

LA RECHERCHE AU SERVICE
DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Villes et territoires durables (urbanisme, systèmes énergétiques, sols)



EXPERTISES



Journées R&D ADEME / ANR
4 & 5 juin 2018
Palais des Congrès
Issy-les-Moulineaux

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE

ANR

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME

20 avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Coordination technique :

Pascal BAIN, Jennifer CERCLEY, Aude-Claire HOUDON, André KUNEGEL, Solène MARRY, Olivier THEOBALD, Valentina VOLOGNI

Suivi d'édition : Denis TAPPERO, ADEME,

Direction communication et formation, Service communication et formation des professionnels et Nicolas TONNET, Service Recherche et Technologies Avancées

Création graphique : A4 éditions, Angers

Crédit photos : tous droits réservés

Brochure réf. 010601

Téléchargeable sur www.ademe.fr/mediathèque

ISBN imprimé : 979-10-297-1101-5

ISBN numérique : 979-10-297-1102-2

Dépôt légal : ©ADEME Éditions, mai 2018

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (Art L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Sommaire

# 01 - ACOSSEnR.....	4
# 02 - ASCENS.....	6
# 03 - EnRSim.....	8
# 04 - EUREQUA.....	10
# 05 - ISORC	12
# 06 - JASSUR	16
# 07 - MAPUCE.....	18
# 08 - MARITEE.....	20
# 09 - MESH	24
# 10 - MUSE	28
# 11 - NEST-TERR	30
# 12 - OASIS URBAINE	32
# 13 - OPEN4EC	36
# 14 - OPTIMISME.....	38
# 15 - OVALEC	40
# 16 - PÆNDORA	42
# 17 - PILC.....	44
# 18 - PROGRES.....	46
# 19 - PULSE-PARIs	48
# 20 - SEMOIRS	50
# 21 - SIGOPTI	52
# 22 - SOFT	54
# 23 - SYRACUSE.....	56

#1 ACOSSEnR



Acronyme : ACOSSEnR

*Titre : Architecture Combinée pour l'Optimisation des Sous-stations et des Secondaires
(pour une meilleure valorisation des EnR sur les réseaux de chaleur)*

Démarrage : Avril 2018

Durée : 21 mois

Coût total : 289 000 €

Coordinateur : INDDIGO

Partenaire(s) : Cylergie (ENGIE Lab) / PBA (Paris Batignolles Aménagement)

email : r.genet@inddigo.com

Site internet : <http://www.inddigo.com/>

1. Contexte et objectifs

Réalisation et diffusion d'un guide CVC de conception des sous-stations et des secondaires associés à l'attention des bureaux d'études et exploitants côté réseau de chaleur et surtout côté secondaires. Les architectures présentées dans le guide seront le résultat d'un compromis entre 4 critères gages de l'opérationnalité immédiate des solutions proposées :

- Performance de l'architecture proposée,
- Facilité de mise en œuvre,
- Facilité d'exploitation,
- Surcout d'investissement par rapport à une solution traditionnelle

2. Programme de travail / éléments méthodologiques

Le projet sera décomposé en 4 lots :

- **Lot 1** : Coordination du projet
- **Lot 2** : Etat de l'art des architectures de sous-station et des secondaires dans les bâtiments
- **Lot 3** : Etude et modélisations des architectures optimisées envisagées et retour d'expérience (notamment sur la ZAC Clichy-Batignolles)
- **Lot 4** : Rédaction du guide de conception « sous-station et secondaire »

3. Où en est le projet ?

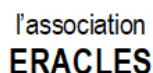
Démarrage du projet. Réalisation d'un état de l'art.

4. Application et valorisation

Réseaux de chaleur

Guide public à destination des bureaux d'études CVC et des acteurs du réseau de chaleur (exploitant, bureaux d'études).

#2 ASCENS



Acronyme : ASCENS

Titre : Articulation des Stratégies Climat Énergie et planification Spatiale : quels leviers d'amélioration ?

Démarrage : 2015 / **Durée :** 30 mois

Coût total : 415 256 €

Coordinateur : AUXILIA

Partenaire(s) : AUXILIA, EIVP, ERACLES, Université d'Orléans, I4CE, Brest métropole Océane, Syndicat Mixte du SCOT Grand Douaisis, APC

email : elsa.richard@auxilia-conseil.com

Site internet : <http://www.auxilia-conseil.com/index.php/projets-recherche/articulation-des-strategies-climat-energie-et-planification-spatiale-quels-leviers-damelioration>

1. Contexte et objectifs / Caractère innovant

ASCENS entend contribuer à l'intégration des enjeux climat-énergie dans la planification spatiale par l'analyse des formes d'articulation entre stratégie climat-énergie et documents d'urbanisme. Il vise à identifier, au sein des pratiques de planification territoriale et à l'échelle locale, les conditions favorables, d'une part, à l'inflexion vers des trajectoires de développement sobres en énergie permettant d'atteindre l'objectif d'un Facteur 4, et d'autre part, à l'anticipation des effets des changements climatiques répondant à un objectif d'adaptation territoriale.

Il s'agit pour cela d'analyser l'efficacité de différents modes d'articulation entre document d'urbanisme et plan climat et d'interroger en particulier les effets d'une élaboration intégrée

d'un document d'urbanisme et d'un PCET pour une meilleure prise en compte des enjeux et des besoins énergétiques et climatiques dans la façon d'aménager l'espace. Il s'agit, en contrepoint, malgré ces exercices d'élaboration intégrée, de caractériser les barrières qui persistent entre planification climatique et planification opérationnelle afin de mieux les lever. Le projet ne cherchera non pas à construire un modèle d'articulation idéale entre documents d'urbanisme et démarche climat-énergie, mais bien à identifier les freins et les leviers à l'intégration des enjeux climatiques et énergétiques dans les documents d'urbanisme -et dans des situations territoriales types et potentiellement reproductibles- afin d'améliorer les démarches et les outils d'intégration préexistants.

2. Programme de travail, méthodes et approches

Une démarche d'analyse qualitative portant sur la nature et l'intensité des articulations possibles entre planification spatiale (SCOT et PLU) et enjeux climat-énergie locaux est

appliquée. Il s'agit de caractériser les possibilités d'intégration des enjeux énergétiques et climatiques dans les documents d'urbanisme ainsi que les formes d'articulation entre les deux

démarches à partir d'un état de l'art de la littérature existante et des initiatives locales en France et en Europe. En particulier, des analyses juridiques et techniques sont menées quant à la faisabilité de traductions spatiales et opérationnelles des enjeux climatiques et énergétiques dans les documents d'urbanisme. L'objectif est de produire in fine une grille d'analyse des formes d'articulation entre démarches énergie-climat et démarche de planification permettant, d'une part, d'identifier les marges et zones de choix auxquelles ont formellement accès les collectivités (légalement, en termes de compétences et d'obligation) et, d'autre part, de déterminer de quelles ressources elles ont

besoin pour accéder et actionner ces leviers. La recherche s'appuie sur l'analyse de trois cas d'étude urbains en France. L'investigation porte à la fois sur des aspects procéduraux (l'analyse des conditions d'intégration des questions énergie-climat dans les documents d'urbanisme, en termes de jeux d'acteurs, de contexte politique, historique, cognitif locaux...) et sur des aspects substantiels (via l'évaluation ex-post de différentes démarches de planification spatiale conduites de manière conjointe et disjointe à un PCET). Le traitement et l'analyse des données permettront de valider les résultats du projet et d'émettre les préconisations pour l'action.

3. Où en est le projet ? Synthèse des résultats à ce stade

Deux volets sont en cours de finalisation.

Le premier volet, sur la base d'analyses bibliographiques, juridiques et empiriques effectuées dans le cadre du projet ASCENS, met en exergue le champ des possibles des collectivités au regard des ressources juridiques, humaines, cognitives et organisationnelles dont elles disposent, et également les difficultés auxquelles elles sont confrontées en matière d'intégration des enjeux énergie-climat dans leur planification réglementaire.

Le second volet s'appuie sur trois études de cas présentant des formes différentes d'articulation entre planification spatiale et démarche climat-énergie et au sein desquels différents temps

et espaces d'interpénétration ont été supposés. L'échantillon formé par les cas d'étude constitue ainsi un aperçu de situations territoriales où les documents d'urbanisme sont élaborés de manière intégrée (ex : PLU Facteur 4), conjointe (même structure portant SCOT et PCET par exemple) ou disjointe à un PCET (PCET élaboré antérieurement ou ultérieurement à un PLU ou une révision de PLU). Les trois terrains d'étude sont Paris, Brest Métropole et Grand Douaisis.

Un dernier volet de valorisation du projet notamment à travers la construction et organisation d'une formation à destination des élus et des agents des collectivités est en cours d'élaboration.

4. Application et valorisation

Le projet ASCENS entend fournir des résultats appropriables par les collectivités, à leur portée (ne nécessitant pas une ingénierie coûteuse) et proposer des leviers d'action concrets et immédiats pour engager les territoires vers des modèles de développement sobres en énergie (trajectoire de type Facteur 4) et adaptés aux changements climatiques.

Ce transfert de connaissance se fait et se fera entre autres par le biais de communications (assises de l'énergie, etc.), d'ateliers, de formations.

#3 EnRSim

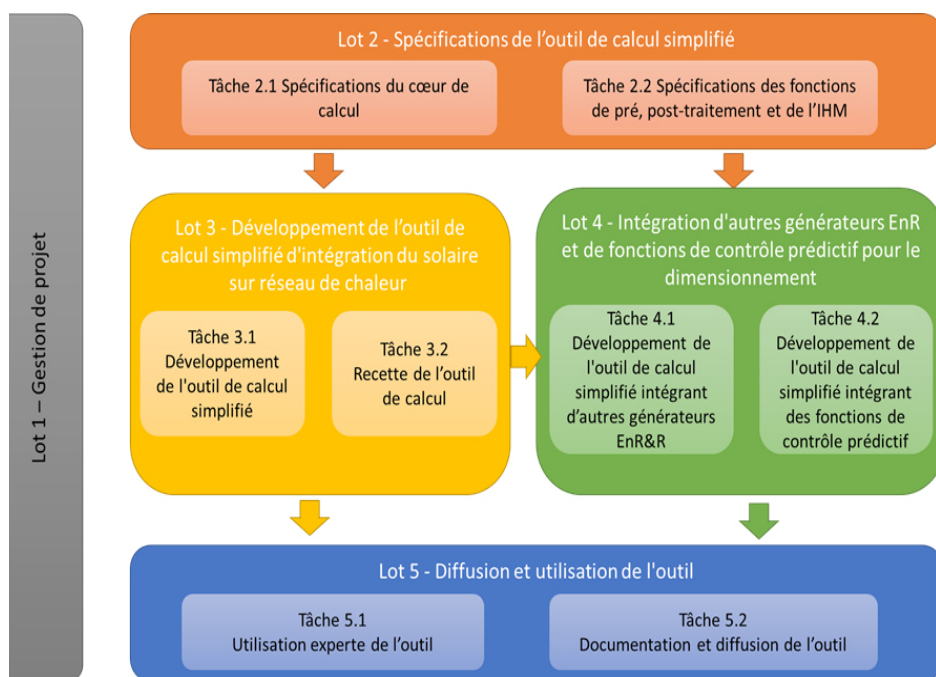


Figure 1 : Organigramme des lots

Acronyme : EnRSim

Titre : Outil de calcul simplifié d'installations de production multi-EnR pour réseau de chaleur

Démarrage : Janvier 2018

Durée : 24 mois

Coût total : Montant prévisionnel des dépenses éligibles pour chacun des partenaires 502 143 €

Coordinateur : CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives)

Partenaires : INES PFE (INES Plateforme Formation & Evaluation), INDDIGO (Initiative pour le Développement Durable – Ingénierie et Organisation)

email : jean-francois.robin@cea.fr

Site internet : <http://liten.cea.fr/cea-tech/liten/Pages/Accueil.aspx>

<http://www.ines-solaire.org/>

1. Contexte et objectifs

La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de 2016 dont l'enjeu est de réduire la consommation d'énergies fossiles importées fixe les priorités d'action afin d'atteindre les objectifs de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte. De par leur capacité à distribuer massivement de l'énergie renouvelable et de récupération, les réseaux de chaleur ont été identifiés comme axe majeur de développement. La quantité

de chaleur renouvelable livrée par les réseaux de chaleur d'ici à 2030 doit être multipliée par 5 pour atteindre une valeur de 3, 4 Mtep. Les principales sources d'énergies renouvelables sont la biomasse, la géothermie, le biogaz et le solaire thermique. Leur développement doit donc être considérable dans les années à venir.

Pour développer les installations solaires sur les réseaux de chaleur, et plus largement les systèmes de production d'énergies renouvelables, il est nécessaire de concevoir ces installations. Ces études sont donc une phase cruciale du projet.

Le projet vise à développer un outil de calcul simplifié d'installations de production multi-EnR alimentant un réseau de chaleur. Le terme outil simplifié signifie outil orienté

métier et facile d'utilisation, à différencier des outils de calculs dynamiques généralistes complexes tel que Trnsys, Dymola,... Afin de représenter au mieux la dynamique des systèmes, le pas de temps de calcul de l'outil sera horaire ou inférieur. Le cœur de calcul du logiciel embarquant des configurations prédéfinies d'architecture sera basé sur un noyau Dymola/Modelica incluant des modèles de composants thermiques, et couplé à une interface graphique conviviale.

2. Programme de travail / éléments méthodologiques

Le programme de travail suit l'organigramme des lots présenté ci-contre

3. Où en est le projet ? Synthèse des résultats à ce stade

Le projet a démarré et le livrable spécifications/cahier des charges de l'outil de calcul simplifié est en cours de rédaction et de diffusion (à l'heure de l'écriture de cette fiche).

Une architecture générique avec un logigramme des différentes configurations de productions multi-EnR est mise en avant.

L'architecture logicielle calée sous forme de modules dédiés avec une IHM de pré-traitement et de post-traitement conviviale est en cours de spécifications avec des échanges de données entre ces différents modules et le cœur de calcul.

4. Application et valorisation

La valorisation et l'application du projet est incluse dans les trois objectifs majeurs du projet :

- Développer et mettre à disposition de la communauté de développement de projets (bureaux d'études, collectivités, exploitants, ...) un outil de calcul simplifié d'installations multi-EnR raccordées à un réseau de chaleur
- Intégrer et proposer différentes configurations hydrauliques possibles de générateurs EnR et du stockage dans cet outil de calcul simplifié
- Démontrer dans un deuxième temps la pertinence de l'intégration de fonctions de contrôle prédictif dans un outil de calcul simplifié

En terme de bénéfices (énergétiques, environnementaux, socio-économiques...), le projet doit permettre de contribuer au développement de projets d'EnR sur les réseaux de chaleur tel que fixé par la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte en mettant à disposition à la fin du projet un outil de calcul simplifié d'installations de production multi-EnR.

L'outil développé permettra ainsi d'amorcer les projets d'intégration d'EnR sur les réseaux de chaleur en apportant les moyens nécessaires aux développeurs de projets pour le dimensionnement des installations (performances énergétiques, indicateurs environnementaux et économiques).

#4 EUREQUA



Parcours commentés et instrumentés : mesures et enquêtes synchrones



Acronyme : EUREQUA

Titre : Evaluation multidisciplinaire et Requalification Environnementale des QUartiers

Projet accompagné dans le cadre du programme Villes et Bâtiments Durables 2011

Démarrage : Mars 2012

Durée : 60 mois

Coût total : 3 459 638 € / **Aide ANR :** 1 074 618 €

Niveau de TRL initial : non approprié / **Niveau de TRL final :** non approprié

Coordinateur : LISST (Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités, Sociétés, Territoires)/UMR CNRS-Université de Toulouse le Mirail-EHESS - Sinda Haouès-Jouve

Partenaire(s) : GAME/CNRM - IFSTTAR - CEREZA - LPED - LATTS - LRA - Ateliers Lion - IAU-IdF

email : Sinda.haoues-jouve@univ-tlse2.fr

1. Contexte et objectifs

EUREQUA avait deux ambitions :

- interroger de manière radicalement interdisciplinaire les enjeux et les méthodes de la requalification environnementale des quartiers
- faire émerger une conception de la qualité environnementale du cadre de vie qui articule une réflexion renouvelée sur :
 - a) la matérialité de l'environnement urbain ;
 - b) les approches sensible et sociale de la relation à l'environnement

Plus précisément, les objectifs scientifiques du projet étaient :

- de mieux comprendre -notamment en les modélisant- les relations à l'échelle d'un quartier entre différents phénomènes physiques mesurables (climat, acoustique, qualité de l'air), en prenant en compte les interactions avec certains usages et pratiques ;
- d'interroger la dimension subjective de la qualité environnementale, de mieux comprendre les facteurs qui jouent dans la perception par les habitants et les usagers des ambiances environnementales et urbaines des lieux et saisir leurs représentations de la qualité environnementale en les mettant en perspective avec les celles des acteurs en charge de l'amélioration du cadre de vie ;
- d'identifier et analyser les convergences et les décalages entre caractéristiques mesurées de l'environnement (relatives au climat, au bruit et à la qualité de l'air) et ressenti des ambiances ;
- d'opérationnaliser l'expertise issue du projet de recherche en concevant un dispositif d'aide à l'action (participatif et interdisciplinaire) destiné aux acteurs responsables de la requalification du cadre de vie, permettant de générer des diagnostics territoriaux et de proposer des scénarii de requalification environnementale.

