

Rapport sur un sujet de SI. La place des technologies de l'information et la communication dans l'aménagement des territoires

Stéphane Berne

► **To cite this version:**

Stéphane Berne. Rapport sur un sujet de SI. La place des technologies de l'information et la communication dans l'aménagement des territoires. Gestion et management. 2020. dumas-02997245

HAL Id: dumas-02997245

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02997245>

Submitted on 19 Mar 2021

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

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





Rapport sur un sujet de SI

La place des technologies de l'information et la communication dans l'aménagement des territoires

Présenté par : BERNE Stéphane

Master 1 (FI)
Master Management des Systèmes d'Information
2019 - 2020

Avertissement :

Grenoble IAE, au sein de l'Université Grenoble Alpes, n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les mémoires des candidats aux masters en alternance : ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

Tenant compte de la confidentialité des informations ayant trait à telle ou telle entreprise, une éventuelle diffusion relève de la seule responsabilité de l'auteur et ne peut être faite sans son accord.

Résumé

Ce présent mémoire traite des problématiques liées aux outils informatiques dans l'aménagement des territoires. Le développement de ces outils a lieu dans un monde en pleine croissance économique qui entraîne une pollution importante et renforce le changement climatique. La crise écologique qui en découle implique d'apporter des changements importants à l'aménagement et à la gestion des territoires, sous peine d'en accentuer les effets négatifs. Les nouveaux outils informatiques apparaissent donc comme une solution efficace pour atténuer la crise écologique et créer des territoires plus résilients. Après avoir rappelé le contexte de l'étude, ce rapport analyse les leviers que les territoires peuvent mettre en place pour créer une gestion intelligente de leur aménagement. Il analyse également les problématiques sous-jacentes en traitant des réflexions qu'ils doivent avoir du fait de l'engagement fort que ces outils nécessitent.

Summary

This report discuss the issues related to Information Technology tools for territory planning. The development of these tools is taking place in a world of economic growth which causes significant pollution and reinforces climate change. The resulting ecological crisis implies major changes in territory management and planning, otherwise the negative effects would be accentuated. New IT tools are therefore emerging as an effective solution to mitigate the ecological crisis and create more resilient territories. After recalling the context of the study, this report analyses the levers that territories can put into place in order to create a smart management of their development. It also analyses the underlying issues by discussing the reflections to be carried out during the creation of these tools.

Mots-clés

SIG, Aménagement des territoires, crise écologique, données géographiques, Internet des Objets, éthique des données, villes intelligentes, open-data, gestion intelligente, résilience des territoires

Sommaire

Résumé.....	2
Summary	2
Mots-clés	2
Remerciements	3
Introduction.....	5
1. Préambule	5
2. Contexte	5
3. Déroulé.....	7
I. Des nouveaux enjeux numériques pour l'aménagement des territoires.....	8
1. Une révolution numérique aux nombreuses opportunités	8
2. Une crise écologique nécessitant de repenser les territoires	9
3. L'aménagement des territoires au cœur de leur résilience	10
II. De nombreux outils informatiques pour aménager des territoires résilients	12
1. Des outils de géographie informatique performants.....	12
2. Les données ouvertes comme moteur de l'aménagement des territoires.....	14
3. L'internet des objets au centre des enjeux	15
4. Des technologies au service des territoires intelligents.....	16
III. Des technologies d'aide à la décision qui soulèvent des enjeux éthiques majeurs.....	21
1. La gestion intelligente : fruit d'une volonté politique.....	21
2. Des enjeux éthiques majeurs	22
3. Bilan sur le déroulé du travail.....	24
Conclusion	25
Bibliographie.....	27
Sitographie	28
Table des figures.....	30
Sigles et abréviations utilisés.....	31
Glossaire	31
Annexes	32
Annexe 1 : Etapes de rédaction du mémoire (début / fin de mémoire).....	32
Annexe 2 : Diagramme de GANTT en début de projet.....	1
Annexe 3 : Diagramme de GANTT en fin de projet	2
Annexe 4 : Livrable 1 Formulation d'une problématique et description du sujet	1

Introduction

1. Préambule

Ces dernières années, les systèmes d'information se sont peu à peu imposés dans nos vies. Ils sont utilisés massivement au quotidien par la plupart des personnes, que ce soit dans un cadre privé ou dans le cadre professionnel. Ils sont également utilisés pour aménager le territoire via des logiciels ou des outils informatiques facilitant la création et la gestion des infrastructures et des ressources. Les données qu'ils produisent permettent d'analyser et d'optimiser de nombreuses tâches et ainsi faciliter le développement des territoires.

Etant en Master 1 Management des Systèmes d'Information et appréciant la géographie, je souhaitais traiter de problématiques en lien avec ce sujet. J'ai commencé ma recherche préliminaire par le choix d'un sujet. J'ai donc essayé de trouver des problématiques que l'on pouvait trouver, en combinant à la fois les Systèmes d'Information et la géographie. Les SIG sont des outils spécifiques pour ce sujet mais qui ne sont que peu abordés dans le cursus que je mène. Je voulais néanmoins traiter d'un sujet utilisant les données géographiques, qui soit suffisamment intéressant et complet pour faire l'objet d'un mémoire.

Les recherches par mots-clés m'ont permis d'identifier un certain nombre de pistes de réflexion pour trouver le sujet définitif. Me sentant également impliqué par l'environnement et le changement climatique, le sujet de l'aménagement des territoires est rapidement apparu. J'ai pu ainsi concentrer mes recherches sur le développement des villes et des territoires intelligents. Ce processus visant à une gestion informatisée des territoires est l'aboutissement de plusieurs phénomènes que nous allons voir.

2. Contexte

Depuis la révolution industrielle, la population mondiale a augmenté de manière quasi exponentielle. En effet, les villes ont connu un essor considérable depuis cette époque grâce à une urbanisation massive. Elles ont été construites pour accueillir toujours plus d'habitants et se sont développées par périodes successives, chacune ayant ses paradigmes bien précis. Ainsi, les dogmes des années 1960 et 1970 ont poussé les collectivités à construire de grands immeubles – véritables passoires énergétiques fonctionnant comme des dortoirs pour travailleurs venant de la campagne.¹

L'Etat français a mené de nombreuses politiques de centralisation du pouvoir autour de la région parisienne depuis la révolution en 1789. Cela avait pour but de favoriser l'égalité de traitement entre les territoires et l'indivisibilité du pays en concentrant les prises de décision dans la capitale. Néanmoins, les autres régions ont tout de même gardé un certain pouvoir pour aménager leurs territoires. Le sujet de l'aménagement du territoire est donc aussi un choix politique.

Le développement économique mondial a permis de nombreuses avancées technologiques et a globalement élevé le niveau de vie mondial - avec certes d'importantes disparités selon les régions –

¹ https://fr.wikipedia.org/wiki/Urbanisme_en_France

mais a également largement contribué à l'augmentation de l'effet de serre et donc, in fine, au changement climatique. Dans ce contexte, la communauté scientifique s'accorde sur la réalité du réchauffement climatique et notamment l'impact des activités humaines sur ce changement². La hausse de température moyenne pourrait être de l'ordre de 1,5°C à 5,3°C à l'horizon 2100 selon les scénarios, d'après le rapport intitulé « Le climat de la France au 21^e siècle » de 2014³. Dans ce contexte, il est donc nécessaire de repenser les territoires, tant pour limiter le réchauffement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre, que pour en limiter les conséquences, qui pourraient rendre certains espaces invivables, ou très difficilement à certaines périodes.

Dans le même temps, la fin du XXI^{ème} siècle a vu l'apparition d'une nouvelle technologie : internet. Celle-ci a pris une ampleur considérable et est maintenant devenue indispensable pour bon nombre de personnes mais aussi d'acteurs économiques, et en premier lieu les entreprises. Elles ont donc toutes opéré une transition digitale visant à améliorer l'efficacité de leurs activités et parfois de proposer de nouveaux services. Et cette ère du numérique a permis l'apparition de nouvelles opportunités comme l'analyse de données grâce à des outils de gestion de bases de données (SGDB).

On peut même parler de révolution des données. Car ce sont en effet les données qui sont maintenant au centre des intérêts des acteurs économiques. Les données sont des informations uniques qui, traitées en grand nombre, peuvent permettre de dégager des tendances, prévoir des phénomènes, ou encore reconnaître des spécificités. L'analyse des données permet d'apporter de la valeur à des informations qui, prises individuellement, n'ont que peu de sens. Cette discipline utilise des agrégations de données dans des bases de données, afin de les traiter de différentes manières et d'en dégager des informations pertinentes.

De nombreux domaines d'activité utilisent maintenant les données pour prévoir au mieux leurs besoins et ceux des consommateurs, faciliter leurs prises de décisions ou plus généralement pour optimiser leurs services. L'utilisation de grandes quantités de données pour la prise de décisions n'est que très peu répandue au sein du service public, et notamment au sein des collectivités locales, comme les mairies, les communautés de communes ou les départements, mais les prochaines années pourraient voir la tendance s'inverser.

Concernant l'aménagement des territoires, le numérique a aussi radicalement changé la donne. Les métiers liés à la géographie et à l'aménagement utilisent maintenant des logiciels permettant de traiter des données géographiques et facilitant le travail de ceux qui les utilisent. Ces logiciels, appelés Systèmes d'Information Géographique (SIG) permettent de mettre en valeur des phénomènes de différents types en fonction de leur localisation. Le grand avantage est de pouvoir utiliser des données en quasi temps réel, et donc très facilement modulables. On peut ainsi adapter les infrastructures existantes ou en créer de nouvelles pour optimiser l'aménagement du territoire.

La notion de territoire désignant simplement un espace géographique, on peut noter qu'il peut regrouper plusieurs échelles. Ainsi nous avons volontairement gardé une notion imprécise qui englobe donc toutes les formes et tailles de territoire, celui-ci étant par nature très hétérogène. Au niveau de l'aménagement des territoires, ce terme rassemble donc diverses actions selon le niveau auquel on se place⁴:

² Peter T. Doran, Maggie Kendall Zimmerman (2011) "Examining the Scientific Consensus on Climate Change"

³ G. Ouzeau, M. Déqué, M. Jouini, S. Planton, R. Vautard (2014) « Le climat de la France au 21^e siècle » Volume

4

⁴ https://fr.wikipedia.org/wiki/Aménagement_du_territoire

- Au niveau national, on parle d'aménagement du territoire national;
- Pour les régions : la planification régionale ;
- le quartier et la ville voire l'agglomération sont regroupés sous la notion d'urbanisme voire de composition urbaine;
- Enfin au niveau du bâtiment on parle d'architecture.

