



RAILENIUM
RAIL RESEARCH & INNOVATION

LVMT
Laboratoire
Ville
Mobilité
Transport

**Université
Gustave Eiffel**



Photographie : Moïnse, 2023

Revisiter le modèle de « nœud-lieu » pour évaluer et classifier les quartiers de gare de la région Hauts-de-France

Dylan Moïnse, *Université Gustave Eiffel*
Alain L'Hostis, *Université Gustave Eiffel*
Ahad Amini Pishro, *Sichuan University of Science and Engineering*
Ndeye Aïta Cissé, *Université Gustave Eiffel*
Xavier Lehmann, *Université Gustave Eiffel*
Shiquan Zhang, *SiChuan University*
Olivier Theureau, *Université Gustave Eiffel, Railenium*
Heythem Adjeroūd, *Université Gustave Eiffel*
Liu Yuetong, *SiChuan University*
Huqi Xiao, *SiChuan University*

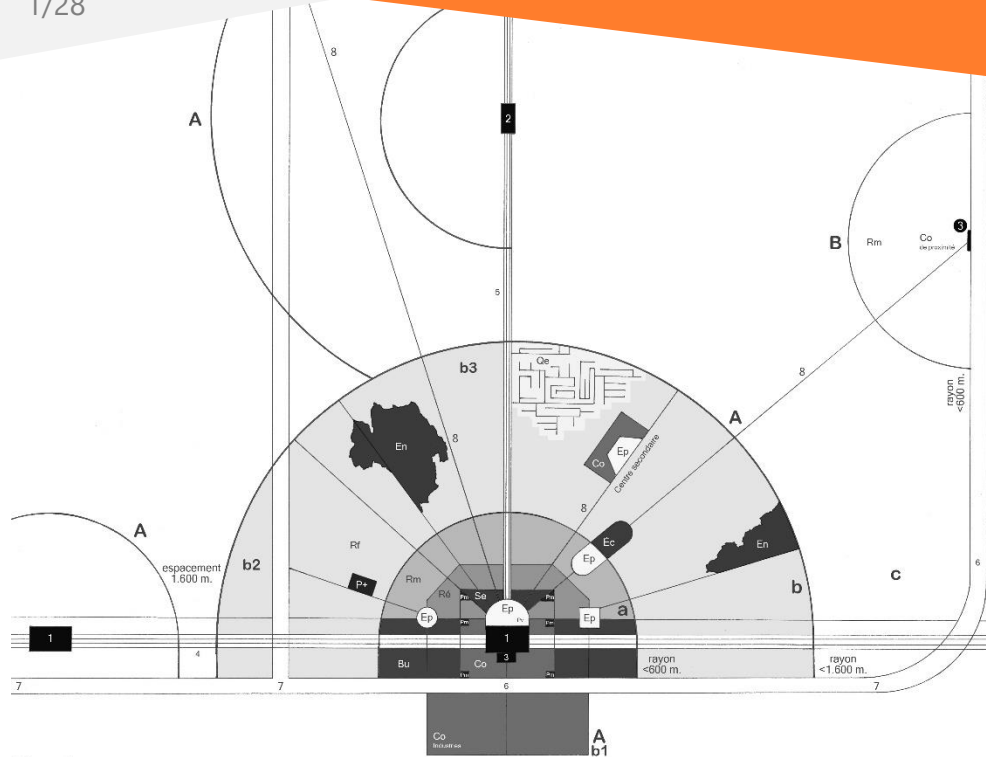
**Séminaire
LVMT**

Les variations de l'insertion urbaine des gares françaises et leur classification

Séminaire mensuel du LVMT

21 juin 2024





Légende

Typologie du corridor :

- A TOD urbain
- B TOD local
- a Quartier de gare
- b Aire secondaire :
- b1 Séparée par une artère, mais proche de la gare
- b2 Séparée par une artère et éloignée de la gare
- b3 Lignée de la gare, sans coupure urbaine
- c Autres usages

Infrastructures de transport :

- 1 Gare ou station
- 2 Station de T.C.U.*
- 3 Arrêt de BHNS**/bus
- 4 Ligne de TCSP***
- 5 Ligne de T.C.U.*
- 6 Ligne de BHNS**/bus
- 7 Artère
- 8 Connecteur

Fonctions urbaines :

- Co Commerces } >300 m²
- Bu Bureaux } 30-70% du TOD urbain, 10-40% du TOD local
- Se Services } 5-15%, 10-15%
- Résidentiel :
- Rd Densité élevée } 20-60%, 50-80%
- Rm Densité moyenne } 4-9 unités / ha net
- Rf Densité faible } 2-4 unités / ha net
- Qe Quartier existant

Équipements publics :

- Ec École
- Ep Espace public } place (0,4-1,2 ha), square (0,4-1,5 ha), parc (2-4 ha)
- En Espace naturel } 2-3 ha

Stationnement :

- P+R
- Automobile mutualisée } <1,5 ha, 2-5 places/100m² (Co), 2-4 places/100m² (Bu)
- Sécurisé pour vélos

*Transports en commun urbains : métro, tramway, bus à haut niveau de service, etc.
 **Bus à haut niveau de service
 ***Transport en commun en site propre : transport sur rail, bus à haut niveau de service, etc.

Adaptation graphique : Auteurs, 2024

Cadre théorique

Considéré à l'échelle internationale comme le principal instrument favorisant un développement urbain soutenable, la stratégie urbaine du **Transit-Oriented Development** (TOD) promeut la mise en place d'un système de mobilité alternative à l'usage de la voiture particulière par l'urbanisme [1 ; 2] :

- Bien que ce concept d'aménagement ne soit pas récent, le défi de l'adapter à des **systèmes auto-centrés** constitue une nouveauté [3; 4] ;
- Développement d'un cadre analytique disposé à **évaluer l'articulation entre urbanisme et mobilité** dans un ensemble de quartiers de gare, en permettant la comparaison entre des stations qui ne présentent pas le même potentiel ni les mêmes besoins en termes de stratégies d'intervention [5].

[1] Calthorpe, P. (1993). *The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream* (Princeton Architectural Press)

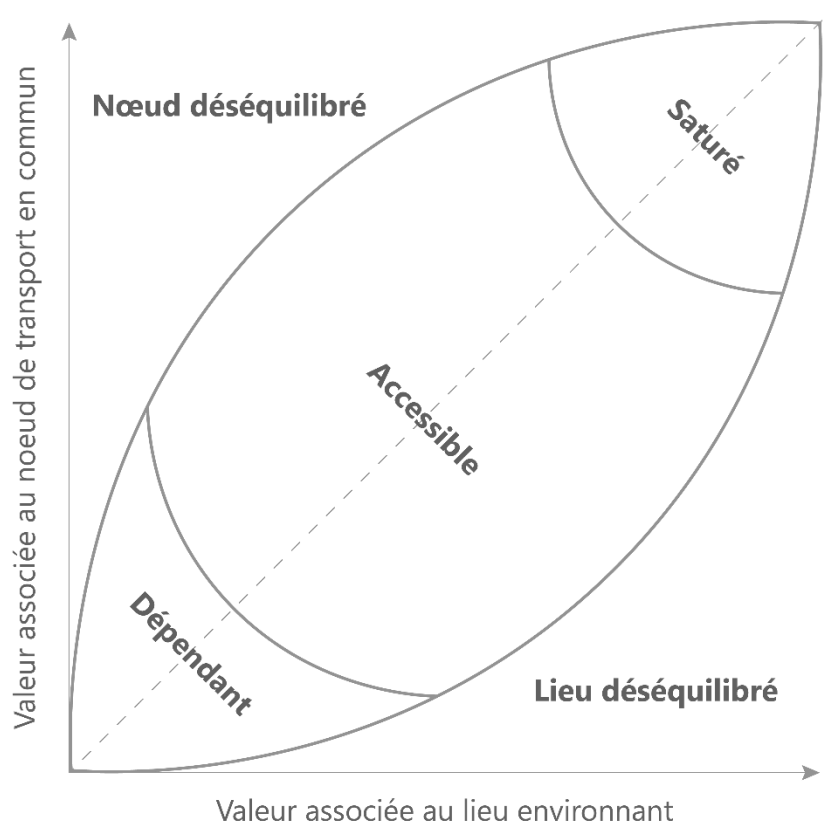
[2] Papa, E., & Bertolini, L. (2015). Accessibility and Transit-Oriented Development in European Metropolitan Areas. *Journal of Transport Geography*, 47, 70-83. <https://doi.org/10/f7t3jj>

[3] Dittmar, H., & Ohland, G. (2012). *The New Transit Town: Best Practices In Transit-Oriented Development*. Island Press.

[4] Bentaouy, G. (2015). *Le Transit-Oriented Development nord-américain: Principes et vue d'ensemble. Articuler urbanisme et transport. Les contrats d'axes français à la lumière du Transit-Oriented Development (TOD)*. 56-90.

[5] IAU. (2017). *Articulation entre gares et quartiers de gare: La méthode Node-Place* (Note rapide 762; Territoires, p. 6). Institut d'Aménagement et d'Urbanisme Île-de-France. <https://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/articulation-entre-gares-et-quartiers-de-gare-la-methode-node-place/>

1. Un outil de mesure du *Transit-Oriented Development*



Source : diagramme conceptualisé par Bertolini (1999, p. 202) et réinterprété par Yang et Song (2021, p. 3)
Adaptation graphique : Auteurs, 2024

Développement du *Node Place Index*

Modèle nœud-lieu visant à mesurer la qualité de l'offre en transport en commun (*potentiel d'interactions humaines physiques*) couplée à l'intensité des activités dans un territoire donné (*degré de réalisation effective de ce potentiel*) [6 ; 7] :

- Outil d'analyse **multicritère** pour « identifier le potentiel de développement urbain régional orienté vers les transports en commun » ;
- Promotion d'une fabrique urbaine **centrée sur l'accessibilité**, et non plus un aménagement centré sur la mobilité [8 ; 9] ;
- Exercice de « **typologie normative** des quartiers de gare », fondée sur l'évaluation des caractéristiques fonctionnelles des territoires [10] ;
- Raisonnement diagrammatique et lecture bidimensionnelle des stations, distinguant **cinq configurations** [6] : les zones accessibles, saturées, dépendantes et présentant un nœud ou un lieu déséquilibré.

[6] Bertolini, L. (1996). Nodes and Places: Complexities of Railway Station Redevelopment. *European Planning Studies*, 4(3), 331-345. <https://doi.org/10/fr4z3r>

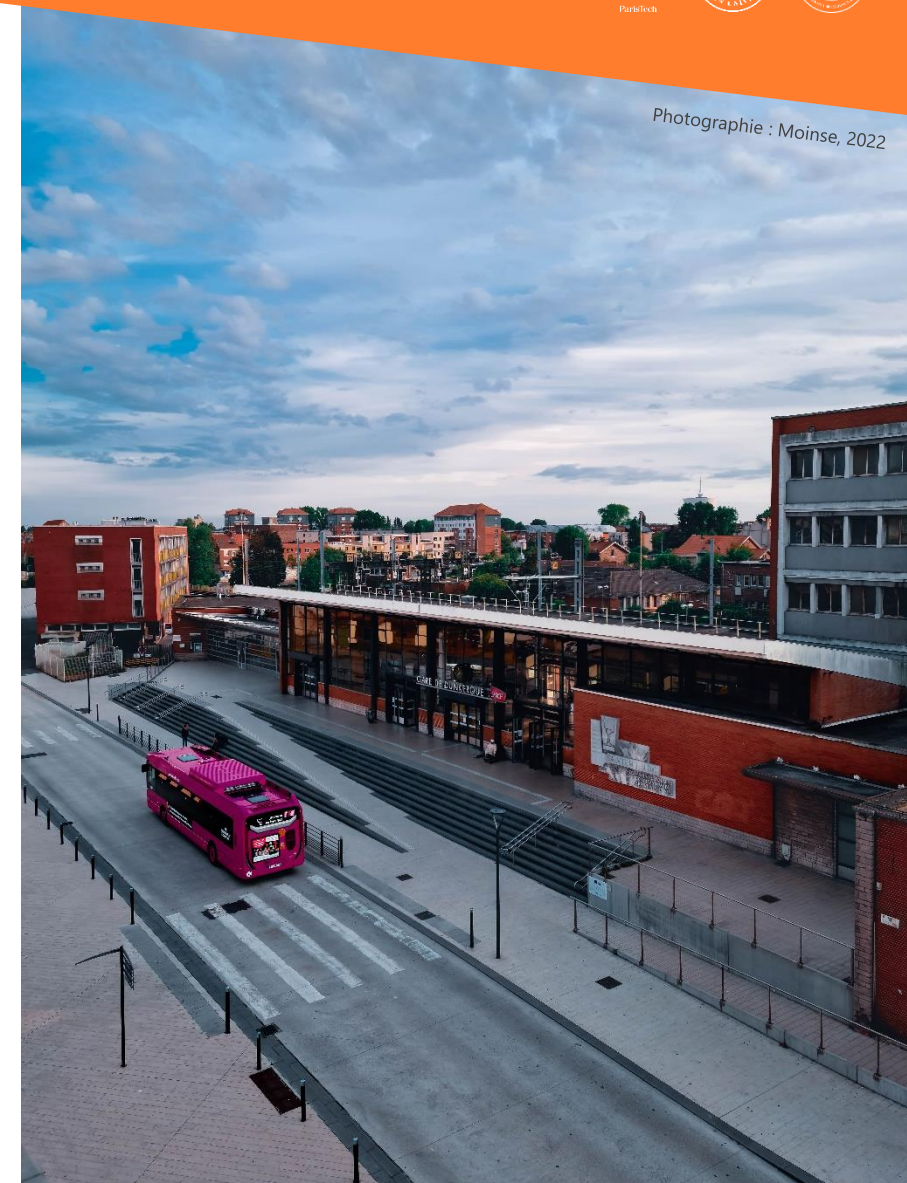
[7] Bertolini, L. (1999). Spatial Development Patterns and Public Transport: The Application of an Analytical Model in the Netherlands. *Planning Practice and Research*. <https://doi.org/10/fckj75>

[8] Banister, D. (2008). The Sustainable Mobility Paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73-80. <https://doi.org/10/csgn4v>

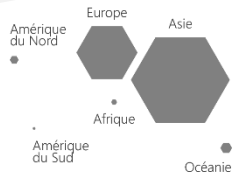
[9] Caset, F., Vale, D. S., & Viana, C. M. (2018). Measuring the Accessibility of Railway Stations in the Brussels Regional Express Network: A Node-Place Modeling Approach. *Networks and Spatial Economics*, 18(3), 495-530. <https://doi.org/10/gjt5w3>

[10] Higgins, C. D., & Kanaroglou, P. S. (2016). Forty Years of Modelling Rapid Transit's Land Value Uplift in North America: Moving Beyond the Tip of the Iceberg. *Transport Reviews*, 36(5), 610-634. <https://doi.org/10/ggw575>

1. **Revue de littérature** : Synthétiser l'état des connaissances sur le modèle nœud-lieu ;
2. **Contextualisation spatio-temporelle** : Adopter une perspective intermodale en tenant compte des apports du vélo et de la micro-mobilité, tout en analysant les dynamiques temporelles pour mieux comprendre les variations de fréquentation des gares ;
3. **Calibration** : Améliorer le modèle existant en intégrant de nouvelles dimensions pertinentes au déploiement du *Transit-Oriented Development* ;
4. **Statistiques descriptives** : Déterminer l'influence des différentes variables sur l'attractivité des gares, en matière de fréquentation ;
5. **Classification** : Mettre en perspective les nœuds et leurs environs selon leurs caractéristiques observées afin de dégager une typologie des gares ;
6. **Automatisation** : Développer des techniques automatisées pour la collecte et l'analyse des données, dans un souci de reproductibilité du modèle.