2. Programme de travail, méthodes et approches

Le projet EUREQUA adopte une approche méthodologique originale qui s'appuie sur une équipe pluridisciplinaire associant géographes, sociologues, physiciens de l'atmosphère, acousticiens et architectes, en collaboration avec des responsables du cadre de vie urbain. L'équipe travaille sur des quartiers situés à Paris, Toulouse et Marseille.

La première phase du projet a permis d'identifier et de choisir des quartiers où émergent des enjeux environnementaux singuliers appelant une action de requalification. Sur ces quartiers, les équipes SHS ont réalisé des enquêtes basées sur des parcours commentés libres et des entretiens.

La seconde phase du projet a consisté à mener de manière simultanée sur ces mêmes quartiers des campagnes expérimentales de mesures physiques et d'enquêtes. En plus du recueil de mesures fixes, des Parcours Commentés Instrumentés (PCI) ont permis de recueillir de manière synchrone et en plusieurs « points d'arrêt » le long du parcours, des mesures mobiles et des données d'enquêtes par questionnaire auprès d'habitants et personnes extérieures au quartier. A l'issue de chaque parcours, des focus groups ont été organisés avec les participants.

3. Principaux résultats

Les enquêtes démontrent que les habitants disposent d'une expertise fine des composantes environnementales de leur cadre de vie et qu'ils développent des catégories d'attitudes très contrastées face aux nuisances. Le croisement des données de perceptions et de mesures montre que les résultats des enquêtes permettent une distinction des lieux en forte concordance avec les mesures acoustiques et dans

une moindre mesure avec les mesures microclimatiques. Les résultats et les méthodes du projet ont été opérationnalisés pour construire un dispositif participatif d'aide à l'action formalisé dans un guide méthodologique destiné aux acteurs urbains et permettant d'évaluer et d'améliorer la qualité environnementale des espaces extérieurs.

4. Perspectives

Le travail réalisé dans le cadre d'EUREQUA conforte le caractère très fécond des approches interdisciplinaires radicales expérimentées dans des travaux antérieurs de l'équipe sur l'environnement urbain (Pirve, Acclimat, VegDUD, etc.), et ce en dépit des verrous d'ordre épistémologiques et méthodologiques que ces approches soulèvent. La méthode mise au point pour le recueil situé et simultané de données de mesures et d'enquête (Parcours commenté et instrumenté) constitue une véritable avancée. La base de données riche ainsi constituée n'a été que partiellement exploitée dans le cadre du projet ; elle appelle une poursuite des traitements,

notamment en matière de croisement des données objectives (mesures physiques) et perceptives (à partir d'enquêtes).

Par ailleurs, une partie de ces travaux interdisciplinaires (microclimat, qualité de l'air, acoustique) sont actuellement repris dans le cadre du projet H2020 «Nature for Cities» auquel participe l'Ifsttar.

Dans le cadre de futurs projets collaboratifs, nous recherchons l'opportunité de tester le guide méthodologique en « situation réelle », autrement dit dans le cadre d'une opération concrète de requalification environnementale et urbaine

5. Production scientifique et technique, éléments de valorisation

Les résultats obtenus dans le cadre du projet EUREQUA ont fait l'objet de plusieurs formes de valorisation scientifique, pédagogique et sociale :

- des publications scientifiques mono et multipartenaires,
- l'organisation d'un colloque international de clôture du projet à Toulouse en 2017 qui a vu la participation d'environ 150 personnes et de 32 conférenciers,
- l'élaboration en direction des acteurs urbains d'un outil d'aide à l'action sous la forme d'un « Guide méthodologique d'évaluation de la qualité environnementale »,

- la réalisation d'un documentaire scientifique dont la version longue (26 mn) restitue des résultats en direction des partenaires non scientifiques (habitants, acteurs institutionnels, etc.) et dont la version courte (3,5mn) permet de communiquer lors de colloques scientifiques.

De par l'acuité du sujet traité et du caractère participatif de la démarche choisie, le projet EUREQUA a fait l'objet d'une interaction forte avec la société civile qui s'est notamment illustrée au travers de nombreuses actions d'animation scientifiques en milieu scolaire et dans les quartiers.

#5 ISORC



Acronyme : ISORC

Titre : Outils pour l'Intégration du Solaire dans les Réseaux de chaleur

Démarrage : Avril 2018

Durée : 44 mois

Coût total : 421 700 €

Coordinateur : TECSOL (cabinet d'ingénierie)

Partenaire(s) : LATEP (laboratoire de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour),

NEWHEAT (entreprise),

SERMET (cabinet d'ingénierie)

email : amandine.ledenn@tecsol.fr (coordinatrice) ou sylvain.serra@univ-pau.fr

1. Contexte et objectifs / Caractère innovant

Le solaire thermique est aujourd'hui méconnu des grands acteurs des réseaux de chaleur en France et, de plus, l'application réseau de chaleur pour la filière solaire thermique n'est pas encore pleinement maîtrisée. **L'accroissement du taux de solaire dans le mix énergétique des réseaux doit donc être accompagné d'un effort de recherche et de développement** au niveau français, auquel les partenaires du projet ISORC se proposent de contribuer.

L'objectif principal du projet est donc le **développement d'outils** visant à **faciliter l'intégration du solaire thermique dans les réseaux de chaleur**.

Axe 1 : Un système énergétique complet (conversion, transport, stockage) est **très complexe à maîtriser**, et de fait, **très difficile à optimiser**. Les méthodes proposées pour résoudre les problèmes évoqués sont nombreuses, mais peuvent toutes se résumer à l'énoncé mathématique suivant : maximiser ou minimiser une fonction numérique de variables discrète (valeurs ponctuelles) ou continues (une infinité de valeurs entre a et b). La fonction-objectif à optimiser sera judicieusement choisie selon les objectifs et les contraintes. Cette fonction-objectif pourra être, par exemple, pour une réflexion à l'échelle du réseau, le prix moyen de la chaleur vendue par le réseau aux abonnés : elle intégrerait ainsi l'ensemble des coûts

d'investissement et d'exploitation et la performance de la production ainsi que son mix énergétique. Pour une réflexion à l'échelle de l'installation solaire, la fonction-objectif à optimiser pourra être la productivité solaire thermique, qui dépend elle-même de la surface de terrain disponible, de l'ensoleillement, du type de capteurs et des caractéristiques de fonctionnement du réseau auquel elle est raccordée.

Le projet se propose donc de développer un **outil d'optimisation pour la conception** pour :

- Obtenir une **estimation de la performance et de la production** d'installations solaires (centralisées ou réparties) raccordées à un réseau de chaleur (neuf ou existant) en **prenant en compte son interaction avec les autres modes de production**.
- **Optimiser la conception** de tels systèmes complets (réseau + centrale solaire thermique + autres moyens de production de chaleur), couplés ou non à des stockages de courte à longue durée (journalier à inter-saisonnier) pour mettre en œuvre des projets pertinents. Cette optimisation s'effectuera sur la base de modèles mathématiques complexes, selon une fonction-objectif à choisir (prix du MWh, taux de couverture solaire, taux d'ENR, autres...).

Axe 2 : L'obtention, en phase exploitation, des performances attendues nécessite un fonctionnement fiable et maîtrisé. La mesure, la comparaison du réel mesuré et du théorique et la publication des performances font parties des opérations d'exploitation indispensables à cela. Entre outre, le risque zéro n'existant pas, la prévention et la correction des dysfonctionnements dans des conditions technico-économiquement acceptables par les acteurs de l'exploitation est également crucial pour atteindre les performances. Le projet se propose donc de travailler sur l'identification, la qualification

et la quantification des risques et dysfonctionnements (surchauffe par exemple) et les particularités de la conduite des installations solaires sur réseau de chaleur puis d'identifier l'ensemble des procédures d'exploitation associée, dans un objectif de performance technique et économique à tout niveau. Cet axe 2 devra permettre aux opérateurs (publics ou privés) d'améliorer le fonctionnement de leurs réseaux de chaleur utilisant l'énergie solaire afin de les exploiter idéalement d'un point de vue énergétique et économique au cours de la vie des installations.

2. Programme de travail / éléments méthodologiques

LOT1 - L'outil d'optimisation en phase conception est le premier outil d'optimisation couplant à la fois les réseaux de chaleur, le solaire et le stockage inter-saisonnier. Il utilisera des modèles linéaires et simplifiés afin de pouvoir prendre en compte la variabilité de la ressource solaire (multi-période) sans toutefois être trop complexes ou lourds. L'outil sera utilisable pour **de multiples configurations de réseaux de chaleur neufs ou existants, raccordés à des installations solaires et à d'autres producteurs d'énergie (bois, gaz, fioul, ...) ainsi qu'à des stockages journaliers et/ou inter-saisonniers**. L'utilisation de méthodes mathématiques d'optimisation permettra de prendre en compte le très grand nombre de variables et de paramètres auxquels doivent faire face les ingénieurs lors de la conception de tels systèmes. L'outil d'optimisation sera, pendant le projet, testé sur différents cas d'application réels. Il sera conçu et réalisé de façon à permettre, à l'issue du projet : d'abord d'être encapsulé en vue d'une commercialisation ou d'une mise à disposition gratuite par un organisme tiers ou un des participants du projet, ensuite d'être utilisé par les ingénieurs en charge de concevoir et d'exploiter des réseaux de chaleur.

L'outil sera principalement développé par le LATEP, acteur scientifique ayant une excellente maîtrise des concepts et outils d'optimisation, sur la base de modèles de système solaire existants en interne chez les partenaires (modèles quasi-dynamiques NEWHEAT, modèle statique horaire TECSOL, méthode de calcul SOLO) et dans la littérature et de modèles de calcul simplifiés ou linéarisés pour les autres composants du réseau et issus des travaux de thèse réalisés au LATEP [Mertz, 2016A], [Mertz, 2016B], [Marty, 2016], [Marty, 2017] et [SERRA, 2016] (Thèse d'Arley Nova Rincon).

Le choix des méthodes de résolution (Branch and Bound, approximation externe...) est un point particulièrement important car il n'existe pas de méthode qui fonctionne universellement. Un travail de sélection et d'organisation des méthodes à utiliser sera réalisé en fonction de la nature du

problème formulé (MILP, MINLP...). Compte tenu de la présence de nombreuses contraintes (modèles des composants du système, contraintes de fonctionnement, contraintes de dimensionnement), des méthodes déterministes seront privilégiées pour leur rapidité (la valeur des hypothèses est fixée à l'avance, en opposition aux méthodes stochastiques ou la valeur varie aléatoirement).

LOT 2 - Les outils d'amélioration de l'exploitation seront développés afin de proposer aux opérateurs de réseaux des solutions pour améliorer la gestion de leurs différents moyens de production, en particulier pour tirer le meilleur profit de leur(s) installation(s) solaire(s). Des **guides de bonne pratique seront mis à disposition des utilisateurs**. Les dysfonctionnements potentiels des centrales solaires sur réseau de chaleur seront présentés et analysés pour identifier les chaînes d'actions à mettre en œuvre. Le processus d'action visera un optimum technico-économique. Des algorithmes pour la détection automatique des dysfonctionnements seront créés. Les bonnes pratiques d'exploitation seront intégrées dans l'outil d'optimisation sous forme de contraintes à respecter.

La bonne connaissance des mécanismes, limites de fonctionnement, l'évaluation des risques, la connaissance des enjeux économiques à chaque étape des installations solaires sur réseau de chaleur sera approfondie et des outils / supports seront réalisés : des guides, référentiels de formation, référentiels normatifs seront créés.

Pour l'ensemble du projet, les enjeux de tous les acteurs de la chaîne de valeur seront considérés afin que les outils développés leur soient utiles. Les **opérateurs énergétiques, les collectivités et les concepteurs techniques pourront ainsi considérer le solaire sur réseau de chaleur comme une des options à intégrer dans l'évaluation des investissements prioritaires à mener**.

#5 ISORC

3. Où en est le projet ? Synthèse des résultats à ce stade

Le périmètre du projet sera le suivant :

- Des **réseaux de chaleur existants** de toutes tailles (urbains, de ville ou de village, industriels, ...) ou des réseaux **neufs** (écoquartiers, ZAC, villages, ...) alimentés avec du solaire et/ou du bois, du gaz, du fioul, de la récupération d'énergie.
- Des installations **solaires thermique de petite à grande dimension** (50 à 20 000 m²) utilisant des technologies basse température (capteurs plans ou à tubes sous vide, de 40 à 100°C) et raccordées au réseau de façon **centralisée** (1 centrale solaire) ou **répartie** (plusieurs petits champs de capteurs).
- Des **stockages** par hydro-accumulation à **court terme** (50 à 100 L/m² de capteurs) et/ou inter-saisonnier (1.5 à 2.5 m³/m²).
- Des modèles d'optimisation de type Mixed Integer Nonlinear Programming - MINLP- ou éventuellement de type Mixed Integer Linear Programming - MILP.
- Une **optimisation multi-période** en adéquation avec la modélisation de l'installation solaire et de la montée en réseau : à ce stade du projet le nombre de période prévu est de : 5 x 12 x 2 pour :
 - 5 ans permettant de simuler la montée en charge du réseau,
 - 1 période par mois pour la journée,
 - 1 période par mois pour la nuit,

- Un critère d'optimisation pouvant être énergétique (taux d'ENR&R), économique (prix de la chaleur) ou environnemental (émissions de CO₂, analyse du cycle de vie).

Le projet ISORC prévoit de travailler et de proposer des solutions innovantes à différents niveaux :

- organisationnel : association d'acteurs issus de filières différentes qui ne se connaissaient ou ne travaillaient pas ensemble jusqu'à présent,
- processus : associer l'amélioration de l'exploitation et l'optimisation de la conception pour engendrer une amélioration des performances,
- scientifique : incrémentation de méthodes de résolution et de calculs d'optimisation jusque-là non utilisés pour les applications proposées et permettant de prendre en compte le très grand nombre de variables et de paramètres associés à la conception d'un réseau de chaleur utilisant l'énergie solaire thermique et d'autres systèmes de production.

En ce qui concerne l'outil d'estimation et optimisation de production, ce projet se propose un passage d'un niveau TRL 6 (modèles spécifiques validés tels que les modèles de production solaire, les modèles de réseau de chaleur) à un niveau TRL 8 (mise en commun des modèles, validation par l'étude de cas et mise en œuvre sur un projet réel).

4. Application et valorisation

Les **résultats directs** attendus pour le projet ISORC sont les suivants :

- Un outil de **calcul pour la conception et l'optimisation de réseaux de chaleur solaire** : cet outil de calcul sera développé et testé par les partenaires du projet pendant les 44 mois du projet.
- Des outils permettant la supervision et l'amélioration de l'exploitation du solaire sur réseau : ces outils permettront aux partenaires la création de services associés, que

ce soit en termes de formation mais aussi de missions d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage ou d'assistance technique pour le télécontrôle des installations solaires. (Résultats attendus pour avril 2020).

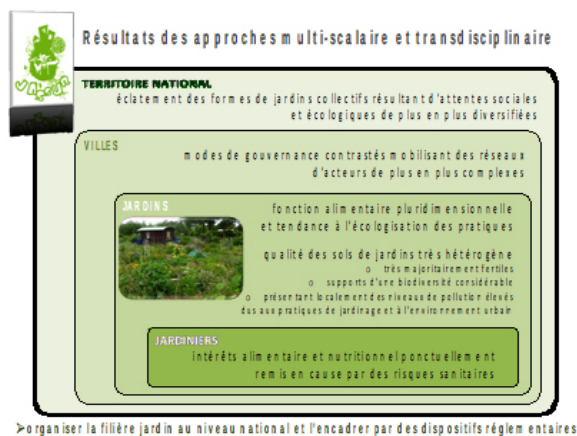
- Des éléments (connaissances) permettant l'adaptation des référentiels normatifs et professionnels actuels du solaire thermique aux applications de grande taille et aux applications réseau de chaleur (Guide RAGE, DTU solaire, outils partagés de la plateforme SOCOL notamment).

