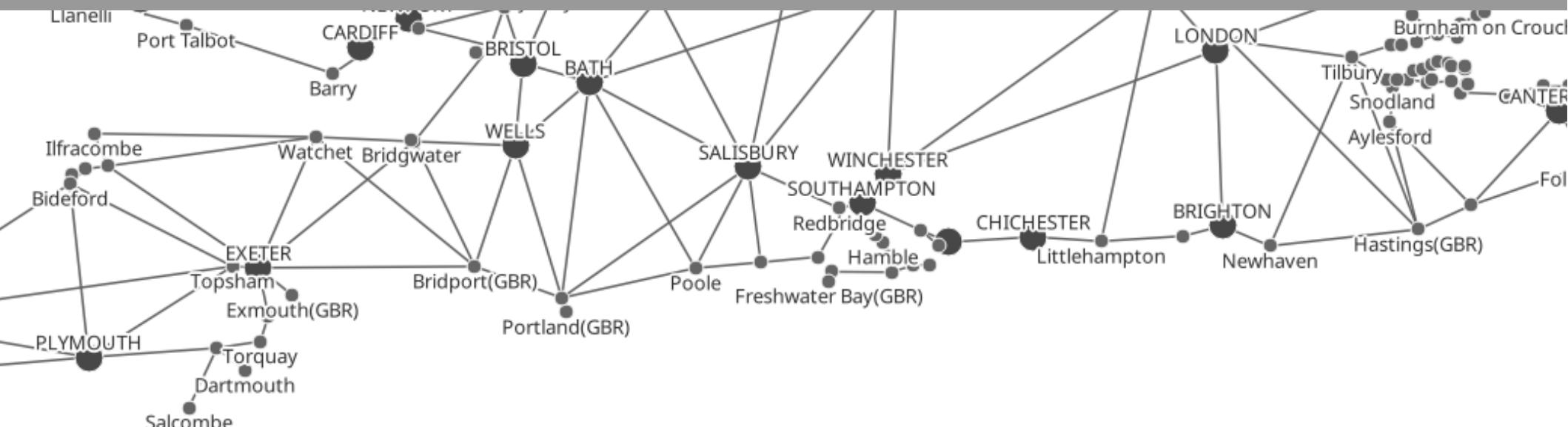


16 mai 2018

FOSS4G-fr

## INTÉGRATION DU RÉSEAU ROUTIER OSM DANS LE PROJET WORLD SEASTEMS D'ANALYSE DES TRANSPORTS MARITIMES

*Développement d'un modèle de création de graphe à partir des tronçons de route OSM, connectant l'ensemble des villes/ports du monde et prenant en compte les spécificités et contraintes territoriales afin d'assurer l'intégrité du réseau*



Justin Berli  
CNRS – UMR 8504 Géographie-Cités

## I. CONTEXTE

1. ERC World Seastems
2. Travaux connexes

## II. TRAITEMENTS PRÉLIMINAIRES

1. Présentation et préparation des données
2. Utilisation d'un arbre quaternaire

## III. MODÈLE DE SIMPLIFICATION DU RÉSEAU ROUTIER

1. Discrimination entre réseau primaire structurant et réseau littoral
2. Extraction contextuelle des tronçons littoraux
3. Création d'un réseau routable
4. Simplification du réseau

## IV. MODÈLE DE CRÉATION DU GRAPHE ROUTIER PONDÉRÉ

1. Détermination des zones d'influences des ports/villes
2. Création des nœuds et des liens

## V. LIMITES

1. Un réseau routier mondial hétérogène
2. Extrême simplicité de la méthode de détermination des zones d'influences

## 1. l'ERC World Seastems

l'ERC World Seastems propose, par l'utilisation de graphes, de **mettre en lumière l'évolution du réseau maritime mondial** de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle à nos jours.

Depuis 2013, plusieurs axes sont développés conjointement : **Visualisation** des flux maritimes, **analyse des dynamiques** au sein du réseau maritime mondial, étude des **liens entre développement urbain/portuaire et flux maritimes**, **extraction** des données.



European Research Council  
Established by the European Commission



## 2. Travaux connexes

Développement d'un **OCR** afin d'extraire les données de flux à partir des **registres numérisés** de la Lloyd's.

**Harmonisation** des données : ports et villes (population, localisation, *etc.*) ; **nettoyage** des extractions issues de l'OCR.

**Création du réseau maritime** représentant les **routes potentielles** à travers le globe sur lequel il est possible de projeter les données pour les **visualiser**.

**Développement** de **GeoSeastems**, une plate-forme de **visualisation des flux maritimes** en fonction d'une période, d'un type de navire, d'un ensemble de ports, *etc.*

## I. CONTEXTE

1. ERC World Seastems
2. Travaux connexes

## II. TRAITEMENTS PRÉLIMINAIRES

1. Utilisation d'un arbre quaternaire
2. Présentation et préparation des données

## III. MODÈLE DE SIMPLIFICATION DU RÉSEAU ROUTIER

1. Discrimination entre réseau primaire structurant et réseau littoral
2. Extraction contextuelle des tronçons littoraux
3. Création d'un réseau routable
4. Simplification du réseau

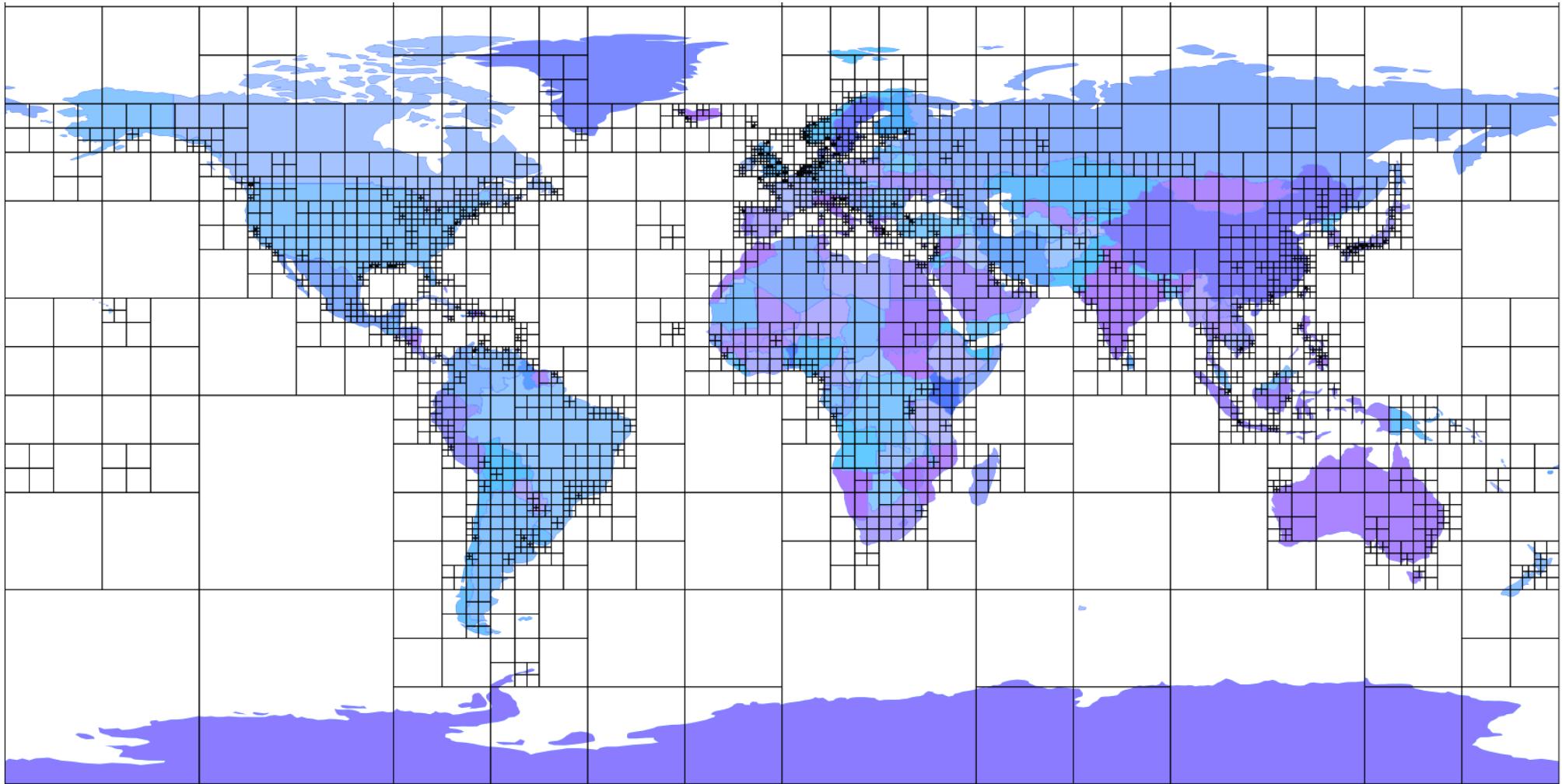
## IV. MODÈLE DE CRÉATION DU GRAPHE ROUTIER PONDÉRÉ

1. Détermination des zones d'influences des ports/villes
2. Création des nœuds et des liens

## V. LIMITES

1. Un réseau routier mondial hétérogène
2. Extrême simplicité de la méthode de détermination des zones d'influences

## 1. Utilisation d'un arbre quaternaire (quadtree)



Création d'un **arbre quaternaire** limité à **20 entités (villes/ports) par tuile** ; les tuiles créées serviront à la division des données.

