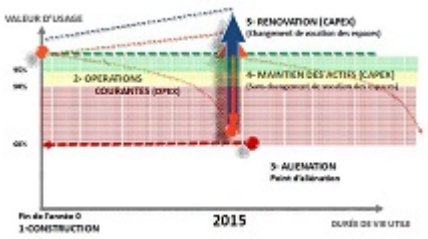
Cahiers
#Costech

> Jean-Pascal Foucault
> Yann Moulier Boutang

Vers des « capteurs » économiques et sociaux

Condition et modèle de gouvernance et de décision pour une ville intelligente organologique



> #Numéro 1
> Soutenabilité sociétale et environnementale de l'innovation
> Traductions
> CRI - Complexité, Réseaux et Innovation (Costech-UTC)
> Cités intelligentes - > Design - > Economie de la connaissance - > Mégadonnées - > Sociologie des usages

Citer cet article

Foucault, Jean-Pascal., Moulier Boutang, Yann. "Vers des « capteurs » économiques et sociaux. Condition et modèle de gouvernance et de décision pour une ville intelligente organologique", 30 mai 2017, *Cahiers Costech*, numéro 1.
URL https://www.costech.utc.fr/CahiersCostech/spip.php?article24

Ce texte est une version traduite en français et amendée par les auteurs de leur communication à la conférence internationale : FOUCAULT, J-P., MOULIER BOUTANG, Y., "Towards economic and social 'sensors' : condition and model of governance and decision-making for an organological smart city.", DOI : 10.1049/cp.2015.0262, ISBN : 978-1-78561-032-5, 2015 International Conference on Smart and Sustainable City and Big Data (ICSSC), Shanghai (China) (july 2015), pp. 106-112.

- FOUCAULT (Jean-Pascal), LECLERC (Guy), « Le tableau de bord MAESTRO pour la gestion des installations, 3e éd. », https://hal.archives-ouvertes.fr/fi... , EAN13 :

9782553011290, ISBN : 978-2-553-01129-0, Éditeur : Polytechnique, Presses Internationales de Polytechnique, (2003), 122 p.
- FOUCAULT (Jean-Pascal), « Actifs physiques et développement durable : même enjeu ? », Conférence TEDX UTCompiègne, Compiègne (France) (janvier 2015), YouTube : https://www.youtube.com/watch?v=QQW...

Résumé

Cet article vise à proposer un cadre et un éclairage nouveau par un modèle de « *Smart City-organologique* ». Ce modèle de gouvernance est constitué d'un dispositif adaptatif construit autour d'une différenciation des capteurs intelligents et de tags humains afin d'améliorer le processus décisionnel. Plus concrètement, ce dispositif est basé sur la prise en compte à la fois, par une approche normative, de « capteurs physiques » et, par une approche positive, de « capteurs économiques et sociaux ». Ainsi, ce modèle guide la gouvernance d'une ville en permettant d'introduire des critères décisionnels dépassant les simples besoins techniques. La conception du dispositif s'appuie sur la tentative de capter les « signaux faibles », ou leurs conséquences, d'expression de besoins, qu'ils soient explicites ou implicites, quand ils révèleraient une dérive par rapport aux objectifs poursuivis par le « décideur ». Ainsi, une « régulation » ou « correction du système devient possible. La planification des actions à prévoir sur les actifs physiques, immobiliers, industriels et d'infrastructures diverses bénéficie d'un meilleur »alignement" de la cohérence avec les volontés économiques et sociales des divers acteurs.

Auteur(s)

Jean-Pascal Foucault est un ingénieur civil, enseignant-chercheur à l'UTC ; diplômé de l'École Polytechnique de Montréal, d'une maîtrise recherche ès sciences appliquées en génie civil du même établissement, doctorant à l'UTC en sciences économiques et de gestion. Il intervient régulièrement à l'École de technologie supérieure de Montréal (ETSMTL), l'École Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC, Ponts Formation Conseil) et l'École des Hautes Études en Santé Publique (EHESP). Auteur principal du livre *Le tableau de bord MAESTRO pour la gestion des installations* (2003), il est le fondateur et conseiller scientifique de l'entreprise tbmaestro (www.tbmaestro.com) issue de son expertise dans le domaine de la gestion d'actifs physiques : bâtiments, infrastructures urbaines et industrielles. Il siège à titre d'expert pour la Commission de normalisation de l'AFNOR sur la gestion d'actifs, concernant ISO 55000, l'ISO 55001 et l'ISO 55002.

Yann Moulier-Boutang Économiste, professeur à l'Université de Technologie de Compiègne et directeur de la publication de la revue *Multitudes*. Il est membre du comité d'orientation de Cosmopolitiques. Auteur de *La Révolte des banlieues ou Les habits nus de la République* (2005), *Le Capitalisme cognitif : la nouvelle grande transformation* (2007), *L' Abeille et l'Économiste*, (2010).

