

SCRED, APPLICATION DANS UNE LOGIQUE POSSIBILISTE ET ANTICIPATIVE DANS LA MÉTROPOLE DE MARSEILLE

Introduction

Ce chapitre reprend dans son ensemble la méthode SCReD appliquée aux systèmes de risques de coupure électrique dans la commune de Marseille et dans un contexte d'inondation. Si dans le cas précédent, nous avons porté une attention particulière à l'endommagement des réseaux techniques par une perturbation externe, c'est-à-dire à la composante susceptibilité, dans ce chapitre, notre intérêt porte d'abord sur l'analyse de la criticité et de la dépendance dans les systèmes territoires - réseaux. La première sous-partie s'attache donc à mettre en œuvre une méthode de modélisation spatio-réculaire permettant de traduire le caractère à la fois imbriqué et incertain de ces interdépendances. Pour traduire ces relations multi-niveaux, nous nous appuyons sur la localisation d'éléments ponctuels (poste électrique de différents niveaux, centroïde des bâtiments de différents types d'activités) à partir desquels les relations de distance entre l'ensemble des éléments ponctuels dans des sous-structures imbriquées déterminent un niveau de possibilité de relations d'élément à élément. On retrouve la logique d'organisation spatiale de l'interdépendance territoire - réseau technique telle que décrite aux premier et second chapitres et les notions de criticité et de dépendance décrites dans le troisième chapitre.

L'aléa inondation est davantage à considérer comme une sorte de « prétexte » au déclenchement du système de risques que comme le véritable objet de l'analyse. Tout le processus climatologique et pluviométrique en amont n'est pas inclus dans ce chapitre ; l'aléa déclencheur est avant tout appréhendé en termes de spatialité et de degré de possibilité d'apparition d'un dommage dans l'espace. Les trajectoires spatiales possibles des effets dominos successifs à ces dommages initiaux sont ensuite évaluées de manière à identifier des espaces à enjeux en termes de susceptibilité, de criticité, de résilience et de dépendance du territoire vis-à-vis du système de risque associé à l'inondation dans la commune de Marseille.

Ensuite, d'un point de vue rétrospectif, l'analyse de la mémoire des effets de l'inondation sur le fonctionnement des réseaux électriques et l'incidence des coupures électriques sur les sociétés humaines s'appuie en partie sur des résultats du programme de recherche Risque Décision Territoire (MEDAD, 2006), « Mémoires, oublis et (ré)appropriations : le risque inondation dans la basse vallée du Rhône et l'agglomération marseillaise. » (Claeys et al., 2009). Dans le cadre de ce projet pluridisciplinaire associant une partie des équipes arlésienne, marseillaise, et niçoise de l'UMR ESPACE, la « contribution » géographique (Voiron, Dutozia, 2009) portait de manière plus ciblée sur l'analyse du risque inondation dans la commune de Marseille et sur la spatialisation des impacts directs et indirects des inondations, avec une attention spécifique aux dysfonctionnements des réseaux techniques.

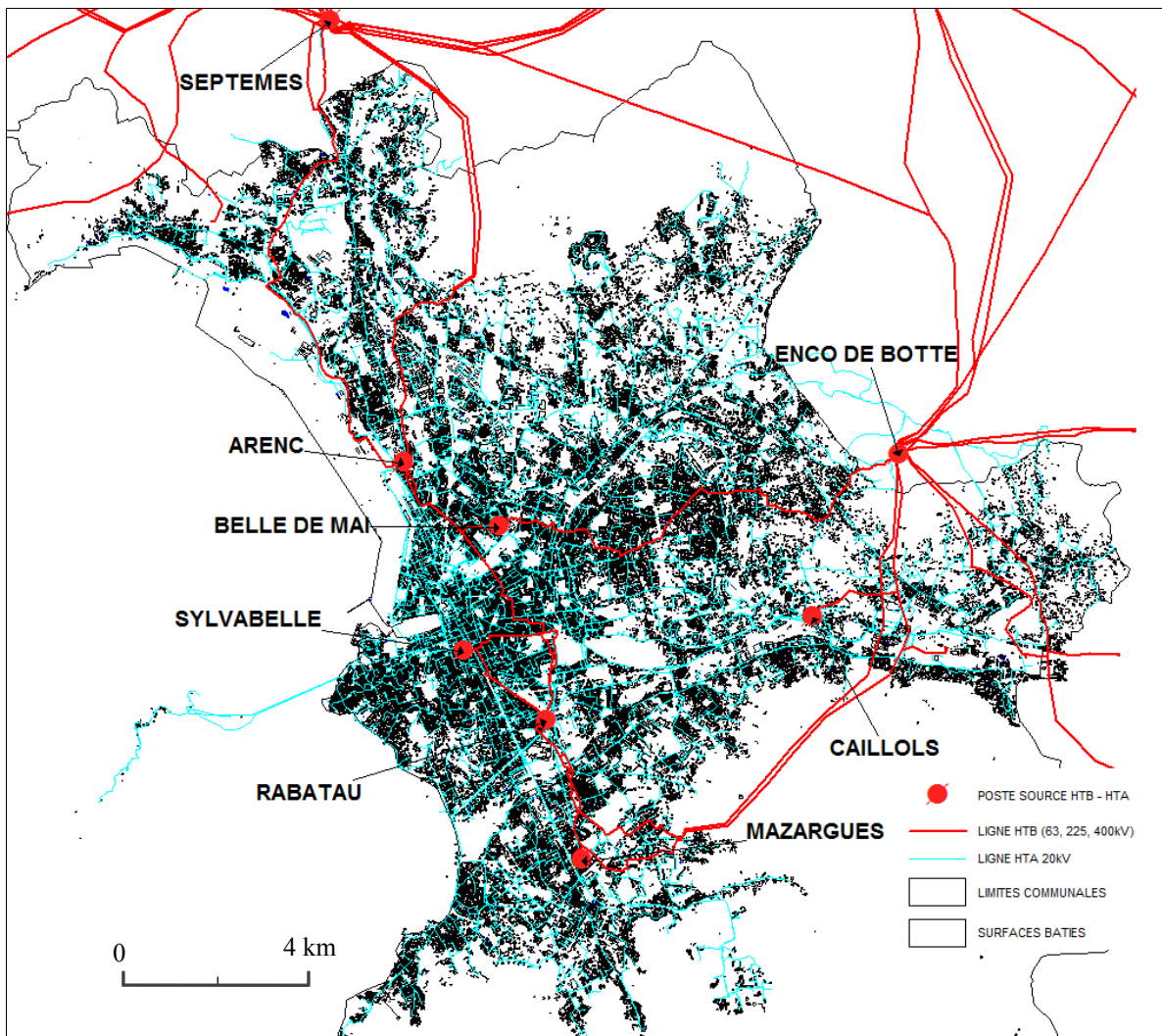
Sur le terrain marseillais, la collaboration avec l'historienne Martine Chalvet, nous a permis de mettre en place une connaissance spatialisée de la répartition des dommages des principales inondations connues dans la commune marseillaise à l'échelle d'un siècle (1907, 1951, 1972, 1978, 1993, 2000, 2003) alors que la collaboration avec les sociologues Cécilia Claeys, Claire De Montis et Ludovic Azibi a permis d'analyser la mémorisation des effets dominos vécus par les riverains lors des inondations avec la construction d'un questionnaire incluant des questions sur les dommages aux réseaux sur Marseille, diffusé auprès de 1000 personnes. D'autre part, grâce aux entretiens réalisés auprès de différents acteurs de l'exploitation, la gestion ou la cartographie des réseaux de distribution (ERDF Marseille), de transport électrique (RTE, Agence de Conduite Régionale PACA Ouest) et d'eaux (SERAM), et grâce à un stage de trois jours dans les services de ERDF Marseille, nous avons pu appréhender la mémoire formelle et informelle des inondations chez les gestionnaires de réseaux techniques et la mobilisation de cette mémoire dans la gestion et l'exploitation des réseaux techniques. Au final, l'ensemble de cette connaissance rétrospective sur la mémoire des effets dominos, croisé à la connaissance du fonctionnement des interdépendances territoires - réseaux et de leur organisation spatiale (qu'on admet imprécise et incertaine depuis le chapitre 3), nous renseigne sur la susceptibilité, la criticité et la dépendance des systèmes de risques.

5.1. LES INTERDÉPENDANCES RÉSEAUX – TERRITOIRES DANS LA COMMUNE DE MARSEILLE

5.1.1 La criticité et les interdépendances spatiales induites par l'organisation des réseaux techniques et des territoires

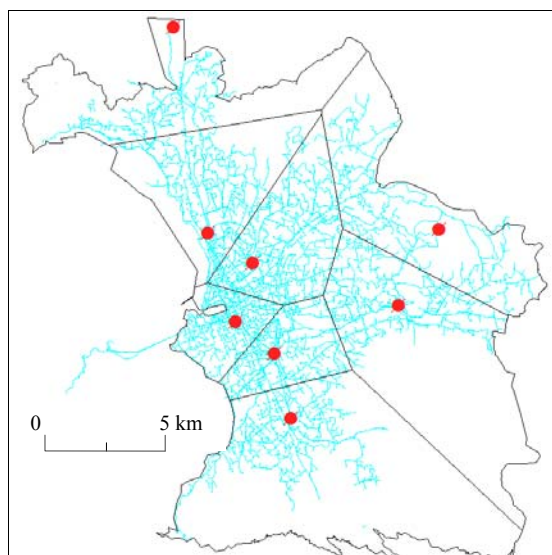
5.1.1.1 L'approvisionnement électrique de Marseille par le réseau de transport électrique, premier niveau d'imbrication spatiale

La commune de Marseille, comme l'ensemble des grandes agglomérations françaises, est alimentée directement par le réseau de transport électrique en très haute tension, de fait, des postes sources qui vont recevoir cette électricité en très haute tension sont nécessairement implantés dans la commune et à ses alentours. Pour le cas de Marseille (carte 15), à partir des données fournies par le gestionnaire ERDF Marseille (nous reviendrons sur les prétraitements importants et chronophages pour passer d'une information sur les réseaux, construite dans une logique de plan, à une information plus orientée vers la modélisation spatiale en annexe Y), nous pouvons cartographier huit postes sources dont sept sont alimentés par une ou plusieurs lignes 225kV alors que seul le poste de Sylvabelle est alimenté en 63kV avec une ligne 63kV bouclée entre le poste Sylvabelle et Rabatau ; parmi ces huit postes, six sont implantés directement sur la commune (Arenc, Belle de Mai, Sylvabelle, Rabatau, Mazargues, Caillols) alors que deux se situent en bordure proche (Enco de Botte, Septemes) mais leur importance pour l'alimentation de la commune justifie leur prise en compte. Ces postes de transformation diminuent le niveau de tension et alimentent un réseau dit moyenne tension (20kV) qui représentait en 2009 près de 1700 kilomètres de réseaux.