## 2. Présentation et préparation des données

### OBJECTIF DU MODÈLE

Dédensifier les tronçons OpenStreetMap et construire un **réseau routier routable** liant l'ensemble des principales villes et ports du monde.

Dans un second temps, l'objectif est de créer un **graphe routier mondial** permettant le calcul d'**indicateurs de centralité**.

### STRUCTURE DU MODÈLE

Un script **Python** permet de traiter automatiquement l'ensemble des tuiles. Des **requêtes SQL** permettent d'effectuer les traitements directement sur une base **PostgreSQL/PostGIS**.



Tronçons routiers : **OpenStreetMap** via **GEOFABRIK**

Attribution d'une importance (1 à 7) en fonction du tag:highway

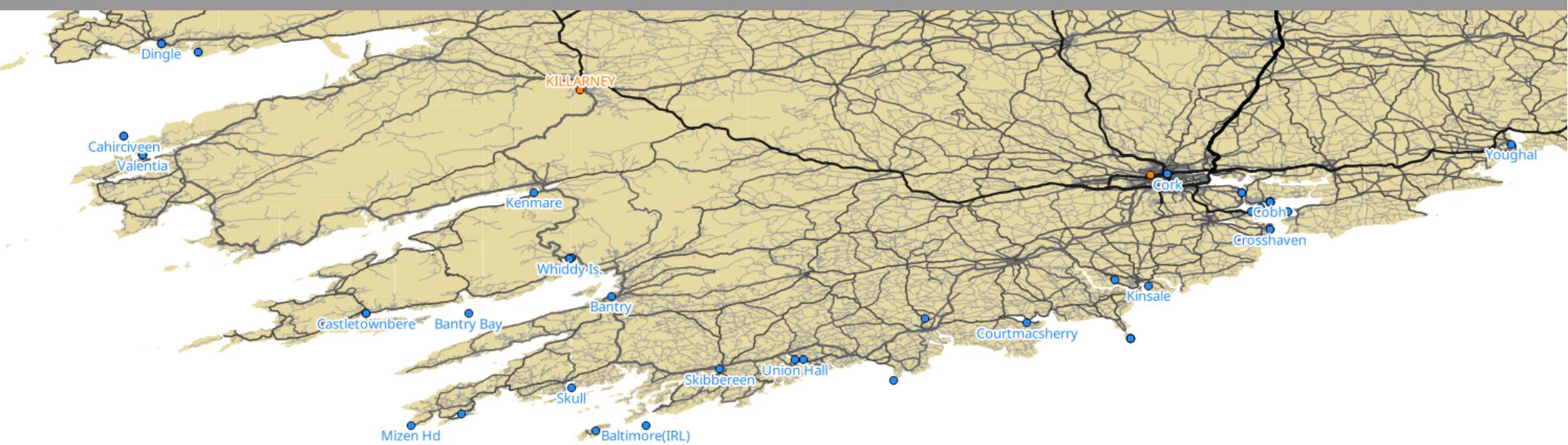
Attribution des vitesses maximales où elles sont manquantes

Mers/Terres : **OpenStreetMap** via **OpenStreetMapData**

Villes : **Natural Earth**

Ports : Registres de la **Lloyd's**

À l'amont, un script permet de définir les **tuiles vides** (ne contenant aucune entité, tronçon de route, ville ou port). Elles sont écartées des traitements.



# DÉROULEMENT

## I. CONTEXTE

1. ERC World Seastems
2. Travaux connexes

## II. TRAITEMENTS PRÉLIMINAIRES

1. Présentation et préparation des données
2. Utilisation d'un arbre quaternaire

## III. MODÈLE DE SIMPLIFICATION DU RÉSEAU ROUTIER

- 1. Discrimination entre réseau primaire structurant et réseau littoral**
- 2. Extraction contextuelle des tronçons littoraux**
- 3. Création d'un réseau routable**
- 4. Simplification du réseau**

## IV. MODÈLE DE CRÉATION DU GRAPHE ROUTIER PONDÉRÉ

1. Détermination des zones d'influences des ports/villes
2. Création des nœuds et des liens

## V. LIMITES

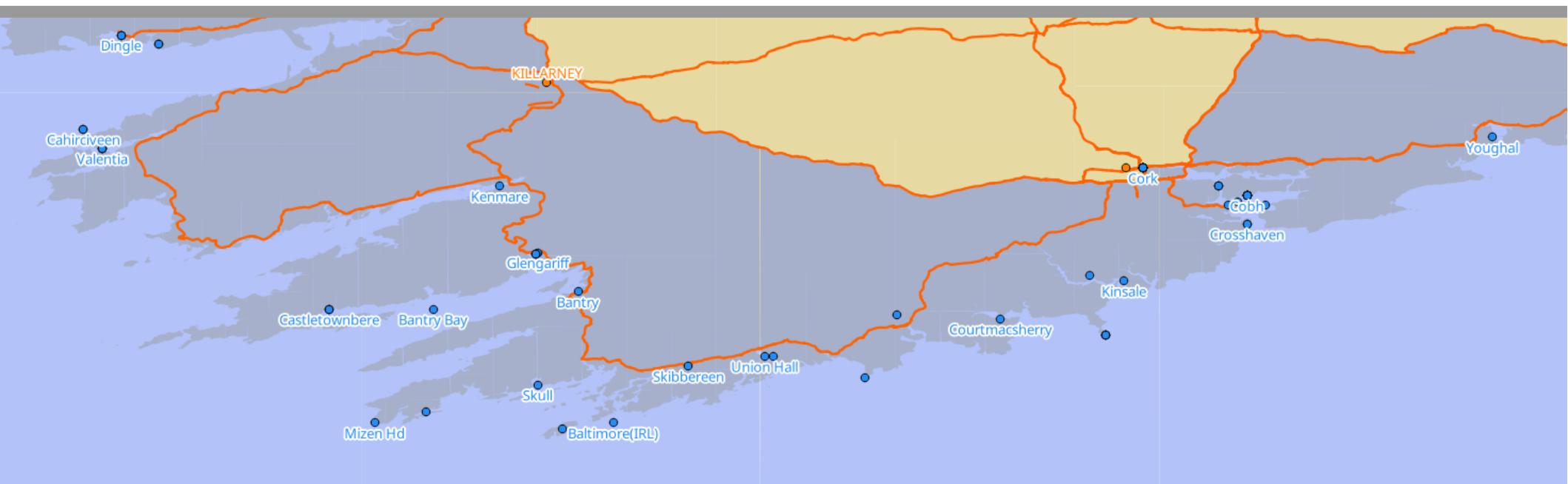
1. Un réseau routier mondial hétérogène
2. Extrême simplicité de la méthode de détermination des zones d'influences

