

Les outils géomatiques dans le projet ExTraCar

Yves Cornet,
Télédétection et photogrammétrie,
Unité Géomatique, Ulg

Colloque ExTraCar du 9 mai 2016
Palais des Congrès, Liège

Géomatique / ExTraCar

- **Nature** des données géographiques
 - *Spatiales et Temporelles*
- **Objet** de l'analyse géographique
 - *Interactions spatio-temporelles*
- **Spécificités** des données ExTraCar
 - *Réseau*
 - Lieu, moment et valeur *incertains*
- **Gestion et traitement des données spécifiques**
 - *Requêtes contextuelles* (spatiales, temporelles) et *attributaires*
 - Opérateurs *quantitatifs* (voisinage, proximité, orientation, relationnels)
 - Opérateurs *qualitatifs* (topologie et géométrie projective)
 - *Jointures et agrégations* (spatiales, temporelles) sous contraintes variées
- **Analyse et présentation des résultats**
 - *Alphanumérique* : ex. Tableaux
 - *Graphique* : ex. Cartes

Plan

- **Rappels de concepts fondamentaux**
 - *Réseaux et segmentation dynamique*
 - *Interactions spatiales et/ou temporelles, requêtes, jointures et agrégations*
- **Deux outils « développés »**
 - (1) *Correction des incohérences spatio-temporelles*
 - (2) *Géométrie des Street canyons*
- **Conclusions**

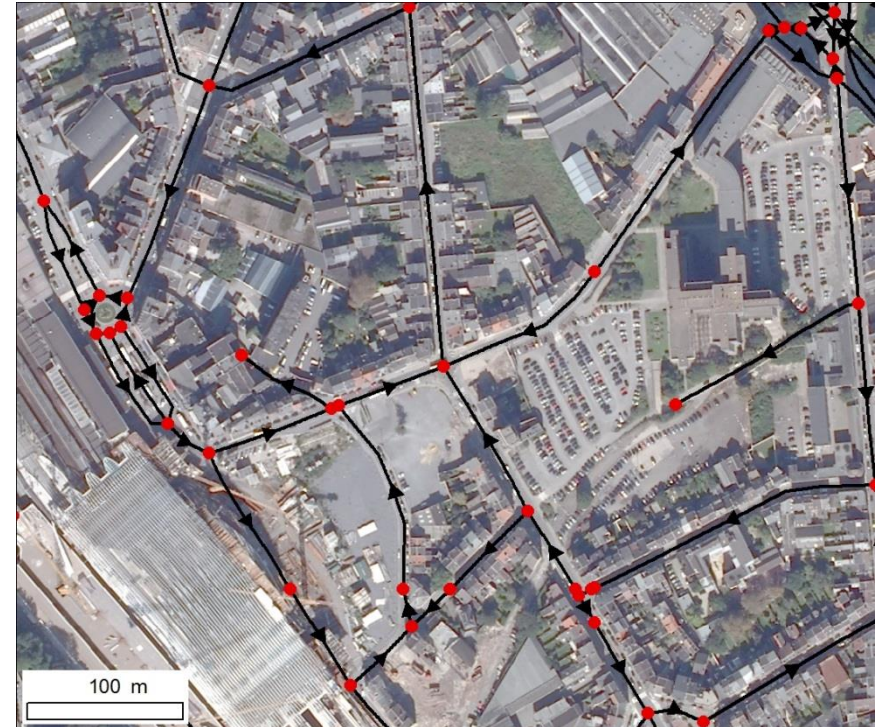
Rappels de concepts fondamentaux

- Réseau
 - *Graphe* (planaire !!)



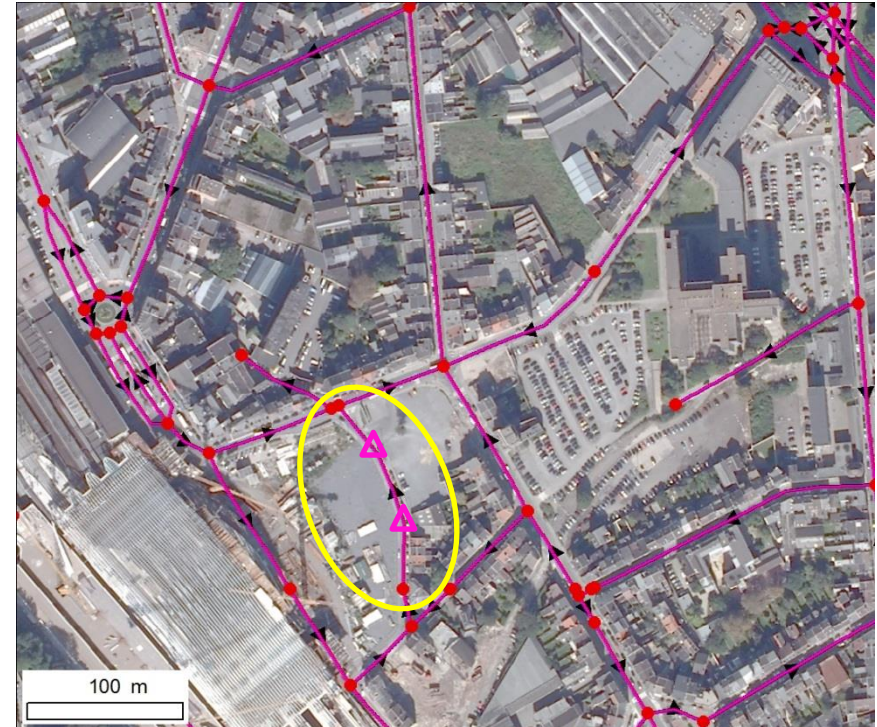
Rappels de concepts fondamentaux

- Réseau
 - *Graphe* (planaire !!)
 - *Arcs orientés* (arêtes)
 - Nœud de départ
 - Nœud d'arrivée



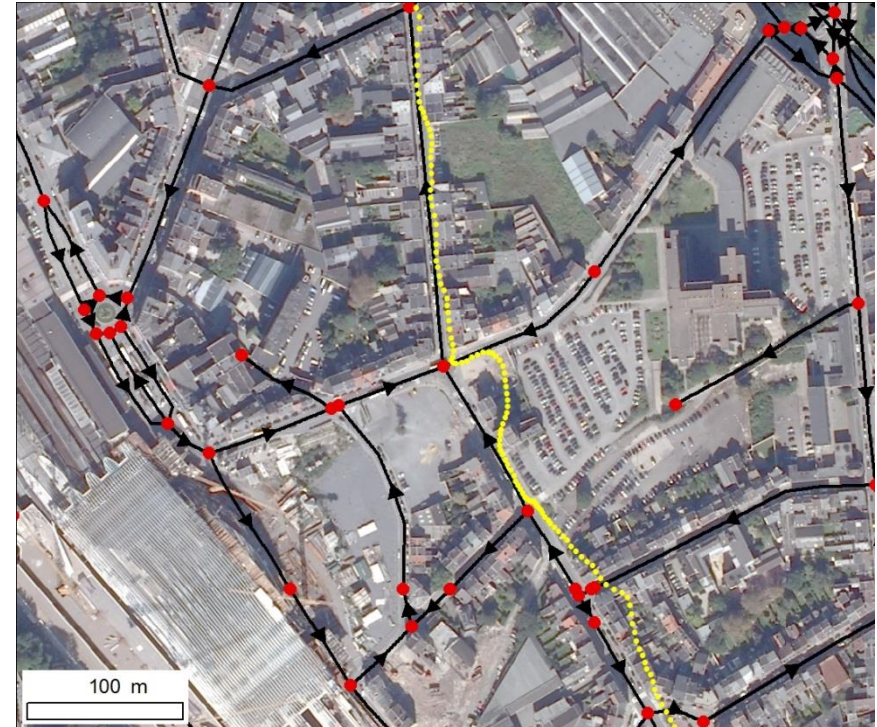
Rappels de concepts fondamentaux

- Réseau
 - *Graphe* (planaire !!)
 - *Arcs orientés* (arêtes)
 - Nœud de départ
 - Nœud d'arrivée
 - *Sommets (vertices)*



Rappels de concepts fondamentaux

- Réseau
 - *Graphe* (planaire !!)
 - *Arcs orientés* (arêtes)
 - Nœud de départ
 - Nœud d'arrivée
 - Sommets (*vertices*)

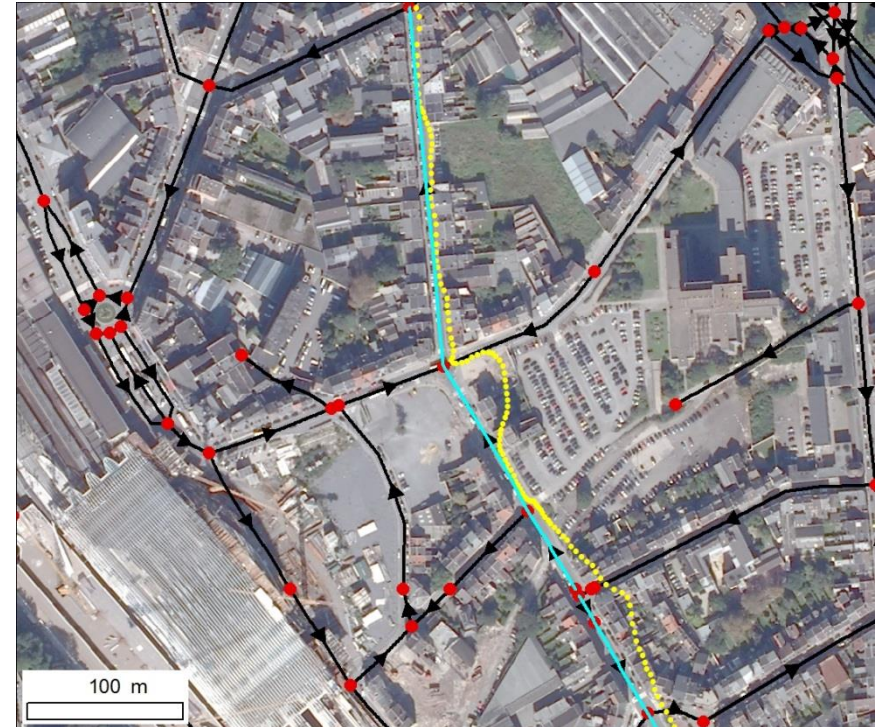


- Mesures ExTraCar
 - *GPS* et *Black C*

Rappels de concepts fondamentaux

- Réseau

- **Graphe** (planaire !!)
- **Arcs** (arêtes) **orientés**
 - Nœud de départ
 - Nœud d'arrivée
 - Sommets (*vertices*)
- **Routes**
 - PICC (axes)
 - Structurer le réseau et alimenter les tables (connexité)