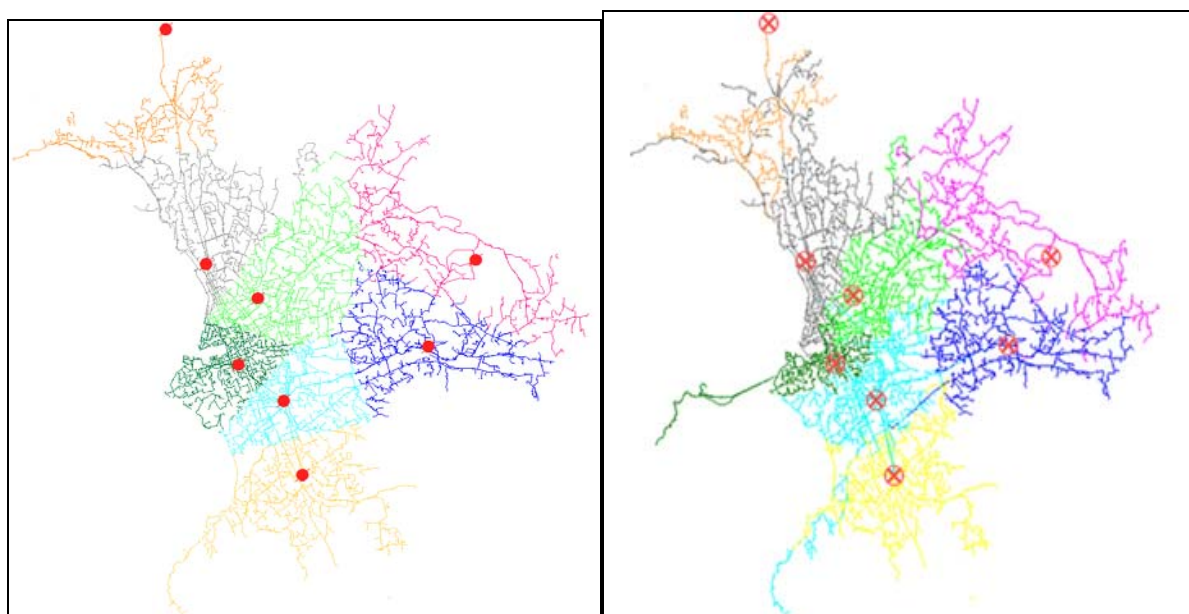


Carte 15: Alimentation électrique de la commune de Marseille (les limites du bâti sont restreintes à la stricte commune marseillaise)

Contrairement au chapitre 6, nous ne prenons pas en compte ici la différenciation des niveaux de tension et de connexité des lignes, à l'échelle des postes de transformation HTB-HTA. A partir de ces postes sources considérés de manière strictement identique, nous appliquons donc la méthode des diagrammes de Voronoï simples et non pas pondérés telle que décrite au chapitre 3. Ces diagrammes de Voronoï sont réalisés à partir du logiciel MapInfo et sont « contraints » en définissant comme « cible » le découpage communal modifié légèrement, de manière à intégrer l'ensemble des postes du réseau de transformation et le réseau de moyenne tension. En raison de son caractère spécifique, la partie du système électrique dédiée à l'approvisionnement de l'Archipel du Frioul (86 habitants) n'est pas considérée dans la suite de l'analyse. A partir de la partition de Voronoï, nous procédons à la segmentation du réseau moyenne tension, en considérant que les lignes qui appartiennent à la cellule de Voronoï d'un poste donné sont alimentées par ce poste. Ces traitements sont également réalisés à partir du logiciel MapInfo et de requêtes SQL simples.



Carte 16 : Polygones de Voronoï à partir des postes sources contraints par limite communale de Marseille.



Carte 17 : Partitions de Voronoï, 17a. à gauche et organisation des secteurs d'après la base de données d'ERDF sur le réseau électrique, 17b. à droite.

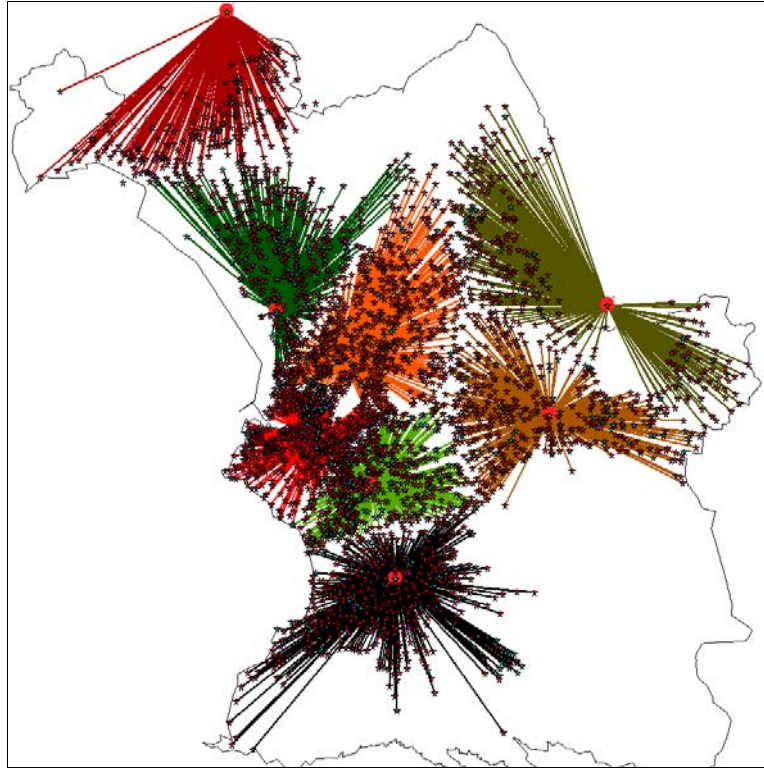
Dans le cas de Marseille, nous avons pu bénéficier, dans les bases de données spatiales fournies par ERDF, d'informations sur la dépendance des différents segments du réseau moyenne tension vis-à-vis des postes sources. Dans la carte 17 (a) (b), cette information est comparée aux résultats obtenus à partir des cellules de Voronoï, comme une première forme de validation. Malgré certaines différences, on peut considérer que la forme proposée à partir des cellules de Voronoï reste plutôt cohérente et acceptable.

En termes de précision, l'information fournie par ERDF montre qu'au milieu d'un ensemble de lignes dépendantes d'un poste peut exister une ligne dépendante d'un autre poste ; dans la partie nord de la ville en particulier, cette alternance entre ligne orange et grise n'est pas prise en compte dans la figure 17a. L'autre différence notable porte sur la zone du Vieux Port en vert foncé, associée au poste de transformation Sylvabelle. La partition de Voronoï semble

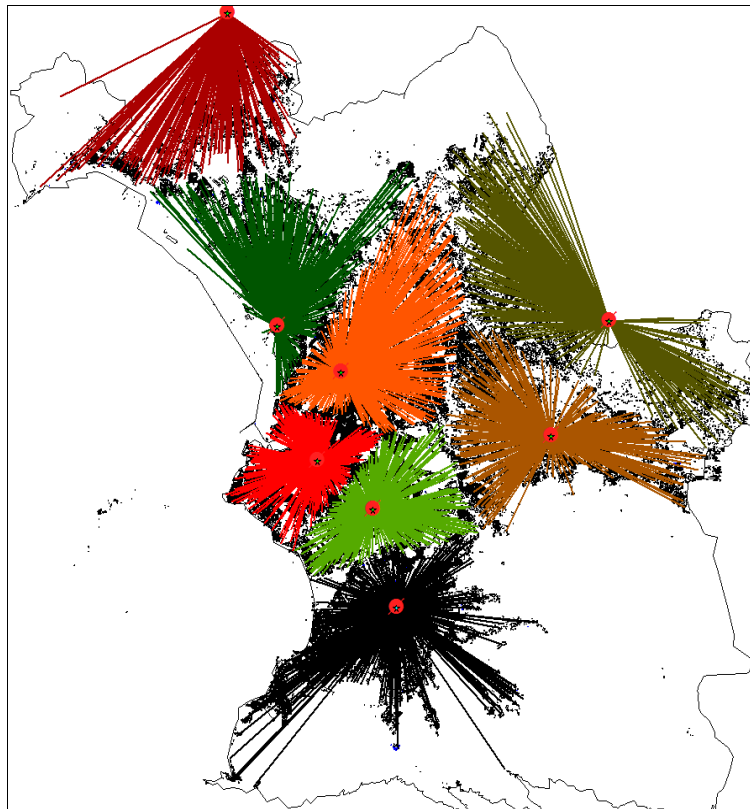
surestimer la surface de cette zone de dépendance. Cette surestimation de la zone du poste de transformation Sylvabelle est liée au fait que ce dernier est le poste de plus faible niveau de tension (63kV contre 225kV pour les sept autres) et qu'il alimente une zone très dense du tissu urbain marseillais. Nous reviendrons plus spécifiquement sur ces enjeux méthodologiques dans le chapitre 6, mais l'on comprend assez facilement qu'une technique de pondération du diagramme de Voronoï contribuerait sans doute à améliorer l'exactitude de cette structure spatiale.

Evidemment, les limites des polygones de Voronoï ne signifient pas qu'il n'existe aucun lien entre ces zones ; même si le réseau haute tension n'est pas représenté dans la carte 16 et dans les cartes suivantes, les postes sources sont bien sûr liés par ce réseau (carte 15). Toutefois, comme nous l'avons souligné plusieurs fois, nous portons ici un intérêt particulier aux relations verticales entre les composantes du réseau, et à la structure spatiale imbriquée qu'elle induit. A partir de ces postes sources, l'électricité transite par le réseau moyenne tension et alimente des postes de transformation de niveau inférieur. Alors que les postes sources d'une grande agglomération se comptent en unité et en dizaine (8 à Marseille ou 13 à Barcelone), les postes de rang inférieur se comptent aisément en centaines et en milliers (de l'ordre de 4 300 pour l'agglomération marseillaise). On retrouve alors l'idée de réseau multi-niveau, très fortement différencié et hétérogène.

Nous disposons de la localisation de l'ensemble de ces postes de niveau inférieur dans la commune marseillaise ; on considère qu'un poste est dépendant d'un poste source en fonction de son implantation dans une cellule de Voronoï associée à un poste source. Chacun des 4279 postes est ainsi associé à un des 8 postes sources (carte 18a). La structure est une représentation qui traduit l'interdépendance verticale entre deux composantes du système électrique, elle constitue le premier niveau d'imbrication dans les effets dominos des systèmes de risques et informe sur les trajectoires possibles de diffusion du système de risque en cas d'endommagement des composantes primordiales du système électrique, et donc du système technique (et donc du système territorial), que sont les postes sources. Sur la carte 18 b, on note que les limites des surfaces bâties dépassent nettement les limites tracées par le réseau ; c'est tout à fait logique puisqu'il existe encore un niveau inférieur d'organisation du réseau qui va permettre de desservir les clients résidentiels avec un niveau de tension plus adapté à leurs usages (nous ne consommons évidemment pas à notre domicile d'électricité en 20 000 volts mais en 220 volts).