## 1. Discrimination entre réseau primaire structurant et réseau littoral

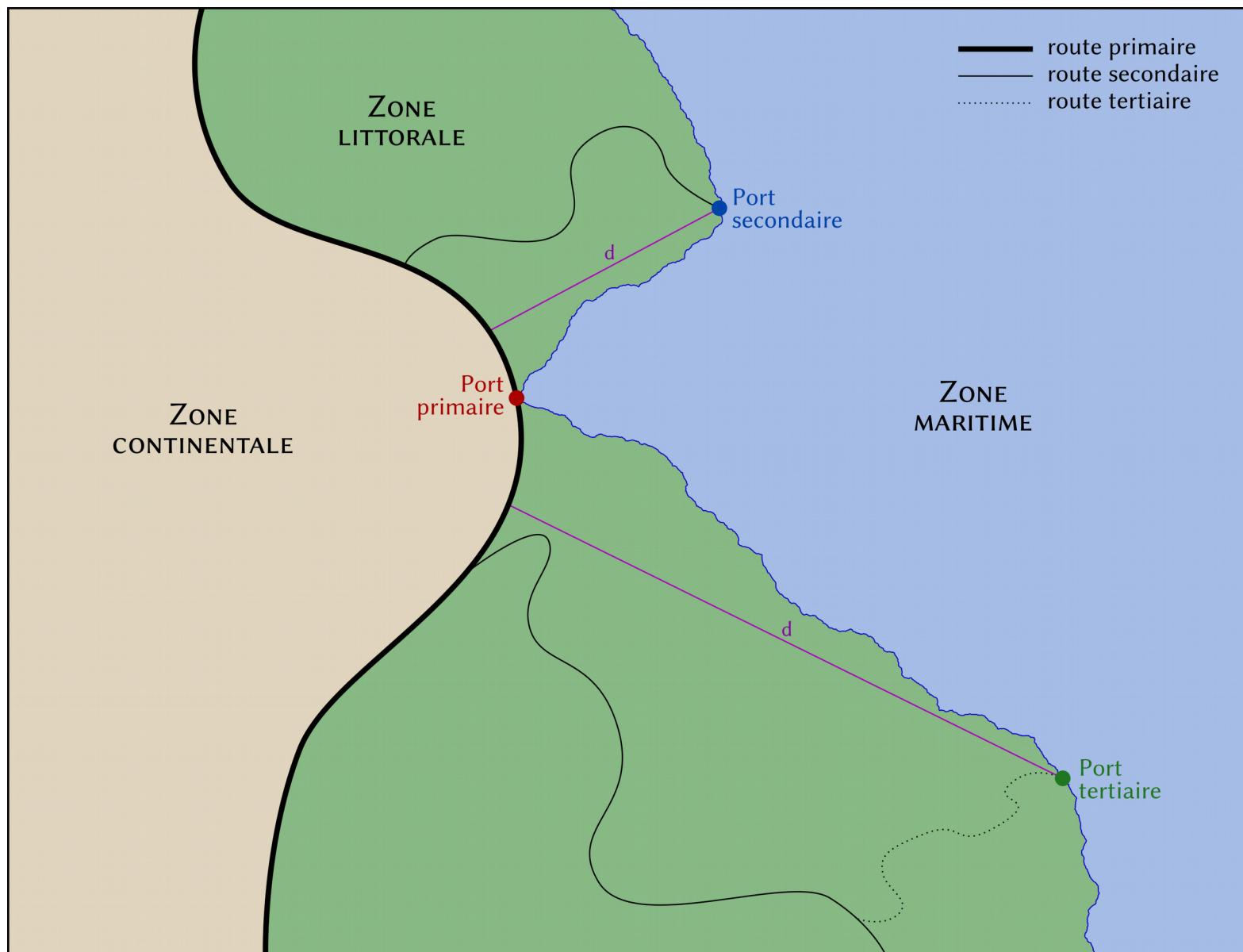
Extraction des **tronçons primaires** (highway=motorway, trunk, primary) constituant la structure principale du réseau routier.

Détermination des **zones littorales** à partir des tronçons primaires.

Extraction des **tronçons secondaires** intersectant les zones littorales.

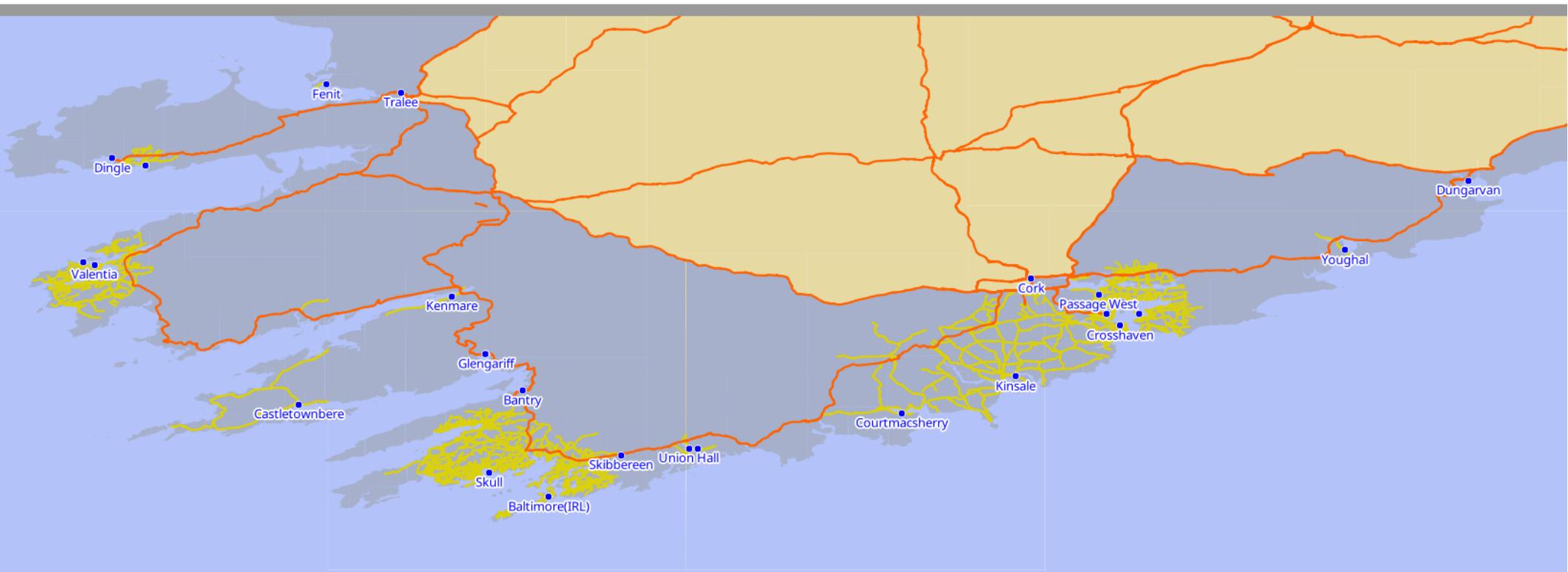


## 2. Extraction contextuelle des tronçons littoraux



Cette méthode permet d'alléger considérablement le **nombre de tronçons littoraux** en s'assurant que les **ports** demeurent **connectés au réseau primaire**.

Quelques problèmes interviennent, notamment dans les zones dont le **trait de côte** est particulièrement **morcelé** ; mais également lorsque les **tronçons connectant le port au réseau primaire ne suivent pas la classification**.

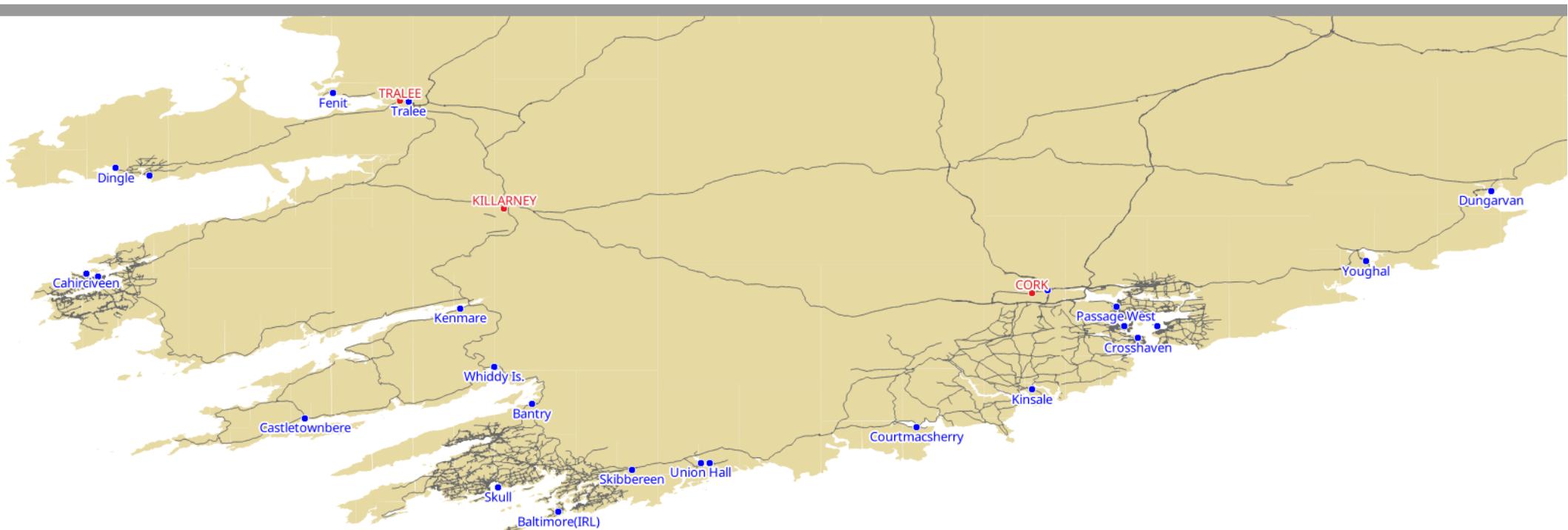


### 3. Création d'un réseau routable

Les **tronçons primaires et secondaires** sont **regroupés** dans une unique table.