- Une contribution à l'animation des réseaux professionnels des deux filières (solaire et réseau de chaleur) à l'échelle nationale et internationale.

Les **résultats indirects**, amenés par une meilleure maîtrise des solutions techniques solaires sur réseau de chaleur et par la mise en œuvre de solutions optimisées sont les suivants :

- des réseaux de chaleur ayant, pour leur mix énergétique, un taux d'énergie renouvelables important et des coûts optimaux tant au niveau de la phase conception du projet que dans sa phase d'exploitation,
- des solutions pour les réseaux neufs ET existants, situés dans toutes les zones du territoire.

#6 JASSUR



Acronyme : JASSUR

Titre : Jardins Associatifs Urbains et villes durables : pratiques, fonctions et risques

Projet accompagné dans le cadre du programme Villes et Bâtiments Durables 2012

Démarrage : Janvier 2013

Durée : 36 mois

Coût total : 2 974 218 € / **Aide ANR :** 949 039 €

Niveau de TRL initial : 2 / **Niveau de TRL final :** 6

Coordinateur : LES (Laboratoire Environnement et Sols)/INRA-Université de Lorraine – CEREAS – LPED – LATTIS – LRA – Ateliers Lion – IAU-IdF

Partenaires : TELEMME/AMU-CNRS-MMSH – Nort/AMU-Inra-Inserm – LGCgE/Groupe HEI-Isa-Isen – EGC/Inra-AgroParisTech – Sas-Apt/Inra-AgroParisTech – IRSTV ; LER/Isara – Cerema IdF – Pades – Plante et Cité – EcoLab/UPS-INPT-CNRS – MNHN – FNJCF – Jardinots – CNJCF – AirParif

email : Christophe.Schwartz@univ-lorraine.fr / jean-noel.consales@univ-amu.fr

1. Contexte et objectifs

Jassur a étudié de façon transdisciplinaire les pratiques, fonctions et risques associés aux jardins collectifs urbains en expansion au sein de territoires confrontés aux défis de la durabilité. Il s'agissait de mieux connaître ces systèmes complexes et multifonctionnels pour mieux les gérer. Jassur s'est fondé sur une question centrale : quels services assurent les jardins associatifs urbains ? A cet égard, une caractérisation bio-physico-chimique des sols et des produits issus des jardins est nécessaire. Il s'agit d'évaluer la fertilité des sols, leur aptitude à être support de biodiversité et les risques environnementaux et sanitaires dus aux pollutions

potentielles, l'ensemble concourant à qualifier le service d'approvisionnement alimentaire. De la même manière, une caractérisation socio-technique des pratiques des jardiniers est nécessaire pour juger de la participation des produits du jardin à l'alimentation et à la nutrition familiale. En parallèle, une caractérisation socio-politique de la gouvernance de ces espaces est nécessaire pour faire émerger des modes de gestion renouvelés, des recommandations aux acteurs et, si nécessaire, des procédés biologiques de dépollution des sols.

2. Programme de travail, méthodes et approches

Dix-sept partenaires de la recherche et du monde associatif ont ancré leurs travaux sur les territoires de sept agglomérations aux conditions pédo-climatiques contrastées : Lille, Grand Lyon, Marseille, Grand Nancy, Nantes, Paris/Ile-de-France, Grand Toulouse. Sous l'angle de la gouvernance, l'analyse des politiques publiques locales est venue compléter des entretiens auprès d'acteurs impliqués dans la gestion des jardins. Une démarche d'échantillonnage de terrain, suivie d'une caractérisation des sols, des plantes, de l'eau et de l'air a permis d'évaluer les services écosystémiques de régulation et de soutien, notamment en termes de

biodiversité et de régulation hydrique. L'évaluation du service d'approvisionnement alimentaire a résulté du diagnostic de fertilité des sols, de la connaissance à la fois des pratiques culturelles, des productions, de leur destination, des mesures des quantités consommées et des apports nutritionnels. Sur la base des représentations des jardiniers quant aux intérêts et aux dangers des jardins et d'une évaluation des risques liés à la présence de polluants dans les sols, des essais de traitabilité par bio- et phytoremédiation ont été réalisés au laboratoire et in situ.

3. Principaux résultats

A l'échelle nationale, l'éclatement des formes de jardins collectifs résulte d'attentes sociales et écologiques de plus en plus diversifiées.

A l'échelle locale, les modes de gouvernance sont contrastés et mobilisent des réseaux d'acteurs de plus en plus complexes. Au jardin, la fonction alimentaire est pluridimensionnelle et la tendance est à l'écologisation des pratiques. Si la qualité des sols de jardins est très hétérogène, ils demeurent très majoritairement fertiles, supports d'une biodiversité considérable tout en présentant localement des niveaux

de pollution élevés dus aux pratiques de jardinage et à l'environnement urbain.

Pour le jardinier, l'intérêt alimentaire et nutritionnel peut alors ponctuellement être remis en cause par des risques sanitaires. Dans ces cas, une bioremédiation de la pollution métallique est envisageable et un essai de démonstration in situ associant plantes dépolluantes et potagères est mené sur plusieurs années. Il en résulte globalement la nécessité d'organiser la filière jardin au niveau national et de l'encadrer par des dispositifs réglementaires.

4. Perspectives

En perspective, des partenaires du consortium portent actuellement 9 nouveaux projets collaboratifs et participent à

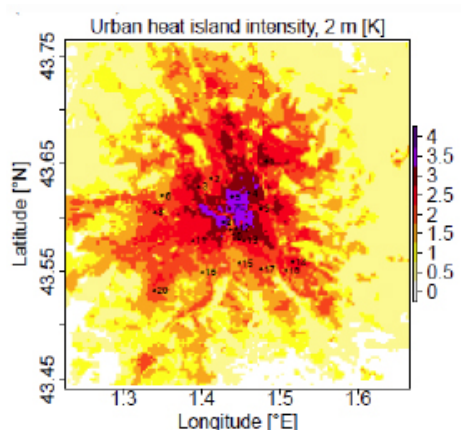
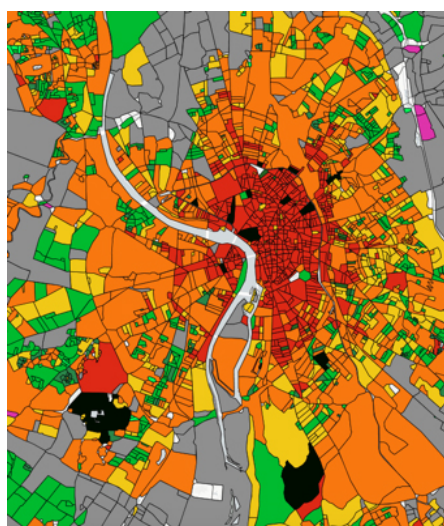
une action COST européenne sur les jardins collectifs.

5. Production scientifique et technique, éléments de valorisation

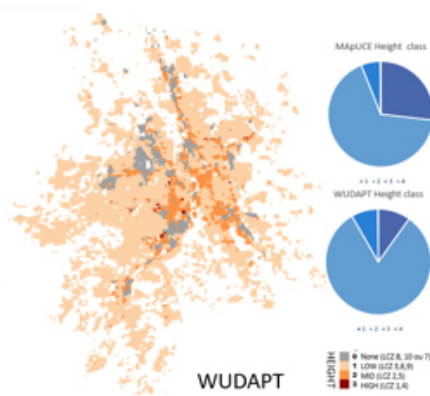
Jassur a donné lieu, au niveau international/national, à 25/13 articles, 5/6 chapitres d'ouvrages, 45/24 communications. La moitié de ces productions est multidisciplinaire et multipartenariale.

La valorisation auprès des acteurs de la filière jardin s'est faite par 8 articles de vulgarisation, 10 conférences, deux ateliers "interville" et des fiches de recommandations.

#7 MAPUCE



- a) cartographie des types de bâtiments sur le centre-ville de Toulouse (mapuce.orbisgis.org)
- b) simulation de l'îlot de chaleur estival sur Toulouse,
- c) analyse des besoins utilisateurs à la fédération nationale des agences d'urbanisme,
- d) cartes de typologies LCZ sur l'aire urbaine de Toulouse.



Acronyme : MAPUCE

Titre : Modélisation Appliquée et droit de l'Urbanisme : Climat urbain et Énergie

Projet accompagné dans le cadre du programme Villes et Bâtiments Durables 2013

Démarrage : Mars 2014 / **Durée :** 60 mois

Coût total : 5 478 023 € / **Aide ANR :** 908 389 €

Niveau de TRL initial : non approprié / **Niveau de TRL final :** non approprié

Coordinateur : GAME/UMR CNRS-Météo France

Partenaires :IRSTV – LATS – LIENSs – LIEU – LISST – LRA – FNAU

email : valery.masson@meteo.fr

1. Contexte et objectifs

Le projet MAPUCE vise à intégrer dans les politiques urbaines et les documents juridiques les plus pertinents des données quantitatives de microclimat urbain, climat et énergie, dans une démarche applicable à toutes les villes de France. Ces données proviennent des simulations du micro-climat urbain et de consommation d'énergie du bâti, réalisées à partir de données climatiques, architecturales, urbaines et sociales, en tenant compte des comportements des usagers des bâtiments.

Le premier objectif du projet consiste à obtenir ces données quantitatives énergie-climat à partir de simulations numériques, en se focalisant sur l'énergie liée au bâti dans le secteur résidentiel et tertiaire, qui représente 41% de la consommation finale d'énergie. Le deuxième objectif du projet consiste à proposer une méthodologie pour intégrer de telles données quantitatives dans les procédures juridiques et les politiques urbaines.

2. Programme de travail, méthodes et approches

Nous proposons de développer une méthode automatisée de production, à partir de bases de données nationales, de paramètres et indicateurs urbains (géométriques, architecturaux, socioéconomiques...) pertinents pour la simulation énergétique, et ce à l'échelle des quartiers sur la France.

En termes de modèles, le projet s'appuie sur le modèle de climat urbain TEB, qui intègre un module d'énergétique du bâtiment. Nous avons développé un modèle de comportement énergétique dans l'habitat et le tertiaire afin de raffiner les calculs de consommation d'énergie de TEB. Le modèle ainsi couplé climat urbain-énergie-comportement est en cours d'application à un panel de villes françaises, afin d'établir un diagnostic énergie-climat à l'échelle de la France.

Afin de répondre au deuxième objectif, il s'agit ici de travailler sur l'ensemble des documents d'urbanisme et juridiques adéquats

pour identifier les potentiels leviers d'action et les échelles applicables, quels que soient les territoires et l'ingénierie en place. Nous avons analysé l'aspect juridique pour déterminer comment les documents ou dispositifs existants intègrent – ou pas – la problématique énergie-climat. Puis l'étude de la mise en œuvre des dispositifs et de cas exemplaires nous a permis d'évaluer leurs performances.

Enfin, suite à l'analyse des besoins des agences d'urbanisme, nous définissons des vecteurs pour transférer des données quantifiées énergie-climat vers les documents juridiques, sous la forme de cartes climatiques. Toute la pertinence du projet est d'intégrer ces vecteurs dans les documents et pratiques qui présentent le meilleur potentiel. Trois expérimentations ont été menées sur Toulouse, Aix-en-Provence et La Rochelle afin de confronter les outils développés à des démarches de planification réelles.

3. Principaux résultats

Le projet MAPUCE est presque terminé. A ce stade, les résultats notoires concernent :

- La production d'une base de données d'informations sur le bâti, l'occupation du sol, l'architecture et des données sociologiques pertinentes à l'échelle des quartiers (défini comme le plus petit bloc urbain délimité par les routes) sur la France. Les données sont visualisables sur le site web interactif mapuce.orbisgis.org.
- Les comportements ont été introduits dans le modèle de climat urbain TEB sous la forme de deux indicateurs, le comportement de régulation énergétique d'une part (la propension d'un ménage à plus ou moins réguler la consommation d'énergie dans son logement) et l'intensité d'usage et le taux d'équipement d'autre part. La variabilité des différents usages au sein même des quartiers est aussi implémentée dans le modèle. Des évaluations de l'îlot de chaleur urbain et de consommation d'énergie des bâtiments ont été menées sur Toulouse et Dijon et évalué avec des données observées de réseaux de mesures météorologiques et d'inventaires de consommation.
- L'analyse des besoins des agences d'urbanisme en France sur les questions de prise en compte du micro-climat, du climat et de l'énergie. Cette analyse a mis en évidence

une grande hétérogénéité selon la taille et l'historique des agences, ainsi que le besoin de données (ce à quoi le projet vise à répondre).

- En collaboration avec Toulouse Métropole, Un croisement des données modélisée d'îlot de chaleur estival et de la structure urbaine classifiée en LCZ (Local Climate Zones) a permis de construire une ébauche de carte climatique de l'agglomération de Toulouse, en vue de produire des cartes de recommandations en matière d'urbanisme en tenant compte du micro-climat.
- L'analyse juridique ainsi que celle de cas exemplaires en France et à l'étranger a mis en évidence la difficulté d'articuler les différentes planifications permettant de prendre en compte la problématique du micro-climat et du climat, dans un contexte législatif qui évolue fréquemment, entraînant des modifications dans les missions et la coordination des schémas. Il semble, plus prosaïquement, que l'efficacité des approches est facilitée par l'engagement personnel d'une ou plusieurs personnes, pour coordonner les actions entre les différentes entités. Un exercice d'accompagnement au PLUiH de Toulouse Métropole a été mené, ainsi que sur l'impacts énergétique d'actions de rénovations sur des quartiers à La Rochelle.

4. Production scientifique et technique, éléments de valorisation

Le projet a principalement donné lieu à des communications dans des conférences internationales ainsi qu'à de nombreuses conférences à destination des praticiens et à des articles de vulgarisation. De nombreux aspects ont aussi donné lieu à des

publications dans des journaux à comité de lecture de rang A. Les questions de recherche juridique du programme MAPUCE ont été développées dans le cadre d'enseignements dans des Masters 2.

#8 MARITEE



Acronyme : MARITEE

Titre : Méthodologie d'Aménagement tenant compte des Réseaux, Intégrant la Transition Énergétique et les enjeux Économiques associés

Démarrage : 30 novembre 2016

Durée : 31,5 mois

Coût total : 381 421 €

Coordinateur : BURGEAP

Partenaires : M2A, AURM, Business Geografic, AEC

email : s.poutrel@groupeginger.com

1. Contexte et objectifs

Le contexte réglementaire contraint les territoires à développer une vision de plus en plus intégrée de leur stratégie énergétique vis-à-vis de leurs différents champs de compétences (habitat, urbanisme, transports, développement économique et social). En complément de l'obligation de mettre en conformité SCOT, PLU, PLH, PDU avec les SRCAE et PCEAT, la Loi sur la Transition énergétique renforce l'approche des réseaux et des productions énergétiques locales comme élément clé de la planification territoriale.

L'objectif du projet MARITEE est de développer un outil et des retours d'expériences pour répondre à 5 questions centrales :

- 1 Savoir identifier les gisements énergétiques pertinents à mobiliser sur les territoires compte tenu du profil énergie-climat du « grand territoire » et des potentiels locaux (gestion des échelles pour une stratégie intercommunale... à une approche opérationnelle par parcelles) ;
- 2 Identifier comment l'aménagement des territoires permet ou contraint la mobilisation des gisements nécessaires à la transition énergétique (consommation/production d'énergie) ;
- 3 Hiérarchiser territorialement les actions de MDE, de développement des EnR et de développement/renforcement des réseaux en rationalisant l'euro investi ;
- 4 Préserver la dimension sociale de l'énergie dans la priorisation des interventions ;
- 5 Favoriser l'appropriation d'un sujet technique par les acteurs locaux, via un outil partagé entre les services et entre les documents de planification.

2. Programme de travail, méthodes et approches

Le projet s'appuie sur deux volets complémentaires : la réalisation d'un outil d'expertise énergétique multi-échelles, puis son expérimentation lors d'ateliers politiques et techniques liés à l'aménagement du territoire.

Les finalités de l'outil géo-décisionnel sont **(i) d'indiquer aux décideurs publics, parmi les différentes sources de production énergétique, celles qui sont les plus opportunes** pour une stratégie de transition énergétique en fonction des localisations des gisements et besoins du grand territoire au quartier, des formes urbaines, des types d'habitats ou d'activité, et des usages ; **(ii) de hiérarchiser sur une base technique et économique les solutions de maîtrise de l'énergie**, de production énergétique ou de déploiement

de réseaux à engager dans une stratégie de lutte contre les vulnérabilités territoriales.

