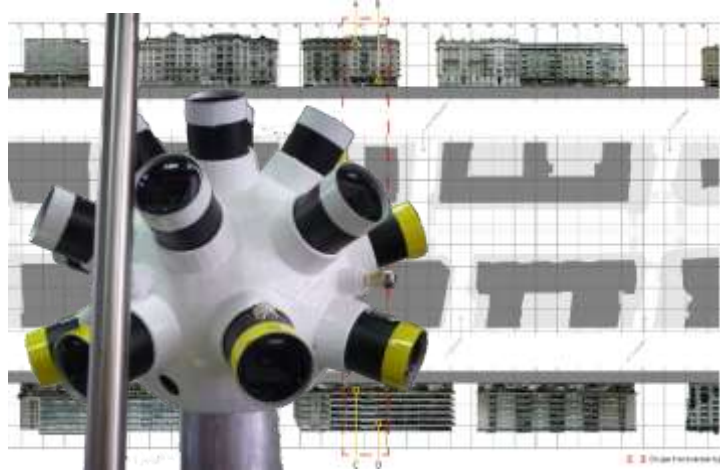


moodCity – Qualifier l’environnement urbain : un outil d’aide à l’urbanisme climatique



Reto Camponovo, Peter Gallinelli, Pascal Thomann & all.

hepia, Haute école du paysage, d’ingénierie et d’architecture de Genève. Hes-so.
Laboratoire énergie, environnement, architecture (LEEA). Institut inPACT.
Rue de la Prairie 4, CH-1202 Genève

reto.camponovo@hesge.ch // www.leea.ch // www.moodcity.org

Zusammenfassung

Résumé

Abstract

moodCity est un vaste projet qui s’inscrit dans la thématique de l’urbanisme climatique et de l’adaptation des villes aux changements climatiques. Dans sa première phase de développement il a permis de mettre au point un équipement particulier de mesure, d’acquisition et de visualisation de données environnementales qualitatives et quantitatives afin de qualifier les ambiances urbaines (moodCity) en temps quasi-réel et de manière géoréférencée. L’instrumentation de mesure est embarquée dans un sac à dos qu’on porte lors de « parcours climatiques en ville » - moodWalk - qu’on peut reproduire à loisir à différentes heures de la journée et/ou selon les saisons, ceci dans le but de constituer une réponse dynamique du climat d’une portion de la ville (quartier, rues, places, carrefours, parcs, etc.).

moodCity is a extensive project speaking about climatic urban design and the adaptation of cities to the climate change. During the first stage of the project a special measurement equipment was worked out, which allows to gather and visualize qualitative and quantitative environmental data. This data is then used to qualify the urban atmospheres (moodCity) at quasi-real time and in a georeferenced way.

The measurement equipment is embarked in a backpack that one will carry during a « climate urban walk » -moodWalk - that can be reproduced at different times of the day or of the seasons so that to give a dynamic view of the climate of a portion of the city (boroughs, blocks, streets, places(squares), crossroads, parks, etc.).

1. Contexte

Alors qu'en Europe environ 75% de la population se concentre dans des agglomérations urbaines¹ de plus en plus importantes avec un accroissement prévu à 80% d'ici à 2020, les « ambiances environnementales »² au cœur des villes restent en contrepartie mal, voire pas du tout connues.

Pourtant on s'accorde à vouloir développer des lieux (rues, places, parcs, carrefours, quartiers, ...) qui prétextent proposer des qualités de vie « idéales » pour leurs usagers, sans pour autant disposer de référentiels quantitatifs et qualitatifs.

En même temps, l'amplification du réchauffement des villes (phénomène d'îlots de chaleur urbains, ICU en abrégé³) est une réalité qui interpelle de plus en plus les autorités ainsi que les habitants. L'impact de ce réchauffement localisé a par exemple des répercussions sur la santé des citoyens (en premier lieu les personnes âgées), sur la pollution locale, sur la consommation d'énergie liée à la climatisation, sur la biodiversité, etc.

Dans ce contexte, on mesure l'importance grandissante de l'attention portée aux espaces urbains, quels qu'ils soient. Désormais aménager « joli » n'est plus suffisant ; un nouvel urbanisme intégrant également la composante climatique peut permettre de mitiger certains effets défavorables liés au réchauffement notamment.