L'aménagement du territoire regroupe plusieurs points à gérer:

- Logements et bâtiments
- Infrastructures de transport et de mobilier urbain
- Ressources naturelles et de production
- Déchets

En effet, ces aspects ainsi que ce qui les lie sont tous à gérer pour aménager durablement les territoires. D'autres aspects sont également à prendre en compte comme l'environnement ou le social pour assurer la pérennité des territoires. L'aménagement des territoires regroupe donc ces problématiques à tous les niveaux.

C'est dans ce contexte que notre étude va porter sur les opportunités que présentent les Systèmes d'Information pour améliorer l'aménagement des territoires dans ce contexte de crise écologique qui demande de repenser nos modes de vie. Nous nous concentrerons essentiellement sur le cas du territoire français, en gardant tout de même un œil sur le développement de ces problématiques dans les pays étrangers.

3. Déroulé

Nous tâcherons de répondre à diverses questions en lien avec notre problématique qui est la suivante : Dans quelle mesure les nouvelles technologies de l'information et de la communication ont un rôle à jouer dans l'aménagement des territoires ? Pour cela, nous verrons en quoi la crise écologique nécessite de mettre en place des actions d'aménagement du territoire ? Nous tenterons également de répondre à la question de la place des données dans l'aménagement d'un territoire intelligent. Enfin, nous essayerons de répondre à la question suivante : en quoi les outils de la ville intelligente soulèvent des questions éthiques ?

La première partie du rapport a pour but de présenter les avantages numériques de l'aménagement des territoires. Nous montrerons quels sont les enjeux à prendre en compte lors d'actions d'aménagement du territoire et en quoi les outils informatiques permettent de créer des territoires plus résilients. La deuxième partie s'évertue à être exhaustive sur les solutions informatiques disponibles pour répondre à la problématique centrale d'aménagement du territoire. Nous verrons des exemples d'actions menées par des collectivités pour gérer leur territoire de façon "intelligente". Enfin la troisième partie permettra d'évoquer les enjeux éthiques de l'utilisation de technologies de gestion intelligente. Nous discuterons des différents points à prendre en compte lors de la mise en place de ces outils.

Pour mener cette réflexion, notre démarche a intégré un planning précis afin de répondre aux contraintes de temps imposées pour le rendu de livrables intermédiaires et du rapport final. Ce planning, construit sous la forme d'un diagramme de GANTT, a nécessité des ajustements tout au long

de ce travail pour fournir un rapport suffisamment complet. La première version de ce rapport était la suivante (Annexe 2):

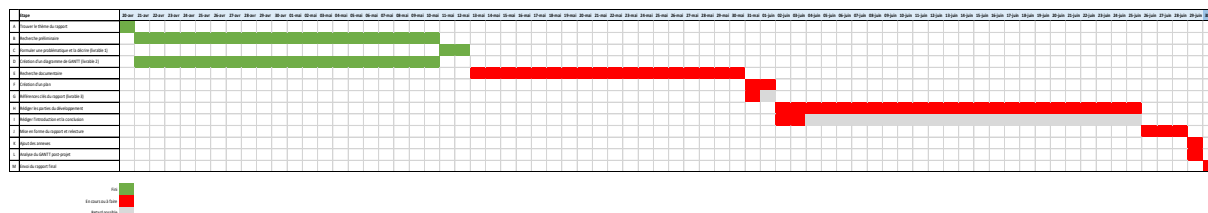


Figure 1 Diagramme de GANTT en début de projet

I. Des nouveaux enjeux numériques pour l'aménagement des territoires

1. Une révolution numérique aux nombreuses opportunités

Les années 2010 ont vu l'émergence d'une nouvelle technologie : les smartphones. Ces téléphones connectés se sont très rapidement imposés dans la vie de bon nombre de personnes tout autour du globe. Ils permettent de faire bien plus de choses que ce que leur nom indique et ont remplacé de nombreux autres objets : GPS, appareil photo, télévision, ordinateur, et même parfois les lieux de rencontre réels, devenant alors des lieux de sociabilisation virtuels grâce aux réseaux sociaux. Et cette centralisation des activités en un objet unique l'a vite rendu indispensable dans le quotidien de nombreuses personnes.

Mais ce qui nous intéresse ici est le pouvoir de rendre la ville dynamique grâce aux objets connectés comme les smartphones. En effet, ceux-ci collectent en temps réel des centaines de données de tous types : coordonnées géographiques, réseau utilisé, accès à internet, etc... Les GAFAM -expression utilisée pour désigner les « géants du net » comme Google, Amazon ou Facebook- ont vite compris l'intérêt de récupérer ces données, qui représentent maintenant un pouvoir considérable et monnayable. En effet, la revente de données correspond à une part toujours plus grande de leur chiffre d'affaires. Mais les données leur permettent également de proposer des services personnalisés aux consommateurs.

Nous pouvons prendre l'exemple de Google. Cette entreprise a commercialisé son système d'exploitation pour Smartphones : Android, depuis l'arrivée des premiers smartphones sur le marché à la fin des années 2000 et ils se sont rapidement imposés comme leader, avec 72% des parts de marché en 2020⁵. Cela leur permet donc d'obtenir des quantités faramineuses de données sur une grande part des propriétaires de smartphones. Croisant ensuite ces données de localisation avec leur système de cartographie en ligne Google Maps, cela donne un outil très puissant. Non seulement les utilisateurs peuvent se repérer en temps réel grâce à la fonction GPS, mais ils peuvent aussi contribuer

⁵ Mobile Operating System Market Share Worldwide 2020, statcounter.com

(parfois malgré eux et sans le savoir) à créer des cartes interactives permettant de visualiser le trafic routier, grâce à l'ensemble des données de géolocalisation des smartphones. Google utilise ensuite des algorithmes pour proposer les itinéraires les plus rapides aux utilisateurs pour se rendre d'un point A à un point B selon le mode de transport choisi, ou encore de lui proposer des services ou activités populaires à proximité. Le trafic est donc mieux régulé, en libérant en partie les axes saturés, ce qui contribue à l'optimisation du trafic urbain et interurbain. C'est ainsi que Google a créé un service utilisé quotidiennement par des centaines de millions de personnes à travers le monde.⁶

Nous pouvons voir à travers cet exemple l'importance des données et de leur utilisation par une organisation privée, lorsque celles-ci sont traitées en grand volume. Ce type de services repose sur le big-data, l'utilisation d'une très grande quantité de données, interprétable uniquement par des ordinateurs tant leur volume est important. Nous verrons que le big-data est un enjeu très important des années 2020, y compris dans une optique d'aménagement du territoire. Et le big-data n'est qu'une composante des enjeux liés aux données pour l'aménagement des territoires. L'utilisation des données est avant tout une décision politique qui traite de nombreux enjeux que nous allons développer. Cela passe par le développement d'outils d'analyses de données qui permettent de modéliser des phénomènes ou de prévoir des tendances.

Cette volonté politique peut provenir de différents niveaux, du plus local au plus global selon les enjeux soulevés par ces outils. Cela peut passer par des dispositifs favorisant l'utilisation des données pour les organisations privées à des partenariats public-privé pour mettre en place des technologies au sein de l'espace public, ou même par la mise en place d'outils directement par les pouvoirs publics. Ces outils ont pour finalité de rendre les territoires plus viables et durables en diminuant leur impact carbone et en les rendant plus autonomes dans leur gestion.

Les outils dont il est question font partie du domaine de la science des données. Cette discipline s'appuie sur des techniques mathématiques, statistiques et informatiques pour en extraire des informations pertinentes et fiables. Ces outils, communément qualifiés « d'Intelligence Artificielle » regroupent l'apprentissage automatique, la modélisation prédictive, le data mining, l'apprentissage profond et d'autres techniques permettant de modéliser différents phénomènes.

Ces techniques sont en plein développement et certaines sont encore très peu répandues ce qui nécessite de rester critique vis-à-vis des informations qu'elles apportent. Elles peuvent avoir des applications en lien avec l'aménagement des territoires comme la gestion et la prévision des risques naturels, la gestion de l'énergie, des ressources ou des déchets ou encore pour optimiser les flux de population ou de ressources entre les territoires.

2. Une crise écologique nécessitant de repenser les territoires

Et ces applications sont d'autant plus importantes dans le contexte de crise écologique, que nous avons définie comme l'ensemble des phénomènes mondiaux ou locaux, qui devrait très probablement, à terme, dégrader de façon quasi irréversible les conditions de vie humaine, végétale et animale sur la

⁶ <https://cloud.google.com/maps-platform/maps/>

Terre telle qu'on la connaît aujourd'hui, et ayant, au moins en partie, une origine provenant de l'activité humaine.

Le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) a prévu différentes conséquences liées à la crise écologique (dans son 5^{ème} rapport sur le climat publié en 2014⁷), qui devraient modifier le climat et donc les écosystèmes sur Terre. Parmi ceux-ci, on peut parler des phénomènes climatiques aggravés tels que les sécheresses, les inondations et les tempêtes, l'extinction de nombreuses espèces animales et végétales, des crises liées aux ressources alimentaires ainsi que d'importants déplacements de population. Ces phénomènes sont à prendre en compte pour aménager des villes et territoires durables, qui sont susceptibles à la fois de minimiser la crise écologique, ainsi que d'en limiter les conséquences.

Cette crise durable est donc à la fois une nécessité de repenser les modes de vie et une opportunité de mettre en place des outils qui optimisent les aménagements des territoires, que sont les villes mais également les campagnes, où le digital est encore très peu développé, du fait de son coût financier et technique parfois difficile à supporter. La mise en place d'outils de gestion des données dans le but de créer des territoires intelligents doit se faire à un niveau global afin de ne pas en laisser certains hors de cette dynamique et créer d'importantes disparités entre les villes et les régions. Néanmoins, il est important de prendre en compte les problématiques locales pour assurer une gestion viable à long terme. Ainsi, on peut aisément admettre que des territoires moins denses en population ont des besoins moins importants en termes de gestion intelligente. En effet, les problématiques liées à la surpopulation telles que les embouteillages urbains ne se retrouvent pas dans tous les types de territoires.