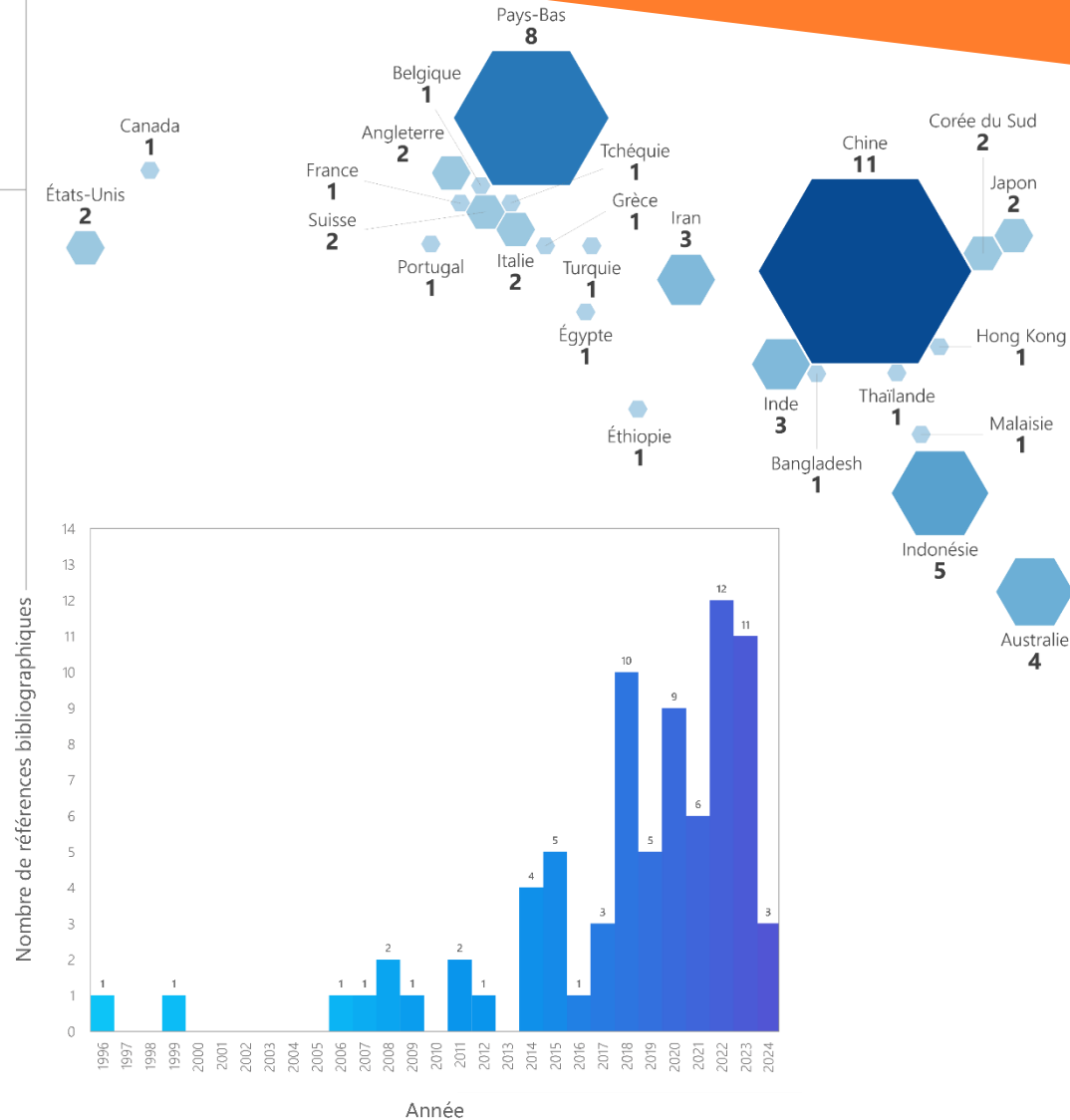


1. État de l'art d'un modèle graduellement enrichi



Légende

Nombre d'études



Réalisation : Auteurs, 2024

Répartition chronologique et géographique

Depuis la conceptualisation de l'outil de mesure du TOD entre 1996 et 1999, le nombre d'études consacrées à cette approche continue de **croître significativement** [11] :

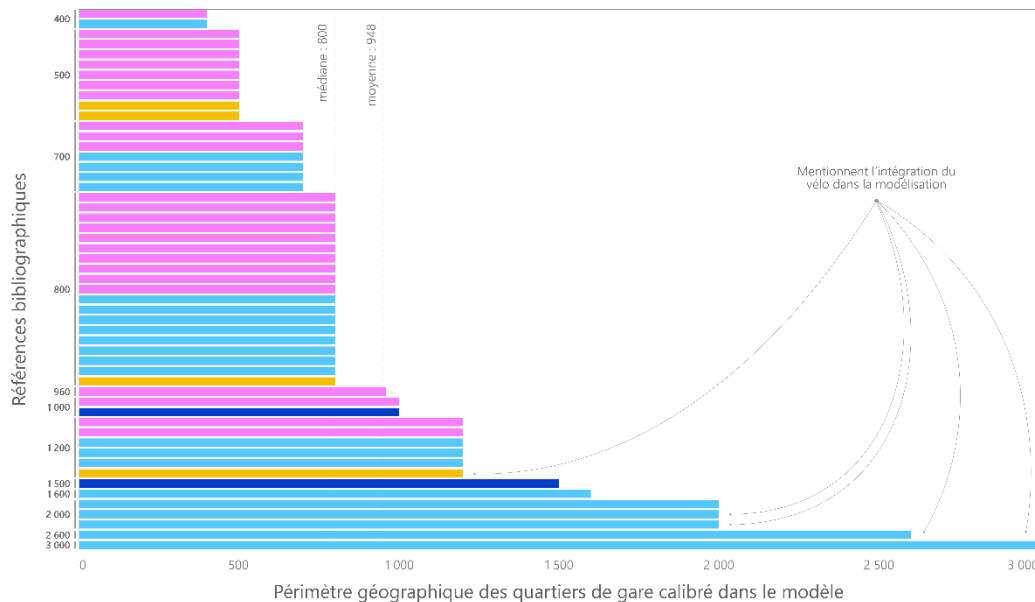
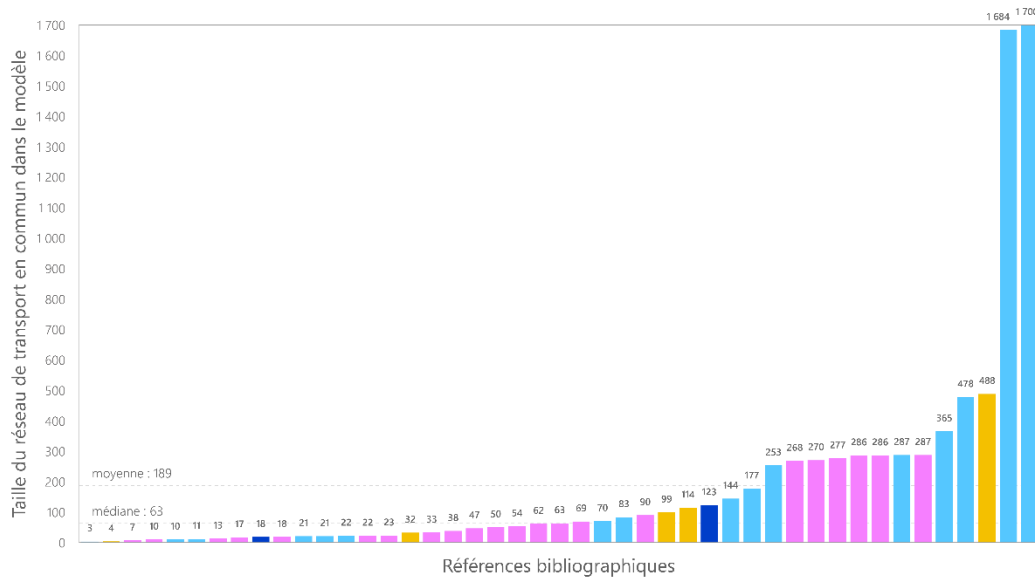
- 79 références bibliographiques répertoriées.

Littérature scientifique sur l'application du modèle en pleine expansion, notamment en **Asie de l'Est** et en **Europe du Nord** [11] :

- Essentiellement à l'échelle **intercommunale**, dans des **métropoles internationales** [12] ;
- Diversité de la **taille des réseaux de transport** en commun, allant de 3 à 1 700 stations.

[11] Ibrahim, S., Ayad, H., & Saadallah, D. (2022). Planning Transit-Oriented Development (TOD): A Systematic Literature Review of Measuring the Transit-Oriented Development Levels. *International Journal of Transport Development and Integration*, 6, 378-398. <https://doi.org/10/gr9c72>

[12] Nigro, A., Bertolini, L., & Moccia, F. D. (2019). Land Use and Public Transport Integration in Small Cities and Towns: Assessment Methodology and Application. *Journal of Transport Geography*, 74, 110-124. <https://doi.org/10/gf8zgr>



Lacunes dans la littérature

Diversité de la **taille des réseaux** de transport en commun examinés :

- De 3 à 1700 stations, avec une médiane de **63 stations** ;
- Majorité d'études portant exclusivement sur les réseaux de **métro**, avec une médiane de 52 arrêts.

Taille des quartiers de gare relativement restreinte :

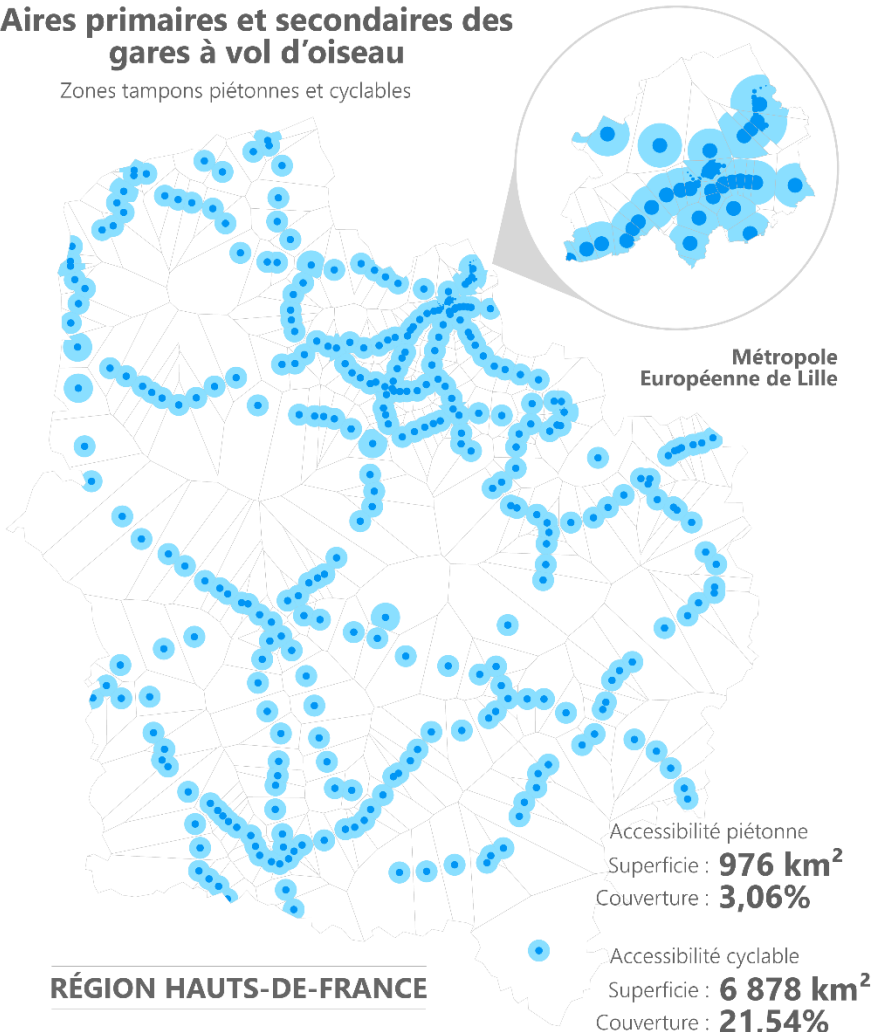
- Médiane de **800 mètres**, considérablement inférieure aux connaissances actuelles sur les zones d'influence du TOD ;
- Peu de considération pour la problématique des « premiers et derniers kilomètres » du transport public, associées **au rôle du vélo**.

Légende

- Aire piétonne de 1 kilomètre*
- Diagramme de Voronoï
- Aire cyclable de 3 à 4 kilomètres*

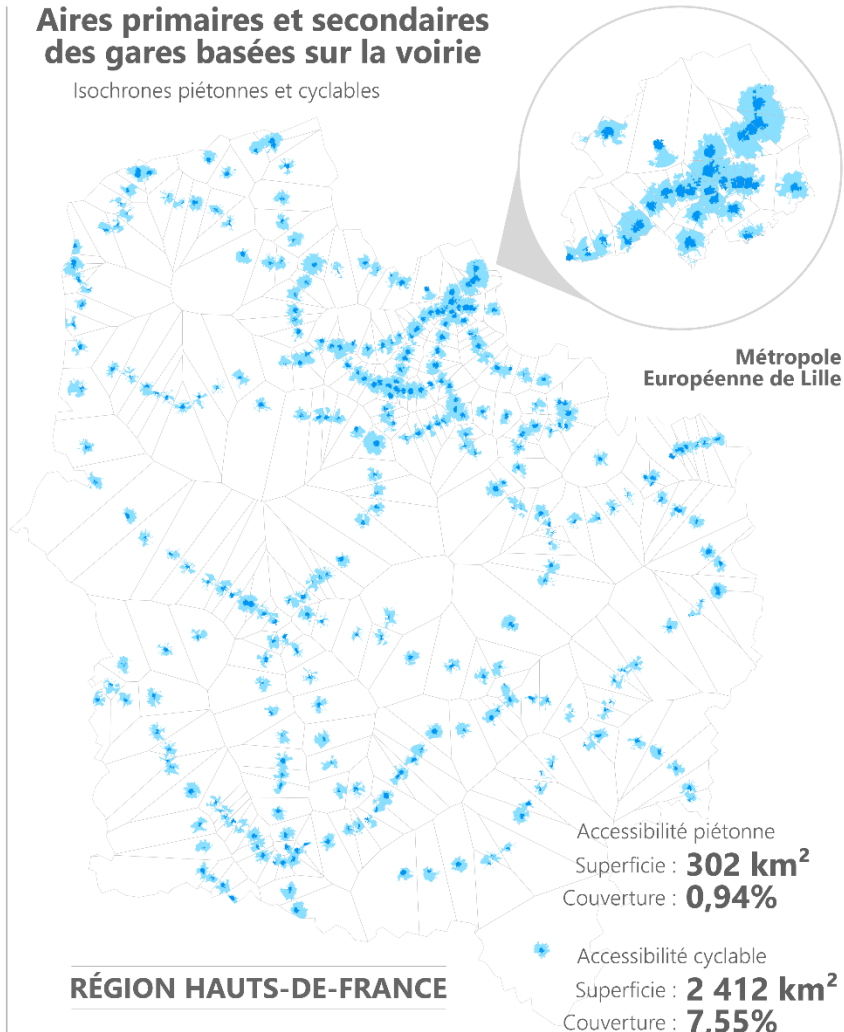
Aires primaires et secondaires des gares à vol d'oiseau

Zones tampons piétonnes et cyclables



Aires primaires et secondaires des gares basées sur la voirie

Isochrones piétonnes et cyclables



Délimitation des quartiers de gare

Périmètre géographique des **Hauts-de-France** :

- Desserte de **318 gares** en service ;
- Un réseau de métro et deux réseaux de tramway.

Taille des quartiers de gare basée sur les distances spatiales acceptables déterminées [13] :

- **1 kilomètre** pour la marche combinée ;
- **3 à 4 kilomètres** pour le vélo et la micro-mobilité ;
- Diagramme de Voronoï.

2. Détermination du terrain géographique

Cas spécifique des pôles d'échange multimodaux

Trois types de quartiers de gare :

- Gares desservies par le réseau de type TER ou TERGV ;
- Gares desservies par le réseau de type TGV ;
- **Pôles d'échange multimodaux** (métro ou tramway).

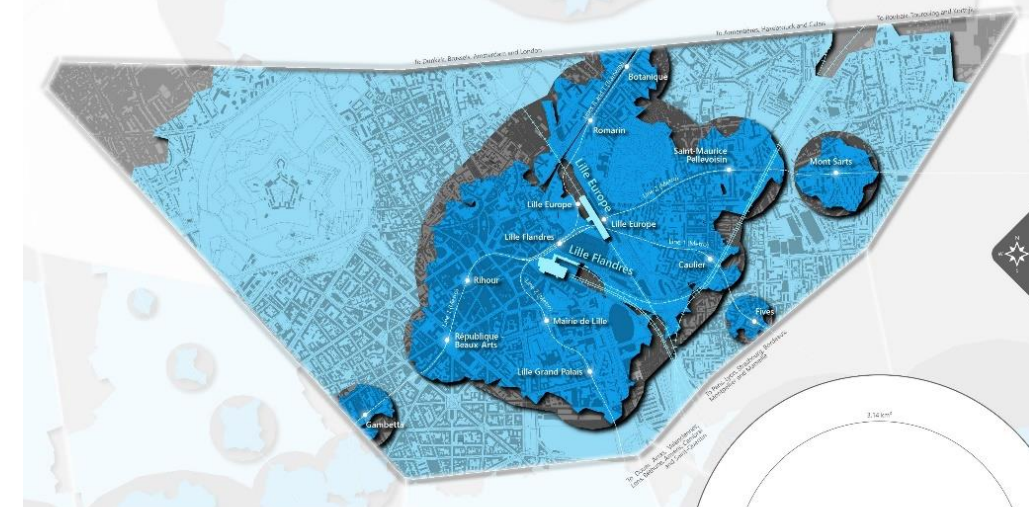
Intégration des aires d'influence des arrêts de métro et de tramway :

- Superficie des aires régressive par rapport au budget temps total.