Dans un avenir proche, les collectivités seront appelées à bien cibler leurs investissements pour des aménagements urbains enrichis de cette composante climatique et sanitaire.



Image © Sekkha. European Environment Agency (EEA)



Image © Birgit Georgi. European Environment Agency (EEA)

Conjointement les urbanistes devons être en mesure de maîtriser objectivement ce lien entre aménagement et maîtrise du confort et de l'agrément des habitants de la ville et du climat local.

moodCity⁴ est un vaste projet qui place l'habitant de la ville au centre des préoccupations. Il a pour but de développer et de mettre à disposition des outils, une méthodologie et des référentiels objectifs à même d'accompagner au mieux les transformations urbanistiques des villes pour qu'elles puissent intégrer les aspects micro-climatiques et de confort des usagers, également dans le but de limiter les effets d'îlots de chaleur.

La bonne connaissance de la dynamique de ces données sera utilisable dans de nombreuses applications statiques comme par exemple la planification territoriale, l'urbanisme, le choix des surfaces urbaines, la végétation, ...et dynamiques telles que la régulation trafic, la santé, la gestion urbaine, etc.

¹ Source : The European environment – state and outlook 2010 / Thematic assessments / Urban environment - SOER 2010 thematic assessment / Key facts / Urban - key fact 1

² Par « ambiance environnementales » on entend l'ensemble des sensations subjectives et objectives que l'être humain ressent dans un milieu donné, en l'occurrence des lieux composants la ville (rues, places, parcs, carrefours, etc.).

³ En anglais « Urban heat island »

⁴ mood (mot anglais) : temporary state of the mind

1.1 État de l'art

Au contraire des stations de mesures climatiques (physique) et de qualité de l'air (chimie) classiques exploitées couramment dans des buts météorologiques ou de monitoring de seuils de pollution, dans le projet moodCity il s'agit de replacer l'humain et son environnement proche au centre des préoccupations (et des sensations « -mood »).

Dès lors le protocole des mesures à réaliser doit être en lien avec le métabolisme humain et les mesures doivent avoir lieu le long des trajets – moodWalk -et dans les espaces fréquentés par les habitants des villes.

En effet, lorsque des données climatiques sont disponibles à l'échelle d'une ville, ces dernières sont issues de stations de mesure ponctuelles. Leur objectif est de mesurer le climat urbain selon une catégorisation communément reconnue, soit : milieu urbain, périphérie ou campagne.

Genève dispose de deux stations de qualité WMO⁵, une entretenue par l'université de Genève, l'autre par hepia (projet Hes-so climaCity⁶) en plus de celle officielle de MétéoSuisse à Cointrin. La taille et la lourdeur de ce genre d'installations plus conventionnelles ne permet pas un déploiement aisé et un maillage fin d'un territoire donné, voire à l'échelle d'un quartier.

De plus, ce que mesurent les stations météo classiques ne correspond pas forcément à ce qui se « ressent » dans les rues ou dans les parcs des grandes villes.

Exemple : réseau de stations climatiques « classiques » déployé dans le canton de Genève :
(www.climacity.org , © Hes-so/unige)



Localisation des stations de mesure
[1. Jonction - 2. **Prairie** - 3. Battelle - 4. Bernex - 5. Lullier]



Vue depuis la station météo No. 2 Prairie, localisée en ville, sur le toit de hepia à environ 14 m du sol.

On trouve des expérimentations ponctuelles en laboratoire⁷, ou alors la tendance va vers des modèles de simulation numériques nécessitant une importante puissance de calcul, mais pour lesquels on ne dispose pas de données réelles suffisamment représentatives pour pouvoir valider les modèles.

Probablement en raison des coûts de déploiement et d'exploitation, nous n'avons pas trouvé de villes équipées d'un réseau de mesures climatiques de qualité, longue durée, à la hauteur des rues, avec une haute densité des points de mesure et s'intéressant au premier degré aux habitants. De plus, pour pouvoir caractériser des ambiances urbaines, il est indispensable que les mesures classiques issues des capteurs puissent être associées à des images du lieu et du moment de la mesure, indispensables pour établir une corrélation « visuelle » avec l'environnement (typologie de la rue, traitement des surfaces, végétation, trafic, axes dominants, etc.).

⁵ WMO : World Meteorological Organisation (www.wmo.int)

⁶ www.climacity.org . Projet du leea/hepia soutenu par la Hes-so, en partenariat avec le cuepe/unige

⁷ CSTB, Nantes. Projet CAPE, 2007.