3. L'aménagement des territoires au cœur de leur résilience

Il est possible pour les territoires de mener de nombreuses actions en vue de gagner en résilience face aux conséquences du changement climatique. L'objectif est d'arriver, par divers moyens, à pouvoir limiter voire éviter les sources de pollution, de préserver la biodiversité et de rendre les territoires plus agréables à vivre pour leurs habitants. Mais il faut également pouvoir contenir d'éventuelles catastrophes naturelles et des crises sociales de différents types. De plus, les territoires, dans leur ensemble, qui sont donc par définition très variés, ont des contraintes géographiques, politiques et sociales qui les rendent uniques et nécessitent des actions spécifiques pour répondre à cet objectif de résilience.

On peut définir la ville résiliente -et donc un territoire résilient par extension- par divers caractéristiques⁸:

- Souple et résistante
- Ouverte au changement et adaptative
- Complexe et diverse mais interconnectée et interdépendante

⁷ Selon l'article « Changement climatique : causes, effets et enjeux », site du Ministère de la Transition écologique et solidaire

⁸ <https://villeresiliente.org/objet/> (consultation le 24/06/2020)

- Ouverte sur l'extérieur mais ancrée au sein de son environnement
- S'appuyant sur des ressources locales et renouvelables s'inscrivant dans un cycle durable

Ces caractéristiques sont donc à prendre en compte pour aménager les territoires avec un objectif de résilience. Ceux-ci peuvent mener de nombreuses actions pour y parvenir. Tout d'abord, un travail global entre les territoires est nécessaire pour que chacun trouve sa place et éviter la redondance, à la fois d'infrastructures mais également de ressources quand c'est possible. Il est également primordial de s'intéresser à l'aménagement au sein des territoires. Cela passe là encore par une réflexion globale sur les ressources et les infrastructures. La difficulté est de faire coïncider ce vers quoi les territoires veulent tendre en matière de résilience avec ce qui existe parfois depuis des siècles, et qui a un poids considérable en termes historique, culturel et matériel.

Au niveau des infrastructures, il est important de comprendre comment elles s'inscrivent dans leur environnement et quelles sont en leurs caractéristiques ainsi que leur avenir probable. Un point très important concerne l'énergie nécessaire à leur fonctionnement. On sait par exemple que de nombreux bâtiments ne sont pas efficaces énergétiquement car mal conçus en amont (au niveau de l'architecture, l'exposition, les matériaux, etc ...). Ils sont aussi parfois mal isolés et utilisent des sources d'énergie non renouvelables. Ce constat est applicable pour de nombreuses infrastructures qu'il faut donc moderniser, soit en les rénovant, soit en les reconstruisant pour faire baisser leur coût énergétique. Il est donc nécessaire de trouver des moyens pour réduire l'empreinte écologique des infrastructures mais également pour détecter celles dont le besoin est le plus urgent.

On peut également noter que les Systèmes d'Information Géographiques sont utilisés en urbanisme depuis déjà de nombreuses années. Contrairement à une base de données classique, les SIG incluent une composante de visualisation qui permettent d'analyser des phénomènes en fonction de leur localisation. Les SIG peuvent permettre de visualiser des données de différents types : naturelles, artificielles et immatérielles en les superposant sur un fond de carte selon le phénomène que l'on veut montrer. Les données naturelles concernent tout ce qui n'est pas imputable à l'Homme, à l'inverse des données artificielles qui concernent les infrastructures, alors que les données immatérielles sont utilisées pour quantifier des indicateurs relatifs aux habitants, comme par exemple des phénomènes sociaux.⁹

Ce sont donc des outils très utiles et même indispensables pour les géographes et urbanistes mais qui nécessitent des compétences spécifiques parfois nouvelles. Il est important de prendre ce point en considération pour utiliser ces technologies car celles-ci peuvent rapidement se révéler inefficaces voire contre-productives si elles sont mal utilisées. Le futur de l'aménagement des territoires passe donc également par l'utilisation de SIG pour visualiser différents phénomènes au sein des villes ou des campagnes, à condition de bien appréhender leur utilité.

Des outils gratuits et libres s'y apparentant ont complètement changé la donne en démocratisant l'accès à l'information géographique modulable et en temps réel. On peut ainsi évoquer le cas d'OpenStreetMaps qui offre une alternative gratuite et libre de droits à Google Maps. OpenStreetMaps est un service collaboratif de cartographie en ligne (sur le même principe que Wikipédia) et qui permet à tout un chacun, sous réserve d'avoir les compétences techniques nécessaires, de pouvoir développer sa propre application en utilisant les bases de données géographiques du service via une API (Application Programming Interface). Nous verrons en quoi cette initiative a permis de changer la

⁹ Dimitri Mineau (2003), « L'apport des SIG en urbanisme », Bulletin de l'Association de Géographes Français, pp. 443-453

donne en matière d'accès aux informations géographiques et en quoi ce type de projets visant à rendre public des données de différents types peut être à l'origine de nombreuses innovations en aménagement des territoires.

Néanmoins, il faudra pour les collectivités définir le champ d'application de ces données, ou répondre aux questions sur leur utilisation. La question de la collecte et de la gestion des données ainsi que celle de leur propriété doit être posée avant de les mettre en place et pour éviter tout problème de gouvernance des données. Il est important également de se pencher sur l'aspect éthique de la collecte des données, qui soulève des enjeux tels que la surveillance de masse ou la restriction des libertés individuelles.

Nous allons donc nous pencher sur les technologies liées aux données qu'il est possible d'utiliser dans le but de mieux aménager les territoires urbains et non urbains dans un contexte de crise écologique majeure. Nous verrons comment ces outils peuvent permettre de mieux faire cohabiter ces différents espaces et en tirer le meilleur parti de chacun tout en leur laissant une marge de manoeuvre pour qu'ils puissent prendre en compte leurs propres spécificités. C'est un sujet en plein développement qui entraîne des changements dans la façon d'aménager les territoires. Il est donc nécessaire de s'adapter pour les différents territoires et les personnes en charge de l'aménagement.

Nous traiterons également les problématiques liées à la qualité des données et la question de l'usage de données publiques, qui doit se faire en toute transparence afin de conserver leur propre légitimité et rester viable sur le long terme. Il faut pour cela prendre en compte les dangers de telles technologies qui peuvent aussi soulever des questions éthiques.

II. De nombreux outils informatiques pour aménager des territoires résilients

1. Des outils de géographie informatique performants

Le changement climatique impose aux territoires de mettre des actions en place pour essayer de le contenir et de réduire ses effets. Nous avons également vu que les technologies de l'information et de la communication (TIC) se sont grandement développées ces dernières années et continuent d'offrir de nouvelles opportunités dans de très nombreux domaines. Les outils numériques sont toujours plus performants et sont donc bien adaptés pour rendre les territoires intelligents et durables. Nous allons donc nous pencher sur ces outils pour améliorer leurs aménagements dans un but de résilience des territoires. Pour cela, on peut distinguer plusieurs voies.

L'un des outils les plus utilisés en aménagement est le SIG. Les Systèmes d'information Géographique permettent de visualiser des phénomènes de différents types en fonction de leur localisation sur une représentation cartographique. Ils sont alimentés par des bases de données et sont donc très utiles pour collecter, gérer et traiter des informations par rapport à leurs coordonnées géographiques. Leurs performances ont considérablement augmenté ces dernières années en suivant la croissance du rythme de calcul des ordinateurs. Les SIG ont des objectifs variés et on peut donc en distinguer

plusieurs types. Certains logiciels sont créés dans un but précis et souvent pour un domaine spécifique. Par exemple, il existe des SIG développés pour le domaine de l'agriculture qui peuvent servir à différentes tâches comme la gestion des parcelles ou le suivi des produits issus de l'agriculture.

Les applications qui nous intéressent concernent l'aménagement du territoire. Mais là encore on distingue plusieurs SIG selon leur utilisation prévue. L'échelle de représentation est notamment très importante. Les SIG utilisés ne sont pas les mêmes selon que l'on veuille observer un phénomène local (au niveau d'un quartier par exemple) ou un phénomène global et qui concerne des territoires beaucoup plus étendus. De plus, un SIG utilisé uniquement par des professionnels est relativement différent d'un SIG qui a pour finalité de présenter des données au grand public.

Prenons l'exemple de deux outils différents qui ont pourtant tous deux des applications liées à l'aménagement. D'un côté, un outil comme Google Maps est destiné au Web et à un public très hétérogène et met donc l'accent sur la visualisation et l'ergonomie grâce à son interface utilisateur. Il repose également sur une base de données qui n'est pourtant pas directement accessible en tant que telle même si de nombreux contributeurs amateurs peuvent l'alimenter. Le but étant simplement d'informer l'utilisateur et non pas de l'impliquer dans la production d'information.

De l'autre côté, le logiciel open-source QGIS est plutôt destiné à cartographier des phénomènes sur un territoire donné dans le but de produire de la connaissance. Il est plutôt destiné à des professionnels pour produire des informations pertinentes pour leur activité. De plus, étant un logiciel open-source, il permet à ses utilisateurs de personnaliser son fonctionnement grâce à l'ajout de différents modules externes.

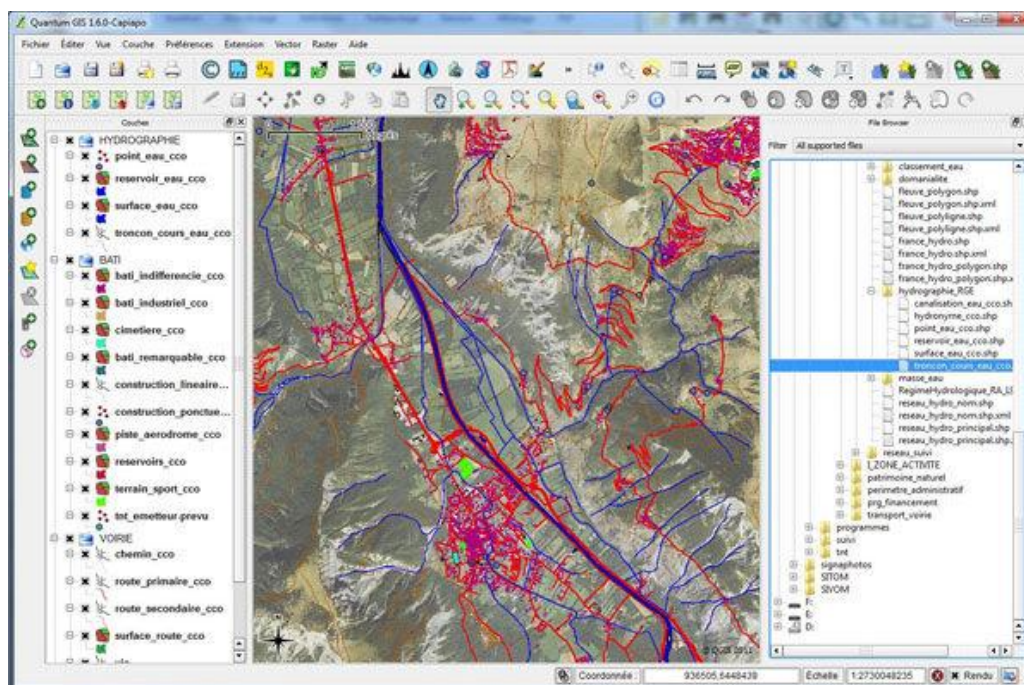


Figure 2 Exemple de SIG utilisé par la communauté de communes de l'Oisans.

