



HAL
open science

Tribute to Tobler. L'accessibilité aux lieux : isochrones versus anamorphose

Anne-Christine Bronner

► **To cite this version:**

Anne-Christine Bronner. Tribute to Tobler. L'accessibilité aux lieux : isochrones versus anamorphose. Tous (im)mobiles, tous cartographes? Cartomob, Jun 2021, Toulouse, France. hal-03771488

HAL Id: hal-03771488

<https://hal.science/hal-03771488>

Submitted on 18 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'accessibilité aux lieux : isochrones *versus* anamorphose

Anne-Christine Bronner

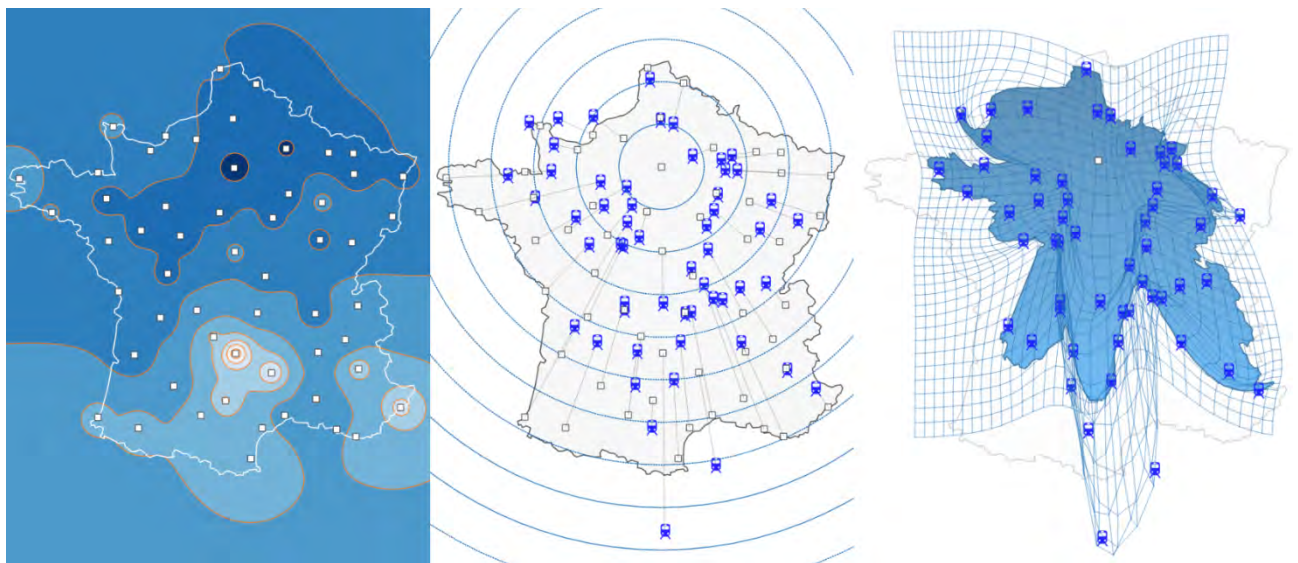
Ingénieure de Recherches CNRS
SAGE / CNRS & Université de Strasbourg
anne-christine.bronner@misha.fr

Mots-clés. Anamorphose, W. Tobler, Régression bidimensionnelle, Distance temps, Espace fonctionnel

La carte de l'accessibilité ferroviaire et routière à Paris permettra d'aborder la représentation des distances en mobilisant la régression bidimensionnelle, méthode développée par W. Tobler et déployée dans le cadre de différentes recherches dans les années 1980 à Strasbourg par Colette Cauvin et ses collègues : analyse comparative de réseaux de transport, analyse des espaces cognitifs, cartes historiques...

La présentation décryptera les différentes étapes de la construction, les transformations cartographiques qui permettent de passer des distances aux localisations, puis de comparer positions dans l'espace-temps et positions géographiques. De nombreux résultats statistiques et cartographiques permettent d'enrichir l'analyse.

Figure. 1. Accessibilité à Paris : isolignes, isochrones, anamorphoses.



Bibliographie

- Cauvin C., 2009, Logiciel de comparaison spatiale, Darcy 2.0. Programme réalisé par G. Vuidel d'après les travaux de W. Tobler, Laboratoire Théma (Besançon). Mode d'emploi avec exemple rédigé par C. Cauvin, dans le cadre du programme ERG S4 (CNRS, Strasbourg, Besançon), Strasbourg, 36 p.
- Cauvin C., 2005, "A systemic approach to transport accessibility. A methodology developed in Strasbourg: 1982-2002", *Cybergeo*. DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeo.3425>
- Tobler W.R., 1994, "Bidimensional regression", *Geographical Analysis*, vol. 26, n° 3, p. 187-212. DOI : [10.1111/j.1538-4632.1994.tb00320.x](https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1994.tb00320.x)

Tous (im)mobiles, tous cartographes ?

Colloque international
cartomob.sciencesconf.org
14-16 juin 2021

L'accessibilité aux lieux: isochrones *versus* anamorphose

Anne-Christine Bronner

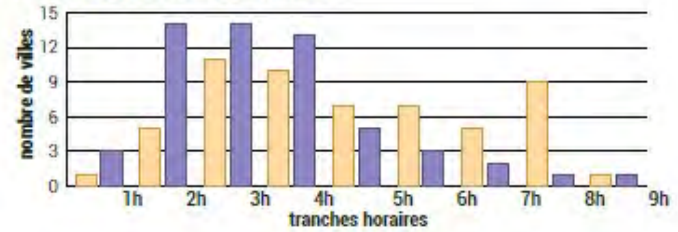
Laboratoire Sociétés, Acteurs, Gouvernement en Europe
CNRS – Université de Strasbourg

L'anamorphose : une possibilité parmi d'autres de cartographier les temps de trajet à un lieu

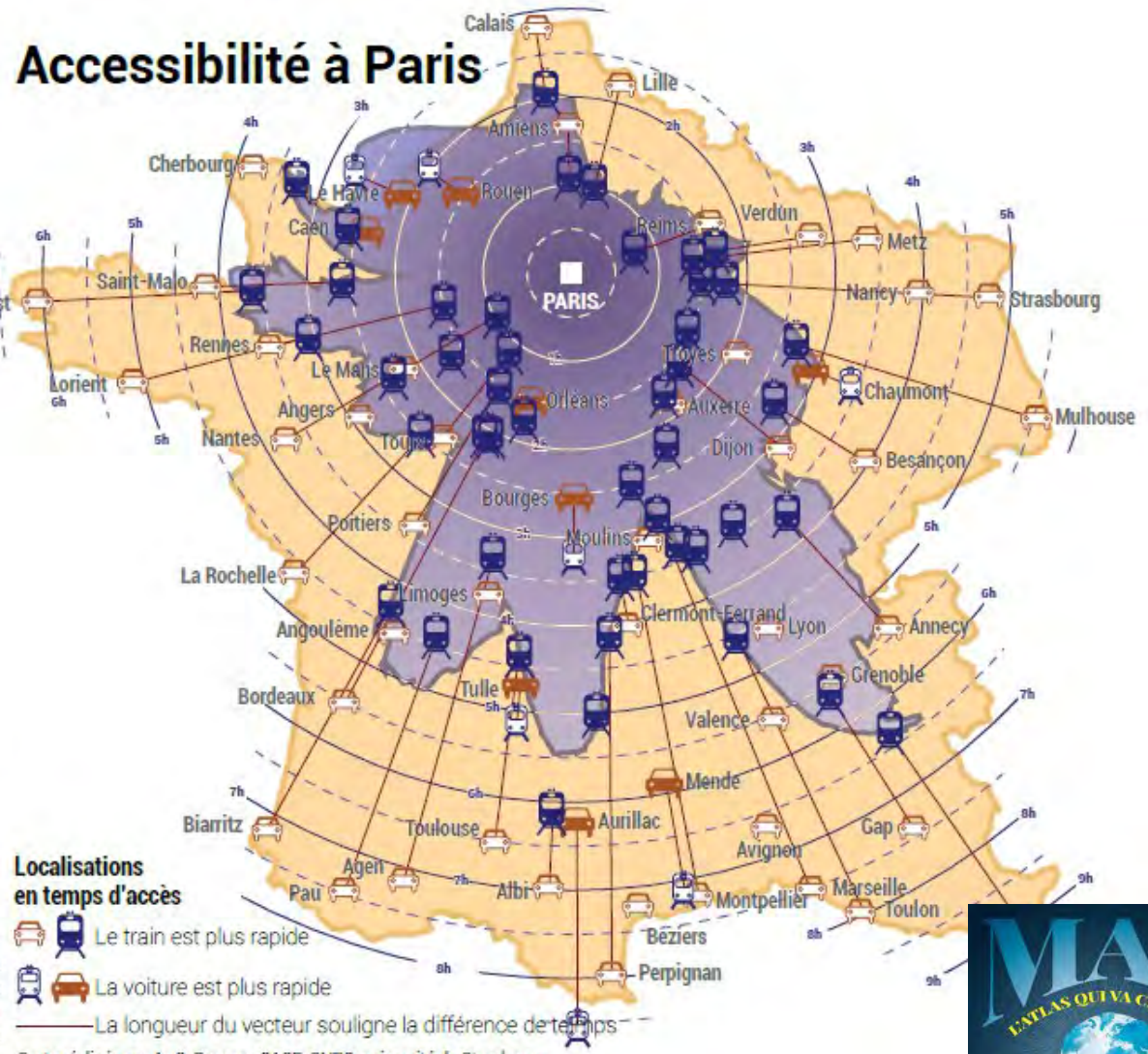
Temps de trajets		Route	Rail	Route	Rail	
Agen	7h08		3h19	Lorient	5h07	3h04
Albi	6h58		6h07	Lyon	4h36	2h14
Amiens	1h42		1h06	Marseille	7h29	3h19
Angers	2h54		1h38	Mende	5h53	7h07
Angoulême	4h32		2h04	Metz	3h23	1h24
Anncy	5h24		3h40	Montpellier	7h11	3h29
Aurillac	6h14		8h33	Moulins	3h08	2h29
Auxerre	1h51		1h44	Mulhouse	5h31	2h41
Avignon	6h39		2h56	Nancy	3h57	1h29
Besançon	3h58		2h44	Nantes	3h45	2h20
Beziers	7h12		4h08	Nice	8h56	6h20
Biarritz	7h11		4h16	Orléans	1h32	1h44
Bordeaux	5h30		2h04	Paris	0h00	0h00
Bourges	2h32		3h12	Pau	7h27	4h23
Brest	6h04		3h37	Perpignan	7h57	5h00
Caen	2h23		2h35	Poitiers	3h21	1h32
Calais	2h49		2h05	Reims	1h41	0h46
Chaumont	2h54		3h26	Rennes	3h31	1h29
Cherbourg	3h48		3h17	Rouen	1h33	2h00
Clermont-Ferrand	4h02		3h30	Saint-Malo	4h08	2h36
Dijon	3h05		1h36	Strasbourg	4h45	1h46
Gap	7h23		5h36	Toulon	7h57	4h32
Grenoble	5h27		3h23	Toulouse	6h30	4h22
La Rochelle	4h37		2h30	Tours	2h22	1h08
Le Havre	2h06		2h42	Troyes	2h05	1h28
Le Mans	2h11		0h57	Tulle	4h42	5h09
Lille	2h13		1h03	Valence	5h33	3h26
Limoges	3h45		3h28	Verdun	2h45	1h40

Collecte des données. Route : viamichelin.fr
 Rail : trainline.fr (départ 26/5/2019 vers 10h)

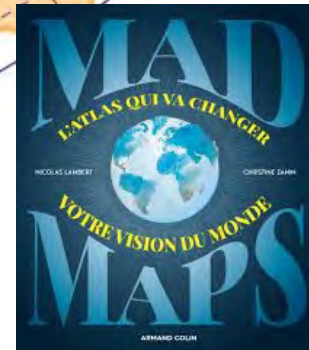
Paris accessible en 9 heures



La « France routière » se transforme en fonction des grands massifs montagneux et des couloirs autoroutier alors que les variations de vitesses sur le réseau ferroviaire entraînent des inégalités territoriales, bousculé lorsque certaines villes plus périphériques bénéficient de temps de trajets équivalent voire inférieurs que d'autres plus proche sur le plan géographique. Par exemples : Marseille 3h19 et Clermont-Ferrand -> 3h30...



« Préparation cartographique » à destination de l'Atlas Mad Maps



Une méthode : la régression bidimensionnelle

Comparer des formes : la régression bidimensionnelle
 Une méthode, un programme (darcy), des applications.

Images extraites de
 Tobler, W.R. (1994).
 Bidimensional Regression.
Geographical Analysis, 26(3), 187–
 212.

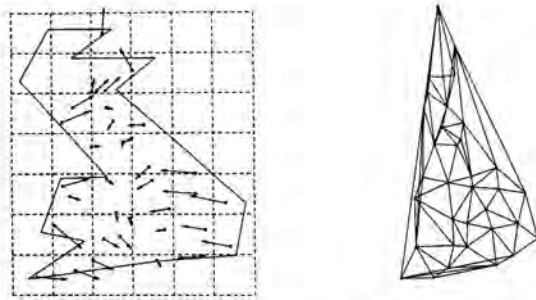


FIG. 5. Gough Map. Left: Difference between the Images after a Euclidean Fit. Original, Latitude and Longitude. Right: The "After" Triangulation, Target, $N = 35$.

