

La mesure de l'accessibilité géographique : un outil d'analyse des territoires et d'aide à la décision

L'accessibilité affecte notre style de vie et le bien-être économique de nombreuses façons. Elle agit sur l'évolution du paysage urbain, la ségrégation sociospatiale, et l'essor (ou le déclin) des régions.

L'extension urbaine des trente dernières années (périurbanisation, rurbanisation...) a été permise par la conjonction de différents facteurs : motorisation croissante des ménages, faible coût de l'énergie, spéculation foncière, politique volontariste dans le domaine des infrastructures de transports...

Dans le même temps, la répartition des équipements et des emplois s'est adaptée à ces nouvelles conditions, les centres commerciaux et les zones d'activités se connectant aux autoroutes en périphérie des centres urbains historiques. L'automobile devient le mode dominant, si ce n'est exclusif pour un grand nombre d'individus, de la mobilité quotidienne.

Dans ce contexte, il est permis de s'interroger sur l'adéquation entre accessibilité des territoires ou plus précisément des terrains urbanisés, et accessibilité aux équipements ou aux emplois. Au cœur de cette question apparaissent les notions d'efficacité économique, de service rendu aux usagers et de développement durable des territoires.

Qu'est-ce que l'accessibilité géographique ?

1 – Les enjeux de l'accessibilité géographique

Depuis le début de la révolution industrielle, l'urbanisation a été une composante importante de l'organisation sociale. Le passage d'une économie agraire à une économie fondée sur la production et les services a apporté les bénéfices de l'accessibilité, qui à leur tour ont fait progresser le taux d'urbanisation. Les villes ont facilité l'accès à l'énergie et permis le développement d'activités complémentaires dans des lieux géographiquement proches, le développement d'infrastructures pour les connecter aux principaux réseaux de transport, et la création d'un environnement favorisant l'échange efficace des biens et des informations.

Au cours du XX^{ème} siècle, l'urbanisation a été accompagnée par un phénomène de déconcentration grandissant pour les villes, phénomène connu sous le nom d'expansion urbaine. Cette déconcentration a été augmentée par une succession d'innovations dans les transports (comme les voitures, les métros, etc.) qui ont rendu possible des distances de trajet plus importantes sur une base quotidienne.

Dès 1950, les mesures d'accessibilité ont été utilisées comme de bons moyens de prévision pour le développement urbain autour des grandes aires métropolitaines. (Hansen, 1959)

Différentes catégories socio-économiques ont souvent des niveaux d'accessibilité différents. Comment rendre les emplois en périphérie de ville plus accessibles aux résidents du centre-ville (et notamment aux personnes défavorisées), de même que rendre les emplois et équipements des centres-villes accessibles aux populations résidant en dehors du centre, est devenu une préoccupation majeure.

L'accès aux sites d'emplois a ainsi été pendant longtemps un des objectifs principaux des planificateurs de transports urbains. Cependant, au cours de ces dernières années, le nombre de trajets qui ne concernent pas le travail a fortement augmenté, voire a dépassé le nombre de trajets domicile-travail. L'amélioration du niveau de vie et l'évolution sociétale depuis la période de l'après-guerre, ainsi que la péri-urbanisation de la population, ont conduit à une demande croissante de déplacements pour les loisirs et les services. La plupart de ces déplacements se font en voiture. Ces tendances ont donc eu pour résultat une utilisation accrue des réseaux de transport pour des déplacements qui ne concernent plus le travail, contribuant ainsi à un élargissement des périodes de pointe.

2 – Définition

En géographie, l'accessibilité d'un lieu est généralement définie comme la plus ou moins grande facilité avec

laquelle ce lieu peut être atteint à partir d'un ou de plusieurs autres lieux, par un ou plusieurs individus susceptibles de se déplacer à l'aide de tout ou partie des moyens de transport existants. (Morris et al, 1979) Ainsi, l'accessibilité ne renvoie pas uniquement à la seule possibilité d'atteindre ou non un lieu donné, mais elle traduit également la pénibilité du déplacement, la difficulté de la mise en relation appréhendée le plus souvent par la mesure des contraintes spatio-temporelles.

De ce fait, l'accessibilité va dépendre non seulement de la position géographique respective des lieux d'origine et de destination, mais également du niveau de service offert par le ou les systèmes de transport utilisés pour accomplir le déplacement.

Dans le cas des transports individuels, auxquels on rattachera la marche à pied, le niveau de service offert est essentiellement fonction :

- de la **structure du réseau** (linéaire parcouru, sinuosité, configuration des voies, nombre et mode de gestion des intersections),
- de la **qualité des infrastructures**, appréhendée par leurs caractéristiques techniques (nombre et largeur des voies, aménagement des accotements, existence d'un séparateur central de chaussées, etc.),
- des **contraintes topographiques** (pente, présence d'une rivière qui oblige à se rendre au pont le plus proche pour pouvoir passer de l'autre côté, etc.),
- des **réglementations en vigueur** (limitations de vitesse, sens interdits, etc.),
- des **caractéristiques techniques du véhicule utilisé** (ou, pour opérer le parallèle avec la marche, de la condition physique de l'individu),
- de la **congestion** qui perturbe le fonctionnement du système et fait ainsi varier la qualité du service selon les jours de l'année et les heures de la journée.

