

Journée SITG 2013 : Investir le territoire numérique
15 Octobre 2013 – Fédération des Entreprises Romandes Genève

Table ronde – Evoluer avec son territoire : la carte et le temps

11h00 à 12h15

Modérateur : Frédéric KAPLAN, EPFL

Intervenants : Jean-Luc PINOL- ENS Lyon
Nicolas LACHANCE-BERNARD - EPFL
Eduardo CAMACHO-HUBNER – Université de Lausanne
Patricia BORDIN – Geospective, Vincenne

M. KAPLAN, modérateur, salue les participants et annonce la première table ronde sur la carte et le temps où l'on réfléchira sur les rapports qu'entretient la cartographie avec le passé et le futur. Il présente les intervenants de cette première table ronde : M. Jean-Luc Pinol, de l'EMS Lyon, Mme Patricia Bordin de Geospective, Vincennes, M. Nicolas Lachance-Bernard de l'EPFL, et M. Eduardo Camacho Hubner de l'Université de Lausanne. Après leurs présentations, la discussion sera ouverte avec la salle. Il n'y aura donc pas de questions pendant et entre les présentations.

M Kaplan introduit la thématique en évoquant les nouvelles possibilités pour le grand public d'appréhender l'espace, avec des outils comme Google Earth qui permettent en quelques clics de découvrir l'espace à vol d'oiseau. On a le sentiment que l'espace s'est rétréci et qu'il est possible de naviguer rapidement et simplement dans cet espace. On en vient à oublier la dimension qui n'est pas réellement traitée dans ces représentations. Il donne l'exemple d'une photo montrant un bâtiment en construction : on ne sait pas si cette représentation est alignée temporellement au présent. C'est donc le sentiment d'un éternel présent. Une question sous-tend plusieurs présentations de ce matin : comment réintroduire, dans ces outils d'exploration de l'espace, des outils de gestion temporelle ? Cette réintroduction prend différentes formes, dont certaines sont davantage tournées vers l'avenir, d'autres vers le passé. Des questions se posent : comment créer les cartes du passé ? Peut-on créer les cartes du futur ? Les réflexions de ce matin s'articuleront autour de la place du temps.

Le rapport à la cartographie est caractérisé par l'explosion informationnelle à laquelle on assiste depuis une dizaine d'années, dans le domaine de la cartographie comme dans d'autres domaines. L'image du « champignon informationnel » traduit bien l'explosion d'informations de ces dix dernières années, en contraste avec le passé. Ainsi, si l'on s'intéresse à la reconstruction des cartes du passé, l'objectif est de transformer ce champignon en rectangle pour élargir la base du champignon et recréer l'état d'une ville, il y a 50, 70, ou 200 ans. L'une des méthodes est la numérisation. En réalité, on dispose de quantité d'informations sur le passé, souvent structurées selon des logiques assez familières, notamment sur les deux derniers siècles. Des éléments cadastraux et des cartes fournissent des informations très riches et une bonne base pour construire les cartes du passé. Évidemment, plus l'on descend dans le temps, moins l'information est nombreuse et moins elle est structurée selon la logique actuelle.

Pour avoir des représentations cartographiques complètes, on peut faire appel à des techniques de simulation pour essayer, à partir des données, d'extrapoler et de reconstruire les pièces manquantes du puzzle. Cela pose un certain nombre de questions méthodologiques du fait de la différence entre les informations issues des archives et les informations reconstruites à partir d'une hypothèse. La carte pose le risque de mélanger ces informations et de ne plus les distinguer, une fois qu'elles intègrent un modèle commun. En revanche, cet élément est intéressant car il permet de réfléchir aux espaces possibles étant donné un certain nombre de contraintes, notamment historiques. Cette question, que l'on se pose sur le passé, se pose aussi sur l'avenir. Sur la base des données disponibles, on peut réfléchir à l'espace possible et à la compatibilité avec les contraintes. La cartographie revêtirait un aspect probabiliste.

M. Kaplan évoque ensuite le partenariat avec l'Université Cà Foscari de Venise et les archives d'État dans le cadre de tentatives de reconstitution de modèles cartographiques de Venise sur une période relativement longue. L'histoire de Venise est recensée sur une quantité colossale de documents – 80 kilomètres d'archives –, quantité de cartes, etc. Il s'agit d'un système informationnel en devenir : ces informations doivent être transformées et structurées pour recréer l'information manquante. Jusqu'en 1500, les cartes sont relativement nombreuses et certaines cartes sont très détaillées. Au fil du temps, on observe une diversification des cartes, selon des logiques de représentation différentes. À partir du XIX^e siècle, les cartes nous sont beaucoup plus familières : on reconnaît une logique cadastrale, introduite notamment par Napoléon. Ces cartes sont beaucoup plus faciles à aligner avec les cartes contemporaines. La méthode déployée est de remonter dans le temps pour arriver à une information extrêmement riche sur l'état de la ville à sa chute, en 1797. À partir de là, bien que l'on dispose de cartes beaucoup moins précises et moins fondées sur ce type de logique, l'objectif est de s'atteler à ce mot croisé géant en transformant l'information topologique et en alignant les informations vérifiées pour tenter de reconstruire les Venise possibles jusqu'en 1500. Il est également possible de réfléchir à des données archéologiques. Par exemple, on a des représentations de Venise de l'an 808, pour certaines, extrêmement imaginaires, puisqu'elles sont reconstruites sur la base d'éléments archéologiques sur la structure de la lagune. La cartographie permet d'aligner toutes ces représentations dans une sorte d'évolution commune et de construire un modèle commun malgré le fait, peut-être problématique, qu'elle se fonde sur des logiques d'alignement hétérogènes et que l'on utilise un modèle homogène à la fin. L'équipe travaille avec l'équipe du projet « Visualizing Venice » qui a réussi, sur certaines parties, à reconstruire des éléments relativement précis en combinant des sources très riches. On peut donc aller jusqu'à une certaine vision architectonique de certains quartiers, grâce aux traces et aux documents.

Enfin, M. Kaplan note que l'analyse doit se faire au niveau méditerranéen. Il montre l'évolution de l'empire vénitien sur un atlas historique européen : on peut ajouter des informations venant des archives sur la structure de la navigation. Il cite par exemple le travail de Mélanie Fournier sur le trajet des bateaux de la flotte commerciale d'État vénitienne dans l'espace méditerranéen entre le XIII^e et le XVI^e siècle. Ceci permet, en replaçant ces documents dans cet espace cartographique, d'avoir une représentation opérationnelle. Par exemple, on peut étudier la possibilité de se déplacer, au XV^e siècle, de Constantinople à Corfou. Inversement, il y a aussi une ambiguïté : la carte représente des trajets entre les étapes relativement proches des côtes de l'Adriatique. Cette hypothèse d'une forme de cabotage est contestée par certains historiens à partir d'arguments sur les techniques de navigation. Le déplacement du débat historique entre ces deux hypothèses est particulièrement intéressant.