Plan

1 - Introduction : Des origines par les capteurs « mécanistes »

2 - Intégrer le changement nécessaire : dynamique et qualité du vieillissement

3 - La « *Smart City*-organologique » : le modèle d'alignement des décisions

4 - Application du modèle « *Smart City*-organologique » : le cas de la ville de Niort, France

- 4.1 - Le contexte urbain et le périmètre de l'étude
- 4.2 - La méthodologie
- 4.3 - Les résultats

5 - Conclusion et prospective

6 - Remerciements

1 - Introduction : Des origines par les capteurs « mécanistes »

Historiquement en Occident, dans la foulée de la révolution industrielle du 19e siècle, les propositions d'organisation scientifique de l'industrie de Frederick Winslow Taylor [2] et Henri Fayol [3] ainsi que celles des dynamiques urbaines de Jay Wright Forrester [4] ou de Joël de Rosnay [5], ont engendré la mise en place d'un modèle de gouvernance des décisions pour la Ville qui repose sur un modèle « mécaniste » dont la structure et la forme sont composées de l'articulation de ses parties. L'approche « normative » de la Ville prend alors la forme d'un système dont les données captées sont statistiquement approchables et reproductibles à l'infini. Un tel modèle semble concilier un respect apparent de la complexité avec la recherche d'un équilibre statique qui devient à la fois la loi de fonctionnement, l'objectif à atteindre donc la norme.

Les aménageurs ou créateurs de la ville jouent alors un rôle de « planificateur » traditionnel avec une logique urbaine classique de distribution et de concentration des activités par lotissement de l'espace avec des fonctions prédéfinies sur des horizons temporels pouvant varier

de 30 ans à 70 ans dans le cas chinois (loi de 2007) ou davantage dans d'autres contextes juridiques. Fragmenter ainsi les objets physiques d'avec les réalités sociales et économiques implique une gouvernance qui se limite souvent à un arbitrage entre l'expression des besoins fondamentaux et une réalisation à partir d'un foncier brut. Le flux décisionnel est alors essentiellement une cascade - « *top down* » - de mesures de « réglementation » entre les différentes parties prenantes (*stakeholders*) et les différentes échelles de décision (micro, méso, macro) telles qu'illustrées dans la figure 1.

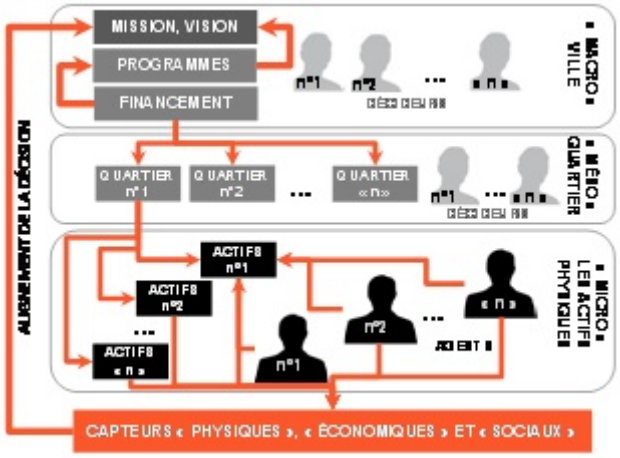


Figure 1. Schéma de la dynamique humaine de la « *Smart City*-organologique » : captation des flux ascendants et descendants pour amplifier les incitations bidirectionnelles.

Au mieux, cette typologie de gouvernance et décision pour la Ville est alors poussée vers un modèle de type « *Smart City*-mécaniste ». La variation et l'évolution du phénomène de captation, d'extraction et d'analyse de données sont guidées par une approche normative – ex ante –issue de l'observation d'un expert technique et environnemental. (figure 2). Cette organisation, sa représentation et son optimisation s'articuleront autour des actifs immobiliers, industriels et d'infrastructures diverses, ainsi que de leurs « capteurs physiques ».

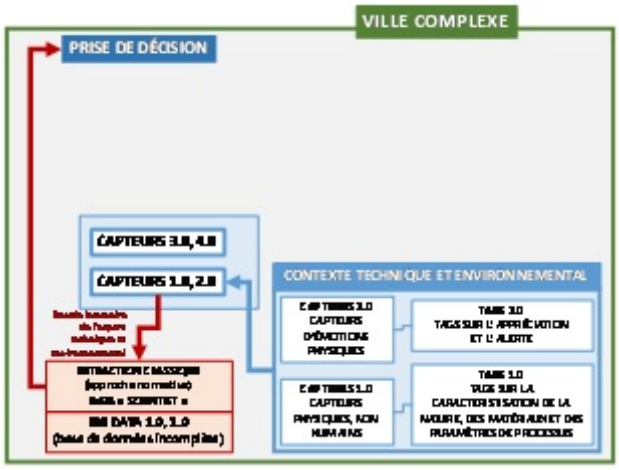


Figure 2. Schéma du Modèle « *Smart City*-mécaniste ».