En ce qui concerne les modes collectifs, aux six facteurs explicatifs précédents s'ajoutent :

- le **schéma de service en vigueur** tenant compte des règles de sécurité (nœuds desservis, fréquence de la desserte et horaires de circulation),
- le **taux de remplissage du véhicule** qui peut en interdire l'utilisation lorsque la capacité maximale est atteinte dans le cas des systèmes de transport à réservation obligatoire.

Une approche qualitative complète devrait amener à tenir également de la fiabilité du réseau (retard moyen constaté, taux de pannes, etc.)

3 – Mesurer l'accessibilité : une approche par isochrones

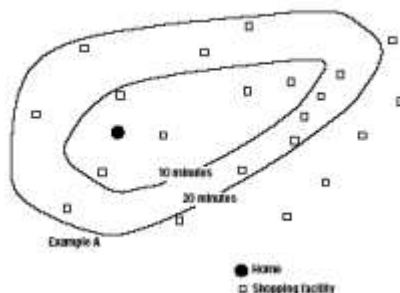
La définition de l'accessibilité énoncée ci-dessus renvoie à des critères spatio-temporels d'évaluation. Cependant d'autres critères pourraient être envisagés : économiques, esthétiques, paysagers, environnementaux, touristiques, etc. Ainsi le niveau d'accessibilité observé est étroitement lié aux critères de mesure retenus. De plus, il existe un grand nombre d'indicateurs, souvent complémentaires, permettant d'évaluer l'importance relative des différentes composantes explicatives de l'accessibilité. Le point commun entre la plupart de ces indicateurs réside dans le calcul préalable des plus courts chemins suivant une logique donnée (minimisation du temps de trajet, de sa longueur, de son coût, etc.).

Mesurer l'accessibilité requiert des informations non seulement sur le trajet mais également sur l'emplacement des destinations. Des mesures simples peuvent être fondées sur la distance, le temps de trajet ou le coût du trajet d'un endroit donné à un certain nombre d'autres endroits.

L'un des plus simples indicateurs d'accessibilité est la méthode par isochrones.

Un isochrone est une ligne sur une carte qui joint des points d'égal temps de trajet à partir d'un point de référence donné.

Un exemple d'isochrones est donné ci-après : le point de départ est la résidence d'une personne (« home ») et on a ajouté sur la carte les différents commerces présents à proximité (« shopping facility »). Sur cette carte, on peut ainsi déduire le nombre de commerces situés à moins de 10 minutes de la maison (ici il y en a cinq).



Les isochrones peuvent être non-uniformes. Plusieurs facteurs influent sur leur forme, tels que :

- la structure du réseau de transport, qui peut faire qu'il sera possible de se déplacer plus rapidement dans certaines directions que d'autres
- le mode de déplacement utilisé ; ainsi une isochrone à 10 minutes (donc tous les lieux qui peuvent être atteints en moins de 10 minutes) aura une surface plus importante si on considère la voiture que si on considère des déplacements en marche à pied.

L'intérêt de l'utilisation des isochrones pour évaluer l'accessibilité est multiple. Tout d'abord une approche visuelle permet une compréhension plus immédiate que, par exemple, un tableau de chiffres. Ensuite, on peut ainsi mettre en évidence les caractéristiques du réseau de transport et de la répartition des équipements. Cela offre une aide non négligeable si l'on veut organiser un développement harmonieux et équitable d'un territoire, améliorer la qualité d'une offre de transports ou évaluer la faisabilité d'un transfert modal par exemple. D'autres utilisations, comme l'estimation de la population comprise dans chaque isochrone, se révèlent également riches d'enseignement.

4 – Deux systèmes différents : modes de transports individuels et modes de transports collectifs

Le calcul de temps de parcours, qui sert de socle à la réalisation d'isochrones, passe par une modélisation du réseau de transport du territoire observé. Les méthodes employées pour réaliser cette modélisation sont multiples et dépendent principalement du mode de déplacement (marche à pied, vélo, voiture, transports en commun).

On différencie les modes de transport individuels (voiture, marche, vélo) où la modélisation se fondera essentiellement sur des vitesses affectées aux tronçons, des modes collectifs (bus, train).

Un réseau de transport individuel se caractérise par une continuité spatiale (quasiment n'importe quel point du territoire est desservi) et une continuité temporelle (le réseau est utilisable en permanence ; seul le temps de parcours pourra varier, en fonction notamment des jours et périodes horaires).

Dans l'avenir, l'introduction de mesures d'optimisation de l'utilisation des réseaux routiers (régulation de trafic, gestion dynamique des voies, restrictions d'accès ou de vitesse liées à la réduction des pollutions, etc.) pourrait remettre en cause ces approches simplifiées.

Un réseau de transports en commun (TC), a contrario, est caractérisé par une discontinuité spatiale (seuls les arrêts d'une ligne de TC sont desservis) et par une discontinuité temporelle (un arrêt n'est desservi qu'à

certaines horaires, et le réseau fonctionne selon des fréquences variables, voire ne fonctionne pas à certaines heures ou certains jours).