Finalement, une discussion entre algorithmes s'impose : l'idée présentée doit être tracée sous un algorithme de tracé particulier, ce qui caractérise cet espace de la carte où il y a toujours quelque chose d'autre à expliciter. Ces éléments pourront être abordés pendant la discussion.

Présentations

M. Kaplan cède la parole à Jean-Luc Pinol qui parlera d'une approche particulière au rapport au temps et de son travail sur la déportation des enfants juifs depuis la France.

Carte des enfants juifs déportés depuis la France

M. PINOL remercie de l'occasion qui lui est donnée de présenter ses travaux sur la déportation des enfants juifs depuis la France. Pour l'instant, ce travail est accessible pour la partie Paris et sera accessible pour la France entière d'ici un mois. Le projet s'est nourri de données de l'historien Serge Klarsfeld : nom, prénom, âge des enfants déportés et localisation de leur arrestation – une commune ou, pour les grandes villes, une adresse. Les éléments sont disponibles dans un service de *webmapping* du 1/3000 au 1/10 000 000, un saut d'échelle qui n'est pas facile à gérer. La carte présente la localisation des arrestations des enfants, projetée sur le référentiel à grande échelle de l'Institut géographique national (IGN). On observe un certain nombre d'*infobulles* qui s'affichent lorsque le curseur passe sur les différents points. Certaines localisations sont imprécises, parce que l'on ne connaît pas les lieux d'arrestation de certains enfants ou bien parce que les arrestations ont eu lieu dans une zone floue, notamment à proximité de la frontière suisse ou en zone non occupée. Une carte réalisée par l'IGN en 1943 sur les régions de France a été reprojétée et montre le tracé de la ligne de démarcation. On voit très bien dans cette zone le nombre d'arrestations juste avant la ligne de démarcation, datant probablement d'avant novembre 1942. L'équipe de travail ne dispose pas encore de données permettant de dater le convoi ayant conduit les enfants dans les camps d'extermination. Une *infobulle* permet d'obtenir la liste des enfants arrêtés. Un clic sur le nom d'un enfant renvoie à la base de données où l'on a une série d'informations qui seront relativement limitées quand le système sera public. À noter que ce projet est conduit dans le cadre d'une convention entre Serge Karsfeld, son association et le CNRS, Huma-Num (ancien DGE Adonis) – infrastructure numérique pour les humanités numériques – et l'ENS de Lyon. Il montre la répartition dans les communes de France : pour certaines, il n'y a eu qu'une arrestation, tandis que pour d'autres, les arrestations ont été très nombreuses : dans le 11^e arrondissement de Paris, 1217 enfants ont été arrêtés.

Le site propose des outils de recherche, par commune, par adresse ou par nom. En cliquant sur la liste de noms, se posent véritablement les problèmes d'échelle : on peut se rendre sur le point où l'enfant a été arrêté. Aux 1/45 000, on ne sait pas trop où on est, d'où l'intérêt d'intégrer une vidéo montrant comment utiliser l'outil. M. Pinol montre l'exemple d'une enfant de 17 ans, arrêtée à Nice : le point d'arrestation est en relief sur la carte. En revanche, lorsque l'on fait une recherche à Paris, où la densité est totalement différente, l'échelle est de 1/9000. À Paris, chaque arrondissement est considéré comme une commune. La densité dans les communes de Paris et de la Seine banlieue et celle du département des Bouches-du-Rhône ou de Marseille diffèrent considérablement. Malgré le « camp des mille », la différence de densité est énorme. Sur Paris, l'outil permet de faire des recherches à différentes échelles et à partir du 1/5000, on peut voir les noms s'afficher sur les différents îlots. Ce projet a donc une dimension mémorielle et une dimension d'histoire urbaine et de recherche scientifique. L'un des problèmes à gérer est l'imprécision des données ou les espaces aujourd'hui disparus du fait de la transformation de la ville. Les ronds de différentes couleurs signalent ces espaces.

M. Pinol montre l'exemple du 58, rue Crozatier qui bat un triste record : 45 enfants ont été arrêtés dans cet immeuble du 12^e arrondissement. Une carte de synthèse présente la répartition des arrestations : France entière, huit arrondissements en grisé et arrestations dans les 12 autres arrondissements parisiens. Pour finir, M. Pinol montre un cas dans les Alpes-Maritimes. Après 1942, les Allemands ont occupé la zone sud, mais les Italiens ont occupé, entre autres, les Alpes-Maritimes. La quatrième armée italienne a voulu montrer à Vichy qu'elle avait le pouvoir et a relativement protégé les familles juives. Cette région est donc devenue une sorte de refuge pendant dix mois. En septembre 1943, avec la défaite de l'Italie face à la remontée des alliés, le refuge est devenu un piège à l'arrivée des Allemands. À Saint-Martin-Vésubie, les gens ont essayé de s'enfuir à pied par les cols et ont été rattrapés et arrêtés en Italie, renvoyés sur Nice, puis déportés.

M. KAPLAN remercie M. Pinol de cet exposé sur ce système d'information géographique. C'est une autre manière de dire l'histoire, de faire de la recherche et de la présenter. Il présente ensuite Mme Patricia Bordin qui parlera des questions d'évolution du territoire et des problématiques qui en découlent en termes de cartographie.

* * * * *

Evoluer avec son territoire : la carte et le temps

Mme BORDIN a choisi de s'appuyer sur son expérience à l'IGN, qu'elle abordera sous le biais de la mise à jour. La carte est un outil privilégié pour montrer la composante spatiale et géographique des phénomènes, étudier leur localisation, leur répartition – homogène ou hétérogène –, étudier les limites, les formes et les emprises. Les cartes de M. Pinol traduisent bien l'importance de la carte pour aborder les répartitions. Par le mot « carte », Mme Bordin fait allusion à la carte numérique, établie à partir de modélisations et de numérisations de données. Au-delà de cette observation spatiale, les cartes permettent de faire des mesures, des recensements, des inventaires, d'étudier les corrélations spatiales, les proximités et de faire des analyses de l'alignement. C'est justement grâce à une référence géographique commune que l'on pourra faire ces analyses. Les phénomènes observés ne sont cependant pas statiques, contrairement aux cartes. Ils sont le résultat de dynamiques complexes, d'interactions entre les environnements : une représentation statique des phénomènes est forcément réduite. Bien que les cartes animées ou dynamiques soient de plus en plus fréquentes, elles sont encore très influencées par la représentation papier. La mise à jour est donc souvent pensée en relation avec cette appréhension-là. Il a fallu dépasser la vision de la mise à jour comme un mal rendu nécessaire, une obligation due à l'obsolescence des données. Auparavant, la mise à jour était simplement une opération technique pour maintenir la qualité des données. Pour preuve, à l'époque, la nouvelle carte venait écraser dans le disque dur l'ancienne carte, à l'image d'une carte routière remplaçant dans la boîte à gants l'ancienne version. Dans un deuxième temps, on a commencé à archiver les différentes versions, comme une collection. Les données étaient conservées et l'on envisageait de revenir sur différentes versions comme sur un album photographique pour se replonger dans un état passé. C'est à partir du moment où l'on a commencé à utiliser le temps comme un jalon que l'on a commencé à voir la dimension temporelle comme un véritable paramètre, ce qui a entraîné une représentation cinématographique du territoire. On voit ainsi évoluer le territoire, par exemple la densification de l'urbanisation pavillonnaire.