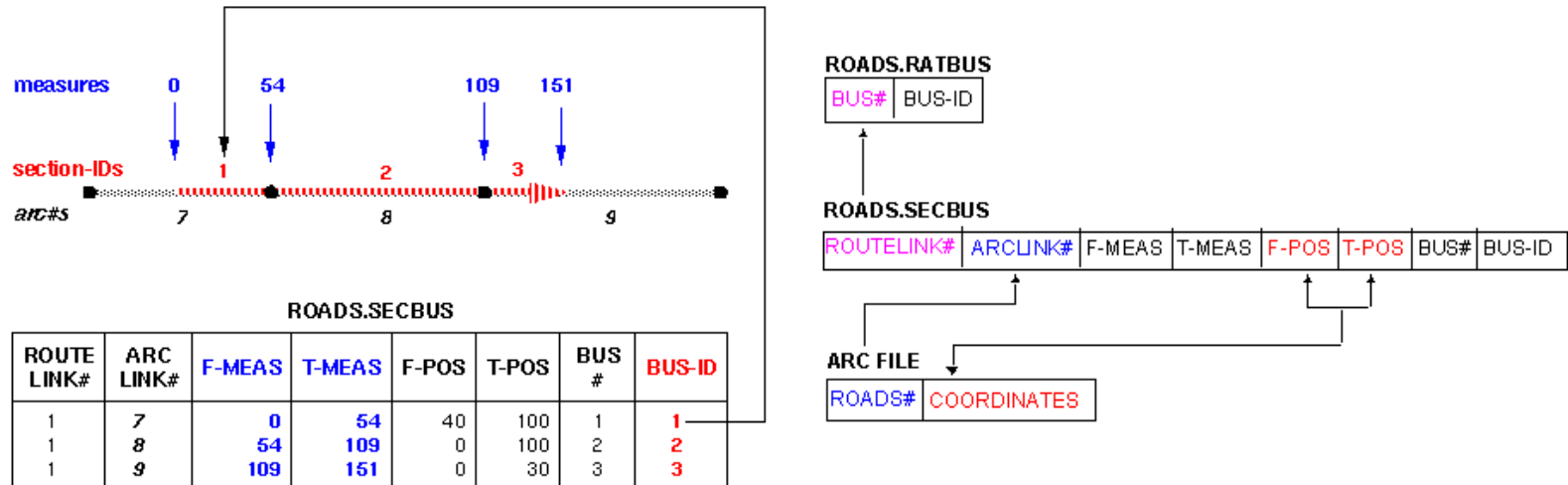
- Mesures ExTraCar

- **GPS** et **Black C**

Rappels de concepts fondamentaux

- Segmentation dynamique

- *Routes et sections*

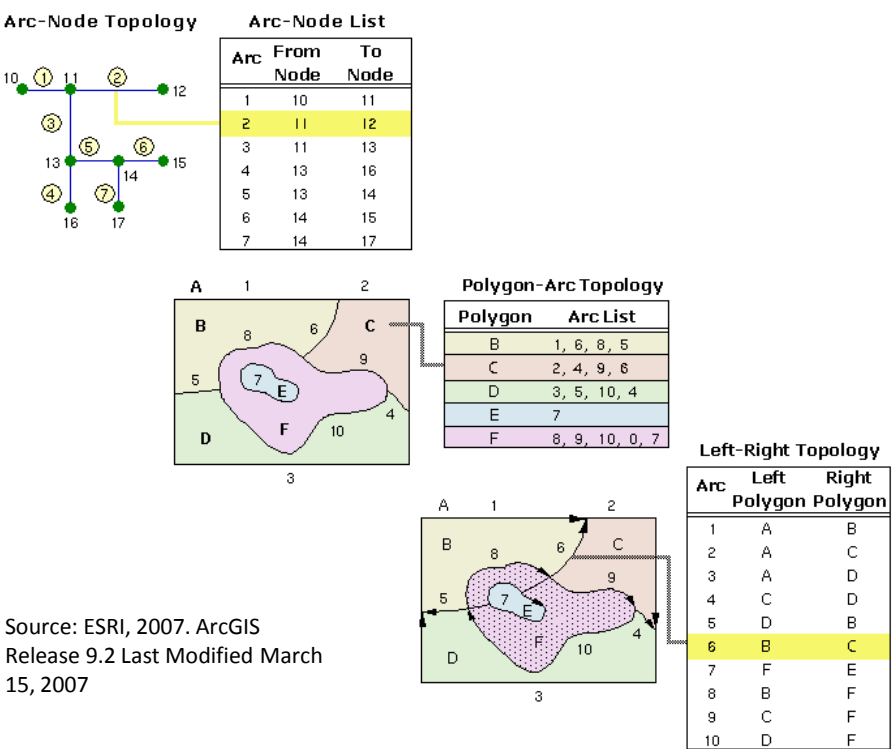


- *Mesures ExTraCar*

- *Evènements ponctuels* théoriquement sur un arc
- Théoriquement *un arc* appartenant à une *route* (itinéraire)
- Arcs d'une route *parcours selon leur orientation ou en sens inverse*
- Route *parcourue dans les deux sens* (vitesse positive ou négative)
- *Cumul des distances* depuis l'origine de la route

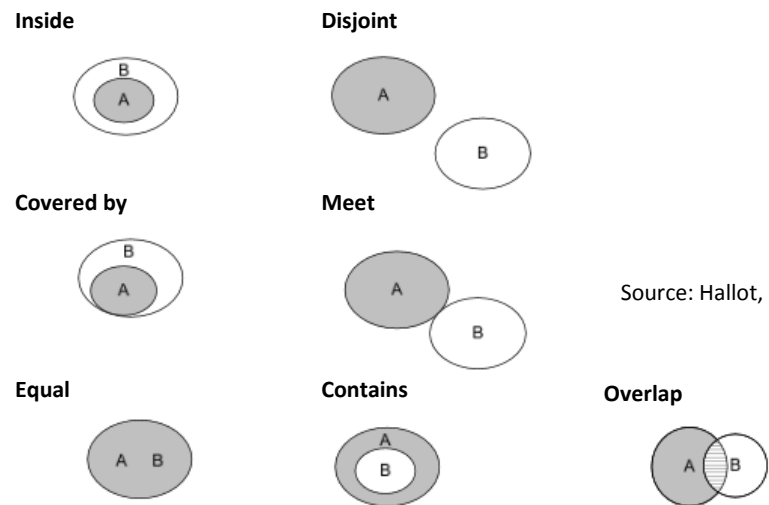
Rappels de concepts fondamentaux

- **Interactions spatiales** entre entités géographiques
 - Requêtes spatiales (*géométrie projective et topologie*)



Source: ESRI, 2007. ArcGIS
Release 9.2 Last Modified March
15, 2007

Covers	$R_{cover}(A,B)$	B° intérieur	δB frontière	B^- extérieur
	A°	1	1	1
$R_{covers}(A,B) = \begin{pmatrix} \neg\emptyset & \neg\emptyset & \neg\emptyset \\ \emptyset & \emptyset & \neg\emptyset \\ \emptyset & \emptyset & \neg\emptyset \end{pmatrix}$	δA	0	1	1
	A^-	0	0	1



Source: Hallot, 2006

- Ex. 1 *Sélection des polygones à droite des arcs* (géométrie projective)
- Ex. 2 Longueur cumulée de côtes par commune française

Rappels de concepts fondamentaux

- **Interactions spatiales** entre entités géographiques
 - Requêtes spatiales (*voisinage, proximité, jointure spatiale*)
 - Ex. 1 *Recherche du point coté au sol le plus proche de chaque bâtiment (positions, distance et gisement)*
 - Ex. 2 *Création d'une zone tampon (contrainte de distance) asymétrique à droite des arcs et jointure spatiale entre **tous les bâtiments intersectant la zone tampon** et **l'arc du réseau le plus proche***
 - Requête complétée *par agrégation spatiale* et *extraction de statistiques*
 - Ex. 3 *Agrégation par arc des hauteurs de ces bâtiments et calcul des statistiques (minimum, maximum, moyenne, écart-type ...)*

Deux outils développés

- (1) Correction des incohérences spatio-temporelles
- (2) Géométrie des *Street canyons*

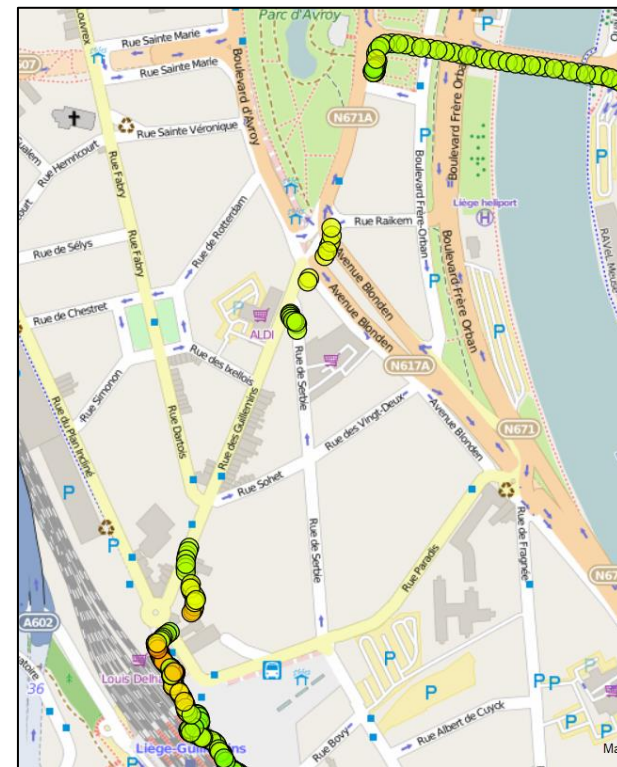
(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

• Exemples d'erreurs de positionnement

Dues au signal GPS



Source : ISSeP



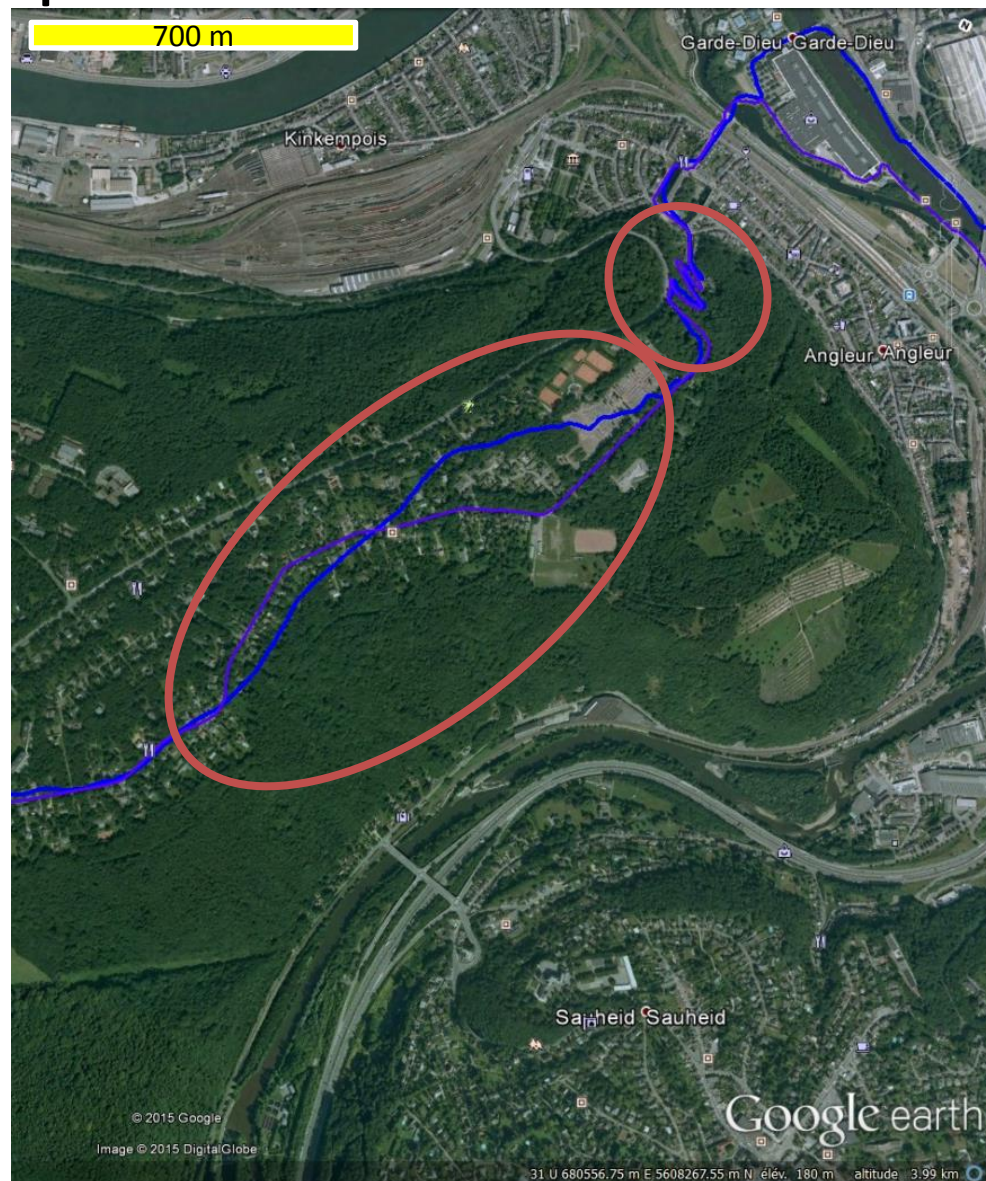
Source : ISSeP

(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- **Exemples** d'erreurs de positionnement