Dans son application territoriale, le projet s'appuie sur la mobilisation des services de l'agglomération et de l'agence d'urbanisme de Mulhouse pour mobiliser et aider les décideurs locaux dans leurs choix de planification territoriale et leur traduction opérationnelle. La démarche est appliquée dans quatre cadres complémentaires : l'engagement du Plan Stratégique et Opérationnel de la Transition Énergétique (feuille de route **TEPCV**), l'écriture du **Schéma Directeur des Énergies** du territoire et le développement de **l'approche économique** associée, la mise en œuvre du **SCOT**, et des **fiches conseils pour les PLU et ZAC** du territoire.

3. Synthèse des résultats à ce stade

Après 15 mois de développement, l'outil géo-décisionnel « OPPORTUNITEE » lié au projet est finalisé.

Des ateliers avec les élus, les fournisseurs énergétiques et gestionnaires des réseaux, des grands industriels du territoire, les services techniques et l'agence d'urbanisme de l'agglomération sont en cours pour définir la stratégie territoriale et aider au portage des projets les plus opportuns. Les enseignements/indicateurs apportés par l'outil OPPORTUNITEE sont les suivants :

Planification et programmation énergétique territoriale

- Réception clé en main et suivi du bilan énergétique du territoire calé sur des données réelles de consommation / intégration de relevés de consommation des bâtiments.
- Repérage des zones prioritaires d'intervention énergétique.
- Adaptation des échelles d'observation pour définir une stratégie intercommunale, et identifier jusqu'à la parcelle où engager les actions de maîtrise de l'énergie les plus efficaces.
- Dimensionnement des programmes d'actions en intégrant les contraintes de faisabilité des projets.

Gisements d'énergies renouvelables et hiérarchisation technico-économique des projets

- Analyse des gisements bruts et nets de production d'énergies renouvelables et de récupération.
- Repérage à la parcelle des projets les plus opportuns.
- Intégration et questionnement des contraintes de raccordement aux réseaux.
- Évaluation de la rentabilité des projets selon les modèles de valorisation en injection ou en autoconsommation.
- Évaluation du taux de couverture ENR du territoire, des îlots, et des bâtiments.

Schémas directeurs de développement des réseaux énergétiques

Réseau de chaleur :

- Observation des densités énergétiques des voiries et repérage des bâtiments grands consommateurs propices au déploiement de réseaux de chaleur.
- Analyse de la préfaisabilité technico-économique des projets : puissances à installer, productions à livrer, coûts de la chaleur délivrée, estimation des paramètres économiques liés à la fourniture de chaleur.
- Réalisation du schéma directeur de vos réseaux de chaleur (création et extension).

Electricité :

- Visualisation des contraintes de chute de tension identifiées par les gestionnaires.
- Évaluation des puissances transitées sur le réseau HTA par reconstitution des pointes.
- Visualisation des coefficients d'utilisation des postes et les puissances disponibles en soutirage pour croiser ces enseignements avec les projets d'aménagement (positionnement de bornes de recharge, création de nouveaux quartiers, installation de systèmes géothermiques et pompes à chaleur de grande puissance).
- Analyse des contraintes de raccordement en injection (postes sources, HTA, BT) pour les projets ENR.

Réseau de gaz de ville :

- Localisation des opportunités d'injection de biométhane dans les réseaux en fonction du gisement biogaz et des capacités du réseau / contribuez au verdissement du gaz de ville.

#8 MARITEE

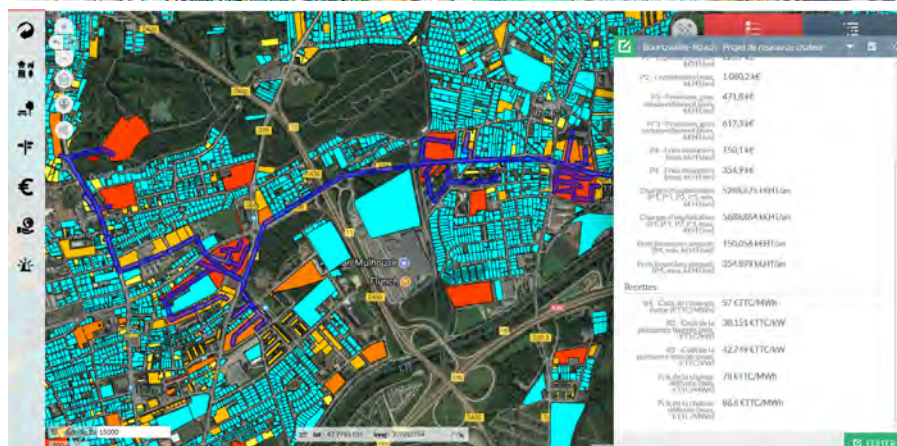
- Questionnement du déploiement du réseau de gaz de ville en substitution et complémentarité des autres réseaux.

Intégration de la Loi de Transition Énergétique dans l'urbanisme et l'aménagement

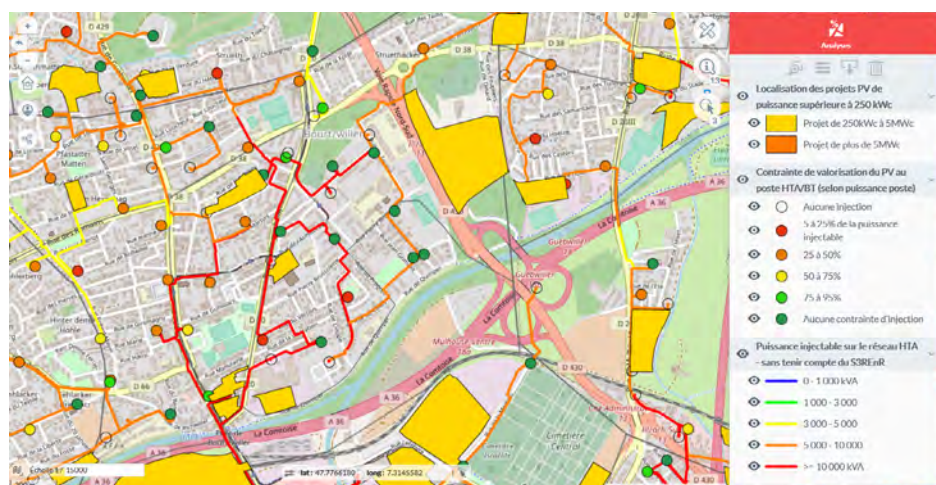
- Intégration des zonages du territoire (enveloppes urbaines, occupation des sols, zonages PLU).
- Intégration d'indicateurs de suivi et d'évaluation du SCOT parmi une base d'indicateurs déjà développés / création d'indicateurs spécifiques.
- Rédaction par zone SCOT ou PLU de fiches de recommandations spécifiant les objectifs de maîtrise de l'énergie, les filières énergétiques à promouvoir et les contraintes liées aux réseaux (limitation de soutirage électrique selon la norme NF-C-14100 / opportunités liées aux réseaux de gaz, ou de chaleur).
- Simulation des opérations d'aménagement pour évaluer les besoins énergétiques (consommations et puissances) et comparaison des scénarios d'approvisionnement énergétique possibles.



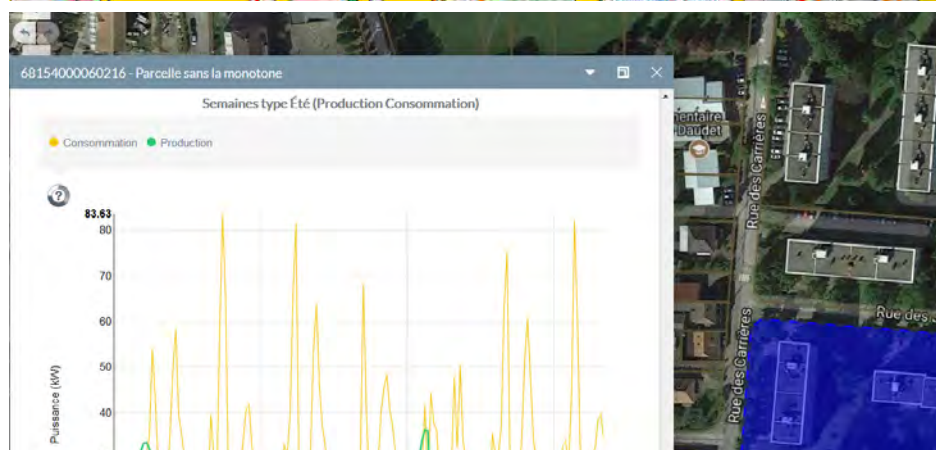
Analyse des consommations énergétiques et des productibles ENR à la parcelle



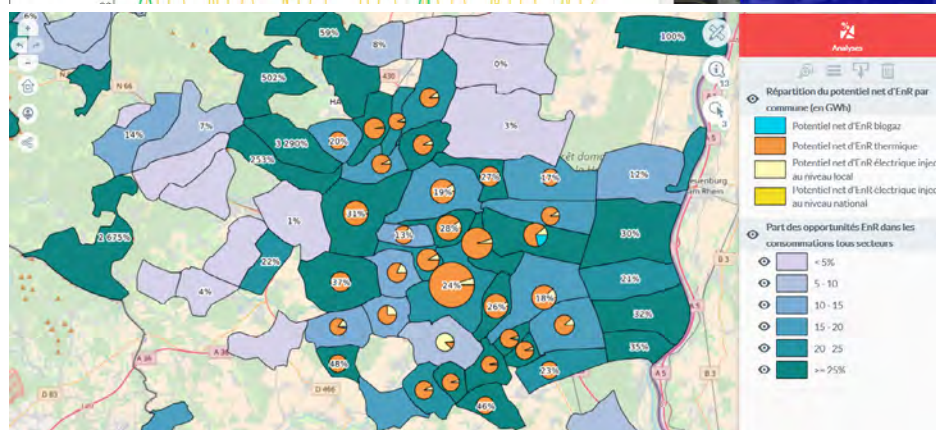
Modélisation et étude technico-économique de projets de réseau de chaleur



Analyse des contraintes d'injection des projets photovoltaïques sur le réseau électrique et repérage des projets les plus importants



Analyse des taux d'autoconsommation d'électricité photovoltaïque



Taux de couverture ENR du territoire, par type de source et modes de valorisation

4. Production scientifique et technique, éléments de valorisation

Les échelles d'analyse, du département jusqu'à la parcelle, permettent de concevoir des stratégies de territoire, puis les décliner opérationnellement par le repérage et la hiérarchisation des projets les plus opportuns jusqu'à la parcelle.

La méthodologie d'intégration des enjeux énergétiques dans l'aménagement du territoire, et l'outil géo-décisionnel qui la structure ont vocation à accompagner les collectivités, AODE,

agences d'urbanismes, et aménageurs dans leurs stratégies de transition territoriale.

L'outil OPPORTUNITEE est conçu nativement en mode SaaS pour offrir les avantages du full-web. Les données sont stockées et les algorithmes conçus sur une base opensource permettant ainsi des évolutions et une compatibilité avec d'autres plateformes.

#9 MESH

Acronyme : MESH

Titre : Morphology – Environment – Sustainability – Human Comfort

Démarrage : juillet 2015

Durée : 36 mois

Coût total : 357 000 €

Coordinateur : Franck Boutté Consultants

Partenaires : Lab'Urba – SADEV94 – Francesco Cingolani

Site internet : <http://mesh-research.com/>

Contacts :

• **Franck Boutté Consultants - Site internet :** <http://franck-boutte.com/>
email : Aymeric de La Bachelerie (adelabachelerie@franck-boutte.com)
Rémi Babut (rbabut@franck-boutte.com)

• **Lab'Urba - Site internet :** <http://www.laburba.fr/>
email : Jean-Marie Cariolet (jean-marie.cariolet@eivp-paris.fr)

Denis Morand (denis.morand@u-pem.fr)

Katia Laffrechine (katia.laffrechine@u-pem.fr)

Margot Pellegrino (margot.pellegrino@u-pem.fr)

Francesco Cingolani (immaginoteca@gmail.com)

Sadev 94 - **Site internet :** <http://www.sadev94.fr/>

Antonin Roth (roth@sadev94.fr)

**Franck Boutté
Consultants**
Conception & Ingénierie Environnementale



1. Contexte et objectifs / Caractère innovant

Afin de maîtriser le processus d'étalement urbain et de respecter les ambitions européennes de réduction d'émissions de CO₂, de nouvelles opérations d'aménagement plus denses et connectées voient le jour. Leur défi est d'associer densité, confort, attractivité, mixité, proximité et performance énergétique.

La conception de morphologies urbaines fixe très tôt la capacité d'un quartier à concilier tous ces enjeux, et conditionne l'utilisation efficace et durable des ressources. Or si certains outils comme les imageries d'ensoleillement se banalisent, très peu sont multicritères pour une évaluation environnementale des formes urbaines, à la fois quantitative et qualitative, en phase de conception.

Le développement récent d'outils paramétriques de modélisation, de simulation, et d'analyse constitue une réelle opportunité pour faire évoluer les processus opérationnels de l'aménagement.

MESH ambitionne de développer un processus de conception itératif, où l'évaluation environnementale réactive guide la morphologie urbaine. Tant la pertinence de l'évaluation que la réactivité de l'outil sont gage de son utilisation dans un cadre

opérationnel. Le projet se pose alors les défis suivants :

- Identifier, sélectionner et développer des indicateurs environnementaux adaptés à l'échelle envisagée.
- Rendre possible une évaluation comparative des projets de l'échelle urbaine jusqu'au bâtiment.
- Rendre lisibles et compréhensibles les résultats des évaluations.
- Suggérer des pistes d'évolution des morphologies au regard d'une pondération des critères adaptés.
- Concevoir des outils appropriables, réactifs et évolutifs, d'aide à la décision pour les aménageurs et collectivités, et d'aide à la conception pour les architectes et urbanistes.

MESH lie morphologie, consommation d'énergie et qualité des ambiances par des connaissances tant méthodologiques qu'opérationnelles à différentes échelles, spatiales et temporelles, du projet d'aménagement. L'innovation réside également dans l'utilisation d'outils paramétriques, permettant d'évaluer un grand nombre de morphologies et de suggérer par des méthodes d'optimisation une évolution du projet.

2. Programme de travail

MESH fait le choix d'une recherche pluridisciplinaire appliquée, associant aménageurs, concepteurs, chercheurs en génie urbain, praticiens, et élus. L'équipe se structure autour d'un bipôle bureau d'études – laboratoire de recherche pour marier le regard opérationnel et technique à la connaissance scientifique et méthodologique. L'équipe s'enrichit d'un spécialiste du « design computationnel » qui apportera à la fois son expertise en développement informatique et une vision opérationnelle du sujet ainsi qu'un réseau. Enfin, l'aménageur SADEV 94 partagera son expérience de maîtrise d'ouvrage. Il apportera le terrain expérimental, la ZAC Ivry Confluences, mais aussi l'ensemble de ses opérations qui seront autant de sujets de comparaison.

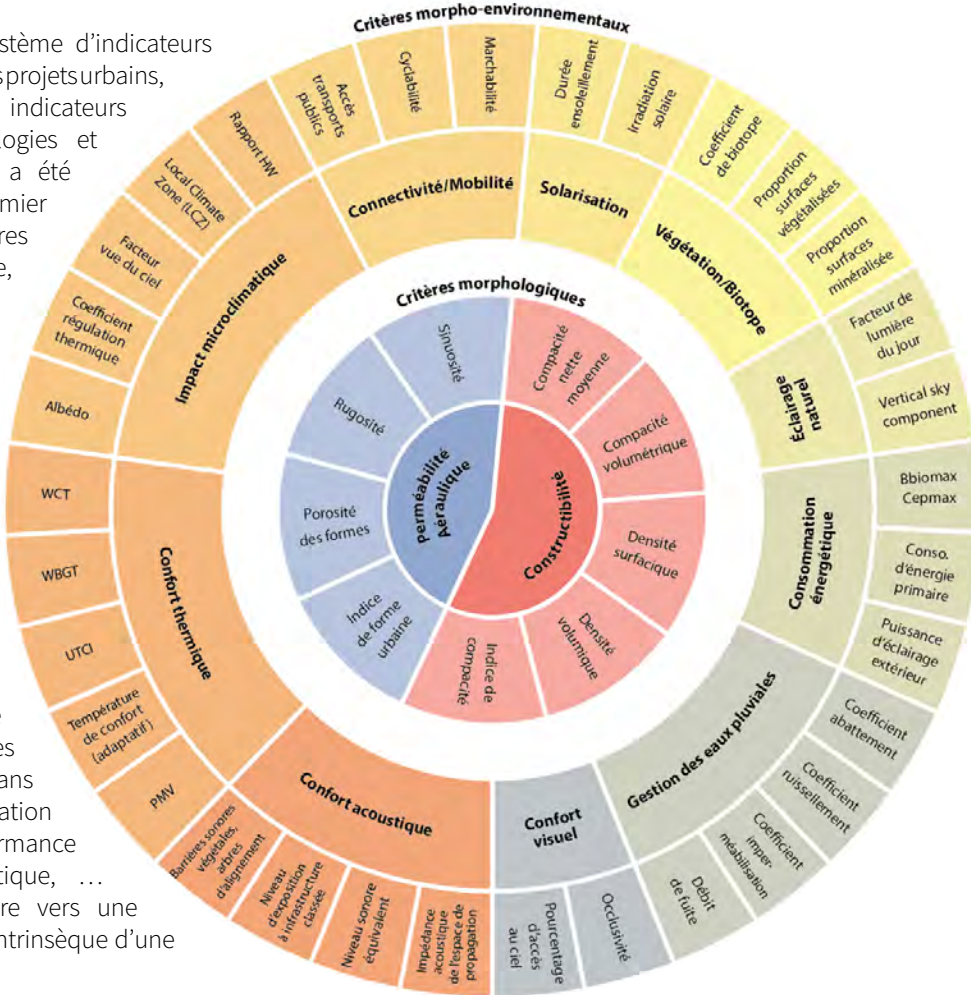
MESH définit une méthode scientifique d'évaluation environnementale des formes urbaines, intégrant la temporalité du processus opérationnel pour établir un cahier des charges des outils de conception paramétrique. L'implémentation de ces outils permettra la comparaison entre des variantes de formes à différentes échelles spatiales et temporelles. Les résultats seront capitalisés et appliqués à d'autres projets d'aménagement qui viendront également questionner la pertinence de l'outil. Son amélioration sera également possible via une confrontation avec les acteurs opérationnels.