Collecte des données spatiales

Collecte exclusive de données géocodées :

- Localisées ou agrégées sous la forme de quadrillage.



Legend

Stations:

■ Lille Flandres and Lille Europe

○ Urban Rail Transit Stations

Networks:

— Railway Line

— Metro or Tramway Line

— Voronoi Diagram

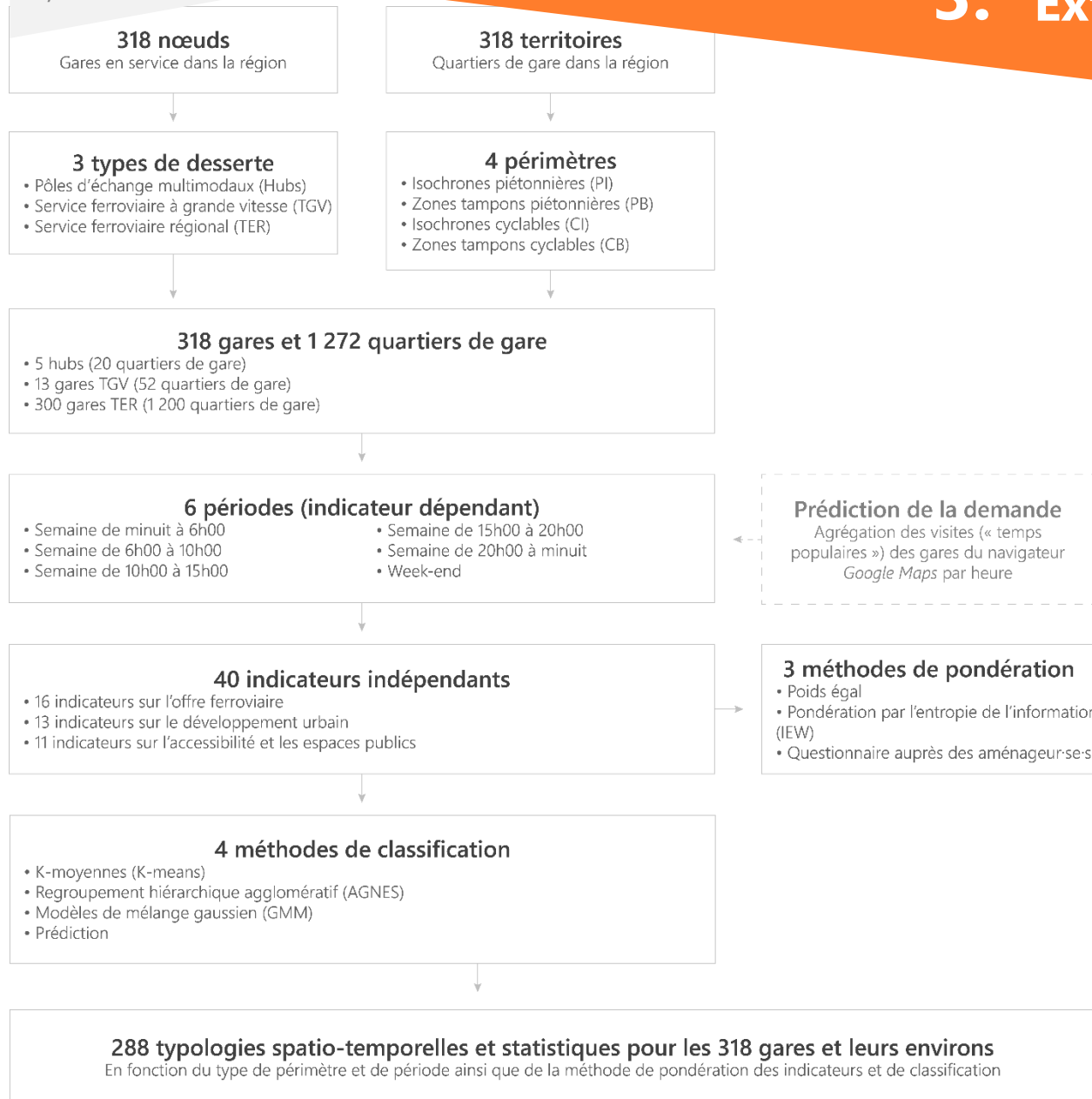
Studied Areas:

■ Pedestrian Isochrone

■ Cycling Isochrone

■ Pedestrian Buffer

■ Cycling Buffer

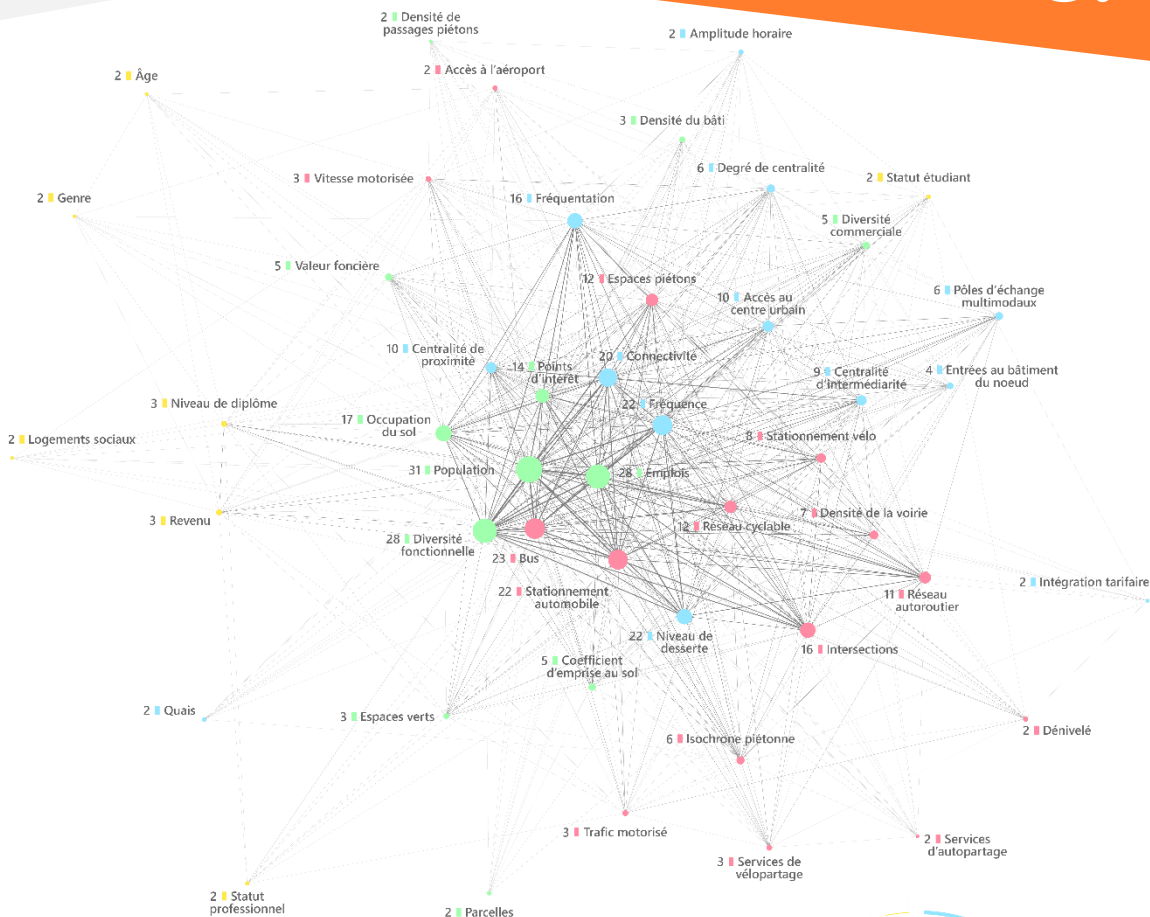


Carte conceptuelle

288 situations données pour les 318 quartiers de gare en fonction des :

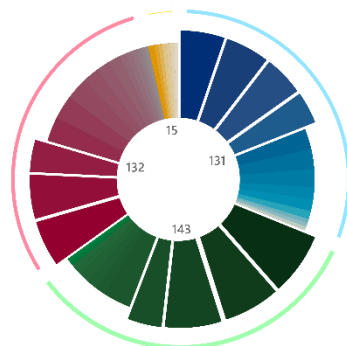
- **Périmètres géographiques** (isochrones piétonnes et cyclables ainsi que zones tampons piétonnes et cyclables) ;
- **Périodes** définies (jours et intervalles d'heure) ;
- Méthodes de **pondération** des indicateurs (poids égal, IEW et représentations) ;
- Méthodes de **classification** (K-means, AGNES, GMM et prédiction).

3. Extension et application du modèle nœud-lieu



Légende

- Dimension liée au service de transport en commun
- Dimension liée au développement urbain
- Dimension liée à l'accessibilité locale
- Dimension liée aux populations



Échantillon : 421 valeurs dans 57 références bibliographiques

Extension du modèle nœud-lieu

Node Place Accessibility Ridership per Time (NPART) composé de quatre dimensions :

- N** • Qualité du service ferroviaire (**nœud**) ;
- P** • Degré de développement urbain (**lieu**) ;
- A** • Gestion des espaces publics et accessibilité (**accessibilité**) ;
- RT** • Demande de mobilité (**fréquentation par période**).

Sélection des indicateurs (N)

Dimension	Catégorie	ID	Indicateur	Source
Qualité du service ferroviaire (nœud)	Niveau de service	N1	Fréquence quotidienne des TGV (la semaine)	GTFS
		N2	Fréquence quotidienne des TGV (le week-end)	GTFS
		N3	Fréquence quotidienne des TER (la semaine)	GTFS
		N4	Fréquence quotidienne des TER (le week-end)	GTFS
		N5	Amplitude horaire (la semaine)	GTFS
		N6	Amplitude horaire (le week-end)	GTFS
	Performance du système	N7	Vitesse commerciale des lignes	GTFS
		N8	Nombre de directions desservies	GTFS
	Métrique du réseau	N9	Degré de centralité	GTFS
		N10	Centralité d'intermédiarité	GTFS
		N11	Centralité de proximité	GTFS
	Accessibilité vers les destinations	N12	Nombre de stations accessibles en une heure	GTFS
		N13	Nombre de stations pour accéder au centre urbain de Lille (Euralille)	GTFS
		N14	Temps de trajet pour accéder au centre urbain de Lille (Euralille)	GTFS
		N15	Nombre de stations pour accéder au centre urbain de Paris (Châtelet)	GTFS
		N16	Temps de trajet pour accéder au centre urbain de Paris (Châtelet)	GTFS

Sélection des indicateurs (P)

Dimension	Catégorie	ID	Indicateur	Source
Degré de développement urbain (lieu)	Densité	P1	Densité de la population	Données carroyées
		P2	Densité des emplois	SIRENE
	Diversité	P3	Usage du sol à dominante résidentielle	OCS2D
		P4	Usage du sol à dominante commerciale et dédiée aux services publics	OCS2D
		P5	Usage du sol à dominante de bureaux et industrielle	OCS2D
		P6	Usage du sol à dominante d'espaces verts	OCS2D
	Points d'intérêt	P7	Points d'intérêt de proximité	BPE
		P8	Points d'intérêt intermédiaires	BPE
		P9	Points d'intérêt supérieurs	BPE
	Prix	P10	Valeur foncière des logements	DVF
		P11	Valeur foncière des bâtiments industriels, commerciaux et de bureaux	DVF
	Socio-démographie	P12	Proportion de logements sociaux	RPLS
		P13	Revenu moyen des ménages	Données carroyées

Sélection des indicateurs (A)

Dimension	Catégorie	ID	Indicateur	Source
Accessibilité locale et gestion des espaces publics (connexions)	Marchabilité	A1	Longueur du réseau piéton	<i>OpenStreetMap</i>
		A2	Densité d'intersections	<i>OpenStreetMap</i>
		A3	Territoires réellement accessibles dans la distance temps attribuée (isochrones piétonnières et cyclables)	<i>OpenStreetMap</i>
	Cyclabilité	A4	Longueur du réseau cyclable	<i>OpenStreetMap</i>
		A5	Capacité des lieux de stationnement dédié au vélo	<i>OpenStreetMap</i>
		A6	Flotte de vélos en libre-service	<i>OpenStreetMap</i>
	Connectivité locale	A7	Arrêts de métro et de tramway	<i>OpenStreetMap</i>
		A8	Arrêts de Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) et de bus	<i>OpenStreetMap</i>
	Management de la demande de mobilité	A9	Limite de vitesse motorisée moyenne	<i>OpenStreetMap</i>
		A10	Superficie des lieux de stationnement automobile	<i>OpenStreetMap</i>
		A11	Taux de motorisation des ménages	IRIS

3. Extension et application du modèle nœud-lieu

Sélection des indicateurs (RT)

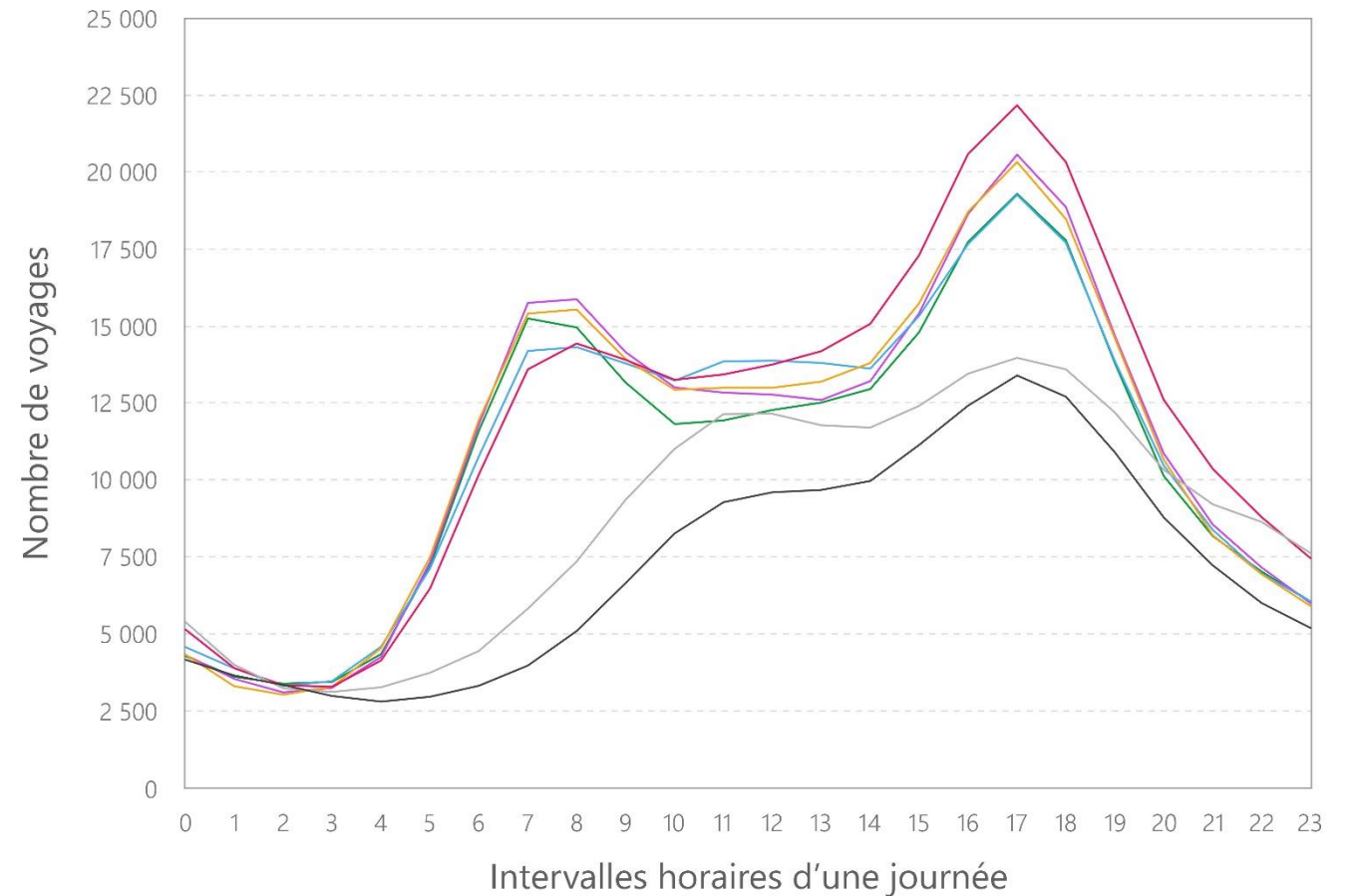
Dimension	ID	Indicateur
Fréquentation par période	RT1	Semaine de minuit à 6h00
	RT2	Semaine de 6h00 à 10h00
	RT3	Semaine de 10h00 à 15h00
	RT4	Semaine de 15h00 à 20h00
	RT5	Semaine de 20h00 à minuit
	RT6	Week-end

