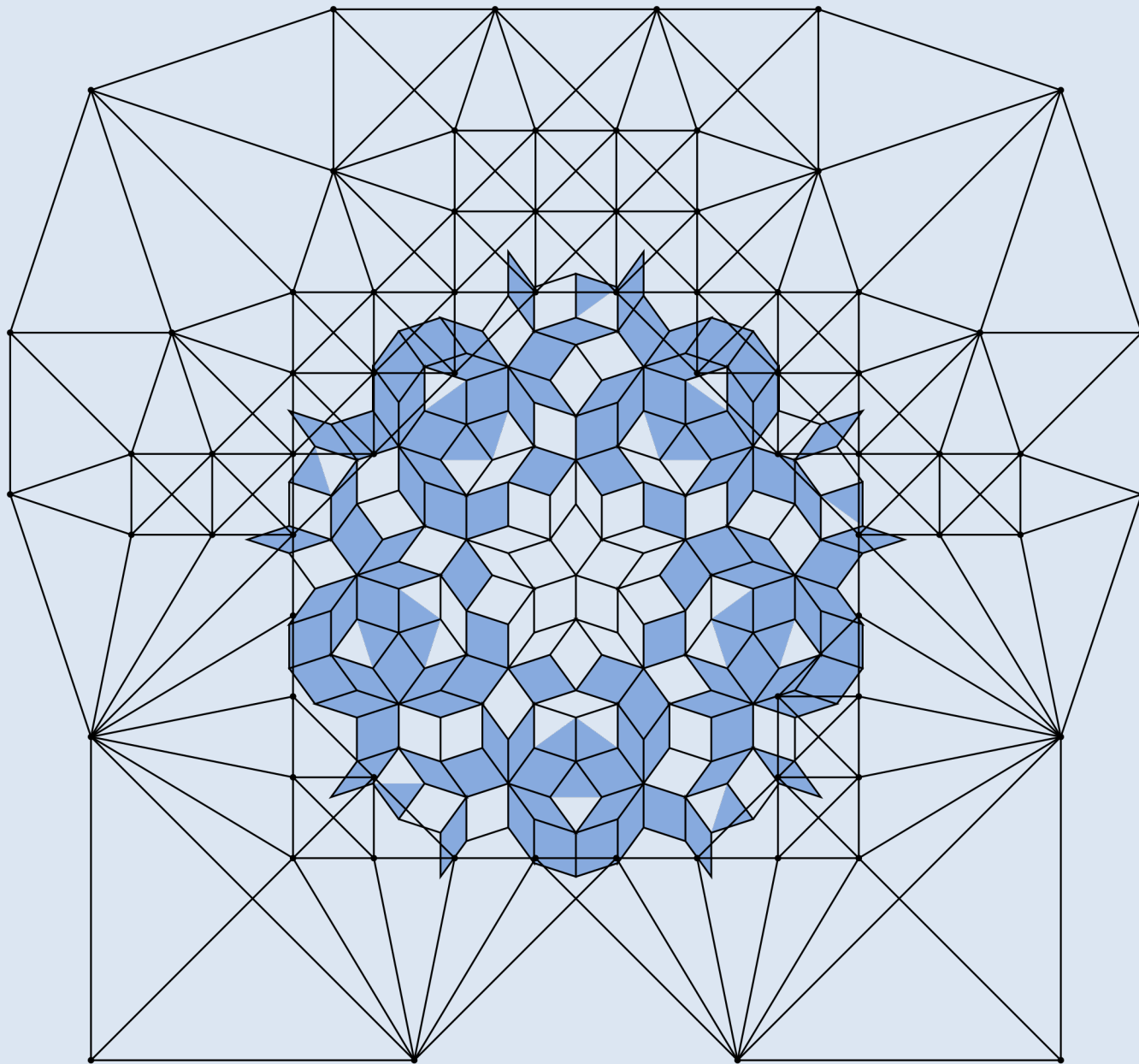
Quatrième itération

Cellules max. : 256

Cellules : 104

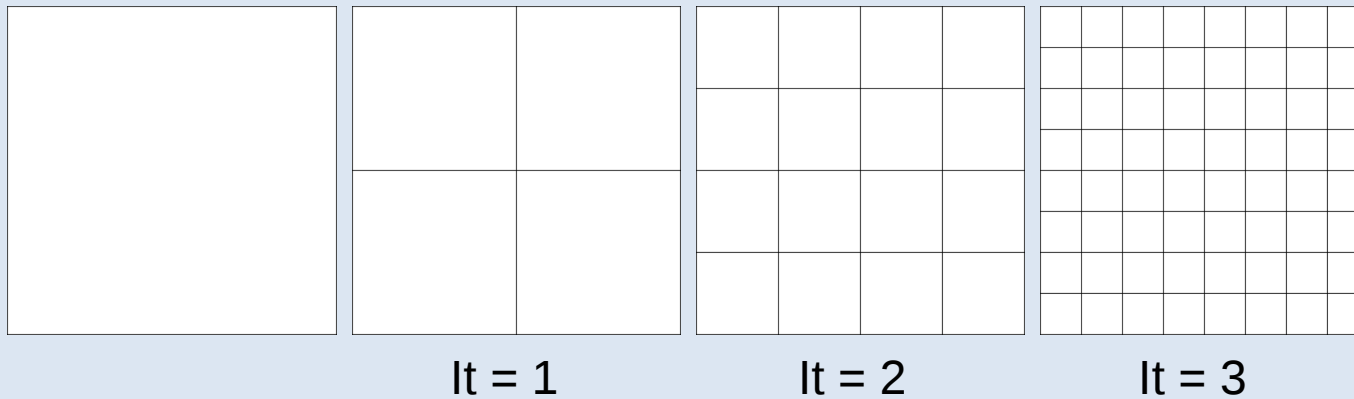






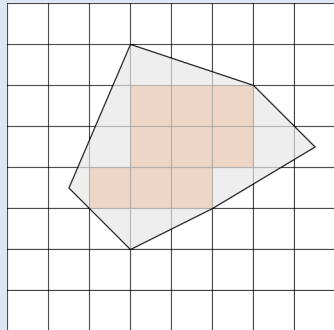
Paramètres à définir (en théorie)

- Itération maximale

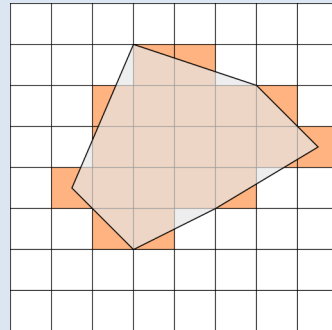


Paramètres à définir (en théorie)