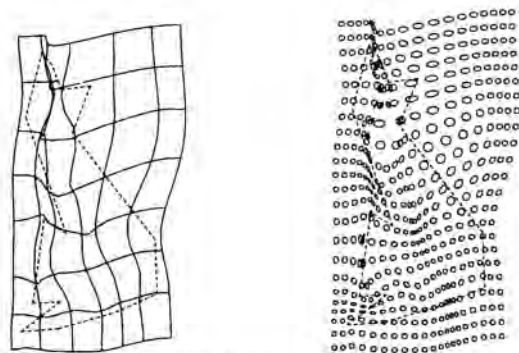


FIG. 7. Gough Map. Left: Warped Grid of Latitude and Longitude; The Transformed Image. Right: Tissot's Indicatix, Image, Strain Tensor

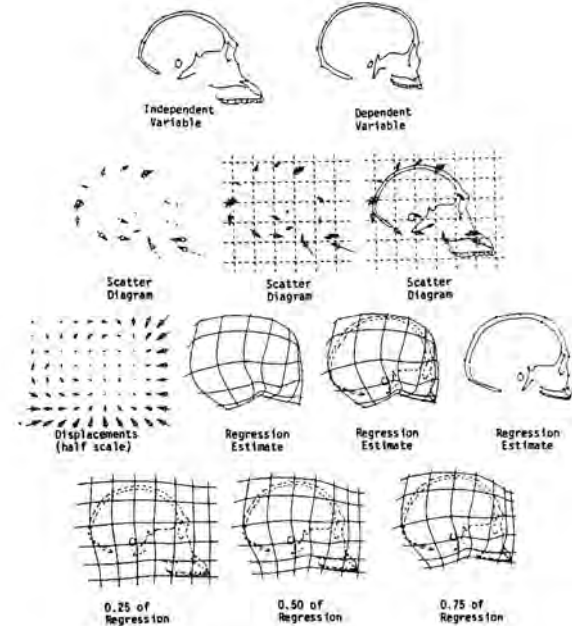


FIG. 12. Outline Skulls Intermediate between Australopithecus and Homo. Data from Sneath (1967)

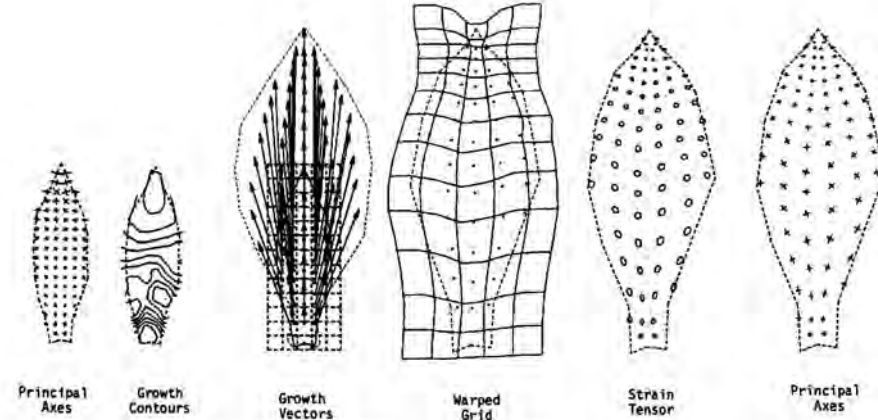


FIG. 11. Tobacco Leaf Growth. Data from Avery (1933)

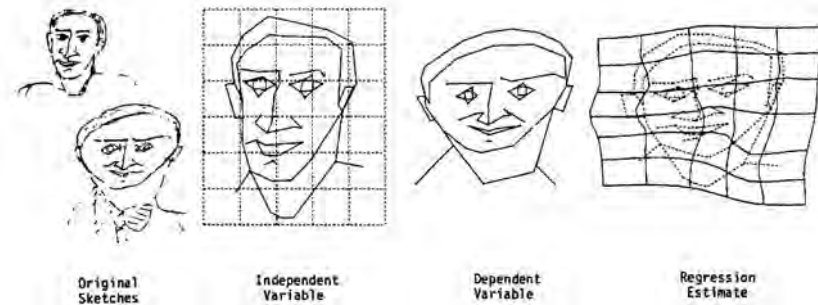


FIG. 13. Comparison of Faces. Data courtesy of L. Goodman

Un programme : darcy, en référence aux travaux de D'Arcy Thompson...

D'Arcy Thompson, W. (1917). *On Growth and Form*. Cambridge: at the University Press, Cambridge. [En ligne : www.gutenberg.org/files/55264/55264-h/55264-h.htm]

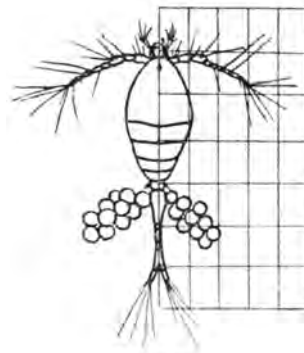
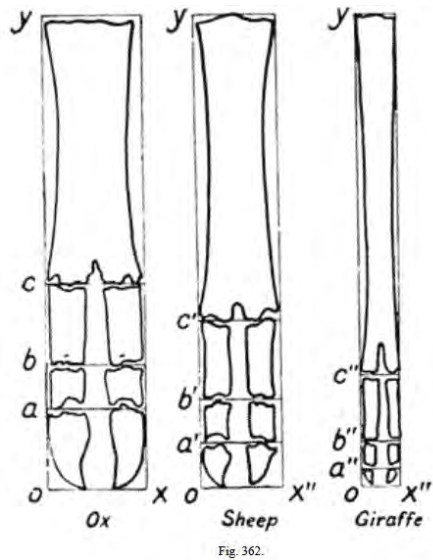


Fig. 367. *Cladonia ramus*.

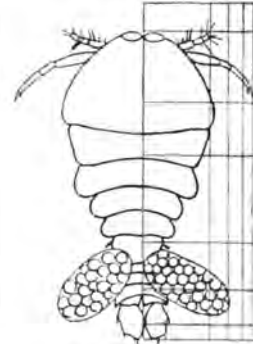


Fig. 365. *Siphonaria*.

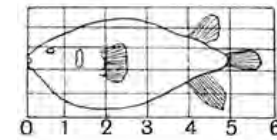


Fig. 363. *Salmo*.

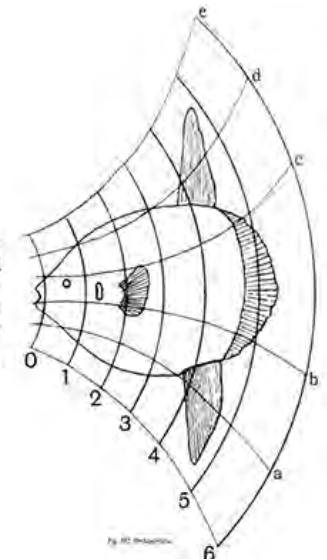


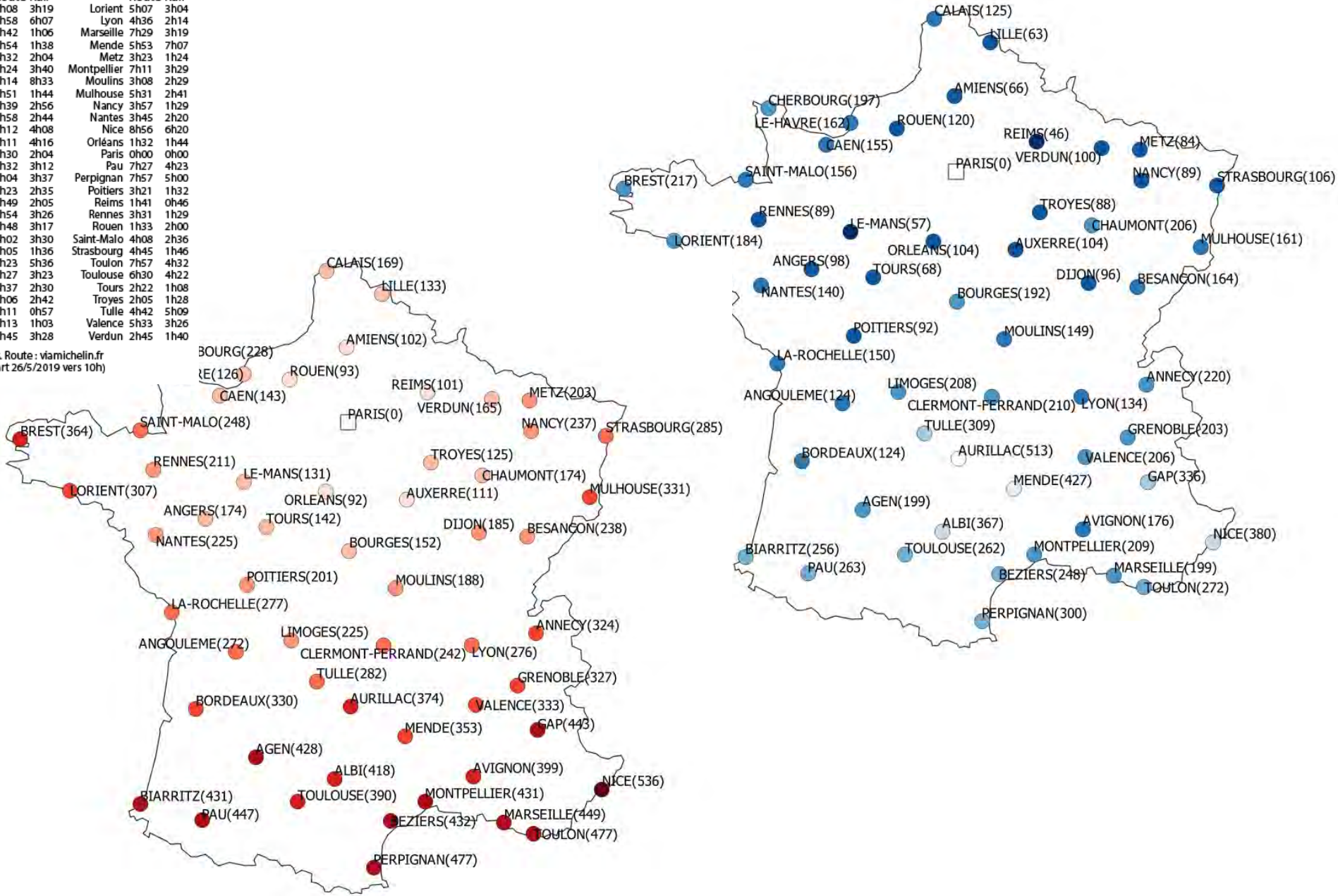
Fig. 362. *Salmo*.

Représenter les temps d'accès

Une information locale : une représentation discrète ?

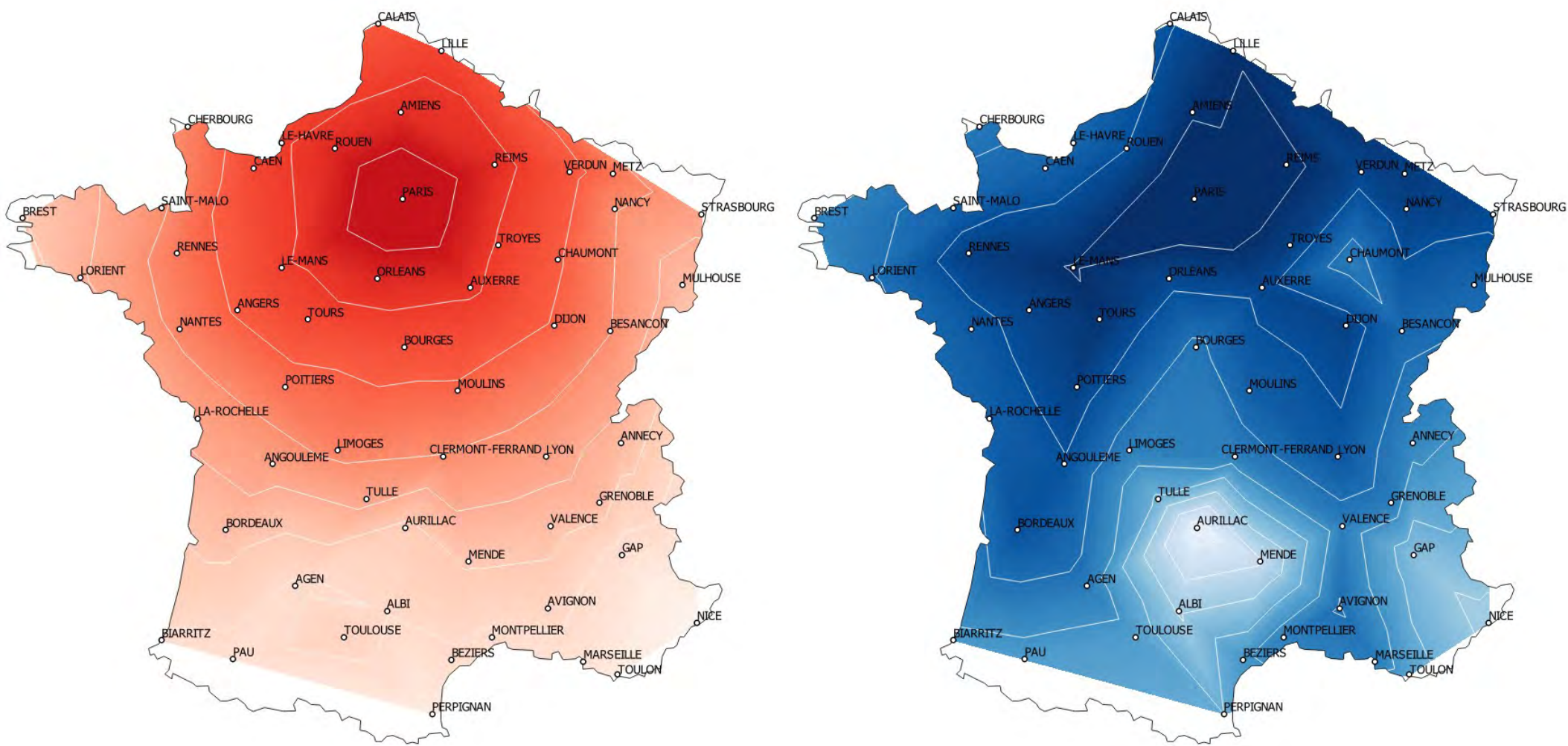
Temps de trajets	Route	Rail	Route	Rail		
	Agen	7h08	3h19	Lorient	5h07	3h04
	Albi	6h58	6h07	Lyon	4h36	2h14
	Amiens	1h42	1h06	Marseille	7h29	3h19
	Angers	2h54	1h38	Mende	5h53	7h07
	Angoulême	4h32	2h04	Metz	3h23	1h24
	Annecy	5h24	3h40	Montpellier	7h11	3h29
	Aurillac	6h14	8h33	Moulins	3h08	2h29
	Auxerre	1h51	1h44	Mulhouse	5h31	2h41
	Avignon	6h39	2h56	Nancy	3h57	1h29
	Besançon	3h58	2h44	Nantes	3h45	2h20
	Béziers	7h12	4h08	Nice	8h56	6h20
	Biarritz	7h11	4h16	Orléans	1h32	1h44
	Bordeaux	5h30	2h04	Paris	0h00	0h00
	Bourges	2h32	3h12	Pau	7h27	4h23
	Brest	6h04	3h37	Perpignan	7h57	5h00
	Caen	2h23	2h35	Poitiers	3h21	1h32
	Calais	2h49	2h05	Reims	1h41	0h46
	Chaumont	2h54	3h26	Rennes	3h31	1h29
	Cherbourg	3h48	3h17	Rouen	1h33	2h00
	Clermont-Ferrand	4h02	3h30	Saint-Malo	4h08	2h36
	Dijon	3h05	1h36	Strasbourg	4h45	1h46
	Gap	7h23	5h36	Toulon	7h57	4h32
	Grenoble	5h27	3h23	Toulouse	6h30	4h22
	La Rochelle	4h37	2h30	Tours	2h22	1h08
	Le Havre	2h06	2h42	Troyes	2h05	1h28
	Le Mans	2h11	0h57	Tulle	4h42	5h09
	Lille	2h13	1h03	Valence	5h33	3h26
	Limoges	3h45	3h28	Verdun	2h45	1h40