3. Synthèse des résultats à ce stade

Un système d'indicateurs pour quantifier la qualité environnementale

Dans le but de constituer un système d'indicateurs ressource pour la caractérisation des projets urbains, un état de l'art scientifique des indicateurs de caractérisation des morphologies et de la qualité environnementale a été mené en deux temps : en premier lieu sur les approches monocritères - microclimat et géographie, morphologie et typologie - puis sur les approches transversales - confort et performances énergétiques - résultant de l'influence couplée des paramètres envisagés au sein des approches monocritères. Cet état de l'art a abouti à une description référencée de 71 indicateurs. Après sélection et classification, 42 indicateurs sont retenus et organisés en 11 critères.

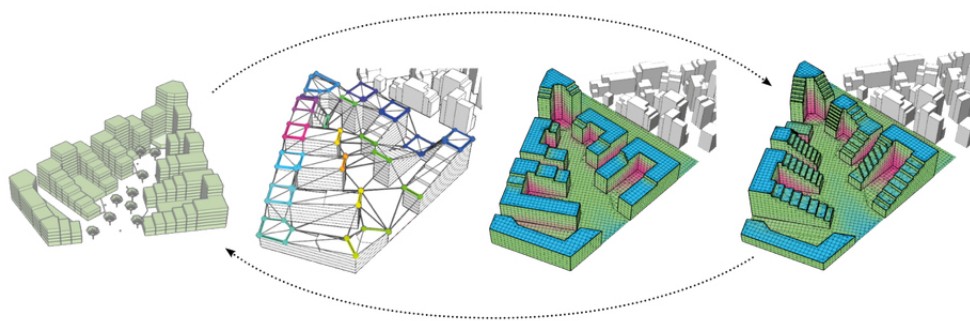
Ce système d'indicateurs sert de base pour le développement des algorithmes d'évaluation, visant dans un premier temps une quantification relative des gains de performance (énergétique, thermique, acoustique, ... etc.), pour éventuellement tendre vers une quantification de la performance intrinsèque d'une forme urbaine.



#9 MESH

Optimiser les formes urbaines : deux cas d'études à Ivry Confluences

Macro-lot de 50 000 m² sur la ZAC Ivry Confluences, l'îlot 4G dessiné par l'urbaniste A/NM/A a fait l'objet d'une paramétrisation morphologique et d'une campagne d'optimisation entre mars et juillet 2016. Un algorithme génétique monocritère a été appliqué pour l'optimisation de cinq indicateurs de qualité environnementale. La mise en évidence graphique de certaines caractéristiques et faiblesses des formes urbaines a permis de susciter un débat sur la qualité environnementale du projet entre les différents acteurs (aménageurs, urbanistes, équipe MESH), poussant les concepteurs à modifier leur point de vue et leur dessin. Un

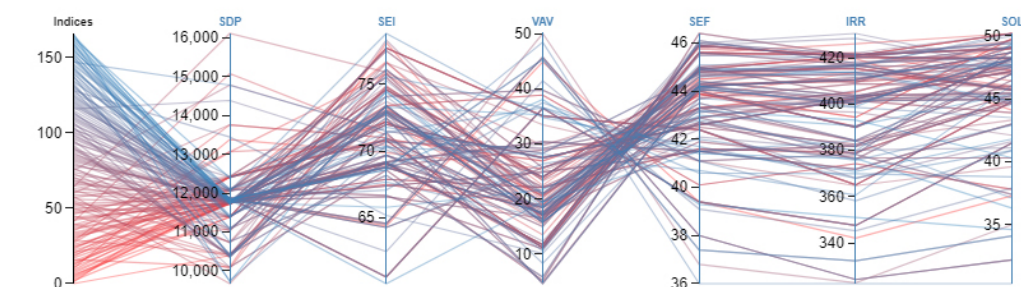


processus itératif de co-définition du cadre et des objectifs de l'optimisation (les degrés de liberté autorisés aux variations de la forme et les indicateurs à optimiser) s'est mis en place et a abouti à une nouvelle écriture des fiches de lot.

A partir de mars 2017, les méthodes MESH sont sollicitées dans le but d'établir les fiches de lots des îlots 3G, 3I et 3N, ensemble en bordure nord du futur parc des Confluences, dont la conception est confiée à l'urbaniste François Leclercq.

Après examen des contraintes techniques et morphologiques (réseau, PPRI, PLU...), une première série de variation est mise à l'épreuve de six indicateurs de performance. La paramétrisation des morphologies est établie avec l'agence Leclercq.

L'ergonomie et l'aspect graphique des outils proposés permet des échanges efficaces sur les multiples propositions morphologiques produites cette fois grâce à un processus évolutionnaire multi-critère.



Sort by: Indices ▼



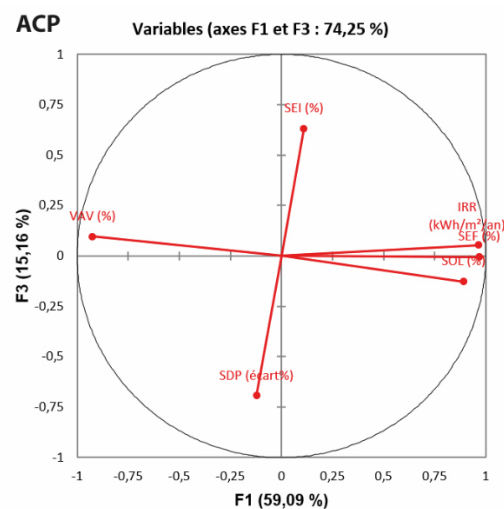
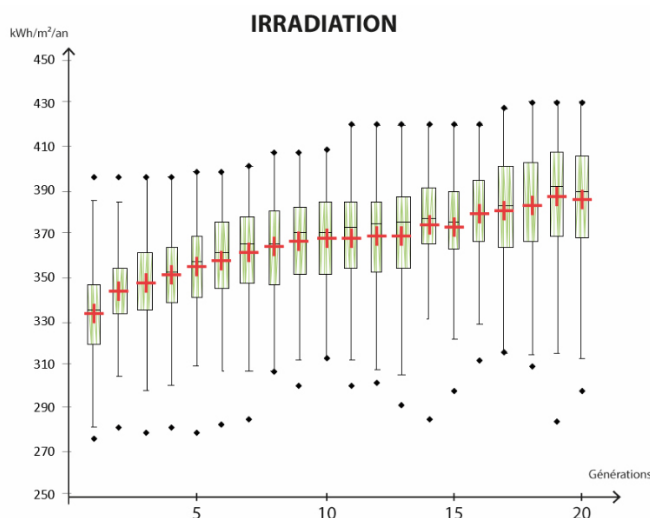
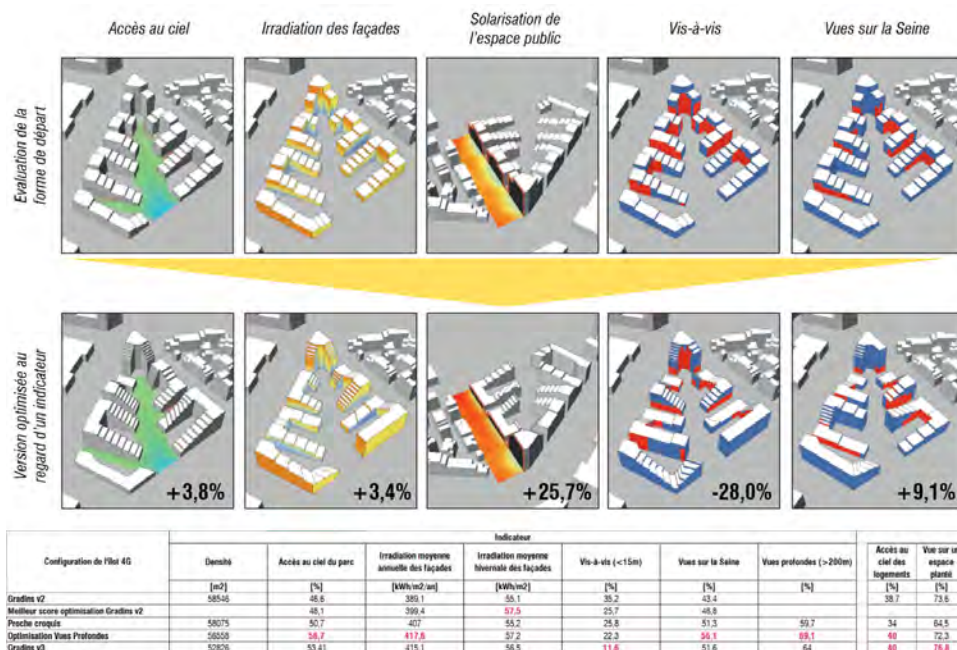
Le processus permet des gains importants sur le plan environnemental, le cas de 4G montre des bénéfices de l'ordre de 30% entre la forme de référence et la forme optimisée sur l'indicateur de vis-à-vis et de l'ordre de 10% sur celui de vues sur la Seine. Ces améliorations du confort se traduiront certainement également par des plus-values financières dans le cas d'appartements avec vue sur la Seine ou bénéficiant

d'un balcon ensoleillé.

De plus, les évaluations réalisées dès la phase de conception, de manière quasi-simultanée avec le dessin constituent une aide à la décision pour la maîtrise d'ouvrage qui peut réorienter la conception en cas de désaccord et choisir de manière beaucoup plus informée et sur la base d'objectifs de performance précis.

4. Gains et apports de la démarche

Enfin, la méthode utilisée permet d'enregistrer les caractéristiques de toutes les formes générées, ouvrant la voie à une analyse quantifiée du processus lui-même. Il est en effet possible d'auditer la performance des algorithmes utilisés afin de les rendre plus efficaces et d'obtenir des informations sur les indicateurs choisis par une analyse multivariée. La quantification des corrélations entre les indicateurs permettra à terme d'améliorer la robustesse du système d'indicateurs construit à la suite de l'état de l'art.



5. Application et valorisation

Sur le plan scientifique et technique, MESH est l'occasion de capitaliser un retour d'expérience des leviers à actionner lors de la conception des projets urbains. Il s'agit aussi de constituer une base de données des évaluations de performance environnementale sur différentes opérations d'aménagement et enfin de développer des méthodologies pour aider les maitrises d'ouvrage à quantifier et valoriser cette performance. D'un point de vue économique, le développement de ces outils constitue un avantage compétitif notable. Ils permettront de faire mieux et plus vite et donc de vendre des missions mieux construites à moindre coût, assises sur des

connaissances scientifiques solides. De plus, les outils de conception paramétrique permettent d'entrer sur le terrain de la conception et donc de dépasser l'approche évaluative pour mieux interagir avec les urbanistes.

La valorisation du projet passe également par la publication d'articles dans des revues nationales et internationales et la participation à des colloques scientifiques. A ce titre, le projet MESH a été présenté au séminaire IBPSA France (International Building Performance Simulation Association) en mai 2016 et à l'occasion du Rese Arch MEETUP en avril 2018 à Paris dans le cadre du cycle [Datascapes FEST].

#10 MUSE

Acronyme : MUSE

Titre : Intégrer la multifonctionnalité des sols dans l'élaboration des documents d'urbanismes

Démarrage : 25 octobre 2017

Durée : 39 mois

Coût total : 928 107 €

Coordinateur : Cerema

Partenaire(s) : Chambre d'Agriculture de l'Indre, CNRS-IRSTV, BRGM, AMU-Cerege, INRA-Infosol

email : philippe.branchu@cerema.fr / fabienne.marseille@cerema.fr

Site internet : en cours d'élaboration

1. Contexte et objectifs / Caractère innovant

Préserver et gérer les fonctions et services des sols urbains et péri-urbains est un enjeu fort au niveau national (Bellec et al., 2015). À l'échelle des territoires, une politique de gestion durable des sols, incluant des critères de qualité et de multifonctionnalité, pourrait être mise en œuvre via les documents d'urbanisme. Elle pourrait croiser l'évaluation de l'aptitude des sols à assurer de multiples fonctions et les enjeux spécifiques aux territoires. Ce croisement peut concerner par exemple la prévention et la limitation des inondations, la limitation des îlots de chaleur urbain, le développement de la trame verte et bleue, le potentiel de développement de l'agriculture urbaine, l'adaptation aux changements (climatique et sociaux), le dynamisme du secteur agricole, la pression démographique.

Les objectifs principaux du projet MUSE (2017-2020), retenu dans le cadre de l'appel à projets de recherche MODEVAL URBA de l'Ademe sont de :

- construire avec un panel de collectivités volontaires un outil et une méthodologie pour la prise en compte de la qualité des sols et de leur multifonctionnalité au sein des documents d'urbanisme (l'échelle retenue étant le plan local d'urbanisme intercommunal -PLUi) ;
- tester cet outil en lien avec trois collectivités partenaires : Nantes métropole, Châteauroux métropole et Aix-Marseille métropole.

Les développements méthodologiques permettront d'accompagner la collectivité dans les phases de diagnostic de territoire, de construction du projet d'aménagement (incluant éventuellement la mise en place de mesures d'évitement, de réduction et/ou compensatoires) et, si le PLUi y est soumis, tout au long de la démarche d'évaluation environnementale du projet.

2. Programme de travail / éléments méthodologiques

Le travail organisé en 6 tâches (dont une d'animation/coordination) s'attachera à :

- Proposer des jeux d'indicateurs simples ou intégrateurs, utilisables aux moments clés de la démarche d'urbanisme :
 - en phase de diagnostic,
 - lors de l'élaboration du PADD,
 - pour le suivi de la mise en œuvre du projet.
- Développer une/des méthodes permettant de cartographier ces indicateurs,

- Présenter une revue des données et paramètres disponibles à mobiliser ou à acquérir,
- Étudier les aspects économiques et juridiques de l'approche
- Tester à grandeur réelle du travail méthodologique
- Proposer des préconisations pour la mise en œuvre opérationnelle et pour la rédaction des cahiers des charges

3. Synthèse des résultats

Le projet a réellement débuté en janvier 2018 par des ateliers « d'acculturation » des membres du consortium Muse qui réunit des pédologues, des géochimistes, des urbanistes, des ingénieurs généralistes. Il apparaissait ainsi nécessaire que ces spécialistes et généralistes puissent partager une base commune, une terminologie commune qui permettent ensuite de s'adresser plus facilement aux différents acteurs du territoire. Outre la prise de contact lancée auprès des trois collectivités et un travail de bibliographie tant scientifique

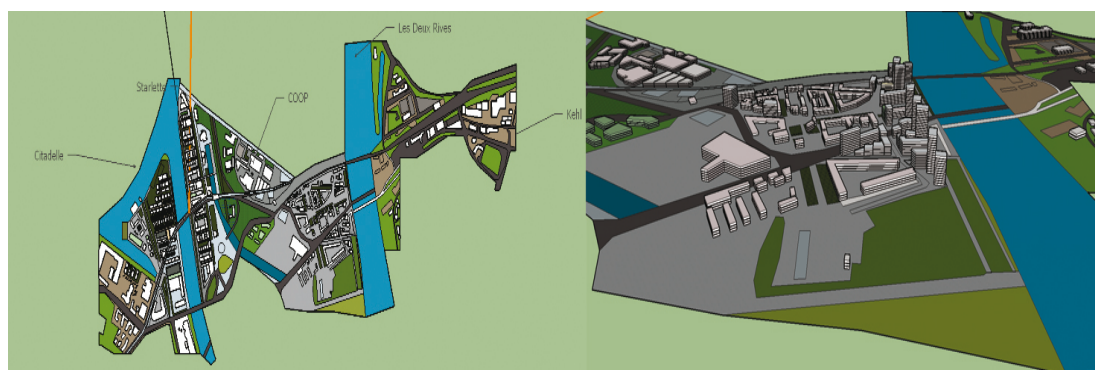
que de retours d'expériences, le début d'année 2018 a été mis à profit pour travailler sur la définition d'un ensemble de collectivités présentant des territoires et enjeux contrastés avec pour objectif d'élaborer une méthode générique et transposable sur la construction d'une enquête en ligne et l'organisation d'ateliers (collectivités, chambres d'agriculture) qui auront lieu en septembre.