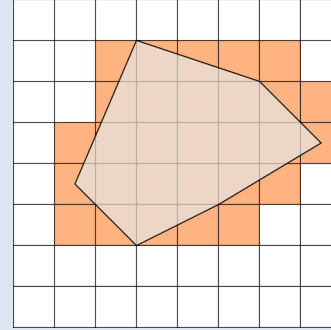
- Suppression des cellules



Entièrement
contenues



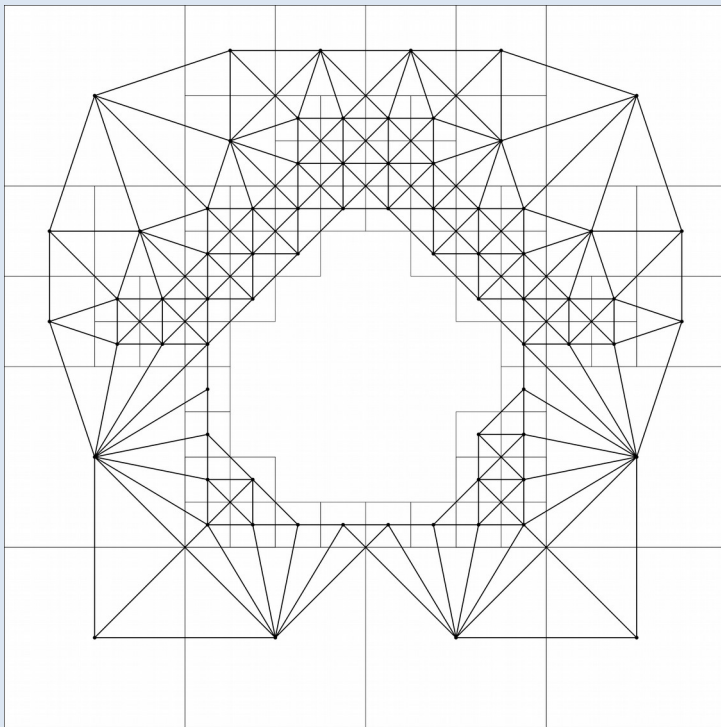
Dont le centroïde
Est contenu



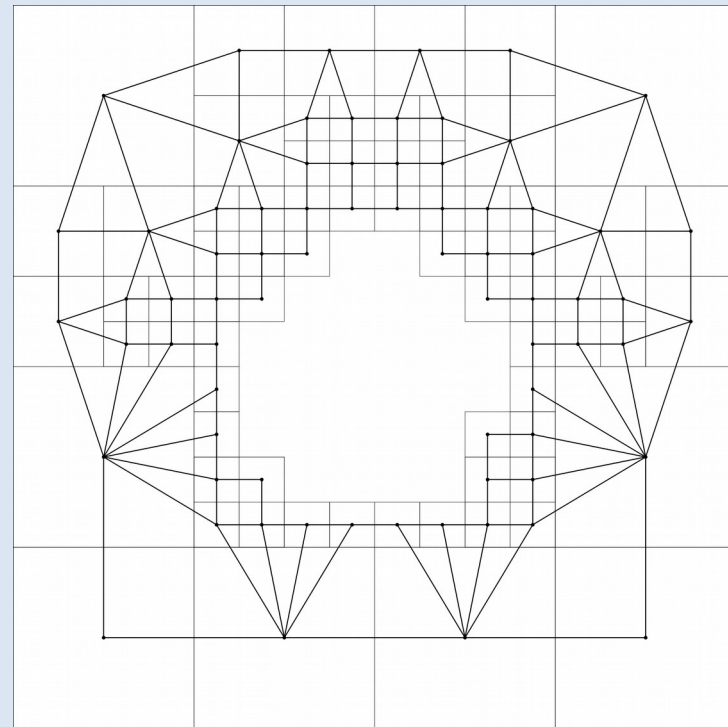
Intersectées

Paramètres à définir (en théorie)

- Définition du voisinage



Voisinage de Moore

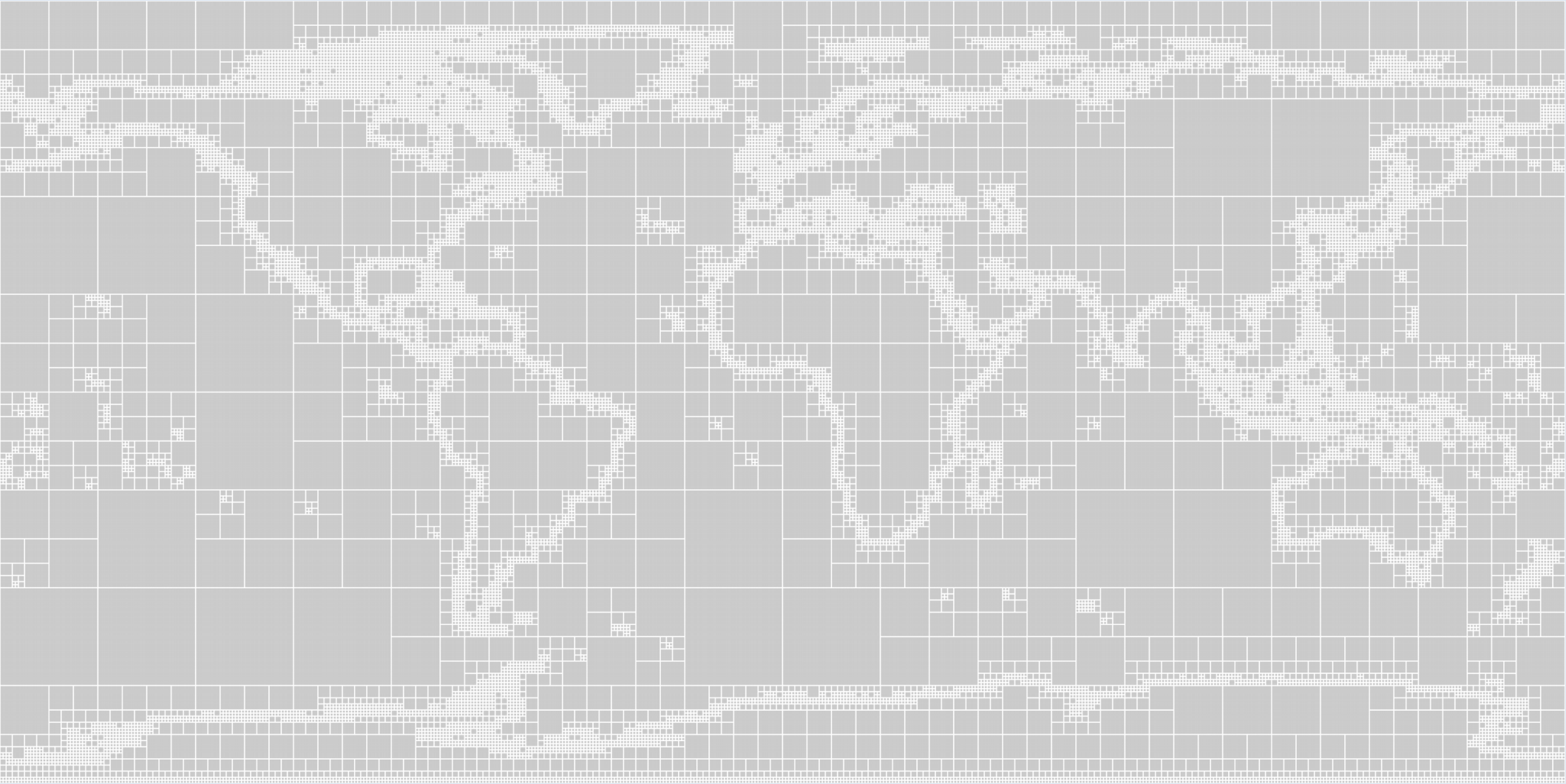


Voisinage de Von
Neuman

Application

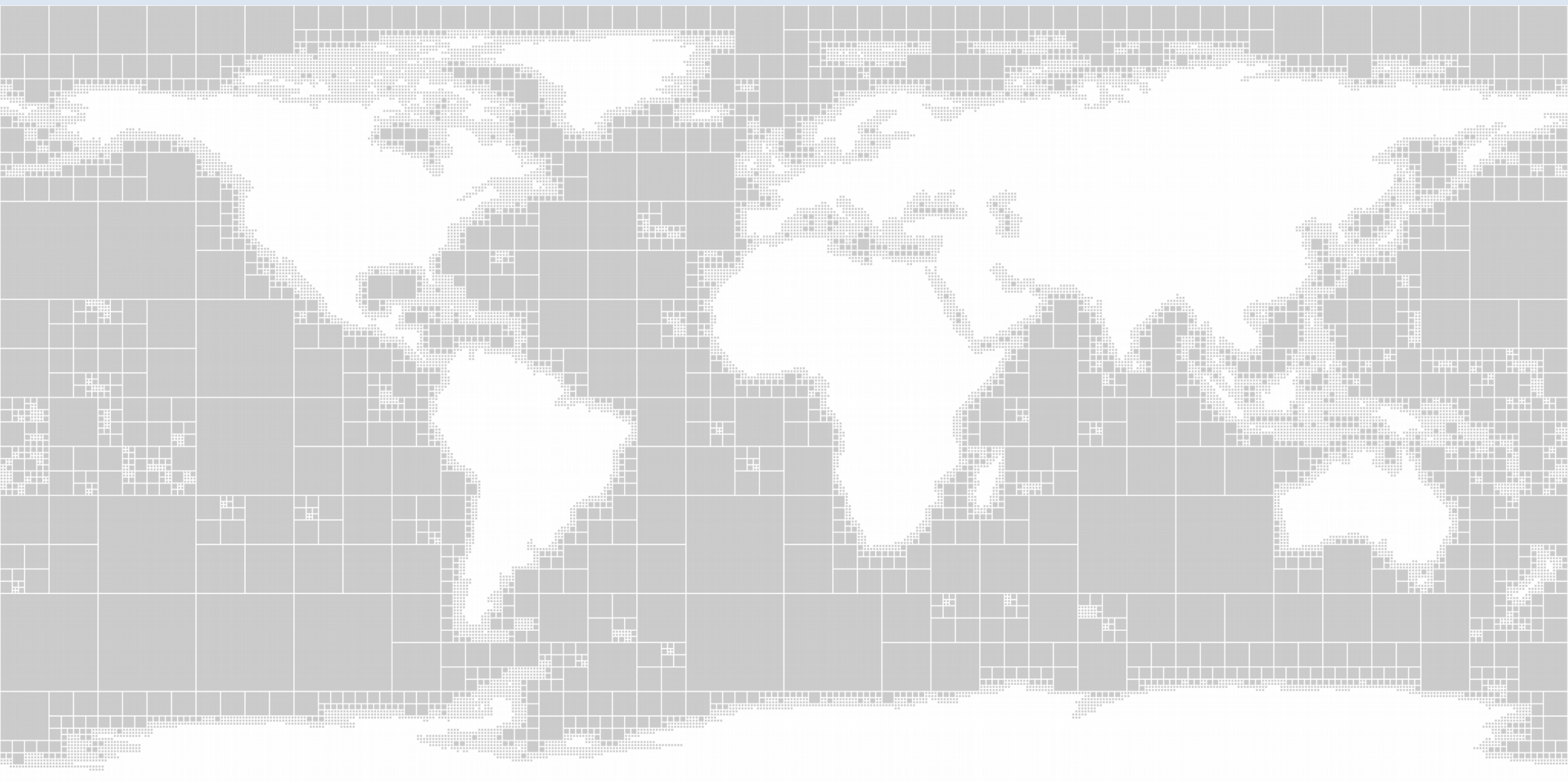
- Utilisation de postgres, postgis (geos, sfcgal), pg_routing et python
- Sources : Natural earth 1:50m :
 - Continents
 - Lacs
 - Fleuves
 - Ligne de côte