Les SIG reposent donc sur différentes technologies et ont des caractéristiques diverses. Les logiciels propriétaires comme Google Maps ou encore ArcGis contraignent leurs utilisateurs à utiliser ce qui est déjà développé à l'inverse des logiciels open-source pour lesquels le code est accessible et permet aux utilisateurs avancés de les personnaliser et même d'ajouter des fonctions. Il est donc judicieux de bien prendre en compte le besoin avant de choisir un SIG. De plus, un logiciel propriétaire est par définition modifiable par son propriétaire et impose à ses utilisateurs ses visions, fonctions et tarifs notamment.

C'est le cas de Google Maps qui a radicalement changé son système de tarification pour les applications utilisant sa base de données géographiques, augmentant considérablement le prix de certains services en 2018.¹⁰ Les développeurs travaillant avec ce SIG ont donc été contraint d'accepter la hausse des tarifs ou de développer leurs services avec d'autres SIG comme OpenStreetMaps. Cette alternative créée en 2004 par la fondation du même nom avait pour but de créer un Système d'Information Géographique libre et alimenté par différentes bases de données existantes et des contributeurs. Le but étant de favoriser l'accès à une information géographique libre. Elle a été utilisée dans de très nombreux projets depuis sa création.

2. Les données ouvertes comme moteur de l'aménagement des territoires

Ces dernières années, de nombreuses organisations (notamment publiques mais aussi privées) ont ouvert leurs données en mettant à disposition certaines de leurs bases de données. Cela permet de pouvoir disposer de données "figées" ou mises à jour régulièrement. Toute personne peut ainsi utiliser ces données sous certaines conditions pour les analyser ou encore les utiliser dans une application. C'est là tout l'avantage de ce qu'on appelle l'Open Data !

L'open-data est apparu surtout depuis la fin des années 2010 et concerne toutes les données mises en ligne par des organismes publics ou privés. L'objectif est de favoriser la transparence des données dites publiques et de garantir le droit à l'information des citoyens. En effet, toute personne disposant d'une connexion internet est libre de parcourir ces données. Le site data.gouv.fr créé par l'État français donne les principaux avantages de l'open-data :

- "répondre à des questions ;
- prendre des décisions, pour soi, sa commune, son association ou son entreprise ;
- bénéficier de services utiles au quotidien : pour se déplacer, éviter le gaspillage alimentaire, connaître les services publics à proximité de son domicile ;
- encourager la transparence démocratique des institutions et des élus, par exemple : connaître l'utilisation de la réserve parlementaire, les budgets de l'État et des collectivités, les titres de presse aidés par l'État."

L'open-data est donc aussi liée à une décision politique pour qui la transparence de l'information est primordiale. Les données ouvertes peuvent être publiées directement sous forme brute ou traitée, ou indirectement via une API. L'API est une interface de programmation qui permet d'utiliser des données

¹⁰ Blog Le Monde (Juin 2018), Hausse des tarifs de Google Maps : « On a plus que jamais besoin d'alternatives libres »

d'un programme dans d'autres programmes lors d'un projet de développement informatique. L'intérêt des données ouvertes tient donc dans la possibilité de les réutiliser dans divers projets comme ceux liés à l'aménagement.

Des organisations publiques ou privées peuvent les utiliser pour adapter leurs services ou en créer de nouveaux en fonction des besoins réels des citoyens. Une collectivité publique peut donc décider d'aménager son territoire en fonction des réels usages et ainsi limiter le gaspillage de ressources ou d'énergie. Par exemple, la ville de Paris, qui a lancé sa plateforme d'Open Data fin 2010, propose des banques de données recensant les bornes pour ses vélos en libre service. Elles sont mises à jour chaque minute pour garantir cette information en temps réel. Ces infos peuvent donc être utilisées dans un projet d'aménagement pour connaître les bornes les moins utilisées et ainsi adapter son offre et limiter le gaspillage de ressources.

Néanmoins, l'open-data soulève différentes questions et notamment sur la gouvernance de ces données publiques. Il faut donc définir qui les produit et les exploite et comment elles sont mises à disposition des citoyens. Leur coût est donc un élément à prendre en compte car cela nécessite des infrastructures techniques pour collecter et stocker ces données sur des serveurs. On ne peut donc pas créer des données ouvertes sans penser à leur utilité future et à ce qu'elles pourraient apporter. L'open-data est donc un véritable sujet au coeur des territoires intelligents et non pas simplement un moyen de dynamiser l'information.

Le recueil des données est également une étape importante du processus d'open-data. Pour cela, différentes techniques existent et sont plus ou moins adaptées pour collecter des données. Les méthodes traditionnelles étaient manuelles et peu facilement utilisables en temps réel. Cela concerne les techniques de comptage manuel comme celles pour quantifier le trafic sur un axe routier où différentes personnes étaient postées à un endroit pour compter le nombre de véhicules. On peut également citer les sondages pour connaître les habitudes et les opinions des citoyens et réalisés sur des échantillons de personnes qui là encore ne sont pas actualisables en temps réel.

Il est possible également de combiner d'anciennes bases de données pour produire des informations de qualité. Mais le principal atout du numérique concerne l'Internet des Objets (IoT). Cela concerne l'ensemble des objets et lieux connectés à internet et qui permettent de collecter de nombreuses informations en temps réel via des capteurs. Ces données sont ensuite stockées dans le cloud pour y être analysées ou utilisées dans divers projets.

3. L'internet des objets au centre des enjeux

L'internet des Objets est la pierre angulaire des territoires intelligents. En effet, en créant un réseau d'objets connectés -ce qu'on appelle l'Internet des Objets- on peut remonter bon nombre de données en temps réel et ainsi adapter l'aménagement des territoires selon l'utilisation qu'en font leurs habitants. Ils peuvent intégrer des capteurs ayant différentes fonctions : capteur thermique, position GPS, scanner, capteur de mouvement, capteurs RFID pour transmettre des informations, et de nombreux autres. C'est ainsi que les objets connectés sont en plein développement et leur nombre augmente déjà exponentiellement, et leur croissance devrait continuer de suivre ce rythme.

Il existe une multitude de technologies de communication pour les objets connectés. Le réseau utilisé dépend de la quantité de données que l'objet doit remonter, la portée nécessaire pour remonter les données et l'usage prévu. Il est possible d'utiliser des fréquences libres de communication, c'est à dire

qui ne sont pas déjà utilisés par des réseaux classiques (comme la radio, télévision, 3G, 4G, etc...) et qui garantissent le bon fonctionnement de ce réseau sans pour autant engorger les réseaux déjà existants. Il faut également pouvoir identifier chaque objet connecté et pour cela le passage à l'IPv6 a permis de créer une quantité énorme d'adresses IP, ce qui permet de faire face au déploiement exponentiel d'objets connectés.

L'internet des objets combine donc plusieurs infrastructures : des objets connectés permettant de recueillir des données via des capteurs, des protocoles de communication qui transmettent ces données vers le cloud et des serveurs qui les stockent, les traitent et les agrègent pour leur donner du sens et pouvoir les utiliser.¹¹ Ces objets ont de nombreuses applications pour l'aménagement des territoires. Par exemple, pour la gestion intelligente des transports urbains : l'IoT permet de collecter et d'analyser des données sur la gestion du flux de véhicules, des accidents, des infrastructures routières (maintenance, construction de nouvelles routes, etc...) ou encore pour trouver les itinéraires les plus rapides ou les plus intéressants à parcourir.

Mais l'Internet des objets a des applications dans tous les champs de l'aménagement des territoires. Certains sont déjà fortement développés en France comme les compteurs électriques Linky qui permettent de connaître en temps réel la consommation électrique des ménages. D'autres n'en sont qu'au stade de projet et il existe probablement des applications encore à découvrir pour l'IoT. Les objets connectés produisent donc des données dont certaines peuvent être rendues publiques sur des plateformes d'open-data.

Il existe de nombreuses techniques pour donner du sens aux données et en tirer des connaissances pertinentes. Les analyses peuvent être relativement simples dans certains cas comme des statistiques descriptives permettant de se rendre compte d'une situation ou inclure des modèles prédictifs d'Intelligence Artificielle. Nous allons nous intéresser à ce dernier point.

4. Des technologies au service des territoires intelligents

L'Intelligence Artificielle est un ensemble de techniques informatiques permettant de simuler une intelligence humaine tout en disposant de capacités de calcul largement inatteignables par l'Homme. Il existe différentes techniques qui ont pour but de créer des modèles prédictifs et ainsi rendre les machines autonomes dans le sens où elles peuvent prendre des décisions le plus juste possible en prenant en compte un grand nombre de paramètres. Elles reposent sur des bases de données auxquelles sont appliquées des techniques statistiques desquelles sont tirées un modèle prédictif. On peut donc utiliser ces techniques pour trouver des modèles et ainsi optimiser l'aménagement des territoires.

Par exemple, les techniques d'apprentissage automatique permettent de résoudre des problèmes complexes avec des données de différents types pour en identifier des structures, c'est-à-dire trouver des liens entre les données qui ne sont pas forcément visibles par l'oeil humain, du fait de la complexité

¹¹ Rapport de l'ARCEP (2016), "Préparer la révolution de l'Internet des Objets", Document n° 1 Une cartographie des enjeux

de ces structures et de leur taille volumineuse. Les ordinateurs peuvent donc trouver des solutions à ces problèmes que l'humain ne pourrait résoudre, tant cette tâche serait fastidieuse.