Les conditions de rabattement sur le réseau TC sont aussi importantes à décrire pour permettre une évaluation globale de l'accessibilité TC.

Calcul d'un temps de parcours selon le mode de transport utilisé : grands principes

La voiture

Le calcul d'isochrones repose sur plusieurs données d'entrée :

- des destinations (aménités) ;
- un réseau routier ;
- des vitesses affectées sur le réseau routier selon ses caractéristiques.

Une approche normative¹ est mise en œuvre avec pour objectif de reproduire l'effet de l'heure de pointe et de tenir compte de l'impact de la « taille » des villes sur les vitesses de parcours. La méthode² consiste à modéliser la circulation sur le réseau routier, en affectant des vitesses sur les tronçons en fonction :

- du type de voie concerné,
- du contexte urbain du réseau routier,
- de la congestion dans les aires urbaines (en fonction de la taille de l'aire urbaine).

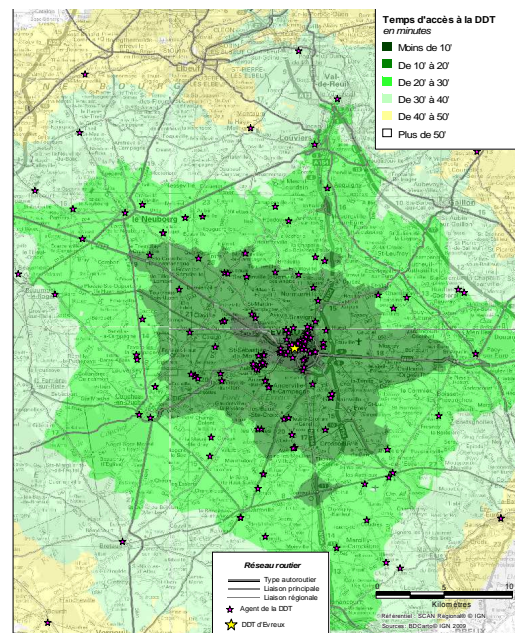
Le réseau routier est croisé avec une couche d'occupation du sol. Trois types d'espaces sont distingués :

- la commune-centre des aires urbaines ;
- les espaces agglomérés (tache urbaine) ;
- les autres espaces (hors tache urbaine).

L'objectif est d'identifier le réseau routier propre au milieu urbain, permettant de caractériser des conditions particulières de trafic (congestion du réseau, feux de circulation en milieu urbain, etc.). Cette opération permet ainsi de mieux tenir compte de la diversité des situations dans l'aire urbaine.

Exemples de vitesses en Heure Creuse (HC) et Heure de Pointe (HP) pour l'aire urbaine de Rouen

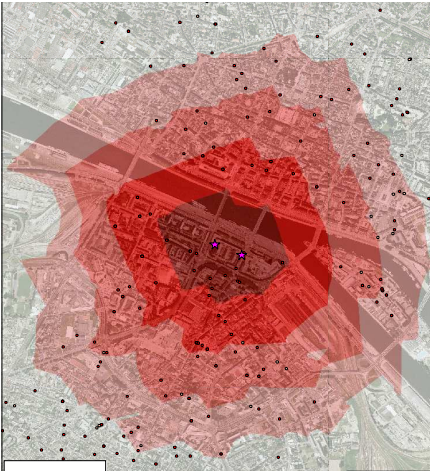
Type d'espace	Vocation	HC	HP
Commune centre	Autoroutier	65	35
	Liaison principale	30	16
	Liaison régionale	25	14
	Liaison locale	20	11
Tâche urbaine	Autoroutier	70	53
	Liaison principale	40	28
	Liaison régionale	30	19
	Liaison locale	20	12
Périurbain	Autoroutier	130	118
	Liaison principale	85	76
	Liaison régionale	70	62
	Liaison locale	60	52
bretelles		60	42



1 JACQUOT M., ROBIN FX, TOUGARD C., Accessibilité dans les aires urbaines, Proposition pour une approche normative des vitesses, CETE Normandie-Centre, 2004.

2 Programme Interfaces Urbanisme-Déplacements (Observation de la mobilité et des dynamiques urbaines – IUD8, Indicateurs d'accessibilité automobile aux équipements structurants des aires urbaines, CETE NC, 2007.

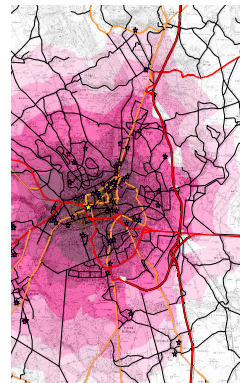
La marche à pied



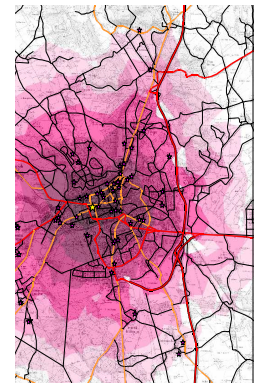
Le calcul de temps de parcours et d'isochrones pour la marche à pied repose, comme pour la voiture, sur l'affectation de vitesses sur un réseau piéton. On considère qu'un piéton aura la même vitesse sur l'ensemble des tronçons qui lui sont accessibles, la vitesse sera donc la même sur tout le réseau, quel que soit le contexte urbain. La vitesse de marche couramment admise est de 4 km/h. Les escaliers ou passerelles peuvent faire l'objet d'un traitement spécifique (vitesse de 1 km/h par exemple). L'utilisation d'un réseau le plus fin possible est recommandée (type BDTopo de l'IGN) pour décrire au mieux la perméabilité des îlots. Il faudra veiller à supprimer les tronçons interdits aux piétons (par exemple les autoroutes ou les pistes cyclables) et à bien repérer les coupures urbaines imperméables (fleuves, voies ferrées, etc.).