1. Génération de la grille



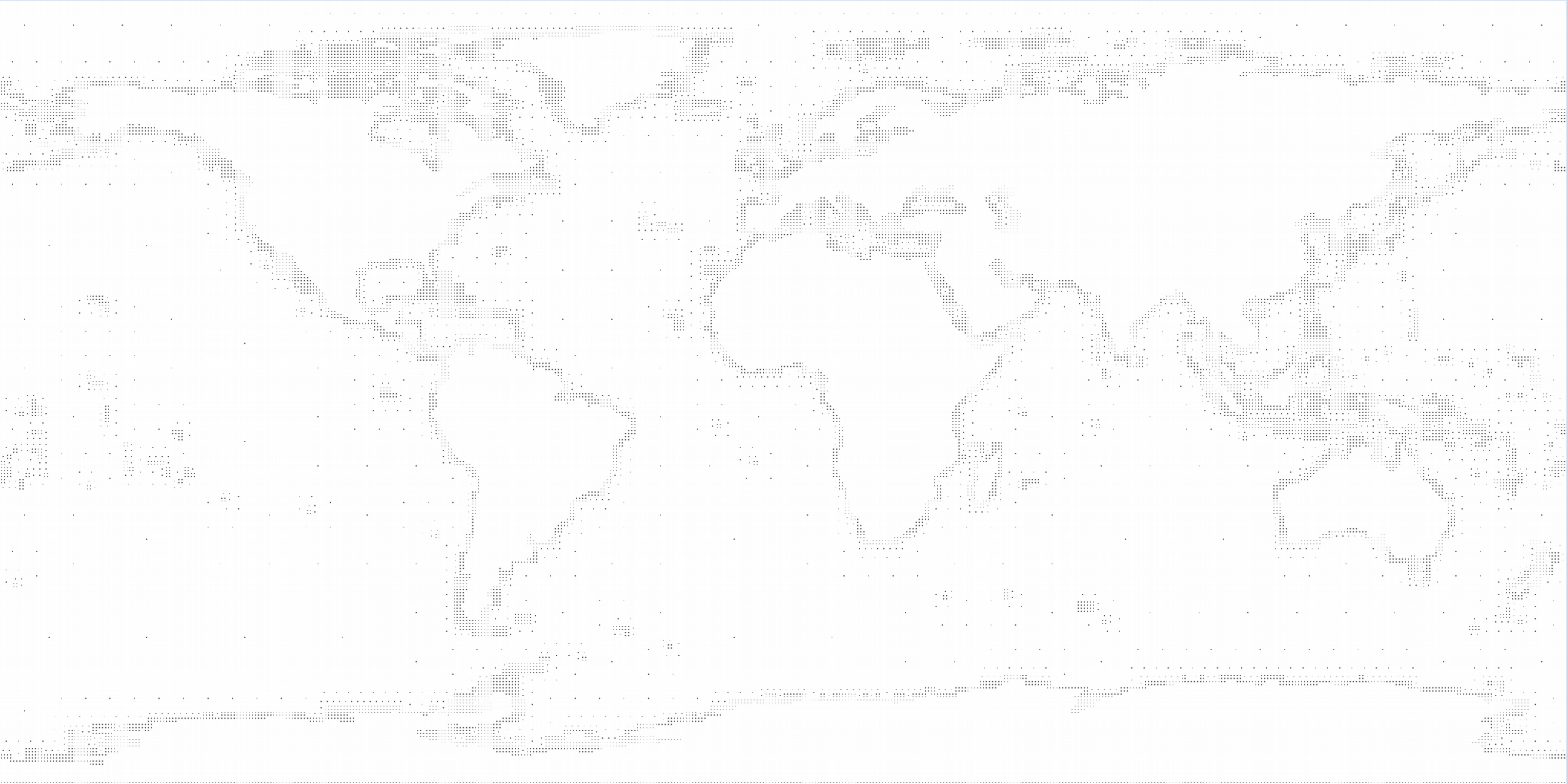
Nombre d'itérations fixé à 7

2. Extraction des cellules

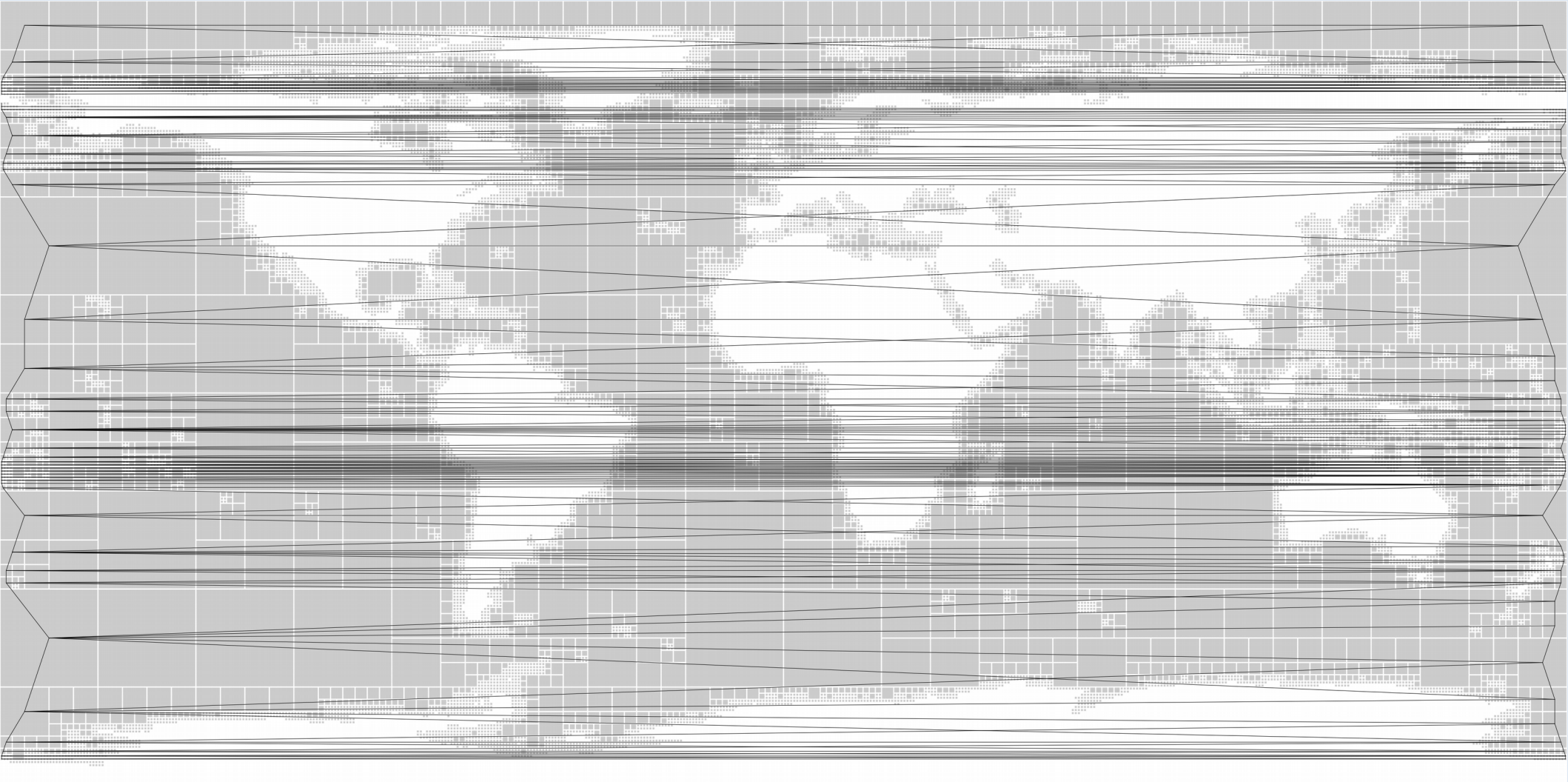


Extraction des cellules *entièrement contenues* dans un continent

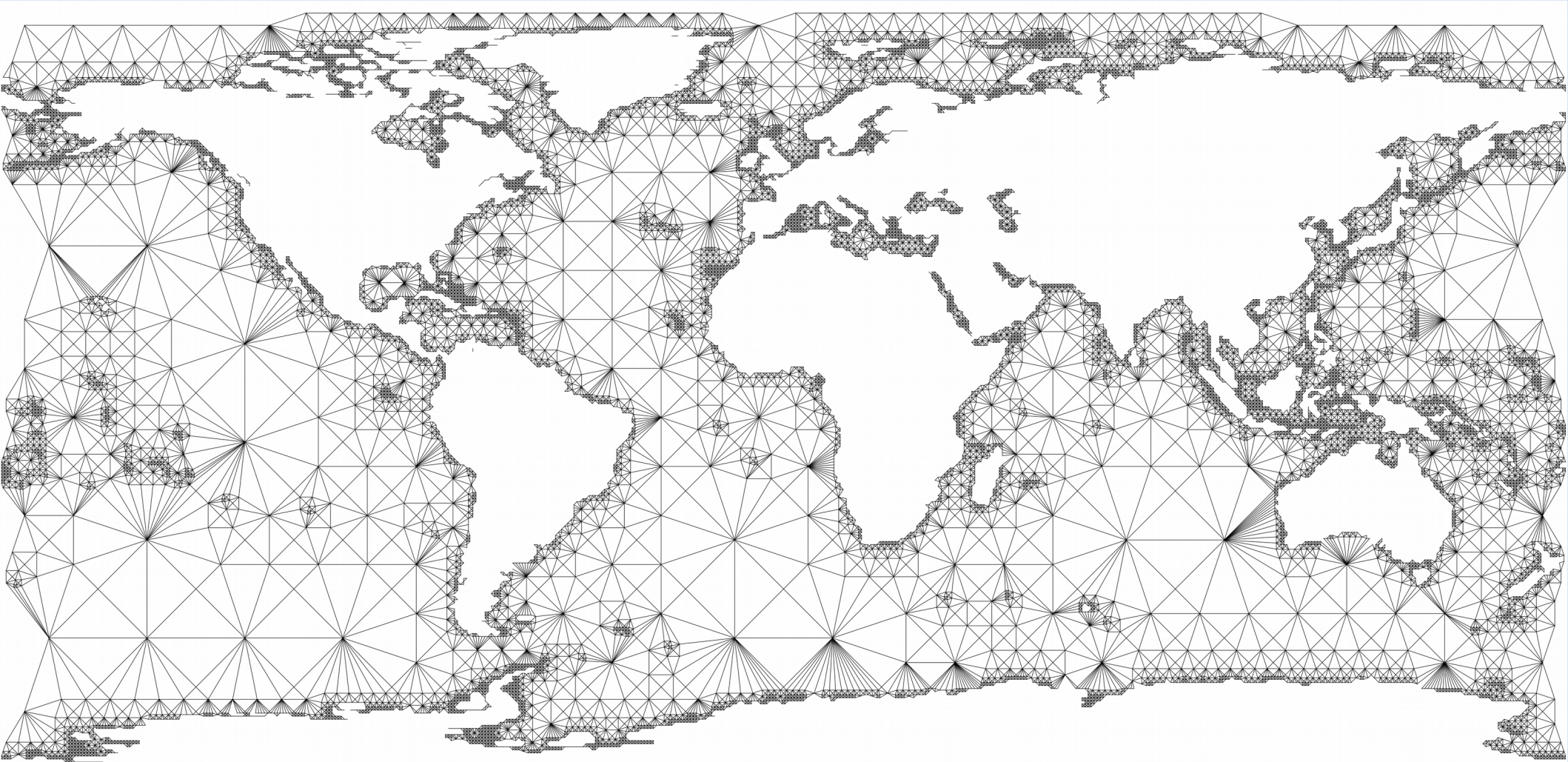
3. Extraction des centroïdes



4. Création des liens transpacifiques



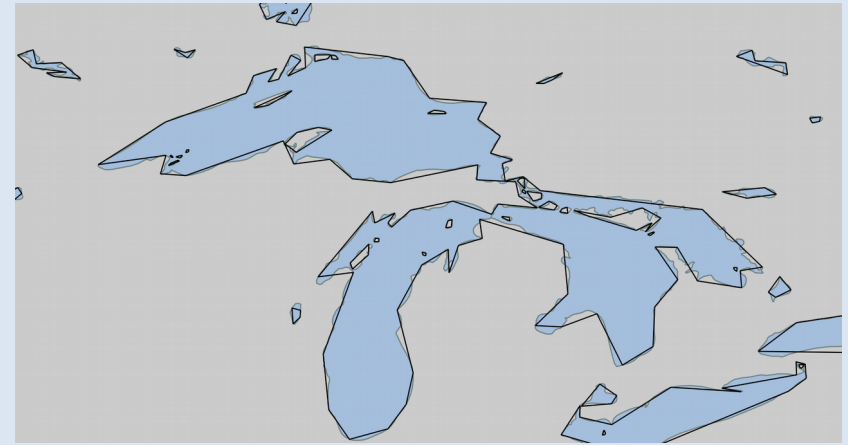