La nature de ces capteurs est relativement simple et prévisible puisque les actifs physiques sont rarement conçus en interdépendance avec des phénomènes comportementaux économiques ou sociaux d'où peuvent émerger des chocs exogènes. Le modèle prédictif de la ville est alors basé sur des hypothèses d'un vieillissement de l'environnement construit selon une évolution statistiquement déterministe, séquentielle et sur la base d'une information récursive limitée. Chacun des composants constituant la Ville possède une fonctionnalité spécifique pour répondre à un usage souhaité et considéré comme pérenne. Certes, la technologie numérique intervient pour stocker des informations en continu, les mettre à la disposition des agents, mais il s'agit toujours de mesures objectives menant à un traitement des mégadonnées (*big data*) selon une méthode jugée trop rapidement comme « scientifique ». On demeure dans le tableau de bord de la situation : au moyen de capteurs d'occupation d'emplacement de parkings en centre-ville on cherchera à en optimiser le taux d'occupation, avec en variante optionnelle l'application d'une politique tarifaire permettant d'inciter les agents à changer de comportement. On qualifiera de *mécaniste* un tel pilotage de la ville : les réponses rationnelles sont inscrites dans des réponses préprogrammées selon les valeurs indiquées par le nombre de places physiquement disponibles. L'expert spécialisé crédité d'une fiabilité qui n'est pas démontrée, ni falsifiable, par l'expérimentation ainsi entreprise aura déterminé *ex ante* les solutions elles-mêmes commandées par un taux de remplissage optimal physique sans remettre en cause les effets de la mise à disposition de parkings en centre-ville sur la croissance de la motorisation individuelle. D'autre part, un tel outil fonctionne dans une boucle d'équilibre stationnaire qui écarte d'emblée une perspective de

mutation dynamique du transport urbain vers des solutions écologiquement plus satisfaisantes du point de vue de la transition énergétique.

2 - Intégrer le changement nécessaire : dynamique et qualité du vieillissement

Mais, qu'en est-il de la prise en compte des interactions complexes relevant d'usages variés [6], à des échelles multiples et à des cycles de vie différents, ce qui correspond à la fois à la description théorique de la complexité par E. Morin [7], mais aussi à la vie quotidienne la plus ordinaire du citadin ? Quelles conséquences doit-on attendre d'un modèle de « *Smart City*-mécaniste » sur les agents, sur leurs besoins et sur les modalités d'expression de ces derniers ? Y aura-t-il l'apparition d'un doute des agents par rapport à la capacité de maintien et d'adaptation de la ville sur le moyen et long terme ? Or, le dynamisme et l'attractivité d'une grande ville renvoient le plus souvent pour ses habitants, pour les investisseurs à l'innovation dans les solutions apportées au type de défis qui mêle étroitement les échelles temporelles, les aménagements pluriels et multi fonctionnels de l'espace.

Par exemple, comment concilier assainissement, rénovation, construction sans éloigner du centre les populations à revenu modeste et en même temps maitriser durablement la pollution automobile si l'on maintient une partition tri fonctionnelle de la ville héritée du fordisme industriel en centre des bureaux et des affaires, centre des loisirs et habitat ? Un doute sur la possibilité des politiques urbaines de répondre à ces défis ne conduit-il pas à l'apparition d'une véritable défiance qui se traduira tôt ou tard par la création spontanée et désorganisée de nouveaux usages pour répondre aux mutations inéluctables de toute ville [8], mais cette émergence se ferait alors dans des lieux inappropriés ? On parlerait de solution « *Exit* » et pas de solution « *Voice* » (prise de parole et concertation) [9]. Comment gérer et anticiper l'ensemble des besoins simultanés de maintenance et de transformation de la Ville ? Par quel modèle doit-on gérer le changement d'échelle entre le simple composant physique retrouvé sur un bâtiment, par exemple, et la forme et la morphologie globale de la ville ? Quel modèle intertemporel de gouvernance et de décision est-il supposé entre décideurs et agents pour tenter de résoudre les conséquences d'une asymétrie d'information générale, quelles que soient les situations géographiques [10] ? La construction du modèle de gouvernance et de décision pour la ville

s'effectue-t-elle alors autour de la constitution d'un groupe d'agents (les points) dans une structure réglementée (les règles) nécessitant un système d'information (les arcs) dans le but de répondre à l'expression de besoins explicites et implicites (effet récursif) [11] ? N'est-ce pas plutôt une étape vers un modèle plus complet ?

La vogue (*fashion*) des villes intelligentes et soutenables a fait l'objet de nombreuses critiques [12] - dont celles d'Antoine Picon qui a réalisé par un panorama assez complet et synthétique de ces critiques [13]. Le principal problème est l'intégration dans les modèles de la complexité dynamique, ce qu'Antoine Picon résume en se demandant « comment faire vieillir les *smart cities* ? ».

Ce chantier est encore largement à explorer et la conjonction des modèles prédictifs statistiques et des algorithmes ou réseaux neuronaux pour aider à la décision [14] avec la sociologie appuyée sur des statistiques très sophistiquées sur de petits échantillons devrait permettre de ne plus opposer corrélation frustre (méthode inductive à partir de *big data* sur des données non structurées) à causalité hypothético-déductive sur de petits échantillons [15] pour approcher la complexité urbaine. En ce sens, des boucles lacunaires de décision par isolement et le découplage de la captation, de l'extraction et de l'analyse de données entre l'approche normative - ex ante - et l'approche positive - ex post – mèneront à une défaillance du système (figure 3).