Dues au signal GPS

Dues à la complexité du parcours

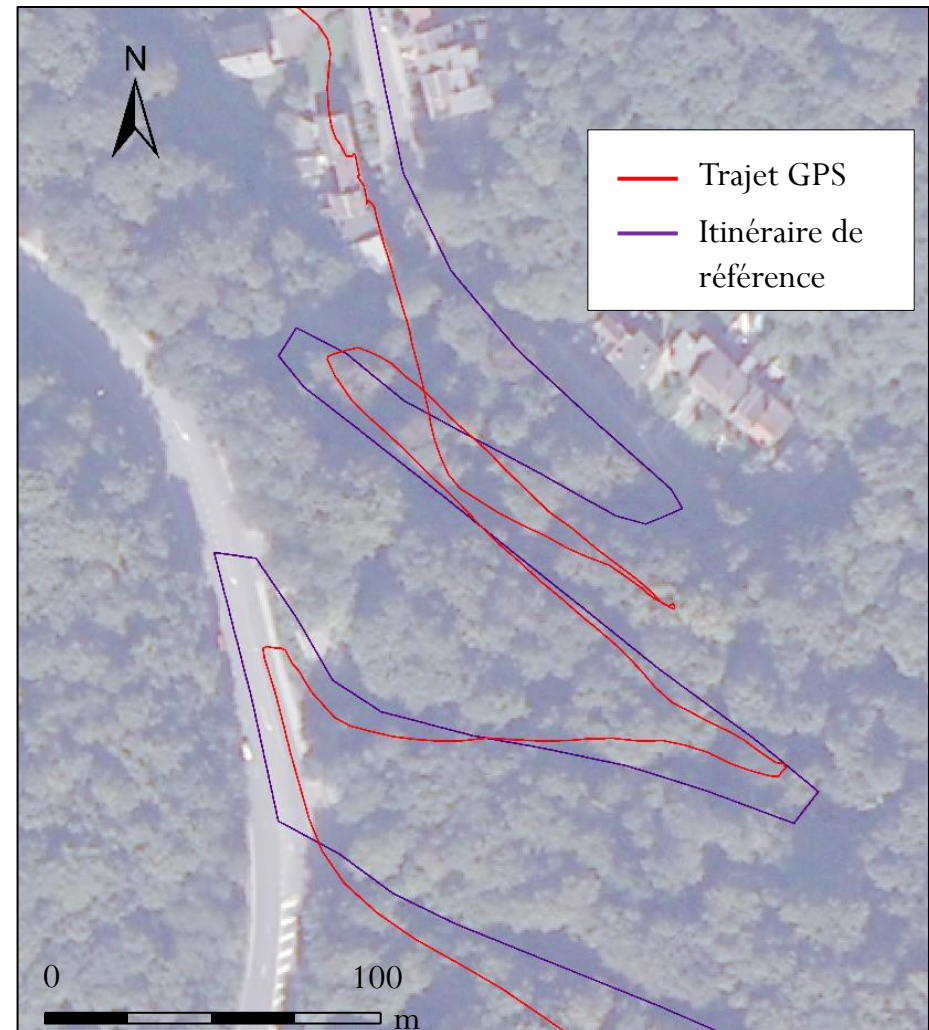


(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- **Exemples** d'erreurs de positionnement

Dues au signal GPS

Dues à la complexité du parcours



(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- **Solution** (Chr. Louis, mémoire Master)

- Map-Matching

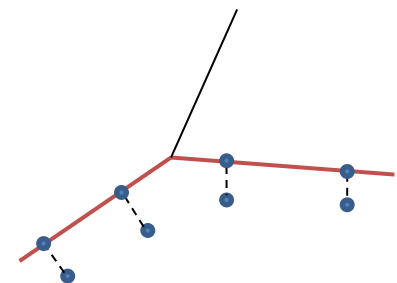
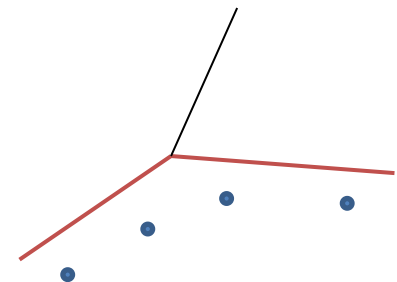
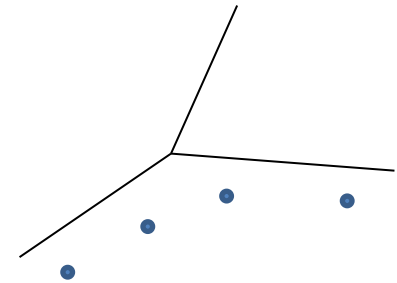
- Appariement de deux sets de données à caractère géographique

- 2 étapes

- Identification du segment parcouru
- Détermination de la position sur ce segment

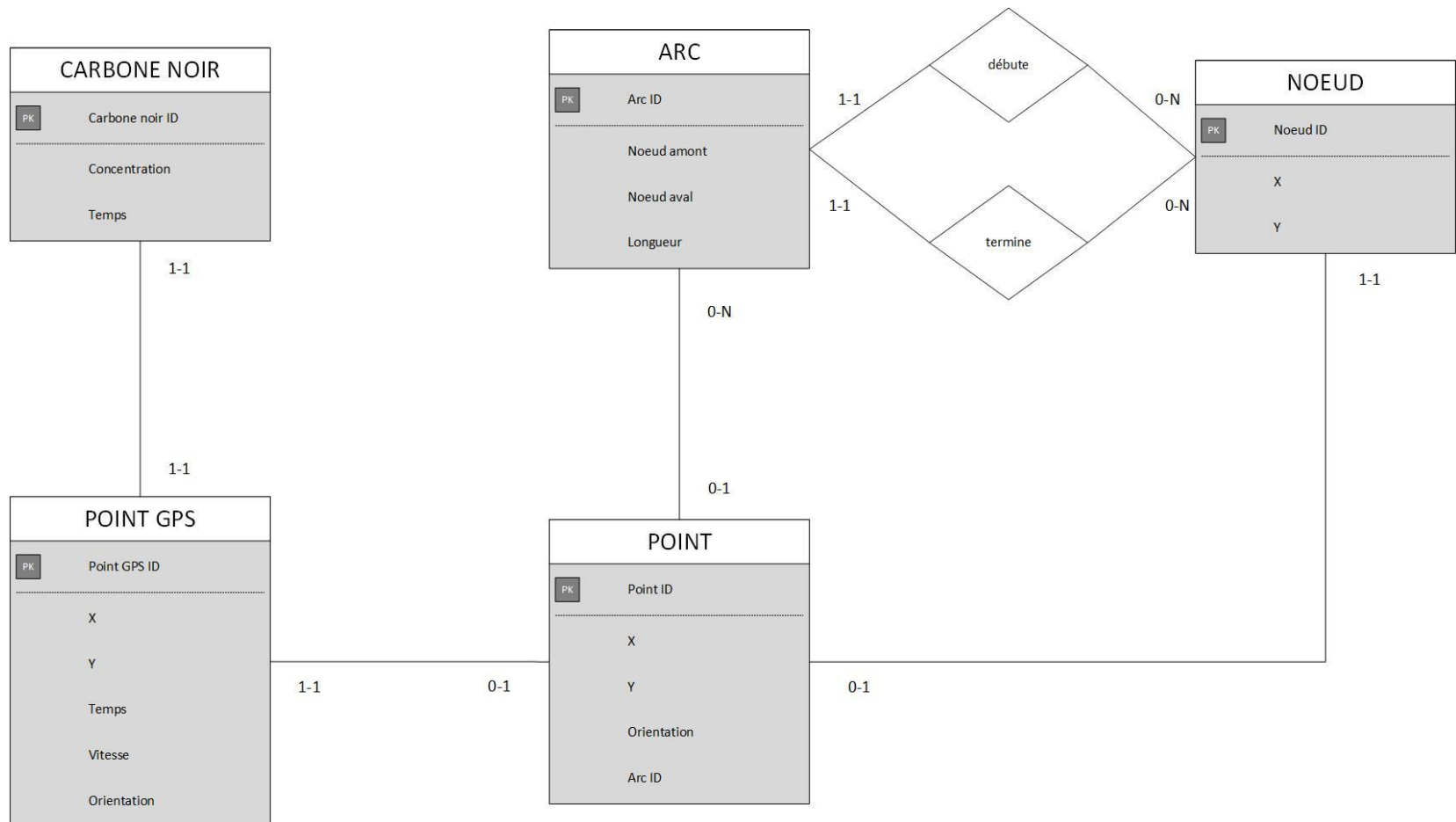
- 4 approches

- Géométrique
- Topologique
- Probabiliste
- Avancée

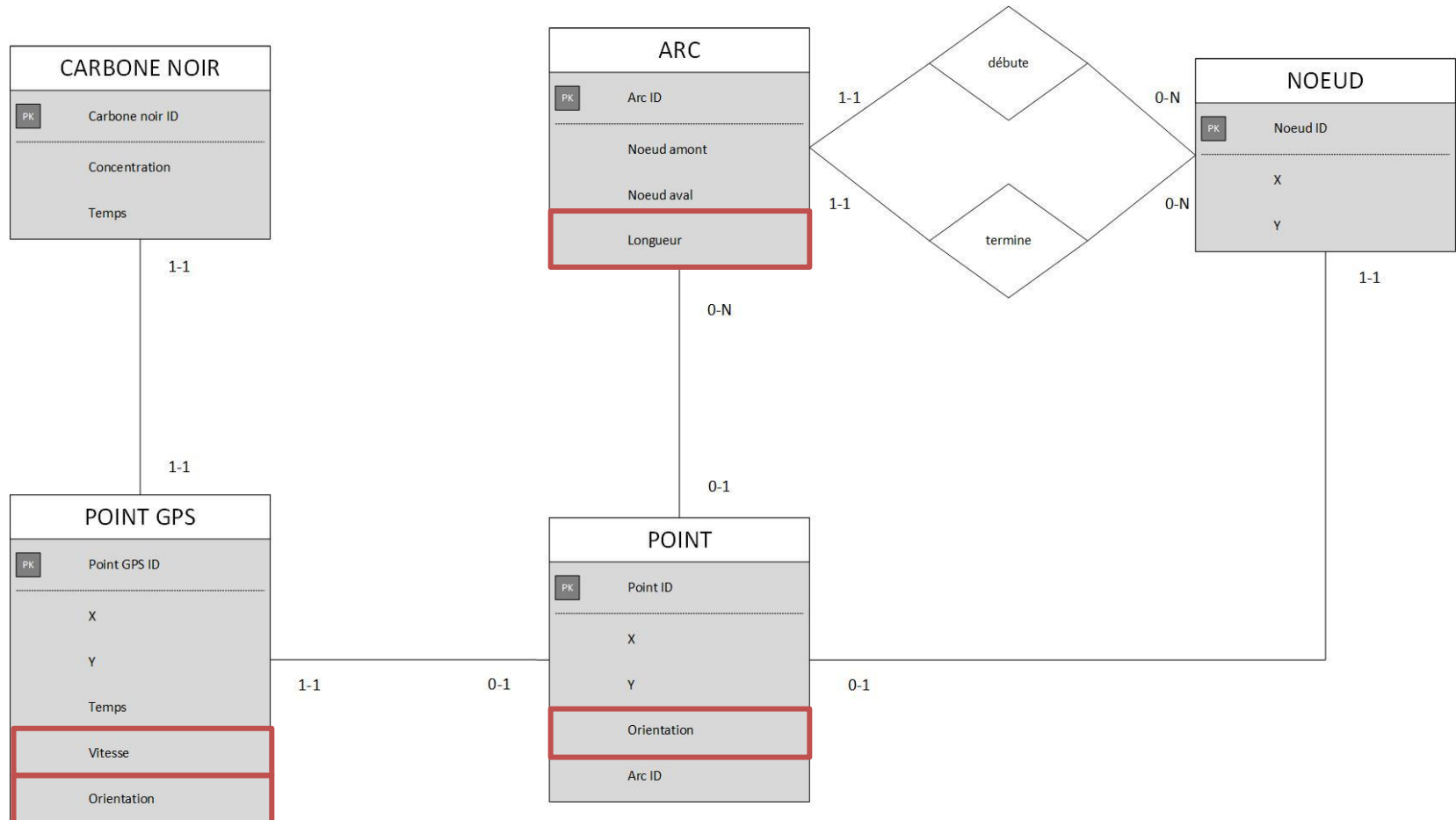


(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- Description de la méthode développée
 - *Importation* des données et *modélisation* conceptuelle