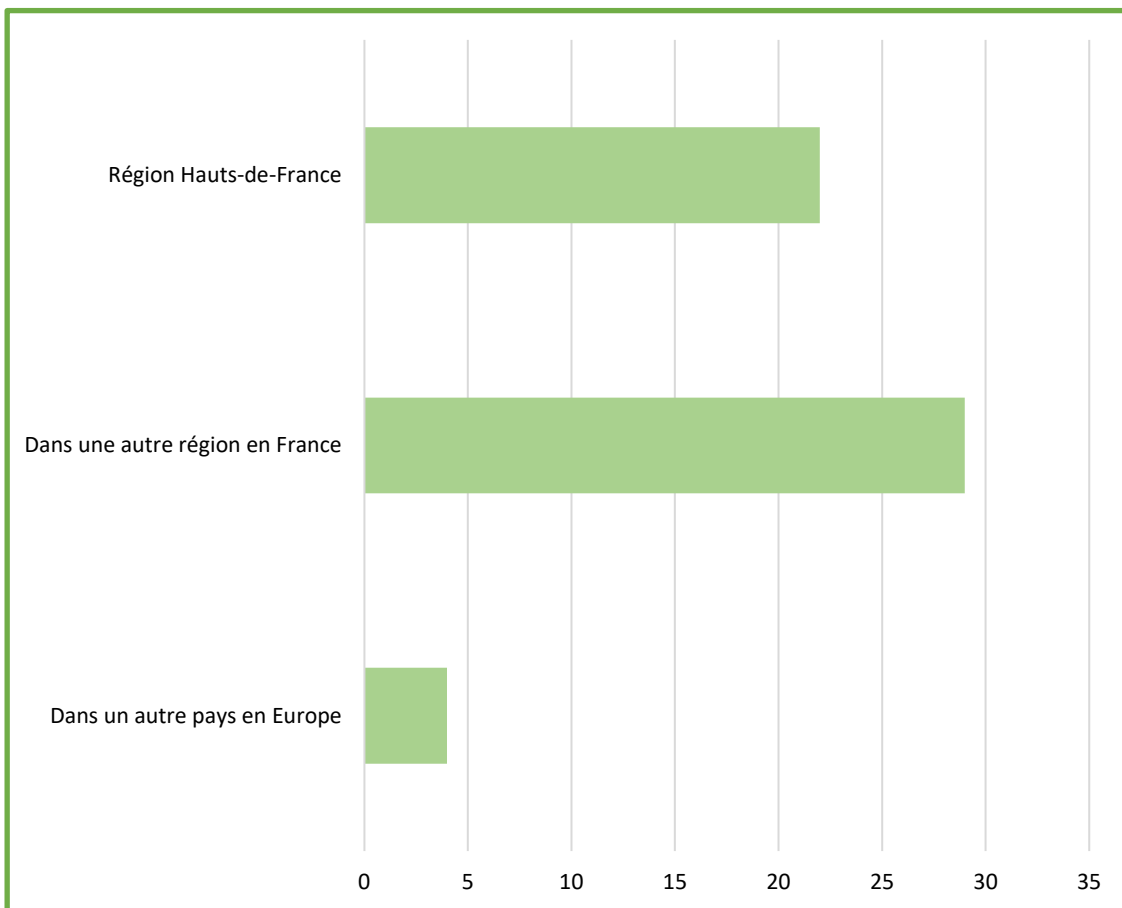
Légende

■ Lundi	■ Vendredi
■ Mardi	■ Samedi
■ Mercredi	■ Dimanche
■ Jeudi	

Échantillon : 318 gares de la région Hauts-de-France

Fréquentation par temps total





Réalisation : Auteurs, 2024

Administration du questionnaire

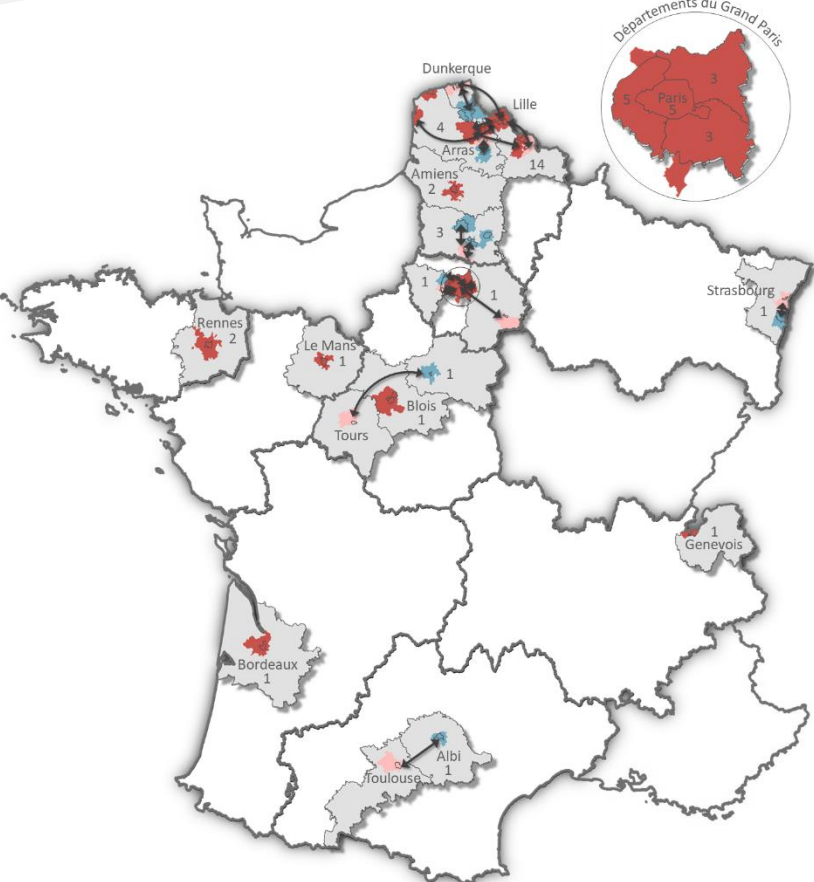
Recueillir l'avis des aménageur·se·s :

- Quels sont **les indicateurs** à privilégier **pour aménager les quartiers de gare** ?
- Saisir **l'écart** entre les **attentes/objectifs** des aménageur·se·s et les **corrélations statistiques** sur l'influence des indicateurs sur la fréquentation des gares ?

Participation :

- 55 participant·e·s travaillant dans le domaine de l'urbanisme et/ou le domaine Transport/mobilité ;
- 22 résidant et/ou travaillant dans la région Hauts-de-France ;
- 29 résidant et/ou travaillant dans une autre région française ;
- 4 résidant et/ou travaillant dans un autre pays européen.

3. Extension et application du modèle nœud-lieu



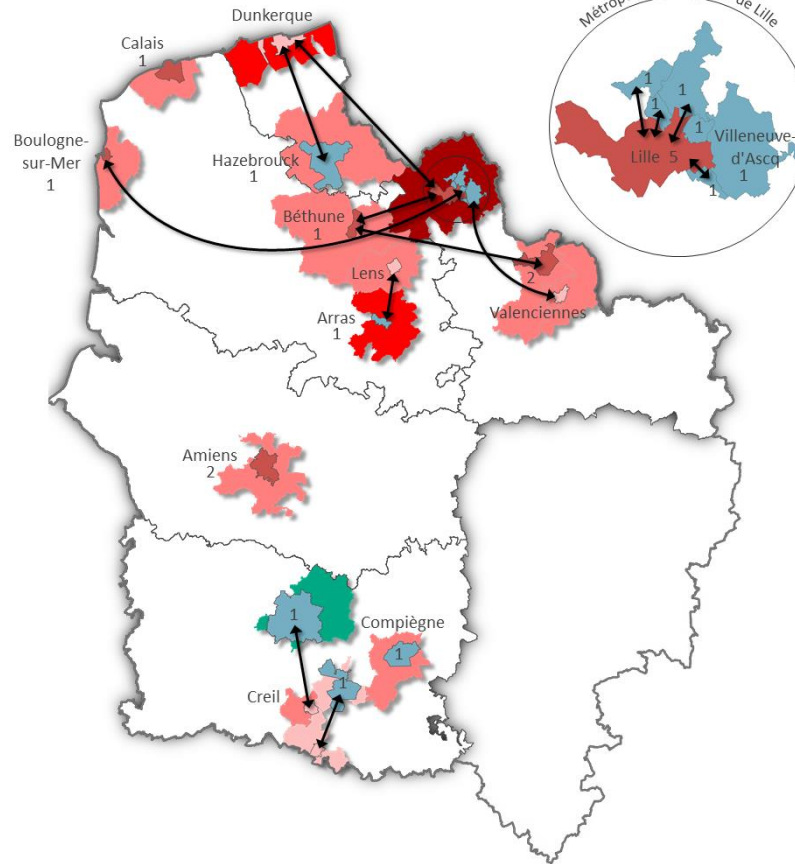
Dans un autre pays en Europe

1	Belgium	Bruxelles
1	England	Sheffield
1	Finland	Helsinki ↔ Espoo
1	Germany	Dortmund

Légende

- Région
- Département (n = Nombre d'enquêtés résidents)
- Commune

- EPCI de résidence et de travail
- EPCI de résidence
- EPCI de travail
- Déplacement Résidence/Travail entre EPCI

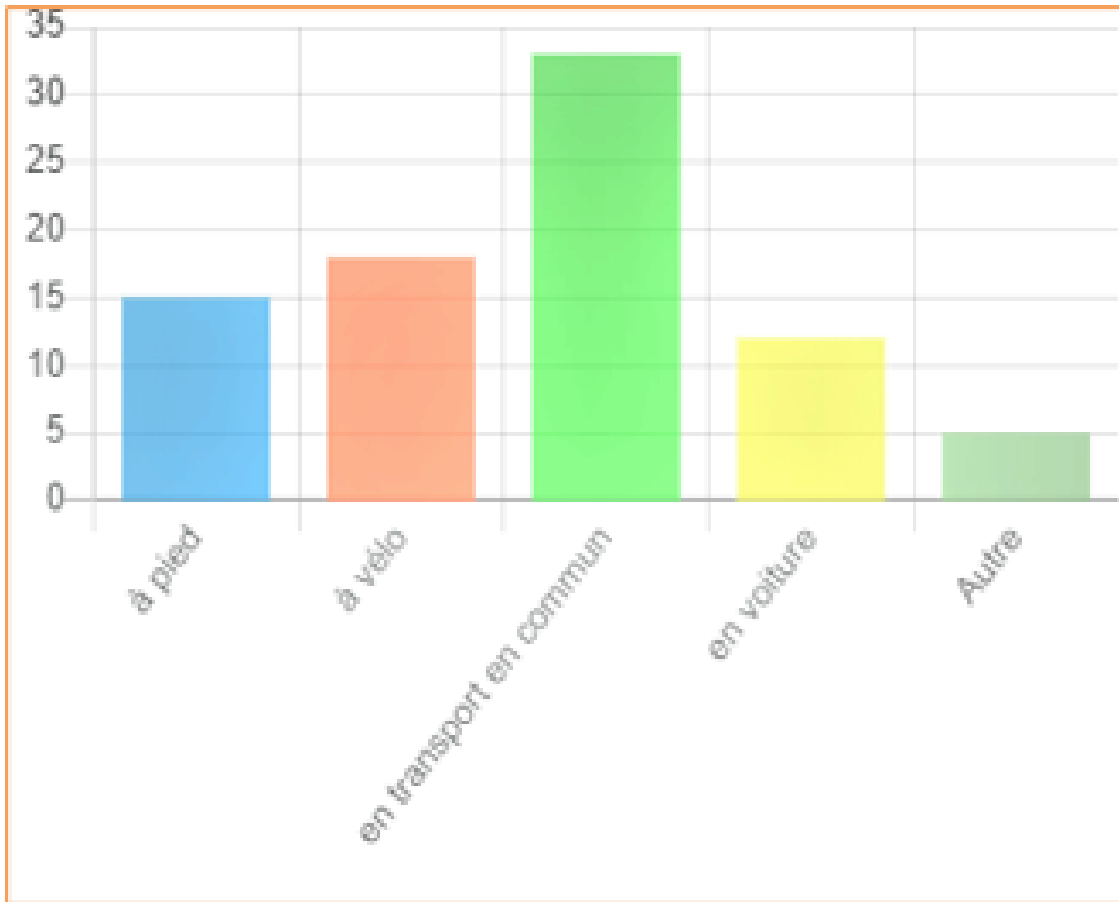


Légende

- Région Hauts-de-France
 - Département
 - Commune de résidence et de travail
 - Commune de résidence
 - Commune de travail
 - n = Nombre d'enquêtés par commune de résidence
 - Déplacement Résidence/Travail entre communes
- Typologie des EPCI (INSEE 2024)**
- Métropole urbaine
 - Communauté urbaine
 - Communauté d'agglomération
 - Communauté de commune, urbaine
 - Communauté de commune, rurale autonome

Lieux de domicile et de travail des répondant·e·s

3. Extension et application du modèle nœud-lieu



Réalisation : Auteurs, 2024

Mode de déplacement dans les trajets domicile-travail

- Trajets à **pieds**, à **vélo**, en **transports en commun** ou en **micro-mobilités (Autres)** pour l'essentiel ou en intermodalité ;
- Un faible pourcentage d'utilisation de **la voiture** dans l'ensemble mais utilisation pour **la majorité par les participant·e·s vivant et/ou travaillant dans la région Hauts-de-France** ;
 - Raisons évoquées : temps de déplacement en TC « inacceptable » ou problème d'accessibilité des infrastructures de transport ;
- Rq: dans le cas de la région Hauts-de-France, **en dehors de la métropole lilloise** l'usage du vélo semble « disparaître » dans les trajets domicile-travail.

Méthode de pondération issue du questionnaire

IEW (Information Entropy Weight Method) pour analyser la classification des indicateurs

- Processus de calcul :
 - Comptage des occurrences dans la classification des indicateurs
 - Etape de normalisation
 - Calcul entropique

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m r_{ij} \ln(r_{ij})$$

- Calcul objectif basé sur le calcul entropique

$$w_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^n (1 - E_j)}$$

3. Extension et application du modèle nœud-lieu

Un questionnaire avec des indicateurs rangés et « pensés » en 3 catégories Nœud, Lieu, Accessibilité

Qualité du service de transport (Connectivité)
Fréquence quotidienne du service ferroviaire
Amplitude horaire de desserte du service ferroviaire pendant la journée
Proximité géographique des autres gares (accessibilité à pied ou à vélo)
Nombre de lignes desservant la gare de référence
Position stratégique de la station de référence par rapport aux autres stations
Nombre de gares accessibles à moins d'une heure de la gare de référence
Vitesse réelle du train (prenant en compte les temps d'arrêt dans le parcours
Temps de déplacement acceptable vers d'autres gares de destination
Temps de trajets vers le(s) centre(s) urbain(s)

La qualité du service de transport (Connectivité)

- Le confort et l'adaptabilité du matériel roulant ;
- Compétitivité du service de transport par rapport à l'usage de la voiture ;
- Accessibilité handicap du matériel roulant et des stations ;
- La qualité du MAAS (Mobility as Service) ;
- Qualité des correspondances.