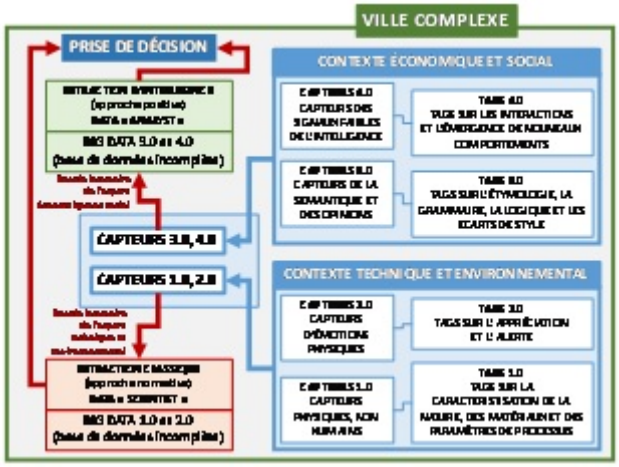


Figure 3. Schéma du Modèle défaillant de la « *Smart City* ».

Ce que nous proposons ici est de se rapprocher de capteurs économiques et sociaux prenant en compte les émergences de solutions

intelligentes à des problèmes complexes en recourant dans cette première étape à un modèle de ville de type « *Smart City*-mécaniste », dont les composants intègrent certes de multiples « capteurs physiques », mais qui permet de faire évoluer le modèle de gouvernance et de décision urbaines dans une direction moins auto-réalisatrice et souvent fictive.

3 - La « *Smart City*-organologique » : le modèle d'alignement des décisions

La « *Smart City*-mécaniste » génère une optimisation autour de l'objet qui a beaucoup de mal à tenir compte des phénomènes endogènes comme exogènes sur lesquels on ne peut pas effectuer un calcul statistique de risque, mais qui néanmoins s'avèrent d'autant plus possibles que le degré de complexité s'accroit. Ce sont les « cygnes noirs », qui sont des phénomènes imprévus et imprévisibles en termes de calcul de probabilité [16]. Le problème de la gouvernance urbaine ne se limite plus en ce cas à évaluer le risque objectif mesuré par des capteurs physiques qui peuvent entraîner la prise de décision quasi automatique, mais à rendre les différents types d'agents moins fragiles à la survenue possible d'un « cygne noir » [17]. Ainsi le nombre de bouches à incendies et d'extincteurs peut donner lieu à un capteur physique, la vérification de leur état à distance ou par teste réguliers est un capteur 2.0, mais tout signal faible de la confiance ou de la défiance entre les équipes chargées de la sécurité ou est un capteur 3.0. Tandis que les éléments qui traduisent un fort degré d'échanges et de discussion au sein des équipes, ou entre elles, sont un capteur 4.0. Or, dans la gestion des « catastrophes » comme dans leur prévention, la résilience des organisations collectives est décisive [18]. La ville relève de l'incertitude et pas simplement du risque calculable pour reprendre la distinction de F.H. Knight [19]. Comment traduire cela concrètement ? On se sert de capteurs physiques bien entendus qui servent à signaler (c'est-à-dire sélectionner et juger) de façon explicite et directe une situation, sur un actif physique, une perception ; mais ils ne suffisent pas : il faut aussi intégrer un signalement "implicite et indirect " qui incorpore un jugement intelligent. En effet, l'ensemble des appartenances culturelles, des affiliations sociales et des relations économiques retrouvées au sein d'une ville unissent les agents et génèrent des interdépendances qui rajoutent un degré supplémentaire à la complexité de la prise de décision. En ce sens, pour gérer au mieux les conséquences d'une asymétrie d'information entre les décideurs et les agents, le modèle de gouvernance

et de décision qui permet une « régulation » doit reposer tant sur le taggage « explicite et direct » que sur le taggage « implicite et indirect ». Cela permet de passer d'un mode de gouvernance et de décision par la « réglementation » à un mode par la « régulation » en identifiant les incitations « techniques », « économiques » et « sociales » adéquates afin de trouver un équilibre nouveau basé sur le tableau l'ensemble que dessinent les représentations de mégadonnées (*big data*). On passe aussi d'une conformité statique à des règles préalablement définies à une adaptation dynamique reposant sur la normativité dynamique émergeant de l'interaction des parties prenantes.

Il est important de noter que la notion d'incitation proposée n'est pas exclusivement celle retrouvée de manière classique dans la littérature et qui signifie que le « décideur » mettra en place une politique ou une réglementation pour provoquer un comportement souhaitable des agents (*top down*). L'incitation devient bidirectionnelle (*top down* et *bottom up*). En plus de l'observation de l'expression des besoins explicites, des informations ascendantes permettent l'intégration, la déduction et la mise en forme de la carte des préférences implicites des agents à partir de retours de la connaissance de l'échelle micro des activités dans la ville. Ainsi, une incitation ascendante se constitue et complète la réponse par la « régulation ». Cela apporte une correction a posteriori de l'observation de l'expression des besoins bidirectionnels.

Il faut également tenir compte de ce que l'arbitrage entre les préférences et les choix exprimés par les différents types d'agents ne relèvent pas simplement d'un calcul de risque. Au royaume de la décision dans un univers complexe, pour tout ce qui ne relève pas d'un pilotage automatique nous pouvons avoir affaire le plus souvent à l'émergence de distributions bipolaires non gaussiennes, ce que N.N. Taleb nomme le « pays de l'Extrémistan » et non plus du « Médiocristan ». C'est en particulier le cas lorsqu'il y a conflit d'intérêts contraires entre les parties prenantes. L'utilisation de « capteurs économiques et sociaux » devient une évidence pour construire des ensembles de données nouvelles. Elle permet l'émergence d'une meilleure cohérence et un alignement plus étroit entre les volontés économiques et sociales dans une boucle de décision vertueuse qui vise à créer une harmonie constamment renouvelée [20].