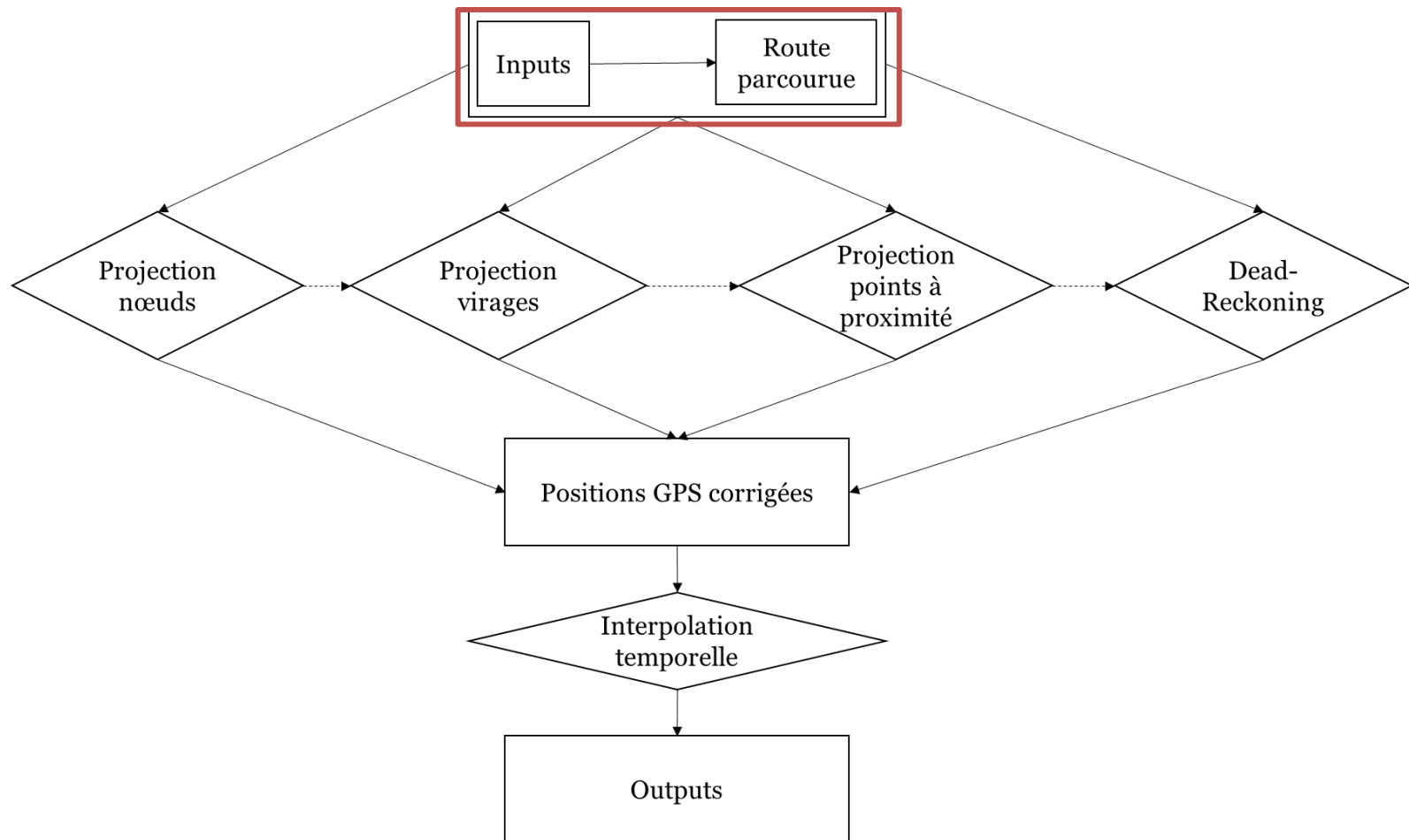


- Description de la méthode développée
 - « *Base de connaissances* élémentaires »



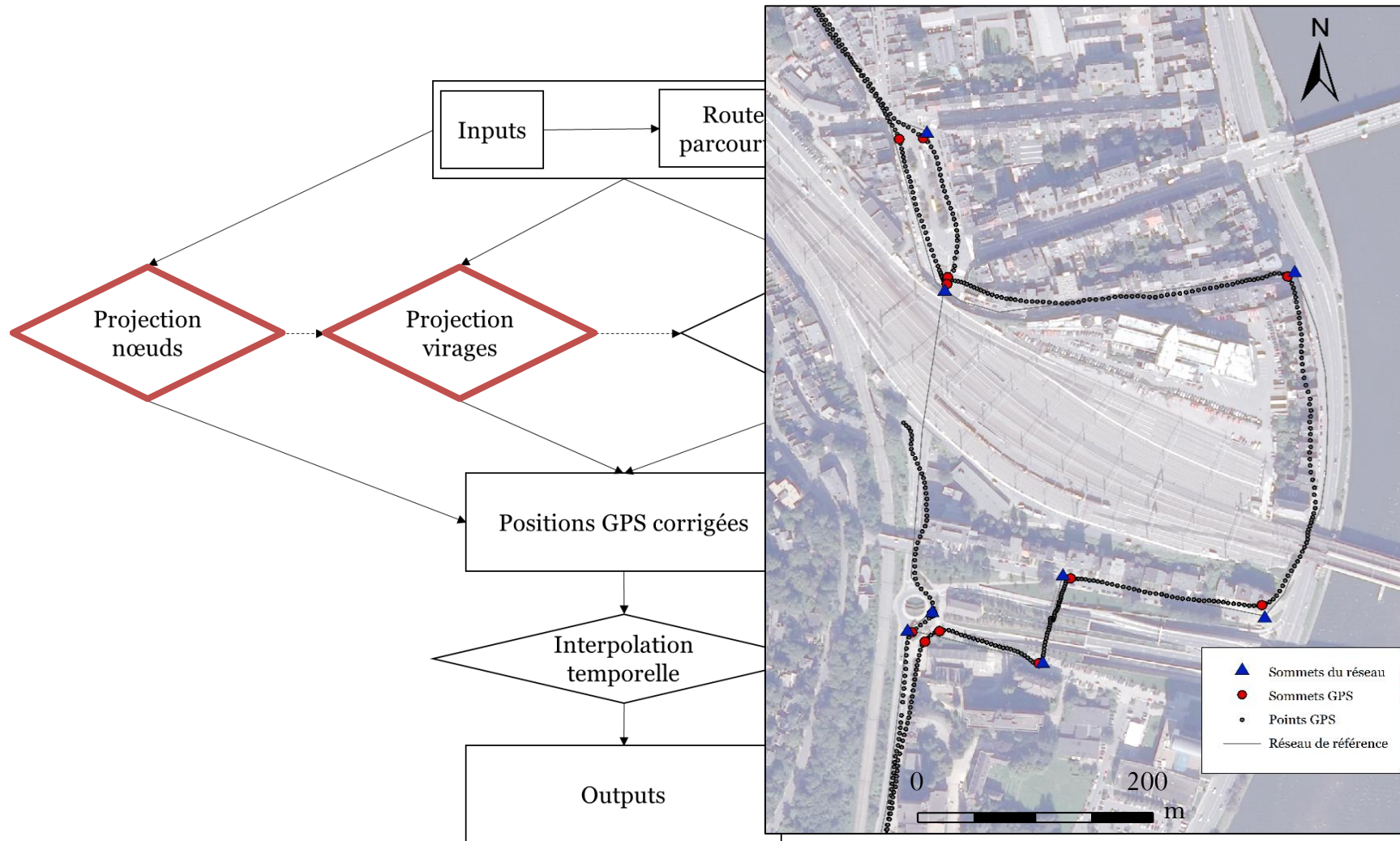
(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- Description de la méthode développée
 - *Map-matching*



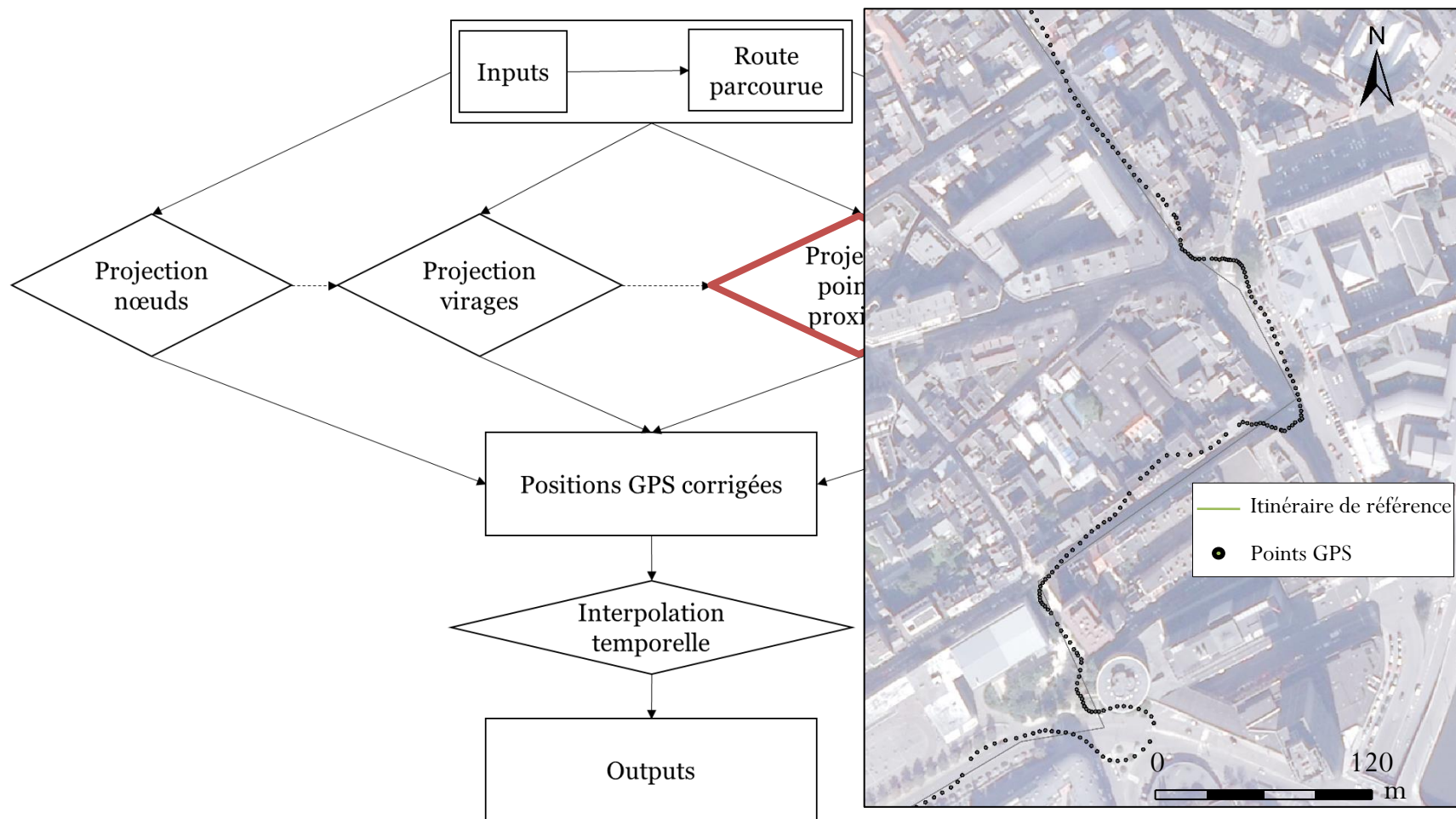
(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- Description de la méthode développée
 - Map-matching – *nœuds* et *virages*