3. Extension et application du modèle nœud-lieu

Un questionnaire avec des indicateurs rangés et « pensés » en 3 catégories

Degré de développement urbain (Les 3D du TOD – Densité, diversité, design)
La densité de la population autour de la gare de référence
Une densité du bassin d'emploi dans le quartier de gare
Un usage mixte du sol avec une dominante résidentielle
Un usage du sol mixte avec une dominante de commerces et de services publics
Un usage du sol mixte avec une dominante industrielle et de bureaux
La présence d'espaces verts
La qualité des équipements urbains
Part de la valeur foncière et immobilière à usage résidentiel
Part de la valeur foncière et immobilière à usage commerciale, industriel et liées aux bureaux
Mixité sociale basée sur la part de logement sociaux
Mixité sociale basée sur les revenus disponibles des ménages

3. Extension et application du modèle nœud-lieu

Un questionnaire avec des indicateurs rangés et « pensés » en 3 catégories

L'accessibilité dans un quartier de gare
Développement du réseau piétonnier (marchabilité et inclusivité du design urbain)
Accessibilité réelle des espaces piétons, compte tenu des coupures urbaines (pour les PMR, les enfants, les personnes en situation de handicap...)
Pourcentage de pistes cyclables couvertes
Degré d'accessibilité réelle des pistes cyclables, compte tenu de la coupure urbaine
Capacité des parkings vélo
Nombre de vélos en libre-service disponibles
Présence d'un réseau de métro ou tramway
Disponibilité d'un réseau de bus à haute fréquence (ex: BHNS en Hauts-de-France)
Limitation de vitesse et restriction des véhicules motorisés dans le quartier de gare de référence
Restriction de stationnement automobile au sein du quartier de gare de référence
Taux d'équipement des ménages en automobiles

Le degré de développement urbain (Les 3D du TOD – Densité, diversité, design)

L'accessibilité dans un quartier de gare

- Le niveau d'accessibilité de la gare ;
- La tarification préférentielle pour les parkings relais afin de favoriser l'intermodalité voiture-train, notamment dans les zones péri-urbaines ;
- La qualité du fléchage des itinéraires à partir de la gare de référence.

3. Extension et application du modèle nœud-lieu

Pondération des indicateurs (IEW)

Régressions statistiques (isochrones piétonnes, PI et cyclables, CI)

Qualité du service ferroviaire	Poids (PI et CI)
Fréquence quotidienne des TGV le week-end (N2)	0,266
Fréquence quotidienne des TGV la semaine (N1)	0,264
Centralité d'intermédiarité (N11)	0,152

Degré de développement urbain	Poids (PI et CI)
Valeur foncière des zones industrielles, commerciales et de bureaux (P11)	0,206 0,130
Points d'intérêt supérieurs (P9)	0,160 0,153
Points d'intérêt intermédiaires (P8)	0,131 0,118

Conception et gestion des espaces publics	Poids (PI et CI)
Desserte en métro ou en tramway (A7)	0,307 0,284
Flotte de vélos en libre-service (A6)	0,239 0,244
Capacité des parkings vélo (A5)	0,169 0,171

Point de vue des aménageur-se-s

Qualité du service ferroviaire	Poids
Fréquence quotidienne des TGV et des TER (N1 à N4)	0,375
Centralité de proximité (N10)	0,134
Centralité d'intermédiarité (N11)	0,092

Degré de développement urbain	Poids
Diversité fonctionnelle à dominante commerciale (P4)	0,119
Points d'intérêt (P7 à P9)	0,115
Présence d'espaces verts (P6)	0,105

Conception et gestion des espaces publics	Poids
Réseau piétonnier (A1)	0,120
Effets de coupure urbaine à l'échelle piétonne (A3)	0,115
Desserte en métro ou en tramway (A7)	0,106

4. Évaluation régionale de l'interaction réseau - urbanisme

Zones tampons

Piétonnières

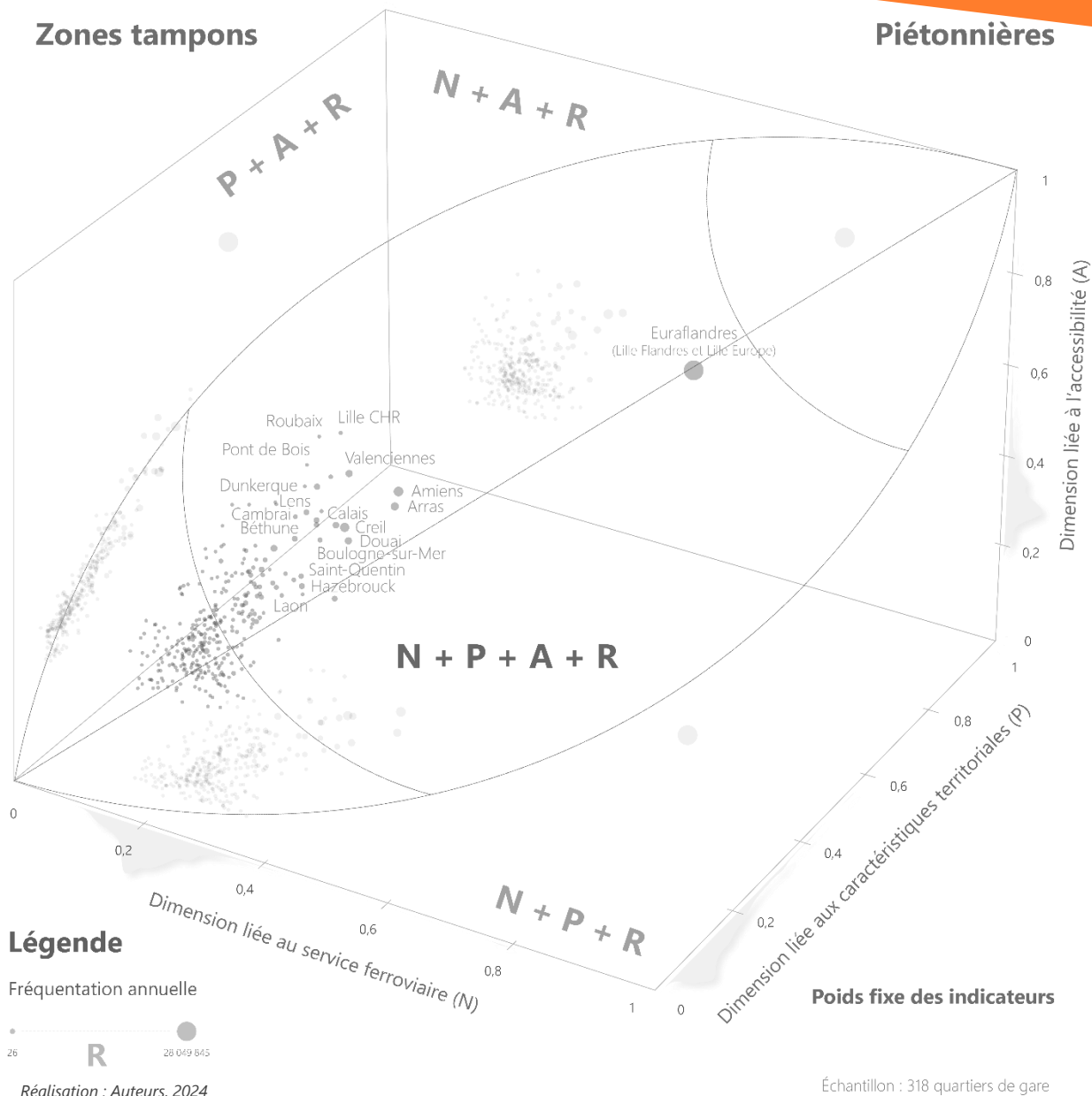


Diagramme des quartiers de gare piétons

Diagramme en cube représentant les 4 dimensions du NPART :

- Qualité du service ferroviaire (x) ;
- Intensité du développement urbain (y) ;
- Gestion des espaces publics et accessibilité (z) ;
- Fréquentation des gares (variable d'échelle).

Caractérisation des nœuds et des lieux, à l'échelle **piétonne** :

- Majorité de gares « **dépendantes** » ;
- **Gares moyennes** dans la « zone d'équilibre » avec une valeur relativement plus faible relative au nœud ;
- Prédominance du pôle **Euraflandres**.

Présence d'une **association positive** significative entre le degré de développement urbain et la gestion des espaces publics.

4. Évaluation régionale de l'interaction réseau - urbanisme

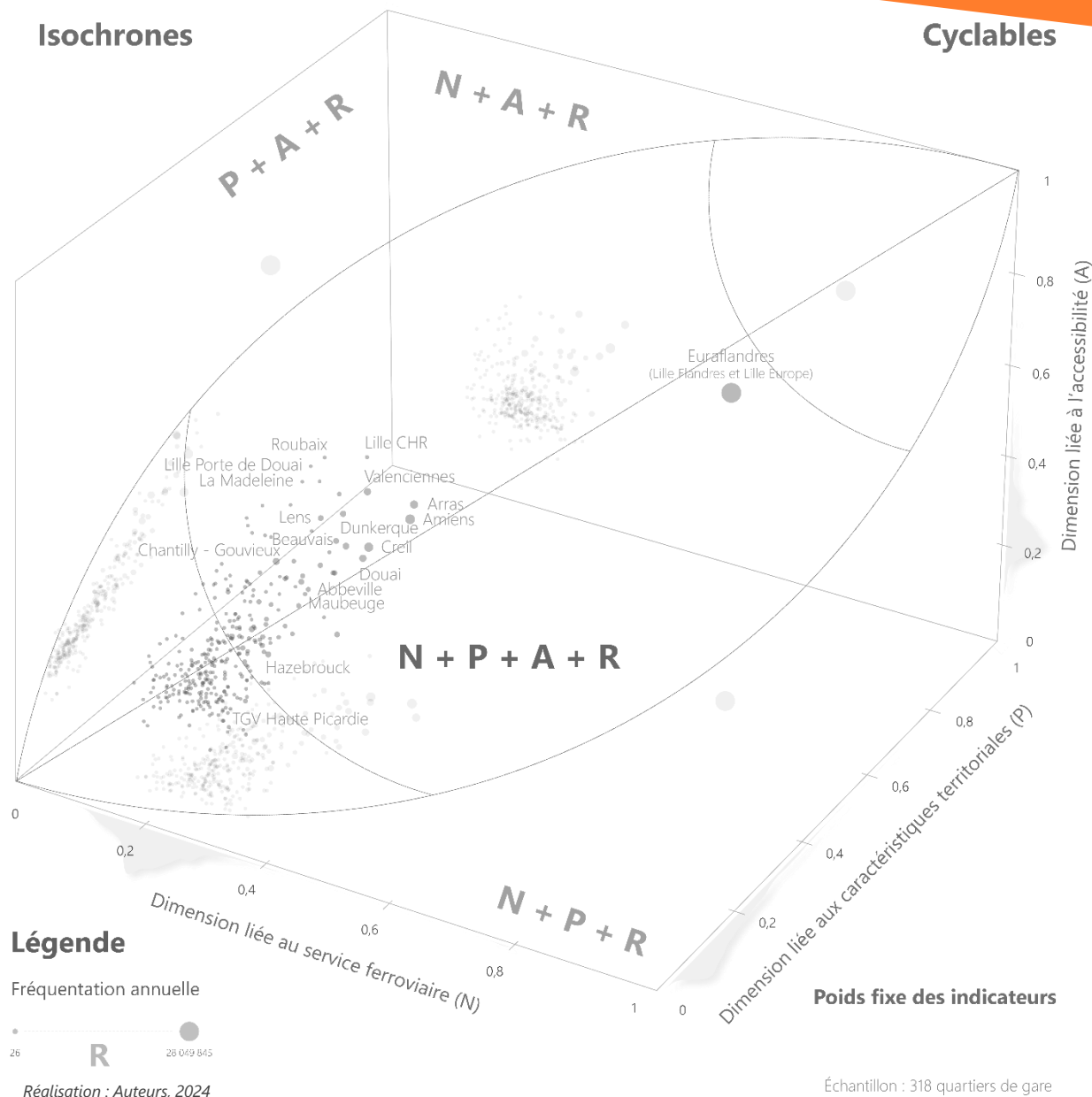


Diagramme des quartiers de gare cyclables

Diagramme en cube représentant les 4 dimensions du NPART :

- Qualité du service ferroviaire (x) ;
- Intensité du développement urbain (y) ;
- Gestion des espaces publics et accessibilité (z) ;
- Fréquentation des gares (variable d'échelle).

Caractérisation des nœuds et des lieux, à l'échelle **cyclable** :

- **Similitudes** avec la situation des aires piétonnières ;
- Toutefois, des valeurs associées **au lieu et à l'accessibilité** inférieures : déséquilibre cette fois-ci en faveur du nœud.

Association positive moindre entre le degré de développement urbain et la gestion des espaces publics.

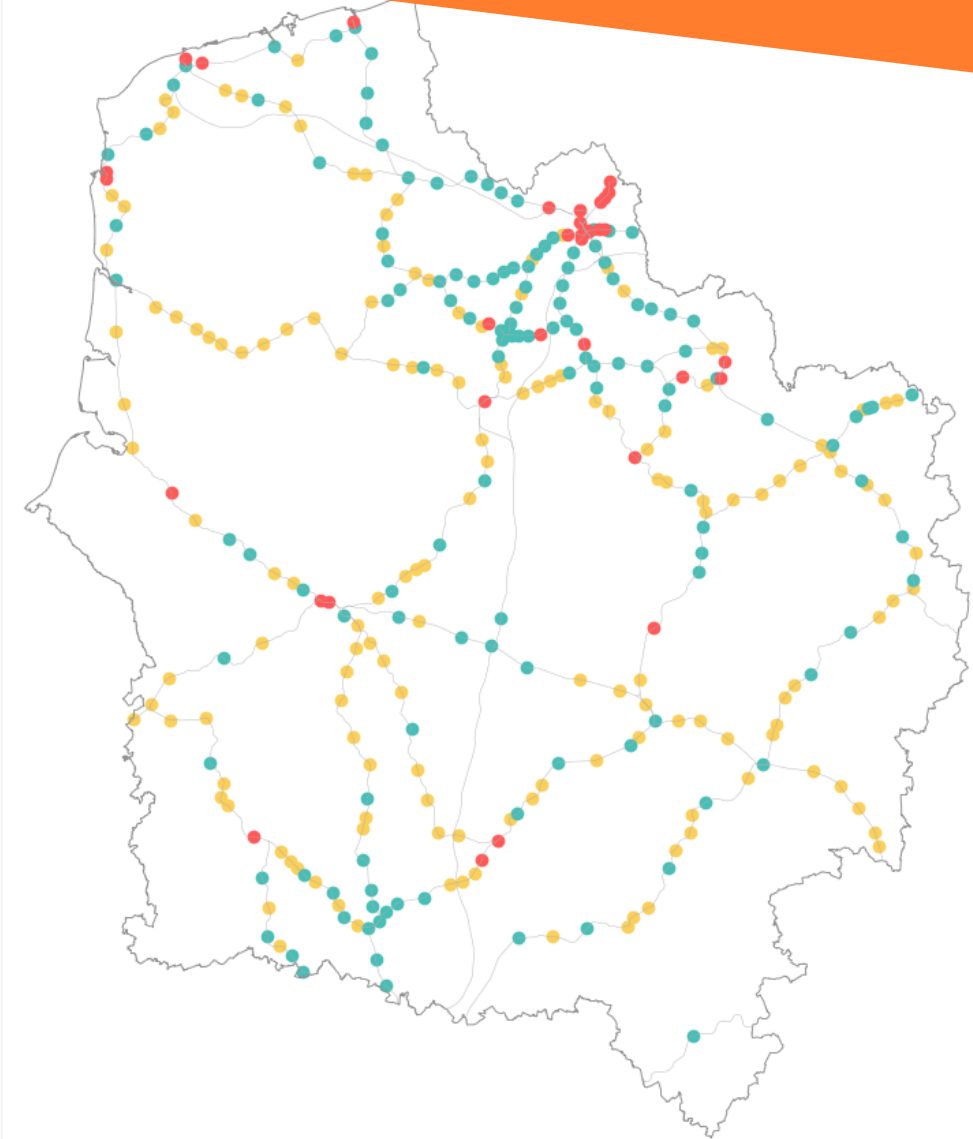
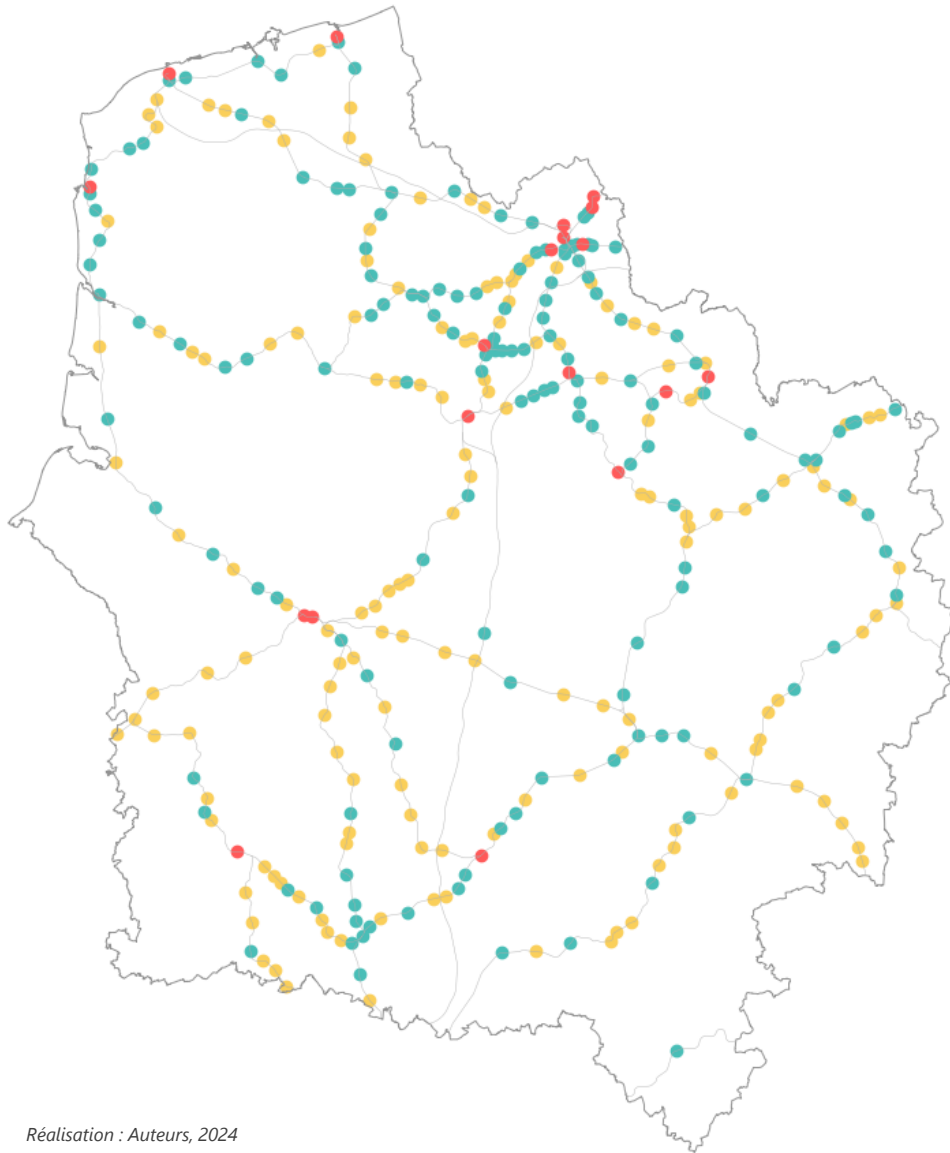
5. Classification des gares et de leur insertion urbaine