Collecte des données. Route : viamichelin.fr
 Rail : trainline.fr (départ 26/5/2019 vers 10h)



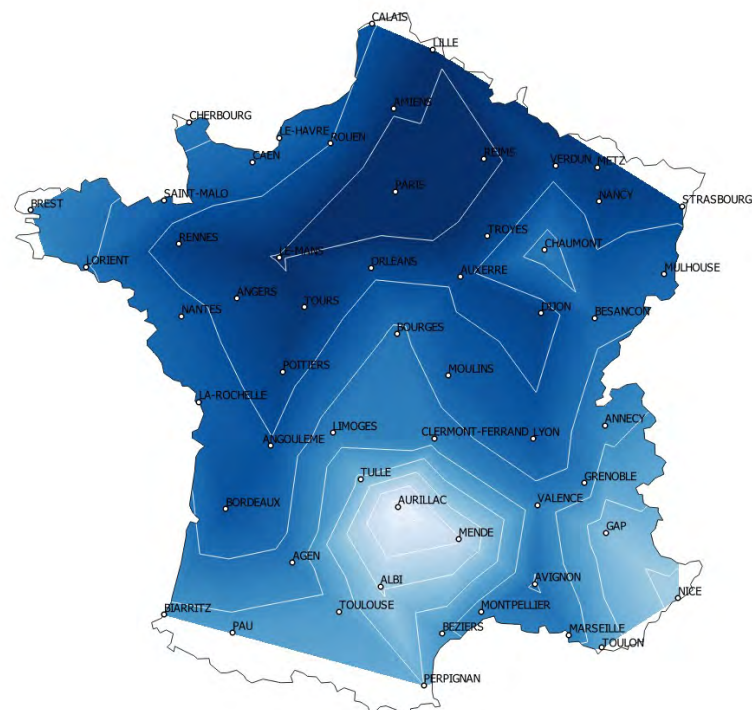
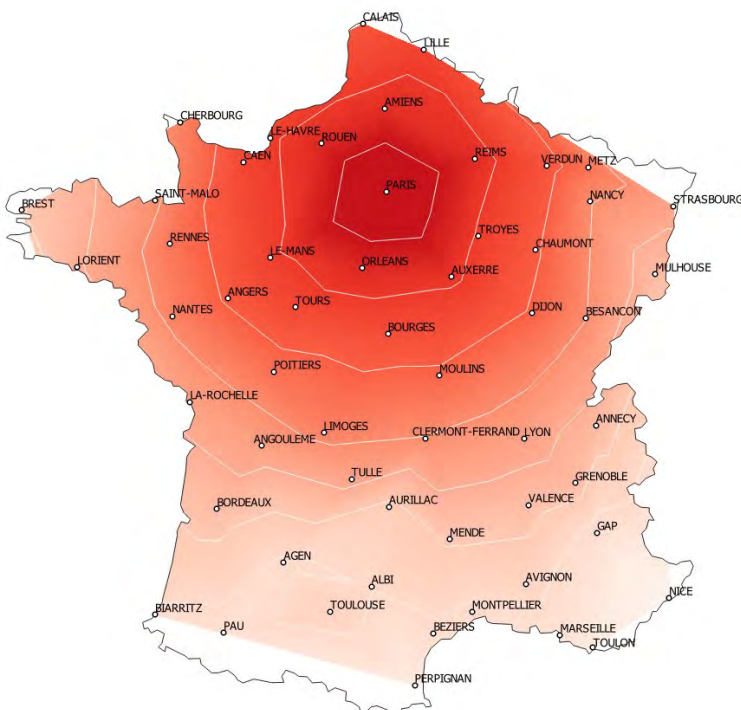
Nota : ce diaporama présente des cartes brutes (copies écran) : explorer, valider, comprendre les données ...

Une représentation claire, compréhensible : les isolignes



Carte en isolignes des temps d'accès par la route et par le rail · Pas de temps : 1 heure
(Test interpolation linéaire et extraction de contour dans QGIS)

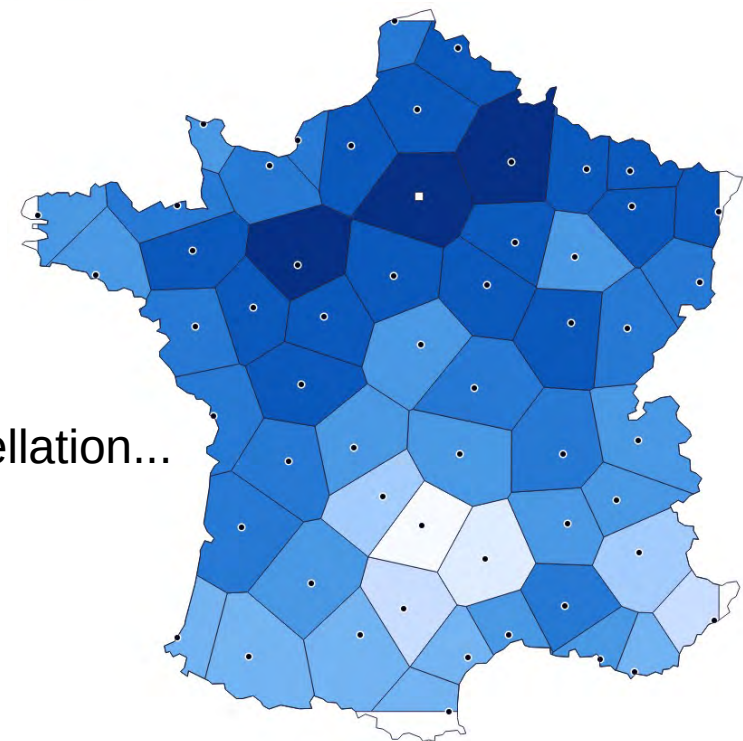
Une représentation claire, compréhensible : les isolignes



Carte en isolignes des temps d'accès par la route et par le
Pas de temps : 1 heure

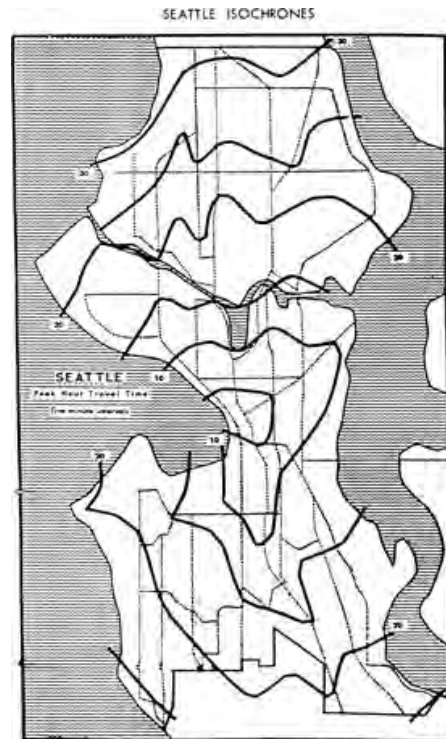
(Test interpolation linéaire et extraction de contour dans QGIS)

ou tessellation...

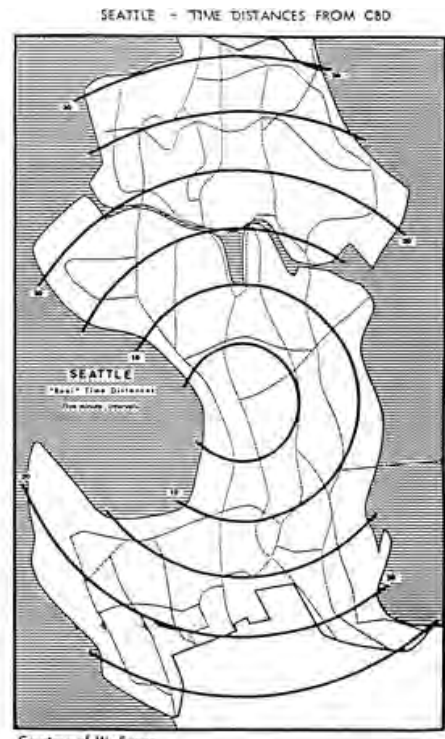




Accélération des voyages en France depuis 200 ans
Émile Cheysson (1889)