(a)

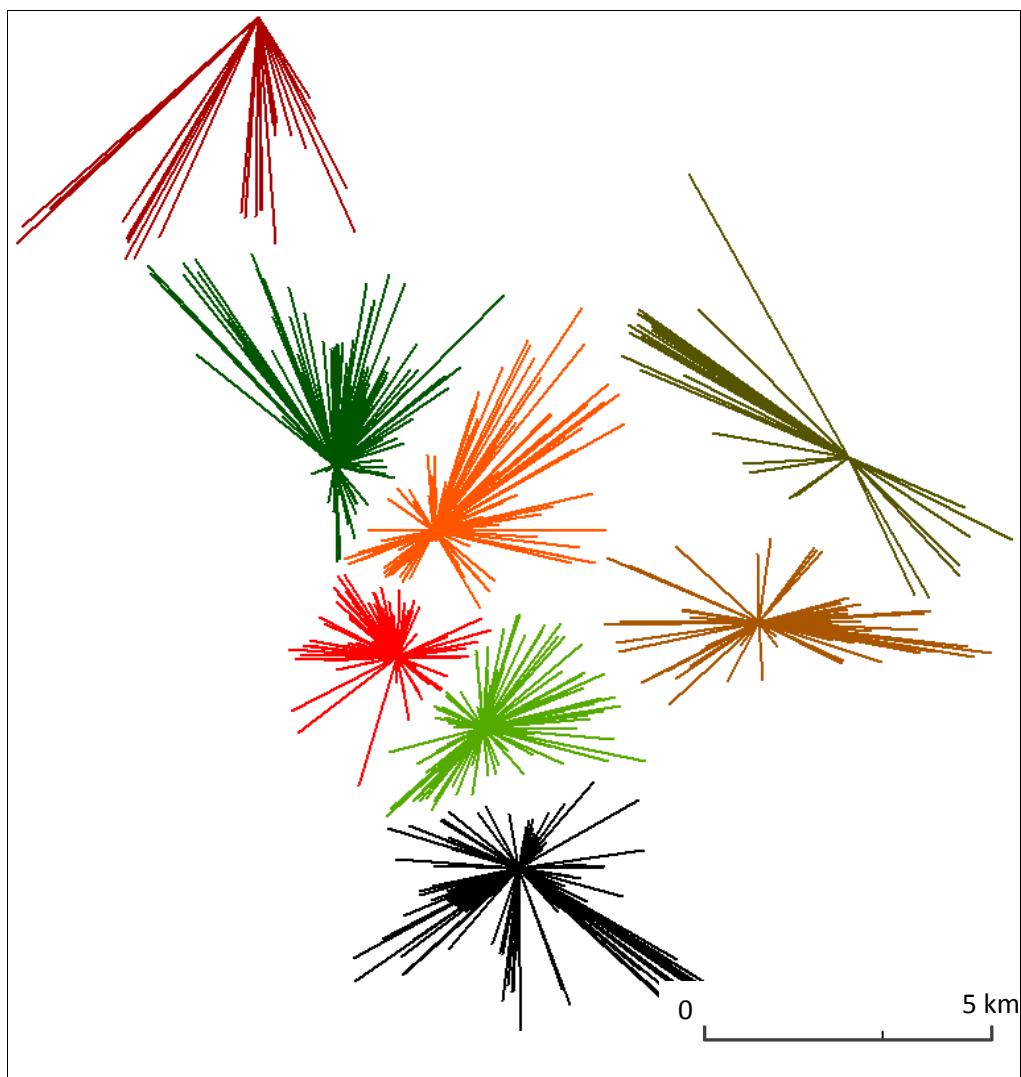


(b)

Carte 18 : (a) Ajout des nœuds des postes de niveau inférieur (relations d'appartenance de 4279 postes électriques à 8 postes source en amont) ; (b) Relations verticales de niveau 1 différenciées en fonction de l'origine du poste source, et superposition avec le tissu du bâti urbain marseillais.

Ces 4279 postes représentés de manière identique dans la carte 18 a, ne constituent pourtant pas un ensemble homogène, et il nous faut, à ce niveau, préciser l'organisation de la distribution électrique des territoires urbains. On distingue en effet trois grandes catégories de postes parmi notre ensemble de 4279 points.

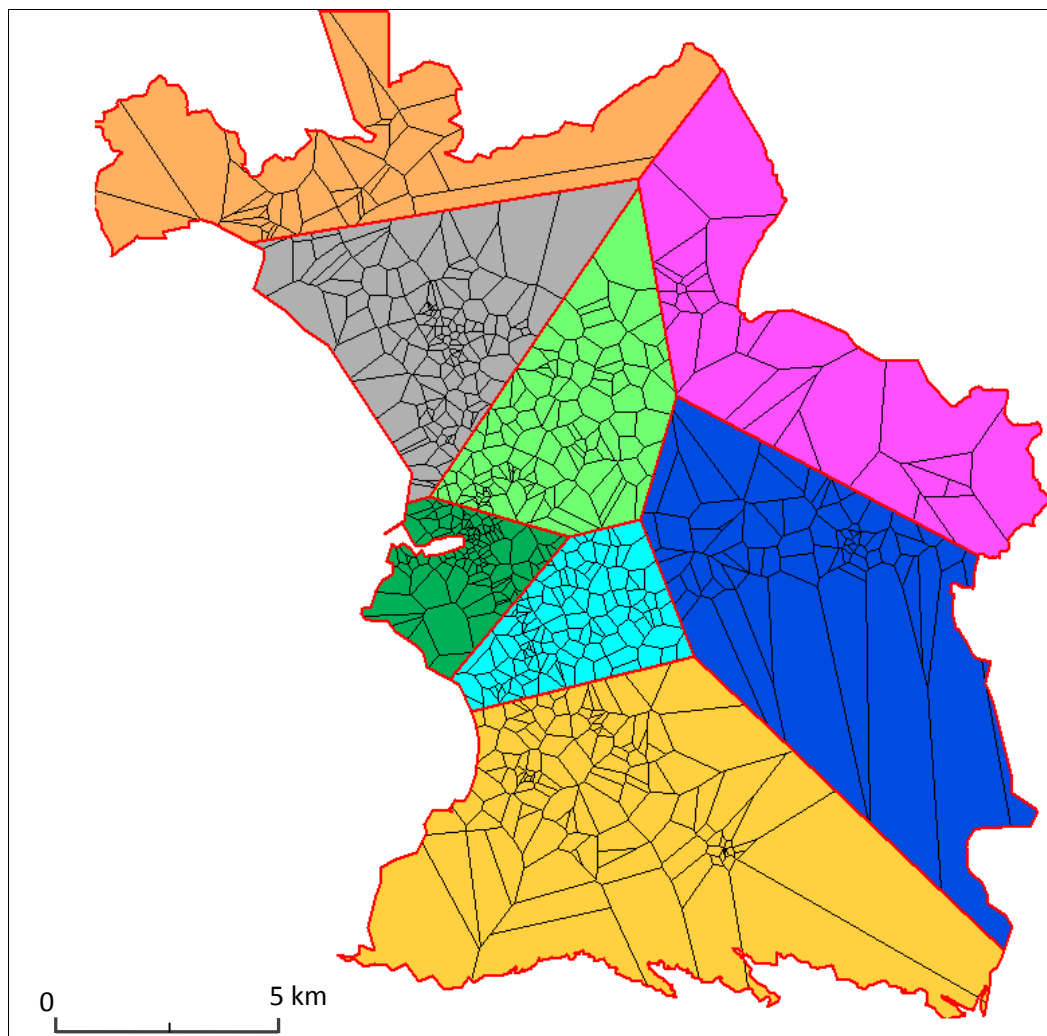
La première catégorie comprend 3359 postes, à partir desquels l'électricité va être transformée en basse tension pour ensuite desservir la consommation électrique de type résidentiel ; ce sont des postes orientés vers la distribution publique qui sont donc, en aval, connectés à plusieurs clients. La seconde catégorie comprend 712 postes, qualifiés de poste clients, ou industriels (carte 19). Ils alimentent directement en 20 000 volts un client unique. Ils concernent principalement les activités industrielles fortement consommatrices d'électricité mais aussi certaines activités commerciales, de services ou de soins. La dernière catégorie comprend 208 postes, qualifiés de postes mixtes, ils assurent à la fois la transformation pour distribuer l'énergie aux clients résidentiels, et la distribution à un client industriel. Dans les traitements suivants ces postes mixtes sont traités de manière distincte, comme deux sous-ensembles d'un même réseau.



Carte 19 : Raccordement des 712 postes clients aux 8 postes sources.

Dans la figure précédente, seules les interdépendances entre les 8 postes sources et les 712 postes clients « industriels » sont représentées ; assez logiquement le réseau est bien moins dense que dans le cas précédent où l'ensemble des liaisons était représenté. Il y a en fait plusieurs sous-réseaux, qui forment une sorte de méta-réseau puisque reliés par des liaisons à très haute tension qui ne sont pas tracées ici. Cette distinction est essentielle pour caractériser le second niveau d'imbrication spatiale induit par l'approvisionnement électrique des territoires urbains.

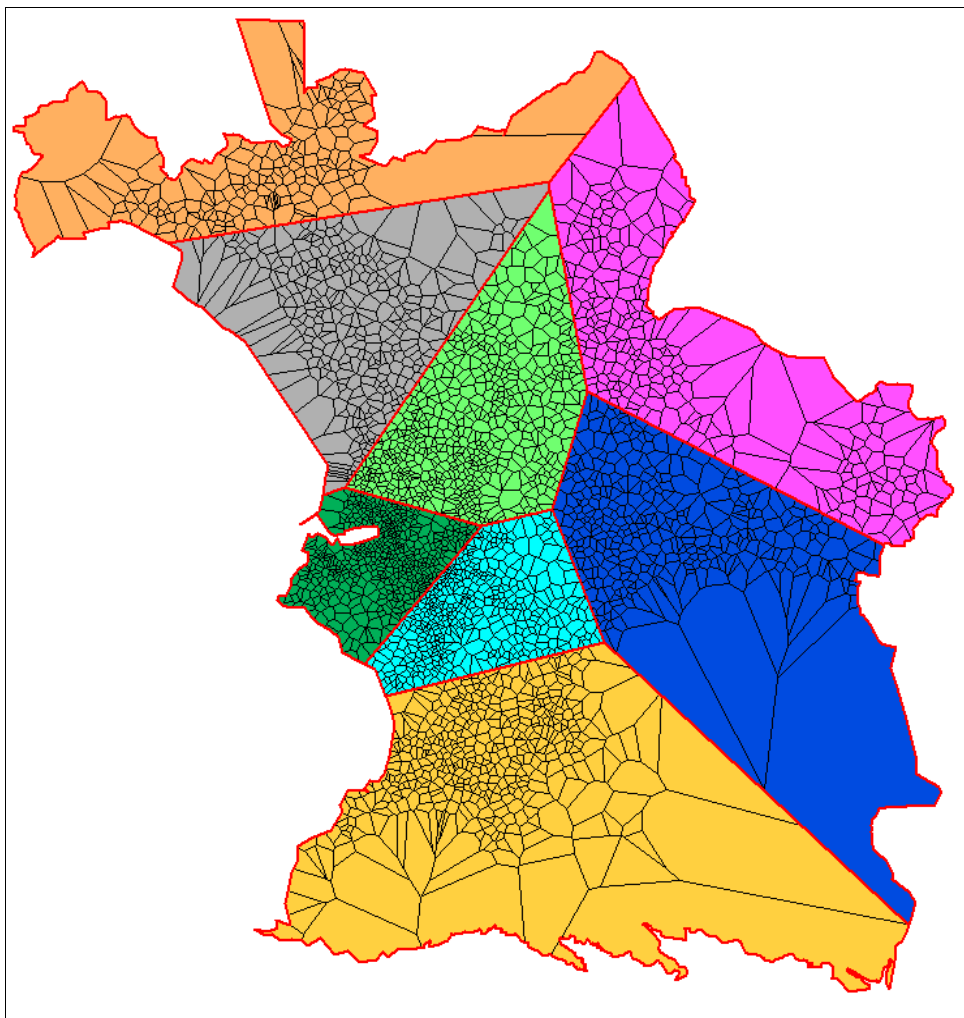
Nous choisissons donc de produire deux diagrammes de Voronoï séparés ; l'un repose sur la localisation des postes de distribution publique et des postes mixtes, il comprend $3359 + 208$, soit 3567 points et autant de cellules de Voronoï (carte 21); le second repose sur la distribution des postes industriels et des postes mixtes également (puisque'ils peuvent assumer les deux fonctions), soit 920 points (carte 20). Ces cellules de Voronoï sont contraintes par la structure des 8 cellules de niveau supérieur, c'est-à-dire qu'aucune des cellules de Voronoï n'est comprise entre deux cellules de niveau supérieur. L'appartenance à un niveau supérieur fonctionne donc de manière binaire (tout ou rien).