288 typologies de gare et de quartier de gare

Exemples des cartes 243 et
254 :

- Clustérisation par prédiction ;
- Pondération IEW ;
- Période RT2 ;
- Isochrones piétonnes (PI) et cyclables (CI).

- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3



Node Place Accessibility Ridership per Time (NPART) Model in the Hauts-de-France Region

Welcome to the *GitHub* repository dedicated to implementing an extended **Node Place Accessibility Ridership per Time Model** applied to the Hauts-de-France region. This project aims to provide a comprehensive framework for assessing the urban and transportation infrastructure within the region, leveraging spatial analysis to better understand the connectivity and accessibility of various places.

Project Overview

The Node Place Index Model is a critical tool for urban planners, geographers, and policymakers aiming to evaluate and enhance the mobility landscape of urban areas. By applying this model to the Hauts-de-France region, we seek to identify key areas of improvement, potential for development, and strategies for sustainable urban mobility.

This repository contains all the necessary **Python codes** used throughout the project stages. These resources are designed to be **openly accessible**, enabling others to replicate the study, contribute to its improvement, or adapt the methodology to their own regions. The code includes:

- 1. Codes for Generating Railway Stations Neighborhoods;
- 2. Codes for Spatial and Statistical Data Collection;
- 3. Codes for Statistical Analysis and Clustering.

1. Codes for Generating Railway Station Neighborhoods

- [Pedestrian and Cycling Buffers](#) ✓
- [Pedestrian and Cycling Isochrones](#) ✓

2. Codes for Spatial and Statistical Data Collection

Vers une reproductibilité du modèle

Originalité du projet par rapport à la littérature :

- Processus de collecte et d'analyse des données intégralement codé.

Mise en ligne prochaine d'un répertoire **GitHub** :

- **Diffusion publique des codes (Python)** pour :

Générer les périmètres géographiques

Zones tampons et isochrones paramétrées

Recueillir et mesurer les données

Des 46 indicateurs

Analyser ces bases de données

Statistiques descriptives et classification

Améliorer la modélisation

Collaboration de la communauté scientifique

Principaux enseignements

- Le lien intrinsèque entre le TOD et la notion de proximité porté par la marchabilité et la cyclabilité
- Le TOD est une affaire régionale et pas seulement à l'échelle d'un quartier
- La définition du TOD se traduit par l'association entre les 5 dimensions (*Nœud, Lieu, Accessibilité, Fréquentation des gare et amplitude horaire*)
- Hiérarchisation différenciée des objectifs de développement autour des gares entre les corrélations statistiques de départ et celles issues des représentations des aménageurs
- Le modèle nœud-lieu tend à être dynamique et adaptable aux nouvelles situations : ex le RER métropolitain

Perspectives et pistes de recherche

- Intérêt pour le potentiel de réalisation des opportunités de développement urbain
- La question transfrontalière (influence belge) et frontalière (influence francilienne) dans la définition du TOD dans la région Hauts-de-France)
- Utilisation de nouvelles méthodes comme le Machine learning pour aider à la prédiction de la fréquentation des gares
- Un diagnostic territorial pour qualifier la typologie des gares en Hauts-de-France et avoir un regard plus sensible et plus micro-géographique



Dylan Moïnse

Laboratoire Ville Mobilité Transport
Université Gustave Eiffel
dylan.moïnse@univ-eiffel.fr

Alain L'Hostis

Laboratoire Ville Mobilité Transport
Université Gustave Eiffel

Ahad Amini Pishro

Sichuan University of Science and Engineering

Ndeye Aïta Cissé

Laboratoire Ville Mobilité Transport
Université Gustave Eiffel

Xavier Lehmann

Laboratoire Ville Mobilité Transport
Université Gustave Eiffel

Shiquan Zhang

SiChuan University

Olivier Theureaux

Laboratoire Ville Mobilité Transport
Université Gustave Eiffel, Railenium

Heythem Adjeroud

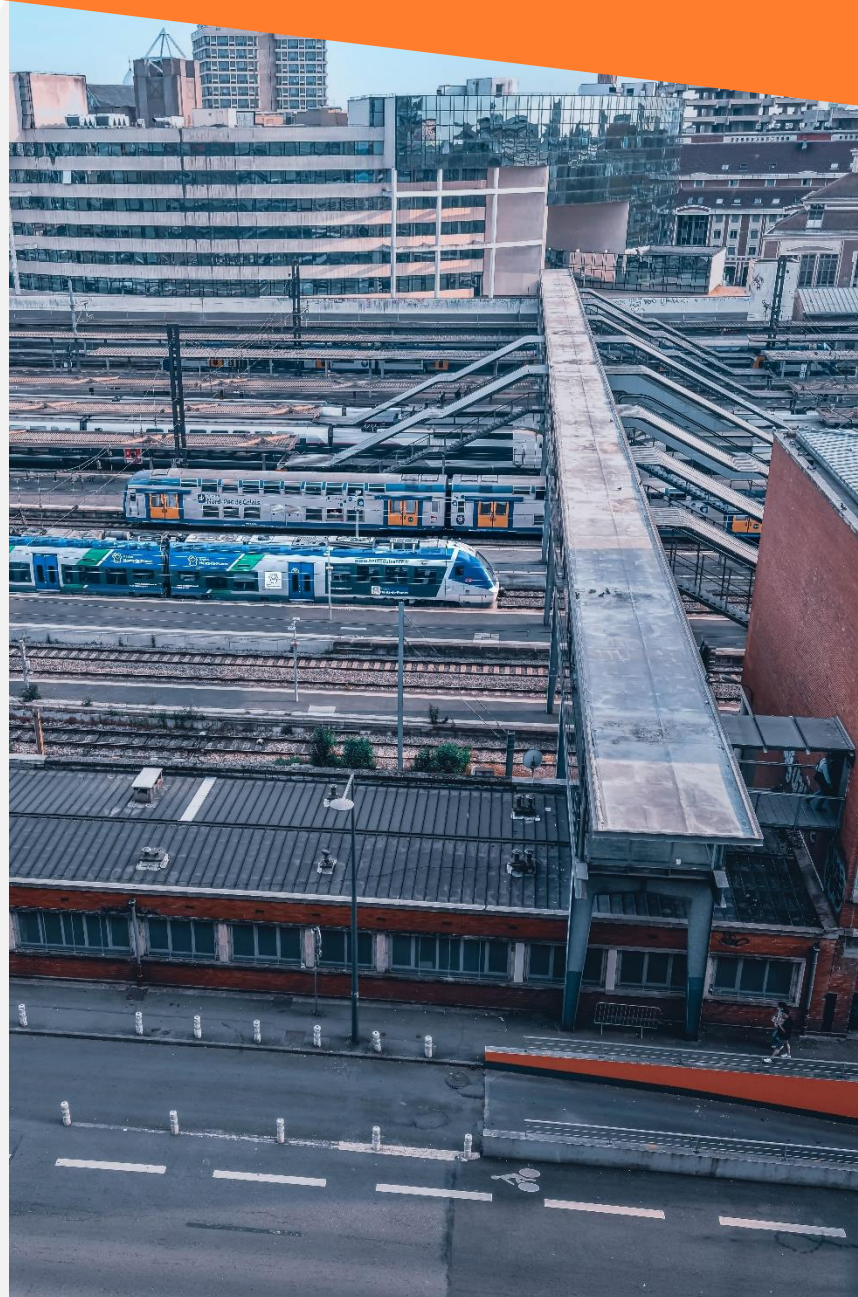
Laboratoire Ville Mobilité Transport
Université Gustave Eiffel

Liu Yuetong

SiChuan University

Huqi Xiao

SiChuan University



RAILENIUM
RAIL RESEARCH & INNOVATION

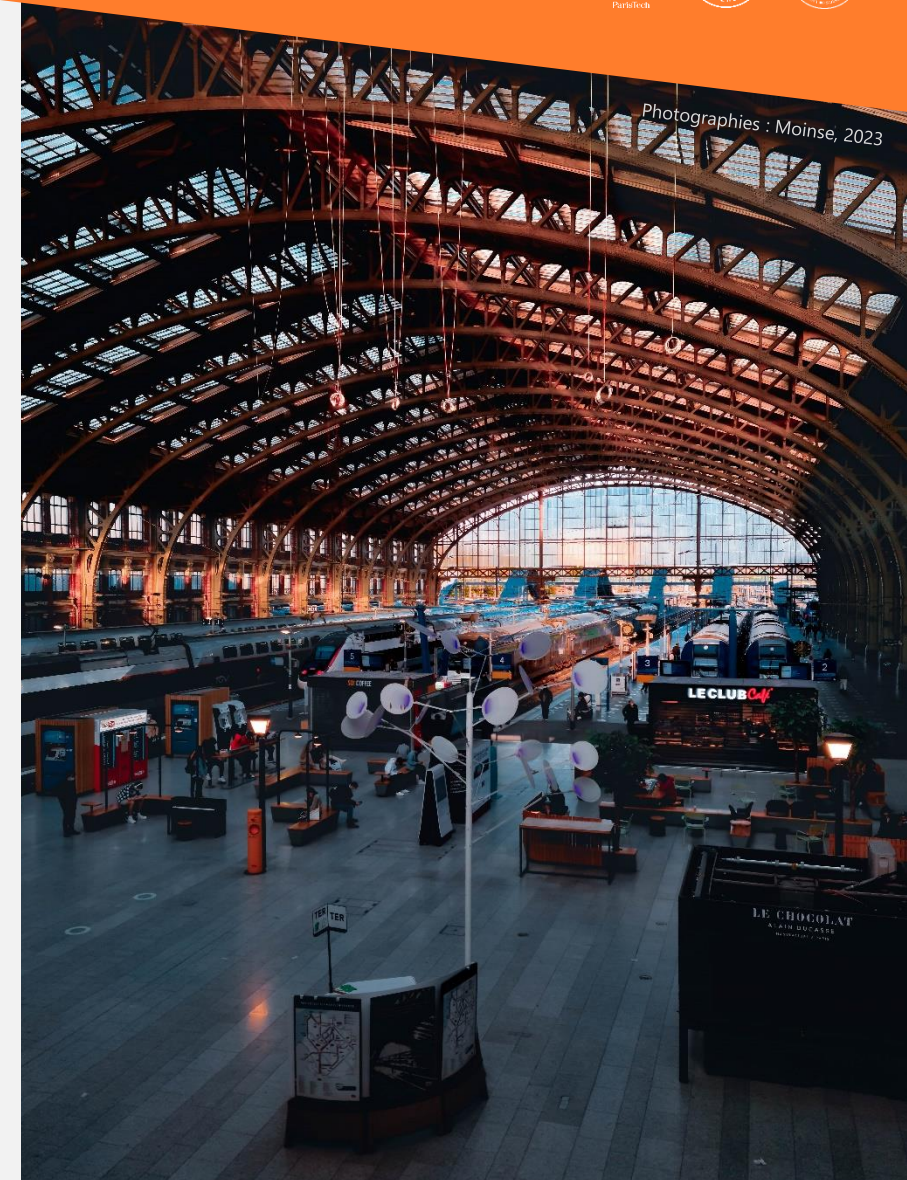
LVMT
Laboratoire
Ville
Mobilité
Transport