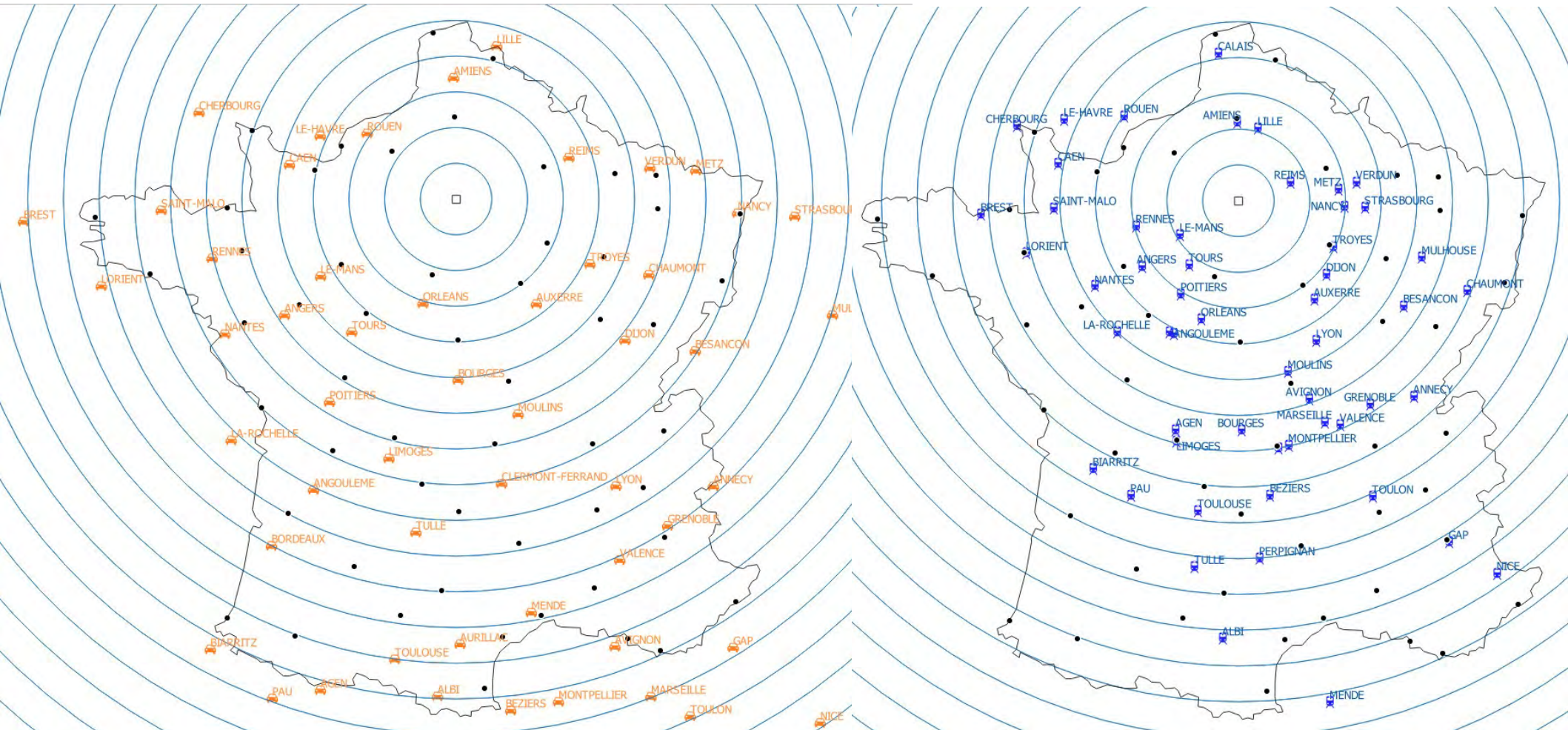
Courtesy of W. Bunge



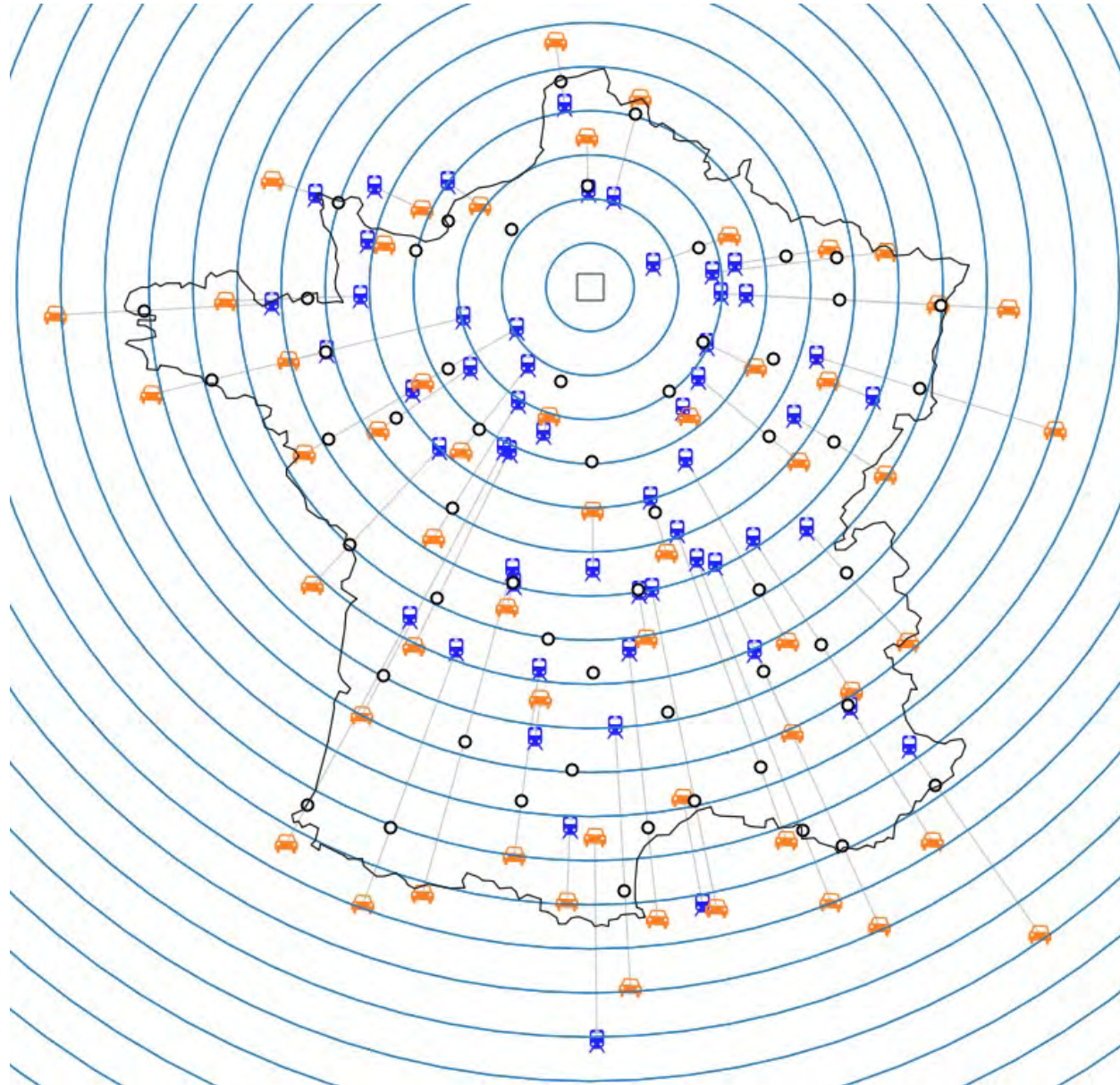
Courtesy of W. Bunge

Isometric Maps de William Bunge (1960)

De l'espace géographique à l'espace temps



Affichage des positions en temps pour la route et le rail
Isochrones : pas de 30 minutes

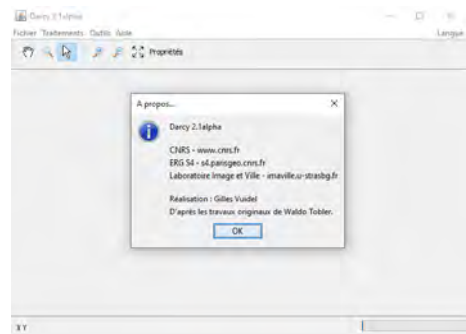
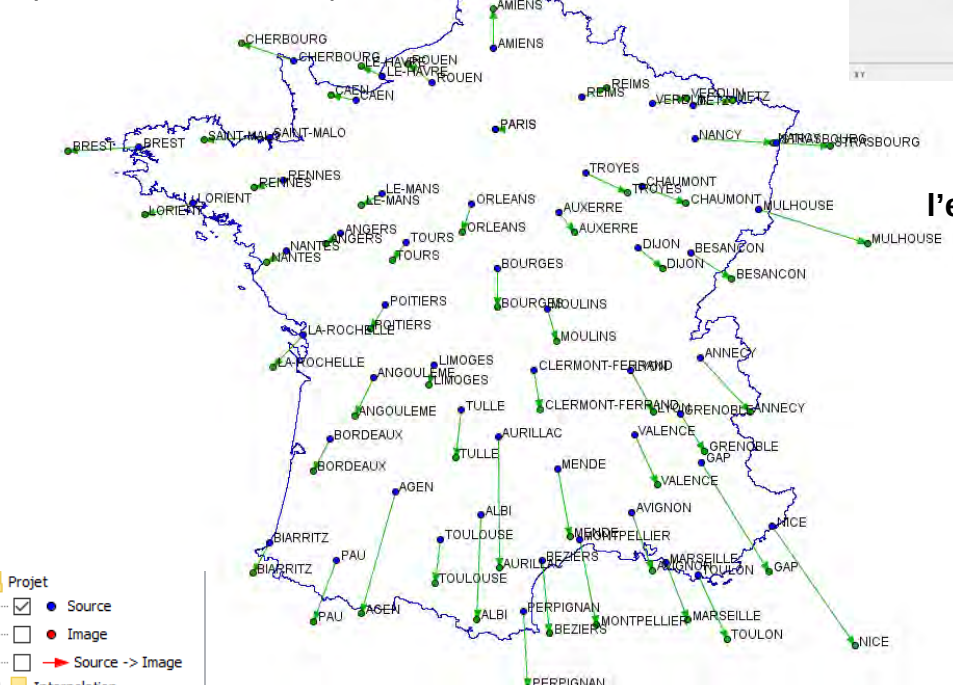


Affichage des positions en temps pour la route et le rail
Isochrones : pas de 30 minutes

De l'espace géographique à l'espace temps : vers représentation continue

Méthode : régression bidimensionnelle (W. Tobler). Logiciel Darcy (G. Vuidel)
Copie écran des sorties

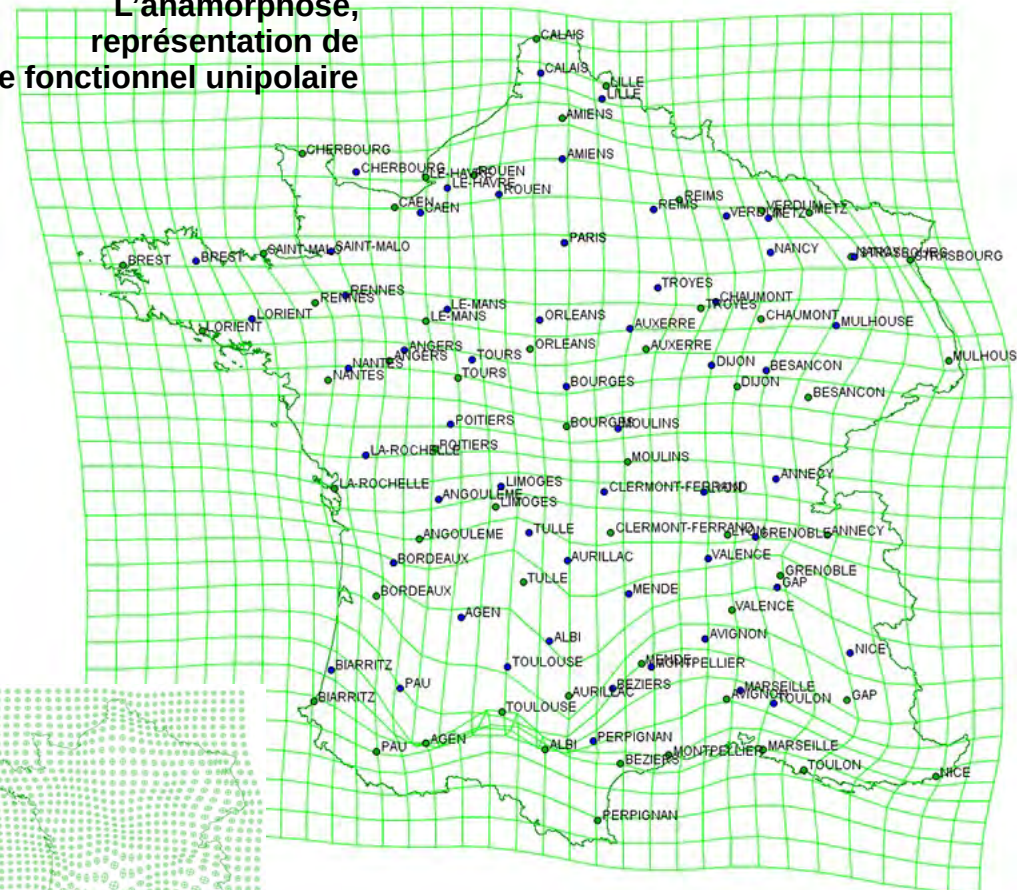
Les vecteurs de déplacements (position géographique et temps représentation discrète)



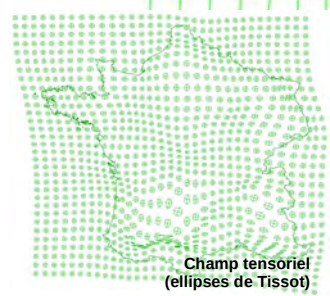
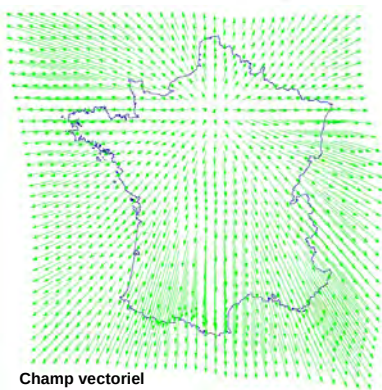
Résultats de l'interpolation

RMSE4 (interp - source) :	86533,0
RMSE4x :	50344,0
RMSE4y :	70380,7
M2 :	1572,75
M :	1,22039

L'anamorphose, représentation de l'espace fonctionnel unipolaire



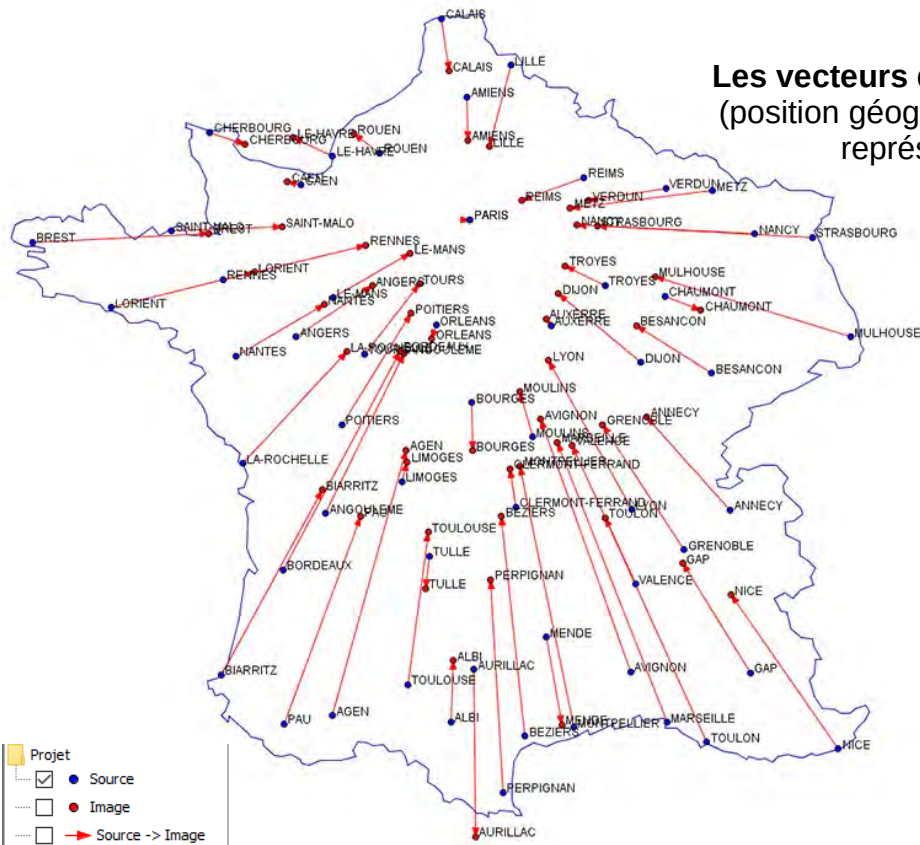
- Projet
 - Source
 - Image
 - Source -> Image
 - Interpolation
 - Point
 - Noeud
 - Source -> Interp
 - Champs vectoriel
 - Ellipses
 - Grille
 - Fond
 - Poids des noeuds
 - Grille
 - Fond
 - Déformation
- 2,2547
- 1,0000
- 0,77232