4. Applications et valorisation

Ce travail de recherche se veut très opérationnel et générique tant dans la construction de la méthodologie que dans son test auprès de trois collectivités. L'objectif est en effet que les

acteurs (bureaux d'études, collectivités) puissent se l'approprier et l'utiliser de la manière la plus large possible. Un travail de valorisation sous forme de fiches est prévu.

#11 NEST-TERR



Modèles NEST (dans sa version existante) de l'opération de ZAC des Deux Rives



Acronyme : NEST-TERR

Titre : Développement d'un outil d'évaluation environnementale des opérations d'aménagement à l'échelle territoriale et application au territoire de l'Eurométropole de Strasbourg

Démarrage : Avril 2016

Durée : 36 mois

Coût total : 600 369 €

Coordinateur : NOBATEK/INEF4

Partenaire(s) : Eurométropole de Strasbourg, ENSAS AMUP, CMYT, UMR PASSAGES

Contacts : Alexandre ESCUDERO / Maxime POUSSE

email : aescudero@nobatek.inef4.com / mpousse@nobatek.inef4.com

1. Contexte et objectifs

De nombreux outils sont actuellement en cours de développement pour évaluer, de manière quantitative, les performances environnementales (voire sociales et économiques) des opérations d'aménagement. Toutefois, ces outils ne permettent souvent pas une mise en cohérence des évaluations réalisées avec l'échelle territoriale (au sens d'une zone géographique gérée par une même collectivité). Or cette échelle est importante car c'est souvent à cette dernière que les collectivités initient leur planification territoriale mais font également face à des contraintes réglementaires (PCAET notamment). Chaque niveau d'information peut ainsi aider à construire des indicateurs d'aménagement urbain en mettant

en relation chaque échelle de décision. C'est probablement ce que les outils développés à ce jour ont en partie occulté en se positionnant uniquement sur leurs échelles propres.

Ainsi afin de combler ce manque, nous proposons d'investiguer les liens qui peuvent exister entre ces différentes échelles, de les identifier et de les évaluer sur des cas réels d'opérations d'aménagement. Ces liens seront qualifiés en termes d'indicateurs de suivi (énergétiques, environnementaux, sociaux et idéalement économiques) pouvant servir aux différentes échelles ainsi qu'en termes de paramètres pouvant influencer ces indicateurs.

2. Programme de travail / éléments méthodologiques

Pour répondre aux objectifs du projet, nous proposons de réfléchir à une évolution de l'outil NEST, développé par NOBATEK/INEF4 pour l'évaluation quantitative des impacts environnementaux des opérations d'aménagement, vers une échelle territoriale.

En termes de programme de travail, nous réaliserons dans un premier temps un état de l'art des indicateurs utilisés par l'EMS dans ses documents d'urbanisme/de planification territoriale. A l'issue de cet état de l'art, une sélection sera réalisée avec les partenaires du projet et en particulier l'EMS. Dans un deuxième temps, des modélisations et évaluations d'opérations d'aménagement existantes et planifiées avec NEST dans sa version existante (échelle « Quartier ») afin d'évaluer la réponse

de l'outil (dans sa version existante) à la problématique. Ensuite, un changement d'échelle de l'outil sera réalisé et la méthodologie de calculs des indicateurs ainsi que le cahier des charges de l'outil seront réalisés afin de passer de l'échelle « Quartier » à l'échelle « Territoire ». Enfin, l'outil sera testé avec les services de l'EMS afin de s'assurer de sa pertinence et de sa robustesse. Tout au long du projet, nous baserons nos travaux sur des opérations réelles (existantes ou à venir) pour lesquelles de nombreuses données seront fournies par des partenaires du projet et en particulier l'Eurométropole de Strasbourg et l'AMUP. Cela permettra de nous assurer à la fois de la faisabilité de création d'un outil NEST-TERR mais également que celui-ci réponde au besoin des acteurs de terrain.

3. Perspectives

A l'heure actuelle, le projet en est à la finalisation du cahier des charges de l'outil. Ainsi, la revue des documents d'urbanisme/de planification territoriale de l'EMS a été terminée et les indicateurs pertinents pour le projet ont été sélectionnés (avec l'ensemble des partenaires, en considérant un poids particulier pour l'EMS). Ainsi, les 8 indicateurs suivants ont été identifiés : Consommation d'Energie Primaire Totale, Emissions de Gaz à Effet de Serre, Part modale des actifs occupés, Qualité de la desserte du territoire, Etalement urbain, Qualité de la mixité fonctionnelle de la zone, Revenu médian par unité de consommation et coût du loyer pour les logements sociaux.

Suite à l'identification des indicateurs, les méthodes de calcul, à l'échelle de l'opération d'aménagement et à l'échelle territoriale, ont été élaborées et les données d'entrées pour le calcul de ces indicateurs ont été identifiées et collectées. Par ailleurs, des travaux ont été menés sur l'interface de l'outil et sur son intégration dans une plateforme de gestion des données territoriales. A ce stade, les travaux de développement vont être initiés pour une finalisation prévue à la fin de l'année 2018.

4. Application et valorisation

L'outil développé dans le cadre du projet a vocation à être utilisé en premier lieu par l'Eurométropole de Strasbourg (compte tenu des spécificités, notamment en termes de sources de données). Par la suite, il est envisagé de réaliser une adaptation de l'outil pour lui permettre de valoriser des sources de données plus variées et donc d'être adaptable à d'autres

territoires. C'est notamment l'intérêt de son intégration dans la plateforme de gestion des données territoriales EEGLE. En termes de cibles, les collectivités territoriales sont les cibles prioritaires pour cet outil.

#12 Oasis urbaine

Acronyme : Oasis urbaine

Titre : Ménager des oasis urbaines en site urbain dense :
quelles méthodes et quels outils ?

Démarrage : février 2015

Durée : 27 mois

Coût total : 300 000 €

Coordinateur : Bureau d'étude TRIBU

Partenaires : Cabinet d'architecture CASA, CAUE 74

Contacts :

- Tribu - email : Alyon@tribu-concevoirdurable.fr
- Casa - email : olivier.balay@lyon.archi.fr
- CAUE 74 - email : conseils@caue74.fr



1. Contexte et objectifs / Caractère innovant

La ville du XXI^e siècle, plus encore que les villes des siècles précédents, interroge la viabilité sociale, économique et environnementale des systèmes urbains qu'elle propose. Les problématiques de confort et de santé s'y expriment plus intensément qu'ailleurs, au travers notamment de la surchauffe urbaine, mais aussi d'exposition accrue au bruit, à une qualité de l'air dégradée, à des pollutions des sols, aux risques liés au dérèglement climatique... Sur le plan social, l'accélération des rythmes de vie dans un contexte de toujours plus de compétitivité et d'instantanéité, mais aussi le repli et l'entre-soi transforment l'humain et sa nature à communiquer, à avoir de l'empathie. Face à ce constat, l'accès à des lieux plaisants et confortables pour habiter, véritables espaces de ressourcement et de sociabilité urbaine qui soient accessibles

à tous au quotidien, devient déterminant pour la viabilité des écosystèmes urbains. Nous nommons ces lieux qualitatifs d'habitat « OASIS URBAINES ».

Dans le cadre de l'appel à projets recherche « Modeval Urba 2015 », le bureau d'études TRIBU, le cabinet d'architecture CASA et le CAUE de Haute-Savoie se sont associés pour définir et approfondir le concept d'oasis urbaine. Il s'agit d'étudier la qualité de quelques-uns des univers urbains les plus « efficaces » afin d'en décrire l'ambiance et l'hospitalité. Identifier, repérer et nommer les qualités d'une oasis urbaine c'est se donner les moyens d'expliquer et de bâtir une véritable réflexion à l'échelle du quartier, de l'îlot, de la rue ou de l'habitat, pour sa transformation comme pour sa réhabilitation.

2. Programme de travail

Le projet de recherche pose le postulat suivant : les recherches et réflexions portant sur la conception des espaces urbains ont le plus souvent une entrée par « objet urbain », qui renvoie surtout à des logiques de forme, de compétences et de procédés opérationnels, et laisse de côté la réalité de l'usager de l'espace pour qui c'est un ensemble qui est vécu, sans séparer l'architecture de l'urbanisme et du paysage, l'espace public de l'espace privé.

Au lieu de cette entrée par objet urbain et par la forme, nous proposons de nous intéresser aux figures de conception « environnementales » de la ville. Ces figures permettent de

remettre l'usager au cœur de l'analyse et de la conception de la ville, en repartant du ressenti individuel et collectif. Il s'agit donc de partir de l'ambiance.

L'agglomération annécienne a servi de terrain d'expérimentation pour ce travail de qualification itérative entre théorie et terrain de ce peut être une oasis urbaine. En effet, Annecy a connu un essor considérable au cours du XX^e siècle : elle offre une très grande diversité de formes, de densités et d'ambiances, autant d'espaces d'analyses aux caractéristiques particulièrement tranchées et qui offrent pourtant des qualités analogues de bien-être.

La première étape du projet de recherche définit le concept d'oasis urbaine en identifiant un certain nombre de descripteurs qualitatifs et quantitatifs qui le rendent compréhensible et appropriable pour les spécialistes de l'espace comme pour les usagers de la ville.

Pour la suite de la recherche, des «enquêtes réputationnelles» permettent d'identifier une dizaine de terrains reconnus pour leur capacité à offrir réellement des sentiments d'oasis urbaines locales et de pré-repérer des critères locaux qui font « oasis urbaine ». Cinq sites divers par leurs configurations et leurs ambiances ont ensuite été étudiés via une analyse des configurations urbaines, plusieurs campagnes de métrologie

des ambiances (ambiance acoustique, microclimat) et des enquêtes détaillées sur le vécu des ambiances.

Ce travail aboutit une réflexion sur des outils opérationnels qui puissent être utiles aux professionnels de l'urbain pour permettre la dissémination d'une gestion plus ambientale de l'espace à toutes les échelles de projet : une méthode de compréhension, de programmation et la conception d'une oasis urbaine ; un outil SIG pour repérer et planifier des oasis urbaines ; et un retour d'expérience sur l'utilisation de la simulation numérique microclimatique pour la modélisation des ambiances climatiques urbaines.

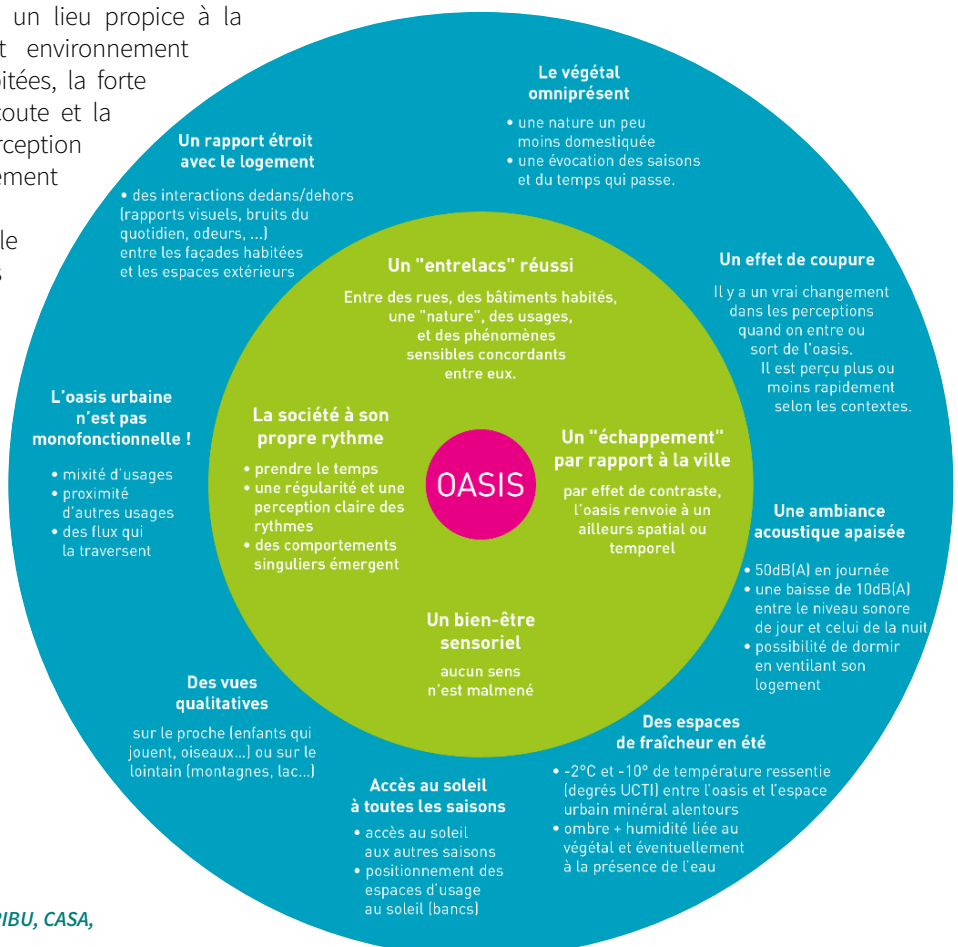
3. Synthèse des résultats à ce stade

Définition de l'oasis urbaine

Au cœur de la ville parfois animée, bruyante et minérale, l'Oasis urbaine est comme une parenthèse, un lieu propice à la détente et au bien-être. Dans cet environnement extérieur au contact des façades habitées, la forte présence du végétal, la clarté de l'écoute et la fraîcheur produisent ensemble une perception cohérente, elle-même propice à l'apaisement des comportements.

L'oasis urbaine n'est pas un isolat, elle se diffuse sous forme de grappes d'oasis toutes singulières, dans lesquelles s'opère la même sensation d'échappement, mais qui peut procéder par des effets distincts.

Si les oasis « complètes » sont rares, la ville offre de nombreuses oasis partielles, qui rassemblent plusieurs de ces descripteurs.



La perception de l'oasis urbaine: terminologie issue du croisement des observations du groupement et des «dires» des usagers et habitants.

La description de l'oasis urbaine: descripteurs à destination des professionnels de l'aménagement et de la ville

Les descripteurs de l'oasis urbaine (TRIBU, CASA, CAUE74)

#12 Oasis urbaine

Implication pour la production et la gestion de la ville

La mobilisation du concept d'oasis urbaine pour penser la densification de la ville invite à un changement de « posture gestionnaire » de la part des spécialistes de l'espace. Un gradient peut être proposé, de la posture la plus modeste en termes de transformation des modes de faire à la plus ambitieuse et vertueuse.

- Une gestion très environnementale de la ville, presque « défensive », consisterait à protéger l'environnement sonore de l'oasis urbaine des bruits technologiques, mais aussi à préserver ses qualités sociales, sa part de sols perméables et végétalisés, la diversité des émissions sonores entre voix humaines et bruits des animaux, des oiseaux et des végétaux...
- Une gestion plus « médiale » de la ville permettrait de renforcer le milieu vivant comme le milieu social, dans leur diversité respective. L'écologie nous fait concevoir des collectifs dans lesquels les non-humains ne sont plus exclus. D'où ces renversements en cours dans la pratique

de l'architecture et de la construction, où l'écologie agrandit le rôle social de l'architecture aux autres espèces et aux végétaux.

- Une gestion plus « créative » encore, consisterait à composer un paysage cohérent pour tous les sens en même temps, les concepteurs ayant là une chance de développer une ambiance anticipant la construction avec la circulation des flux aérauliques, thermiques, odorants, lumineux et acoustiques en phase avec la nature du paysage végétal et/ou naturel.