Évaluer s'avère alors bien plus difficile : il s'agit de cerner les évolutions de chaque bâtiment et d'avoir une vision transversale du phénomène de densification au niveau des objets élémentaires. Cela demande un niveau de mise à jour supplémentaire : il ne suffit pas de cumuler des *snapshots* du territoire, il faut aussi saisir les créations et destructions, et, plus finement, les modifications sémantiques. Mme Bordin donne l'exemple de la gare d'Orsay, transformée en musée : le bâtiment est le même, mais sa fonction a changé. Ou bien alors, il peut s'agir de modifications géométriques, c'est-à-dire un bâtiment qui change de forme mais garde la même affectation, ce qui devient plus sophistiqué. C'est une condition *sine qua non* pour étudier les phénomènes plus finement, comprendre les évolutions des objets et les contraster à celles des objets voisins ou liés. Pour accéder à ce niveau, il faut une mise à jour de chaque objet, non pas à date fixe, mais en continu. En revanche, cela permettra d'avoir une représentation dynamique où l'on voit apparaître les bâtiments et les arbres. Il s'agit donc d'optimiser les nouveaux outils de visualisation temporelle : on déplace le curseur pour voir l'état d'un territoire à un moment donné. Techniquement, pour accéder à ce niveau de précision dans les mises à jour, il faut que la base de données soit structurée de manière à pouvoir gérer ces modifications, ou alors, de disposer d'outils de comparaison des différentes versions de manière à extraire les coupes de différentiels. Sans cette capacité d'extraction de ces évolutions, on ne peut pas entrer dans le niveau de détail. Or, on voit bien que ces détails sont indispensables.

Pour illustrer son propos, Mme Bordin a pris un extrait de carte où il s'agissait uniquement d'extraire le bâti. Sur une zone restreinte, elle a extrait 4 ou 5 bâtiments. Pour le faire de manière exhaustive, il faudrait regarder l'ensemble de la carte : 58 bâtiments. Une zone un peu plus large montre que c'est totalement irréalisable sans un moyen d'extraction automatique. En supposant que l'on ait des informations sur les modifications de chaque donnée, c'est une manière d'interpréter les évolutions sur les objets de la réalité en général. En effet, lorsque l'on travaille sur les données, on peut être amené à les corriger, par exemple, corriger un oubli ou une mauvaise codification : ainsi, les changements sur les données peuvent ne correspondre à aucune réalité objective. Il serait intéressant d'aller un peu plus loin encore. En supposant que l'on a l'interprétation de ces changements sur les données, l'on pourrait saisir les événements, la causalité. Par exemple, une extension pourrait être liée à la construction d'un garage. À noter qu'objets géographiques et événements se situent tous deux en relation avec l'espace-temps. Ils ne vont néanmoins pas se situer dans le même espace. Effectivement, les événements sont des objets localisés dans un espace à une dimension, leur localisation peut être une date précise, ou un intervalle de temps. Eux aussi, ils ont des composantes descriptives. Par exemple, sur une vente, il peut s'agir du nom du notaire, la date de cession, le prix de vente, etc. Ils ont aussi une composante topologique : un élément peut se situer avant ou après, inclure un autre événement... Les raisonnements peuvent donc rejoindre ceux des informations géographiques. Cependant, l'espace de localisation n'est pas le même. L'une des difficultés est donc d'intégrer ces deux objets dans un même espace d'observation. On se demande aujourd'hui comment intégrer un événement à travers l'espace géographique que l'on observe, sachant que l'on ne peut voir que l'action, ou plutôt la trace ou l'emprise de l'action laissée. Cet exemple lui rappelle les difficultés rencontrées lors du travail sur la 3D : on se demandait comment intégrer dans un espace plan la troisième dimension, mais c'est l'objet d'un autre atelier.

Mme Bordin rappelle également l'anecdote développée par Edwin Abbott dans sa nouvelle *Flatland* : un carré vit parmi ses compères, le triangle et le rectangle, dans un plan. Par une rencontre fortuite avec une sphère, il voyage dans la troisième dimension. La situation actuelle est analogue : dans les systèmes d'information géographique où les primitives

géométriques sont le point, la ligne et le polygone, il s'agit non seulement de réfléchir à la production de la troisième dimension, mais également de penser à l'introduction de la quatrième dimension à travers les événements.

M. KAPLAN souligne l'enjeu de passer de la carte au film cartographique : la question de la compréhension sémantique se pose. Il trouve que Mme Bordin a très bien posé la problématique, cette transformation est majeure. M. Lachance-Bernard abordera la question du monitoring spatio-temporel de certaines caractéristiques de la ville.

* * * * *

Monitoring spatio-temporel de l'ADN urbain – Une réponse aux défis, problèmes, enjeux et risques des milieux urbains »

M. LACHANCE-BERNARD souligne en préambule que c'est probablement la dernière présentation qu'il fait, en tant que doctorant EPFL, parce qu'il compte bien confirmer cela dans les prochains mois. Il souhaite présenter les travaux des cinq ou six dernières années avec une équipe qu'il n'a pas le temps de nommer, car impliquant beaucoup d'acteurs. Il a travaillé sur des concepts déjà présentés par les deux intervenants précédents : des localisations, des flux, le traitement de ces flux, des localisations et objets de la ville dans un processus de monitoring spatio-temporel. Il s'agit donc d'inclure le temps dans cette approche. Ce sont des analyses de développement assez uniques, ces dernières années, qu'il va montrer au cours de la présentation.

En premier lieu, pourquoi avoir commencé à travailler techniquement parce que c'est vraiment la base de tout projet de recherche. Ainsi, son projet de recherche se fonde sur l'évolution des villes sous trois aspects principaux : *la mobilité urbaine* – cela peut-être toutes les mobilités, autobus, automobiles, les nouvelles mobilités apparues ces dernières cinq années, mobilité partagée, vélo-partage, auto-partage, autos électriques, etc. – ; *la socio-démographie* – la Suisse est en plein dans ce sujet dans le bassin lémanique, par exemple, mais les techniques et outils peuvent être développés pour répondre à des besoins d'autres pays, comme le Nigéria ou l'Indonésie – ; le dernier aspect est *l'habitat*, par exemple, une des transformations actuellement en Suisse, au niveau des gares consiste à changer les connexions, les graphes et les objets qui vont subir des restrictions en ce qui concerne les flux. Ce sont donc les problématiques globales sur lesquelles M. Laplanche-Bernard travaille, ils sont soulevés auprès des experts et des décideurs. Ces derniers peuvent être des politiques, des promoteurs immobiliers voulant implanter un bâtiment ou encore des financiers voulant acheter un bâtiment. Les problèmes sont donc différenciés pour deux profils d'acteurs qui n'ont pas forcément le même langage mais qui seront en interaction. Pour illustrer cette interaction, M. Lachance-Bernard donne l'exemple d'une conduite d'eau qui se casse à Lausanne, ville réputée en pente. Si l'incident a lieu au bord du lac, ce ne sera pas très problématique. En revanche, si cela se passe dans le centre-ville de Lausanne, le problème devient ce qu'on appelle un *enjeu*. Tant que les décideurs ou les experts ne prennent pas les problèmes comme un *enjeu*, rien ne se fait, même en possession d'un superbe modèle évolutif. Donc, ce sont des types de problèmes auxquels M. Lachance-Bernard essaie de répondre. Les premiers sont connus, notamment CEVA et Léman 2030, il parlera de l'échangeur Turcot à Montréal et du pont Champlain, également à Montréal, ce dernier représentant 8,7 milliards d'investissements et qui sera emprunté par 120 000 automobiles par jour. En outre, 20 % des exportations canadiennes vers les États-Unis passeront par là.