De l'espace temps routier à l'espace temps ferroviaire

Méthode : régression bidimensionnelle (W. Tobler). Logiciel Darcy (G. Vuidel)
Copie écran des sorties

Les vecteurs de déplacements
(position géographique et temps
représentation discrète)



Projet

- Source
- Image
- Source -> Image

Interpolation

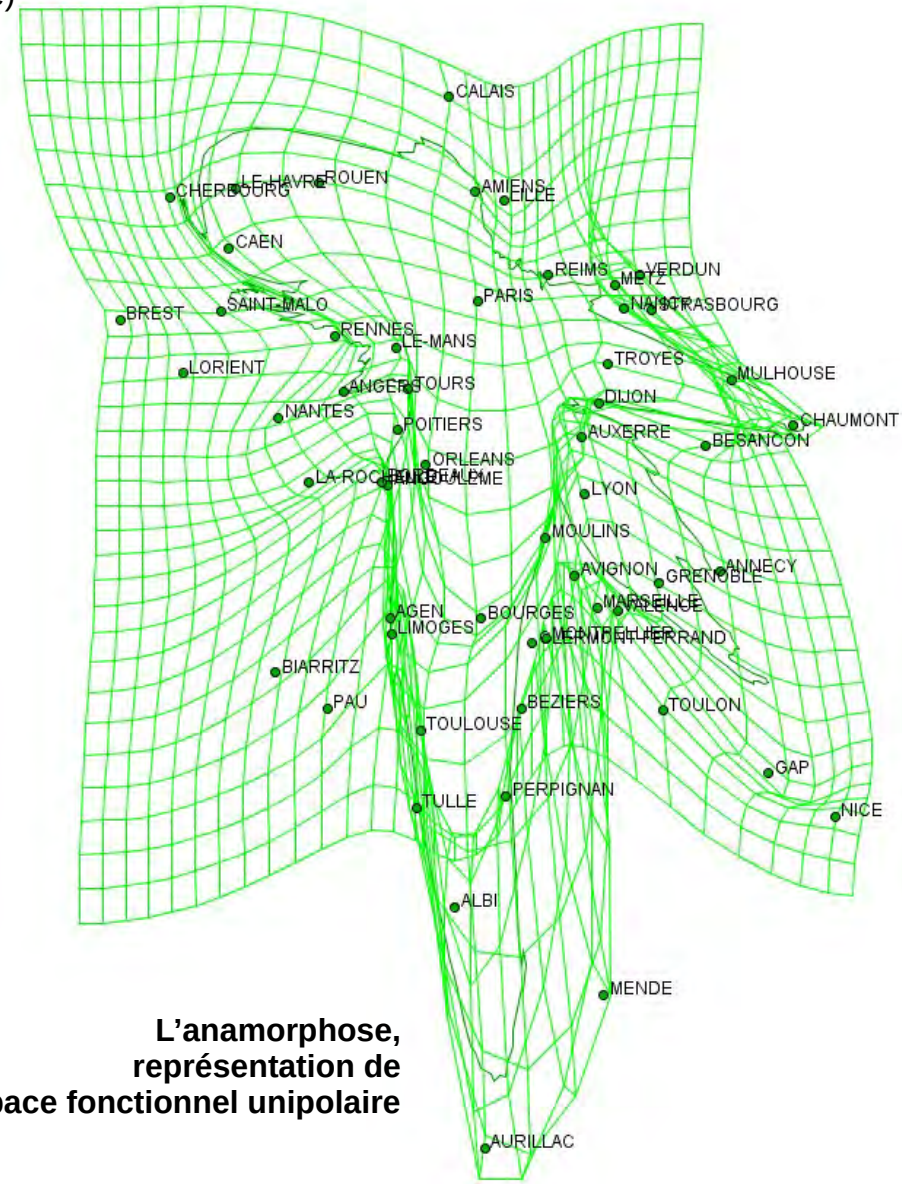
- Point
- Noeud
- Source -> Interp
- Champs vectoriel
- Ellipses
- Grille
- Fond
- Poids des noeuds
- Grille
- Fond
- Déformation

2,2547
1,0000
0,77232

Résultats de l'interpolation

```

RMSE4 (interp - source) : 204217
RMSE4x : 117790
RMSE4y : 166824
M2 : 1076,44
M : 1,02578
    
```



L'anamorphose,
représentation de
l'espace fonctionnel unipolaire

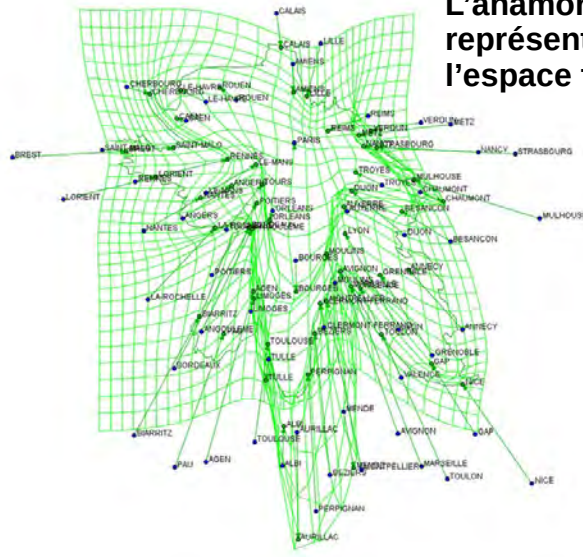
De l'espace temps routier à l'espace temps ferroviaire

Méthode : interpolation de la régression bidimensionnelle. Logiciel Darcy
Copie écran des sorties

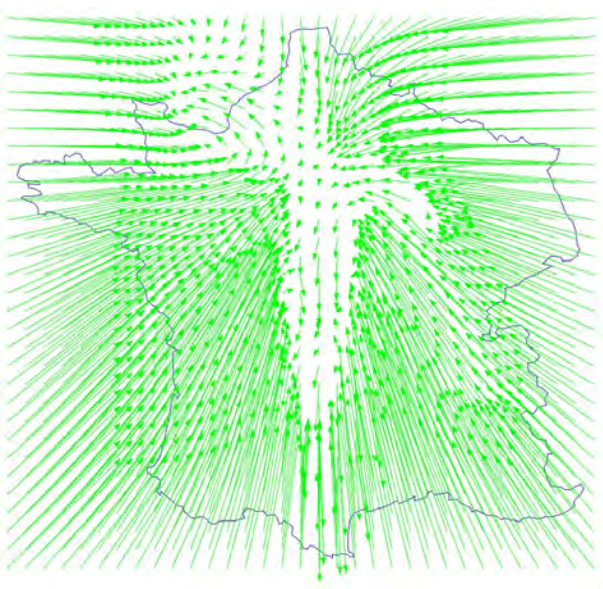
- Projet
- Source
- Image
- Source -> Image
- Interpolation
- Point
- Noeud
- Source -> Interp
- Champs vectoriels
- Ellipses
- Grille
- Fond
- Poids des noeuds
- Grille
- Fond
- Déformation
- 2,2547
- 1,0000
- 0,77232



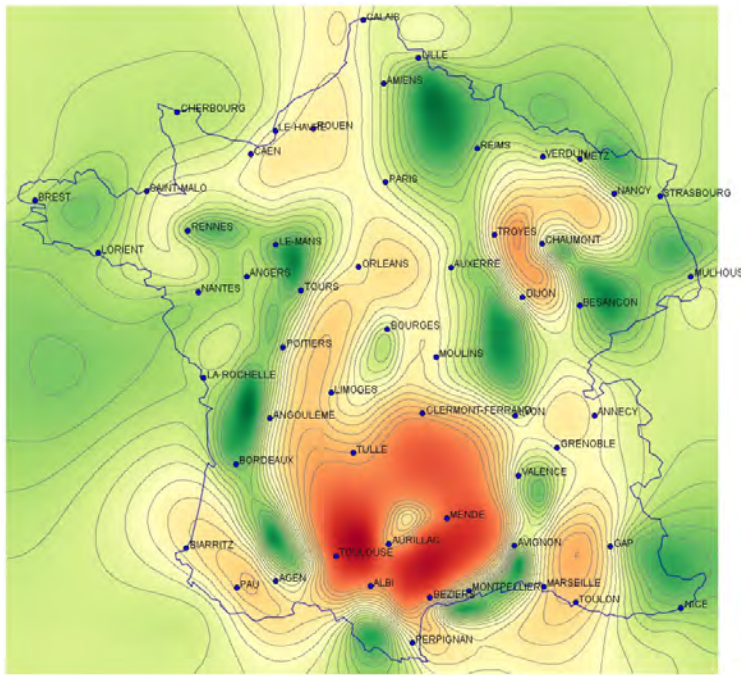
Les vecteurs de déplacements
(position géographique et temps
représentation discrète)



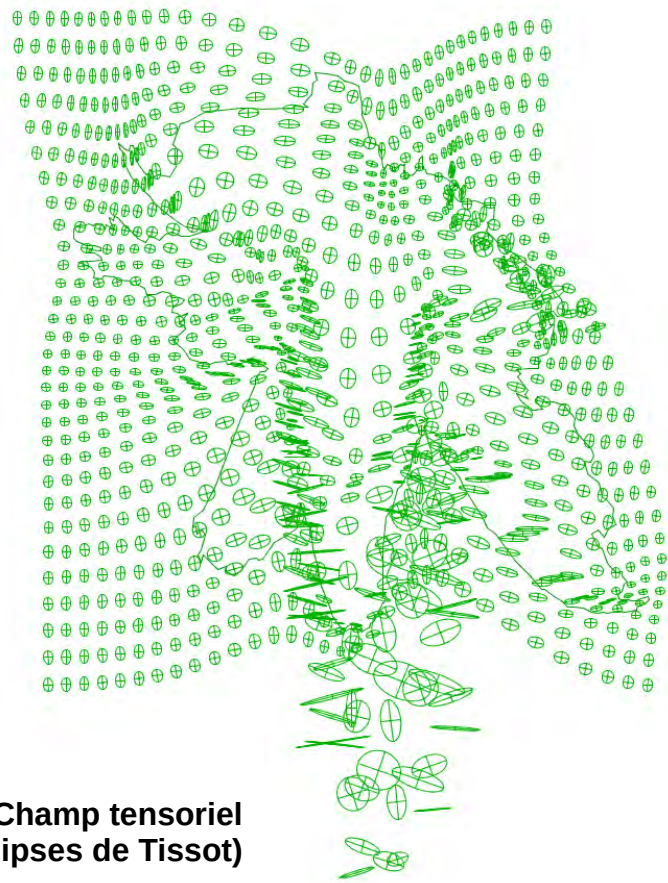
L'anamorphose,
représentation de
l'espace fonctionnel unipolaire