Le vélo

Le principe d'affectation des vitesses reste le même que pour la marche. En revanche, le relief peut avoir un effet important sur les vitesses pratiquées, et sa prise en compte peut être décisive. On pourra de ce fait calculer les pentes des tronçons utilisables par les vélos, et leur affecter des vitesses différentes selon les cas. La représentation cartographique des isochrones ne sera alors pas similaire selon qu'on s'intéresse à un sens entrant (on se dirige vers un lieu) ou sortant (on part d'un lieu).



Sens entrant



Sens sortant

Les Transports en Commun (TC)

Un réseau de transports en commun fonctionne selon des lignes de bus (ou cars ou trains) et des horaires de passage aux arrêts (qui peuvent différer selon la période de la journée ou de l'année). La modélisation du réseau nécessite de disposer de la géolocalisation des arrêts des TC ainsi que des fiches horaires des lignes de TC.

Le calcul d'un temps de parcours en TC repose sur un algorithme de recherche du plus court chemin (en temps, coût ou distance). La bonne prise en compte des correspondances est l'un des paramètres essentiels de cet algorithme.

Le calcul du temps de parcours s'effectue à partir d'un arrêt de départ, pour atteindre un arrêt de destination, et à un horaire donné. Un temps de parcours TC se compose du temps d'attente initial, des temps à bord des véhicules et des temps de correspondances.

La modélisation du réseau TC constitue le cœur du travail de réalisation d'isochrones et diffère selon le logiciel utilisé. Le CETE Normandie-Centre utilise le logiciel MUSLIW³, développé par Patrick Palmier au CETE Nord-Picardie. Le réseau TC prend la forme d'un fichier texte, dont chaque ligne correspond à un tronçon (codé par un numéro de nœud initial et final) et décrit les horaires de départ et d'arrivée de chaque ligne parcourant ce tronçon.

Le calcul du temps de parcours s'effectue grâce à un fichier demande (format texte) dont chaque ligne décrit une OD (origine/destination) avec une date/heure de départ ou d'arrivée souhaitée.

Le résultat prend la forme d'un fichier texte dont chaque ligne correspond à une OD du fichier demande et

3 http://intra.setra.i2/IMG/pdf/1037w_Musliw.pdf

contient notamment le temps de parcours nécessaire pour effectuer le trajet demandé, à l'horaire demandé.

Cette approche peut être complétée par une description des conditions de rabattement sur le réseau TC, pour mesurer une accessibilité intermodale globale (TC + marche à pied, TC + vélo, TC + voiture).

Exemples d'utilisation

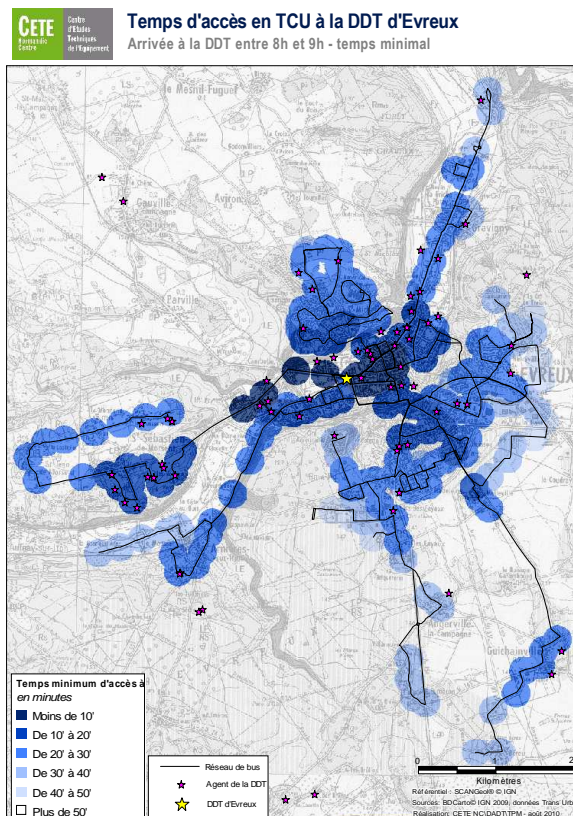
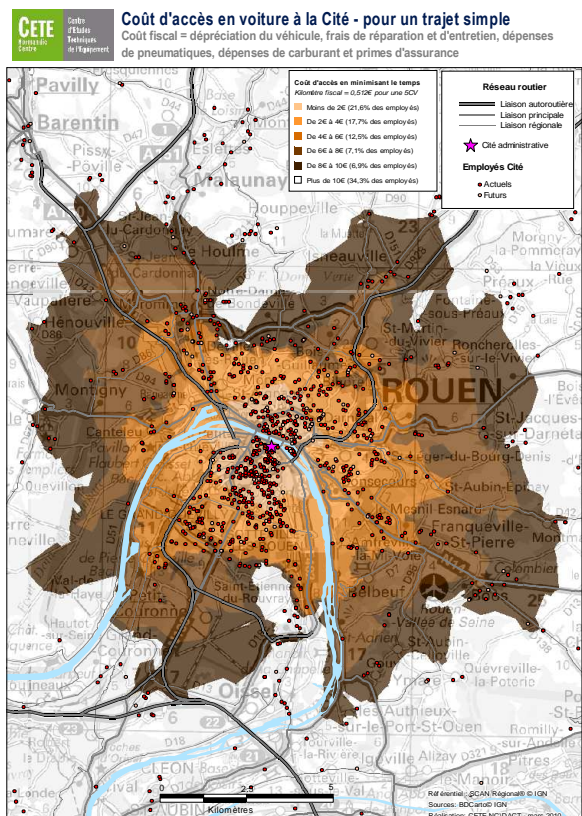
Les Plans de Déplacement (PDE/PDA) : diagnostic d'accessibilité