Les **coûts** sont calculés en fonction de la **longueur** du tronçon ainsi que de sa **vitesse maximale**.

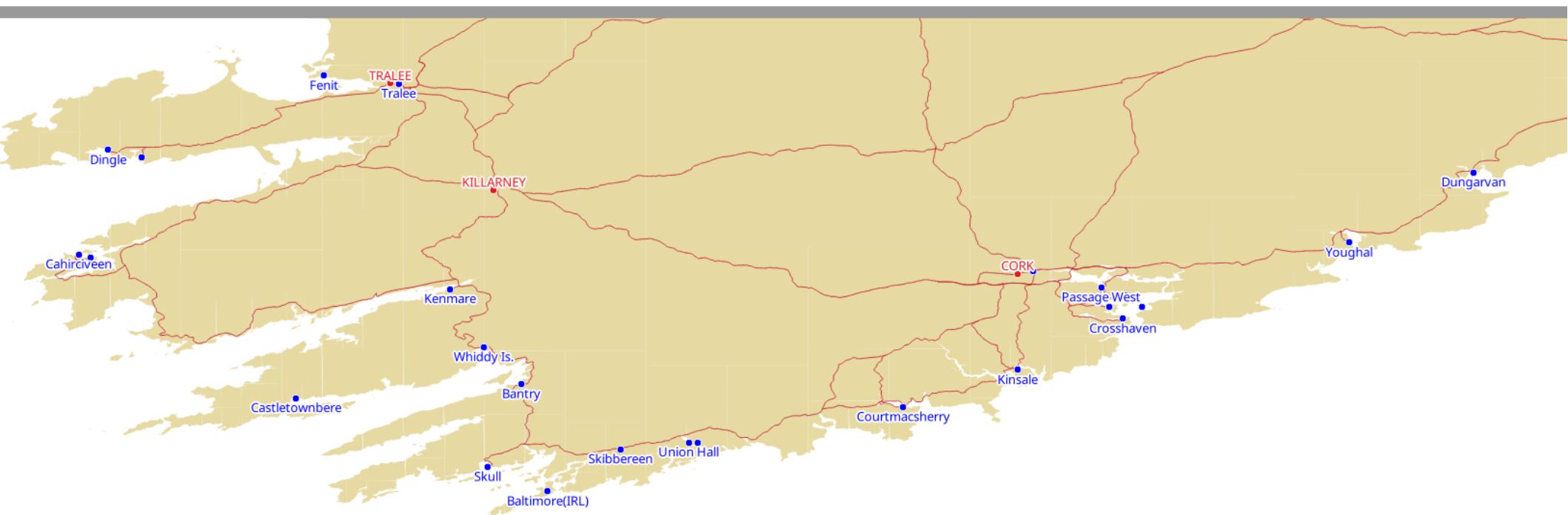
L'identifiant du nœud **d'origine** et de **destination** (source/target) est renseigné afin d'obtenir un **réseau routable**.



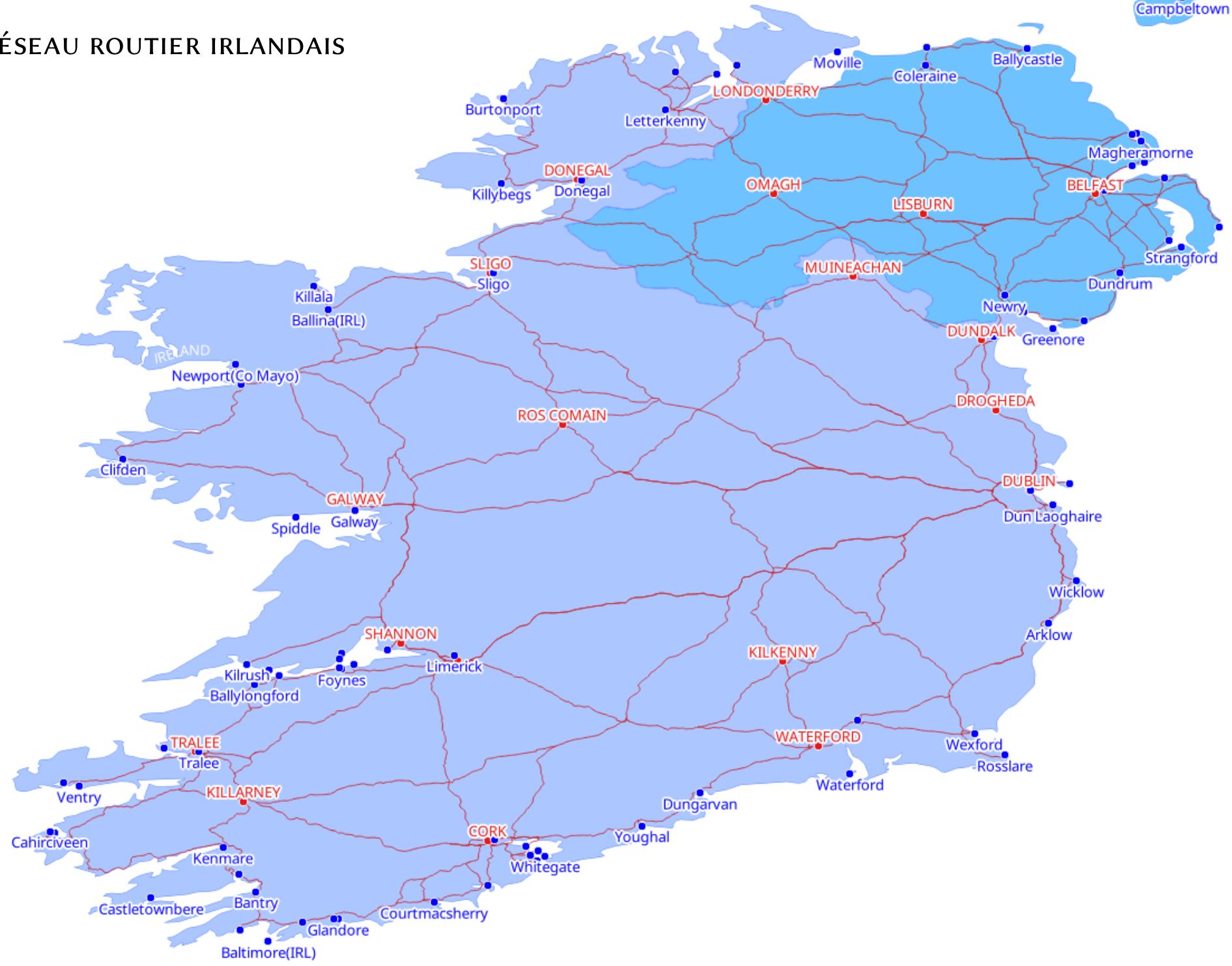
## 4. Simplification du réseau

Calcul des **plus courts chemins** entre l'ensemble des villes et ports en utilisant l'algorithme de **Dijkstra**.