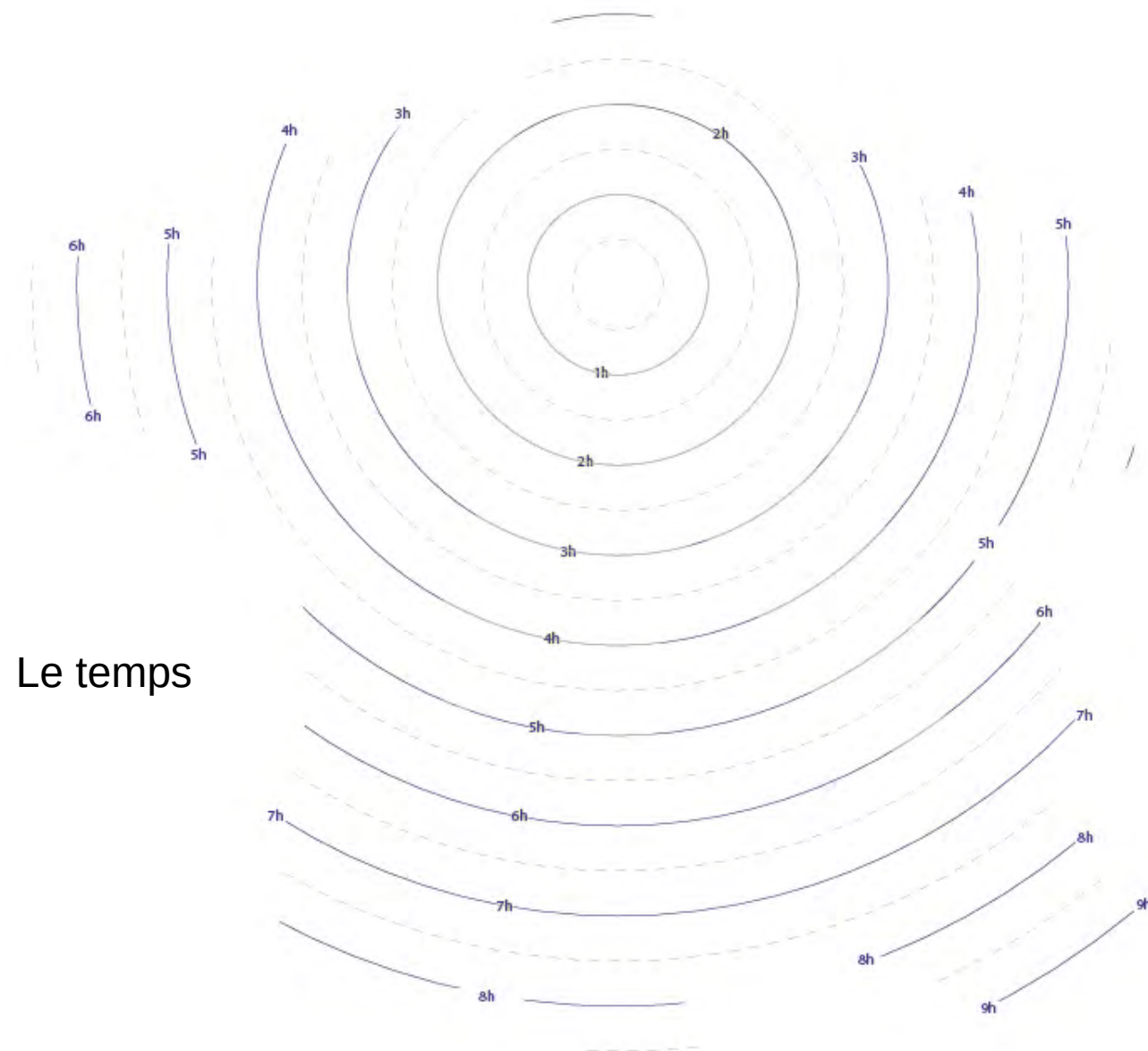
Champ vectoriel



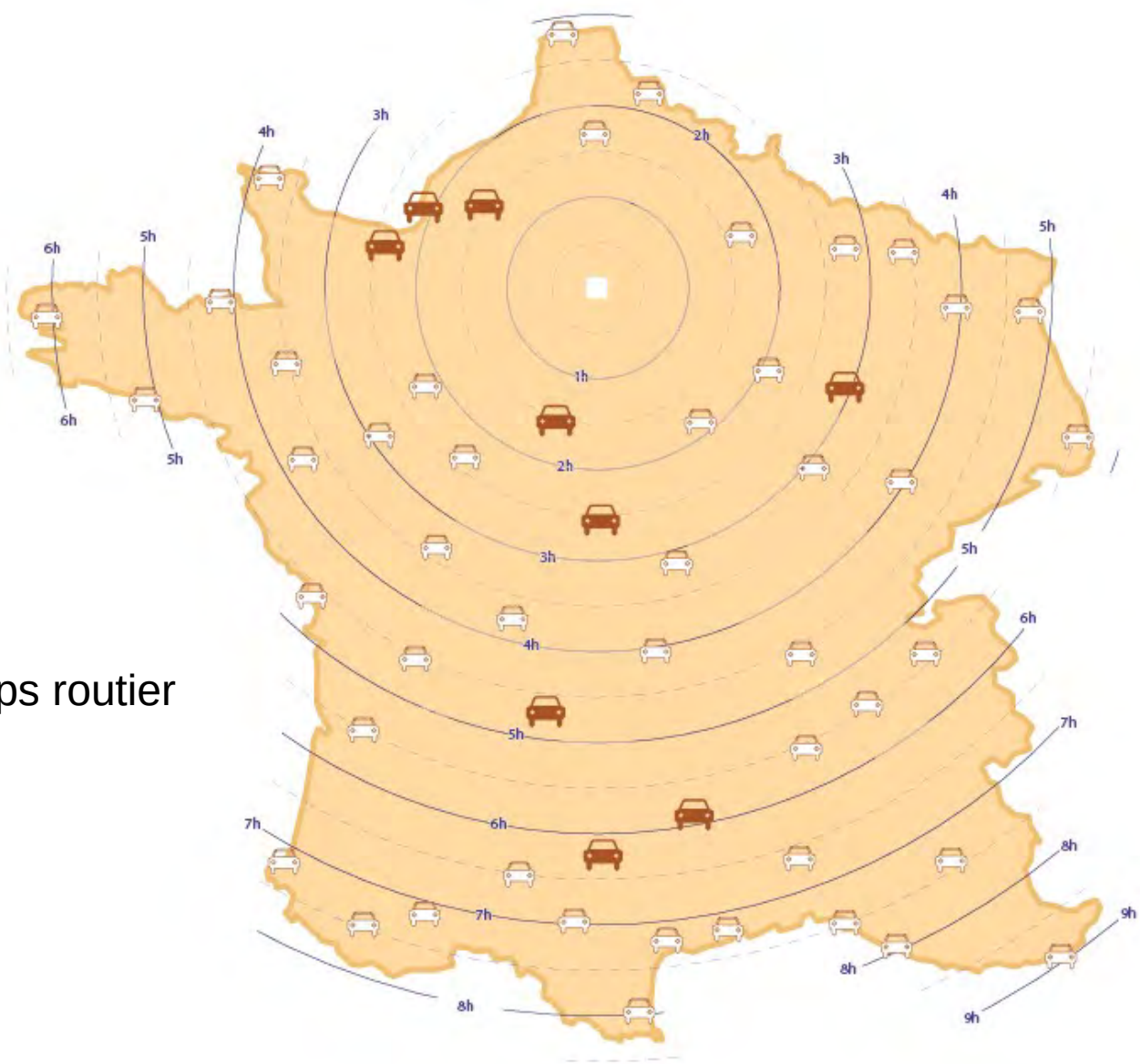
Forces de déformations



Champ tensoriel
(ellipses de Tissot)