La LAURE⁴ de 1996 institue la notion de « Plan de Déplacements d'Entreprises ». Cette loi prévoit, parmi les objectifs des Plans de Déplacements Urbains (PDU), « l'encouragement pour les entreprises et les collectivités publiques à favoriser le transport de leur personnel, notamment par l'utilisation des transports en commun et le covoiturage ».

Les PDE suivent en général une méthodologie basée sur une phase de diagnostic, une phase d'études spécifiques en fonction du contexte local et une phase de propositions d'actions.

Dans le cadre de la phase diagnostic, il est possible de distinguer une analyse de la mobilité, d'ordre sociologique (questionnaire, entretiens, etc.), et une analyse de l'accessibilité de l'établissement étudié.

En qualifiant et en quantifiant l'accessibilité des employés à un établissement au niveau de la phase diagnostic du PDE, l'intérêt est de plusieurs ordres : dresser un état des lieux de l'accessibilité au site (temps moyens de transports, situation géographique des employés par rapport à l'établissement, etc.), se donner des objectifs de progrès (report modal, promotion d'un mode de déplacement, etc.) et assurer leur évaluation sur la durée, réaliser des simulations (économies d'émissions de CO2 si la part modale de l'automobile passait par exemple de 75% à 55%, coût global pour l'établissement si une prime kilométrique était accordée aux utilisateurs du vélo en fonction de leur localisation, etc.) et enfin, réaliser un corpus de cartes et de données qui puisse constituer un outil de communication et de négociation, à la fois en direction des employés et des différents partenaires du PDE (Autorité Organisatrice des Transports...).



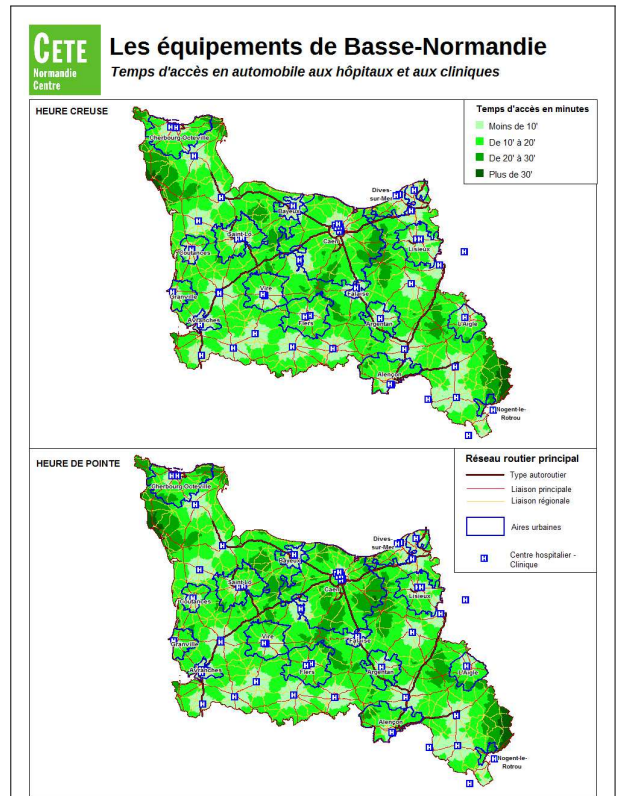
Accessibilité d'un territoire à un équipement

L'accessibilité d'un territoire à une aménité (un équipement public par exemple) repose sur un calcul d'isochrones d'accès à cette aménité.

Elle établit un instantané de l'état d'accessibilité du territoire, et permet notamment de pouvoir comparer des territoires entre eux du point de vue de leur accessibilité.

Elle permet également d'identifier les zones plus ou moins bien desservies (par exemple, dans le cas d'une accessibilité en transports en commun, les zones non desservies par une ligne de TC).

Ce type d'approche peut également permettre de mesurer l'accessibilité à un panel d'équipements susceptibles d'être fréquentés par un habitant (approche normative d'une accessibilité territoriale globale). La fréquentation des différents équipements du panel peut être modulée en fonction de profils familiaux (personne seule, couple bi-actif avec 2 enfants, etc.).