On peut utiliser ces méthodes en aménagement pour par exemple adapter automatiquement la consommation de ressources en eau ou en énergie selon les usages réels des habitants à chaque période de l'année ou chaque heure de la journée. Cela peut permettre de mieux gérer les ressources en les économisant quand elles ne sont pas nécessaires. Cela peut s'avérer indispensable dans certains territoires sujets à des tensions quant à la disponibilité de ces ressources. C'est le cas de la ville de Kalgoorlie en Australie, qui a pu diminuer sa consommation d'eau de 12% en un an.¹²

Cet exemple montre l'intérêt des techniques d'apprentissage automatique mais d'autres méthodes similaires comme l'apprentissage profond ou le data mining permettent également de mettre en évidence certaines structures et donc d'adapter les infrastructures dans les territoires. C'est également une des raisons qui rend les données si importantes et montre la nécessité d'avoir des données fiables et de qualité, c'est-à-dire qui représentent précisément ce qu'elles décrivent et qu'elles soient actualisées, disponibles et complètes.¹³

L'analyse des données est donc une discipline à part entière qui permet de révéler des solutions pertinentes. Malgré son intérêt évident, elle est encore peu mise en place par les territoires, soit parce qu'ayant un intérêt sous-estimé soit par manque d'informations fiables ou par manque de moyens techniques, nécessitant parfois des infrastructures robustes pour réaliser les calculs nécessaires ainsi que des compétences solides afin de mettre en place ces méthodes.

De nombreuses actions d'amélioration de l'aménagement du territoire ont été mises en place ces dernières années, s'inscrivant dans un long processus de changement de société pour faire face aux enjeux du changement climatique. D'autres ont été testées dans certains espaces et devraient vraisemblablement gagner progressivement les autres territoires. Comme nous l'avons vu dans l'introduction, l'aménagement des territoires regroupe des actions à plusieurs échelles et à différents niveaux. Nous allons donc identifier un certain nombre de pistes qu'il est possible de suivre pour aménager les territoires grâce aux outils du numérique en nous appuyant sur des exemples déjà mis en place sur les différents aspects de l'aménagement.

La ville de Nice a ainsi mené une expérience en créant en 2013 un boulevard connecté¹⁴, où se trouvent de nombreux capteurs pour collecter des informations sur la circulation, l'éclairage public, la propreté ou la qualité environnementale. L'objectif de cette initiative était de publier ces données pour à la fois faciliter la vie urbaine des habitants mais également de favoriser l'innovation de projets privés qui seraient libres d'exploiter ces données.

L'exemple des compteurs électriques intelligents est également révélateur du nombre croissant d'objets connectés pour quantifier l'utilisation des ressources. La consommation d'énergie est l'un des plus gros enjeux des territoires intelligents. Environ 18% de la consommation énergétique des villes provient de l'éclairage public. C'est donc un point très important sur lequel s'attarder. L'un des constats que l'on peut faire est la vétusté des installations d'éclairage public. En effet, près de 40 % des luminaires en service ont plus de 25 ans¹⁵ ce qui les rend énergivores et donc obsolètes dans le

¹² Mehdi Mohammadi and Ala Al-Fuqaha (2018), "Enabling Cognitive Smart Cities Using Big Data and Machine Learning: Approaches and Challenges"

¹³ Cours d'Introduction aux Systèmes d'Information, Gilles Zanier (2019)

¹⁴ Nice inaugure son «boulevard connecté», Le Figaro, 17/06/2013

¹⁵ <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=lumiere-sur-eclairage-mobilier-intelligents>

contexte actuel. La consommation d'énergie étant responsable d'une grosse partie des émissions de gaz à effet de serre, on comprend rapidement l'intérêt de moderniser les équipements. A Paris, l'éclairage public représente près de 30% des dépenses énergétiques de la ville. La réduction de la consommation électrique est ainsi l'une des priorités de la municipalité qui souhaite atteindre une baisse de 50% d'ici 2030¹⁶, notamment par l'installation de LED moins consommatrices d'énergie.

Et les réductions de la consommation d'énergie sont possibles partout. Nous avons vu que les bâtiments sont souvent des "passoires énergétiques". Il est maintenant possible d'analyser les pertes de chaleur des infrastructures captées grâce à des capteurs thermiques en les implémentant dans des modèles prédictifs. On peut ainsi construire des bâtiments intelligents qui limitent les pertes d'énergie. Il est possible de travailler également en amont de leur construction en analysant les zones les plus exposées au soleil ou les courants d'air locaux. On peut donc adapter les constructions pour garantir leur efficacité énergétique. La métropole de Montpellier a ainsi mis en place un écoquartier connecté permettant de diminuer les besoins en énergie et en eau.¹⁷

De nombreuses initiatives similaires ont été implantées en France comme dans la métropole du Grand Lyon. La ville entend devenir un exemple de matière de transition énergétique en mettant en place divers projets simultanés. Elle se présente d'ailleurs comme la première ville d'Europe pour le réseau électrique intelligent. Ses projets concernent également la gestion de l'eau, le développement des mobilités douces et l'amélioration de l'accès aux soins de santé.¹⁸

Il est important pour les collectivités de s'engager et cela passe également par la signature de partenariats avec des organisations privées. A Angers, la métropole a convenu d'un partenariat avec le groupe industriel Engie. Il s'agit pour ce territoire de réaliser à la fois des économies financières sur le long terme mais surtout de s'engager pleinement dans la transition écologique. Outre les projets concernant la gestion de l'eau et de l'éclairage public, le contrat porte également sur l'installation de capteurs dans les bâtiments publics afin de faire diminuer leurs dépenses énergétiques. Cela porte également sur une meilleure gestion des déchets en implantant des capteurs dans les conteneurs à ordures pour optimiser les flux de ramassages notamment. Enfin, des capteurs seront implantés pour suivre facilement les places disponibles et éviter que les voitures ne passent trop de temps à chercher des places, ce qui limitera la pollution.¹⁹

Il est possible d'agir sur de nombreux aspects de l'aménagement urbain. Par exemple au niveau des ressources en eau, en agissant sur les eaux de pluie, les eaux usées, la gestion des nappes phréatiques et des sources d'eau. Les exemples ne manquent pas pour les villes qui doivent encore inventer des solutions. Les territoires peuvent également inclure des installations produisant de l'énergie "verte" comme des panneaux solaires, couvrant ainsi les besoins de leurs propres bâtiments. La ville intelligente a également pour but de rendre l'information accessible et pourrait également inclure des panneaux donnant en temps réel de nombreuses données afin d'encourager les habitants à abandonner certaines mauvaises habitudes au profit d'autres actions meilleures pour l'environnement.

Il faut également repenser l'espace dans sa globalité et notamment les infrastructures de transport. Selon le Ministère de la Transition écologique et solidaire, le transport est responsable d'environ 30%

¹⁶ <https://www.conso globe.com/eclairage-public-paris-cg>

¹⁷ https://www.lemonde.fr/la-france-connectee/article/2016/09/29/l-ecoquartier-connecte-point-fort-de-montpellier_5005299_4978494.html

¹⁸ Grand Lyon, Smart City

¹⁹ <http://www.angersloiremetropole.fr/medias/62761-l-avenir-est-au-territoire-intelligent/index.html>

des émissions de gaz à effet de serre en 2017. C'est donc un axe de travail très important pour les territoires. Deux aspects doivent donc être traités parallèlement : d'une part la diminution de l'utilisation des moyens de transport polluants par des mesures restrictives et des campagnes de sensibilisation notamment et d'autre part la promotion des moyens de transport peu émetteurs de CO2. Cela passe donc par des décisions politiques liées à l'aménagement des territoires et les collectivités ont pour cela des moyens de les mettre en place.

Le meilleur moyen de réduire la part des moyens de transport les plus polluants est de légiférer. En effet, les responsabilités de chacun sont difficilement pointables, du fait des contraintes exercées par la société et différentes imbrications entre les dynamiques sociales. Les collectivités peuvent donc inciter les individus à utiliser des modes de transport doux : transports en commun, vélo, marche... Elles peuvent agir sur les vitesses autorisées, l'aménagement ou non de voies pour les voitures et en créant des primes pour l'achat de véhicules peu polluants.

Mais le point qui nous intéresse concerne les modes de transport doux qu'il faut inciter les gens à prendre. La mise en place de smart public transit, soit les transports en commun intelligents encourage à se tourner vers ces modes de déplacement. Les objets connectés ont ici toute leur importance car ils permettent de quantifier précisément le trafic et l'utilisation des transports en commun. Grâce aux données qu'ils produisent, les territoires peuvent ainsi aménager de nouvelles voies de bus, créer des nouvelles lignes en fonction des habitudes mises en lumière par ces capteurs ou encore adapter l'offre de transports publics en conséquence. Cela permet d'inciter les habitants à utiliser ces transports qui correspondent donc mieux à leur besoin réel, et cela en toute transparence grâce aux données ouvertes.

Les collectivités peuvent aussi implanter des bornes de recharge pour véhicules considérés comme non polluants (électriques notamment). Là encore les réels besoins peuvent être facilement compris en mettant en place un suivi de données provenant des bornes. Tout comme elles peuvent décider de l'implantation de pistes cyclables ou de "voies vertes". C'est le cas de Grenoble, considéré comme la deuxième ville cyclable en France après Strasbourg²⁰. Avec déjà 320 kilomètres de pistes cyclables, elle fait partie des villes misant sur le développement de ce mode de transport. Et 44 kilomètres d'autoroutes à vélo devraient encore y être inaugurés d'ici à 2022, confirmant ainsi cette tendance.

Et là encore, la gestion intelligente du trafic est au coeur des enjeux. Certaines pistes cyclables sont équipées de bornes avec des capteurs comptant en temps réel le nombre de cyclistes l'ayant empruntée. Le comptage a lieu grâce à des capteurs implantés sous la piste et donnant de nombreuses informations comme la vitesse, le moyen de transport de l'utilisateur ou encore le sens de circulation²¹. Cela permet de montrer plus de transparence quant aux décisions prises en ce sens car on peut alors créer des aménagements en fonction des besoins et donc inciter plus de personnes à adopter ce mode de transport doux.

²⁰ <https://www.parlons-velo.fr/barometre-des-villes-cyclables>

²¹ <https://add-bike.com/le-comptage-des-velos-un-outil-pour-les-smart-cities/>



Figure 3 Exemple de borne comptant le nombre de vélos, ici à Grenoble

Cela va dans le sens d'une prise de conscience des enjeux du changement climatique de la part de la population en montrant directement ses impacts et ses conséquences grâce aux données récoltées sur le terrain par des objets connectés. Et cela va également dans le sens d'un tourisme intelligent. Car la crise écologique ne doit pas faire disparaître toutes les possibilités de la société actuelle mais seulement nous faire prendre conscience des impacts de nos habitudes et repenser nos modes de vie en conséquence.