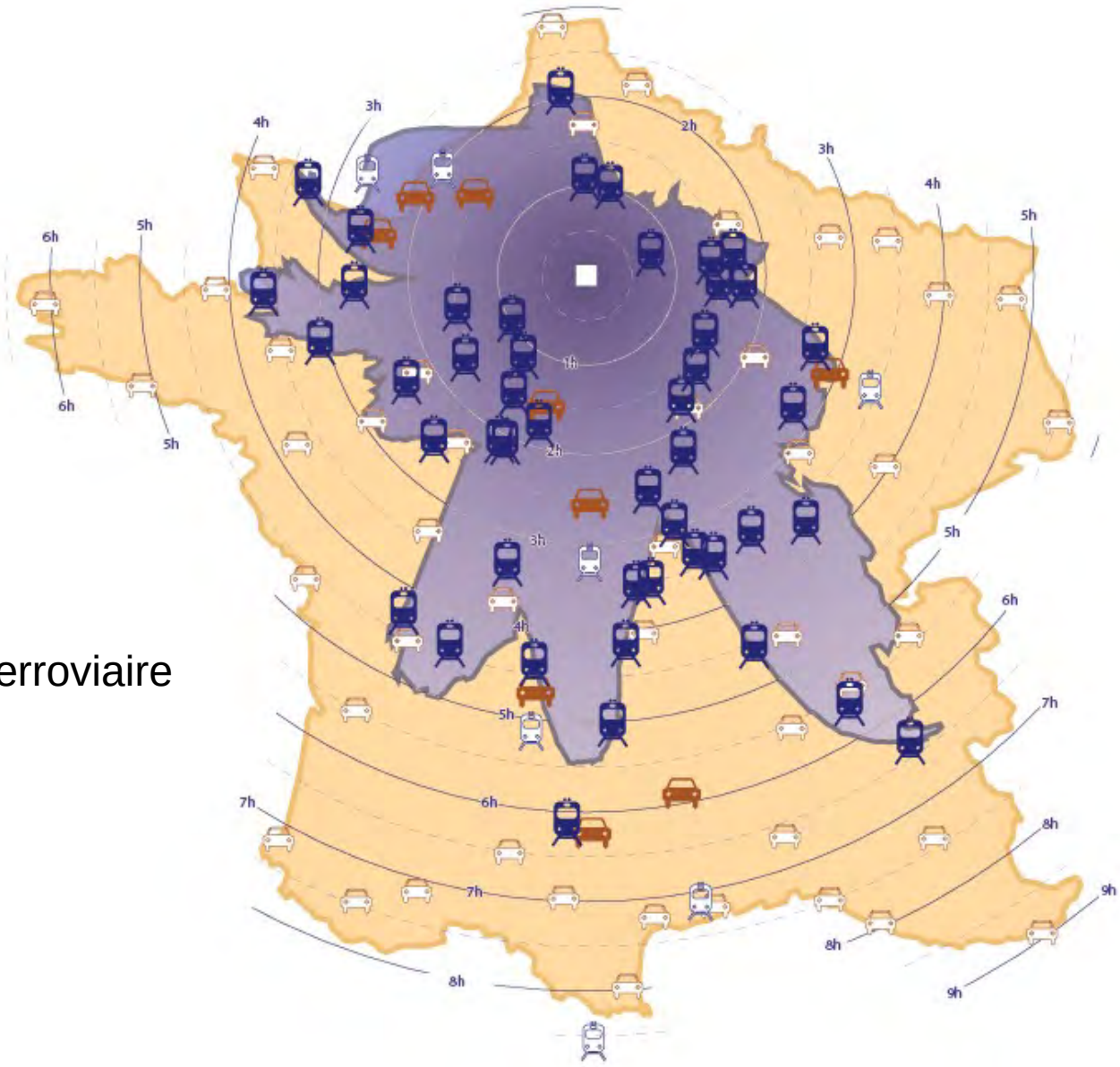


Le temps



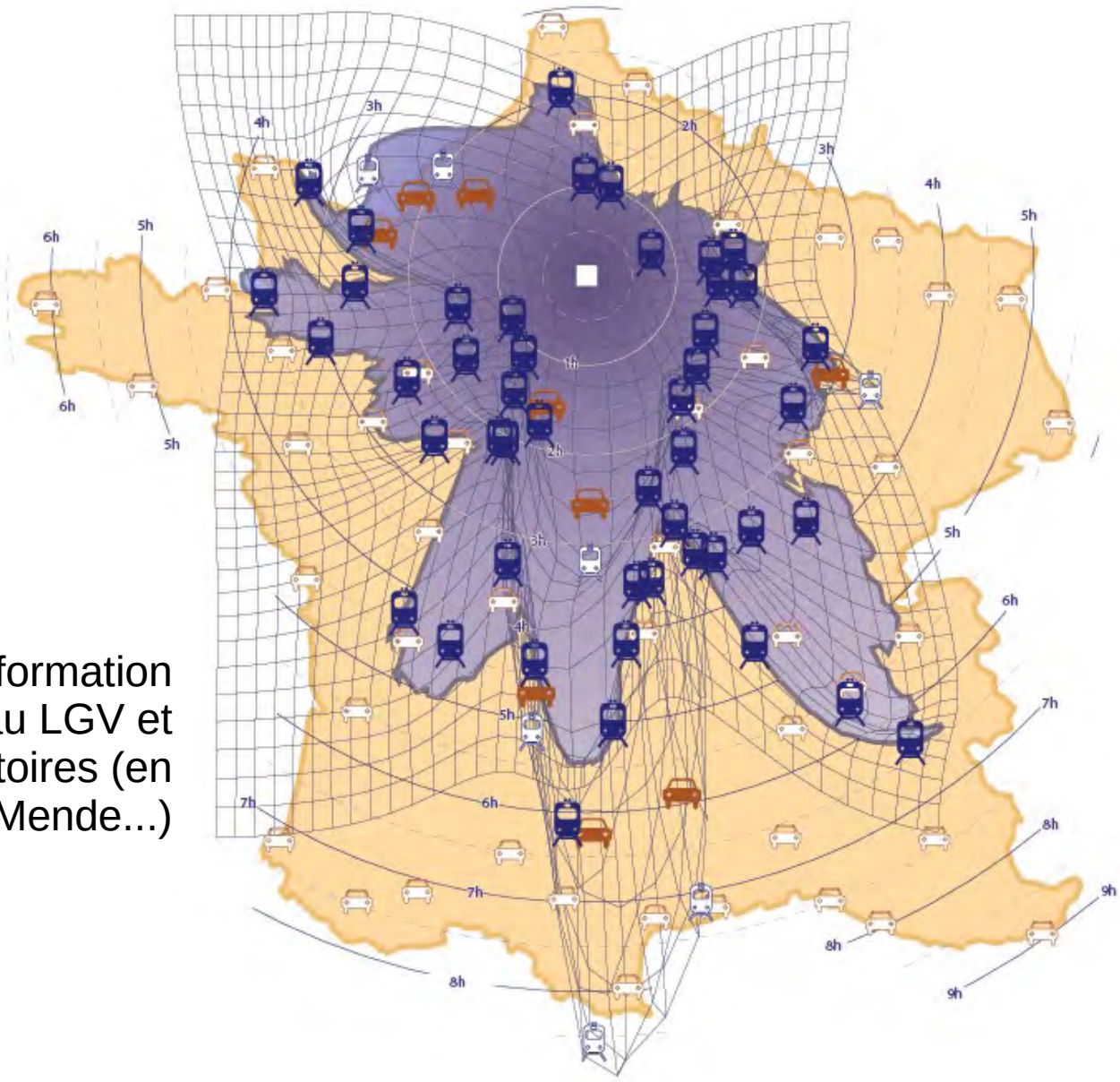
L'espace temps routier

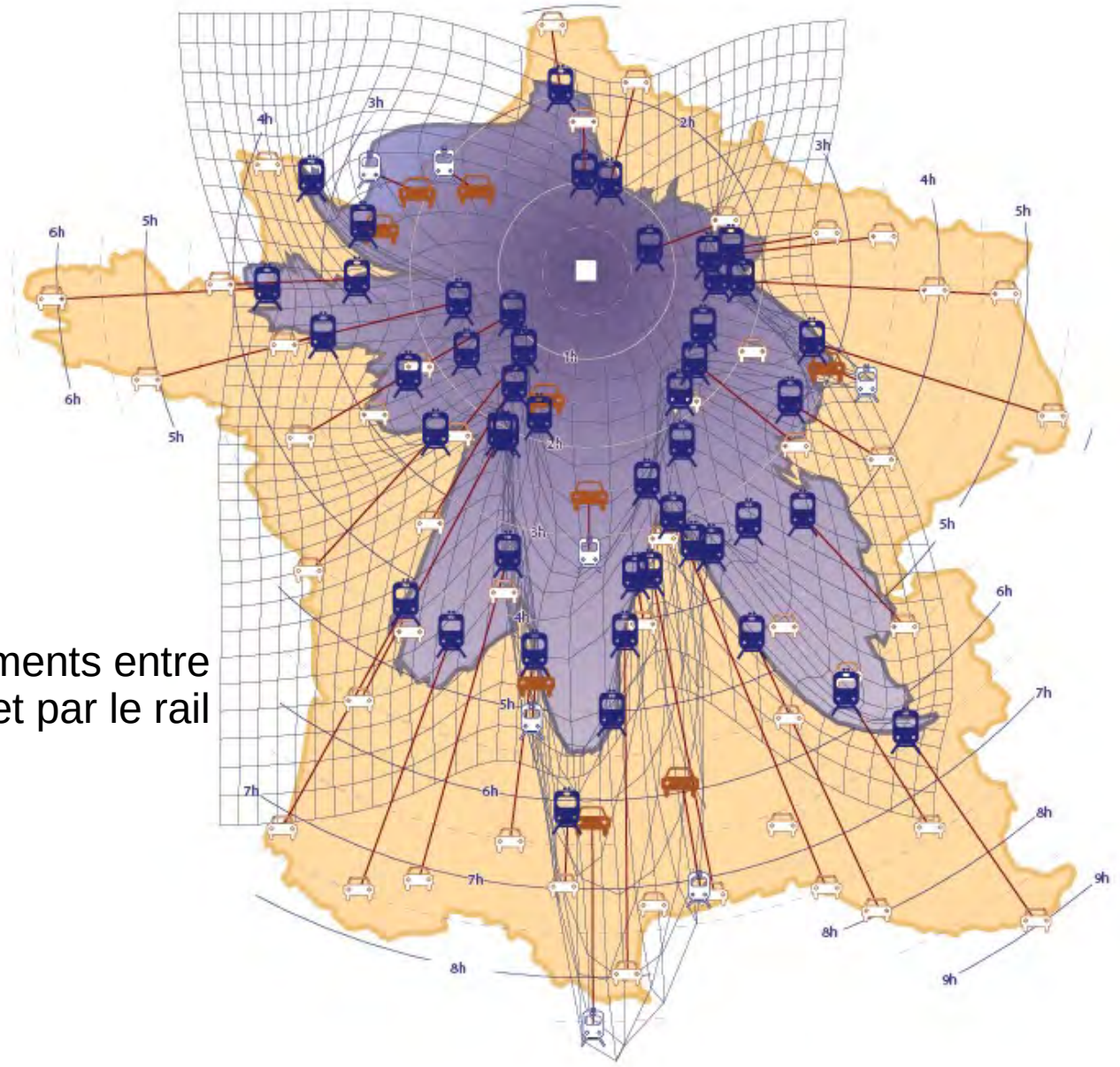
L'espace temps ferroviaire



Superposition des informations et habillage

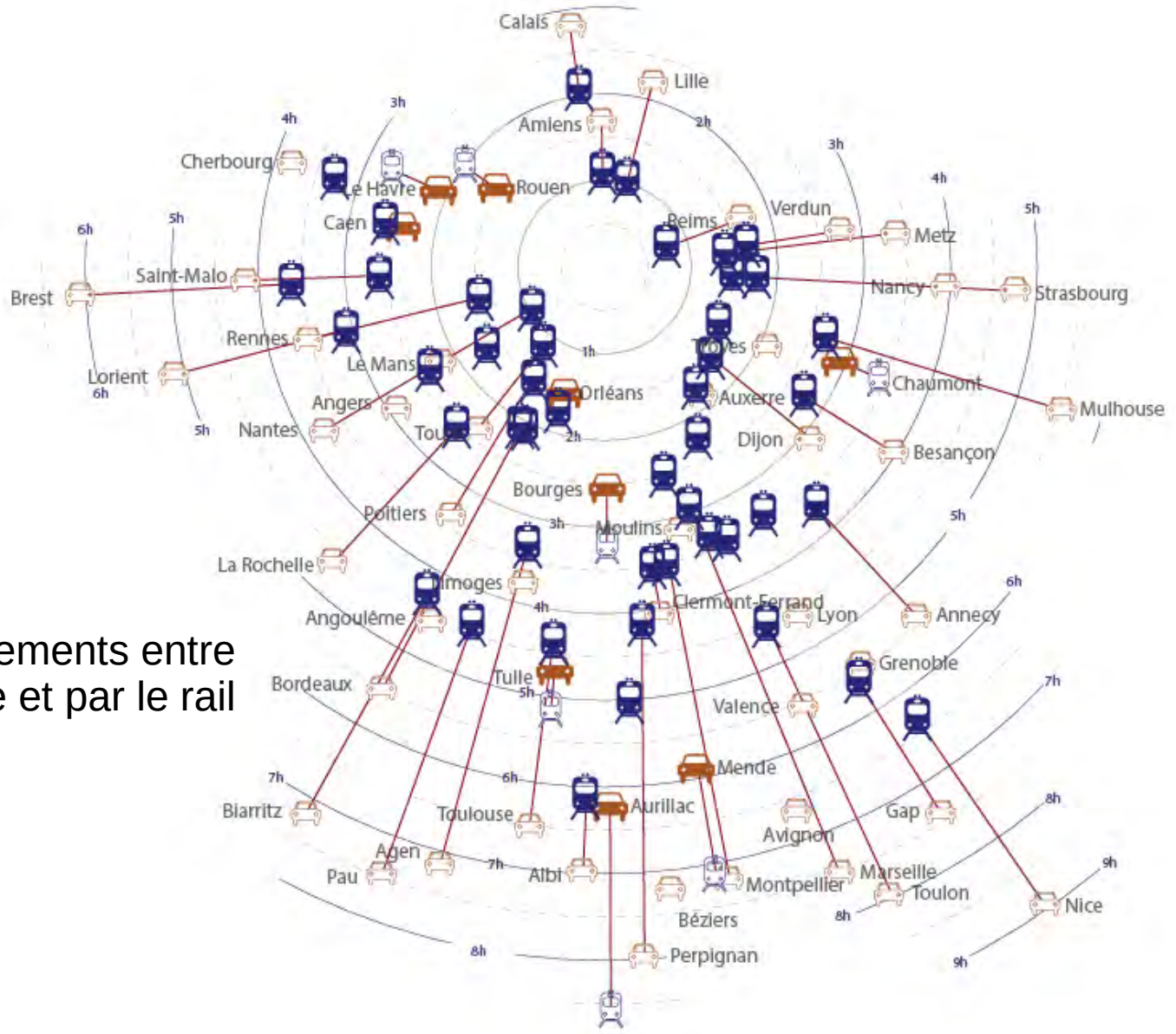
Grille de déformation
souligne l'efficacité du réseau LGV et
l'inaccessibilité de certains territoires (en
particulier Aurillac, Tulle, Mende...)





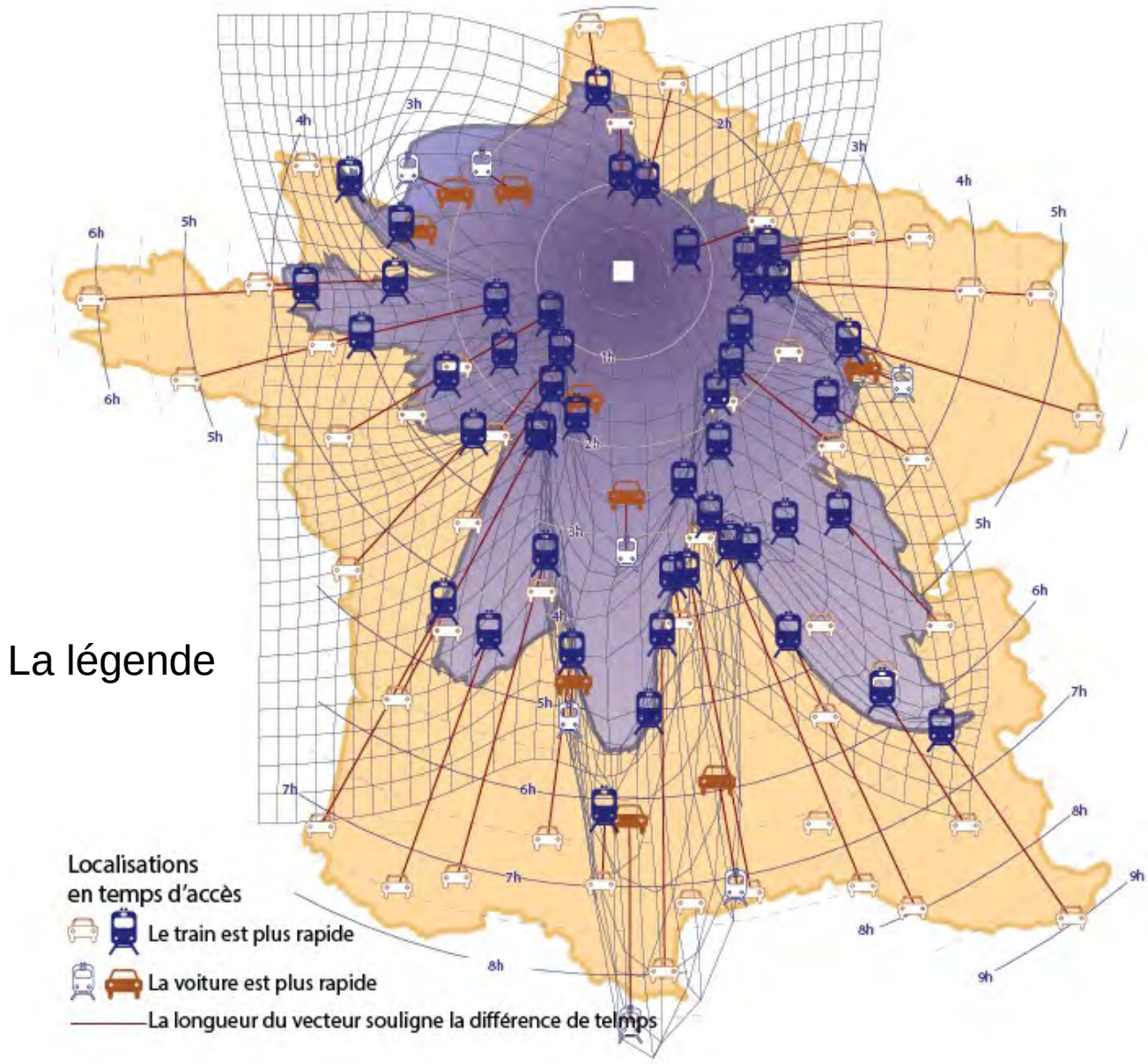
Ajout des vecteurs de déplacements entre positions temps par la route et par le rail

Superposition des informations et habillage

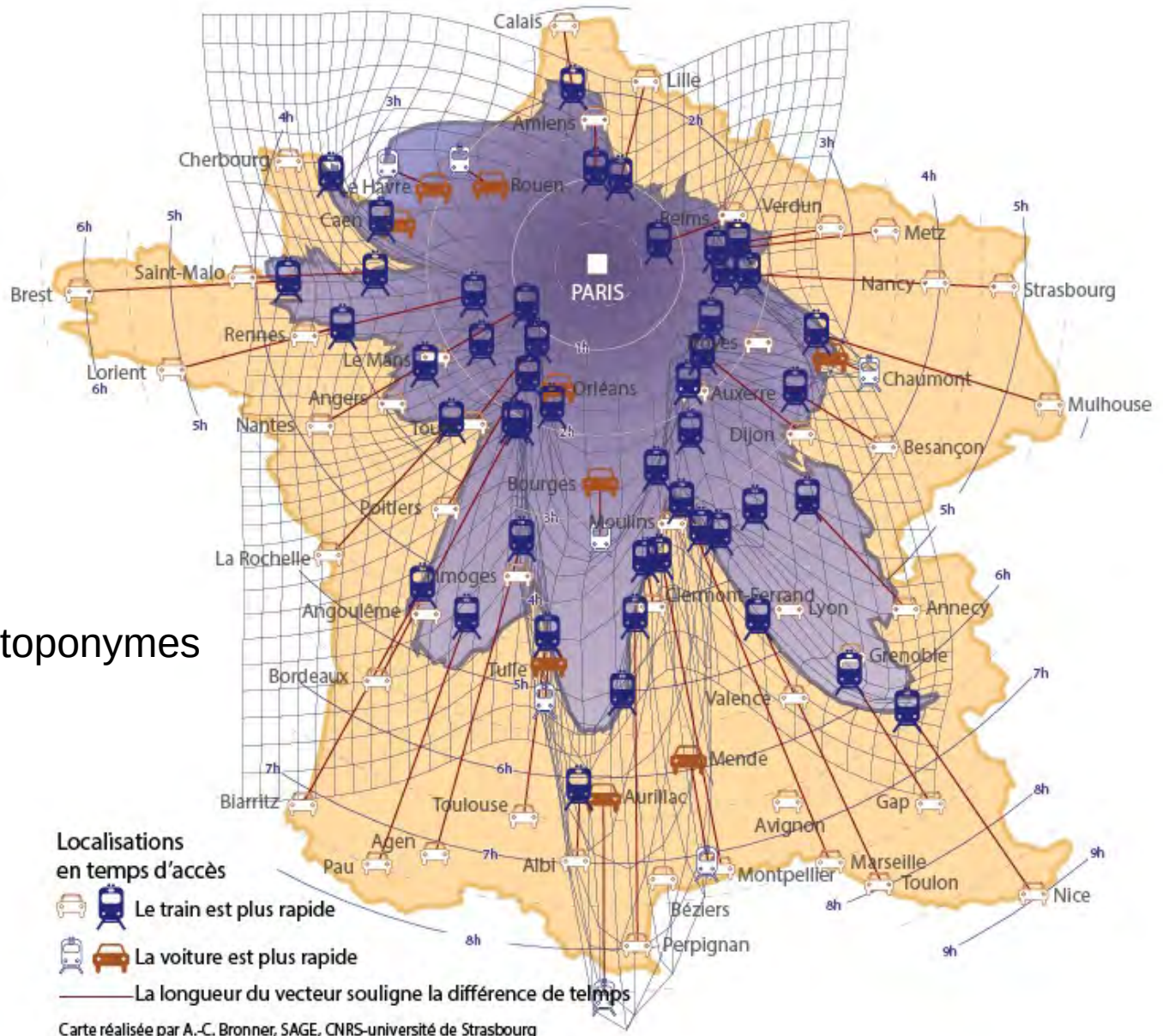


Ajout des vecteurs de déplacements entre positions temps par la route et par le rail