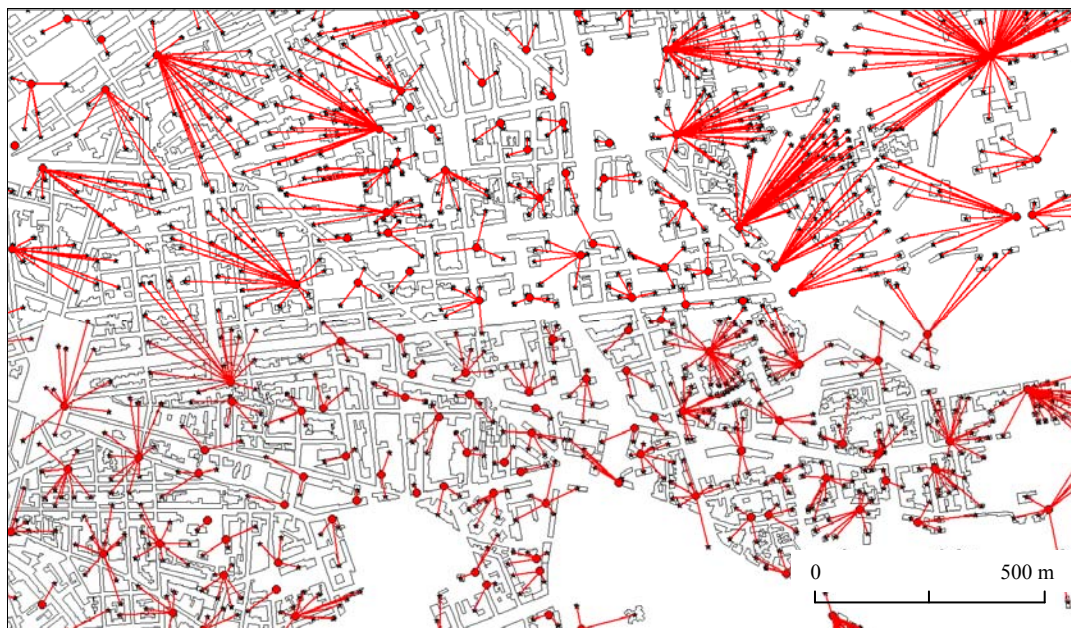
Carte 20 : Voronoï 920 sur les postes clients les postes mixtes, contraints par la structure du Voronoï de niveau supérieur.

5.1.1.2 *L'approvisionnement électrique des bâtiments résidentiels par le réseau de distribution électrique, second niveau d'imbrication spatiale*

Le cas de l'activité résidentielle a été le plus simple à traiter, ou plutôt a été traité le plus simplement. Les diagrammes de Voronoï de la carte 21 nous donnent les zones de dépendance supposées à chacun des postes du réseau de distribution publique, chacun des postes étant lui-même dépendant, en aval, d'un poste de niveau supérieur. Nous disposons par ailleurs, de la localisation de l'ensemble des bâtiments dédiés aux activités résidentielles (extrait de la BD Topo de l'IGN, Marseille, année). Chaque bâtiment résidentiel va ensuite être réduit à son centroïde. L'on propose alors l'hypothèse imprécise mais cohérente qu'il existe dans chaque bâtiment référencé, un point de départ de l'alimentation en électricité qui est situé au centre du bâtiment. L'on obtient alors 56 520 nœuds supplémentaires de réseaux correspondant à chaque bâtiment, qui seront attribués aux 3567 postes de distributions publiques et mixtes, en fonction de leur implantation dans les cellules de Voronoï de ces postes électriques. De manière plus ou moins indirecte, l'ensemble de ces nœuds reste lié aux 8 postes sources de départ.



Carte 21 : Diagrammes de Voronoï 3567 sur les postes de distribution publique et les postes mixtes, contraints par la structure du Voronoï de niveau supérieur.



Carte 22 : Raccordement des nœuds du réseau électrique de distribution publique aux nœuds des bâtiments résidentiels.

Chaque poste de distribution électrique peut être raccordé à un ou plusieurs nœuds de bâtiments résidentiels, ce qui est conforme à la situation observée dans la réalité. Comme on peut le voir sur la carte 22, les postes de distribution publique raccordés à des ensembles résidentiels de taille importante possèdent des nœuds « bâtiments connectés » nettement moins importants en termes de nombre et de longueur que les zones moins denses de la partie nord-ouest. Sur l'ensemble des 3 567 nœuds du réseau électrique, environ 200 ne sont attribués à aucun bâtiment résidentiel. Ils correspondent à des cellules de Voronoï dans lesquelles aucun centroïde de bâtiment résidentiel n'est implanté. Nous reviendrons sur le traitement de ces points incertains par la suite. Évidemment, l'ensemble des bâtiments résidentiels est affecté à un poste de distribution publique et il n'existe pas de bâtiments non inclus dans une cellule de Voronoï (ce qui reste tout à fait logique puisque par nature le diagramme de Voronoï permet un pavage continu de l'espace).

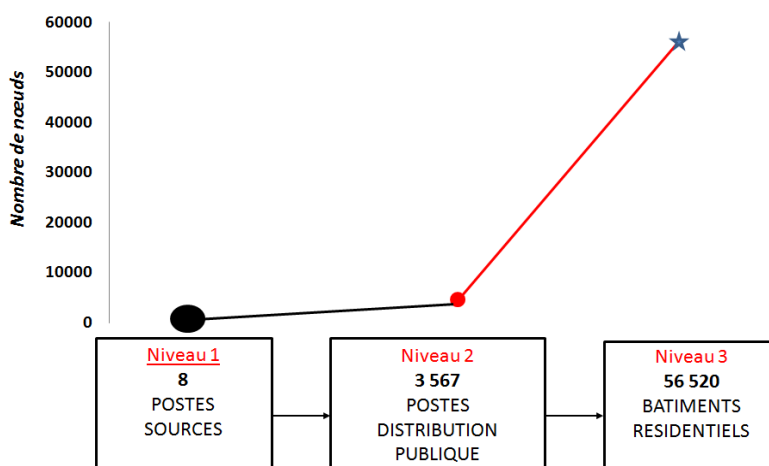
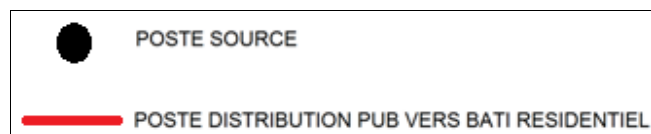
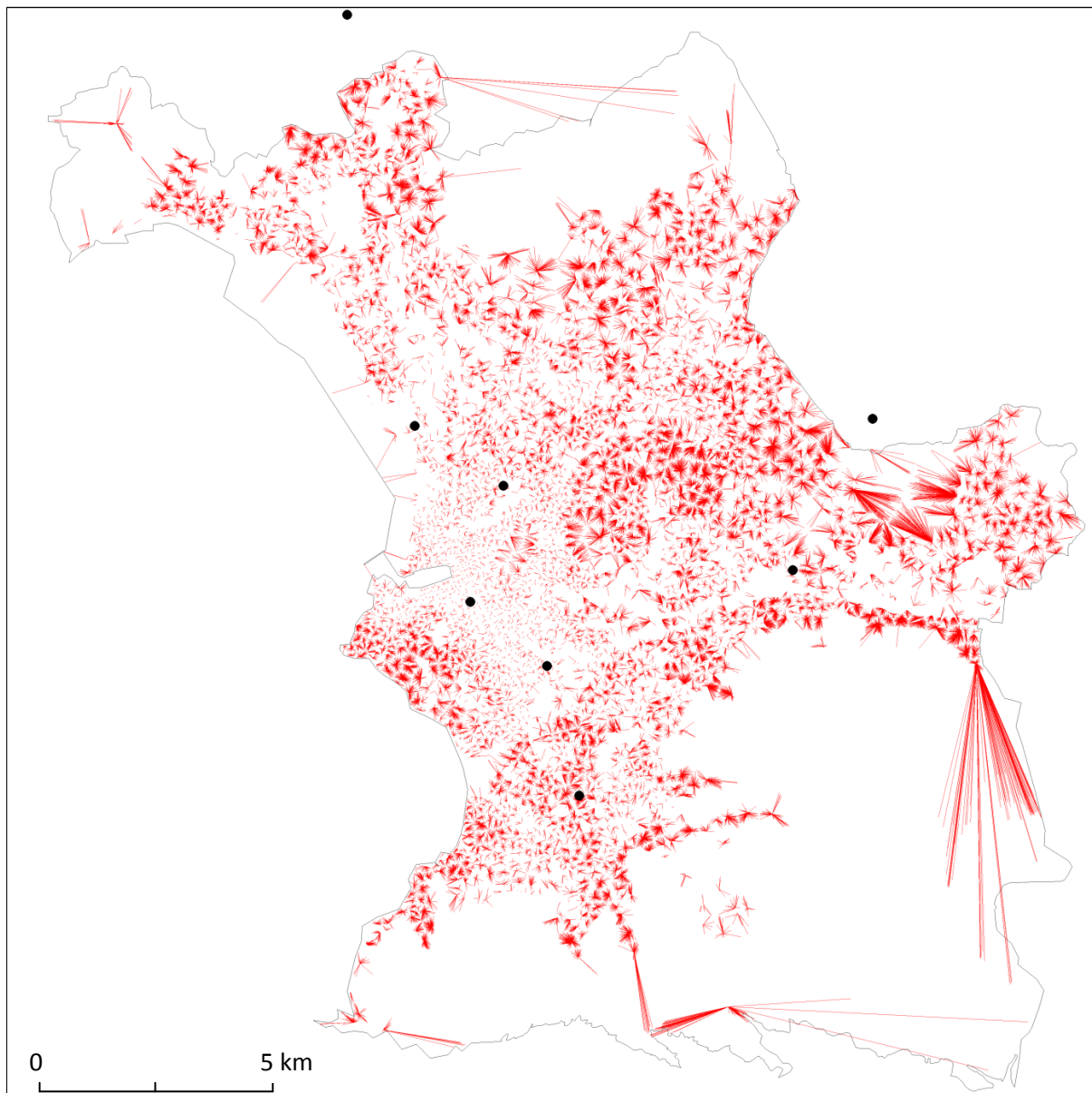
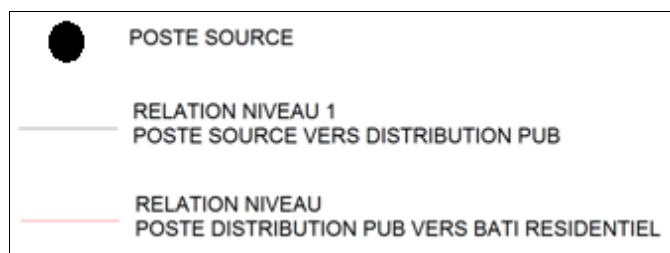
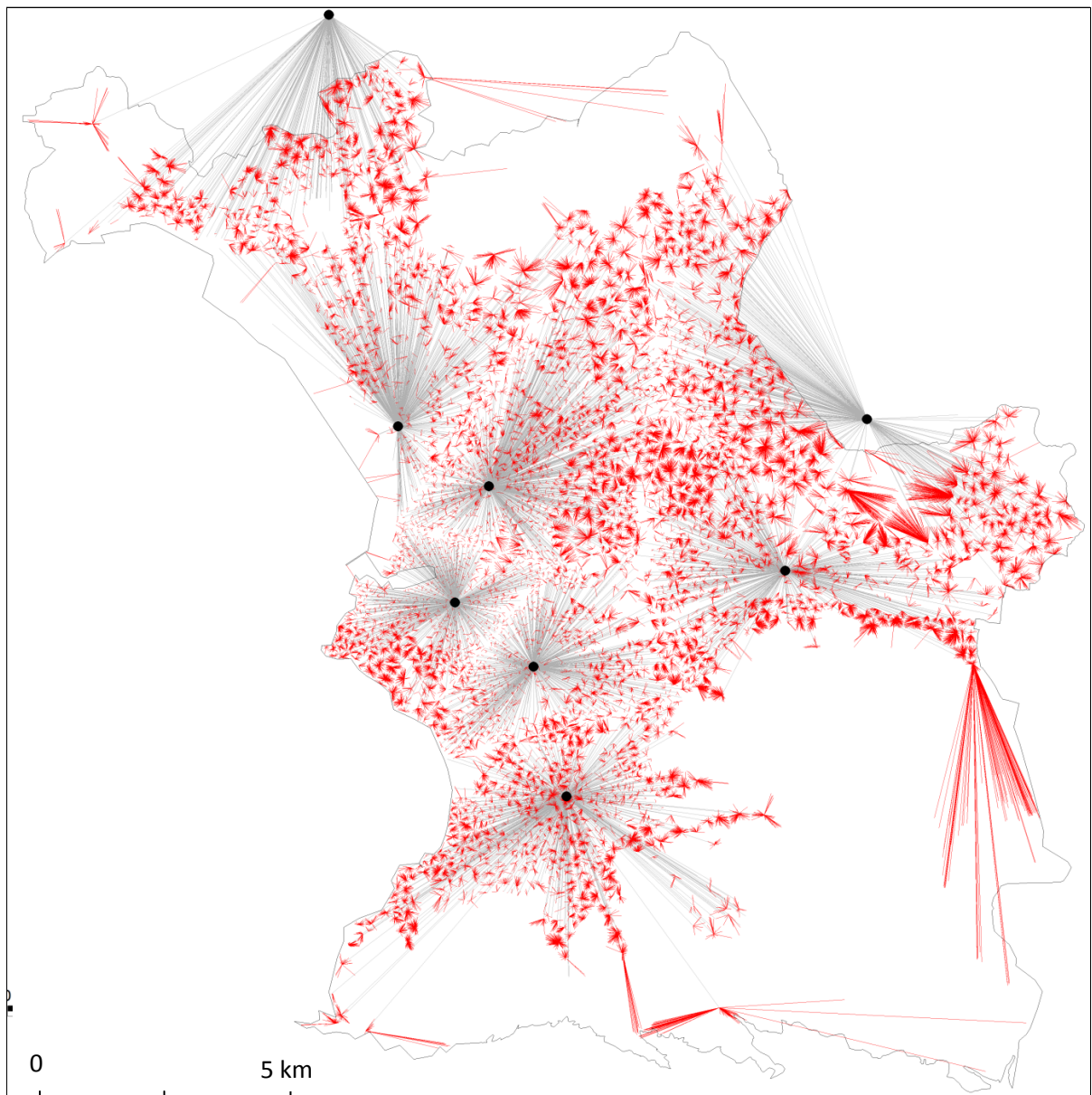