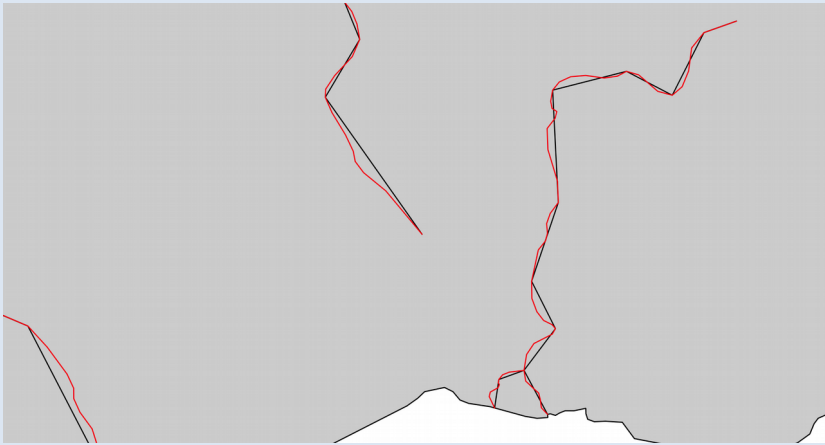
5. Création des liens



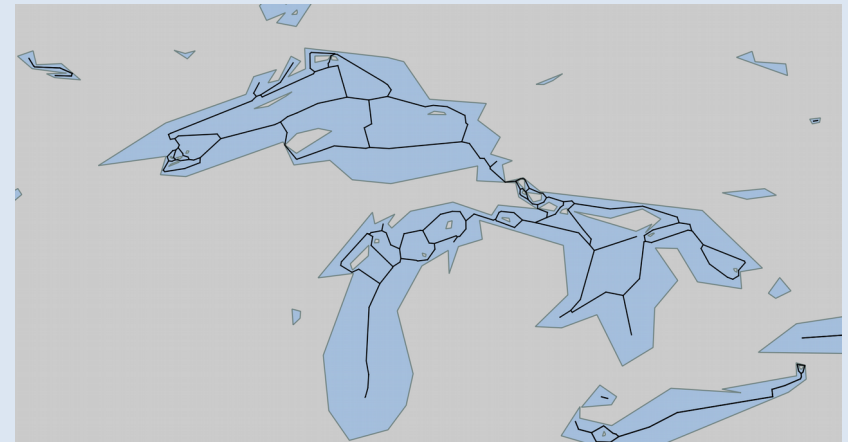
6. Test et correction des anomalies

- Transformation de la grille en graphe (networkx)
- Dénombrement des composantes
- Regroupement des nœuds de la grille selon leur appartenance à une composante
- Création d'un lien entre chaque composante et la composante de taille supérieure la plus proche.