Analyse de l'impact de la délocalisation d'un équipement sur l'accessibilité d'un territoire

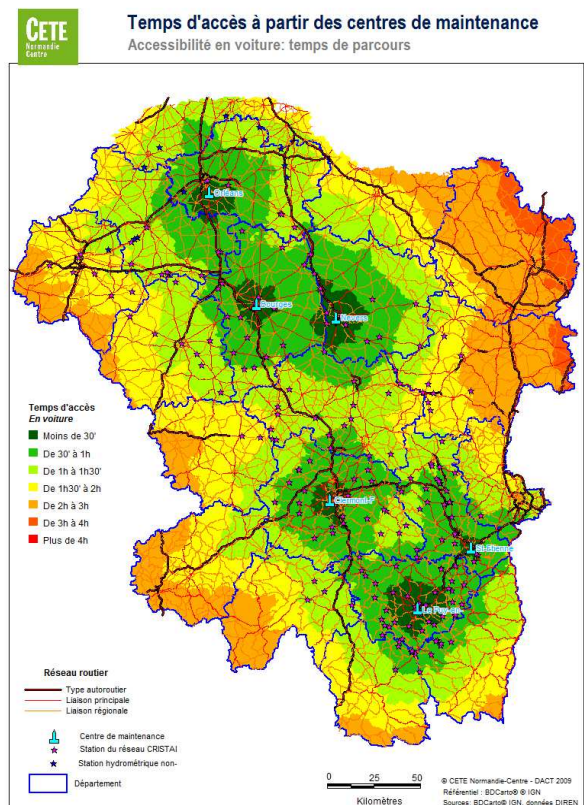
La DREAL (ex-DIREN) Centre gère environ 300 stations de mesure de hauteur d'eau réparties sur le bassin de la Loire en amont de Langeais, de l'Indre, du Cher et de l'Allier, et en assure la maintenance à partir de centres situés à Orléans, Saint-Etienne, Clermont-Ferrand, Puy-en-Velay et Bourges.

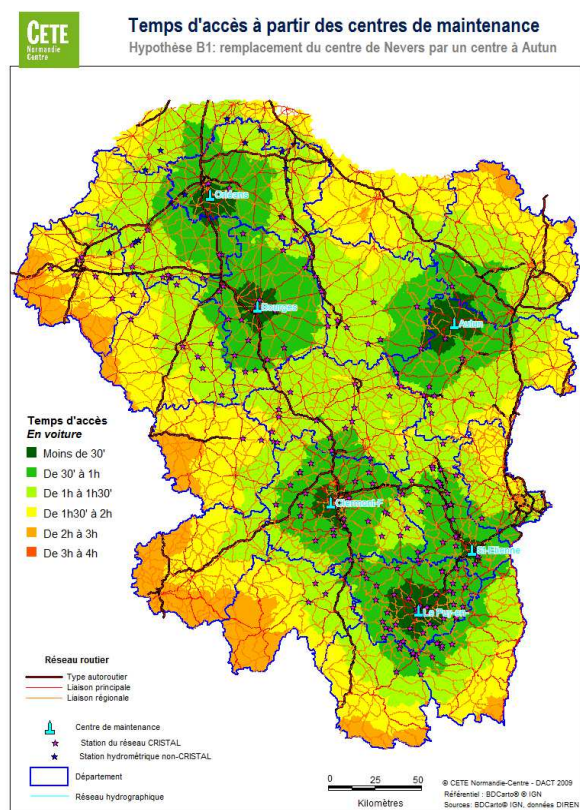
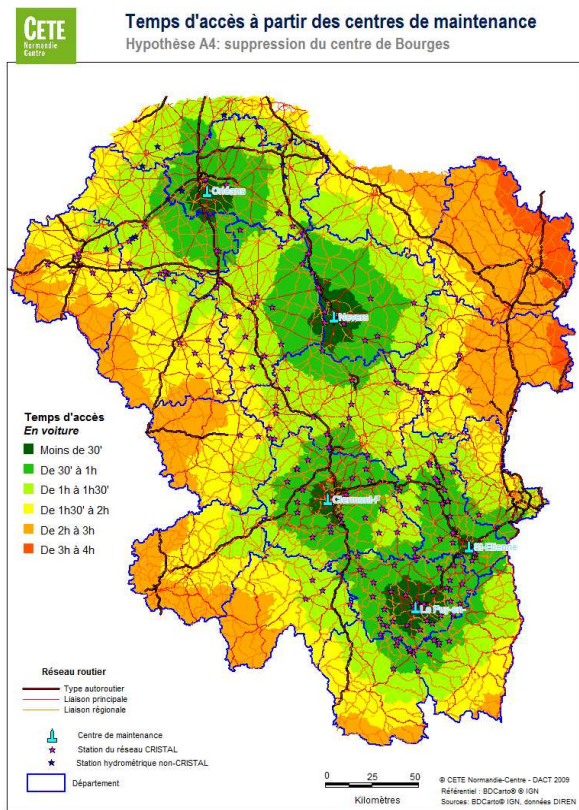
Cette répartition territoriale a pour vocation d'assurer une intervention curative sur les matériels, dans un délai variant de 1 à 4 heures.