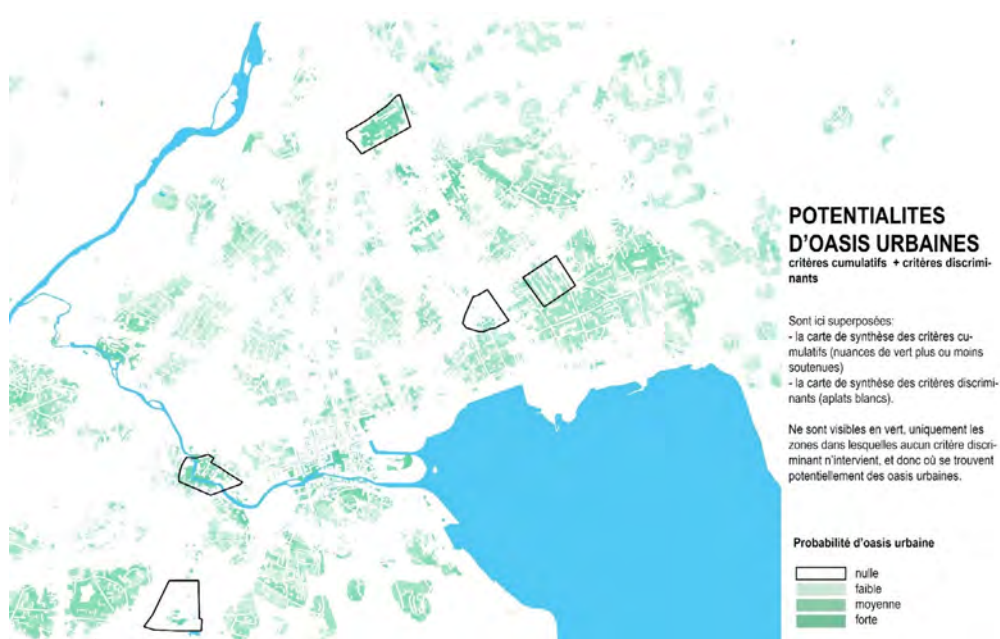
Ces trois postures impliquent une connaissance fine de l'environnement physique, climatique, urbain et social du site, et donc une mise à disposition centralisée et efficace de ces données lorsqu'elles existent ; leur création lorsqu'elles n'existent pas ; et dans tous les cas leur croisement à toutes les échelles. Les observatoires urbains municipaux ou métropolitains, qui centralisent un très grand nombre de ces données, ont un rôle majeur à jouer de ce point de vue.

4. Application et valorisation

Trois préfigurations de méthodes et outils de diagnostic et de conception d'oasis urbaines qui puissent être utiles aux professionnels de l'urbain ont été proposées :

1 Éléments de méthode pour la compréhension, la programmation et la conception d'une oasis urbaine

Une « boîte à outils » Oasis urbaine à destination des acteurs de la production et de la gestion de la ville (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvres, gestionnaires...) rappelle les descripteurs de l'oasis et propose des méthodes de prise en compte de oasis à trois échelles distinctes.



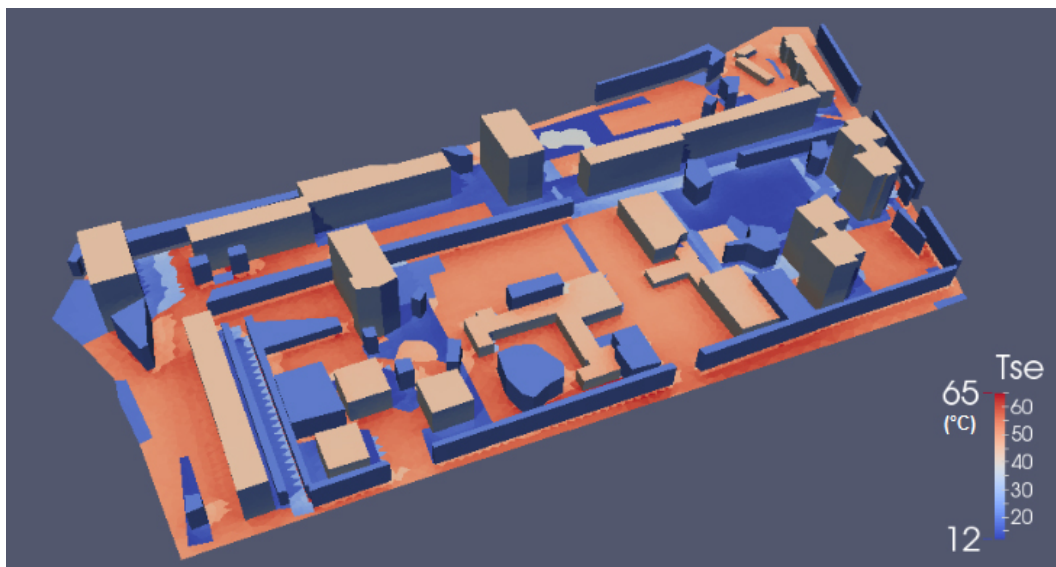
Extrait de l'atlas OASIS URBAINES produite pour l'agglomération annécienne (TRIBU, CASA, CAUE74)

2 Repérer et planifier des oasis urbaines avec l'outil SIG

L'outil SIG permet de croiser à la grande échelle et représenter cartographiquement un grand nombre de données environnementales, sociales, urbaines et ambiantales préexistantes, de superposer ces données afin d'en avoir une vision synoptique, tout en gardant la richesse des informations.

3 Analyse du confort climatique d'une OASIS via simulation numérique microclimatique (outil SOLENE MICROCLIMAT) – retour d'expérience

Le projet nuance l'intérêt de l'utilisation des outils de modélisation microclimatique à l'échelle du quartier pour identifier et concevoir une oasis urbaine, en l'état actuel de développement des outils.



Cartographie des températures de surface sur le quartier des Teppes à Annecy au 17 mai 2017 à 14h pour un fichier Météonorm 2000-2009 (source TRIBU)

#13 OPEN4EC



Acronyme : OPEN4EC

Titre : Outil de Projection Environnementale et urbaine pour le déploiement de l'Economie Circulaire

Démarrage : 1^{er} septembre 2017

Durée : 48 mois

Coût total : 391673 €

Coordinateur : ICAM

Partenaire(s) : ICAM – PALANCA – Agence Torres Borredon - Inddigo

email : yann.ferguson@icam.fr, C.ADOUE@inddigo.fr; C.GEAY@indiggo.fr;

damien@palanca.fr; laurence.borredon@puva.fr

1. Contexte et objectifs

Répondant à l'APR MODEVAL-URBA 2017 Axe 2 (Optimiser la coopération territoriale via le métabolisme territorial et urbain), le projet OPEN 4 EC a pour but de faciliter l'infusion de principes de l'économie circulaire dans les projets d'urbanisme. Plus précisément, OPEN 4 EC est un outil numérique qui accompagnera une équipe projet dans sa réflexion sur l'aménagement des espaces publics. Il aidera à intégrer, dès la phase amont, des considérations sur les enjeux propres à l'espace concerné et des façons pertinentes de les adresser, c'est sa fonction Assistance à Maîtrise d'Ouvrage ; sur l'occupation et l'entretien de l'espace, c'est l'Assistance à Maîtrise d'Usage ; et son « surcyclage », c'est la fonction Seconde Vie.

OPEN 4 EC se positionne en tant qu'outil « user-friendly » et « anthropocentré » : ergonomique, il n'a pas vocation de déterminer des orientations mais d'augmenter la réflexion, de l'enrichir de préoccupations nouvelles via la proposition d'une méthode fondée sur les fertilisations croisées entre projet urbain et économie circulaire. Il s'appuie en ce sens sur le Livre Blanc « Economie Circulaire : Un atout pour relever le défi de l'aménagement durable des territoires » publié par l'ADEME en juin 2017, dont il outillera le raisonnement pour faciliter sa diffusion.

2. Programme de travail / Éléments méthodologiques

OPEN 4 EC est un projet de deux ans coordonné par l'Icam site de Toulouse, école d'ingénieurs généralistes. L'équipe projet réunit l'agence Torres-Borredon Pour Une Ville Aimable, qui porte l'expertise d'aménagement et d'urbanisme ; Palanca, qui porte les questions d'économie circulaire (notamment l'empreinte écologique et une approche micro-économique) et d'intelligence collective ; et Inddigo, AMO sur l'AMI « Economie circulaire et urbanisme » saison 1 et contributeur au Livre Blanc.

Le premier parti-pris méthodologique est d'engager une démarche d'associations créatives en vue de faire les liens entre les outils numériques orientés urbanisme et ceux adressant l'économie circulaire. Nous sommes inspirés par la qualité graphique des premiers – qui toutefois n'intègrent pas l'économie circulaire ; et la précision méthodologique des seconds – qui cependant exploitent souvent peu les propriétés de facilitation graphique du numérique.

Le deuxième parti-pris méthodologique est de nous référer au Livre Blanc pour identifier les points de couture entre le projet urbain et l'économie circulaire, en vue de faire émerger leurs potentiels heuristiques.

Le troisième parti-méthodologique consiste à faire coïncider réflexion et progression du développement de l'outil via l'élaboration d'une trame algorithmique en trois dimensions. Ces trois dimensions sont : les étapes du projet urbain ; l'enrichissement Economie circulaire ; l'expérience numérique associée. Lorsqu'une séquence est suffisamment longue, elle est « ludifiée » sous la forme d'un jeu de plateau qui permet un prototypage rapide. Lorsque l'expérience « multi-joueur » sera convaincante, elle sera codée sous la forme d'une « user-story ».

3. Où en est le projet ? Synthèse des résultats à ce stade

La première étape du projet (oct.2017-fév.2018) a consisté à définir les orientations fondamentales d'OPEN 4 EC : il s'adressera à des « facilitateurs », privilégiera des considérations qualitatives, se concentrera sur l'espace public, son référentiel d'action sera le projet urbain, enrichi par l'économie circulaire, il ne visera donc pas une approche exhaustive de l'Economie Circulaire mais initiative et incitative, il sera un outil d'aide à la réflexion collective plutôt qu'à la décision.

L'étape actuelle (fév.-juil. 2018) consiste à designer la trame algorithmique. Nous sommes en train d'informer un moment charnière du projet urbain : faire émerger les enjeux. Viendra ensuite la caractérisation du projet puis enfin sa conception, en considérant les enjeux liés à l'usage et à la seconde vie.

La troisième étape (juil. 2018 – fév. 2019) développera la solution, tandis que la dernière (fév. 2019-sept. 2019) la testera auprès des collectivités partenaires du projet.

La difficulté rencontrée a consisté à définir la hiérarchie de normes entre le projet urbain et l'économie circulaire. En phase de lancement, l'équipe a oscillé entre les deux pôles sans méthode pour travailler sur les points de couture. Cette difficulté est en voie d'être surmontée par deux décisions : sur le fond, faire du projet urbain adressé à l'espace public le pivot de la méthode ; travailler toujours simultanément les trois dimensions urbaine, économie circulaire et expérience utilisateur.

4. Application et valorisation

OPEN 4 EC se destine à être un programme gratuit, open source, sans business model prédéfini par ses concepteurs. Il s'adressera toutefois plus spécifiquement à des « facilitateurs », c'est-à-dire des professionnels (urbanistes, experts en

économie circulaire) de façon à outiller leur effort en faveur de projets urbains enrichis par des principes de l'économie circulaire.

#14 OPTIMISME



Acronyme : OPTIMISME

Titre : Outils de planification territoriale pour la mise en œuvre de synergie de mutualisation énergétique

Démarrage : 25 novembre 2016

Durée : 25,5 mois

Coût total : 335 000 €

Coordinateur : Akajoule

Partenaire(s) : EICOSystème, Agence pour le développement durable de la région nazairienne (ADDRN),
Ecole des métiers de l'environnement (EME),

Grand port maritime de Nantes Saint-Nazaire (GPMNSN),

Communauté d'agglomération de la région nazairienne et de l'estuaire (CARENE)

Site internet : <http://www.akajoule.com/projet-optimisme/>

email : jonathan.schiebel@akajoule.com ou guillaume.accarion@akajoule.com

1. Contexte et objectifs

Les territoires doivent décliner les objectifs nationaux en actions concrètes de maîtrise de l'énergie et de décarbonisation au profit de ressources renouvelables locales. Parmi ces actions, des synergies de mutualisation énergétique peuvent émerger d'initiatives plus larges d'économie circulaire mises en place par des acteurs en avance y trouvant un intérêt économique. Néanmoins, il peut être difficile pour les acteurs locaux d'articuler les planifications urbaines et énergétiques pour diverses raisons : manque de connaissances opérationnelles, difficulté d'intégrer le volet énergétique aux documents d'urbanisme non prévus pour, etc.

Le projet propose de développer des outils et méthodes d'aide à la décision pour permettre l'émergence de projets de

mutualisation énergétique. Il prend la forme d'une recherche-action en lien avec les démarches d'écologie industrielle et territoriale en cours sur la zone industrialo-portuaire de Saint-Nazaire (44). L'objectif central du projet est la réalisation d'une plateforme de données énergétiques territoriales permettant, au moyen de systèmes d'information géographique, le suivi et le pilotage des flux énergétiques d'un territoire, afin d'identifier et d'optimiser les synergies possibles puis de faciliter la collaboration des acteurs territoriaux pour leurs mises en place. Cette plateforme doit permettre d'avoir une vision multi-énergie du territoire et fournir une base de données commune aux différents acteurs.

2. Programme de travail / Éléments méthodologiques

Le projet de recherche OPTIMISME s'organise autour de quatre axes :

- L'étude des leviers et des freins à la mise en œuvre de ces synergies, qu'ils soient d'ordre géographique, réglementaire ou organisationnel ;
- L'association des parties prenantes aux projets territoriaux à vocation énergétique par le développement d'un outil partagé (plateforme informatique) de suivi, de mutualisation et de cartographie des données territoriales relatives à l'énergie ;
- L'adaptation du cadre méthodologique de l'Analyse du cycle de vie (ACV) pour permettre l'évaluation environnementale aboutie des projets énergétiques territoriaux ;
- La mise en perspective et en cohérence de l'ensemble de ces travaux avec la mise en œuvre des stratégies climat-énergie à travers une étude de cas.

Ce projet se décompose ainsi en quatre lots de travail :

Lot 1 - Analyse de la gouvernance des flux énergétiques d'un territoire

Lot 2 - Développement d'une plateforme informatique de gestion des flux énergétiques territoriaux

Lot 3 - Évaluation environnementale de synergies énergétiques

Lot 4 - Application des développements à un cas d'étude.

Chacun de ces lots sont liés. La plateforme de données qui fait l'objet du lot 2 doit alimenter en données énergétiques territoriales le métabolisme énergétique du territoire (lot 1) et l'analyse du cycle de vie des synergies énergétiques envisagées (lot 3). Le retour critique sur les outils développés, est assuré par le GPMNSN via le lot 4.

3. Perspectives

A ce stade du projet, il a été identifié trois enjeux majeurs pour la mise en place de synergie sur le territoire portuaire : les réseaux de chaleur, les smart grids et la mobilité gaz. Un premier prototype de la plateforme de données énergétiques territoriales reprenant ces thématiques a été présenté lors du comité de suivi du projet qui s'est tenu début janvier 2018.

Comme pressenti, il ressort également des différents travaux (campagnes d'entretiens auprès des acteurs du territoire, benchmark d'agence d'urbanisme, etc.) un déficit de connaissance de l'enjeu énergie sur le territoire même si des projets émergent. La question de la gouvernance de ces projets se pose également. Qui est à même d'établir une stratégie

énergétique territoriale, de la mettre en place et de coordonner ces projets de synergies énergétiques ?

Pour l'année 2018, les partenaires du projet alimenteront la plateforme par des indicateurs opérationnels décrivant les clefs de lecture du territoire sur ces trois enjeux stratégiques.

À partir des données centralisées sur la plateforme, le métabolisme énergétique de la Carène sera également étudié en notamment en mettant en avant les interactions entre la ville et le port. Ces développements permettront de faciliter la mise en œuvre de synergies énergétiques territoriales et d'avoir une gouvernance appropriée ces projets.

4. Application et valorisation

La création via le projet OPTIMISME d'une plateforme opérationnelle collaborative de mutualisation des données énergétiques du territoire permettra à terme de :

- Caractériser finement les synergies possibles (ex : couplage potentiel solaire et consommation énergétique)

- Faire échanger les différents acteurs (industriels, communes, etc.) en étant cohérent avec les aménagements du territoire.
- Garantir la pertinence des actions d'un point de vue environnemental.