2. Méthode

Dans un premier temps il s'est agi de définir une méthodologie d'investigation et de caractérisation qualitative en se basant sur les multiples sens qui vont agir sur le sujet se déplaçant dans la ville.

Puis, sachant que la mise en place d'un réseau de mesure tel que nécessaire dans le cadre du projet, serait trop contraignante et impossible à réaliser, nous avons développé un prototype d'instrumentation portatif : ce sont les capteurs qui se déplacent en ville le long de parcours – moodWalk - ou dans des lieux librement définis. Ceci apporte une grande souplesse d'utilisation en tout lieu et à tout moment. Le projet présente un important potentiel de déploiement au niveau international, par exemple autour d'un réseau de villes et d'entités académiques sensibles aux enjeux que représente l'urbanisme climatique et qui adhèreraient au projet moodCity. Les données d'ambiances recueillies et analysées sont proposées dans une interface de visualisation encore au stade préliminaire.

Protocole de mesure et d'investigation moodCity

Il s'agit de déployer un ensemble de mesures environnementales de façon mobile et légère.

Ainsi, au-delà des paramètres conventionnels (Ta, HR), nous avons développé un protocole de mesure et d'investigation qui enregistre également des grandeurs telles le rayonnement infrarouge directionnel, le profil vertical de la température à hauteur d'homme, la vitesse et la direction du vent, la bande son ou encore une image sphérique.

Un capteur GPS et un référentiel inertiel permettent de relocaliser les grandeurs mesurées dans le temps et dans l'espace.

Dans sa version actuelle nous avons volontairement omis des mesures de la qualité de l'air. Des expériences ponctuelles nous ont montré la difficulté d'analyse et d'interprétation des valeurs obtenues dans le contexte de déploiement du projet moodCity. Cet aspect va être repris plus tard dans le développement d'une nouvelle version de l'équipement de mesure mobile.



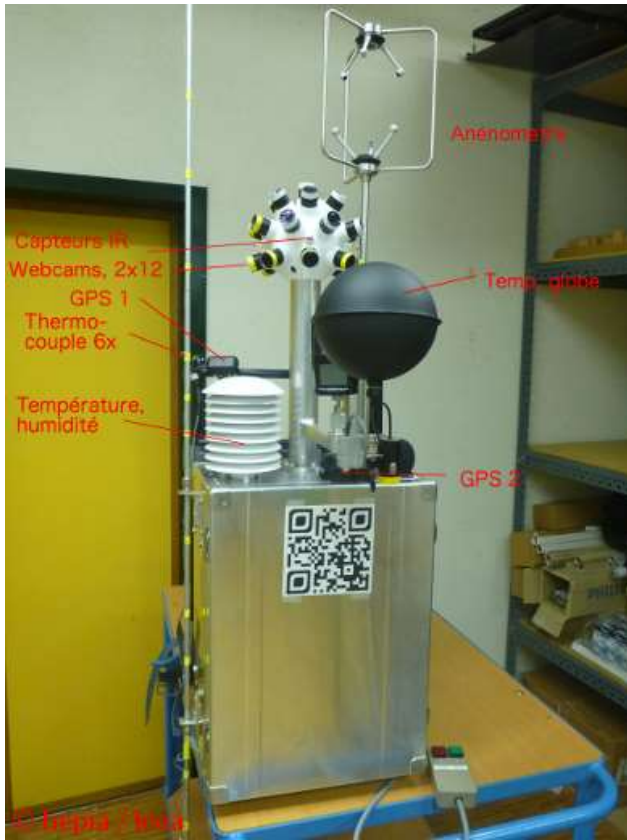
Liste des 21 paramètres « quantitatifs » mesurés en continu (intervalle 1 sec. paramétrable) sur le prototype actuel :

- Température sèche sous abri climatique
- Température du globe noir – utilisée pour calculer la température moyenne de rayonnement
- Températures sèche à 6 altitudes différentes – utilisées pour le profil vertical à hauteur d'homme
- Températures rayonnantes directionnelles selon les 4 directions cardinales, le zénith et le sol
- Humidité relative
- Vent – vitesse et direction instantanée plus caractérisation de la turbulence
- Son – sonomètre (intensité) et enregistreur son (analyse spectrale)
- Référentiel inertiel 3 axes
- GPS

Pour établir des corrélations entre les mesures quantitatives « aveugles » et l'environnement proche du promeneur tel qu'il était au moment de la mesure, le protocole a été complété par un support comportant 24 mini-caméras afin de pouvoir assembler les 24 clichés dans une image 3D.