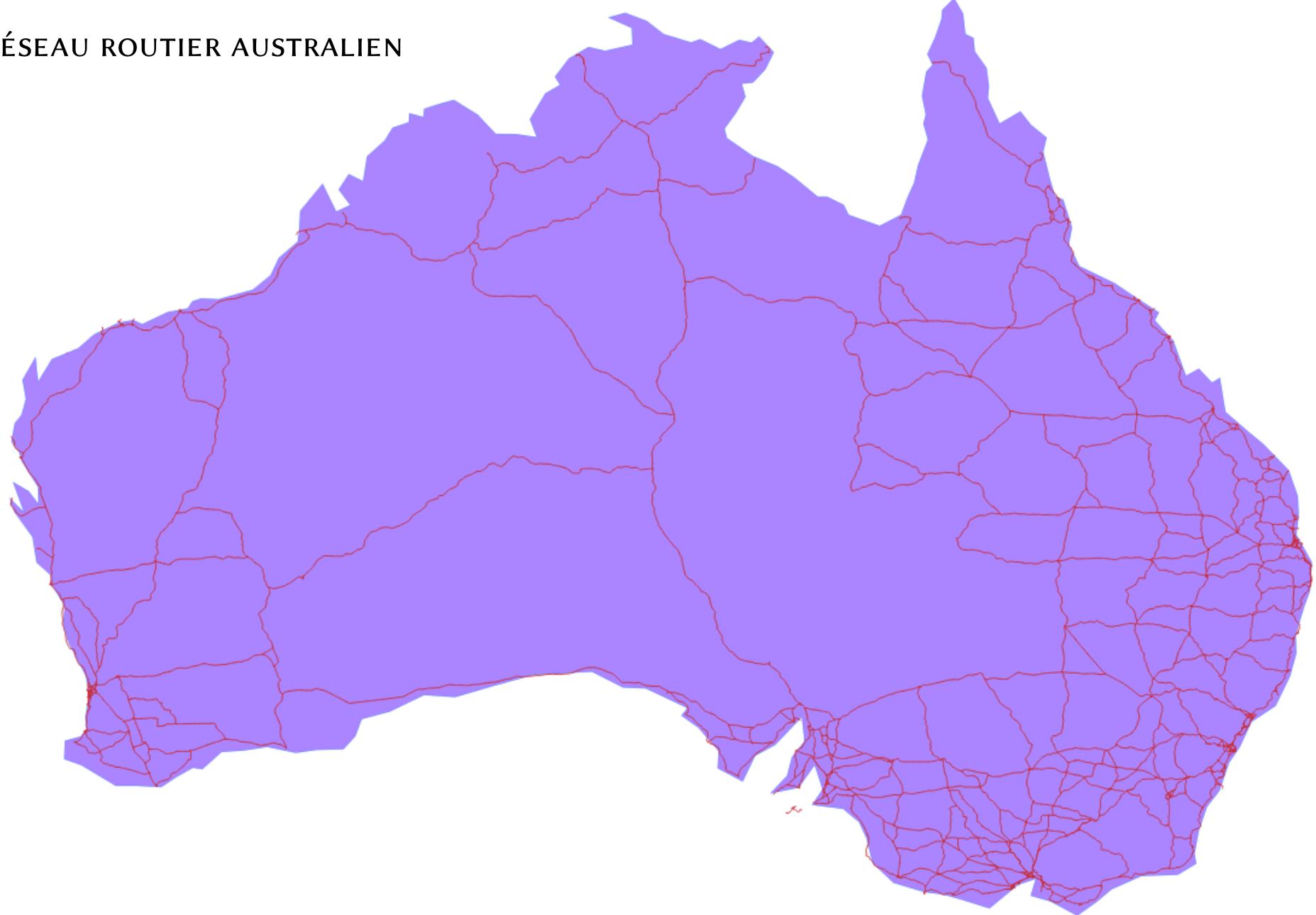
Les **géométries empruntées** par l'algorithme sont **conservées** ; cela permet de n'avoir que les tronçons nécessairement empruntés dans le réseau final.



# LE RÉSEAU ROUTIER IRLANDAIS



# LE RÉSEAU ROUTIER AUSTRALIEN



# DÉROULEMENT

## I. CONTEXTE

1. ERC World Seastems
2. Travaux connexes

## II. TRAITEMENTS PRÉLIMINAIRES

1. Présentation et préparation des données
2. Utilisation d'un arbre quaternaire

## III. MODÈLE DE SIMPLIFICATION DU RÉSEAU ROUTIER

1. Discrimination entre réseau primaire structurant et réseau littoral
2. Extraction contextuelle des tronçons littoraux
3. Création d'un réseau routable
4. Simplification du réseau

## IV. MODÈLE DE CRÉATION DU GRAPHE ROUTIER PONDÉRÉ

- 1. Détermination des zones d'influences des ports/villes**
- 2. Création des nœuds et des liens**

## V. LIMITES

1. Un réseau routier mondial hétérogène
2. Extrême simplicité de la méthode de détermination des zones d'influences

## 1. Détermination des zones d'influence des villes et ports [en développement]

Des **buffers fixes** sont créés autour de chaque entité, puis ces derniers sont **combinés** lorsqu'il se **superposent**.

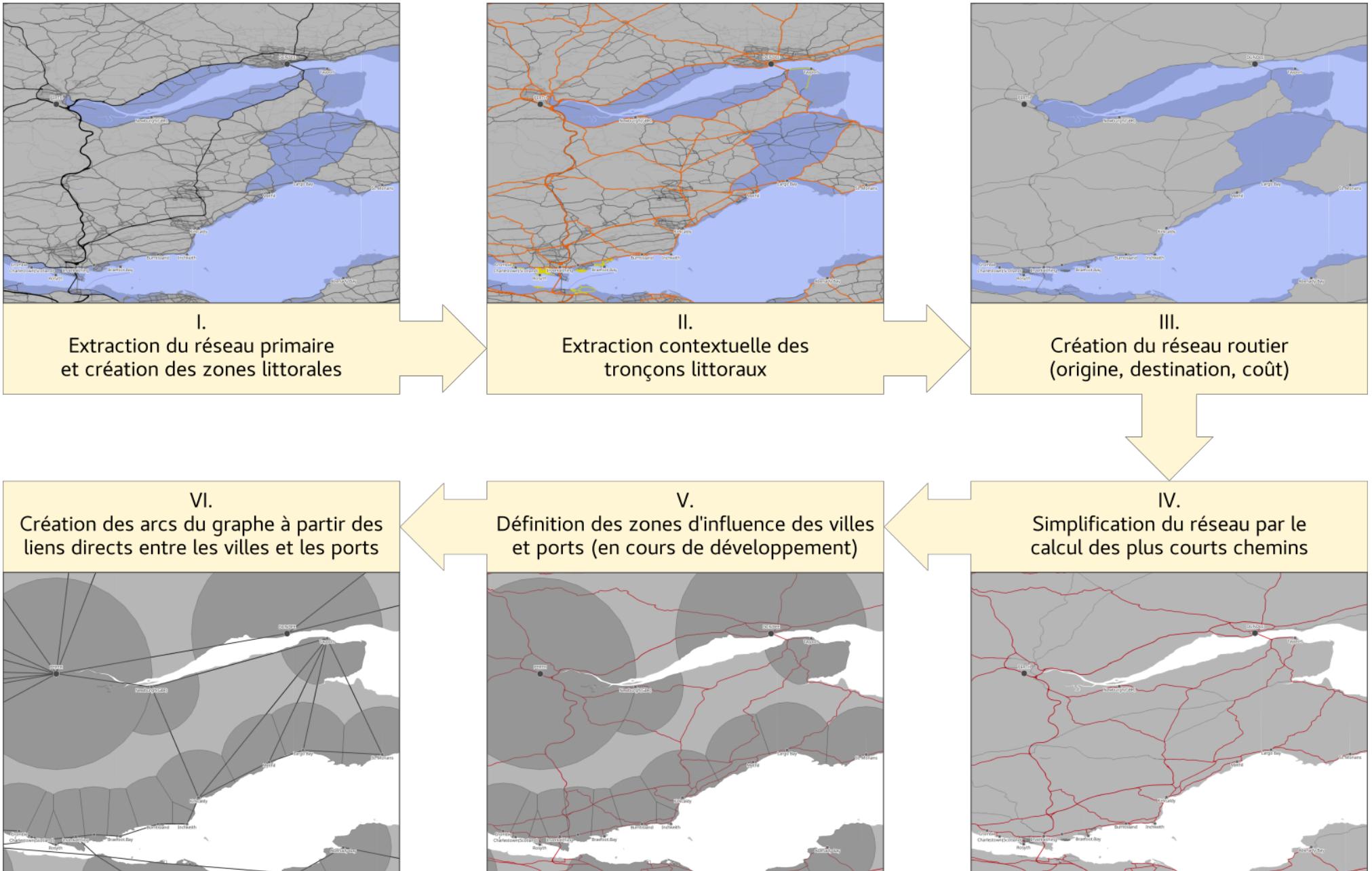
L'algorithme de **Voronoi** permet ensuite de **subdiviser ces zones** afin qu'elles soient respectivement assignées à un seul point (ville/port).

## 2. Crédit des nœuds et des liens

Les **plus courts chemins** selon l'algorithme de **Dijkstra** sont **recalculés** entre toutes les villes et ports du réseau.

Ne sont **conservés** que les plus courts chemins **intersectant** au maximum **deux zones d'influences** distinctes : Ils représentent les **liens directs** entre villes et ports.