7. Généralisation des fleuves et des lacs



- 1. Généralisation des fleuves avec conservation de la topologie
- 2. Généralisation des lacs avec conservation de la topologie
- 3. Extraction du squelette des lacs généralisés



8. Création des relations entre couches

- Liens fleuves-lacs
 - Ligne la plus courte entre géométries intersectées
- Liens (fleuves-lacs)-grille
 - Ligne la plus courte entre la grille et les fleuves avec une embouchure située à moins de 0.05° du littoral
- Liens grille-ports
 - Ligne la plus courte entre la grille et le centroïde des clusters de ports (Dbscan)

9. Création de la topologie et calcul des coûts

- Création d'un réseau compatible avec `pg_routing`
- Pas d'étape de création de nœuds supplémentaires
- Pondération des liens en fonction de leur longueur
- Translation pour les liens transpacifiques

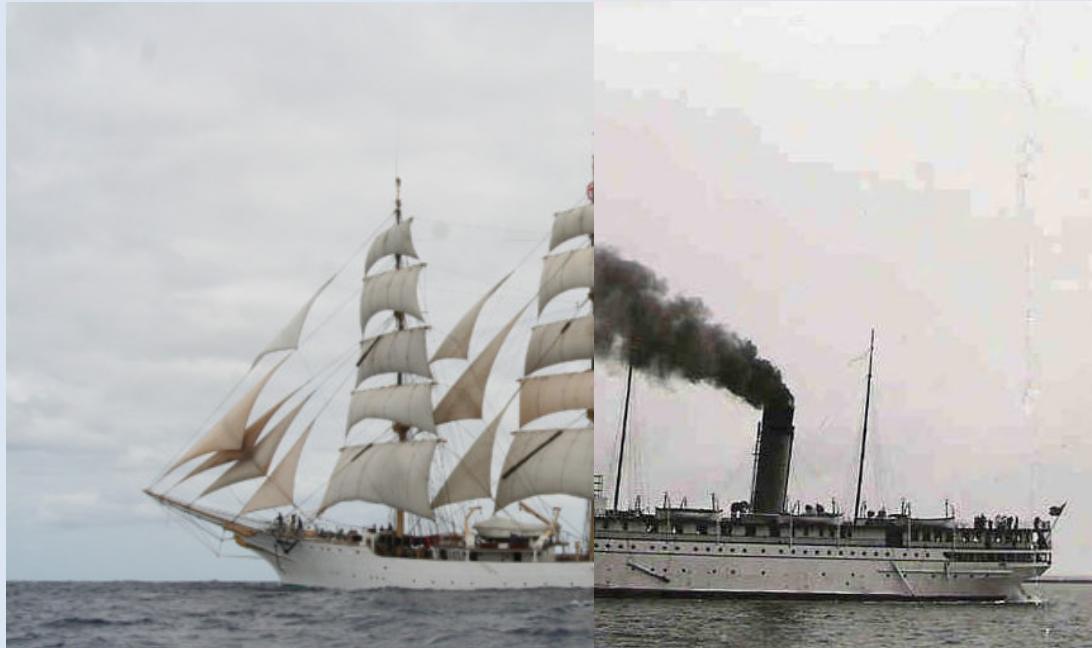
Résultats de l'approche

- Réduction d'un facteur 10 du nombre de liens
- Nette augmentation des performances de calcul
- Toute la procédure est scriptée (reproductibilité)

- Encore quelques problèmes de performance (problème d'implémentation)
- Manque de précision par endroits

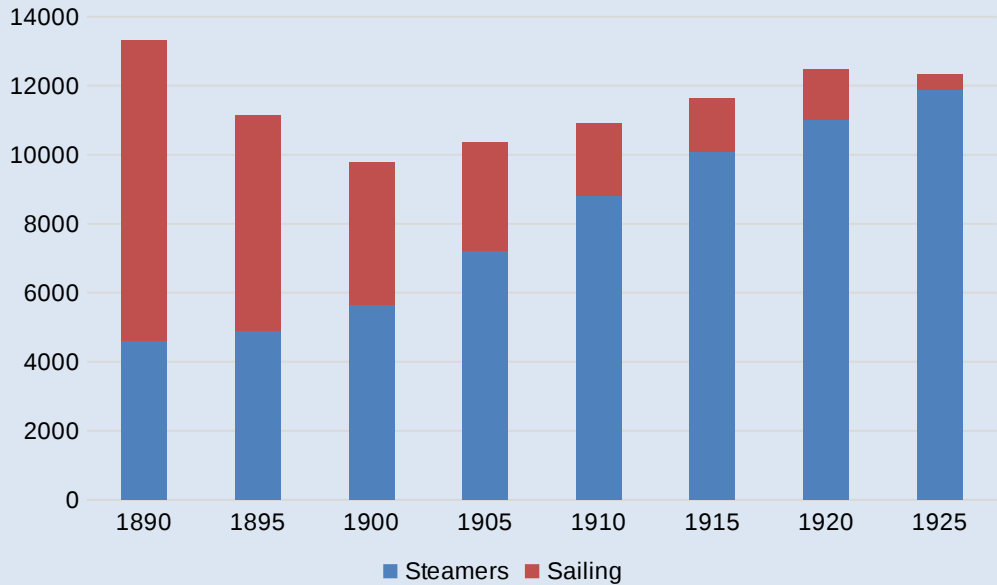
Voile et vapeur : flux maritimes et hiérarchies portuaires en Méditerranée, 1890-1925

- **Méditerranée** : choix d'un bassin de référence pour tester le géoportail avant de passer au niveau mondial
- **Voile et vapeur** : questionnement sur la diffusion spatio-temporelle de la vapeur vs. disparition de la voile (cf. *débat historiographique sur la rapidité et la spatialité de cette transition, voir Williams & Armstrong, 2012*)
- **Questions plus larges** : évolution technologique d'un graphe / réseau, influence des innovations, diffusion technologique, hiérarchie et spécialisation des villes, dynamiques urbaines...