En ce sens, il est essentiel de prendre en compte les facteurs de complexification du modèle de gouvernance et de décision :

– ceux de la transmission à toutes les échelles (macro, méso et micro) de la connaissance de l'état de la ville sous tous ses paramètres et indicateurs en mode bidirectionnel (*top down – bottom up*) (figure 1) ;
– celui de l'harmonie souhaitée ou nécessaire de la décision en intertemporel [21] qui devrait tenir compte des nouvelles tendances culturelles et sociales ainsi que de l'émergence d'innovation (figure 4).

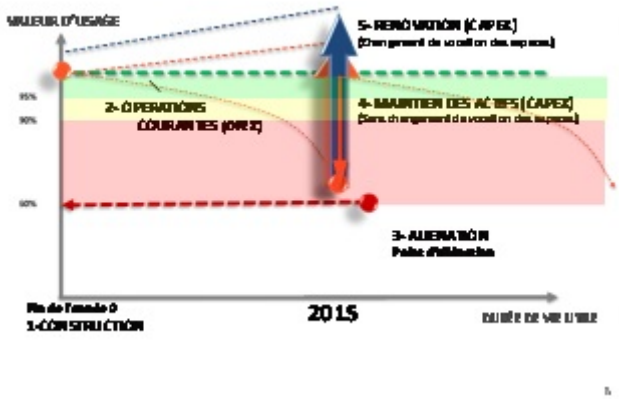


Figure 4. Modèle dynamique d'évolution des actifs physiques et de décision en intertemporel [21].

La confrontation de l'usage des actifs physiques à cette trajectoire à « rationalité limitée » particulièrement parce que l'information est le plus souvent incomplète et chère à obtenir ou à traiter) conduit généralement à proposer une prise de décision et une gouvernance par « anticipation adaptative » qui se contente d'un critère de *satisficing* et non plus d'optimisation [22]. Ainsi, la « *Smart City*-mécaniste » se transforme en « *Smart City*-organologique » (figure 5). Notre modèle capte les « signaux faibles » émis par les préférences des agents dans la ville.

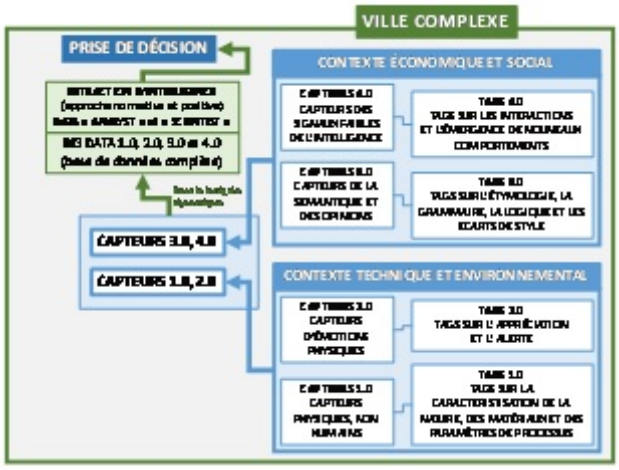


Figure 5. Modèle « *Smart City*-organologique » : boucle intégrée des approches normative - ex ante - et positive - ex post - de la captation, de l'extraction et de l'analyse de données.

4 - Application du modèle « *Smart City*-organologique » : le cas de la ville de Niort, France

À titre d'illustration de l'application partielle du modèle « Smart City-organique » sur les bâtiments et les infrastructures industrielles ou urbaines, prenons l'exemple de la ville de Niort en France [23].

4.1 - Le contexte urbain et le périmètre de l'étude

Chef-lieu du département des Deux-Sèvres (79) en France, Niort est la troisième commune la plus peuplée de la région Poitou-Charentes (59 504 habitants). Elle s'étend sur près de 70 km² et présente une densité relativement constante depuis les années 1980 à un taux de 841 hab/km².

Un audit sur l'ensemble des bâtiments de la ville a été réalisé en 2012-2013. Le résultat de l'étude a révélé que les besoins en travaux pour maintenir la valeur d'usage des 201 bâtiments à 100% s'élevaient à une somme d'environ 67,31 millions €. Pour appliquer le modèle de *Smart City*-organologique, les données sur le périmètre des écoles ont été utilisées (table 1).

Pour les 20 écoles, le résultat de l'audit correspond à un échantillon représentant environ 20% des surfaces brutes des bâtiments de la ville,

20% de la valeur actuelle de remplacement[1] et 20% du déficit de maintien d'actifs[2] des bâtiments de la ville.