Ce sont donc des problèmes conséquents qui touchent aux objets, les flux et également à l'historisation de ce qui s'est passé à ces endroits. Quelles solutions apporter à ces problèmes ? En premier lieu, les experts et ingénieurs ont besoin d'outils de modélisation pour gérer les graphes complexes, les données spatiales massives et les flux de données en temps réel, que ce soit des flux d'évolution d'objets, de personnes, de biens ou autres. Les décideurs ont quant à eux besoin de scénarios à comparer et ne se soucient guère des aspects techniques, la manière la plus simple étant de pouvoir s'appuyer sur un I pad, Monitoring, Intelligence urbaine, etc. Cependant, M. Lachance-Bernard pense qu'il ne faut pas oublier les acteurs, le *modelling* vise surtout les citoyens, et cette interaction avec eux doit être envisagée dès le début. A titre d'exemple, si l'on veut tracer un flux des personnes qui utilisent les CFF, il faut absolument qu'il y ait un bénéfice pour le citoyen en général, sinon, éthiquement, ce n'est pas valable

Dans ce cadre, M. Lachance-Bernard a réfléchi à l'organisme vivant de la ville – on parle de cela depuis des années – et la manière la plus simple en biologie d'approcher la vie, pour pouvoir tracer une sorte de génome – c'est-à-dire une évolution de la vie – que ce soit des modifications génétiques ou encore des modifications à travers le temps – c'est l'ADN. Ce dernier est composé de quatre éléments basiques, Adénine (A), Thymine (T), Cytosine (C) et Guanine (G) ainsi que des combinaisons qui peuvent se faire entre elles. Ce modèle est relativement simple. Appliqué à son travail, est-ce une métaphore ou une analogie, M. Lachance-Bernard ne le sait pas encore, il le saura dans les prochaines semaines. Il a déjà travaillé au Québec sur l'accessibilité. A Genève, c'est le modèle franco-valdo-genevois de transport, comprenant 17 acteurs, plusieurs cantons, deux pays. Ce sont de gros modèles qui ne sont pas encore prêts à être utilisés et ils sont en lien avec les décisions des acteurs, pour lesquels l'agglomération est devenue un véritable enjeu.

Les travaux que M. Lachance-Bernard présentent ce jour concernent les questions de densité et de centralité sachant qu'on a fait abstraction des graphes, jusqu'à présent. Or, la ville circule sur les graphes. A titre d'exemple, s'il y a une rivière en ville, on ne peut pas la traverser à moins d'avoir un bateau. Pour en revenir à l'ADN biologique, est-il possible de faire des « pairages » ? Il y a déjà des chercheurs, dans les cinq dernières années, qui ont commencé à se pencher sur l'accessibilité, la centralité pour l'usure des rails, par exemple. Un rail qui a beaucoup d'accessibilité, qui est très rapide, qui est central, s'usera bien plus vite qu'un rail en région périphérique. Dans l'autre sens, il y a les travaux de Jacques Lévy, à l'EPFL, qui commence à parler d'urbanité et il existe d'ailleurs un terme anglais qui associe densité et diversité des éléments. C'est ainsi que des algorithmes densité-centralité ont été développés. Au travers de la densité, on peut traiter les flux et les localisations, au travers de la centralité, les graphes mais aussi l'espace. On peut créer son propre graphe dans tel ou tel espace, typiquement là où tout le monde doit forcément passer. Cela devient une grille, un graphe virtuel et on peut calculer les flux. D'un autre côté, on s'est rendu compte que les algorithmes développés ne pouvaient pas être utilisés dans les technologies actuelles (Esri – avec quelque 100'000 licences, MapInfo, Qualipad et PTB, en particulier). D'où le développement d'une boîte (GISBox-1.0) l'objectif étant d'avoir en bout de ligne ce dont il est question depuis le début de cette matinée, une plateforme capable de rassembler tous les éléments, de les mouliner et de ressortir ce dont les experts ont besoin pour faire le traitement des graphes et prendre des décisions. En gros, M. Lachance-Bernard dit travailler sur l'utilisation des données, comment les traiter dans des stocks, ce qui implique trois aspects : *humain, ville et ingénierie*. Il relève trois mots clés, « *acteurs* », car ils sont impliqués d'emblée, *collaboration* apparu grâce à Face Book et *décision* y compris au niveau du citoyen.

M. Lachance-Bernard commente ensuite des graphes sur la manière d'utiliser cette approche pour suivre des voitures électriques qui fournissent des points géolocalisés. A partir de ces destinations, des milliers de cartes sont générées en quelques minutes. Le curseur temporel permet de naviguer dans différents modèles. M. Lachance-Bernard montre ce que donnent les analyses dans la communauté urbaine de Nice Côte d'Azur, au plan de la mobilité électrique, les destinations des autos en libre service sur une surface de 1'200 m², ce sont 500'000 bâtiments, 65'000 segments routiers. La question posée est de savoir si les gens ont utilisé la mobilité électrique partagée ? En prenant deux exemples de cartes, il faut naviguer entre tous les résultats pour trouver le meilleur, car si on ne les donne pas tous en même temps, on peut biaiser l'information. Dans un autre exemple, il n'y a pas de GPS mais une station de vélos en libre service. Dans ce cas, on ne peut pas tracer sur le sol pour voir où sont passés les vélos et on biaise la compréhension de l'espace. Il faut alors utiliser la méthode de la probabilité que la personne a passé dans tel ou tel endroit. On ne peut pas tracer mais en revanche décrire des flux. Cela permet en un clic de naviguer à travers 65'000 enregistrements et de comparer les stations de vélos entre elles. M. Lachance-Bernard donne un exemple. A Ouchy, selon son hypothèse, tous les étudiants de l'EPFL vont au barbecue et vont à Ouchy ensuite ! Cela devient intéressant quand on commence de comparer des stations entre elles. Une dernière option, quand on commence de jouer sur les graphes dans l'espace, on peut trouver des choses vraiment intrigantes ; on peut regarder le contexte de l'objet, la centralité du réseau, on peut aussi examiner, quand on ajoute un obstacle, ce que cela change au niveau des centralités dans l'espace où on peut naviguer. Un dernier travail repose sur le fait de savoir si on est capable de trouver de nouvelles informations dans des données déjà produites (GPS, Wi-fi, etc.) tout en respectant l'éthique et le côté légal, dans la gestion de mobilité des parkings. A ce jour, on croit avoir vu que les Valaisans arrivent à telle heure sur les stationnements du campus de l'EPFL et étant donné qu'ils viennent de loin, que leurs véhicules vont rester le plus longtemps sur le stock dans le parking. Cela, on ne le sait pas encore, ce travail est en train d'être fait et les données devraient être disponibles en 2014.