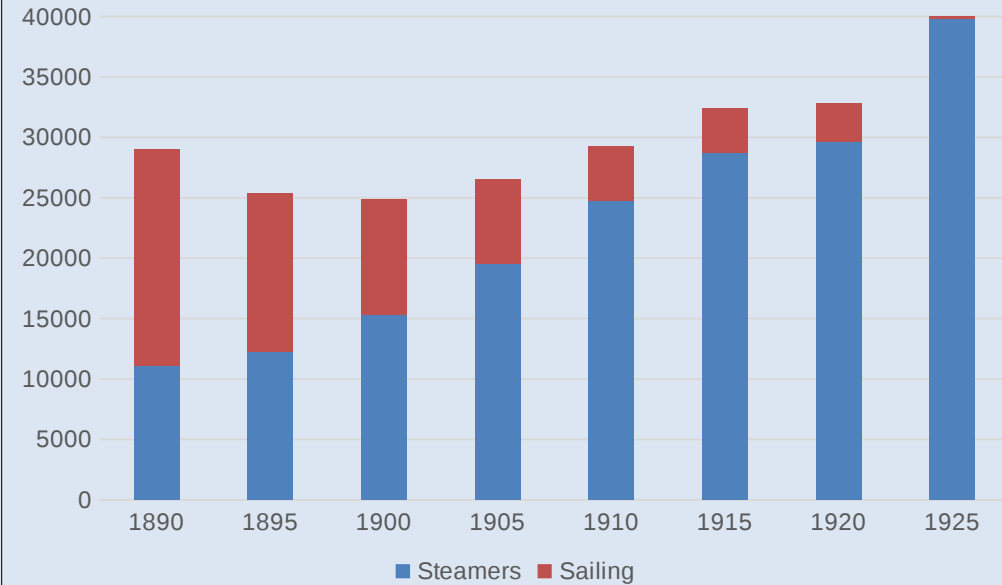


Quelques grandes tendances

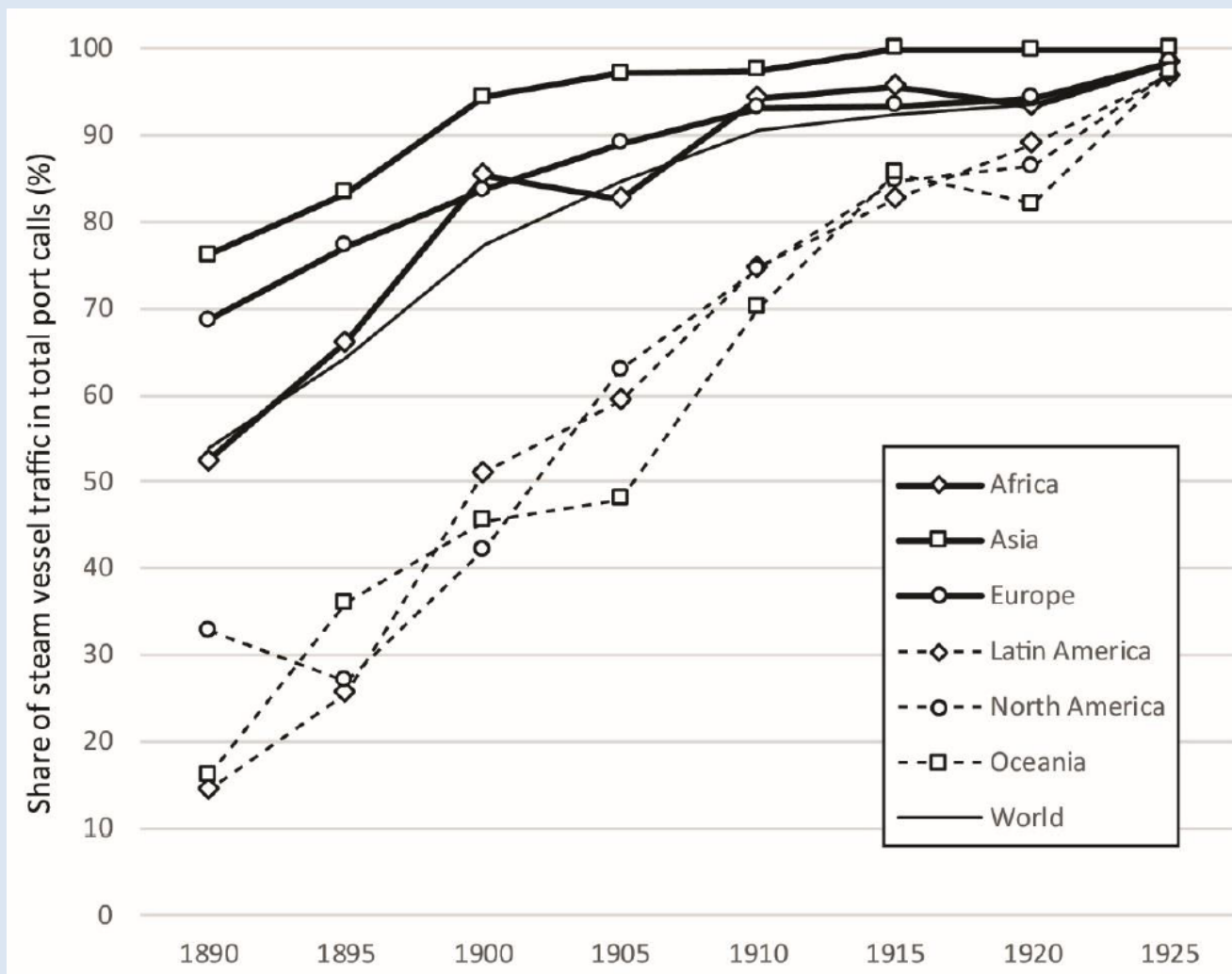
Flotte mondiale (nb. navires)



Trafic mondial (nb. escales)



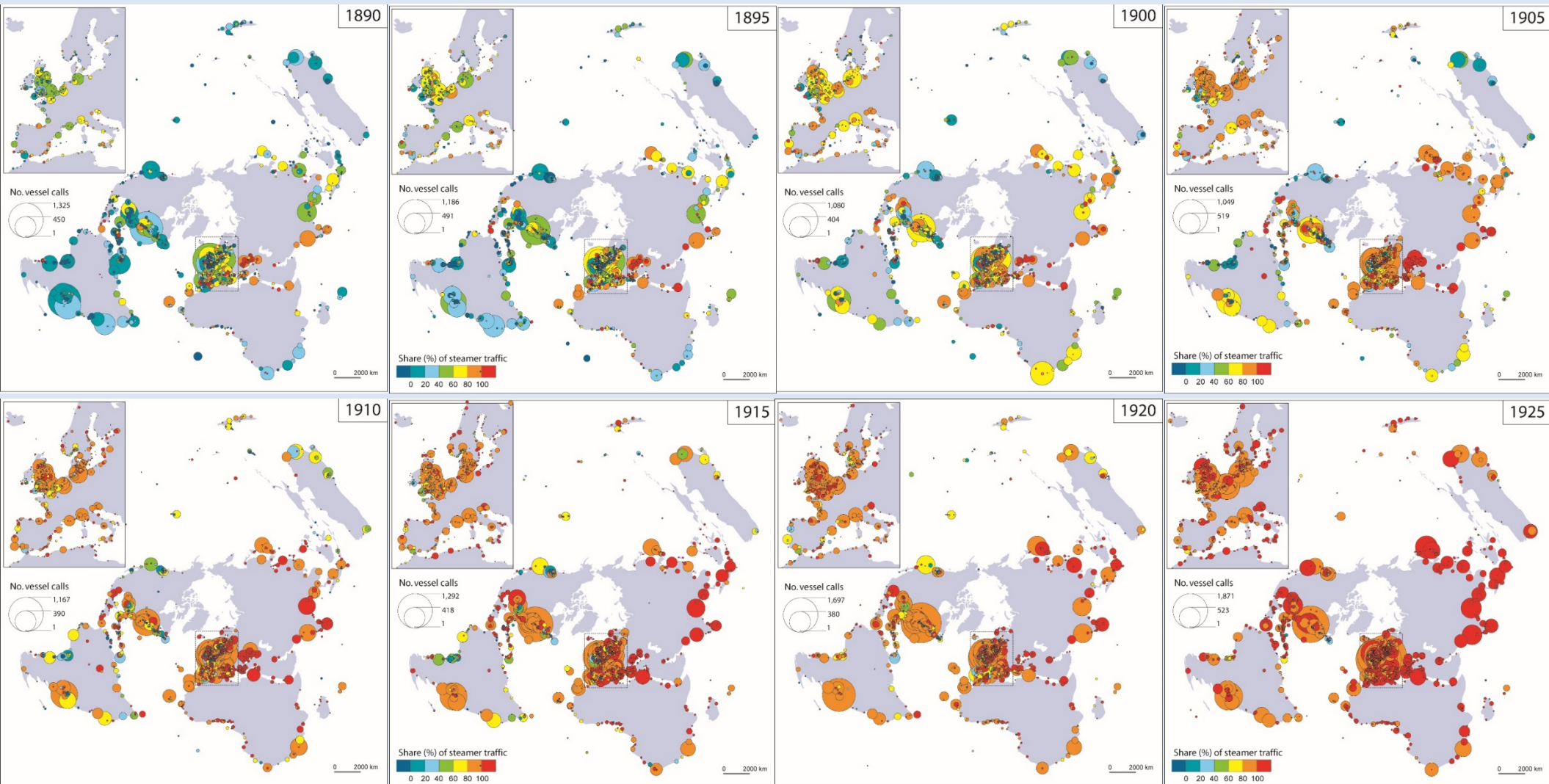
- Voile encore dominante en 1890-1895
- Disparition non pas abrupte mais progressive et tardive
- Contredit et complète les travaux des historiens qui se focalisent surtout sur les données de trafic des ports anglais (cf. Williams & Armstrong)
- Quelles dynamiques spatiales de ce phénomène ?