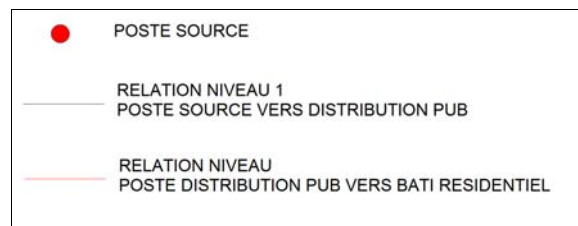
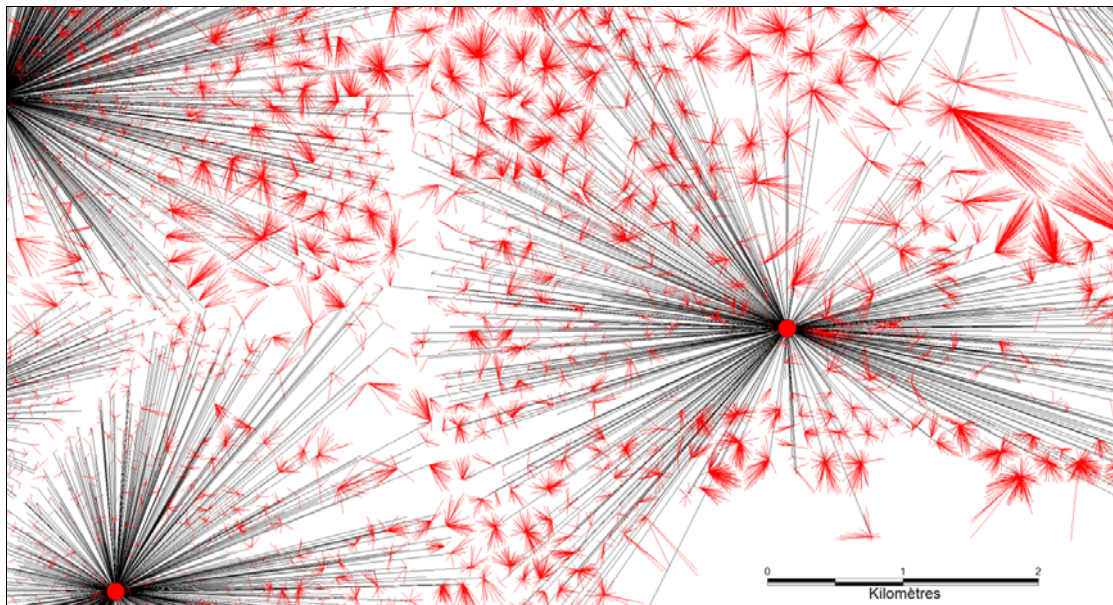
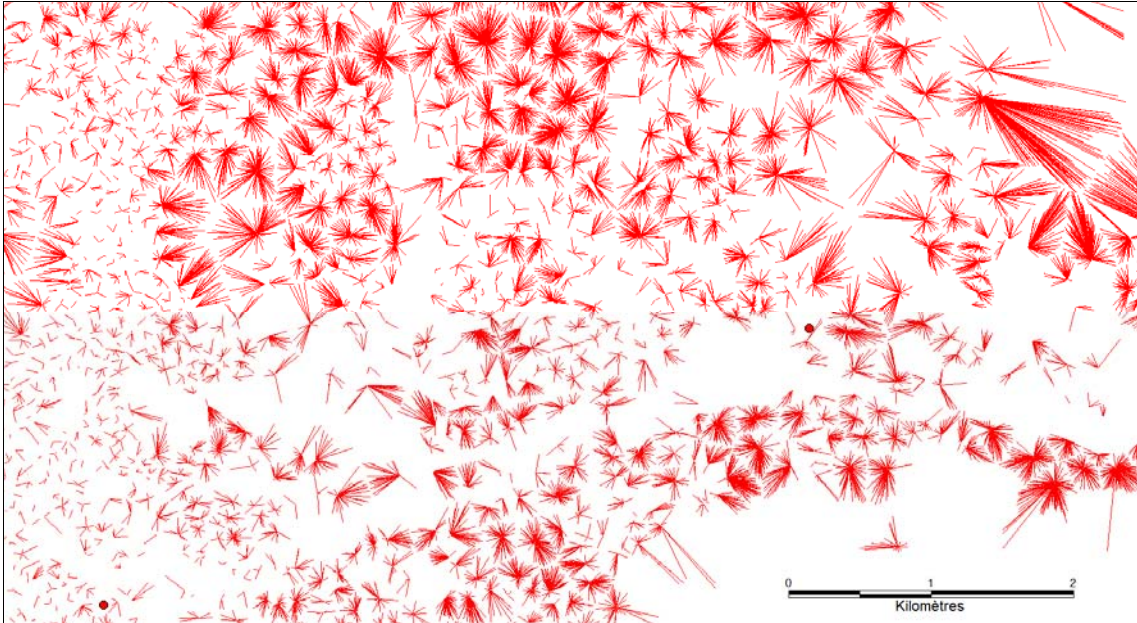
Figure 43 : Raccordement des nœuds du réseau de distribution publique aux 57 000 nœuds des bâtiments résidentiels.