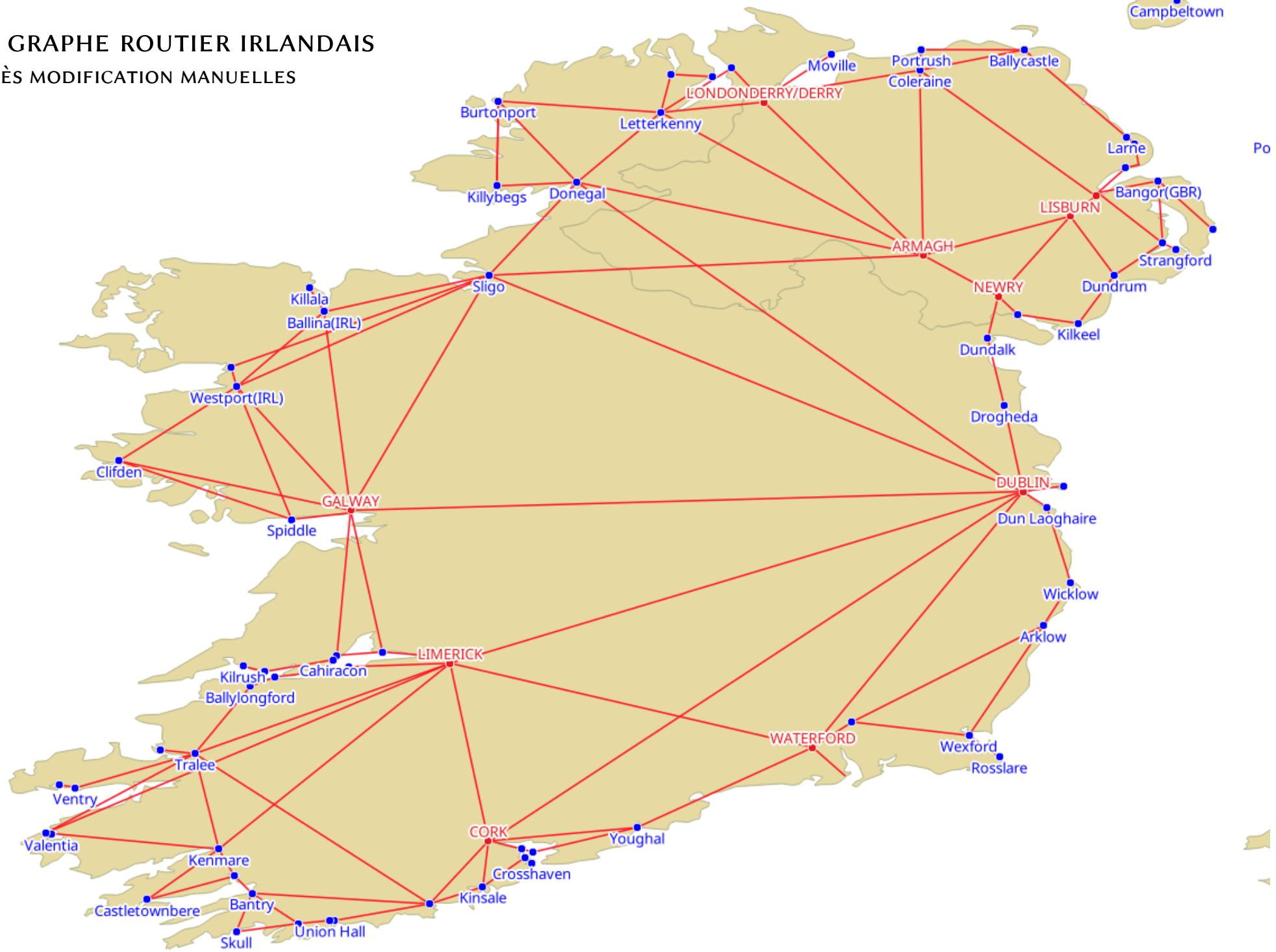
Une **nouvelle géométrie** est créée pour chacun de ces plus courts chemins, composée d'une **ligne droite simple reliant les deux points** du réseau.



MODE OPÉRATOIRE DE LA CRÉATION DU GRAPHE ROUTIER : VUE D'ENSEMBLE

# LE GRAPHE ROUTIER IRLANDAIS

APRÈS MODIFICATION MANUELLES



# DÉROULEMENT

## I. CONTEXTE

1. ERC World Seastems
2. Travaux connexes

## II. TRAITEMENTS PRÉLIMINAIRES

1. Présentation et préparation des données
2. Utilisation d'un arbre quaternaire

## III. MODÈLE DE SIMPLIFICATION DU RÉSEAU ROUTIER

1. Discrimination entre réseau primaire structurant et réseau littoral
2. Extraction contextuelle des tronçons littoraux
3. Création d'un réseau routable
4. Simplification du réseau

## IV. MODÈLE DE CRÉATION DU GRAPHE ROUTIER PONDÉRÉ

1. Détermination des zones d'influences des ports/villes
2. Création des nœuds et des liens

## V. LIMITES

- 1. Un réseau routier mondial hétérogène**
- 2. Extrême simplicité de la méthode de détermination des zones d'influences**

## 1. Un réseau routier mondial hétérogène

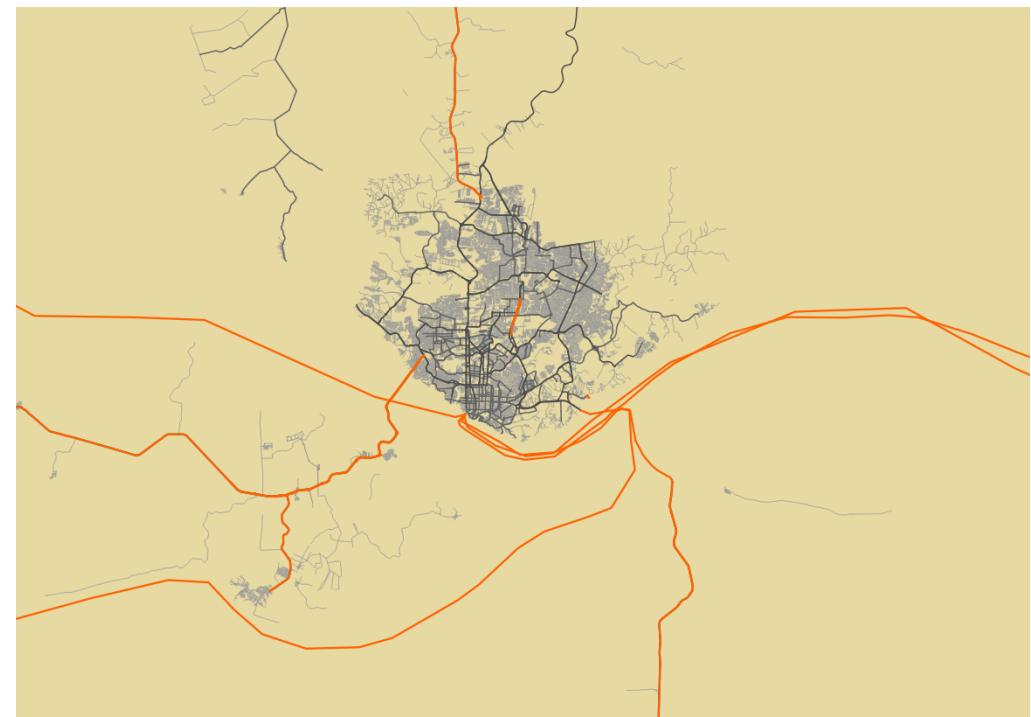
Le réseau routier mondial présente un **grand nombre de spécificités** qu'il est nécessaire de **prendre en compte**, comme par exemple :

L'utilisation de **ferry fluviaux** pour traverser le fleuve **Congo**, le **Mékong** ou **l'Amazone**.

Le réseau routier primaire ne traversant pas certaines villes.



LE RÉSEAU ROUTIER DE KISANGANI (RDC)