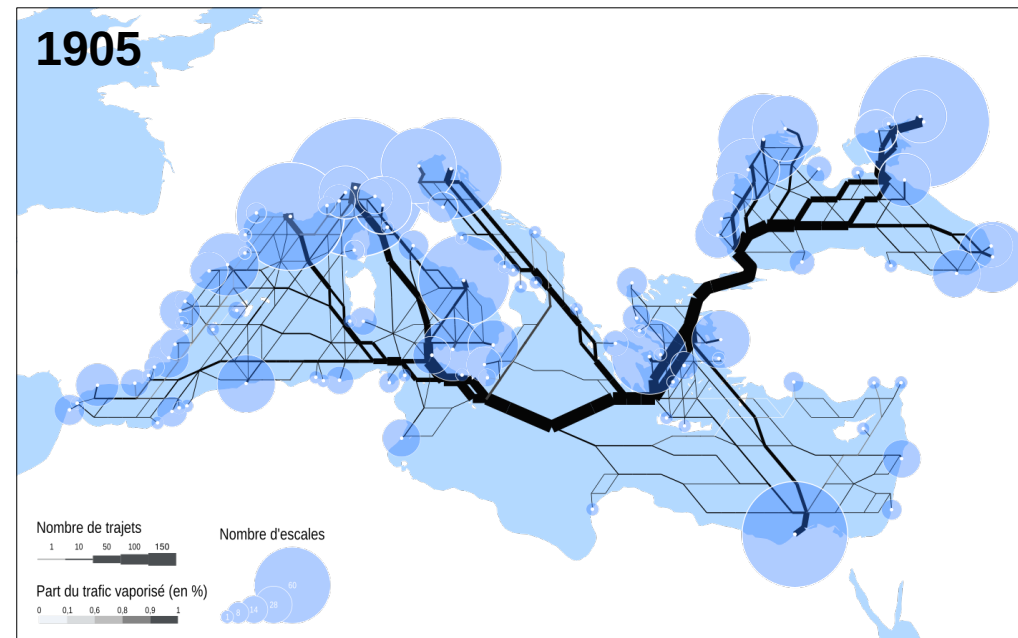
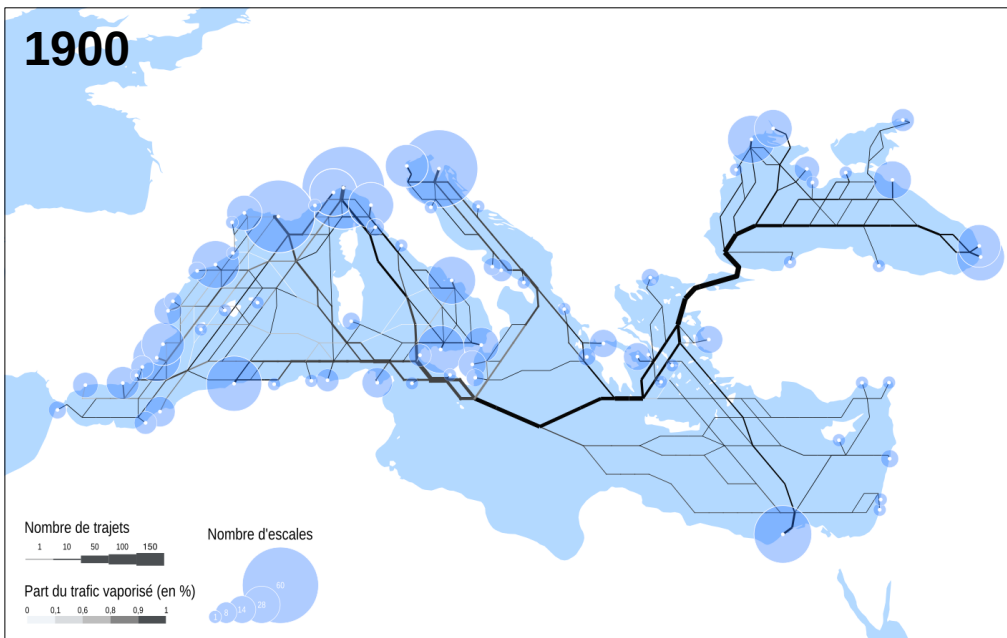
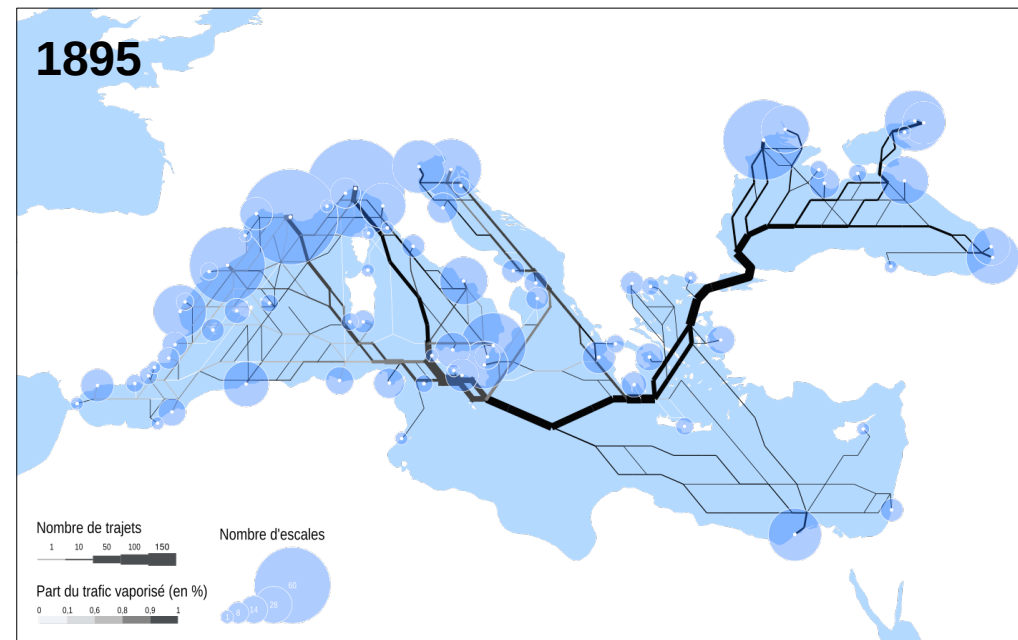
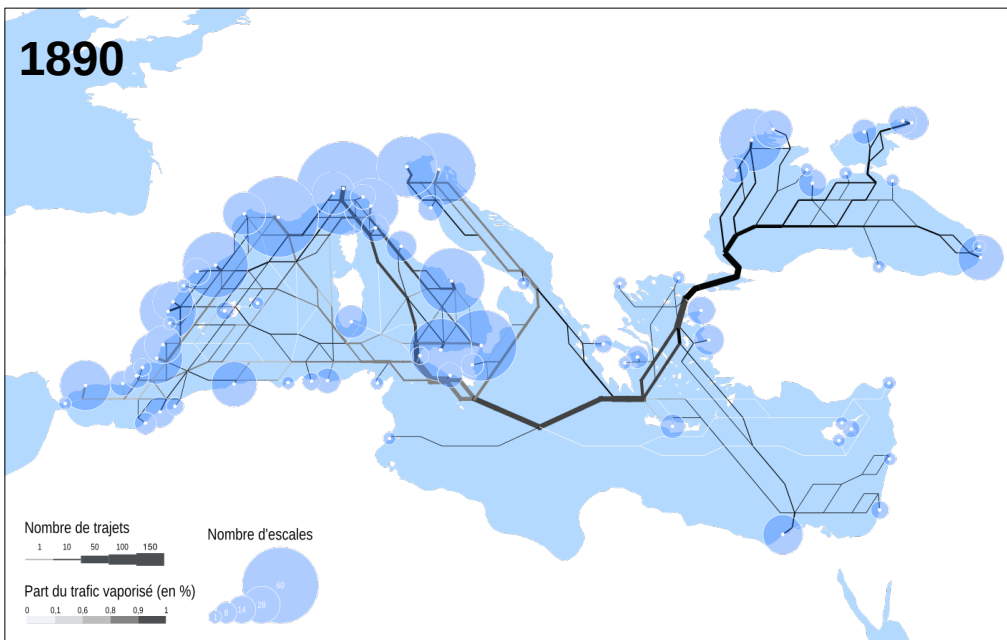
Deux groupes de continents se distinguent :

- Asie / Europe / Afrique en avance (fort taux initial de vaporisation) et atteignent la domination quasi-totale de la vapeur (plus de 90%) dès les années 1910 : **la métropole et ses empires coloniaux**
- Amériques / Océanie en retard et adoption graduelle, toujours en-dessous des 90% en 1920 : **vents favorables sur certaines routes**