Appareillage de mesure moodMotion-DAU

La mise en œuvre du protocole de mesure et d'investigation tel que préconisé s'est accompagné par le développement d'un système spécifique de mesure et d'acquisition portatif.



Vue d'ensemble de l'appareil moodMotion-DAU



Opérateur avec sac à dos « moodMotion-DAU »

Dans sa version actuelle du moodMotion-DAU, l'acquisition des mesures est opérée par un enregistreur programmable Campbell Scientific CR1000, par un microcontrôleur Arduino et deux cartes PC Alix3D qui relèvent et enregistrent les 24 images des mini-cameras, le tout alimenté par des batteries haute capacité assurant une autonomie de 2 heures environ. L'ensemble des données sont rapatriées et synchronisées manuellement sur PC.

Une télécommande munie d'une touche permet à l'opérateur de donner le référentiel de départ de mesure en mettant la plateforme inertielle (gyroscope) à zéro. Comme le dispositif est mobile, le gyroscope permet de corriger l'orientation et la vitesse du vent mesuré par l'anémomètre à ultrasons.

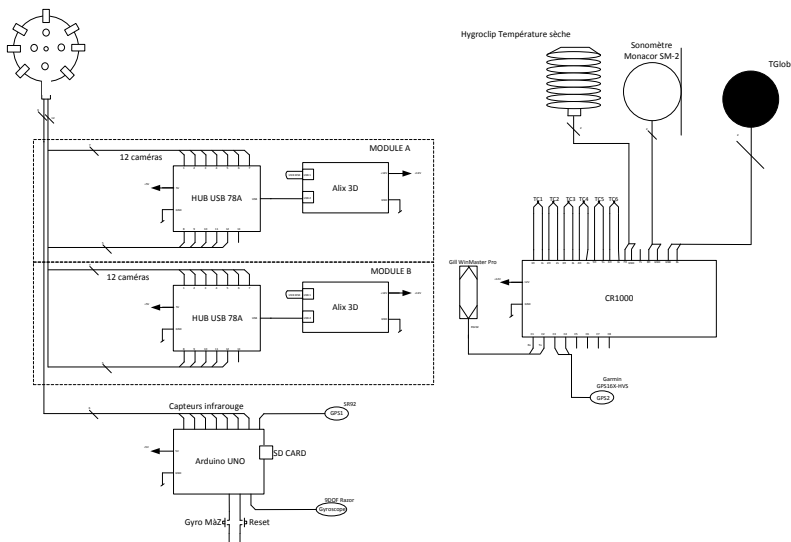


Schéma synoptique de l'équipement de mesure moodMotion-DAU



Vue intérieure du moodMotion-DAU

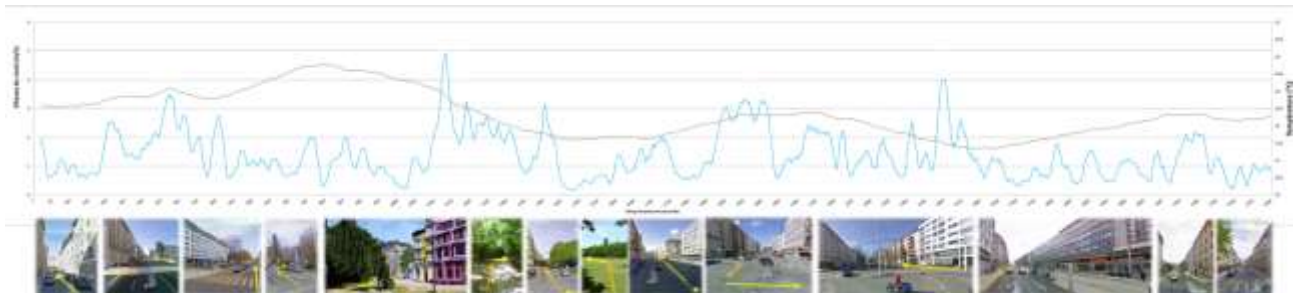
3. Résultats

Dans le contexte de mise au point de la méthodologie et de l'instrumentation, des campagnes d'essais sont en cours sur un parcours climatique de référence (durée 1 heure environ), qui se caractérise par des « ambiances urbaines » suffisamment contrastées (avenue, place, parc, rue) dans le but d'apporter de la robustesse à cette phase de validation du processus et des différents relevés. Les premiers résultats obtenus sont encourageants.