Population	59 504 habitants
Étendue	70 km^2
Densité	841 hab/km2
Quartiers	9
Ville (tous équipements, tous quartiers) - échelle macro	
Nombre de bâtiments de la ville	201
Surface brute des bâtiments de la ville	245 000 m^2
Valeur actuelle de remplacement (VAR)	598,42 millions €
Déficit en maintien d'actifs (DMA)	67,31 millions €
Indice de Vétusté Physique (DMA/VAR)	11,25 %
Écoles (tous quartiers) - échelle méso	
Nombre d'écoles	20
Surface brute des écoles	51 054 m^2
Valeur actuelle de remplacement (VAR)	116,71 millions €
Déficit en maintien d'actifs (DMA)	13,69 millions €
Indice de Vétusté Physique (DMA/VAR)	11,73 %
École Ferdinand Buisson - échelle micro	
Nombre d'école	1
Surface brute de l'école	3 670 m^2
Valeur actuelle de remplacement (VAR)	8,40 millions €
Déficit en maintien d'actifs (DMA)	1,26 millions €
Indice de Vétusté Physique (DMA/VAR)	15,10 %

Table 1 Caractéristiques de la ville de Niort en 2013

4.2 - La méthodologie

La méthodologie et le protocole de l'étude (table 2) consistent en ce que des experts formés mènent un audit ayant pour objectif de « capter », en identifiant par des « tags » (table 3), des caractéristiques pour chacun des composants de chacun des bâtiments scolaires. La norme ASTM E1557 – 09 - *Standard Classification for Building Elements and Related Sitework-UNIFORMAT II* – a servi de modèle pour la décomposition technique des bâtiments.

L'objectif visé est de construire une série nouvelle de données qui servirait à révéler les problématiques techniques et environnementales (capteurs 1.0 et 2.0) ainsi que les problématiques économiques et sociales (capteurs 3.0 et 4.0) retrouvées au sein des bâtiments. La production des données provient d'observations, de visites et d'interviews par des experts auprès d'utilisateurs et d'usagers vivant quotidiennement la réalité des bâtiments. L'outil de collecte et de traitement de données est le progiciel « cloud » 3t de l'entreprise tbmaestro™ [24].

n°	Activité	Référent interne*	Référent externe**
1	Former les référents internes.		X
2	Consulter la documentation sur les actifs existants.		X
3	Mener les entretiens avec les responsables des actifs (comptabilité, maintenance, projets, usagers) et les visites.	X	X
4	Évaluer les volets techniques et économiques des actifs sur site.		X
5	Analyser les données, les indicateurs de performance, leurs seuils et les cibles associées.		X
6	Produire un rapport de synthèse par actifs, par groupe d'actifs pour l'ensemble du parc d'actifs.		X
7	Mesurer la satisfaction et les orientations stratégiques du client (Comités de pilotage, Comités techniques, etc.).	X	X
8	Mettre en place et suivre le Plan de gestion des actifs.	X	X
9	Réaliser les travaux sur les actifs.	X	

** Utilisateurs techniques et usagers des bâtiments de la ville.*
*** Experts du contexte technique-environnemental et experts du contexte économique-social.*

Table 2 Méthodologie et protocole

	Capteur 1.0 CAPTEURS PHYSIQUES NON HUMAINS	Capteur 2.0 CAPTEURS D'ÉMOTIONS PHYSIQUES	Capteur 3.0 CAPTEURS DE LA SÉMANTIQUE ET DES OPINIONS	Capteur 4.0 CAPTEURS DE SENSIBILITÉS ET DE L'INTELLIGENCE
TAGS 1.0 TAGS SUR LA CARACTÉRISATION DES NATURE, DES MATÉRIAUX ET DES PARAMÈTRES DES PROCESSUS	Nature des travaux à effectuer sur un composant: - Mise en conformité; - Vétusté corrective.			
TAGS 2.0 TAGS SUR L'APPRÉCIATION ET L'ÂGE/ÉTAT		Durée de vie restante d'un composant: - Fin avérée de la vie utile.		
TAGS 3.0 TAGS SUR L'ÉTYMOLOGIE, LA GRAMMAIRE, LA LOGIQUE ET LES SOURCES DE STYLE			Risques, par une approche qualitative «conséquentialiste»: - Impact sur les personnes; - Impact sur la capacité de services.	
TAGS 4.0 TAGS SUR LES INTERACTIONS ET L'ÉMERGENCE DE NOUVEAUX COMPORTEMENTS				Intentions politiques et réglementaires d'un projet: - Performance énergétique; - Accessibilité universelle.

Table 3 Capteurs et tags associés

L'analyse des informations retrouvées à l'aide des différents capteurs nous amène à poser l'hypothèse que, sans la différenciation des problématiques, la gouvernance serait mal informée des conséquences de ses décisions et que le choix des travaux à réaliser ne respecterait pas les priorités réelles.

4.3 - Les résultats

Le premier scénario pour tester l'effet de la décision par une approche « normative » utilise les « capteurs 1.0 et 2.0 » et leurs tags associés. Les

données révèlent que :
– Une somme de 33,79 millions € est nécessaire pour la résorption de 50 % des besoins en maintien d'actifs à l'échelle macro.
– La proportion à consentir diminue au fur et à mesure du changement d'échelle (42 % méso, 35 % micro) (figure 6).