Pour terminer, M. Lachance-Bernard donne quelques mots-clés :

- 1) Pour les vélos en libre service, au niveau de la plateforme on va passer 65'000 transactions à 4.5 millions et on devrait avoir le résultat dans les prochaines semaines
- 2) On commence de travailler avec les flux avec l'open source mais on ne peut pas céder toute l'information, les adresses, l'âge des gens qui travaillent sur le campus, etc. Comment faire alors un algorithme qui va assurer que jamais personne ne va pouvoir by-passer sauf le super-administrateur ? Il y a des documents légaux qui doivent être associés au développement
- 3) Au niveau des projets depuis dix ans, M. Lachance-Bernard remercie Genève qui a pris la bonne direction.
- 4) Enfin, en plus de l'open data, on est en train de dépasser les software fermés. Les données des travaux menés depuis cinq ans seront disponibles pour tous les étudiants de l'EPFL et aussi les ingénieurs qui auront la possibilité d'avoir un back office du projet dans des systèmes complexes. Il a suffi pour cela de prendre une boîte, de la fermer, de la mettre aux archives et cinq plus tard, de la rapporter.

* * * * *

M. KAPLAN résume les trois présentations. On aura pu voir avec M. Pinol les premières questions d'échelle : les cartes sont différentes suivant l'échelle cartographique qu'on prend. Ensuite, avec Mme Bordin, chacun aura compris que cette évolution du temps introduit des questions qui vont au-delà de l'espace géométrique mais qu'il y a aussi des éléments sémantiques. Il y a encore une autre échelle, c'est l'échelle des modèles, l'échelle dynamique des flux et c'est peut-être aussi une autre manière d'intégrer le temps à la cartographie qui fait qu'on ne veut pas forcément rester sur la géométrie des bâtiments et que les éléments explicatifs à la fois pour le futur mais aussi pour comprendre différemment le passé passent par des modèles qui sont à un autre niveau. La dernière présentation va être faite par Eduardo Camacho-Hubner, de l'université de Lausanne, qui va parler en fait de sémantique et également d'ontologie.

« Relever les connaissances cachées des cartes anciennes ».

M. CAMACHO HUBNER n'entend pas faire doublon par rapport à ce qui a été dit mais surtout, il va essayer de rattraper les vingt minutes de retard sur le planning. L'idée de son travail s'inscrit dans la logique d'évolution du territoire, mais à la lumière d'une lecture un peu différente : il s'intéresse moins aux données qu'au contexte qui les entoure. Ce choix s'explique par différentes raisons, dont la première était un mariage d'amour entre l'histoire urbaine et sa morphologie, d'un côté, la connaissance des systèmes d'information, de bien gérer cette dernière, de la rendre attractive. Le problème par rapport à ce qui a été présenté au tout début avec le « champignon informationnel » est que, quand on travaille sur des sources historiques, en fait le champignon a déjà été découpé et mangé. Pour faire de la cuisine, on manque toujours de certains éléments et il faudra donc rajouter des épices. M. Camacho parlera de processus – comme il est aussi un barbare, il parlera de « méta-processus » – il y aura donc un grand nombre de barbarismes dans sa présentation. Il présentera des exemples et finira par évoquer la difficulté, pour toutes les personnes qui sont en contact quotidien avec l'information géographique, on ne parle pas la même langue du fait des différents niveaux d'abstraction.

Le contexte des recherches de M. Camacho Hubner rejoint les travaux sur Venise : de nombreuses sources historiques sont disponibles, qu'elles soient primaires, les « briques » dont on a parlé tout à l'heure, quelque chose d'assez brut, d'assez cru, pour passer à des sources secondaires qui sont déjà de l'information pré-traitée, le menu du repas et aux sources tertiaires – le guide de tous les bons restaurants de Genève. Voilà les nuances qui existent à travers ces domaines historiques avec en plus l'hétérogénéité au niveau de la nature des informations puisqu'il y aura aussi bien de l'iconographie que des textes, tables et cartes. Tout ceci ne fait pas un superbe menu à lui tout seul ; on aura les pommes de terre d'un côté, les champignons de l'autre, etc. On aura de fait tous les avantages de la géomatique qui sont cette capacité à pouvoir analyser ces informations, à analyser ces données pour produire des informations et une fois qu'on a des informations, essayer de créer un peu d'intelligence, comme disait la conseillère d'Etat ce matin, essayer de trouver une adhésion sur le territoire.

M. Camacho Hubner commente un diagramme qui montre que l'intérêt pour l'histoire urbaine est né avant l'informatique et que l'informatique n'a pas attendu que les historiens s'intéressent à ce savoir-faire pour développer des outils très puissants. L'idée est donc de pouvoir partir librement des deux côtés, soit d'un côté, on a les données et on va chercher ce qui se cache derrière – le forage de données – et de l'autre côté, on va plutôt faire un travail de chercheur dans lequel on pose d'abord des questions, on les structure, on complète les

informations pour valider ou non une hypothèse créée à partir de la question. Il s'agit de pouvoir circuler là-dedans par un travail plus ou moins conceptuel ou un travail plutôt d'explorateur et pouvoir naviguer librement entre ces deux aspects.

M. Camacho Hubner en vient au modèle proposé pour pouvoir traiter ce type de questions en précisant au départ qu'elles sont le fait du hasard – il n'est pas allé chercher rapidement un document genevois. En fait, au moment de la rédaction de sa thèse, géopatrimoine avait mis à sa disposition une base de données assez riche qui avait non seulement l'avantage d'être fine et suffisante pour faire le travail de morphologie urbaine mais surtout qui lui a permis de naviguer entre 1730, le plan Billon et les données actuelles 2008, avec les questions de mise à jour qui ont déjà été citées. Le principe est simple, c'est de dire que les processus peuvent être observés à différents niveaux, au niveau des données, voire comment ces données évoluent dans le temps. Mais surtout, ce qui est intéressant en essayant d'introduire une réflexion plutôt inspirée par les historiens, c'est de voir comment ces données s'inscrivent dans un cadre de perception actuelle, mais aussi dans celui de la production de données. Par exemple, il convient d'examiner la motivation des auteurs des cartes de Venise, pour révéler les connaissances qui se cachent derrière des formes de représentation. C'est ce que M. Camacho Hubner appelle un « méta-processus », c'est-à-dire le processus qui accompagne non seulement les données, mais la représentation et la conceptualisation des données elles-mêmes. Pour cela, on utilise un système dont le nom est très barbare puisqu'il s'inspire de la philosophie, on ne va pas parler de l'ontologie, mais « des ontologies » et qui sont une forme de conceptualiser, de rendre formels un certain nombre d'éléments qui ne peuvent pas être réduits à de la donnée, donc qui ont des liens entre eux et qui sont finalement ce que nous appelons tous les jours les concepts.