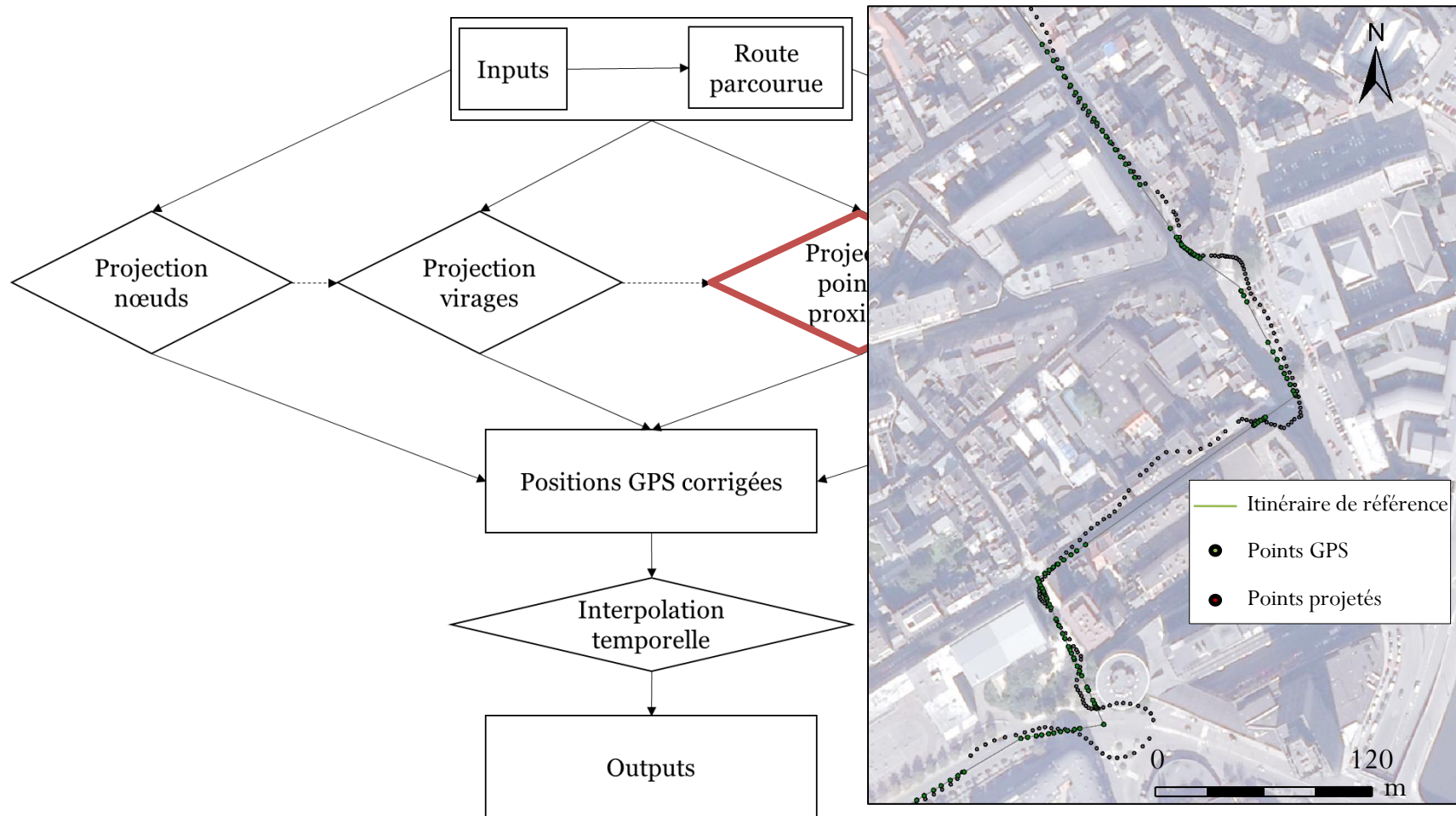
(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- Description de la méthode développée
 - Map-matching - *points proches*



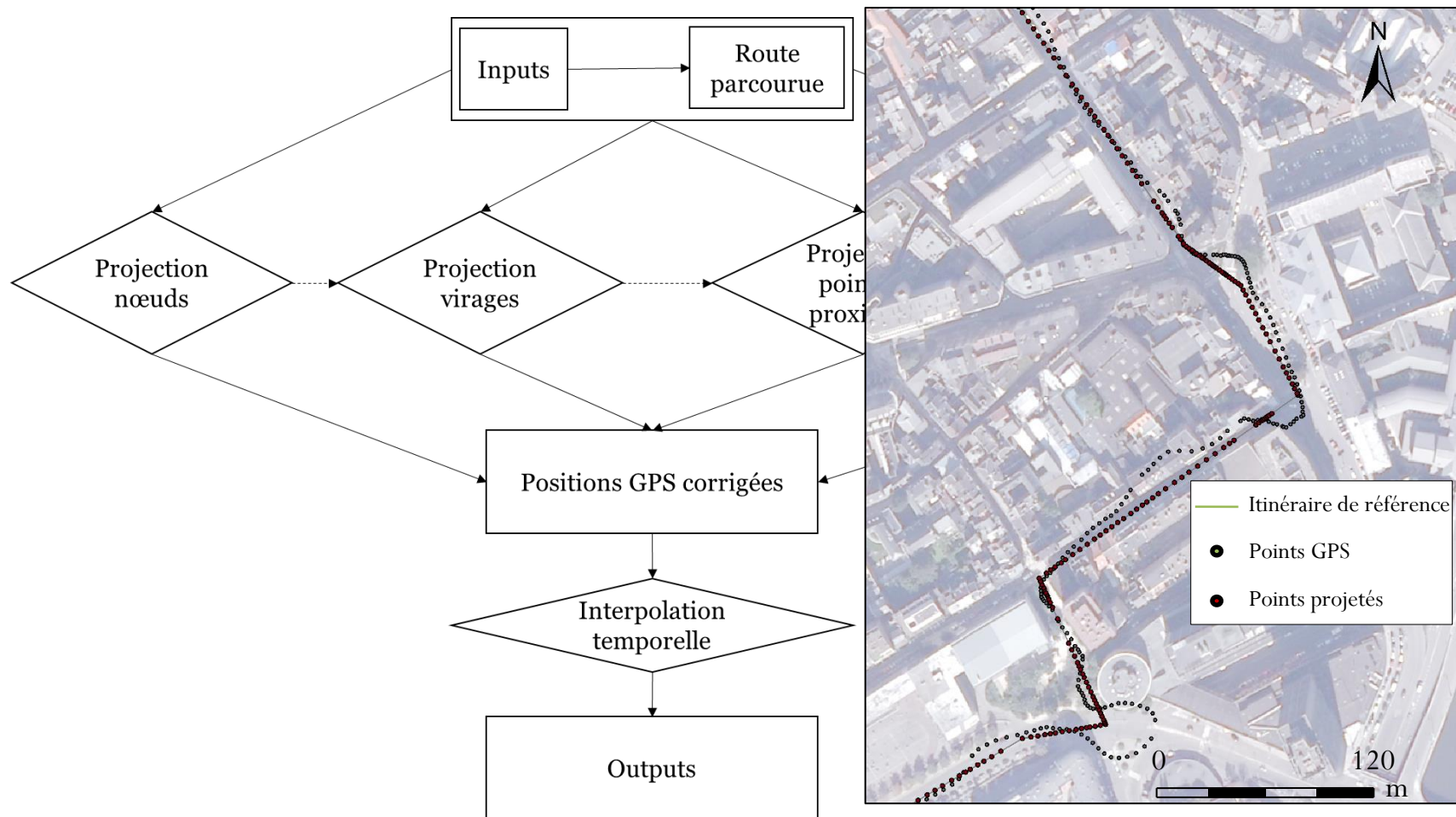
(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- Description de la méthode développée
 - Map-matching - *points proches*



(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- Description de la méthode développée
 - Map-matching - *Dead-Reckoning*

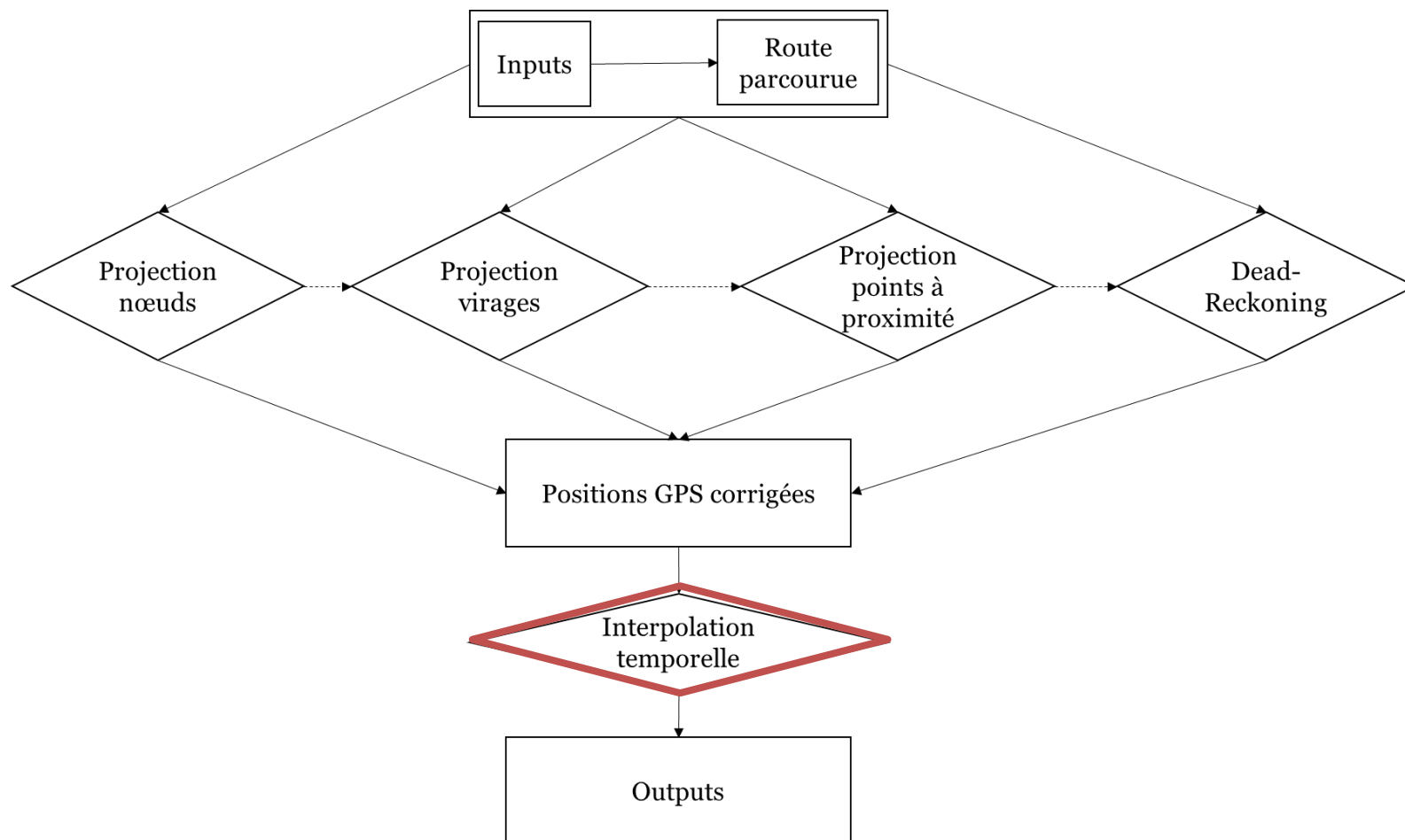


(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- Description de la méthode développée