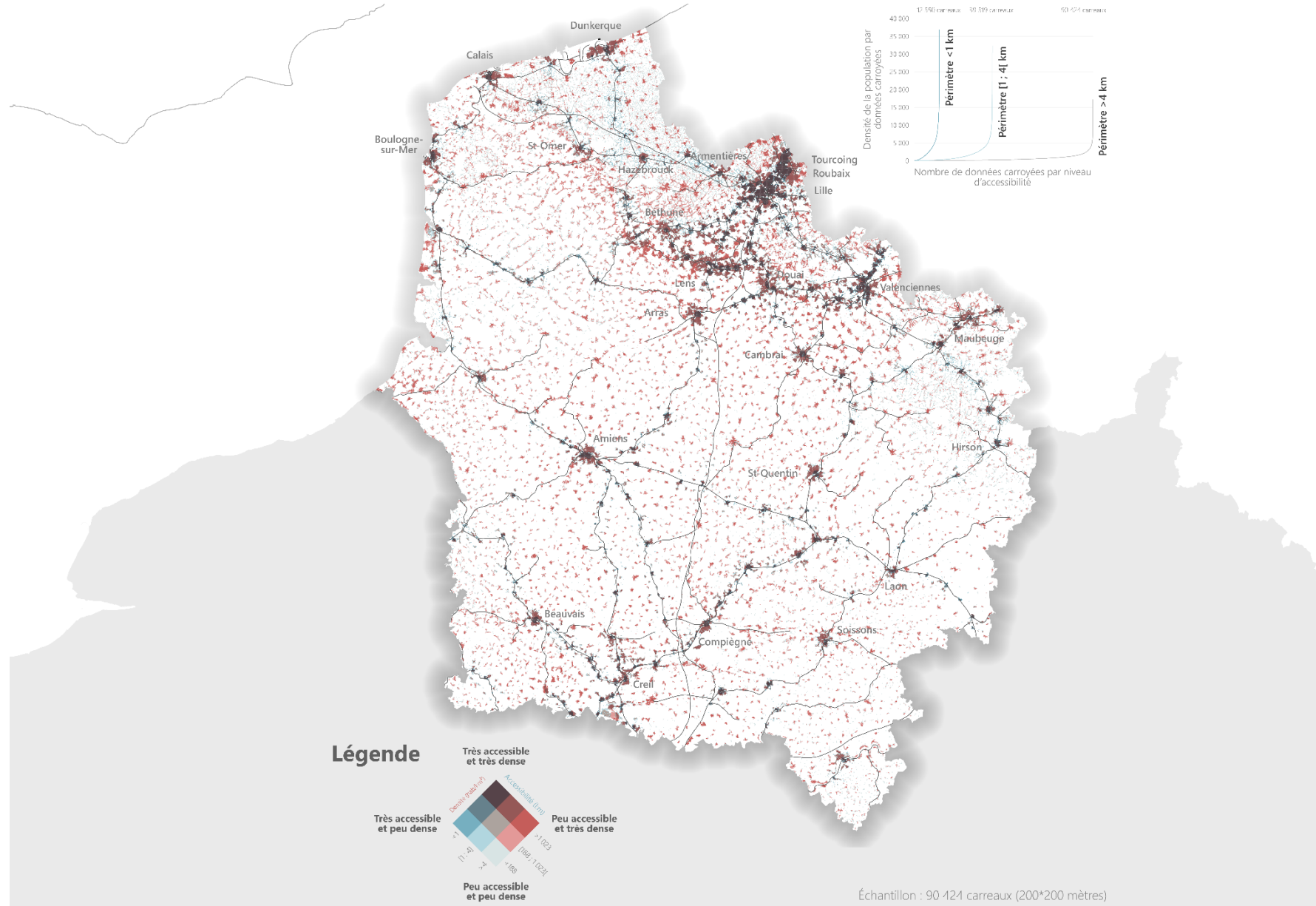
Université
Gustave Eiffel

Ecole des Ponts
ParisTech



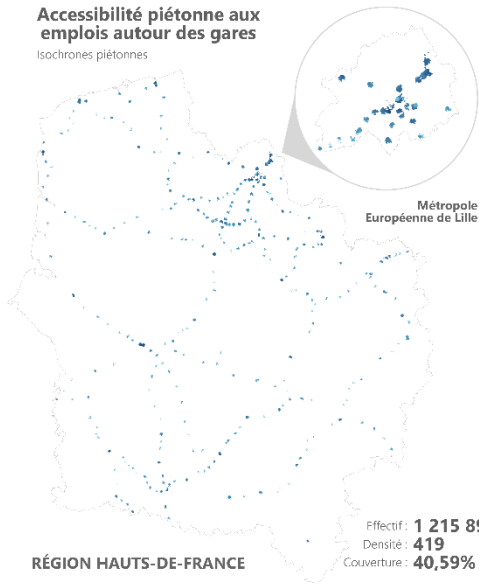
Photographies : Moïnse, 2023





Accessibilité piétonne aux emplois autour des gares

Isochrones piétonnes



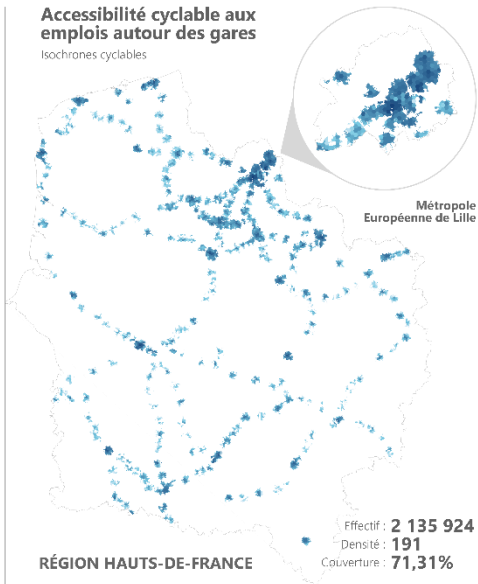
Métropole Européenne de Lille

Effectif : **1 215 891**
Densité : **419**
Couverture : **40,59%**

RÉGION HAUTS-DE-FRANCE

Accessibilité cyclable aux emplois autour des gares

Isochrones cyclables



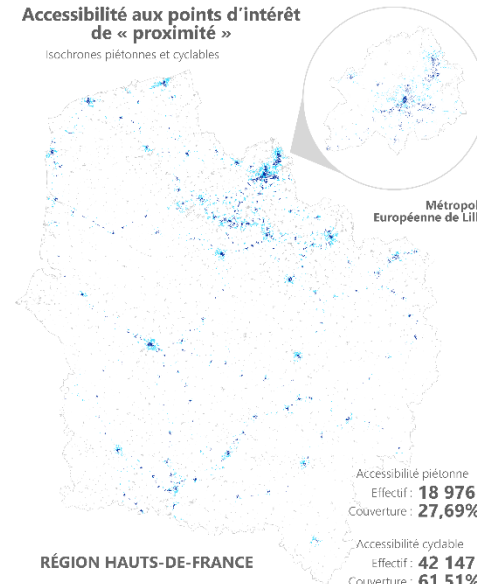
Métropole Européenne de Lille

Effectif : **2 135 924**
Densité : **191**
Couverture : **71,31%**

RÉGION HAUTS-DE-FRANCE

Accessibilité aux points d'intérêt de « proximité »

Isochrones piétonnes et cyclables



Métropole Européenne de Lille

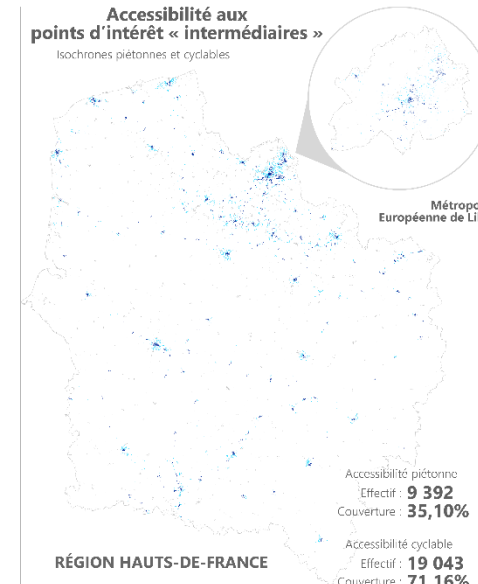
Accessibilité piétonne
Effectif : **18 976**
Couverture : **27,69%**

Accessibilité cyclable
Effectif : **42 147**
Couverture : **61,51%**

RÉGION HAUTS-DE-FRANCE

Accessibilité aux points d'intérêt « intermédiaires »

Isochrones piétonnes et cyclables



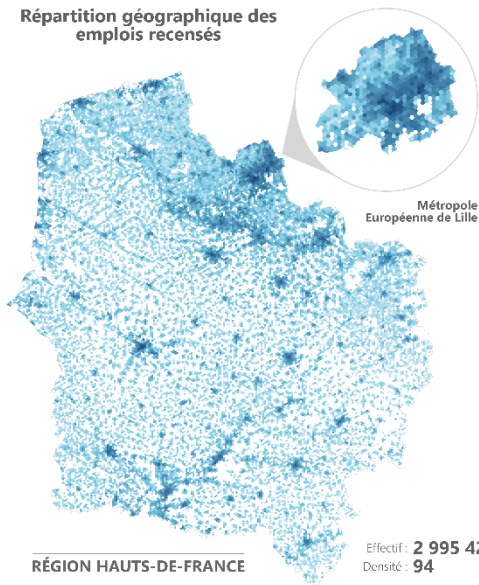
Métropole Européenne de Lille

Accessibilité piétonne
Effectif : **9 392**
Couverture : **35,10%**

Accessibilité cyclable
Effectif : **19 043**
Couverture : **71,16%**

RÉGION HAUTS-DE-FRANCE

Répartition géographique des emplois recensés



Métropole Européenne de Lille

Effectif : **2 995 421**
Densité : **94**

RÉGION HAUTS-DE-FRANCE

Légende



d = 1 kilomètre

Quartier de gare piéton de 1 kilomètre*
Quartier de gare cyclable de 3 à 4 kilomètres*

isochrone

*Les quartiers de gare piétons existent sur des réseaux de métro ou de tramway sans électricité sur les axes d'influence autour de ces stations, en fonction d'un budget distance donné. La taille des quartiers de gare cyclables dépend du niveau de service en gare. Les réseaux connectés aux réseaux RGV (GV) existent dans une zone spatiale de 4 kilomètres tandis que les réseaux connectés exclusivement aux réseaux TAD disposent d'une zone de 3 kilomètres.

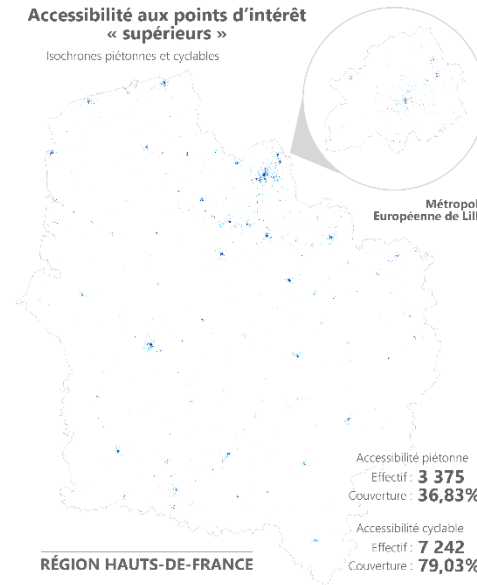
Échantillon : 2 995 421 emplois dans 37 711 hexagones réguliers

Lecture :

La densité moyenne d'emplois dans les quartiers de gares accessibles à pied atteint **419 emplois par km²**, nettement supérieure à celle de l'environnement cyclable autour des gares (**191 emplois par km²**) et à celle de la région dans son ensemble (**94 emplois par km²**). L'accessibilité piétonnière aux emplois représente **40,59%** du marché recensé. Grâce aux gains de portée offerts par le vélo et la micro-mobilité, cette part s'élève à **71,31%** des emplois totaux.

Accessibilité aux points d'intérêt « supérieurs »

Isochrones piétonnes et cyclables



Métropole Européenne de Lille

Accessibilité piétonne
Effectif : **3 375**
Couverture : **36,83%**

Accessibilité cyclable
Effectif : **7 242**
Couverture : **79,03%**

RÉGION HAUTS-DE-FRANCE

Légende

- Points d'intérêt accessibles au sein du quartier de gare piétonnier
- Points d'intérêt accessibles au sein du quartier de gare cyclable
- Points d'intérêt non accessibles au sein du quartier de gare piétonnier ou cyclable

Échantillon : 104 441 points d'intérêt

Lecture :

La cartographie des **points d'intérêt**, qualifiés de « proximité », d'« intermédiaires » et de « supérieurs », met l'accent sur les gains d'accessibilité apportés par la mobilité individuelle légère en lien avec le réseau ferroviaire.

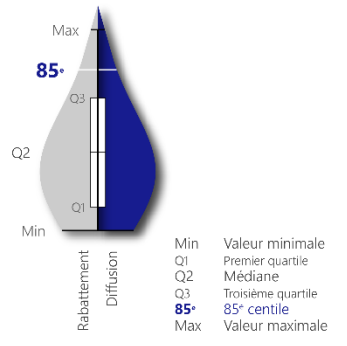
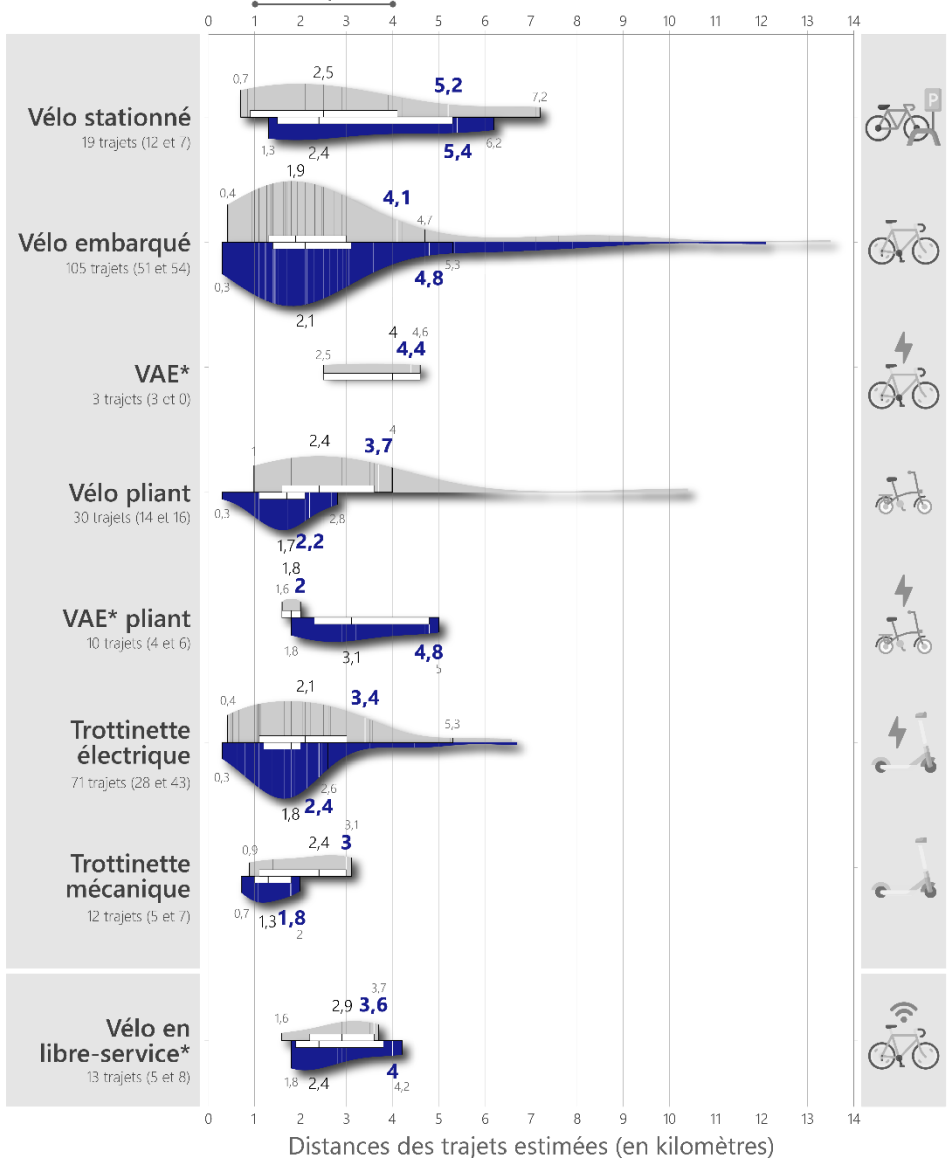
Les quartiers de gare piétons englobent **27,69%** des points d'intérêt de « proximité », **35,10%** des points d'intérêt « intermédiaires » et **36,83%** des points d'intérêt « supérieurs ».

Les quartiers de gare étendus par le vélo et la micro-mobilité permettent respectivement d'accéder à **2,22** ; **2,03** et **2,15 fois plus** de destinations génératrices de flux en couvrant **61,51%** ; **71,16%** et **79,03%** des points d'intérêt de « proximité », « intermédiaires » et « supérieurs » de la région.