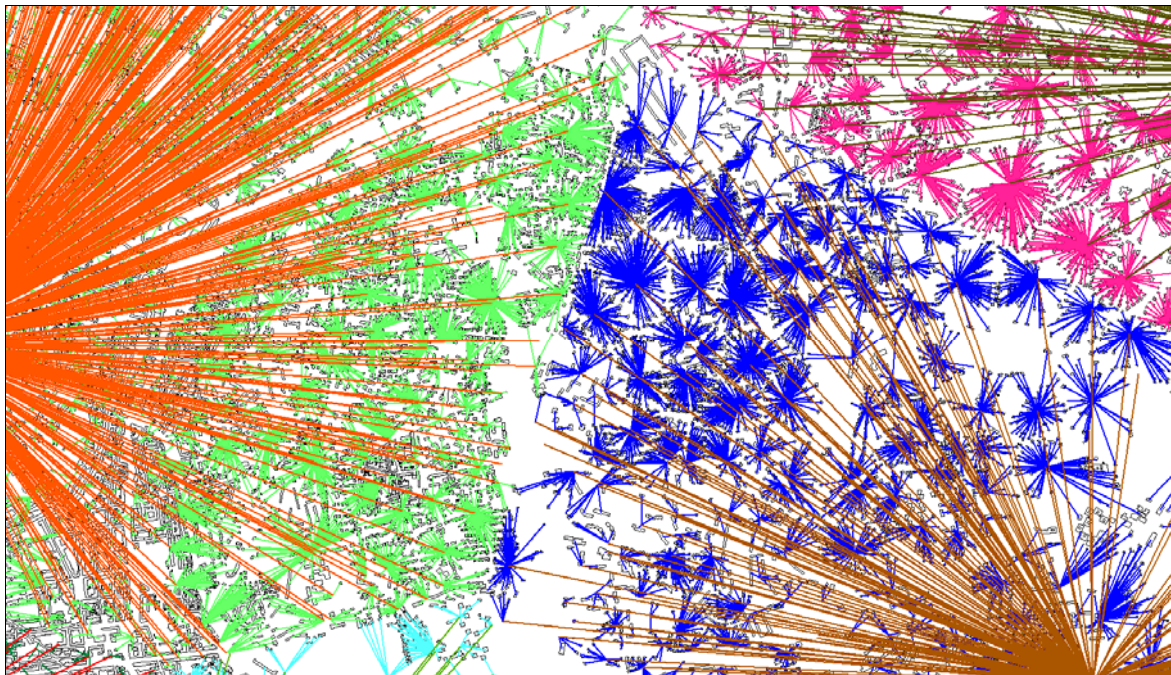
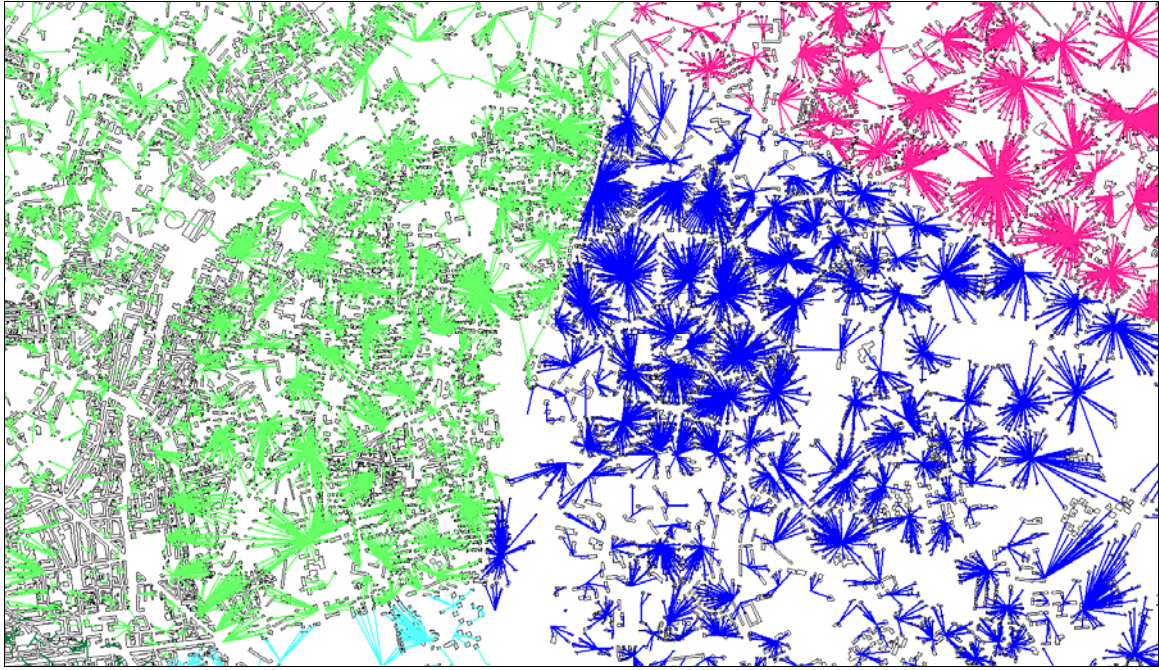
Carte 23 : Raccordement des 3567 nœuds du réseau de distribution publique aux 57 000 nœuds de bâtiments résidentiels.



Carte 24 : Raccordement des 3567 nœuds du réseau de distribution publique aux 57 000 nœuds de bâtiments résidentiels, et raccordement des 8 postes sources aux 3567 nœuds du réseau de distribution publique.



Carte 25 : Raccordement des 3567 nœuds du réseau de distribution publique aux 57 000 nœuds de bâtiments résidentiels, et raccordement des 8 postes sources aux 3567 nœuds du réseau de d distribution publique.



Carte 26: Idem que la figure précédente avec différenciation à plusieurs niveaux d'organisations des liens dont on distingue clairement l'imbrication en deux niveaux (les liaisons importantes alimentent des centres de niveau inférieur qui alimentent à leur tour des nœuds inférieurs dans la hiérarchie).

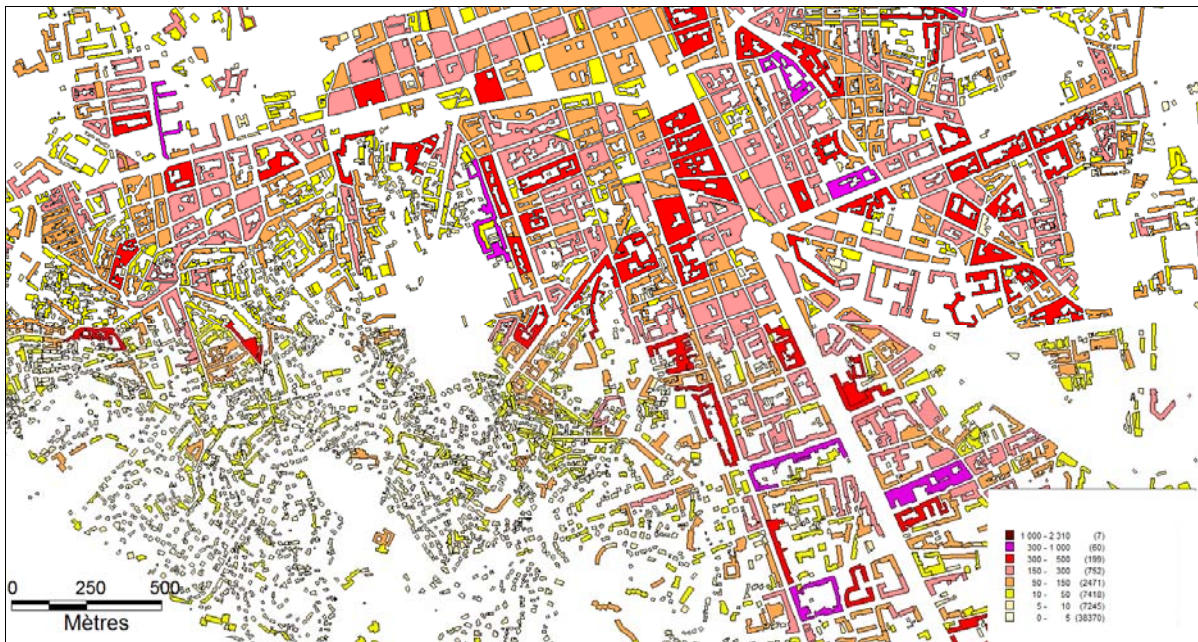
5.1.2 Dépendance électrique et détection des espaces à enjeux humains associés aux systèmes de risques

5.1.2.1 Estimation de la population résidente par bâtiments

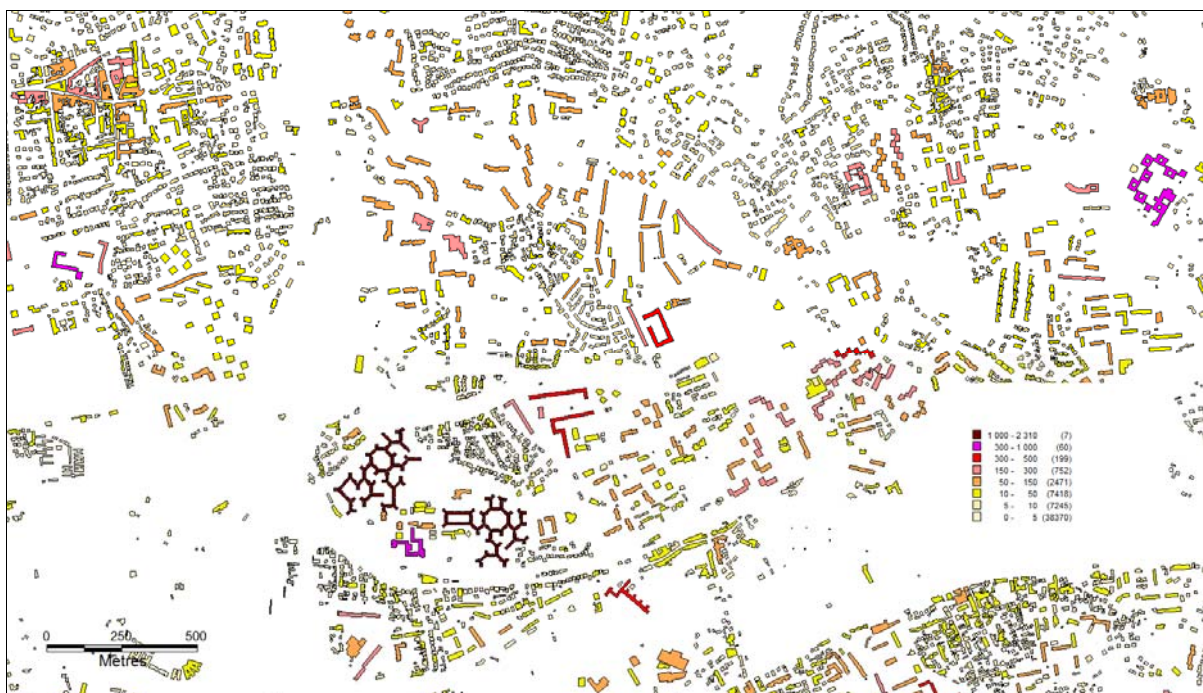
Si la méthode présentée précédemment permet d'établir l'organisation des interdépendances verticales entre un réseau électrique multi-niveau et un système spatial, elle ne nous renseigne pas directement au sujet de l'impact possible du dysfonctionnement d'un des nœuds du réseau électrique sur la stabilité du système territorial et en particulier sur la sûreté des populations. Afin de mieux qualifier le degré de dépendance sociétale associée à une composante du système technique, la première étape a été d'estimer la population résidente dans chaque bâtiment pour attribuer à chaque nœud du réseau électrique en amont, une quantité de population supposée dépendante et donc potentiellement impactée par son dysfonctionnement. Bien qu'imprécise, comme l'est toute estimation, la méthode reprend certaines étapes classiques de méthodes (CERTU, 2005, CETE, 2006) dédiées à ces questions d'estimation des populations à l'échelle des bâtiments, à partir des données de recensement démographique de l'INSEE à l'échelle des ilots, croisée à la base de données géographiques BD Topo de l'IGN. Dans notre cas, elle se décompose en quatre étapes :

1. Calcul du nombre d'étages à partir des informations sur la hauteur des bâtiments (hypothèse qu'un étage équivaut approximativement à 3 mètres, les résultats sont systématiquement arrondis, si la valeur est inférieure à 1.5 alors le résultat vaut 1 si la valeur est supérieure à 1.5 alors le nombre d'étages est 2, et idem pour les autres hauteurs).
2. Cette valeur d'étages croisée avec l'emprise au sol des bâtiments, donne une estimation de la surface habitable par bâtiment.
3. Pour chaque IRIS de la commune de Marseille, la BD Topo et le RGP 99 de l'INSEE, donnent respectivement, la surface des bâtiments dédiés à l'activité résidentielle (les autres types de bâtiments étant exclus) et la population résidente, ce qui permet de calculer la densité résidentielle par IRIS.
4. A l'échelle de chaque bâtiment, la densité d'habitants par mètre carré habitable est fonction de son IRIS d'appartenance, on peut alors en déduire une estimation du nombre d'habitants à partir des résultats des étapes 2 et 3.