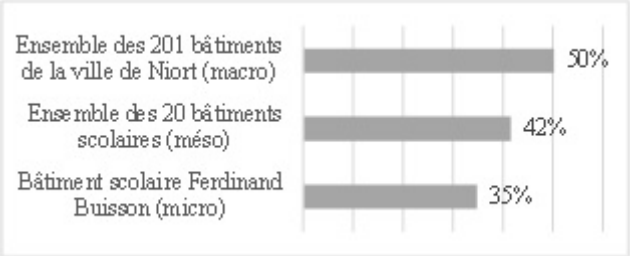


Figure 6. Décision exclusivement par l'approche « normative » de la réalisation de 33,79 millions € de travaux. Pourcentage de résorption du déficit en maintien d'actifs à chaque échelle.

Comme deuxième scénario, l'utilisation exclusive des « capteurs 3.0 et 4.0 » et leurs tags associés permettent de tester l'effet des décisions par une approche « positive ». Les données observées indiquent que :
– Les besoins en travaux prioritaires identifiés pour la résorption du déficit de maintien d'actifs sont estimés à 5,83 millions € et représente 9 % de l'ensemble des besoins de 67,31 millions €.
– La proportion des sommes à consentir augmente de manière significative au fur et à mesure du changement d'échelle (17 % méso, 21 % micro) (figure 7).

On constate une inversion de l'importance relative des travaux à consentir entre les trois échelles.

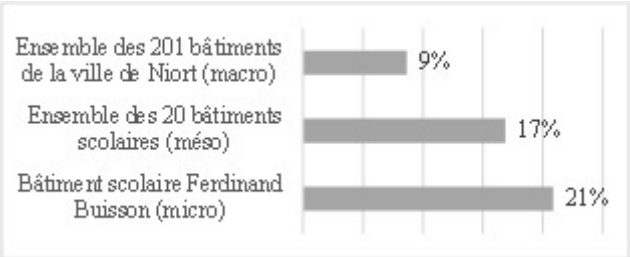


Figure 7. Décision exclusivement par l'approche « positive » de la réalisation de 5,83 millions € de travaux. Pourcentage de résorption du déficit en maintien d'actifs à chaque échelle.

Le dernier scénario porte sur le postulat d'une volonté d'utiliser une

décision intégrée autour des approches « normative » et « positive ». Ainsi, tous les capteurs sont utilisés pour traiter les données. Il ressort de cette analyse que :
– Les besoins en travaux prioritaires nécessaires pour la résorption du déficit de maintien d'actifs sont estimés à 5,3 millions € et représente 8 %, soit une proportion équivalente de l'ensemble des besoins de 67,31 millions € que pour le scénario précédent.
– Une stabilisation de la proportion des sommes à mobiliser est observée entre les échelles méso et micro alors qu'elle augmente de manière significative entre l'échelle macro et méso (8% micro, 20 % méso, 19 % micro) (figure 8).

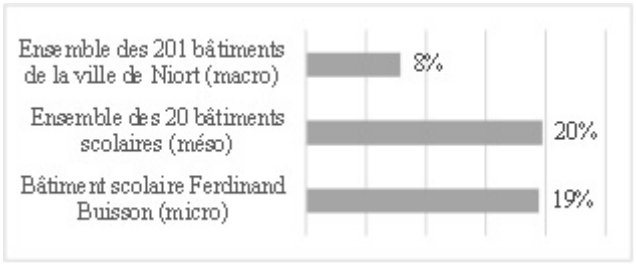


Figure 8. Décision intégrée des approches « normative » et « positive » de la réalisation de 5,3 millions € de travaux. Pourcentage de résorption du déficit en maintien d'actifs à chaque échelle.

5 - Conclusion et prospective

La présente étude démontre l'intérêt et l'utilité de dépasser le simple modèle de « smart city-mécaniste » pour évoluer vers un modèle de « smart city-organologique ». L'intégration de capteurs sociaux et économiques à la panoplie des capteurs techniques et environnementaux de l'état des bâtiments et des infrastructures de la ville peut permettre une meilleure intégration de la gouvernance et la décision.

Pour aller plus loin, une étude ultérieure portant sur l'analyse et le traitement multi critères des données pourrait servir à tester un modèle affiné de mise en priorité dans un contexte de contraintes financières. Une telle étude pourrait permettre de mieux différencier les capteurs 3.0 et 4.0 et de proposer leur inclusion dans un protocole assurant une meilleure qualité de maintenance.

6 - Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier la Ville de Niort d'avoir autorisé l'utilisation des données extraites de l'étude citée dans cet article. La présentation des faits et les conclusions exprimées dans cet article sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement l'opinion de la Ville de Niort.

Bibliographie

Stiegler, Bernard, « Digital studies : Organologie des savoirs et technologies de la connaissance », FYP éd., ISBN-10 : 2364051088, ISBN-13 : 978-2364051089, Limoges, France, 2014, 192 p.

Taylor, Frederick Winslow, « The Principles of Scientific Management », Harper and Brothers, New York, USA, London, UK, 1911, 144 p.

Fayol, Henri, « Administration industrielle et générale (1916) », Dunod, 2e éd., ISBN-10 : 2100044230, ISBN-13 : 978-2100044238, 3 mai 1999, 133 p.