L'idée de faire cette évolution entre concepts s'inscrit dans un serait dans un courant historique porté par Reinhart Koselleck et son histoire des concepts, qui permet de voir des évolutions de société par la manière dont on parle, la manière on représente, la manière dont on pense son temps présent. On a évidemment essayé de faire ce travail de reconstruction de base de données pour pouvoir montrer que ce qu'on racontait n'était pas uniquement de la littérature mais que c'était basé sur des phénomènes observables. M. Camacho Hubner montre par exemple, entre le plan Billon et le plan de Grange, la manière dont on pouvait représenter les blocs, les paquets de données à disposition, la manière dont certaines données étaient comparables entre elles, sachant que le parcellaire a très peu évolué à Genève, en tout cas dans ses caractéristiques formelles, depuis le plan Billon (1726) jusqu'aux données actuelles. Il y a donc la possibilité de suivre un processus à l'échelle de la parcelle. Par contre, au niveau des bâtiments, entre Billon et Grange, il y a eu encore le plan Céard qui était uniquement sous la forme de papier – il n'y avait donc pas de données victoriennes qui auraient permis de faire des analyses assez poussées. En revanche, entre le plan Grange de la fin du XIX – début du XXème siècle et l'état actuel, début XXIème siècle, on a fait des bâtiments, des objets physiques que l'on pouvait suivre dans le territoire. Grâce à un artefact absolument génial qui est l'information thématique et qui donnait la date de construction de bâtiments, on a pu essayer de reconstruire, du moins en partie, les séries temporelles qui permettaient de faire cette évolution dont on a vu un exemple ce matin. Ensuite, il a été possible de pouvoir comparer les choses entre elles avec aujourd'hui la possibilité de faire des analyses très poussées. Donc, par rapport aux champignons, voilà en fait la réalité des informations que l'on a actuellement. Le processus continue. Avec des données disponibles, on continue ces images idéales rêvées et auxquelles on tend tous, notamment au travers des projets de Venise, mais en réalité, on a des processus dont on ne sait pas s'ils ont commencé vraiment, s'ils sont déjà terminés, si on les a ratés et où sont les données disponibles.

A travers cette logique des ontologies, M. Camacho Hubner souligne qu'on coupe des tranches, on essaie de collecter le maximum d'informations contextuelles autour d'une production de données et de la comparer à la suivante. De cette manière, on essaie de faire émerger d'autres idées, d'autres hypothèses qui peuvent être traitées cette fois-ci de façon quantitative ou qualitative, des vraies données que l'on peut reconstruire grâce au travail des archéologues, des historiens, etc. Au niveau des exemples, le premier est celui qu'a donné Mme Bordin, de l'évolution qui existe entre différentes données, ensuite, les questions qui deviennent de plus en plus complexes, de plus en plus abstraites, et comment, à partir d'une observation sur les données, on pose une question, une hypothèse qui, elle, n'est pas du tout au niveau de la donnée, puisque l'objet n'existe plus, mais qui va induire quelque part une petite idée sur ce qu'on est en train de chercher. Le pire des cas, évidemment, dans lequel on ne discute que de l'évolution des idées entre elles dont il n'y a plus aucune trace, mais on sait par ailleurs que c'est vrai, ou du moins on l'espère.

M. Camacho Hubner montre ensuite à quoi ressemble la base de données de géopatrimoine une fois qu'elle a été légèrement « nettoyée ». Il a fait deux extraits sur St-Gervais et la cité, extraits pour montrer aussi qu'il y a ce conflit qui n'est pas uniquement historique sur le fait de savoir si la cité domine St-Gervais ou si à St Gervais, en rive droite, « on est quand même les meilleurs », mais il y a aussi le pouvoir de voir, si on pouvait quantifier cette différence sur la manière d'occuper le territoire. Donc à choix de quelques îlots représentatifs, caractéristiques des deux secteurs traités de façon diachronique, M. Camacho Hubner a essayé de voir évoluer chacun des îlots dans les différents indicateurs qu'il s'agissait de mesurer, en d'autres termes, comment est-on passé d'un système de « lanières », de petites tranches de territoire à quelque chose qui est beaucoup plus structuré autour des îlots que l'on reconnaît aujourd'hui dans la structure parcellaire. Il s'agissait de faire la comparaison entre St-Gervais et ses trois îlots, la cité, avec ses quatre îlots dans lesquels on voit une certaine continuité, y compris dans les secteurs. Ces derniers étaient évidemment définis par des règles, notamment des règles de taxation foncière légèrement différentes et qui donnaient une certaine uniformité, homogénéité de part et d'autre.

Un autre exemple qui fait partie de l'exploration est celui d'un ensemble parcellaire, extrêmement difficile à définir parce qu'un parcellaire avec des propriétaires a été aujourd'hui totalement effacé du territoire. La question se pose de savoir ce qui s'est passé. On ne trouve pas d'autres traces que l'effacement sachant qu'il existe encore beaucoup de cartes grattées aux archives et réécrites par-dessus. En fait, on observe aussi dans l'iconographie qu'il y a des traces, des soupçons qui permettent de voir autre chose. Une iconographie montre en effet qu'un pont qui reliait St-Gervais à la cité – à l'endroit où se trouve l'île de la cité à Genève – a brûlé et n'a jamais été reconstruit. Genève aurait pu ressembler beaucoup plus aux villes italiennes mais aujourd'hui, le parcellaire cherche vraiment la terre ferme et il ne va pas créer de la valeur sur le vide au dessus du Rhône. En fait, la question posée est de savoir ce que l'on fait avec ces informations ? En réalité, il n'y a qu'une fenêtre d'observation, d'exploration qui est extrêmement réduite. On fait plein d'hypothèses et tout le jeu est de savoir si on se trouve sur des processus, si on a capté le bon moment du processus. Le premier cas est celui de la première villa construite par le Corbusier et il s'agit de raconter son extension. Mais, avant sa création, il n'y avait rien, donc on n'arrivait pas à trouver d'autres traces. On pourra alors parler d'invention ou de germe informationnel. Le deuxième cas traité par Mme Bordin est celui de la trace, qui est vraiment le travail des archéologues de tous les jours. On trouve quelques objets, des choses qui ressemblent et qui pourraient être des animaux qu'on peut

interpréter éventuellement comme types. On le sait, les archéologues sont très forts, chacun les aura vus faire revivre des cathédrales à partir du tas de cailloux. Cela, c'est le côté un peu magique et en fait, on revient en arrière, on essaie d'imaginer ce qui a pu se passer auparavant. Evidemment, le meilleur de tous les cas, c'est quand on a une observation, rien avant et on ne sait pas ce qui se passe après. Cela a été le cœur du deuxième apport de l'histoire, des historiens dont le travail n'a jamais été réalisé. Ce sont les travaux de Carlo Ginzburg qui, à partir du récit d'un meunier au Moyen-Âge, nous a fait revivre en fait toute la partie de l'Inquisition dans un livre magnifique « Le fromage et les vers », écrit il y a une quarantaine d'années. A partir d'un indice finalement, on est les Sherlock Holmes et quand on travaille avec le temps, on sait tout ce qu'il reste à faire, c'est émettre des hypothèses, le futur reste obscur, le passé parfois c'est bien qu'il reste où il est mais parfois, on a besoin de gratter pour comprendre. Il existe donc des éléments qui permettent de comparer les choses entre elles, de s'inspirer de ce qui a été fait ailleurs pour aider à comprendre ce qui a pu se passer ; ou alors, de pouvoir faire un petit saut de puce pour se rendre compte qu'à un moment donné, quelqu'un décide, arbitrairement, décide d'effacer un élément et qu'après coup, il faut le restituer à restituer à d'autres personnes. Il faudra donc aller chercher ailleurs cette information qui n'existe plus et là ce n'est plus la donnée qui nous aide mais plutôt les sources, les archives, etc.