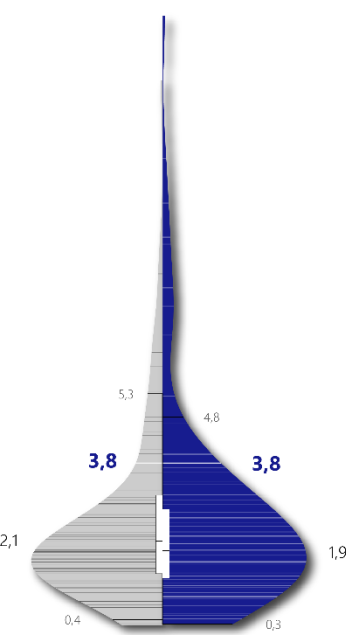
Types de véhicule intégrés dans la mobilité individuelle légère

Distances des trajets estimées (en kilomètres)

Portée cyclable



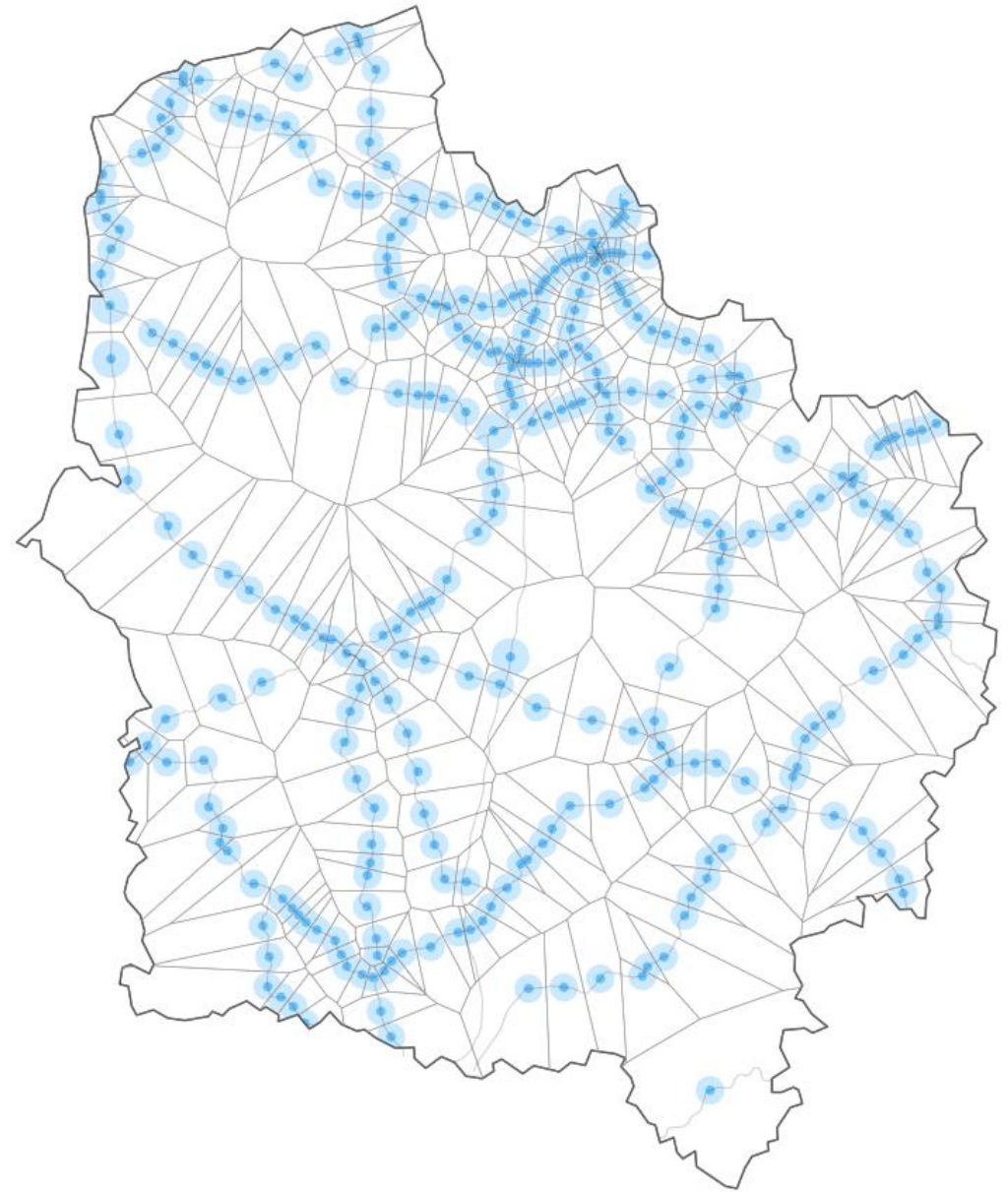
Mobilité individuelle légère
Tous véhicules confondus
262 trajets (126 en rabattement et 136 en diffusion)

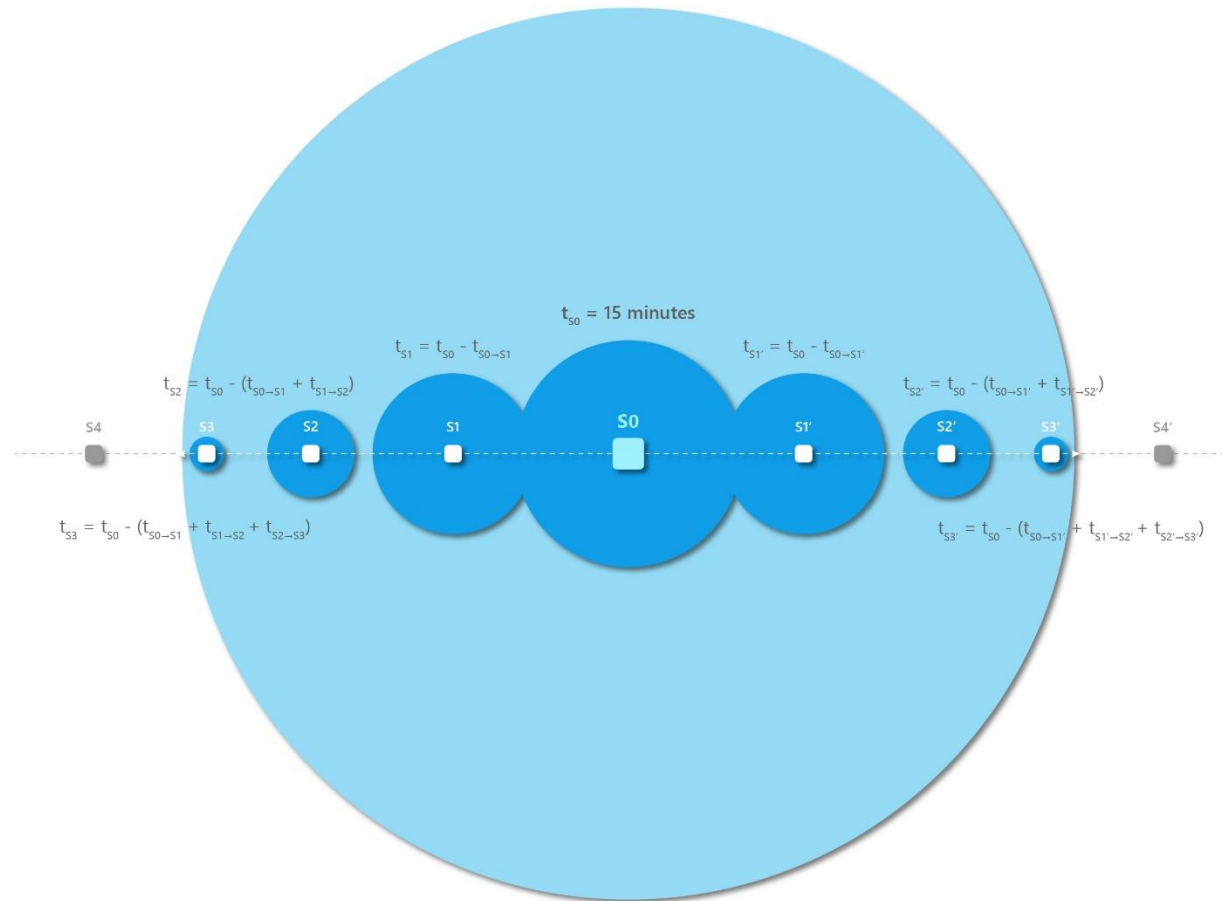


Légende

- Rabattement ou pré-acheminement vers la gare (« premiers kilomètres »)
- Diffusion ou post-acheminement depuis la gare (« derniers kilomètres »)

*Vélo à assistance électrique.
*Service de véhicules partagés en libre-service, avec ou sans station, muscu à res ou motorisés





Legend

Stations:

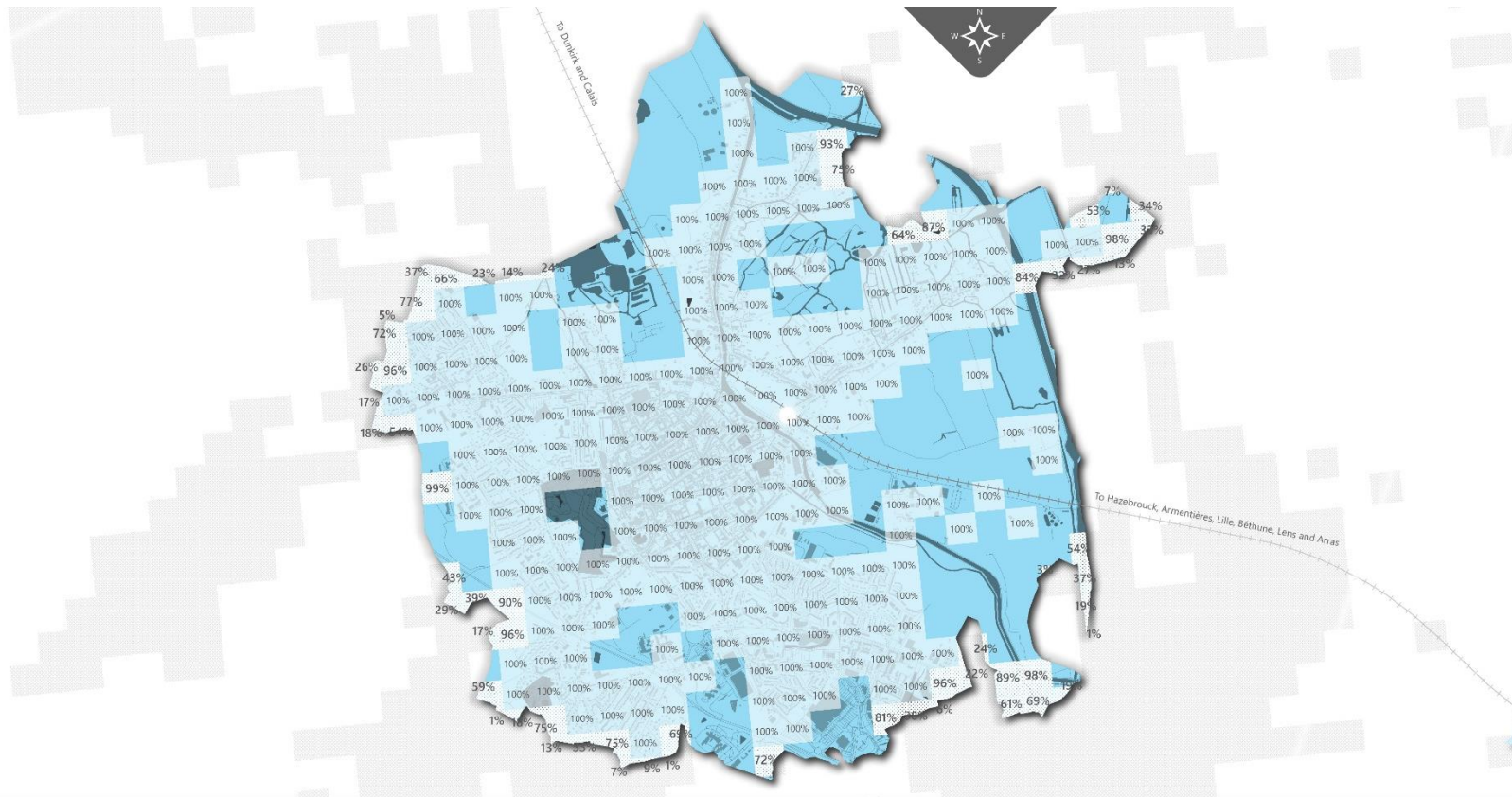
-  Train Station
-  Urban Rail Transit Stations

Network:

-  Metro or Tramway Line

Studied Areas:

-  Pedestrian Buffer or Isochrone
-  Cycling Buffer of Isochrone



Legend

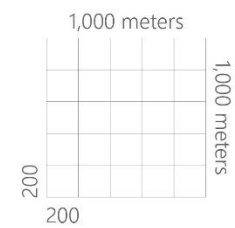
Transit Network:

- Saint-Omer Railway Station
- Railway Line

Studied Area:

- Cycling Isochrone

Census Grid:

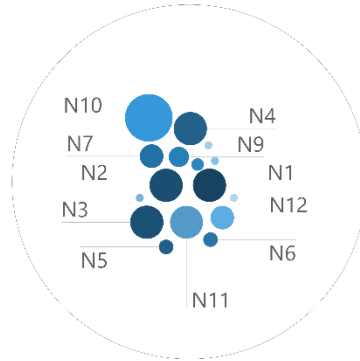
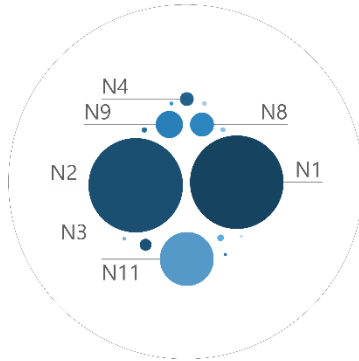
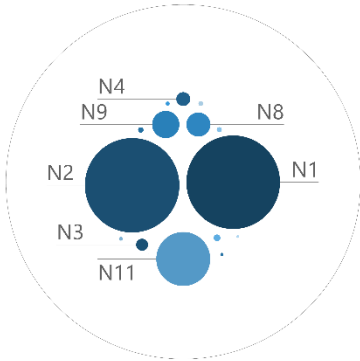


Régression (piéton)

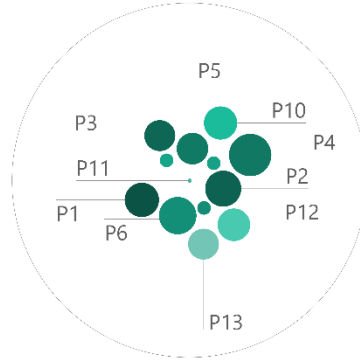
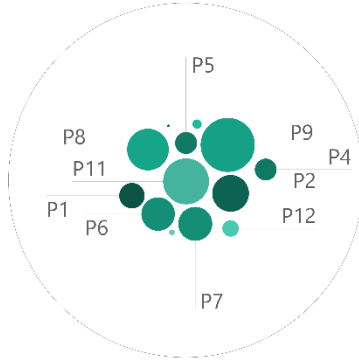
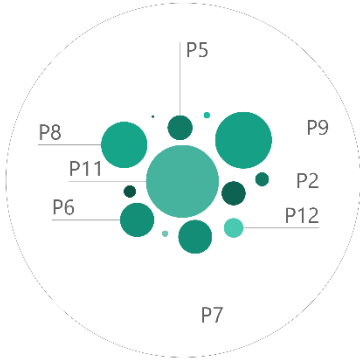
Régression (cyclable)

Représentations

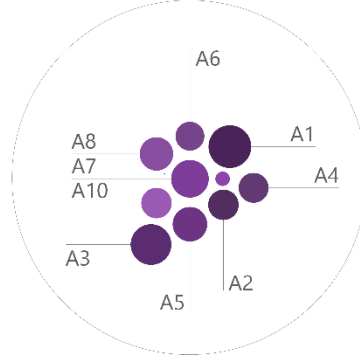
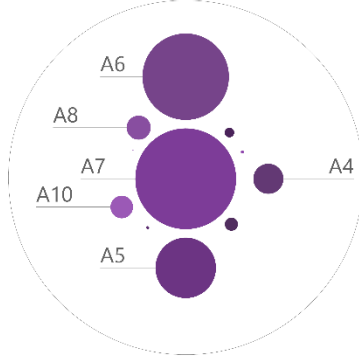
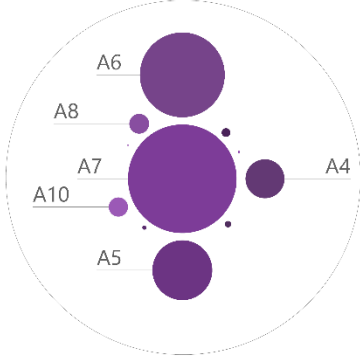
Service ferroviaire (N)



Développement urbain (P)



Accessibilité (A)



Écarts les plus importants, du point de vue des aménageur-se-s

Indicateurs sous-évalués :

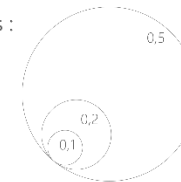
- A7** Poids égal à 0,106 contre 0,307
Desserte en métro et en tramway
- P11** Poids égal à 0,012 contre 0,206
Valeur foncière des lieux d'activité
- A6** Poids égal à 0,081 contre 0,244
Flotte de vélos en libre-service

Indicateurs sur-évalués :

- N3 et N4** Poids égal à 0,375 contre 0,034 et 0,039
Fréquence quotidienne des TER, la semaine et le week-end
- N10** Poids égal à 0,134 contre 0,011
Centralité de proximité des gares dans le réseau
- A1** Poids égal à 0,120 contre 0,025
Longueur du réseau piéton

Légende

Valeurs :



Échantillon : 40 indicateurs

Lecture :

La confrontation des résultats issus **du questionnaire** avec ceux issus **de la régression statistique** permet de mettre en avant un écart relativement important entre d'une part, **les attentes** de la part des urbanistes et d'autre part, les facteurs exerçant une influence sur la fréquentation du réseau ferroviaire.

Si les participant-e-s misent principalement sur la fréquence du service de mobilité, sur les formes du réseau, sur l'attractivité commerciale, sur les « sites utiles » et sur l'aménagement d'espaces verts dans le quartier de gare, ainsi que sur le développement des espaces piétons, sur le traitement des effets de coupure urbaine et sur la desserte en métro et en tramway ; la régression indique qu'il ne faut pas, pour autant, négliger la question de la valeur foncière des lieux d'activité de type industriel, commercial et de bureaux, ainsi que les services de vélo en libre-service et l'installation de parkings vélo.