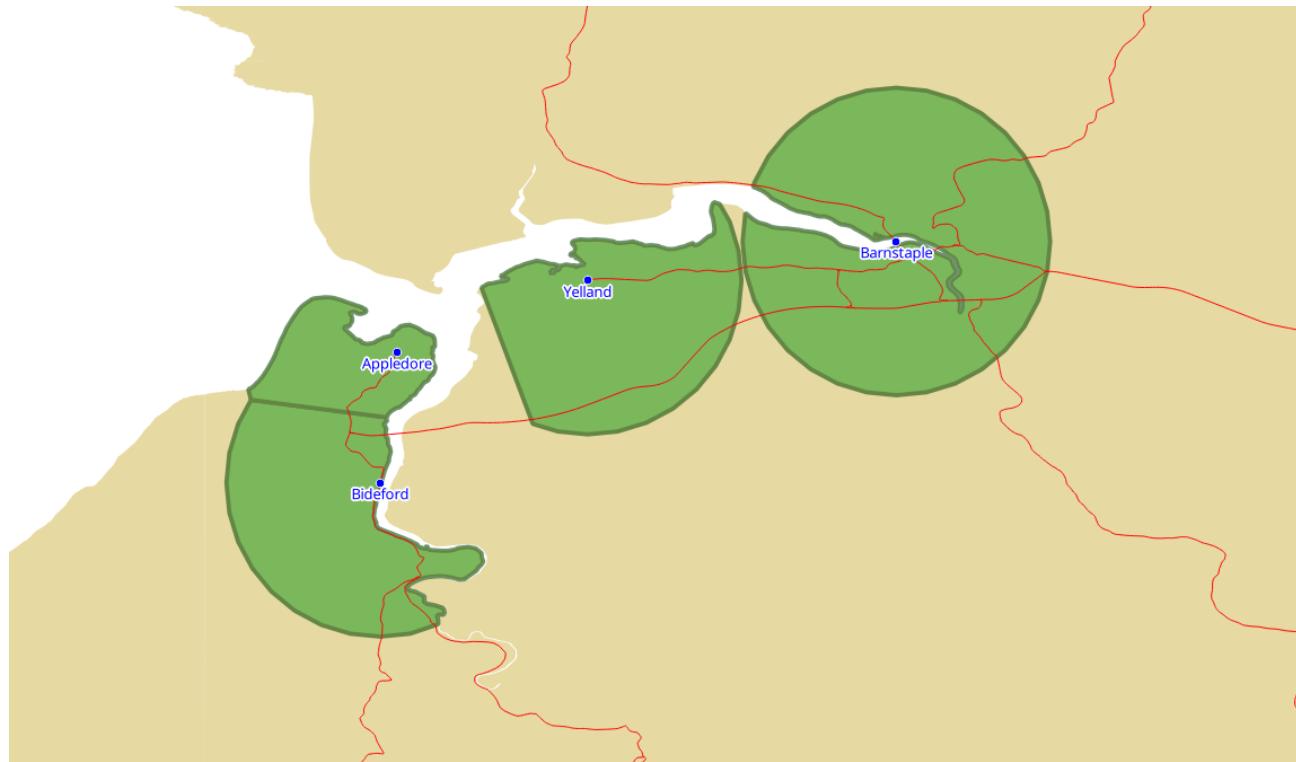


LE RÉSEAU ROUTIER DE MANAUS (BRÉSIL)

## 2. Extrême simplicité de la méthode de détermination des zones d'influences

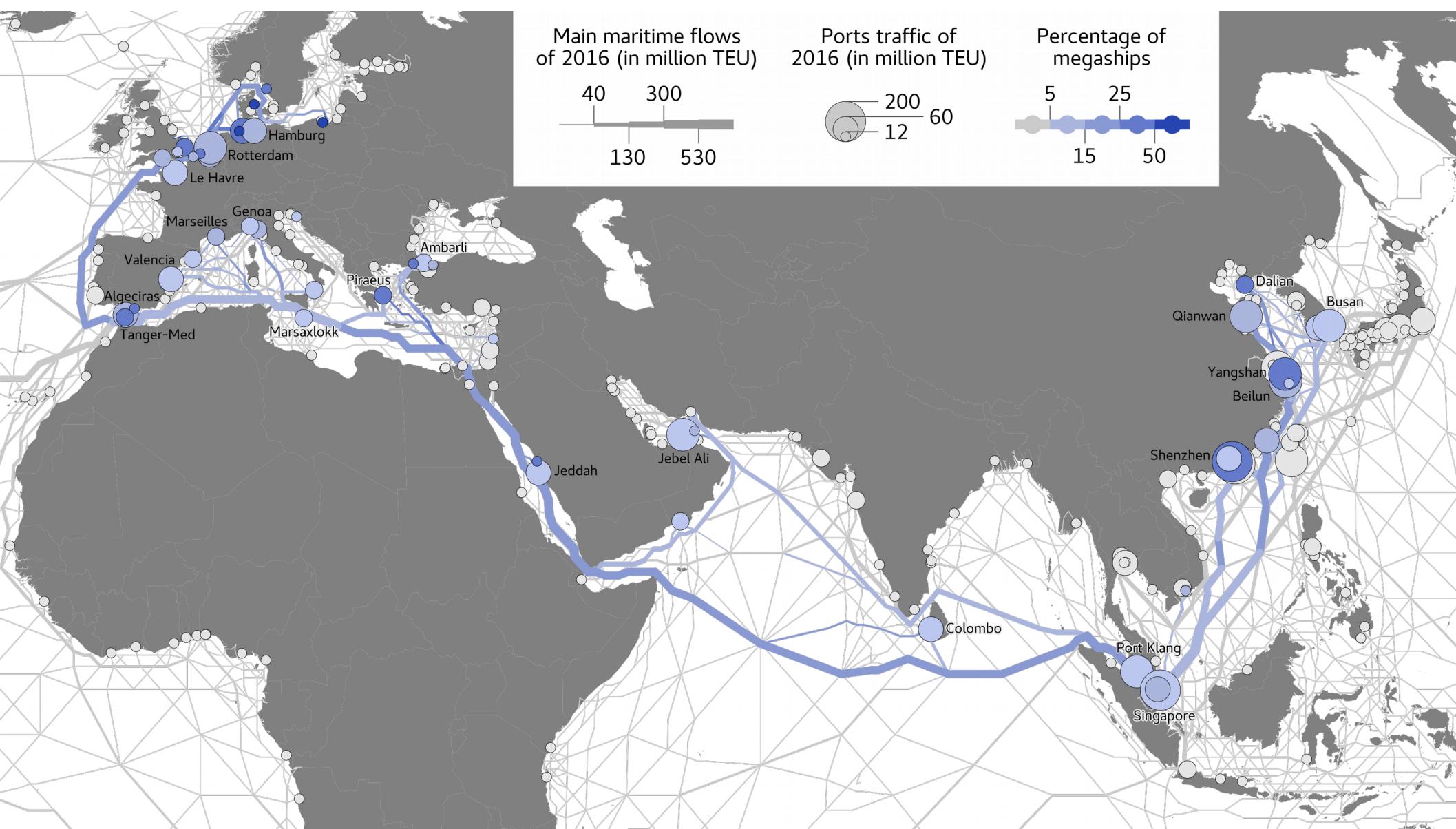
La détermination des **zones d'influences** sont totalement **arbitraires** étant donné qu'elles ne reposent pas sur une définition politique ou morphologique.

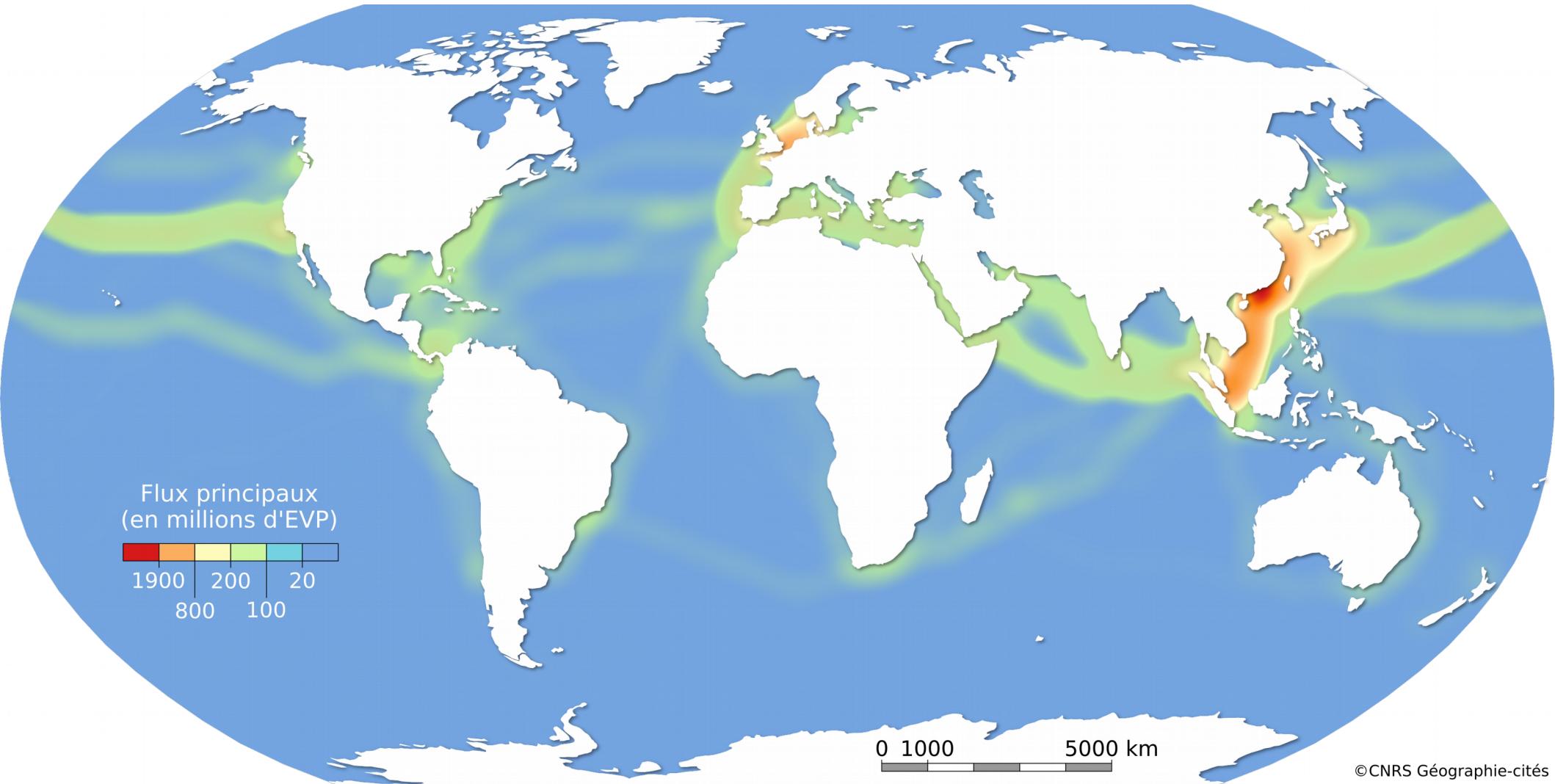
Certains liens peuvent être **supprimés** et nécessitent une **correction manuelle**.