Pour conclure, M. Camacho Hubner relève que les différents niveaux dont il a parlé rendent extrêmement complexe le passage qu'il sera nécessaire de faire entre des discussions comme celles d'aujourd'hui où on essaie d'avoir un langage naturel, ce qui n'est pas tout à fait facile, et le fait d'arriver de plus en plus à un langage où il n'y a que la machine qui comprend et quelques adeptes qui feront finalement vivre cette donnée. Quand on passe d'une question éminemment philosophique à une question historique, on se pose la question du pourquoi et on voit que ce qui compte dans le superbe travail présenté par Jean-Luc Pinol, ce n'est pas tellement le fait de mettre des petits points rouges derrière chaque endroit où il y a une histoire, un récit, mais de laisser poser les bonnes questions et au final apporter peut-être un peu de connaissance.

* * * * *

M. KAPLAN remarque que plusieurs choses traversent les quatre exposés. On voit très clairement à quel point on va, avec ces différents modèles, s'acheminer vers des processus assez hétérogènes pour construire des cartes, des documents qui sont variés, une information qu'on veut éventuellement sortir d'un modèle mathématique et l'intégrer à une représentation qui, elle, est cartographique à partir d'archives. Donc, on se trouve dans des situations où la construction des objets qu'on va voir finalement sur la carte passe par des chemins relativement complexes et il y a une question d'éthique de la représentation. Comment peut-on dire à un utilisateur qui ne pourra pas comprendre l'ensemble des éléments qui constitue en fait la carte ce qu'il a devant lui, sachant que la carte est précisément quelque chose qu'on a l'habitude de lire de manière relativement stable ? On a une très grande confiance dans la carte en général, il y a des processus qu'on ne comprend pas complètement mais qui sont précis et normés alors qu'ici, il y a cette espèce d'hétérogénéité. Quelles sont les réactions sur cette partie d'output, de représentation liée à tout ce qui a été dit ?

M. PINOL souligne que paradoxalement, il est historien et il a un peu moins parlé du temps que les autres. Mais il a évoqué, à travers les convois, qu'il y aura des cas où on saura où les gens se sont arrêtés et également, quand on aura récupéré les dates et les lieux de naissance, si dans tel ou tel convoi, ce sont essentiellement des gens nés en France ou des gens nés par

exemple en Pologne. Deuxièmement, mettre des points sur une carte, c'est relativement simple, permettre à celui qui regarde la carte de comprendre, c'est plus complexe. Il a abordé cela par le biais de l'échelle. Aujourd'hui, on voit les territoires communaux actuels, en revanche, par exemple pour Paris – il ne l'a pas mentionné – ce sont les îlots de 1954 qui ont été utilisés en fond. Pour les autres villes, il n'y avait pas la même information, donc il a fallu faire tout un travail avec les référentiels et qui est fondamental pour que la carte prenne du sens. Dans un premier temps, il avait été envisagé de projeter les points sur Google Earth mais cela aurait été une erreur pour les gens qui auraient regardé. En prenant la banlieue parisienne, par exemple, il y a un certain nombre d'endroits où des enfants ont été arrêtés dans de tout petits immeubles, dans des pavillons. Si on projette cela aujourd'hui sur Google Earth, ils vont être arrêtés dans des bars et on ne va plus rien comprendre. A un moment donné, il était même question de mettre en fond des photos autour de 1945 qui sont disponibles à l'IGN, mais le calage, d'une part, coûtait relativement cher et, d'autre part, ce n'était pas totalement satisfaisant. Donc, on en est resté à quelque chose de relativement neutre, mais c'est vrai que le fond est quelque chose de très important.

Mme BORDIN voudrait ajouter qu'en devenant numérique, la carte permet d'intégrer des données d'origine très différente. Chaque donnée va avoir ses propres caractéristiques en termes de date et en termes de qualité d'acquisition. Donc là, cela renvoie directement à la notion de métadonnée qui n'a pas été évoquée. Il y a peut-être des outils pédagogiques, de sensibilisation à la métadonnée et ils sont à inventer aujourd'hui.

M. LACHANCE-BERNARD pense de son côté à l'interaction entre la carte et l'utilisateur. Il a eu dernièrement une révélation. En compagnie de M. Camacho Hubner, il présentait des cartes et à la fin de la réunion quelqu'un est venu les trouver en disant qu'il n'avait rien vu car il était daltonien. Après six ans de travail, M. Lachance-Bernard doit alors revenir à la base de la cartographie. Il a tellement été immergé dans la technologie, de savoir comment apporter la donnée via l'information, construire la connaissance et changer les perceptions, qu'il a oublié la base, c'est-à-dire de faire en sorte que la carte soit lisible par le 10% de la population qui a un problème avec le vert et le rouge. C'est une composition de la chaîne de la création de l'information, de l'enrichissement jusqu'à son usage mais surtout sans oublier quelles sont les personnes qui vont l'utiliser.

M. CAMACHO HUBNER reviendra surtout sur la notion de contexte de consommation. Effectivement, tout le travail présenté partait du principe que personne n'était analphabète de la carte. Aujourd'hui, le plus grand problème, ce n'est pas tellement d'être un analphabète de la carte ou pas, c'est d'avoir une référence unique. Il a fait un avec des étudiants ce printemps. Il leur a demandé de faire une carte montagne, qu'ils fassent un choix eux-mêmes, et non pas la ville. Le but de la carte montagne, c'est justement de faire émerger un certain nombre de connaissances et M. Camacho Hubner disait aux étudiants qu'ils allaient tous représenter cela avec la même logique que Google Maps. Mais en réalité, une fois qu'on a une référence, on sait que cette référence n'est pas assez riche et plutôt que d'être analphabète, on est illettré. On sait reconnaître les lettres mais on ne sait pas le message qu'elle représente. Donc, aujourd'hui, on passe dans cette phase dans laquelle toute l'hétérogénéité des données, la richesse de ce qui est disponible s'adresse déjà, dans un premier temps, à un public qui lui est éduqué, qui saura quoi en faire, s'enrichir. Mais il y a d'autres personnes qui cherchent simplement à mieux consommer cette information. Il y a donc un marché de la donnée qui apparaît, mais en réalité, quand on essaie de parler, non pas des informations basiques, mais de la connaissance, par le biais de la carte, on en voit les limites. Le meilleur exemple qui a été présenté ce matin, c'est le petit film sur la 3 D où on voit que la 3 D exige techniquement

des prouesses pour finalement faire comprendre un message extrêmement simple dans le public. Du coup, M. Camacho Hubner pense qu'on est dans une disproportion des moyens par rapport à cela. Au lieu d'éduquer les gens à savoir lire des cartes 2 D, on consomme une énergie folle à produire des mauvaises cartes 3 D.