Superposition des informations et habillage



Les toponymes

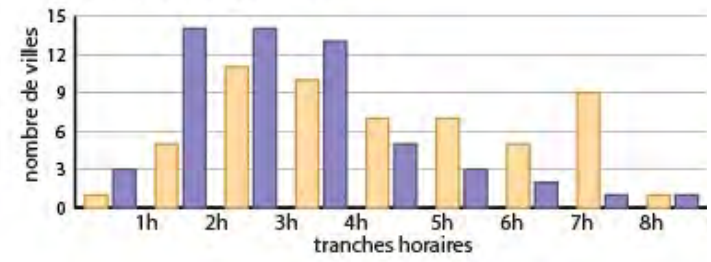


Superposition des informations et habillage

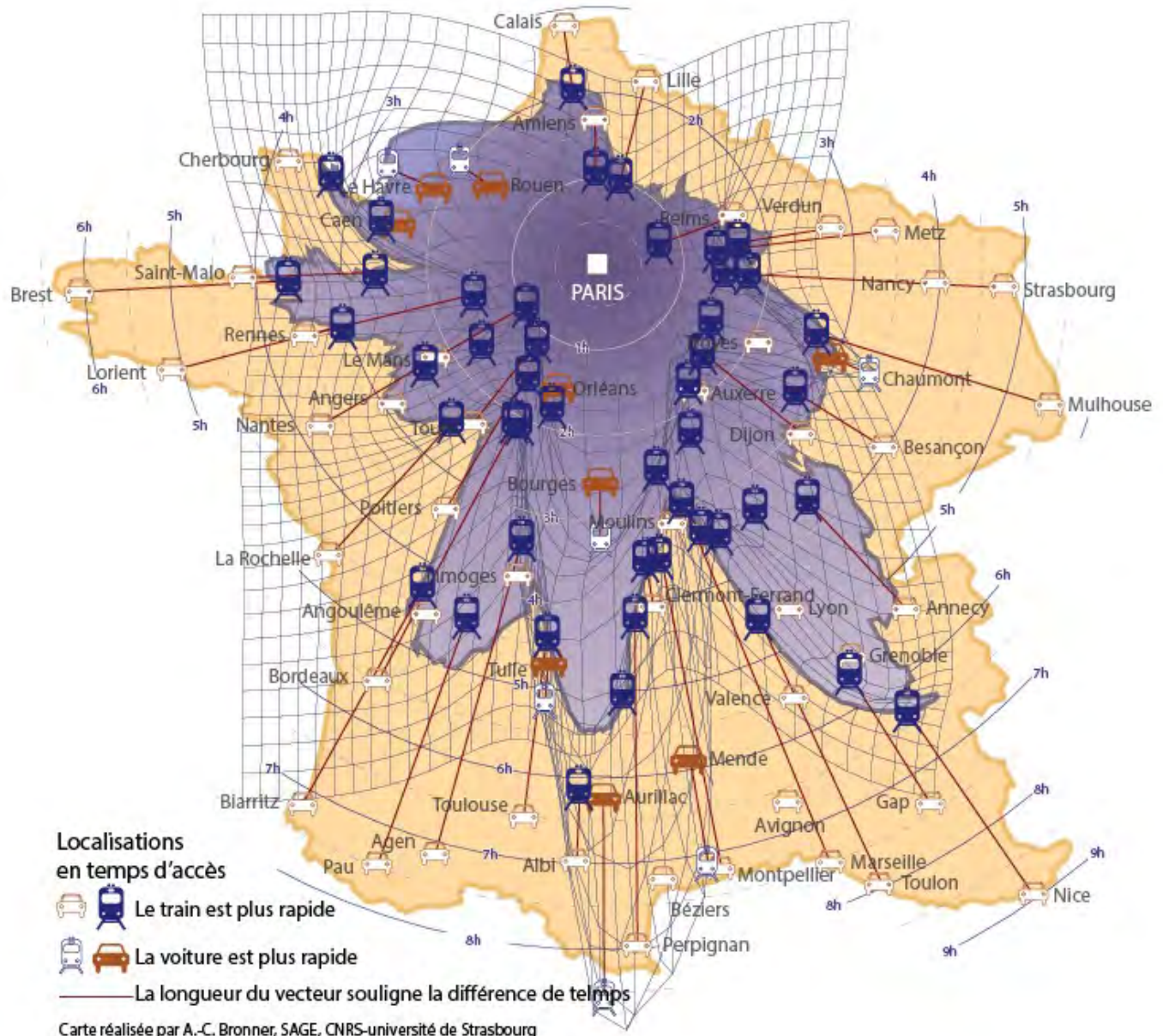
Temps de trajets Route Rail		Route Rail			
Agen	7h08	3h19	Lorient	5h07	3h04
Albi	6h58	6h07	Lyon	4h36	2h14
Amiens	1h42	1h06	Marseille	7h29	3h19
Angers	2h54	1h38	Mende	5h53	7h07
Angoulême	4h32	2h04	Metz	3h23	1h24
Annecy	5h24	3h40	Montpellier	7h11	3h29
Aurillac	6h14	8h33	Moulines	3h08	2h29
Auxerre	1h51	1h44	Mulhouse	5h31	2h41
Avignon	6h39	2h56	Nancy	3h57	1h29
Besançon	3h58	2h44	Nantes	3h45	2h20
Béziers	7h12	4h08	Nice	8h56	6h20
Biarritz	7h11	4h16	Orléans	1h32	1h44
Bordeaux	5h30	2h04	Paris	0h00	0h00
Bourges	2h32	3h12	Pau	7h27	4h23
Brest	6h04	3h37	Perpignan	7h57	5h00
Caen	2h23	2h35	Poitiers	3h21	1h32
Calais	2h49	2h05	Reims	1h41	0h46
Chaumont	2h54	3h26	Rennes	3h31	1h29
Cherbourg	3h48	3h17	Rouen	1h33	2h00
Clermont-Ferrand	4h02	3h30	Saint-Malo	4h08	2h36
Dijon	3h05	1h36	Strasbourg	4h45	1h46
Gap	7h23	5h36	Toulon	7h57	4h32
Grenoble	5h27	3h23	Toulouse	6h30	4h22
La Rochelle	4h37	2h30	Tours	2h22	1h08
Le Havre	2h06	2h42	Troyes	2h05	1h28
Le Mans	2h11	0h57	Tulle	4h42	5h09
Lille	2h13	1h03	Valence	5h33	3h26
Limoges	3h45	3h28	Verdun	2h45	1h40

Collecte des données. Route : viamichelin.fr
 Rail : trainline.fr (départ 26/5/2019 vers 10h)

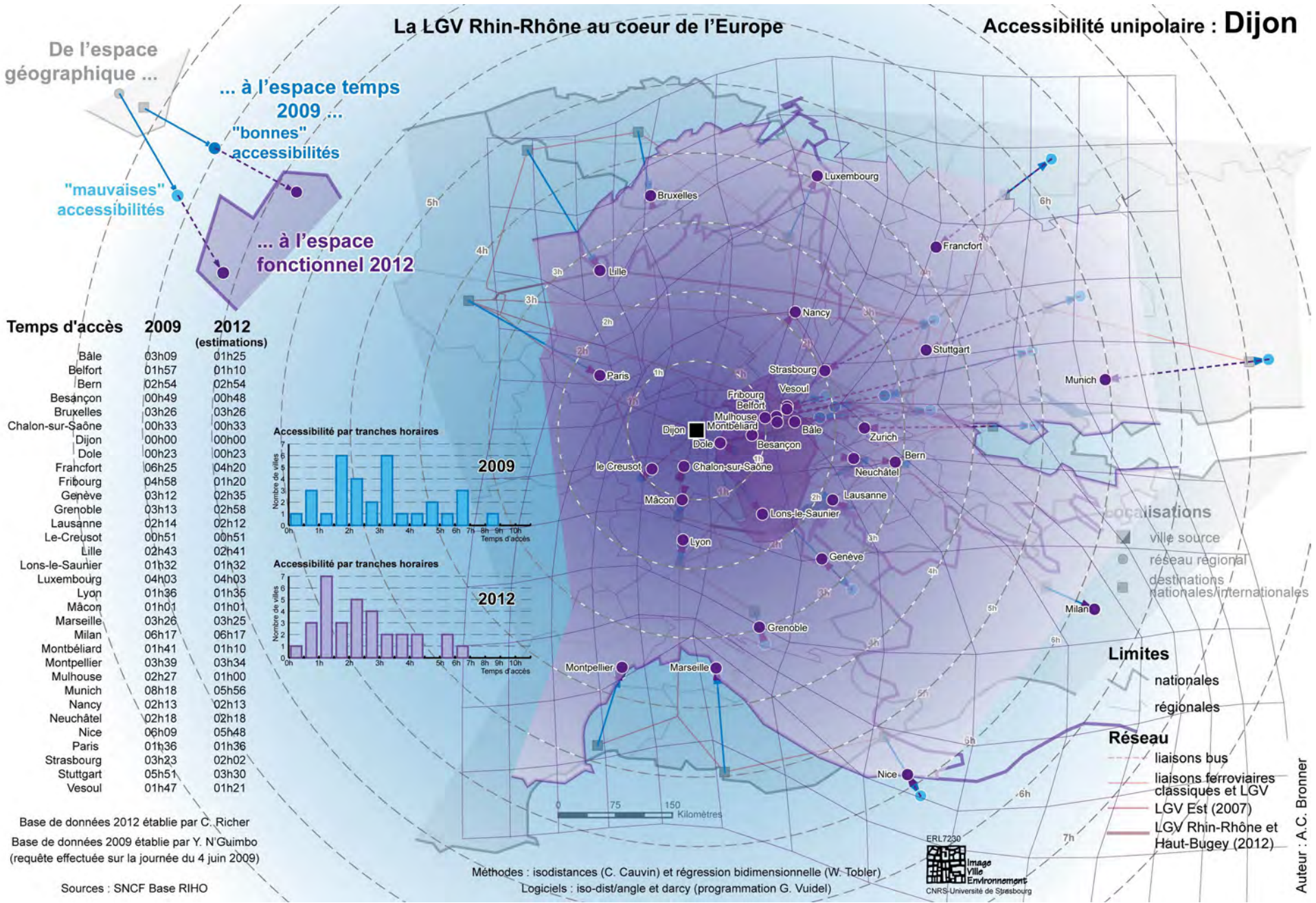
Paris accessible en 9 heures

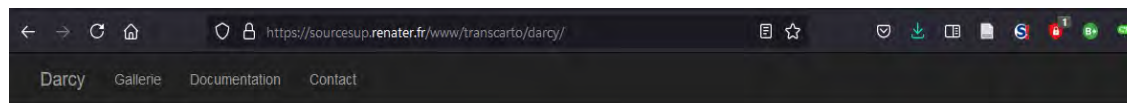


La « France routière » se transforme en fonction des grands massifs montagnards et des couloirs autoroutiers alors que les variations de vitesses sur le réseau ferroviaire entraînent des inégalités territoriales, bousculé lorsque certaines zones plus périphériques bénéficient de temps de trajets équivalents voire inférieurs à ceux d'autres plus proches sur le plan géographique. Par exemples : Marseille 3h19 et Clermont-Ferrand -> :



L'arrivée de la LGV Rhin-Rhône en 2012





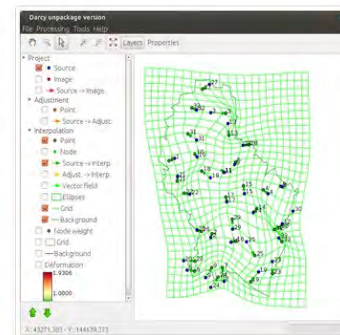
Darcy

Logiciel de transformation cartographique vectorielle

Le logiciel Darcy permet d'appliquer une méthode de comparaison spatiale, dénommée « régression bidimensionnelle », développée par W. Tobler entre 1965 et 1977. Cette méthode autorise la comparaison de deux surfaces distinctes déterminées par des points homologues définis respectivement par les coordonnées [XY] (référentiel) et [UV] (image à comparer). Les points de l'image à comparer à un référentiel correspondent au phénomène étudié : positions en temps d'accès, positions estimées en cognition spatiale, positions sur des cartes anciennes...

La méthode comprend deux étapes : un ajustement et une interpolation. Elle aboutit à d'abondants résultats tant statistiques que cartographiques ; les cartes montrent les distorsions spatiales liées aux écarts entre le référentiel et la surface étudiée : vecteurs de déplacement, anamorphoses...

Les résultats doivent être analysés avec précaution en tenant compte du thème, des hypothèses émises et des données entrées. Chaque thème induit une réflexion nouvelle sur les indices et les cartes obtenus.



Télécharger Darcy

Darcy est open source et distribué sous la licence GPL. Le logiciel est développé en Java et fonctionne sur tout ordinateur supportant Java 8 ou plus récent (Linux, Mac, Windows, ...)

Auteurs de l'application : Gilles Vuidel (ThéMA, Besançon) et Colette Cauvin (LIVE, Strasbourg) d'après les travaux originaux de Waldo Tobler (UCSB, Santa Barbara, USA).



sourcesup.renater.fr/www/transcarto/darcy/download/me_darcy.pdf