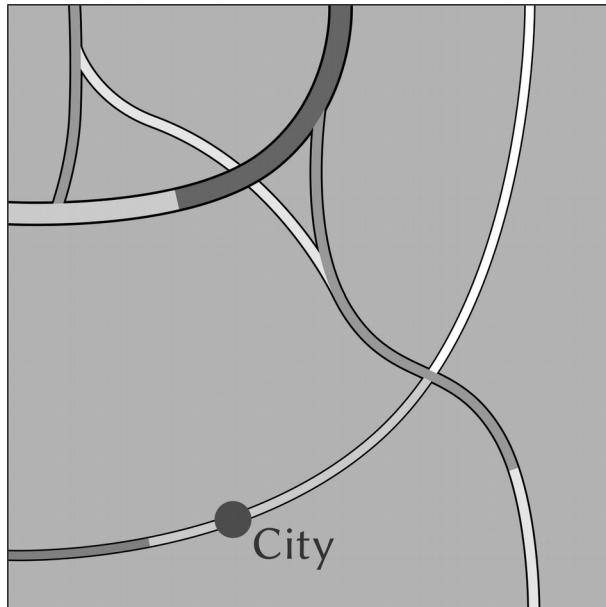


MERCI DE VOTRE ATTENTION

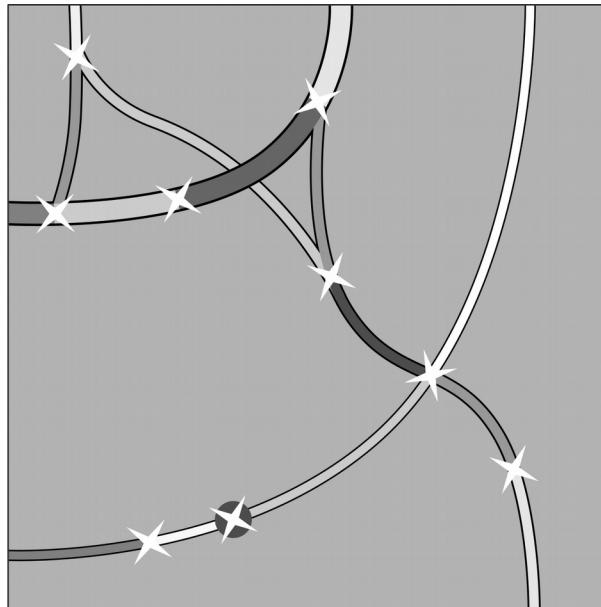




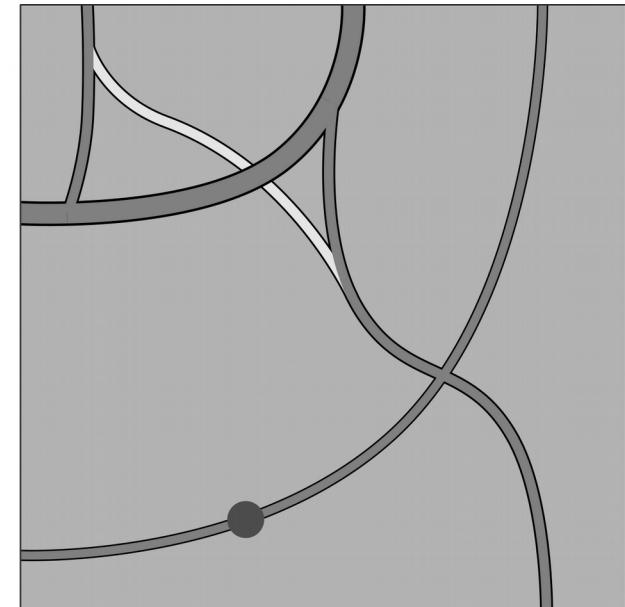




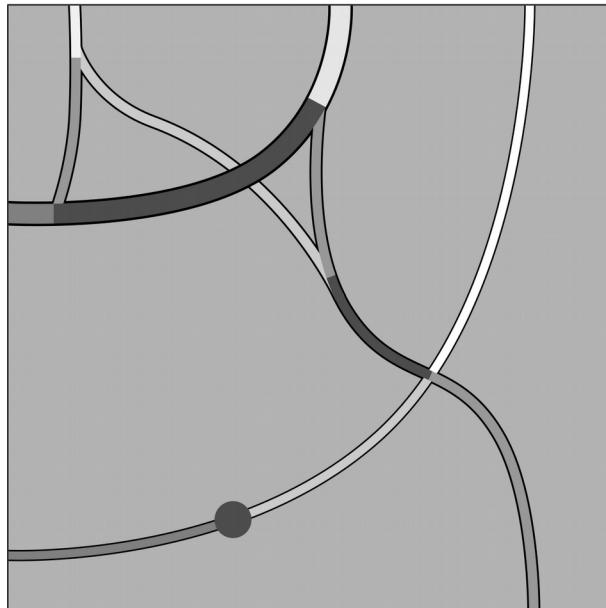
1. Original data



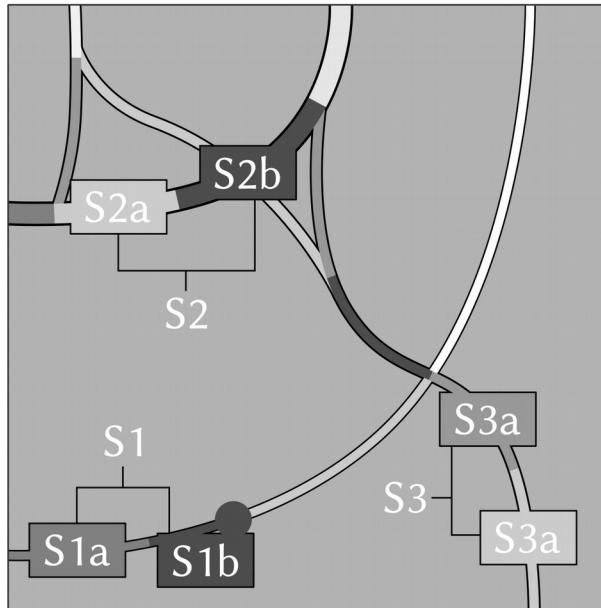
2. Splitting at nodes  
(start and end points)



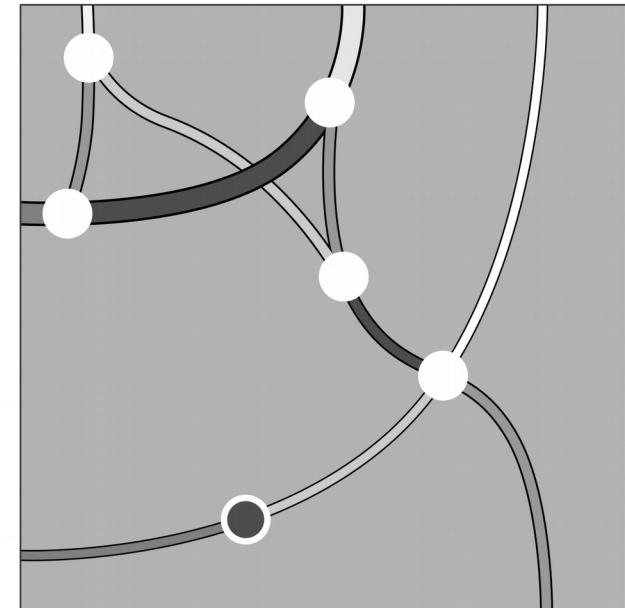
3. Complete dissolution  
without bridges



4. Division according to  
intersection points



5. Max speed information  
retrieval from [2] (spatial join)



6. Costs calculation and  
nodes extraction