Plan du parcours test avec identification visuelle des axes parcourus. Les flèches indiquent le chemin suivi

Exemples de profils « linéaires » obtenus sur le parcours complet d'une durée de 1 heure environ.

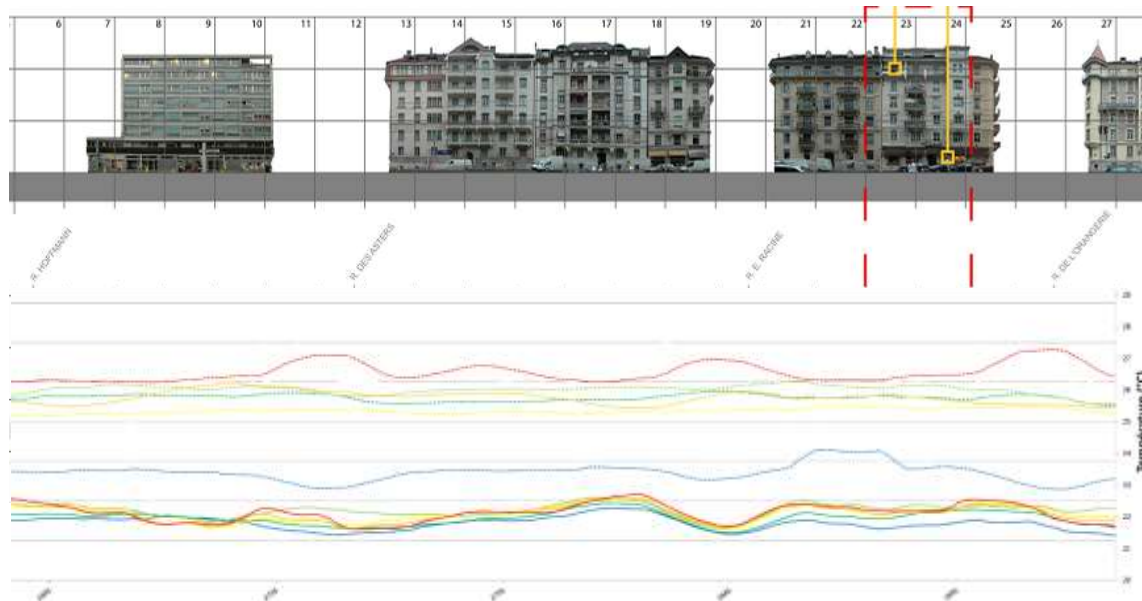


Profils de $T_{sèche}$ vs. V_{vent} .



Profils de 6 temp. rayonnantes directionnelles et de 6 temp. verticales « profil à hauteur d'homme »

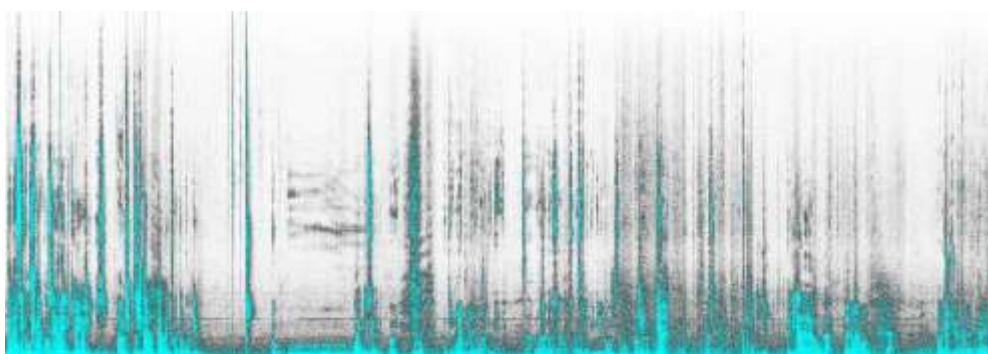
Exemple d'une vue longitudinale d'une portion de rue avec superposition de différents profils de température ($T_{ray\ 1..6}$ et $T_{s\ 1..6}$)



Exemple de profils « linéaire » obtenu sur le parcours représentant le niveau de bruit



En plus du niveau de bruit mesuré en continu avec un sonomètre (graphique ci-dessus), le son est également enregistré tout au long du parcours dans le but de procéder à une analyse spectrale, jugée intéressante dans un contexte urbain.