Or, la DREAL a été amenée à étudier divers scénarios d'organisation selon deux axes :

- 1) la réduction du nombre de centres de maintenance,
- 2) l'allongement du délai d'intervention curative.

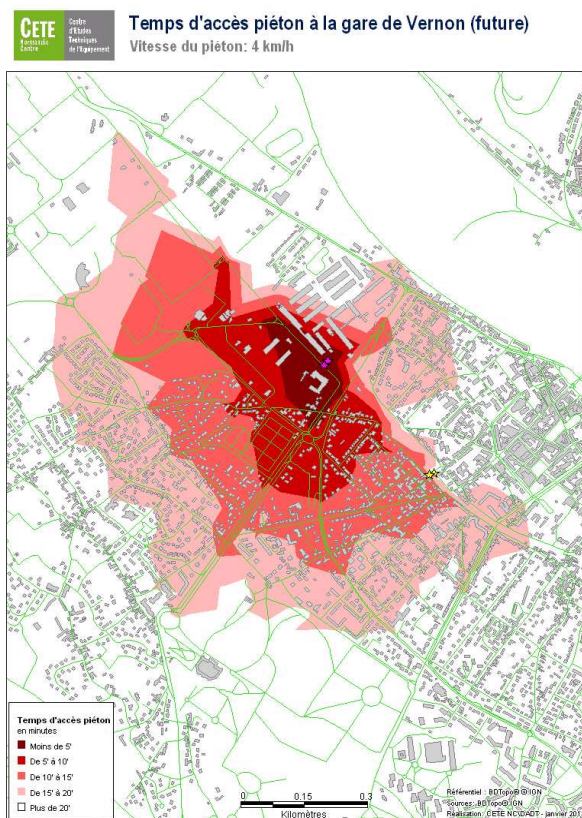
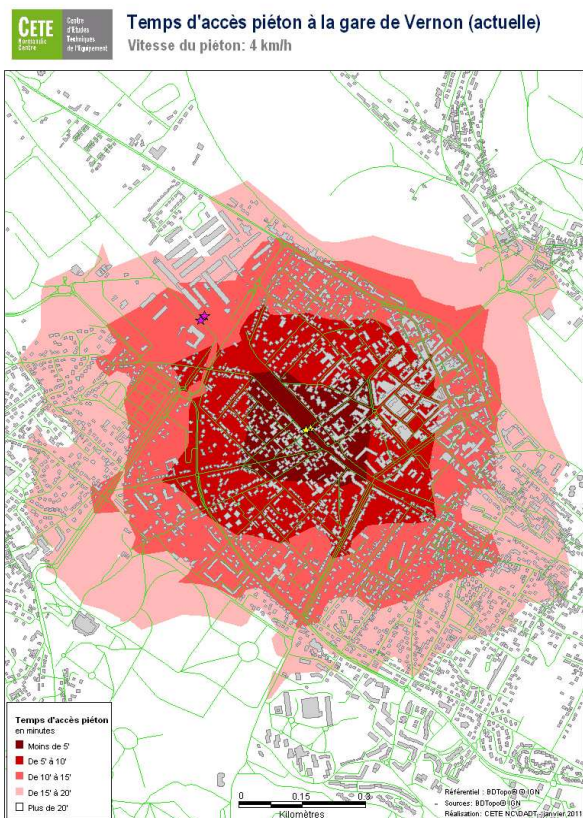
Les temps de parcours entre centres et stations, ainsi que leur représentation cartographique, constituent une donnée fondamentale du problème et permettent non seulement d'illustrer plus clairement la réalité de la situation, mais également de simuler des scénarios.





Impact de la modification d'une infrastructure de TC sur l'accessibilité d'un territoire