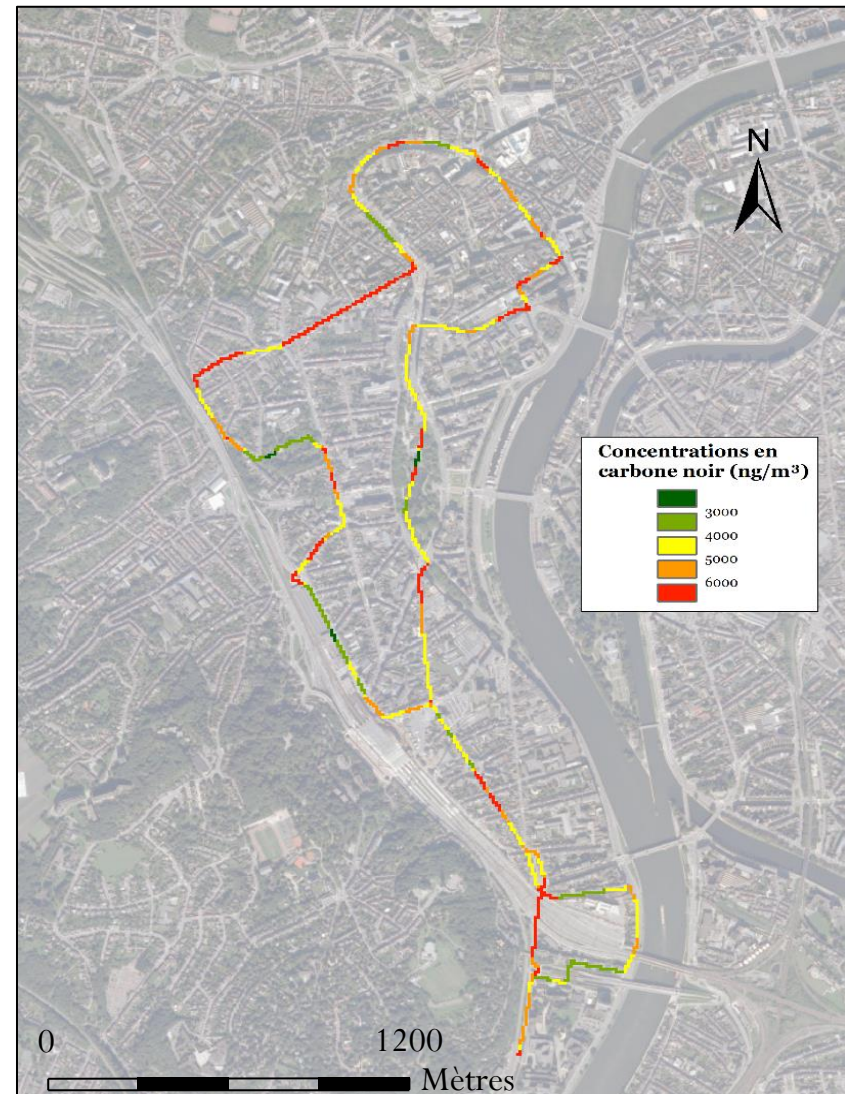
- Map-matching – *interpolations*

heure de passage en un point + concentration



(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- Résultats



(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- **Validation**

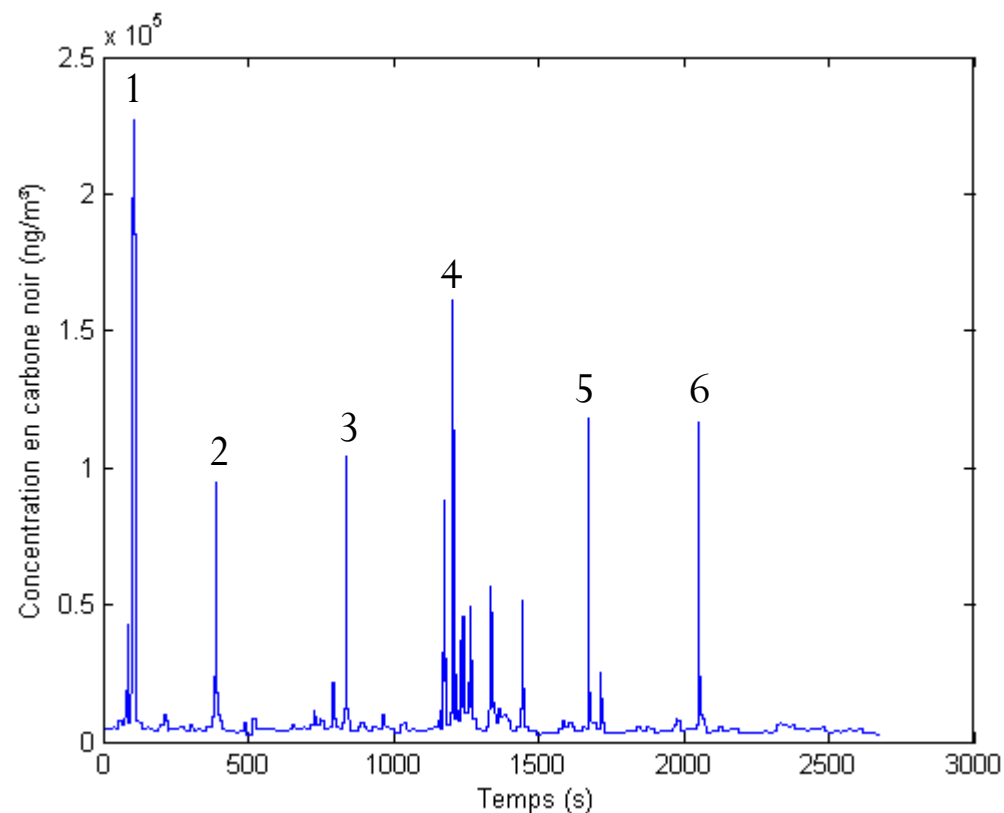
- Traitement d'*autres itinéraires* (non illustré)
- Traitement de mesures par **6 GPS sur un même vélo** sur un seul trajet
 - Comparaison de la **distance** et du **temps** de parcours en chaque point

Trajet	Ecart spatial avec la moyenne (mètres)	Ecart temporel avec la moyenne (secondes)
1	-1,4	0,36
2	-0,5	0,13
3	-2,1	0,51
4	2,1	-0,53
5	0,8	-0,23
6	1	-0,24

(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- Validation

- Localisation des *pics de pollution* sur le trajet parcouru par un vélo avec 6 GPS

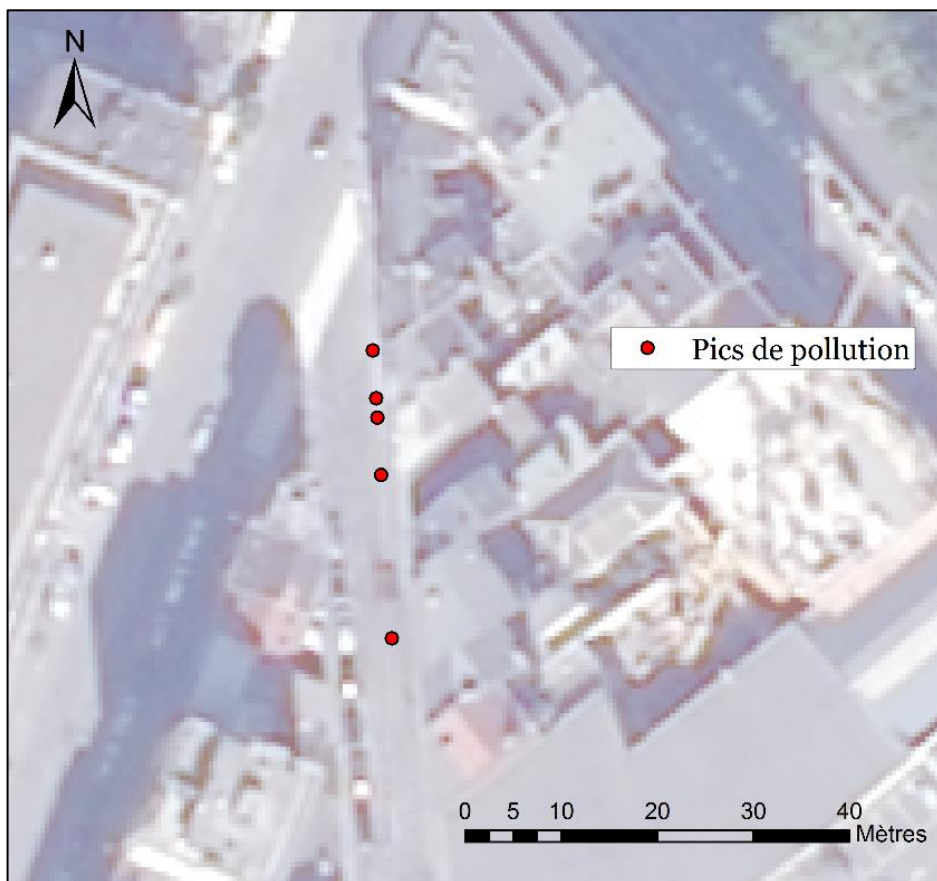


Pics de pollution	Ecart-type (mètres)
1	9,7
2	8,7
3	2,5
4	1,9
5	2
6	1,8

(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- Validation

- Localisation des ***pics de pollution*** sur ce trajet parcouru par un vélo avec 6 GPS

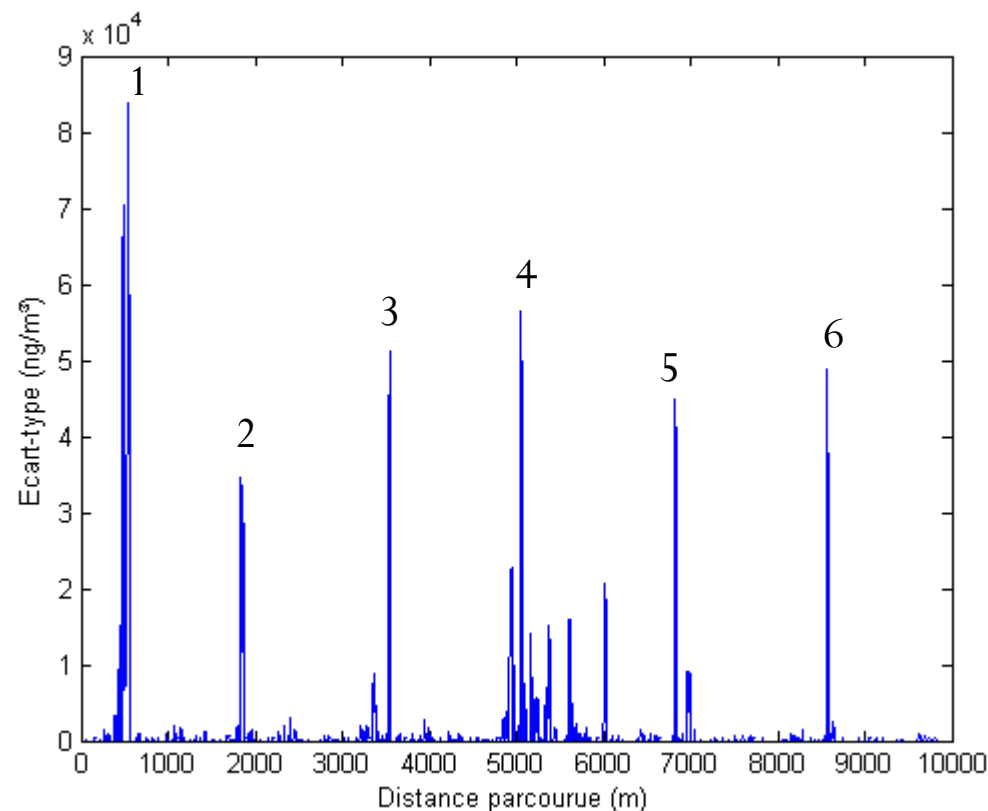


Pics de pollution	Ecart-type (mètres)
1	9,7
2	8,7
3	2,5
4	1,9
5	2
6	1,8

(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- Validation

- Conséquences des erreurs de positionnement sur les *valeurs de concentration en carbone noir*