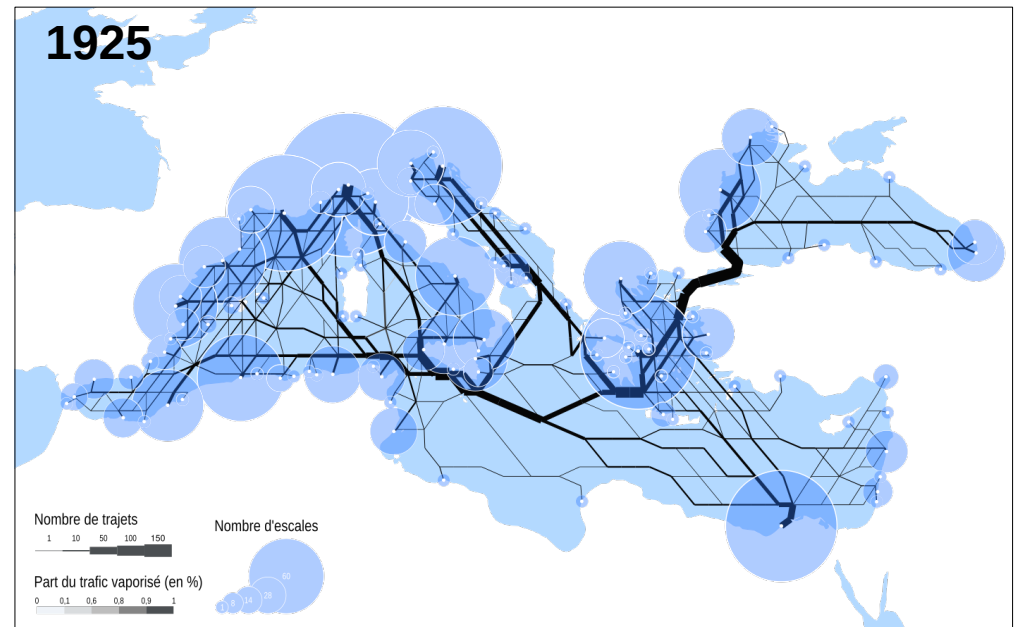
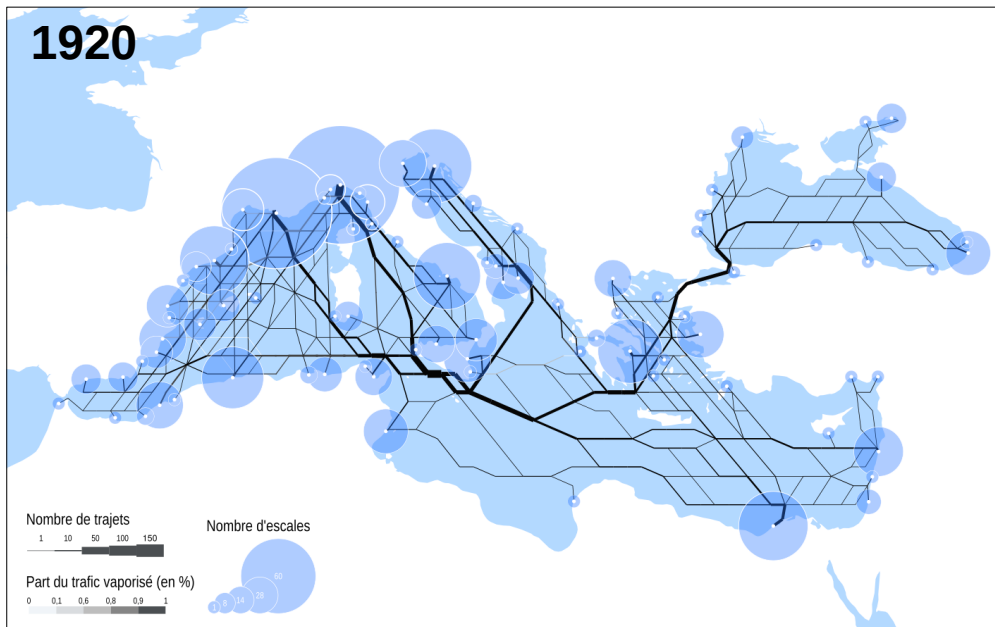
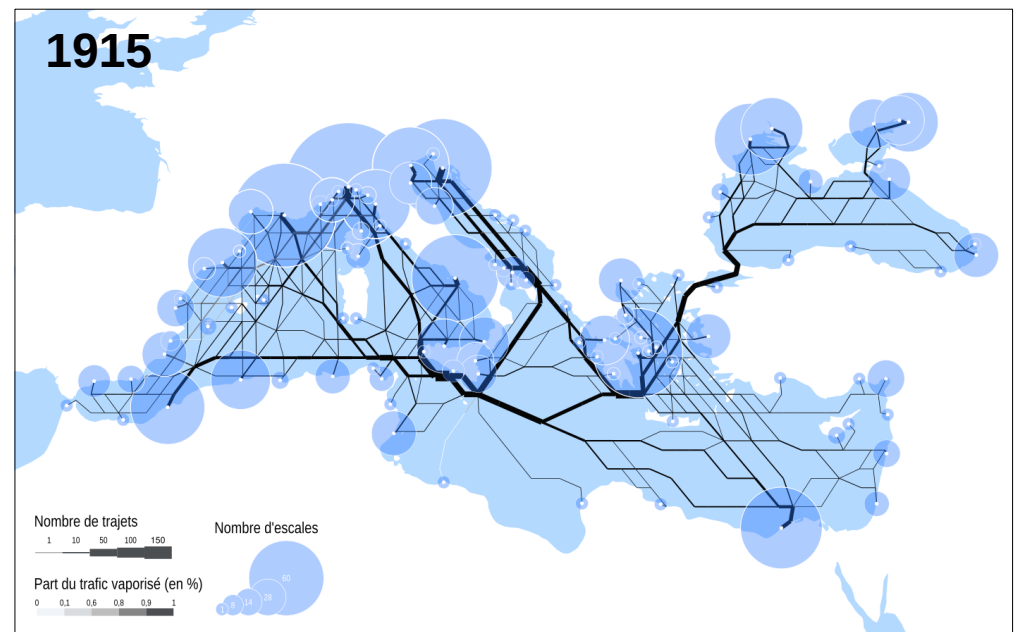
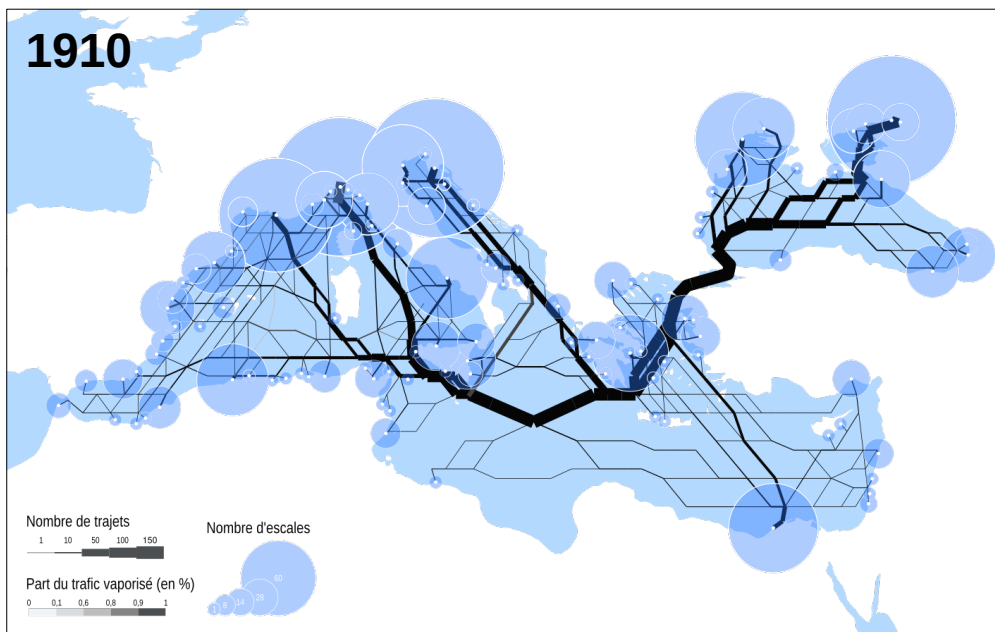
Une cartographie « classique »



- Les résultats confirment les grandes tendances
- Meilleur repérage des nœuds « en avance » et « en retard »
- Absence de visualisation des flux === géoportail !



- Domination des grands ports européens dont Gênes (forte industrialisation)
- Corridor de circulation principal entre mer Noire (chantiers navals) et Med. occidentale



- Impact visible d'un choc majeur (1^{ère} Guerre Mondiale)
- Différentiation voile-vapeur peu lisible car la région est des plus en avance pour la vapeur

Développements à venir

• Intégration :

- D'outils d'analyse variés : théorie des graphes, géomatique, réseaux complexes, cartographie CAO, SIG
- De données complémentaires (autres sources) : séries temporelles de trafic portuaire, carnets de bord, mouvements de navires, flux commerciaux, AIS, satellite, canal de Suez, East Indian Trading Corporation

• Interaction :

- production par l'utilisateur de cartes, graphes et diagrammes customisés
- large public : le monde du shipping public et privé, musées maritimes, écoles de commerce, instituts en transports et affaires internationales, chercheurs et enseignants / étudiants, intelligence et veille économique
- centralisation, harmonisation et échange / partage des données

• Interopération :

- communication favorisée entre systèmes spécialisés différents issus de projets précédents ou parallèles (humanités numériques) : Atlas of Venice, Orbis, CLIWOC, Transatlantic Slave Database, Navigocorpus, Sound Toll Registers, Portus Limen
- possibilité d'inclure à terme d'autres données : population urbaine, réseaux routiers, ferroviaires, fluviaux, aériens, etc.

• Valorisation :

- Salon Innovatives SHS 2017 (Marseille) ; ouvrage Routledge 2017 ; etc.

GeoSeastems

a maritime network analysis tool



Merci pour votre attention !

César Ducruet & Mattia Bunel
CNRS – UMR 8504 Géographie-cités

cdu@parisgeo.cnrs.fr
mattiabunel@hotmail.fr

www.world-seastems.cnrs.fr