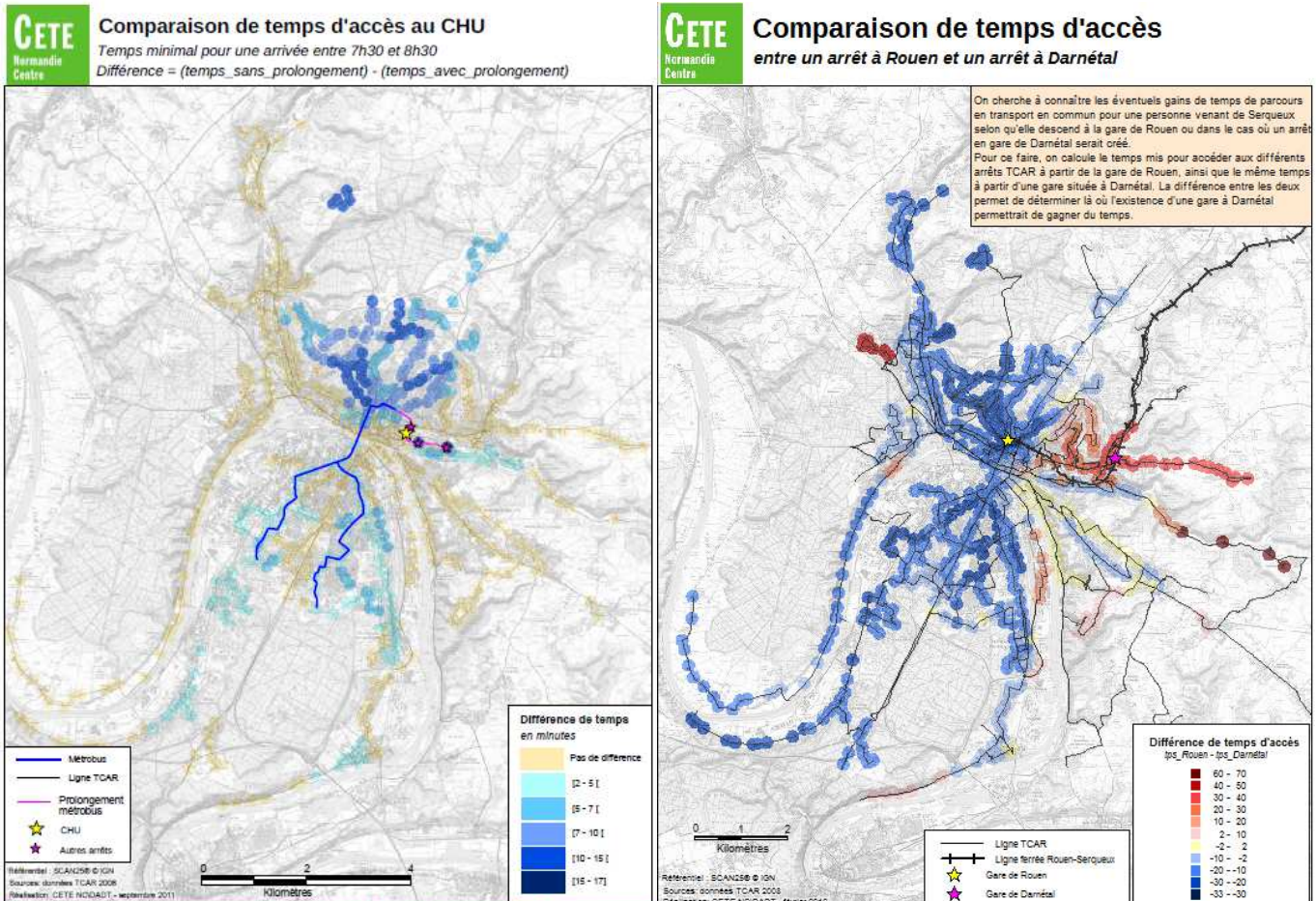
Les cartes ci-dessous illustrent l'impact du déplacement de la gare de Vernon sur l'accessibilité piétonne.



À partir de ces calculs, il serait possible par exemple d'évaluer l'évolution globale d'accessibilité en pondérant la différence de temps de parcours avec le nombre de personnes concernées.

La carte de gauche ci-dessous présente l'impact en termes de temps de parcours d'un prolongement vers l'est de la ligne de tram de Rouen, dans un contexte d'élaboration du Plan de Déplacements Urbains de Rouen et de Porter à Connaissance de l'État.

La carte de droite analyse l'impact de la modification du terminus d'une ligne de train. Elle illustre les éventuels gains de temps de parcours en transport en commun, pour une personne venant de Serqueux, selon qu'elle descend à la gare de Rouen ou dans le cas où un arrêt en gare de Darnétal serait créé.



Conclusion

Réaliser des calculs de temps de parcours requiert des compétences spécifiques, tant en termes humains que matériels. La quasi-totalité des logiciels de calcul d'isochrones sont payants. Une exception notoire est le logiciel MUSLIW, accessible gratuitement pour les services de l'État. Le CETE Normandie-Centre utilise le logiciel ChronoMap (qui fonctionne sous MapInfo) pour les calculs en transport individuel, et le logiciel MUSLIW pour les transports en commun.

L'utilisation de ces logiciels n'est pas immédiate et demande une formation. La modélisation de réseau de transport peut être consommatrice en temps, en particulier lorsqu'il s'agit d'un réseau de transport en commun. Il s'agit d'ailleurs du principal poste consommateur de temps passé, les exploitations étant relativement rapides (surtout pour les modes individuels).

Un enjeu collectif important consiste donc à mutualiser ces modélisations de réseau entre les différents acteurs publics intéressés pour permettre de réduire les coûts et faciliter les mises à jour.

L'accessibilité géographique des territoires, qui peut prendre la forme de cartes isochrones, ainsi que les exploitations associées (estimation de population dans chaque isochrone, scénarios d'aménagement, etc), est un outil qui participe aux réflexions territoriales : à la fois sur le diagnostic de l'existant mais aussi pour

mesurer l'impact d'actions programmées. C'est aussi un outil couramment utilisé aujourd'hui pour l'évaluation socio-économique des projets d'infrastructures.

Outre l'intérêt évident dans le domaine des déplacements, la connaissance de l'accessibilité peut représenter un atout important, et pour le moment peu utilisé, dans le domaine de l'aménagement du territoire, notamment dans le cadre d'élaboration de documents d'urbanisme comme les ScoT (Schéma de Cohérente Territoriale) ou les PLU (Plan Local d'Urbanisme), pour comparer des scénarios de développement et de répartition des fonctions sur un territoire.