Cette valeur de population résidente, calculée en tenant compte de la réalité matérielle et surfacique de la composante spatiale « Bâtiment résidentiel » et de la densité résidentielle par IRIS, est ensuite rattachée aux objets ponctuels (centroïde) associés à chacun de ces bâtiments et donc aux réseaux d'interdépendances verticales identifiés dans la sous-partie sur la criticité. Il est alors possible d'associer à chaque nœud du réseau électrique, quel que soit son niveau dans l'organisation imbriquée, une valeur de population résidente, dépendante, de manière directe ou indirecte en fonction de la population, d'un ou plusieurs bâtiments publics, et associée à un nœud de distribution publique, lui-même associé à un nœud de poste source. Les résultats portés sur les cartes 27 et 28 donnent une estimation du nombre de résidents à l'échelle de chaque bâtiment.



Carte 27 : Attribution des populations résidentes aux bâtiments résidentiels. (zone centre Marseille, Prado).



Carte 28 : Attribution des populations résidentes aux bâtiments résidentiels (zone périphérique).

La représentation sous forme choroplète d'informations brutes dans les cartes précédentes, ne répond pas aux règles de sémiologie graphique, mais a, ici, pour objectif de mettre en avant une certaine cohérence des résultats au vu de la forme des bâtis résidentiels. Sur la carte 27, le nombre important de bâtiments fortement peuplés dans les zones centres tranche avec les zones d'habitat plus dispersé de la partie sud-ouest ; dans la partie sud-ouest de la carte 28, il est à remarquer également, de grands ensembles d'habitation collective avec une forme très

géométrique, qui correspondent d'ailleurs à un des rares ensembles de bâtiments résidentiels (7 au total) dont on estime que la population résidente dépasse le nombre de 1 000 habitants. Sur les deux cartes, sont représentés exclusivement les bâtiments dédiés aux activités résidentielles, selon la classification de la BD Topo ; n'apparaissent donc pas les bâtiments industriels, et commerciaux, ni les bâtiments dits « remarquables » (principalement les lieux de cultes, les enceintes sportives et les bâtiments administratifs).

5.1.2.2. La dépendance électrique, les populations vulnérables et les trajectoires à enjeux des systèmes de risques

Dans la sous-partie précédente, nous avons considéré la population résidente de manière strictement homogène. Néanmoins, il est tout à fait envisageable de mener cette estimation de la population par bâti, en différenciant l'ensemble population (à l'échelle des IRIS ou des îlots), en plusieurs sous-ensembles de populations, d'âge différencié par exemple. Ainsi, il est possible d'en déduire, à l'échelle de chaque poste électrique, par exemple, un nombre supposé de personnes de moins de 3 ans ou de plus de 85 ans, rattaché à chacun des nœuds du réseau électrique. La question de la dépendance électrique des populations peut également être prise en compte d'une manière beaucoup plus ciblée, en s'attachant par exemple à identifier des « chemins » par lesquels pourraient être impactés des bâtiments dont on sait qu'ils accueillent un grand nombre de populations fragiles, et pour lesquels la coupure électrique peut induire des situations de risques vitaux beaucoup plus rapidement et couramment que dans les autres types de bâtiments. Les maisons de retraites ou encore les hôpitaux ont été ici considérés, mais il serait envisageable d'intégrer à l'analyse d'autres bâtiments, les crèches par exemple.

En pratique, les hôpitaux et certaines maisons de retraite sont considérés par ERDF comme des clients dits prioritaires, ainsi lors des délestages volontaires, la ligne associée à leur alimentation ne peut pas être coupée. En revanche, dans le cadre d'une panne consécutive à des endommagements physiques (comme l'ennoiement de postes électriques), ou à l'écroulement total d'un réseau électrique, les gestionnaires ne disposent plus intégralement de cette capacité de contrôle ; il est alors possible que l'alimentation d'un client prioritaire soit rompue. Nous citerons, à titre d'exemples, le cas de l'Hôpital Saint Antoine, à Paris, où, en raison de coupures électriques survenues le jeudi 26 juin 2008, sans événement déclencheur majeur, l'une des deux lignes 20 kV assurant l'alimentation a été rompue, malheureusement, « le groupe électrogène de secours (de l'Hôpital) n'était pas assez puissant pour prendre en totalité la charge électrique d'un câble défaillant » (ERDF) ; ou encore, les cas de l'Hôpital Pourtalès de Neuchâtel, le 5 novembre 2006, et de l'Hôpital Edouard Herriot, de Lyon, le 26 septembre 1998, où un incident ponctuel sur une ligne du réseau de distribution en amont de l'hôpital a généré une coupure électrique dans une partie ou dans l'intégralité de l'établissement.

Pour Marseille, ERDF n'a pas été en mesure de nous communiquer d'informations précises sur les coupures électriques observées dans le passé à l'échelle de la commune. Nos recherches dans la presse récente, ont relevé une panne électrique de quelques secondes, en janvier 2007, à l'Hôpital de la Timone. La très faible durée de la coupure, contrairement aux

cas précédents, s'explique par le bon fonctionnement du système de secours de l'alimentation électrique. La cause de cette coupure reste incertaine mais semble due, d'après la presse et les gestionnaires électriques, à une « tentative de vol de câbles électriques » (en cuivre), liés à l'alimentation de l'hôpital.

Par ailleurs, la presse fait assez régulièrement état de coupures électriques dans les quartiers du VIII^{ème} arrondissement, au sud de la ville, dans les quartiers du Prado, et de Pointe Rouge en particulier. Ces coupures, qui concernent généralement entre 1 000 et 5 000 clients, peuvent être liées à des défaillances du réseau moyenne tension. Tel est le cas de la coupure du 20 juillet 2008 survenue dans le secteur du Prado, et qui se démarque à double titre, d'une part, en raison de sa durée, avec 3000 clients coupés pendant près de 24 heures, du fait de l'endommagement d'une ligne 20 kV au départ du poste source de Rabatau et d'autre part, par le fait qu'elle a été suivie d'une nouvelle panne, deux jours plus tard, ce qui a été, d'après les témoignages, assez mal vécu par les habitants de ces quartiers ; certains se sont plaints, dans la presse locale, d'« avoir dû jeter deux fois en trois jours le contenu de leur congélateur ».

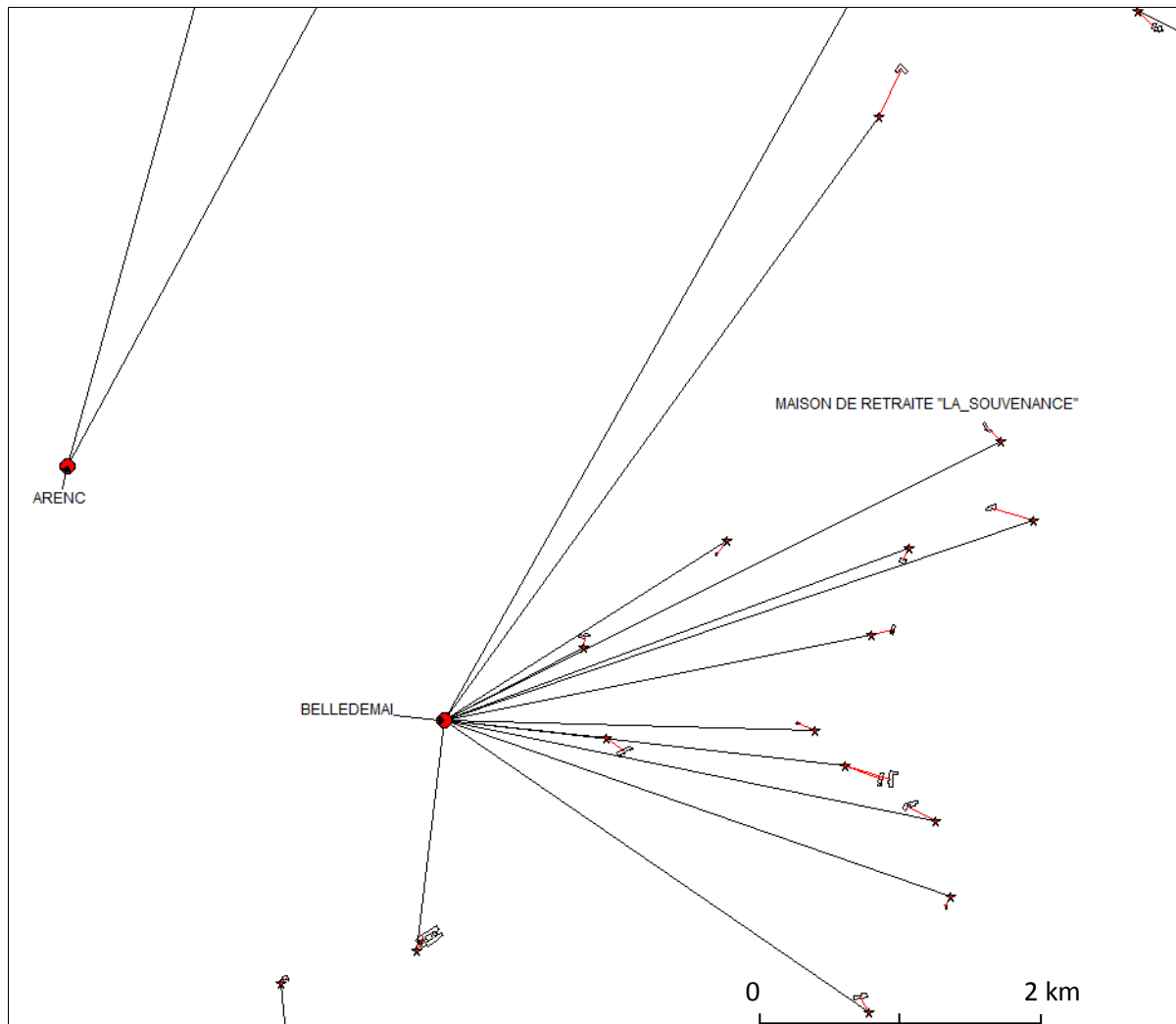
La coupure électrique du 23 août 2012 impacte à nouveau cet arrondissement de Marseille mais dans les quartiers de Pointe Rouge et des Goudes ; au cours de cette nouvelle coupure, « chose rarissime : dans un premier temps, le générateur principal est tombé en panne. Dans une seconde phase, celui de secours mis en route, s'est à son tour arrêté. » (Journal La Provence). Même si pour chaque évènement, des circonstances et des défaillances qualifiées de « rarissimes » apparaissent, il semble pourtant qu'il existe bien dans certaines zones de la ville, une récurrence des coupures électriques.