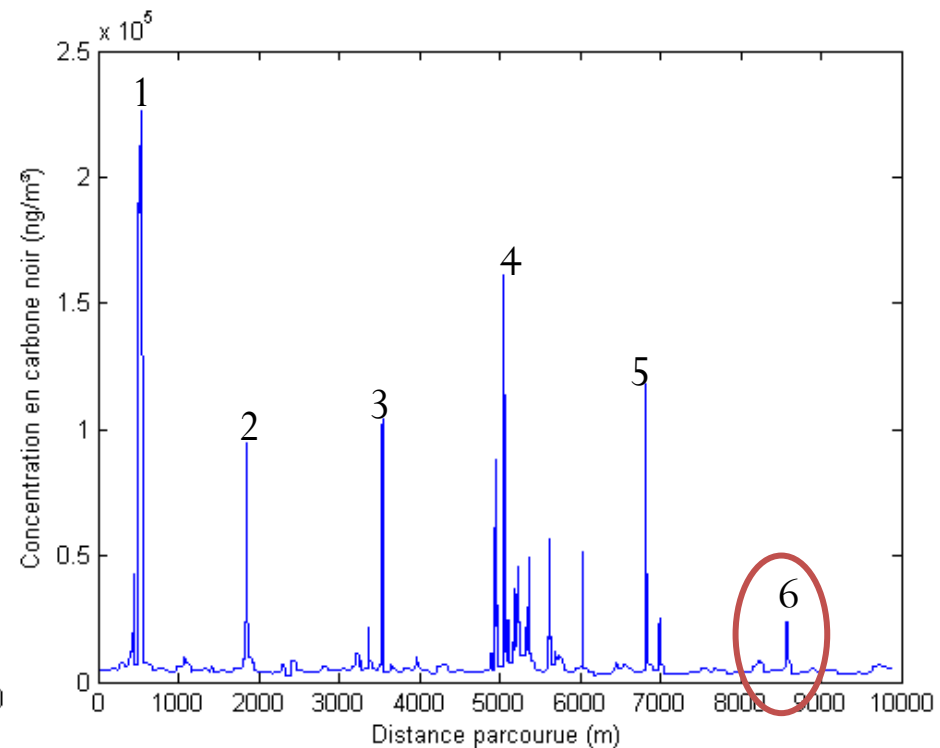
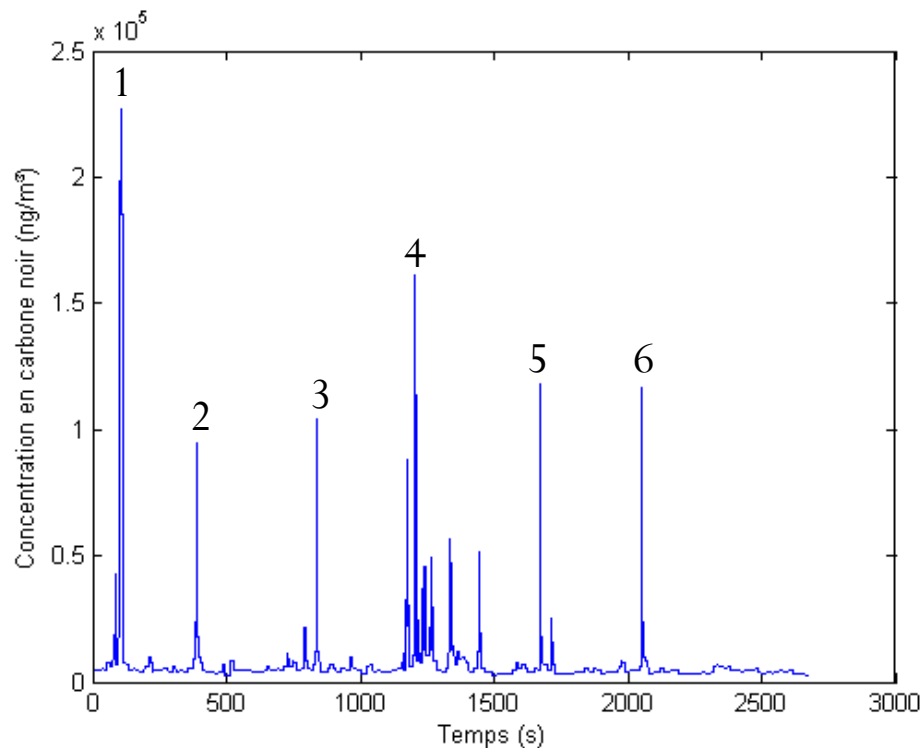


Pics de pollution	Ecart-type / Concentration (%)
1	26
2	30
3	36
4	33
5	30
6	185

(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- Validation

- Conséquences des erreurs de positionnement sur les *valeurs de concentration en carbone noir*



(1) Correction des incohérences spatio-temporelles

- **Conclusions et perspectives**
 - Map-Matching géométrique/topologique
 - Solution satisfaisante pour l'appariement
 - Mais
 - Tests limités
 - Configurations d'itinéraires non prévues (3 passages)
 - Version β
 - Améliorations
 - « Base de connaissance élargie »
 - Validation indépendante
 - Réseau complet
 - Cartographie
 - Analyse de la pollution (SOLAP p. ex)

(2) Géométrie des *Street canyons*

- ***Hauteur*** des bâtiments (à gauche et/ou à droite des arcs représentant les axes routiers)
- ***Orientation*** (gisement de ces arcs)
- ***Largeur*** des canyons urbains

(2) Géométrie des *Street canyons*

- Recherche du point coté au sol (axe PICC) le plus proche de chaque bâtiment
 - Proximité (*positions, distance* et *gisement*)



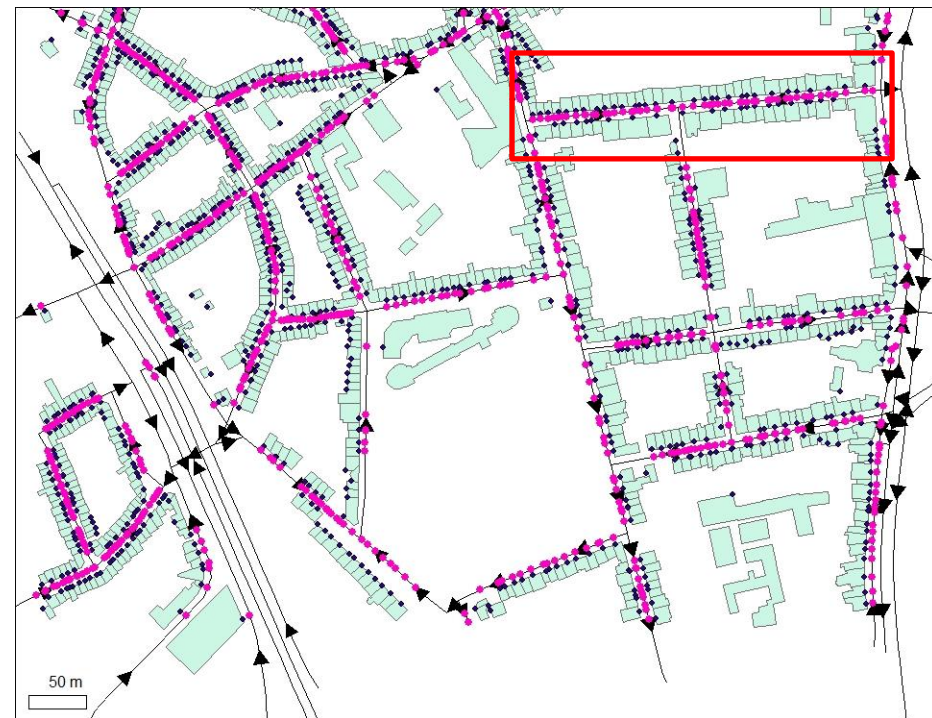
(2) Géométrie des *Street canyons*

- Recherche du point coté au sol le plus proche de chaque bâtiment
 - Proximité (*positions, distance* et *gisement*)
 - Point *origine*



(2) Géométrie des *Street canyons*

- Recherche du point coté au sol le plus proche de chaque bâtiment
 - Proximité (*positions, distance* et *gisement*)
 - Point *origine* et point *destination*

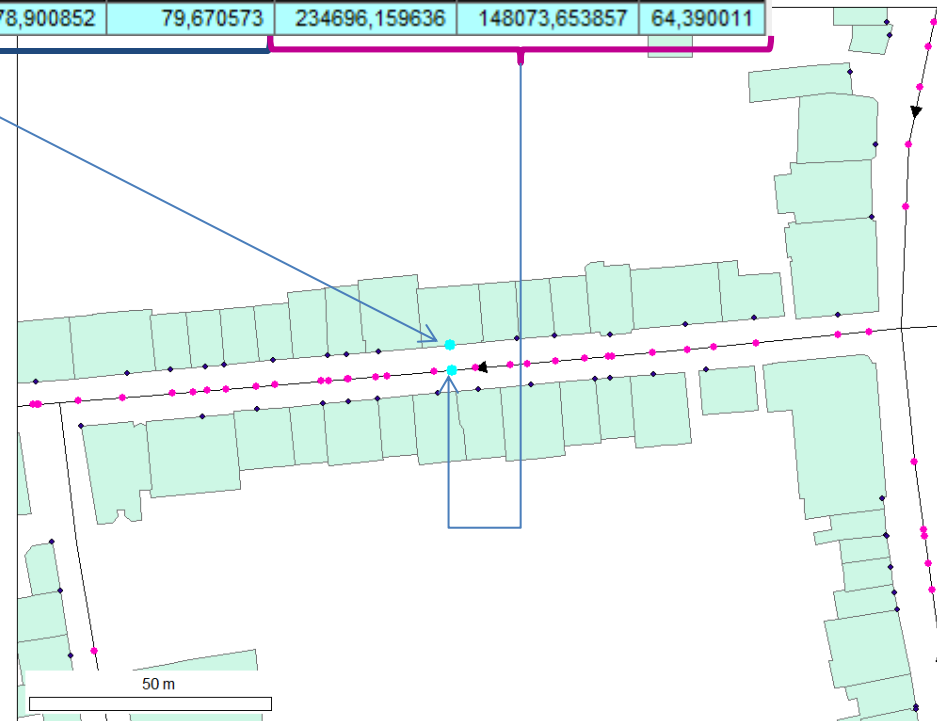


(2) Géométrie des *Street canyons*

- Recherche du point coté au sol le plus proche de chaque bâtiment
 - Proximité (*positions, distance* et *gisement*)
 - Point *origine* et point *destination*

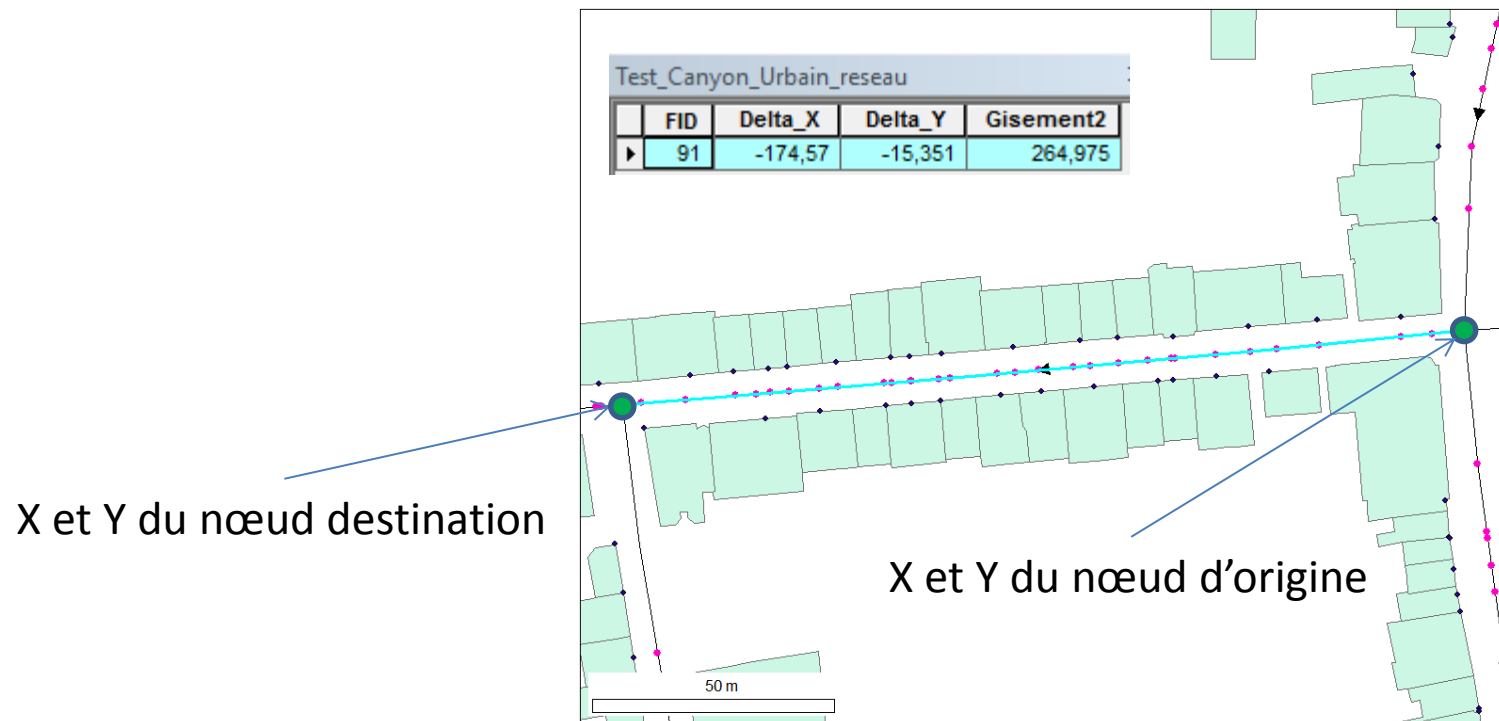
Near3D_bâti_réseau Events								
	OID	NEAR_FID	NEAR_FROMX	NEAR_FROMY	NEAR_FROMZ	NEAR_X	NEAR_Y	NEAR_Z
	609	91	234695,675205	148078,900852	79,670573	234696,159636	148073,653857	64,390011

- Mesures de **hauteur** des façades
- Mesures de **demi-largeur** du Canyon urbain
- Mesures de **l'orientation (vent)**
Si le **gisement des arcs** est connu
- Jointure avec contrainte et agrégation
Hauteur moyenne (à droite)
Largeur moyenne