Spectrogramme d'un échantillon de bande son réalisé avec 'spectro-edit'⁸

Au stade actuel de mise au point du moodMotion-DAU, l'assemblage en image 3D (sphérique) des clichés pris par les mini-caméras n'a pas encore été automatisé. Des essais d'analyse statistique par décomposition des canaux RGB des images ont été réalisés à partir de 'Color Inspector 3D'⁹.

⁸ Outil java de P. Wendykier (Emory University) avec interface graphique par J. Fuerth

⁹ Outil java de K.U. Barthel (FHTW-Berlin)

4. Discussion et perspectives

Le dispositif de mesure moodMotion-DAU est à présent dans sa version 1.0 et les résultats obtenus durant cette première phase d'essais sont encourageants. Dès à présent l'équipement peut être exploité dans le contexte de projets de recherche dans le domaine du climat de la ville, des ambiances urbaines et dans des thématiques complémentaires. Avec le projet moodCity il est désormais possible d'approfondir certains aspects de la « physique énergétique et constructive de la ville » par une meilleure connaissance de la dynamique de certains phénomènes, renforcée notamment par une plus grande facilité dans le déploiement des campagnes de mesure, par l'augmentation du nombre de cas, et par la disponibilité accrue de données. Ces données vont également permettre l'amélioration des modèles de simulation numériques.

Cette phase d'essais montre que le rapatriement et le prétraitement des données mérite à être simplifié et que la prochaine étape du projet doit porter sur la mise au point d'une interface de traitement et d'affichage des valeurs facile à utiliser, compréhensible et immersive. L'appareil moodMotion-DAU va pouvoir être optimisé et complété par le relevé de grandeurs complémentaires (ex. qualité de l'air) dans le but d'améliorer encore plus les connaissances entre métabolisme humain, environnement urbain et confort. En même temps la miniaturisation de l'équipement se poursuit.

L'équipement est en cours d'utilisation dans le cadre de deux autres projets de recherche impliquant le laboratoire LEEA : dans un projet moodMotion-DAU est utilisé en mode mobile – moodWalk, dans le second projet il est exploité en mode statique. Conjointement nous envisageons d'initier des séquences de relevés systématiques sur Genève de nouvelles rue, places, espaces urbains afin de constituer un premier jeu de données de grande taille.

Des contacts ont été établis avec des instituts de recherche intéressés par l'appareillage et dans le but d'un déploiement au niveau international, par exemple autour d'un réseau de villes et d'entités académiques sensibles aux enjeux que représente l'urbanisme climatique et qui adhèreraient au projet moodCity.

[moodCity, moodMotion, moodMotion-DAU, moodWalk © by LEEA/hepia/Hes-so]

Anhang/annexe Littérature/références

- [1] Environmental site layout planning, P.J. Littlefair, M. Santamouris & all., BRE London, 2000
- [2] Ensuring quality of life in Europe's cities and towns, EEA Report, EEA Copenhagen, 2009
- [3] Convivial Urban Spaces. Creating effective public places, H. Shaftoe, Earthscan, 2008
- [4] Rediscovering the Urban Relam Open Spaces, Report EU 5th FP key 4, CRES Greece, 2004
- [5] M-été-O données climatiques estivale region genevois, P. Ineichen, UNIGE, 2006
- [6] On the Urban Heat Island Effect Dependence on Temperature Trends, Camilloni – Barros, University Buenos Aires - Argentine, 1997
- [7] Urban design and people, M. Dobbins, John Wiley & Sons, 2009
- [8] Urban remote sensing. Monitoring, synthesis and modeling in the urban environment, X. Yang, Wiley-Blackwell, 2011
- [9] Urban street design guide, NACTO Publication, Islandpress New York, 2013
- [10] Sustainable Urban Planning, R. Riddell, Blackwell, 2004
- [11] UrbNat. La nature comme outil d'urbanisme. Projet Ra&D hepia/Hes-so, Genève, 2004