M. KAPLAN se tourne vers le public.

Un représentant de la société Esri observe que toutes les présentations ont affaire avec l'incertitude, le flou. Il souhaiterait des explications sur la représentation de cette incertitude, de cette méconnaissance qui pourrait être aussi une motivation pour aller plus loin.

M. CAMACHO HUBNER explique que dans le travail qu'il a présenté, le plus important est de faire la distinction entre la précision et la pertinence. Il pense que la précision des données, c'est vraiment un travail de mathématicien, de physicien, de gens qui vont capter l'information, mais la pertinence, cela restera toujours le domaine des sciences sociales. La pertinence, c'est savoir mettre un contexte pour apporter un message. Il y a là une nuance qui est forte. Autant sur la précision des données anciennes, quand on parle de l'histoire, on n'arrivera jamais à faire mieux que ce qu'on a comme source, autant sur la pertinence, il y a encore beaucoup à dire et c'est ce qu'il fait. Il pense à l'élan actuel et l'énergie qui est visée dans le *digital humanities* notamment, qui est vraiment une superbe initiative

M. PINOL souligne, à propos du flou qu'il a évoqué, qu'il y a plusieurs situations. Il prend le cas d'adresses, par exemple à Bordeaux et à Paris. A Paris, depuis pratiquement plus d'un siècle, les services de la ville ont tenu compte des changements de nom, de numérotation des rues. Bien évidemment, le système d'adresses qu'il a utilisé, celui de l'atelier parisien de l'urbanisme a rendu de grands services, à condition d'être capable de savoir que telle rue a été coupée en deux, que les numéros ont changé, que le sud a pris tel nom et que le nord a gardé le nom initial. M. Camacho Hubner vient de parler de *digital humanities*, il y a aussi une autre notion qui est importante, c'est le *spatial humanities* qui est d'ailleurs le titre d'un ouvrage de collègues américains. Dans le *spatial humanities*, il y a aussi une certaine érudition, par exemple, de savoir ces changements de noms de rue. En revanche, à Bordeaux, les services de la ville n'ont pas fait le même travail parce qu'à Paris, il a fallu donner la possibilité de se déplacer dans une ville d'environ 3 millions d'habitants au moment où elle était le plus peuplée. Cela veut dire que lorsqu'on change des noms de rue, il faut faire très attention. C'est parfois une question de sonorité, par exemple la rue Denfert qui va devenir la place Denfert Rochereau. Dans des villes plus modestes où l'afflux de la population, les aspects sociodémographiques sont moins importants, les services n'ont pas forcément toujours entretenu cette connaissance et c'est aujourd'hui très difficile de l'avoir. L'imprécision sur Paris, sur Bordeaux, sur Lyon ou sur Marseille, ce n'est pas tout à fait la même chose.

Selon Mme BORDIN ; dans l'incertitude, il y a cette notion d'imprécision et le fait de ne pas être certain. Concernant la précision sur la donnée géographique, on peut distinguer la précision sur la composante géométrique et la précision sur les valeurs sémantiques. Sur ces aspects, il y a des travaux de recherche qui existent, typiquement dans le cadre d'un travail sur les données de changements climatiques où là il y a beaucoup d'incertitude. On va donc essayer de voir comment valoriser cette notion d'incertitude de manière à ce que les décisions qui sont prises sur des hypothèses l'intègrent. Concernant le fait d'être incertain de l'existence d'un objet, là, effectivement, cela se joue à un autre niveau. Ce n'est plus au niveau de la représentation graphique, de la carte qui permet de communiquer, mais de l'intégration dans la base de données, c'est-à-dire comment on intègre dans les raisonnements, dans les

hypothèses, dans les simulations, l'existence probable d'un objet dont on n'est pas certain. C'est à ce niveau conceptuel qu'il faut travailler.

M. KAPLAN remarque alors qu'il faudra établir une cartographie de l'incertitude !

M. LACHANCE-BERNARD pense de son côté que l'incertitude se gère sur plusieurs niveaux, selon les ressources disponibles, le premier niveau serait les capteurs. Le meilleur exemple, c'est le GPS en milieu urbain, le GSM. On développe même des modèles pour enlever cette incertitude. Le deuxième niveau, si on parle de la ville, on parle de l'humain qui l'habite la ville et c'est l'incertitude sur la compréhension du comportement humain de savoir pourquoi l'objet a évolué. Le troisième niveau – il vient d'en parler – c'est le modèle mathématique qu'il a présenté et qui analyse la densité urbaine. On est donc passé d'un modèle qui est une sorte de sphère qu'on imprime sur le sol à quelque chose qui devient tous les doigts de la main, parce qu'on a pris toutes les activités qui doivent être connectées sur le réseau. On n'a pas tenu compte de la distance de l'objet avec le réseau, c'est déjà une première incertitude et la deuxième, c'est de savoir où on se trouve sur le graphe, la distance avec le graphe, donc ce truc. On en parle maintenant avec des mathématiciens, on va dans le bon sens, mais il faut des ressources pour développer la mathématique moderne. Enfin, un dernier niveau auquel on fait face, c'est de savoir, si on commence à faire des cartes à différentes échelles, quel message on veut faire passer. Si l'on regroupe le tout, c'est le cycle de l'information, mais déjà maintenant, M. Lachance-Bernard ne sait plus si cette terminologie est adéquate. On parle de données, d'informations, de connaissance et surtout actuellement de perception. Le cycle de l'information est déjà à une étape ultérieure. Le dernier aspect, quand on parle de vie privée, on ajoute de l'incertitude dans les données, volontairement et heureusement !

M. KAPLAN conclut qu'il y a des défis, un réseau, des opportunités. La réponse de cette session est de faire sentir cette quatrième dimension, les perspectives qu'elle ouvre et le nombre extrêmement important d'éléments qu'il faudra résoudre. Chacun réalisera qu'il y a un travail colossal à faire. Des notions comme l'open data devront être mises en avant et pourtant, elles posent la question du contexte de ces données qui a été évoqué, c'est à dire la complexité des processus de modélisation. Si, dans le cadre d'un groupe de recherche, on n'arrive pas à un résultat où on peut échanger ces données sans nécessairement associer à ces données la description la plus précise possible de leur conditions de fabrication, on est dans une situation un peu dangereuse, mais c'est cela qui est excitant aussi, sinon on n'aurait plus de travail.

M. KAPLAN invite chacun à prendre la pause déjeuner en espérant en espérant qu'il aura aimé cette session.