La création des bases de données géographiques sur les hôpitaux et les maisons de retraite est réalisée à partir de recensements et de sources diverses, Mairie de Marseille, annuaire sanitaire et social des EHPAD (Etablissement d'Hébergement pour Personnes Agées et Dépendantes), complété par des recherches internet et téléphoniques pour localiser certaines maisons de retraite. La précision spatiale des données est forte puisqu'à partir de l'information sur l'adresse de chacun de ces établissements, les maisons de retraite et les hôpitaux sont rattachés directement à l'échelle des bâtiments de la BD Topo. Un hôpital comprend fréquemment plusieurs bâtiments alors que les maisons de retraite sont généralement rattachées à un bâtiment unique. Pour chaque bâtiment, on considère également des informations quantitatives sur les capacités d'accueil de la maison de retraite et le nombre de lits disponibles dans l'hôpital.

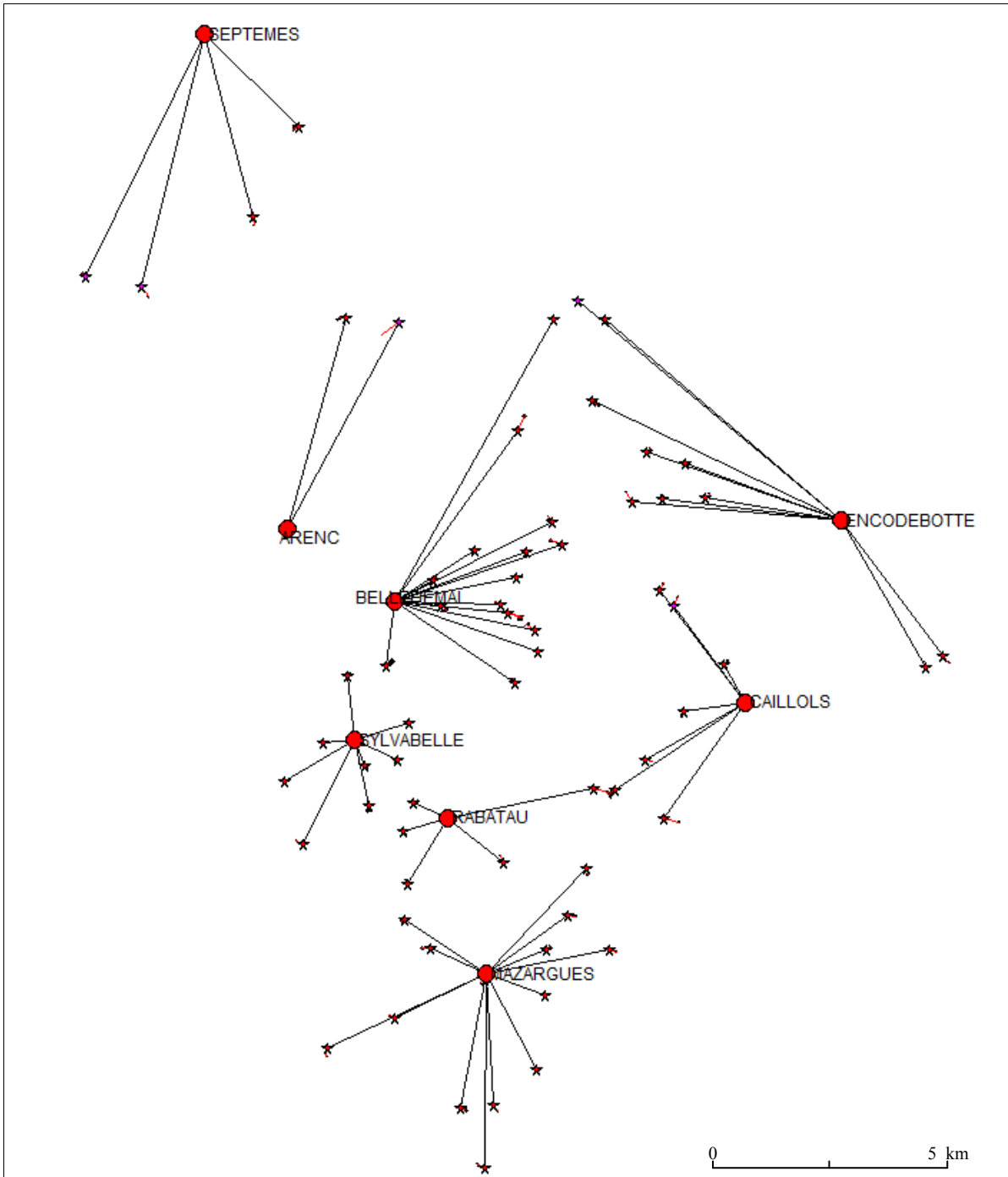
Dans le cas des maisons de retraite, l'alimentation électrique des 67 bâtiments identifiés (plus de 5 600 places d'accueil) s'appuie sur le réseau électrique de distribution publique, on considère alors la localisation des centroïdes de ces bâtiments en prenant le pavage de Voronoï en 3 567 cellules (carte 21) comme périmètre d'appartenance de référence.

Les maisons de retraite sont alors raccordées aux réseaux d'interdépendance et il est envisageable de connaître pour chacune de ces maisons de retraite, le poste de dépendance à l'échelle des niveaux 1 et 2 de l'organisation du réseau électrique (carte 29 et 30). De même, il est possible à l'échelle de chaque poste électrique, de détecter la présence de composantes territoriales dont on suppose qu'elles possèdent une forme de fragilité particulière et de

dépendance électrique accrue. La détection des trajectoires permettant d'affecter ces cibles fragiles permet alors d'envisager leurs risques indirects ; par exemple, une maison de retraite peut se situer nettement en dehors d'un périmètre inondable, tout en étant dépendante d'une ou deux composantes qui sont en revanche comprises dans ce périmètre ; de fait, la maison de retraite ne fait pas partie du périmètre de risque inondation, mais fait pleinement partie du système spatial associé au système de risque inondation.

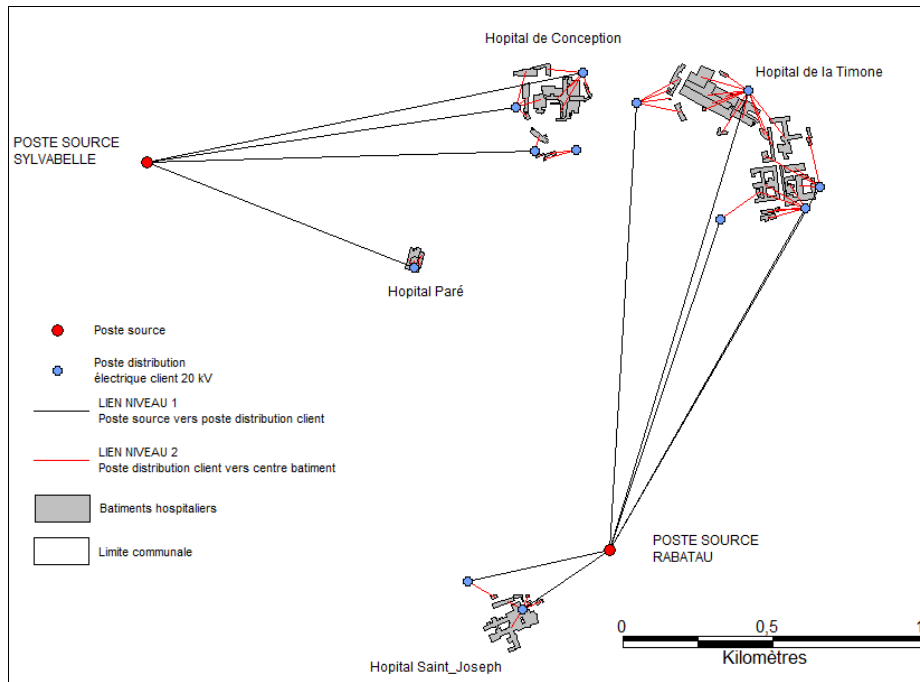


Carte 29: Les interdépendances entre le poste source Belle de Mai, 14 nœuds du réseau de distribution publique et 15 maisons de retraite.

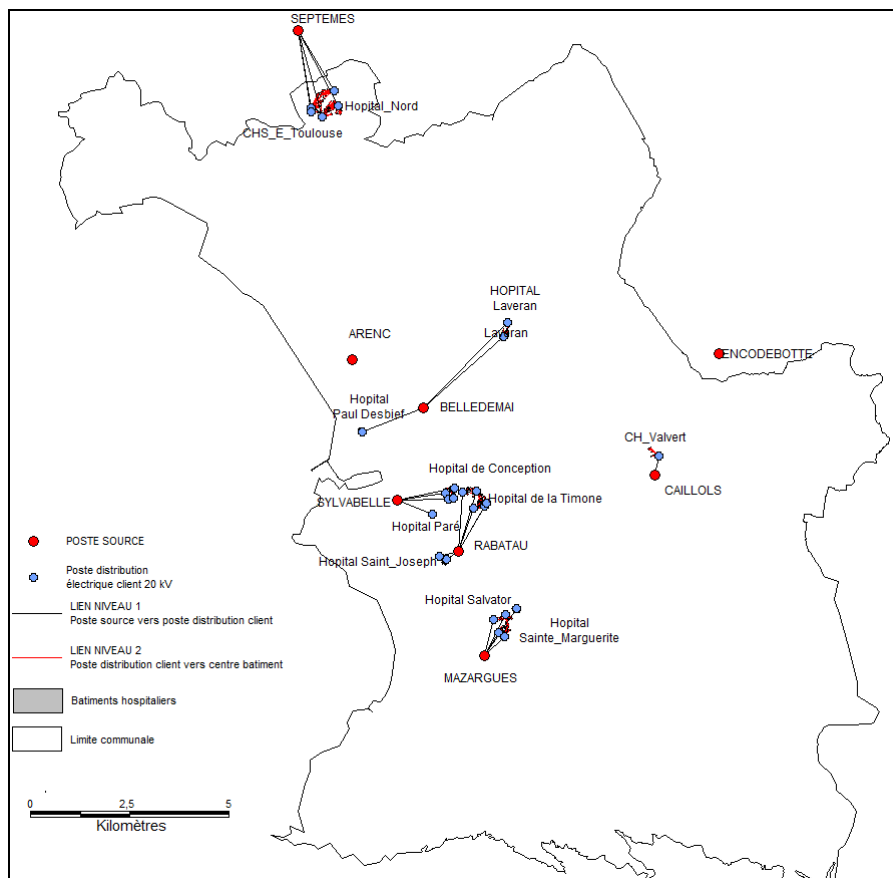


Carte 30 : Les interdépendances entre les 8 postes sources, les 62 postes de distribution publique et les 67 maisons de retraite à l'échelle de la ville de Marseille.

Dans le cas des hôpitaux (carte 31 et 32), étant donné que l'alimentation électrique s'appuie sur le réseau moyenne tension, les bâtiments sont raccordés en fonction de leur appartenance aux 920 cellules de Voronoï, associées aux 708 postes clients industriels et 212 postes mixtes. Certains hôpitaux de taille importante, comme l'Hôpital de la Timone de la carte 31, qui compte plusieurs bâtiments, peuvent être reliés à plusieurs postes clients, tout comme un même poste client peut alimenter plusieurs bâtiments d'un même hôpital.



Carte 31 : Les interdépendances entre les postes sources de Rabatau et de Sylvabelle, les postes clients 20 kV et les hôpitaux Saint Joseph, de la Timone, de la Conception et Paré.



Carte 32: Les liaisons entre les postes électriques et les hôpitaux, trajectoires à enjeux de dépendance des systèmes de risques.