Le tourisme étant une composante essentielle de certains territoires, il apparaît important de se pencher sur le cas du tourisme intelligent, à la fois pour les espaces urbains comme les non-urbains. Le tourisme intelligent intègre à la fois les notions du tourisme traditionnel en y ajoutant des principes favorisant la résilience et se basant en partie sur des données. De plus, le tourisme étant fortement rattaché à la notion de déplacement, il faut également prendre en compte le transport intelligent que nous avons évoqué précédemment.

Le tourisme intelligent commence donc à la source en utilisant les technologies permettant de minimiser les impacts du transport. Et il se prolonge également dans les territoires. Cela nécessite donc des infrastructures réseau solides afin de proposer des services connectés aux touristes. Les territoires peuvent ainsi s'adapter aux besoins des touristes en analysant leurs données et en leur proposant des services personnalisés. Nous pouvons également discuter de la réalité augmentée, en proposant par exemple des cartes interactives ou encore des applications mobiles donnant de nombreuses informations et rendant les touristes acteurs de leur séjour. ²²

Les territoires intelligents sont donc également une opportunité d'investir de nouveaux marchés pour les activités et les entreprises privées, à la fois en favorisant des initiatives utilisant des données ouvertes ou via le marché de l'internet des objets, mais également grâce à d'autres points comme le tourisme intelligent.

²² <http://www.eturisme.info/essai-territoire-touristique-intelligent/>

Ces points font partie de la notion de ville intelligente mais pourraient également s'appliquer dans divers territoires non urbains. Les méthodes d'analyse de données peuvent aussi avoir un intérêt pour trouver des pistes de réflexion concernant les dynamiques inter territoriales, et rendre les campagnes et les espaces marginalisés (au sens géographique) plus dynamiques. Des politiques de développement intelligent peuvent être menées à différents niveaux de territoire.

L'ensemble évoqué montre donc tout l'enjeu des villes intelligentes et des territoires intelligents qui semblent être la solution du futur mais qui soulèvent également d'autres problématiques, plus tournées vers l'éthique et le monde vers lequel la société souhaite se tourner.

III. Des technologies d'aide à la décision qui soulèvent des enjeux éthiques majeurs

1. La gestion intelligente : fruit d'une volonté politique

De nombreuses solutions existent pour aménager les territoires de façon plus résiliente mais il convient de les implanter dans une réflexion globale sur l'aménagement des territoires. En effet, l'aménagement est un ensemble de processus qui interagissent les uns avec les autres et qui ont de nombreuses causes et conséquences. C'est donc le rôle du politique d'orienter les décisions, en coopération avec les habitants et dans un objectif de résilience du territoire. Ces stratégies doivent permettre de renforcer le pouvoir de tous les acteurs du territoire en les associant à la décision publique.²³

Les décisions politiques se prennent à différents niveaux. L'État français oriente les choix majeurs et donne un cap pour les plus petites divisions de territoires. Il peut également actionner des leviers de développement pour favoriser certaines tendances. Mais il a également un rôle de gestion des territoires. En effet, c'est l'État qui décide de déléguer ou non certains pouvoirs, et de la marge de manoeuvre à donner aux territoires.

Chaque territoire a ensuite une certaine flexibilité pour orienter ses choix en matière d'aménagement. Comme nous l'avons montré, les territoires locaux comme les métropoles ou les communautés de commune peuvent utiliser des solutions numériques pour aménager leurs espaces. Néanmoins, un point tout aussi nécessaire n'a pas été évoqué : celui de la coopération entre les territoires. En effet, il est important de créer des commissions de travail au sein des collectivités pour favoriser à la fois une meilleure intégration des territoires en marge et également un aménagement qui se fasse de manière globale, évitant par la même occasion le gaspillage de ressources. Par exemple, est-il vraiment nécessaire pour une commune de construire une infrastructure donnée si la même est déjà disponible dans la commune limitrophe ? Ce sont des questions de ce type auxquelles il faut pourtant répondre lors d'un projet d'aménagement.

²³ Rapport de M. Luc Belot sur les smart cities (2017)

Ce sujet de la coopération se retrouve dans de nombreux points comme la gestion des déchets, des ressources et des infrastructures. Ainsi, les solutions proposées par les territoires intelligents comme nous les avons vues précédemment peuvent être applicables à différentes échelles. Des territoires regroupant diverses entités locales peuvent donc se regrouper pour utiliser des SIG communs et ainsi réaliser des économies d'échelle et favoriser une meilleure intégration des territoires les moins développés. Par exemple les territoires non urbains peuvent s'associer avec des territoires urbains pour mutualiser les ressources et ainsi mettre en place des outils de gestion intelligente.

De plus, la coopération peut permettre également de gérer les flux de population et d'avoir une vue d'ensemble des dynamiques territoriales. Cela favorise l'intégration de tous les territoires et réduit donc les inégalités entre les territoires, point clé de leur résilience. Ils peuvent tout aussi travailler en collaboration avec des acteurs privés afin de mettre en place des outils numériques pour développer leur gestion intelligente dans plusieurs domaines.

Cependant il ne faut pas oublier que la mise en place d'outils numériques d'aménagement du territoire n'est pas sans conséquences. D'une part car ceux-ci reposent en grande partie sur des infrastructures imposantes et donc non neutres d'un point de vue écologique et d'autre part car ils soulèvent des questions éthiques sur les libertés individuelles et la protection de la vie privée.

2. Des enjeux éthiques majeurs

La question des ressources nécessaires pour mettre en place des solutions informatiques d'aménagement du territoire doit se baser sur des calculs, des prévisions et des hypothèses. En effet, ces solutions utilisent des objets connectés, des réseaux informatiques et des serveurs de stockage de très grande capacité qui sont donc très consommateurs d'énergie et de ressources. Il est peut-être parfois peu judicieux de mettre en place des solutions coûteuses en ressources. Il faut donc faire des prévisions sur leur rendement et se demander si le coût de mise en place et de maintenance permettra de réaliser des économies financières et de ressources plus importantes sur le long terme.

La multiplication exponentielle d'objets connectés et donc reliés en réseaux pose aussi les questions de l'impact sur la santé. Les ondes envoyées par les objets peuvent potentiellement avoir des conséquences à long terme sur la santé même si le manque de recul sur le sujet rend les études peu nombreuses²⁴. Il ne faut donc pas négliger les effets sur la santé, d'autant que les objets étant de plus en plus performants, les réseaux doivent également suivre ce rythme. Par exemple, le déploiement de la 5G est contesté par de nombreuses personnes à cause de ses prétendus effets néfastes sur l'environnement. Quoi qu'il en soit, il convient de rester prudent face à ces technologies, bien qu'elles risquent vite de devenir nécessaires devant le déploiement massif d'outils numériques.

Il faut également réfléchir à la viabilité et à la pérennité de ces systèmes et garder un certain détachement à leur égard. Qu'advierait-il des territoires en cas d'effondrement généralisé de l'informatique ou du réseau internet ? Il est donc judicieux de garder un certain recul sur les informations apportées et sur l'automatisation de certaines tâches de gestion des territoires. De même

²⁴ <http://blogpeda.ac-poitiers.fr/tpe-objetsconnectes/2017/01/28/quels-impacts-sur-la-sante/>

en cas d'attaque terroriste sur ces réseaux, il faut assurer leur sécurité sous peine de conséquences potentiellement très graves.

Le risque de cyberattaques visant les réseaux de gestion des territoires intelligents est à prendre en compte. En effet, la menace d'une attaque ayant pour but de déstabiliser un territoire pourrait engendrer de graves problèmes. Les terroristes pourraient essayer de s'emparer du contrôle des ressources via les outils de gestion du territoire. Les enjeux pourraient ainsi dépasser le simple péril numérique en atteignant les ressources, par exemple en eau potable. Ainsi les conséquences pourraient engendrer des catastrophes et il convient donc de prendre la menace très au sérieux en investissant massivement dans la sécurité de ces systèmes.

Les territoires peuvent mettre en place des politiques de sécurité strictes pour protéger leurs outils de gestion intelligente. Par exemple, la technologie appelée Blockchain peut permettre de sécuriser les données en répartissant leur stockage et en les traitant sur de nombreux serveurs en simultané ce qui évite le risque de corruption des données²⁵. Néanmoins cette technique est très coûteuse en ressources énergétiques et pose donc d'autres problèmes. La sécurité des données est un enjeu majeur de la mise en place de ce type d'outils.

Le point de la sécurité des données se pose également pour les données personnelles. En effet, les objets connectés peuvent parfois recueillir des informations permettant d'identifier les personnes et contenir des données sensibles comme les croyances religieuses, l'orientation sexuelle ou les opinions politiques. Le RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données), loi européenne visant à garantir aux citoyens de l'UE le contrôle sur leurs données est censé les protéger des organisations collectant des données personnelles en les informant et en leur conférant le pouvoir d'y accéder, de les rectifier ou de les supprimer. Mais la question de l'octroi de ces données par un tiers malveillant n'est pas à écarter totalement.

Mais l'enjeu principal est bien celui de la liberté individuelle. En effet, en déployant des systèmes permettant de tout contrôler à distance, la question de la surveillance de masse et donc des libertés individuelles apparaît rapidement. La mise en place de ces outils numériques, qui a déjà commencé dans de nombreux territoires autour du monde, doit se faire en respectant des principes garantissant la démocratie et la liberté. Elle doit s'accompagner de politiques sociales visant à intégrer chaque citoyen dans les territoires et en prenant en compte leurs spécificités.

Comme le note l'article sur "Les enjeux éthiques de la ville intelligente : données massives, géolocalisation et gouvernance municipale"²⁶ : "La ville intelligente n'est pas en soi un système ou un dispositif intégré [...]. C'est plutôt un ensemble très diversifié d'innovations, de technologies, de connaissances et de dispositifs". Cette phrase montre bien que les territoires intelligents sont en fait constitués de réseaux indépendants les uns des autres. Ceux-ci étant mis en place et maintenus par différents acteurs, il est nécessaire de poser un cadre légal réglementant le champ des possibles. D'autant plus que le phénomène est déjà en marche, renforçant le besoin d'agir rapidement.