Forrester, Jay Wright, « Urban Dynamics », System Dynamics Series, Pub. : Pegasus Communications Inc, ISBN-10 : 1883823390, ISBN-13 : 978-1883823399, Littleton Road Westford, MA, USA, 1969, 299 p.

de Rosnay, Joël, « Le macroscope : Vers une vision globale », Points éd., coll. Points Essais, ISBN-13 : 978-2757841136, Paris, France, 2014, 346 p.

Chourabi, H., Taewoo N. et al, « Understanding Smart Cities : An Integrative Framework », 45th Hawaii Int. Conf. on System Science, E-ISBN : 978-0-7695-4525-7, USA, 2012, pp. 2289-2297.

Edgar Morin, Edgar, « Introduction à la pensée complexe », Éd. ESF, Coll. Communication et complexité, ISBN 2710108003, 9782710108009, Paris, 1990, 158 p.

Eychenne, Fabien, « La Ville 2.0 complexe et… familière », FYP éditions, Coll. : La fabrique des possibles. ISBN-13 : 978-2916571232, Limoges, France, 2009, 95 pages

Hirschman, Albert O., « Exit, Voice, and Loyalty : Responses to Decline in Firms, Organizations, and States » Harvard University Press ; New Ed edition, ISBN-13 : 978-0674276604, ISBN-10 : 0674276604, 1970, 176 p.

Akerlof, George « The Market for "Lemons" : Quality Uncertainty and the Market Mechanism », The MIT Press,The Quarterly Journal of Economics, Volume 84, Issue 3, 1970, 488-500.

Lévine, P. ; Pomerol, JC, « Systèmes interactifs d'aide à la décision et systèmes experts »,

Hermes Sciences Publicat., ISBN-10 : 2866011880, ISBN-13 : 978-2866011888, Londres, 2000, 335 p.

Greenfield, Adam, « Against the Smart City », Kindle Edition, Publish. Do projects ; 1.3 edition, USA, 2013, 153 p.

Picon, Antoine, « SMART CITIES : Théorie et critique d'un idéal auto-réalisateur », éditions B2, Collection ACTUALITÉS, ISBN : 978-2-36509-027-8, Paris, France, 2013, 120 p.

Breiman, Leo, « Statistical Modeling : The Two Cultures » in Statistical Sciences 2001, Vol. 16, No. 3, 199–231)

Daas, Piet J. H. and M. Puts, Marco J.H, « New and Emerging Methods : mégadonnéees Big Data as a Source of Statistical Information », The Survey Statistician, January 2014, n° 69 : 22-32

Taleb, Nicholas N, « The Black Swan : Second Edition : The Impact of the Highly Improbable », Random House Trade Paperbacks, New York, USA, 2010, 444 p.

Taleb, Nicholas N, « Antifragile : Things That Gain from Disorder », Random House Trade Paperbacks, New York, USA, 2010, 544 p.

Bourrier, Mathilde, « Le nucléaire à l'épreuve de l'organisation », Ed. : PUF Coll. : le travail humain ISBN : 2-13-050257-1 EAN : 9782130502579, Paris, France, 1999, 294 p.

Knight, Franck H., Risk, « Uncertainty, and Profit », Boston, MA : Hart, Schaffner & Marx ; Houghton Mifflin Co, 1921, 381 p.

Kaplan, Robert S ; Norton, David. P. « The Balanced Scorecard - Measures That Drive Performance. », Harvard Business Review, Boston, MA, USA, 1992, pp. 71-79

Foucault, JP ; Leclerc, G., « Le tableau de bord MAESTRO pour la gestion des installations, 3e ed. », EAN13 : 9782553011290, ISBN : 978-2-553-01129-0, Éd. Presses Internationales de Polytechnique, 2003, 122 p. http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00954290

Simon, Herbert A., "Rational Choice and the Structure of the Environment". Psychological Review 63 (2), 1956, pp 129–138.

Vancoillie, Maxime ; Genin, Jean-Baptiste, « Étude tbmaestro™ du parc d'actifs physiques de la Ville de Niort, France – Carnet de santé et Cartographie des risques », 2013, 98 p.

Progiciel 3t : www.tbmaestro.com, accessed January to Mars 2015

---

1 Valeur actuelle de remplacement (€) [21] : Coût moyen de construction et d'aménagement des bâtiments, des terrains et des infrastructures - excluant les coûts reliés à l'acquisition du terrain, mais incluant les honoraires professionnels dont ceux des architectes, des bureaux d'études techniques et de contrôles, les contingences ainsi que les coûts reliés aux obligations à l'égard de l'aménagement des terrains et du site en interface avec la ville ou de l'intégration des arts.

2 Déficit de maintien d'actifs (€) [21] : Estimation du coût des travaux de maintien d'actifs à effectuer dans les cinq ans pour permettre de maintenir, rétablir, conserver ou augmenter la valeur d'usage existante des bâtiments, des terrains et des infrastructures, sans en changer, partiellement ou totalement, la vocation. Les interventions pour lutter contre le déficit de maintien d'actifs proviennent habituellement d'inspections et d'évaluations de l'état de santé d'un bâtiment ou d'une infrastructure.

Foucault, Moulier Boutang, "Vers des « capteurs » économiques et sociaux..." (PDF - 1006 ko)