(2) Géométrie des *Street canyons*

- Recherche du point coté au sol le plus proche de chaque bâtiment
 - Proximité (*positions*, *distance* et *gisement*)
 - Point *origine* et point *destination*
 - *Gisement* des arcs



(2) Géométrie des *Street canyons*

- Recherche du point coté au sol le plus proche de chaque bâtiment
 - Proximité (*positions, distance* et *gisement*)
 - Point *origine* et point *destination*
 - *Gisement* des arcs

Gisement → Orientation Le sens n'est pas pris en compte (2 premiers quadrants)



(2) Géométrie des *Street canyons*

- Recherche du point coté au sol le plus proche de chaque bâtiment
 - Proximité (*positions, distance* et *gisement*)
 - Point *origine* et point *destination*
 - *Gisement* des arcs
 - *Zone tampon* asymétrique



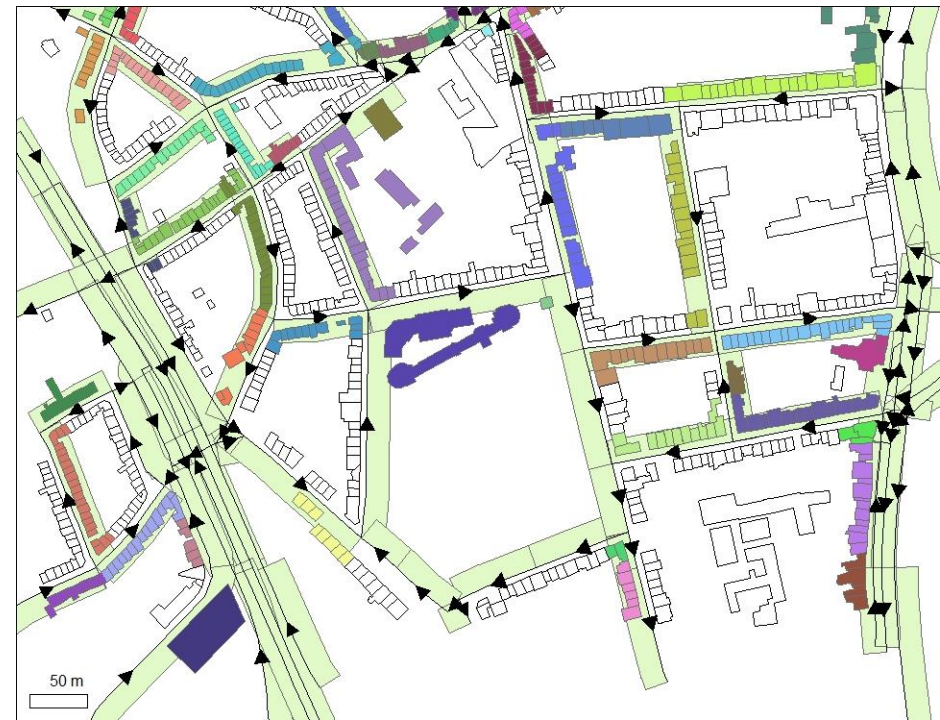
(2) Géométrie des *Street canyons*

- Recherche du point coté au sol le plus proche de chaque bâtiment
 - Proximité (*positions, distance* et *gisement*)
 - Point *origine* et point *destination*
 - *Gisement* des arcs
 - *Zone tampon* asymétrique



(2) Géométrie des *Street canyons*

- Recherche du point coté au sol le plus proche de chaque bâtiment
 - Proximité (*positions, distance* et *gisement*)
 - Point *origine* et point *destination*
 - *Gisement* des arcs
 - *Zone tampon* asymétrique
 - *Jointure*

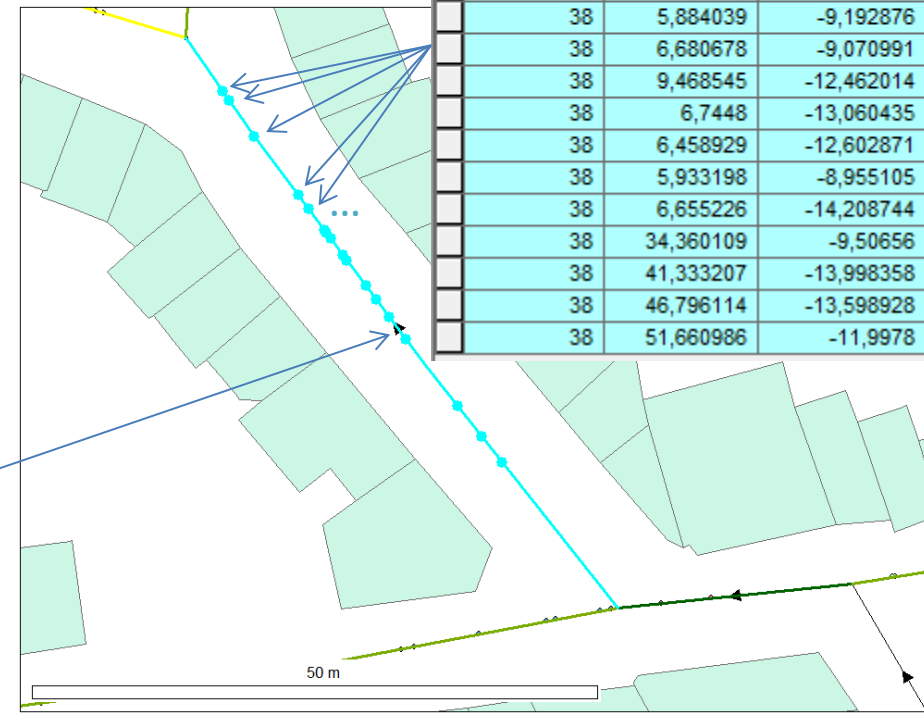


(2) Géométrie des *Street canyons*

- Recherche du point coté au sol le plus proche de chaque bâtiment
 - Proximité (*positions, distance* et *gisement*)
 - Point *origine* et point *destination*
 - *Gisement* des arcs
 - *Zone tampon* asymétrique
 - *Jointure* et *agrégation*

Test_Canyon_Urbain_reseau		
	RUE	Average_NEAR_DIST
	Rue César Franck	15,1566

Near3D_bâti_reseau Events			
	NEAR_FID	NEAR_DIST	NEAR_DELTZ
	38	5,747573	-17,94985
	38	5,677496	-8,569258
	38	7,080729	-13,929242
	38	5,441877	-8,694604
	38	5,535875	-8,592944
	38	6,202451	-11,034012
	38	5,884039	-9,192876
	38	6,680678	-9,070991
	38	9,468545	-12,462014
	38	6,7448	-13,060435
	38	6,458929	-12,602871
	38	5,933198	-8,955105
	38	6,655226	-14,208744
	38	34,360109	-9,50656
	38	41,333207	-13,998358
	38	46,796114	-13,598928
	38	51,660986	-11,9978



(2) Géométrie des *Street canyons*

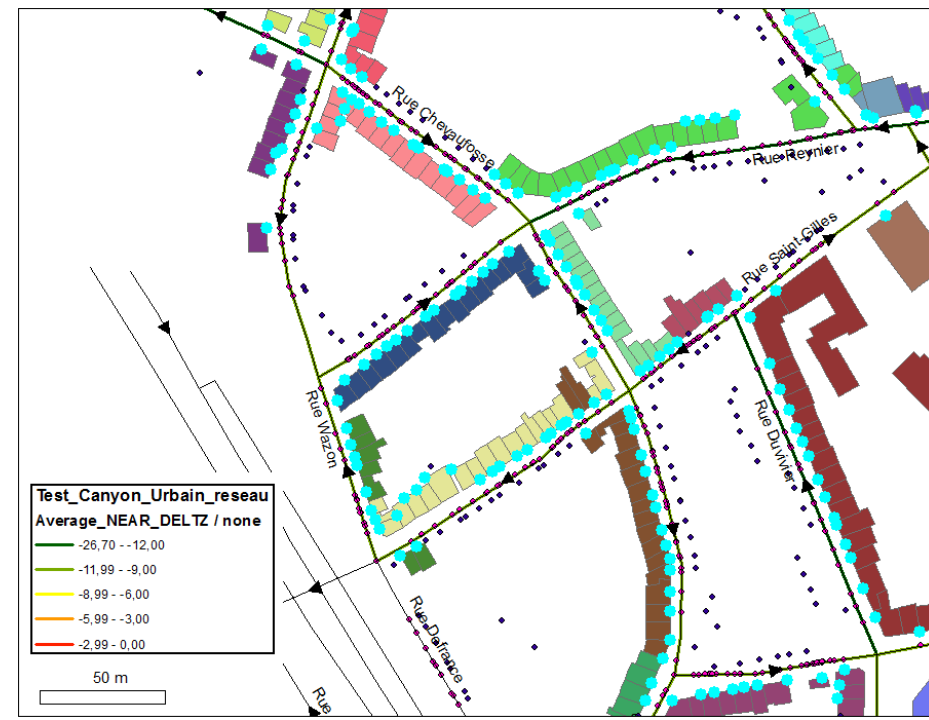
- Recherche du point coté au sol le plus proche de chaque bâtiment
 - Proximité (*positions, distance* et *gisement*)
 - Point *origine* et point *destination*
 - *Gisement* des arcs
 - *Zone tampon* asymétrique
 - *Jointure* et *agrégation*

Agrégation par arc (droite)

Extraction de statistique

Sur la *différence en Z (hauteur)*

(*moyenne*, minimum, maximum, écart-type ...)



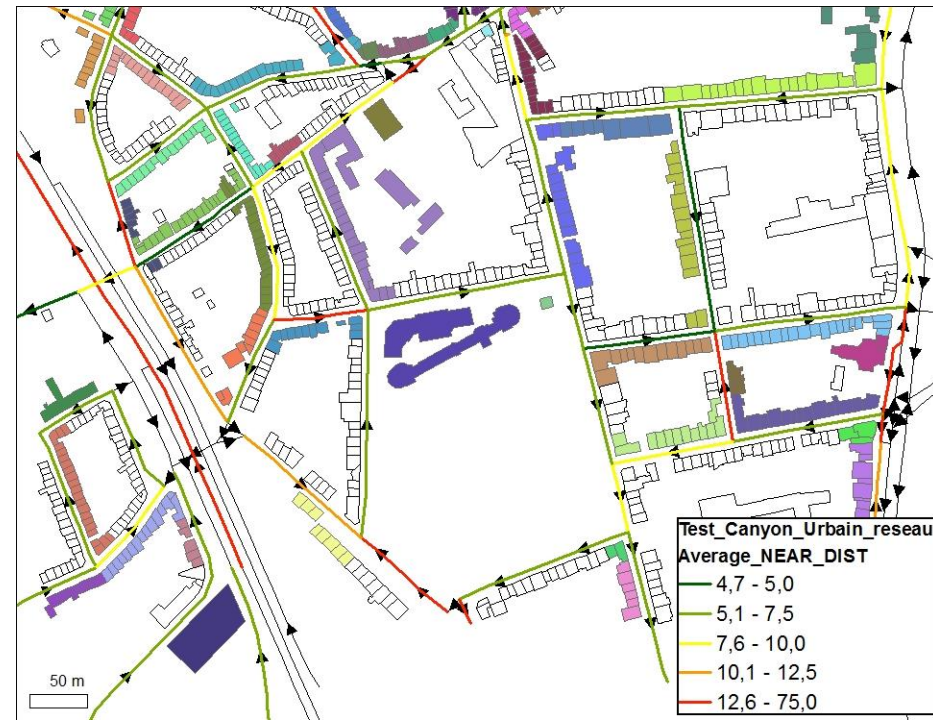
(2) Géométrie des *Street canyons*

- Recherche du point coté au sol le plus proche de chaque bâtiment
 - Proximité (*positions, distance* et *gisement*)
 - Point *origine* et point *destination*
 - *Gisement* des arcs
 - *Zone tampon* asymétrique
 - *Jointure* et *agrégation*

Agrégation par arc (gauche et droite)

Extraction de statistique

Distance horizontale (*Demi-largeur*)
(*moyenne*)



Conclusions

- Interaction technique ISSeP $\leftrightarrow$ Géomatique
 - Echanges informels + comité de suivi +++
 - Parcours à vélo ++
 - Mémoire Chr. Louis +
 - Base de données géographiques (Web-GIS) --
 - Cartographie (Web-Mapping) --