La mise en place de dispositifs intelligents doit garantir le respect des personnes et de leurs libertés individuelles. En effet, les outils de suivi d'activité voire des personnes ouvrent la porte à des utilisations malveillantes de leurs données. Un territoire dirigé par un pouvoir autoritaire pourrait

²⁵ Sushil Kumar Singh, Young-Sik Jeong, Jong Hyuk Park (2020) , "A deep learning-based IoT-oriented infrastructure for secure smart City"

²⁶ Dominic Cliche, Patrick Turmel, Stéphane Roche (2016) « Les enjeux éthiques de la ville intelligente : données massives, géolocalisation et gouvernance municipale », Ethica Volume 20, No 1 (2016) 223-248

asseoir son contrôle sur la population grâce à ces outils. Il est donc nécessaire de mettre en place des garde-fous pour s'assurer que les données récoltées servent uniquement à améliorer l'aménagement des territoires et donc la vie des habitants. Des autorités de régulation indépendantes peuvent ainsi assurer ce rôle là.

Les propriétaires des outils des territoires intelligents, qui sont la plupart du temps les autorités locales (collectivités, communes, région) doivent ainsi respecter plusieurs principes. Ils doivent faire preuve de responsabilisation, en mesurant précisément les enjeux de ces technologies et en informer les habitants. La transparence de l'information apparaît alors comme un point clé des technologies digitales. Cela doit permettre à tous de comprendre leur finalité et pouvoir prendre leurs décisions de citoyens les plus justes possibles. Cela doit donc favoriser l'inclusion de tous à la démocratie dans les territoires intelligents.²⁷

Les données de la ville intelligente auraient donc tout intérêt à faire partie du bien commun et être accessibles par tous, dans les limites du respect de la vie privée ce qui garantirait leur pérennité. Toutes ces notions d'éthique ont vocation à être discutées et à être au coeur des débats publics afin d'être constamment évaluées et garantir la bonne utilisation des outils des territoires intelligents.

L'aboutissement de cette réflexion conduit à discuter de la place de ces outils. En effet, les nombreux enjeux qu'ils soulèvent peuvent faire reconsidérer leur implémentation. Pourtant leurs nombreux effets positifs, et notamment ceux en rapport avec une ville plus résiliente pour faire face à la crise écologique, en font un choix décisif. Et la marche rapide vers toujours plus de technologies intelligentes semble déjà lancée. Il s'agit donc de considérer l'importance à leur accorder.

Il serait judicieux d'utiliser ces technologies avant tout comme des aides à la décision et à l'aménagement des territoires. Le nombre de données conséquent qu'elles génèrent permettent d'analyser précisément les habitudes et donc les besoins des habitants. Mais les besoins peuvent aussi évoluer et par conséquent, il serait de bon ton de pleinement considérer les problématiques écologiques au sein de la société entière. En outre, les données offrent de formidables moyens de mettre en oeuvre des solutions résilientes. Cependant elles doivent être considérées avec un certain recul pour ne pas foncer tête baissée vers une dépendance totale aux technologies.

3. Bilan sur le déroulé du travail

La fin de ce rapport nous amène aussi à faire un bilan du planning de travail réalisé sous la forme d'un diagramme de GANTT. Le plus difficile dans l'élaboration de ce planning a été de prévoir les durées nécessaires pour réaliser chaque étape en amont. Il a fallu d'abord identifier les différentes étapes ayant permis la construction de ce rapport puis les classer selon leur ordre ou leur priorité et enfin déterminer leur durée nécessaire.

Le fait de trouver un sujet suffisamment ouvert et documenté mais également assez précis a également été complexe. Les problématiques liées aux outils informatiques utilisés en géographie ont orienté le choix du sujet vers l'aménagement des territoires. La recherche préliminaire a consisté à

²⁷ La ville intelligente au service du bien commun (2017), Commission de l'éthique en science et en technologie, Gouvernement du Québec, p.24-29

chercher de nombreux documents et articles pour déterminer un sujet précis. Les villes intelligentes étant au coeur de l'actualité, d'autant plus dans ce contexte de crise sanitaire liée au Covid 19, la problématique est assez vite apparue. Une revue de la littérature existante sur le sujet a donc été entreprise pour récolter le maximum d'informations permettant de construire ce mémoire.

L'autre étape difficile a concerné la construction d'un plan précis. Une solution semblant pertinente a donc été retenue pour tenter de répondre aux problématiques soulevées. Enfin la phase de rédaction du corps du mémoire a été plus longue que prévue, car menée en parallèle d'un stage ce qui laissait moins de temps à y consacrer. Finalement, le planning a été globalement respecté et a permis de finaliser le rapport dans les délais. On peut voir le planning ainsi réalisé et le comparer avec le prévisionnel (Annexe 1). Le GANTT de fin de projet est disponible en Annexe 3.

Conclusion

Les changements sociétaux des dernières décennies, et même des dernières années, avec des outils numériques prenant une place prépondérante ont entraîné de nouvelles dynamiques et de nouveaux enjeux pour les territoires. Le contexte de crise écologique marque aussi la nécessité de repenser les territoires pour atténuer les effets du réchauffement climatique. Cela doit également permettre d'en limiter les conséquences en améliorant leur résilience. La résilience étant la capacité d'un territoire à être viable dans le temps en y incluant toutes ses composantes et subtilités, pour faire face aux crises et aux aléas.

Pour cela, les territoires utilisent des outils numériques de plusieurs formes. Ceux-ci permettent de créer de nouvelles opportunités pour analyser les habitudes des habitants et aménager les territoires de manière pragmatique. Par exemple, les SIG sont des systèmes informatiques qui permettent de traiter et d'analyser des données de différents types en fonction de leur localisation. Largement répandus depuis de nombreuses années pour les professionnels, ils sont devenus très performants grâce aux progrès importants de l'informatique. Ils sont donc très utiles en aménagement du territoire pour en analyser les dynamiques puis pour y concevoir des infrastructures résilientes et fournissent également des services aux consommateurs.

On peut citer également le développement des objets connectés qui composent l'internet des objets. Ceux-ci sont équipés de différents capteurs qui collectent et transmettent des informations ensuite analysées sur des serveurs. De grandes bases de données peuvent ainsi être créées, permettant leur analyse grâce à des technologies d'Intelligence Artificielle. Cela permet de rendre les territoires intelligents en automatisant et en optimisant la gestion des ressources. Les données peuvent également alimenter des plateformes d'Open Data, facilitant la transparence de l'information et encourageant les initiatives visant à améliorer les territoires.

L'aménagement des territoires est ainsi optimisé ce qui limite le gaspillage de ressources et s'imbrique parfaitement dans les problématiques de la crise écologique. De nombreuses applications sont possibles et couvrant tous les domaines de l'aménagement, comme nous l'avons montré dans la deuxième partie.

Cependant, l'utilisation d'outils informatiques pour aménager et gérer les territoires soulève de nombreuses questions éthiques, du fait de son fort pouvoir politique. Il convient donc d'ancrer ce processus dans une réflexion globale permettant d'inclure tous les aspects qui garantissent la

pérennité du système. Il est nécessaire de penser aux liens entre les territoires à différentes échelles en incluant les spécificités de chacun.

De plus, l'utilisation de ces outils ouvre la porte à des dérives remettant en cause les principes de liberté individuelle et de vie personnelle. Il faut s'assurer à la fois de la sécurité des systèmes pour se protéger d'attaques informatiques extérieures mais également de la menace interne, notamment politique. Il est ainsi nécessaire d'avoir des autorités indépendantes qui garantissent le bon fonctionnement et la bonne utilisation de ces outils. Finalement, il convient de placer les outils numériques à leur place d'aide à la décision et à l'optimisation, et garder à l'esprit qu'ils ne peuvent pas remplacer totalement les décisions et les activités humaines.

Le sujet choisi rentre complètement dans les problématiques de société actuelles axées sur la préservation de l'environnement. Cela entraîne des modifications dans les comportements et modes de pensée des populations dans les territoires. Ce mémoire a été pensé sous l'angle des outils informatiques, qui ont connu un développement spectaculaire ces dernières années. En effet, les performances de ces technologies ont été démultipliées et permettent de réaliser des calculs impensables il y a quelques décennies. Ce vaste sujet, au cœur de l'actualité, a permis d'inclure de nombreux aspects de l'aménagement et la gestion des territoires. La littérature concernant les villes et territoires intelligents est plutôt abondante, bien que le sujet soit relativement récent, ce qui a permis de traiter de nombreux points.

Je me sens vraiment concerné par les enjeux du changement climatique et ce sujet était pour moi une manière d'aborder différents thèmes qui me tiennent à cœur. Je voulais également traiter un sujet lié à la géographie, qui est une discipline qui me plaît et dans laquelle les systèmes d'information ont une place importante. Durant la rédaction de ce mémoire, j'y ai appris de nombreuses choses sur les villes intelligentes et les technologies utilisées. Je pense avoir fourni un travail plutôt abouti et relativement complet qui permet de bien se rendre compte de l'état des choses dans ce sujet.

Le développement des outils informatiques se poursuivant de manière exponentielle, l'état des connaissances énoncées dans ce mémoire sont celles disponibles durant le travail, et pouvant par conséquent devenir rapidement obsolètes. Néanmoins, je me suis évertué à répondre à une problématique plus vaste et posant des questions intemporelles et générales sur l'aménagement des territoires.

Le mémoire a traité un sujet se voulant assez large, en prenant en compte la notion de territoire dans son ensemble. On aurait pu également centrer le sujet sur des cas précis comme le cas d'un écoquartier connecté. Cela aurait permis de parler plus concrètement des moyens mis en place dans ce type de projets en se basant sur des exemples déjà mis en place. Nous aurions pu également nous intéresser à une technologie ou une problématique plus précise comme la question de l'Open-Data mais une problématique globale comme celle traitée semblait aussi très pertinente.

Bibliographie

- Antoine Picon (2016), « L'avènement de la ville intelligente », Sociétés 2016/2 (n°132), pages 9 à 24
- Dimitri Mineau (2003), « L'apport des SIG en urbanisme », Bulletin de l'Association de Géographes Français, pp. 443-453
- Dominic Cliche, Patrick Turmel, Stéphane Roche (2016) « Les enjeux éthiques de la ville intelligente : données massives, géolocalisation et gouvernance municipale », Ethica Volume 20, No 1 (2016) 223-248
- G. Ouzeau, M. Déqué, M. Jouini, S. Planton, R. Vautard (2014) « Le climat de la France au 21^e siècle » Volume 4
- Gouvernement du Québec, « La ville intelligente au service du bien commun » (2017), Commission de l'éthique en science et en technologie
- Jean-Baptiste Le Corf (2016), « Les pratiques d'innovation de services des développeurs web dans les territoires : le cas des projets Open Data », Communication & Organisation 2016/2 (n° 50), pages 123 à 136
- Mehdi Mohammadi and Ala Al-Fuqaha (2018), "Enabling Cognitive Smart Cities Using Big Data and Machine Learning: Approaches and Challenges"
- Peter T. Doran, Maggie Kendall Zimmerman (2011) "Examining the Scientific Consensus on Climate Change"
- Rapport de l'ARCEP (2016), "Préparer la révolution de l'Internet des Objets", Document n° 1 Une cartographie des enjeux
- Rapport de M. Luc Belot sur les smart cities (2017)
- Richard Shearmu, Mathieu Charron, Filipa Pajevic (2017) « La 'région rurale intelligente' à l'aune de la 'ville intelligente' :définition, critique et enjeux »
- Sushil Kumar Singh, Young-Sik Jeong, Jong Hyuk Park (2020) , "A deep learning-based IoT-oriented infrastructure for secure smart City"
- Tai-hoon Kim,Carlos Ramos,Sabah Mohammed (2017), "Smart City and IoT" Future Generation Computer Systems p.159-162
- Thierry Joliveau (2011) Le géoweb, un nouveau défi pour les bases de données géographiques

Sitographie

- Aménagement du territoire
https://fr.wikipedia.org/wiki/Aménagement_du_territoire
 Consultation le 13/06/2020

- Angers Loire métropole (2019) « L'avenir est au territoire intelligent »
<http://www.angersloiremetropole.fr/medias/62761-l-avenir-est-au-territoire-intelligent/index.html>
 Consultation le 28/05/2020

- Applications des Systèmes d'Information Géographique
https://fr.wikipedia.org/wiki/Applications_des_syst%C3%A8mes_d%27information_g%C3%A9ographique#cite_ref-9
 Consultation le 25/06/2020

- Changement climatique : causes, effets et enjeux
<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/changement-climatique-causes-effets-et-enjeux>
 Consultation le 21/06/2020

- Comment améliorer la performance énergétique des bâtiments ?
<https://www.biohome.info/ameliorer-performance-energetique-batiments/>
 Consultation le 25/06/2020

- Découvrir l'Open-Data
<https://doc.data.gouv.fr/>
 Consultation le 21/06/2020

- Evolution de la population mondiale à travers le temps
https://fr.wikipedia.org/wiki/Population_mondiale
 Consultation le 17/06/2020

- Grand Lyon, Smart City
<http://www.economie.grandlyon.com/smart-city-lyon-metropole-intelligente-47.html#c3873>
 Consultation le 22/06/2020

- Hausse des tarifs de Google Maps : « On a plus que jamais besoin d'alternatives libres »
https://www.lemonde.fr/chronique-des-communs/article/2018/06/01/hausse-des-tarifs-de-google-maps-on-a-plus-que-jamais-besoin-d-alternatives-libres_5307968_5049504.html
 Consultation le 24/06/2020

- IoT : lancement d'un « mini-Sigfox » pour les objets connectés d'une entreprise ou d'une ville
<https://france3-regions.blog.francetvinfo.fr/numerique-midi-pyrenees/2019/12/19/iot-lancement-dun-mini-sigfox-pour-les-objets-connectes-dune-entreprise-ou-dune-ville.html>
 Consultation le 24/06/2020

- Jean-Baptiste Soubagné (2014), « Essai sur le territoire touristique intelligent »
<http://www.etourisme.info/essai-territoire-touristique-intelligent/>
 Consultation le 28/05/2020

- L'écoquartier connecté, point fort de Montpellier
https://www.lemonde.fr/la-france-connectee/article/2016/09/29/l-ecoquartier-connecte-point-fort-de-montpellier_5005299_4978494.html

- Consultation le 25/06/2020
- Le comptage des vélos, un outil pour les « Smart Cities »
<https://add-bike.com/le-comptage-des-velos-un-outil-pour-les-smart-cities/>
Consultation le 27/05/2020
- Lumière sur l'éclairage et le mobilier urbain intelligents
<http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=lumiere-sur-eclairage-mobilier-intelligents>
Consultation le 23/06/2020
- Mobile Operating System Market Share Worldwide
<https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide>
Consultation le 21/06/2020
- Nice inaugure son « boulevard connecté »
<https://www.lefigaro.fr/conjoncture/2013/06/17/20002-20130617ARTFIG00709-nice-inaugure-son-boulevard-connecte.php>
Consultation le 21/06/2020
- Paul Fabing (2014)
<http://www.etourisme.info/en-route-vers-tourisme-intelligent/>
Consultation le 28/05/2020
- Plan B : Nos maisons sont des passoires énergétiques, mais des solutions existent
https://www.lemonde.fr/videos/article/2020/06/22/plan-b-nos-maisons-sont-des-passoires-energetiques-mais-des-solutions-existent_6043698_1669088.html
Consultation le 25/06/2020
- Quel vocabulaire pour la ville intelligente de demain ?
<https://www.actualitte.com/article/monde-edition/quel-vocabulaire-pour-la-ville-intelligente-de-demain/100851>
Consultation le 22/05/2020
- Quels impacts sur la santé ?
<http://blogpeda.ac-poitiers.fr/tpe-objetsconnectes/2017/01/28/quels-impacts-sur-la-sante/>
Consultation le 26/06/2020
- « Smart cities, Smart territoires »
<https://www.strategie.gouv.fr/debats/smart-cities-smart-territoires>
Consultation le 28/05/2020
- Smart Cities et Big Data – L'analyse de données pour rendre les villes intelligentes
<https://www.lebigdata.fr/smart-cities-big-data>
Consultation le 03/06/2020
- Urbanisme en France
https://fr.wikipedia.org/wiki/Urbanisme_en_France
Consultation le 23/06/2020
- Villes résilientes
<https://villeresiliente.org/objet/>
Consultation le 24/06/2020

Table des figures

Figure 1 Diagramme de GANTT en début de projet.....	8
Figure 2 Exemple de SIG utilisé par la communauté de communes de l'Oisans.	13
Figure 3 Exemple de borne comptant le nombre de vélos, ici à Grenoble	20

Sigles et abréviations utilisés

TIC : Technologies de l'information et de la Communication

SIG : Système d'Information Géographique : ensemble de ressources informatiques permettant de collecter, stocker et traiter des données géographiques. Cela inclut également une composante de visualisation de données via la création de cartes interactives, sur lesquelles on peut notamment ajouter différentes couches pour représenter un ou plusieurs phénomènes.

IoT : Internet of Things / Internet des Objets : infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables existantes ou en évolution. (Définition de l'Union internationale des télécommunications)

API : Interface de programmation composée d'un ensemble de fonctions qui permettent d'accéder aux services d'une application, par l'intermédiaire d'un langage de programmation. (Définition commentcamarche.net)

Glossaire

Aménagement des territoires : L'aménagement du territoire consiste, par une action volontariste de l'État, à répartir harmonieusement sur le territoire national les hommes, les activités, les outils d'éducation, les infrastructures de transport. Cette politique s'inscrit donc en opposition avec les lois économiques du simple jeu de marché. Elle se veut correctrice des déséquilibres géographiques, entre régions, entre villes et campagnes, entre zones dynamiques et zones déshéritées. Elle va souvent de pair avec la planification. (Définition Larousse)

Ville intelligente : Désigne une ville qui utilise des technologies de l'information et la communication dans le but d'offrir aux habitants une meilleure qualité de service et un meilleur confort de vie, tout en réduisant ses coûts et en préservant l'environnement

Changement climatique : Les gaz à effet de serre (GES) ont un rôle essentiel dans la régulation du climat. Sans eux, la température moyenne sur Terre serait de - 18 °C au lieu de + 14 °C et la vie n'existerait peut-être pas. Toutefois, depuis le XIXe siècle, l'homme a considérablement accru la quantité de gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère. En conséquence, l'équilibre climatique naturel est modifié et le climat se réajuste par un réchauffement de la surface terrestre. Des effets du changement climatique peuvent être constatés sur l'ensemble des territoires. (Définition Ministère de la transition écologique et solidaire)

Crise écologique : Ensemble des phénomènes mondiaux ou locaux qui devrait très probablement, à terme, dégrader de façon quasi irréversible les conditions de vie humaine, végétale et animale sur la Terre telle qu'on la connaît aujourd'hui, et ayant, au moins en partie, une origine provenant de l'activité humaine.

Open data : Mise à disposition de données numériques, d'origine publique ou privée, libres d'accès et réutilisables par tous. (Définition Larousse).

Annexes

Annexe 1 : Etapes de rédaction du mémoire (début / fin de mémoire)

#	Nom	Version 1		Version 2	
		Requiert	Durée (jours)	Requiert	Durée (jours)
A	Trouver le thème du rapport		1		1
B	Recherche préliminaire et définition du sujet	A	20	A	34
C	Formuler une problématique et la décrire (livrable 1)	B	2	B	14
D	Création d'un diagramme de GANTT (livrable 2)		1		1
E	Recherche documentaire	B,C	18	B,C	45
F	Création d'un plan	E	2	C	1
G	Références clés du rapport (livrable 3)	E	1	B	1
H	Rédiger les parties du développement	F	24	F	27
I	Rédiger l'introduction et la conclusion	F	2	F	2
J	Mise en forme du rapport et relecture	H,I	3	H,I	1
K	Ajout des annexes	J	1	J	1
L	Analyse du GANTT post-projet	J	1	J	1
M	Envoi du rapport final	K,L	1	K,L	1
			72		72

Annexe 4 : Livrable 1 Formulation d'une problématique et description du sujet

Sujet :

Améliorer l'aménagement du territoire grâce aux SI dans un contexte de crise écologique

Problématique :

Comment les SI peuvent permettre d'améliorer l'aménagement des territoires ?

Notions du sujet :

SI, SIG, IoT, big data, Aménagement des territoires, risques naturels, transition écologique, environnement, données géographiques, composante sociale, risques naturels, risques sociaux, réchauffement climatique, solutions durables, importance des données, enjeux de protection des libertés individuelles

Acteurs :

Collectivités territoriales, état français, entreprises publiques, entreprises privées (urbanisme, BTP, énergie, etc)