#15 OVALEC



Acronyme : OVALEC

Titre : Outils pour VALoriser les actions de transition vers une Economie Circulaire dans la construction - focus sur les flux matériaux / déchets de bâtiment

Démarrage : 30 juin 2016

Durée : 31,5 mois

Coût total : 400 366,11 €

Coordinateur : CSTB

Partenaire(s) : BRGM, Bouygues Construction, Alliance HQE-GBC

email : nicoleta.schiopu@cstb.fr

Site internet :

<http://www.cstb.fr/actualites/detail/ovalec-contextualiser-la-conception-des-batiments-1116/>

1. Contexte et objectifs / Caractère innovant

Pour contribuer à l'atteinte des objectifs ambitieux liés à l'économie circulaire dans la construction, améliorer la gestion des flux matières est essentiel. Il s'agit dès la phase de conception d'un projet de bâtiment, d'optimiser le bilan environnemental du projet, en minimisant la consommation de ressources primaires et la production de déchets. Cela implique une analyse du territoire dans lequel le projet est implanté et qui se caractérise par une offre qui lui est propre en termes de disponibilité en ressources primaires et secondaires, d'existence d'infrastructures et de réseau d'acteurs du secteur des matériaux et de gestion des déchets en fin d'usage/fin

de vie. Or, les méthodes actuelles fournies par les normes d'Analyse du Cycle de Vie (ACV) du Bâtiment raisonnent au niveau national, pas au niveau local.

Le projet OVALEC a comme objectif de proposer une méthode et un outil permettant l'évaluation des actions en faveur de l'économie circulaire, ayant pour spécificité de prendre en compte les caractéristiques du territoire d'implantation des ouvrages spécifiques aux flux matériaux minéraux et déchets du bâtiment. Complémentaire aux outils ACV actuels, le caractère innovant d'OVALEC réside dans la contextualisation de la conception des bâtiments.

2. Programme de travail / Éléments méthodologiques

Afin d'atteindre cet objectif la première étape a consisté dans l'identification des besoins et le recueil des attentes des acteurs de la construction (quelles attentes en termes de valorisation et quel type d'indicateurs pour les décideurs ? quel type d'outils/méthodes et données d'entrée disponibles ?). Les acteurs souhaiteraient des indicateurs :

- construits à partir d'informations disponibles dans les déclarations environnementales ;
- moins nombreux et plus lisibles ;
- qui valorisent à la fois les économies de matières premières vierges lors de l'étape de fabrication /construction ainsi que les actions de réemploi / valorisation en fin d'usage/

fin de vie ;

- qui prennent en compte le contexte de chaque territoire pour l'approvisionnement en matériaux (tension sur les ressources, distances) et la gestion des déchets.

Ces constats ont permis de nourrir les phases de développement des indicateurs et du cahier des charges de l'outil OVALEC. Le travail méthodologique a abouti au développement de 4 indicateurs contextualisés et spécifiques aux enjeux d'économie circulaire pour les flux matériaux / déchets du

bâtiment. Pour calculer ces indicateurs, en complément des informations propres au projet et disponibles dans la littérature, trois bases de données ont été développées. Afin de tester l'opérationnalité de ces développements méthodologiques, un outil preuve de concept sera conçu puis utilisé sur quelques cas d'études. Suite aux retours d'expérience sur ces cas d'étude la méthodologie et l'outil seront améliorés.

3. Synthèse des résultats à ce stade

Le projet OVALEC s'achève le 15 février 2019 avec rendu des livrables finaux en décembre 2018. Le travail réalisé jusqu'à présent a abouti au développement des indicateurs et à la définition du cahier de charge de l'outil OVALEC (plateforme web). A partir du code postal du lieu d'implantation du bâtiment étudié et des données spécifiques au projet issues des logiciels ACV - Bâtiment (fichier format RSEE – Résumé Standardisé Energie - Environnement), la plateforme OVALEC permettra le calcul des 4 indicateurs contextualisés :

- 1 Intensité matière du projet, qui manifeste l'efficacité de l'usage des ressources ;
- 2 Approvisionnement local, en exprimant les besoins en transports ;
- 3 Tension sur les ressources locales, en mettant en relation le bâtiment étudié avec les enjeux du territoire dans lequel il s'inscrit ;

- 4 Gestion locale des déchets, en exprimant la répartition des déchets par filière de valorisation ou d'élimination et les besoins en transport spécifiques au territoire.

Pour calculer ces indicateurs, en complément des informations propres au projet, trois bases de données ont été développées, spécifiques aux :

- Quantitatifs de matériaux et déchets du bâtiment ;
- Disponibilités en ressources locales et distances de transport associées ;
- Filières de gestion des déchets et distances de transport associées.

L'ensemble de ces résultats vont permettre le développement de l'outil OVALEC qui sera amélioré suite aux retours sur les cas test.

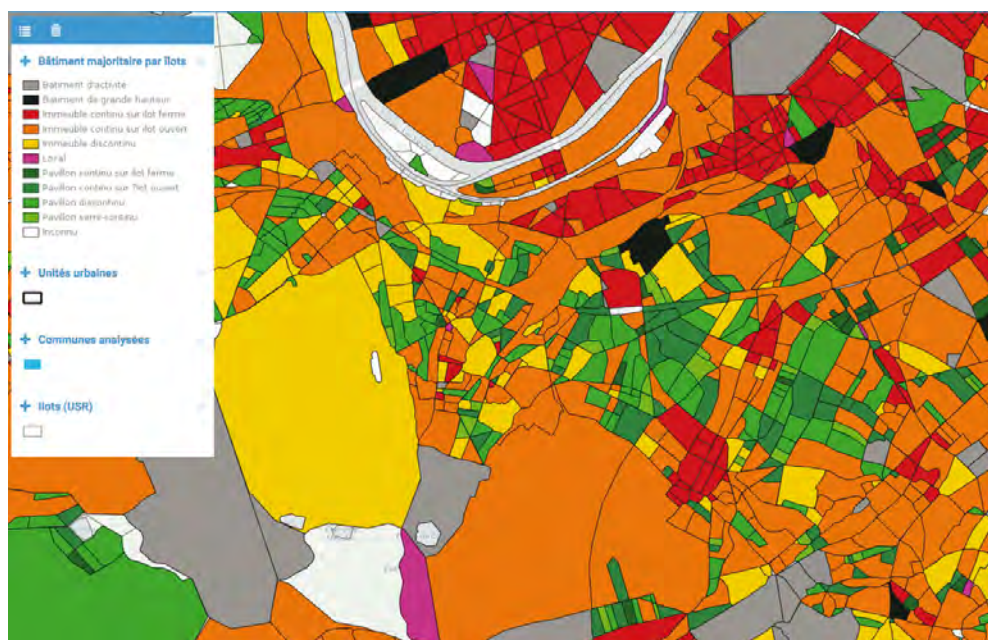
4. Application et valorisation

Les développements OVALEC visent à accompagner les acteurs du bâtiment dans l'économie circulaire. Via la valorisation des actions locales vertueuses des acteurs, les travaux OVALEC contribueront à inciter à :

- Consommer raisonnablement des matériaux non renouvelables pour la construction,

- Utiliser des ressources secondaires issues du recyclage ou du réemploi,
- Limiter la mise en décharge des déchets liés à la déconstruction du bâtiment.

#16 PÆNDORA



Données de type de bâtiment par
îlot sur Issy Les Moulineaux et les
communes alentours.
(source : projet MAPUCE, mapuce.
orbisgis.org)

Acronyme : PÆNDORA

Titre : Planification, Adaptation et Énergie : Données territoriales et accompagnement

Démarrage : 10 juillet 2017

Durée : 39 mois

Coût total : 300 000 € (hors personnel fonctionnaire statutaire)

Coordinateur : Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM)

Partenaire(s) : Agence Urbanisme et d'Aménagement du Territoire de Toulouse Aire Métropolitaine (AUAT)

Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et de la Connaissance (Lab-STICC)

Interdisciplinaire Solidarités, sociétés, Territoires (LISST)

email : valery.masson@meteo.fr

1. Contexte et objectifs

De nombreux projets de recherche se sont penchés sur le développement d'outils d'aide à la décision à destination des collectivités pour la prise en compte des thématiques énergie et climat dans les pratiques de l'urbanisme. Cette dynamique s'est accélérée suite à la loi sur la transition énergétique et la croissance verte, les collectivités de 20 000 habitants devant élaborer des plans climats air énergie territoriaux. Si le volet atténuation de ces stratégies est aujourd'hui bien maîtrisé, celui relatif à l'adaptation – du fait sans doute de son caractère plus transversal – peine encore à s'affirmer comme un champ pertinent et autonome de l'action publique locale.

Suite à une enquête à laquelle 25 agences d'urbanisme ont répondu, deux verrous sont apparus sur la prise en compte des

problématiques micro-climat et énergie dans la planification. Le premier est lié aux méconnaissances des acteurs des thématiques liées à l'énergie, la mitigation et l'adaptation du changement climatique, et le deuxième au manque de données disponibles.

Le projet PÆNDORA lèvera ces deux verrous, en produisant une base de données libre et évolutive (pour les études environnementales et climatiques), et ce à l'échelle des quartiers pour l'ensemble des communes de France, et en concevant des méthodologies d'accompagnement des acteurs de l'urbanisme sur les thématiques liées à l'adaptation au changement climatique.

2. Programme de travail / Éléments méthodologiques

Afin d'atteindre ce but, le projet répondra à trois objectifs :

1 généraliser une base de données urbaines libre pour les études climat-énergie à l'échelle d'îlots urbains à l'ensemble de la France ; A cette échelle (regroupement de maison), de nombreux indicateurs morphologiques du bâti (hauteur moyenne des bâtiments, etc...), typologiques (maison, immeuble, immeuble de grande hauteur, bâtiment d'activité), d'usage, d'occupation des sols, et socio-économiques seront calculés à partir de la BDTopo et du recensement seront produits ;

2 développer des outils de visualisation cartographique, d'extraction et d'exploitation opérationnels et libres pour les acteurs urbains ;

3 améliorer les méthodologies d'accompagnement des acteurs de l'urbanisme dans leur élaboration de documents de planification vis à vis de l'adaptation climatique et mettre en place un protocole de suivi associé.

3. Où en est le projet ? / Synthèse des résultats à ce stade

La réunion de lancement de projet a eu lieu le 18 septembre.

La méthodologie pour l'objectif 1 est fixée, et le découpage des îlots urbains a été réalisé sur des départements entiers (et non juste sur les villes). Un séjour d'un chercheur du CNRM d'une semaine au Lab-STICC mi-mars permettra d'entamer la mise en place de l'ensemble des indicateurs non morphologiques (indicateurs liés à l'architecture, aux usages, etc...).

Pour l'objectif 3 la méthodologie de production d'outils de transfert testés expérimentalement sur Toulouse pendant le projet MAPUCE comme les Cartes Climatiques de l'Environnement Urbain est en train d'être adaptée en fonction d'autres contextes climatiques et territoriales. Le champ d'expérimentation toulousain est également élargi : au cadre PLUiH déjà exploré, sont engagées des démarches d'intégration d'outils de transfert dans le PCAET en cours d'élaboration et le SCoT en cours de révision. En ce qui concerne la caractérisation du contexte climatique, il a été réalisé une identification des types de temps sensibles de chaque ville (9 à 14 selon la ville). Une trentaine de villes ont été étudiées, dans divers climats français (en France métropolitaine pour le moment).

Afin de répondre à l'objectif 4, un groupe de travail est d'ores et déjà préformé. Il sera composé d'un panel d'agences d'urbanisme

du réseau de la FNAU, des urbanistes représentant des territoires ruraux de Bretagne et des chercheurs de l'équipe projet.

Parmi les agences d'urbanisme pressenties, on distingue les agences déjà investies dans le projet MAPUCE : IAU / Ile de France, ADEUS / Strasbourg, AUDAP / Bayonne-Pau, AUD Pays de Saint Omer, auxquelles se joignent des agences d'urbanisme également fortement investies sur les sujets énergie-climat : AURG / Grenoble, AGUR / Dunkerque.

Le choix est fait de s'appuyer sur le questionnaire d'enquête diffusé au réseau FNAU dans le cadre du projet MAPUCE pour produire une grille d'enquête qui aura vocation à être diffusée de façon récurrente. Ce premier questionnaire d'enquête diffusé en 2015 constituera un t0 utile à l'évaluation des évolutions des pratiques et des contextes. Il doit néanmoins être simplifié pour faciliter sa mise en œuvre. Cette simplification est en cours. Elle intégrera également un suivi juridique qui ciblera spécifiquement des experts juridiques d'ores et déjà identifiés au sein du réseau FNAU.

Il est à noter que cette nouvelle grille d'enquête devra intégrer l'ouverture récente des données Energie en Open Data, qui constitue une nouveauté importante par rapport à la précédente enquête.

4. Application et valorisation

La production des indicateurs climatiques, leur diffusion sont intégrés dans un système d'information géographique organisé en un ensemble de services, accessibles via Internet. Ces services s'appuient sur les développements initiés dans le cadre du projet MaPUCE (<http://mapuce.orbisgis.org/>). Reposant uniquement sur des standards pour favoriser les interconnexions avec les plateformes déjà existantes, ils offriront des outils de restitutions cartographiques et graphiques (tableaux de bord) ainsi que des dispositifs d'extraction de données à la demande permettant ainsi aux utilisateurs de procéder à de nouvelles analyses. Ce système d'information fournira un point d'entrée unique pour compiler et partager des données, diffusées en open data, qui serviront

les questions posées par les gestionnaires et aménageurs. Les bases de données de ce système seront construites afin de stocker les résultats pour différents millésimes (années) ce qui permettra d'élaborer des études temporelles.

Ce système d'information sera accompagné d'un guide d'utilisation pour en faciliter l'appropriation. Une séance d'initiation / formation pourra être proposée aux agences d'urbanisme du réseau FNAU permettant de finaliser la formalisation des outils et d'initier sa diffusion parmi les praticiens de l'urbanisme. Le guide d'utilisation, comme les retours d'expérience de cette séance d'appropriation de l'outil, seront valorisés sous forme d'un support communicant.

#17 PILC



Florange e2i
Écologie Industrielle et Insertion

Geo
Ressources

ecota
CONSEIL

Alzette Belval
ETABLISSEMENT PUBLIC
D'AMENAGEMENT



COMMUNAUTÉ DE COMMUNES
pays haut val d'alzette

VALO
Ecologie industrielle et urbaine

LORIA

Acronyme : PILC

Titre : Projet Innovations Logistiques chantiers

Démarrage : 17 juin 2016 / **Durée :** 30 mois

Coût total : 300 000 €

Coordinateur : Florange e2i

Partenaire(s) : Université de Lorraine (LORIA, GEORESSOURCES), Communauté de Communes Pays Haut Val d'Alzette, l'Etablissement Public d'Aménagement Alzette Belval, Le bureau d'étude ECOTA Conseil, L'Université de Lorraine, laboratoires LORIA et GEORESSOURCES.

Contacts :

Florange e2i - email : p.lerouvillois@valo.info - Site internet : www.fe2i.fr/

Com Com Pays Haut Val d'Alzette CCPhVA - email : julien.vian@ccphva.com - Site internet : www.ccphva.com

EPA Alzette-Belval - email : epa@alzette-belval.fr - Site internet : www.epa-alzette-belval.fr

ECOTA Conseil - email : cedric@ecota.fr - Site internet : www.ecota.fr

Laboratoire LORIA (Université de Lorraine) - email : wahiba.ramdane@loria.fr - Site internet : www.loria.fr

Laboratoire GEORESSOURCES (Université de Lorraine) - email : olivier.deck@mines-nancy.univ-lorraine.fr

Site internet : georessources.univ-lorraine.fr

1. Contexte et objectifs

Contexte : la construction de l'écocité d'Alzette-Belval (54 et 57), comprenant 8000 logements en 20 ans, va occasionner, sur le territoire d'Opération d'Intérêt National (OIN), des flux logistiques significatifs en termes de gestion des déchets mais aussi d'approvisionnement. La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte fixe un objectif à 70% de valorisation des déchets du BTP à l'horizon 2020. Cependant en pratique ces déchets sont peu recyclés. En outre, chaque chantier gère ses propres flux alors que la logistique pourrait être mutualisée inter-chantiers.

Objectifs : Selon le principe de l'écologie industrielle, le projet vise à concevoir une plateforme logicielle et physique d'optimisation de la logistique entrante et sortante des chantiers, adaptée aux programmes d'aménagement de type éco-quartiers/écocité.

Caractères innovant :

- 1 La plateforme pourra être adaptée et transportée sur d'autres zones d'aménagement
- 2 La particularité du logiciel tient à l'intégration à la fois des

flux entrants et sortants et du stockage dans la plateforme, de la mutualisation du transport des matériaux et de la collecte des déchets, de la planification du personnel (mutualisation de services).

■ Pour faire adhérer un maximum de chantiers au dispositif, les prestations de la plateforme devront limiter les coûts. La quantification des impacts sociaux, économiques, environnementaux permettra de mettre en évidence les avantages du dispositif.

2. Programme de travail / Éléments méthodologiques

Les travaux permettront d'aboutir à des préconisations ainsi qu'à des cahiers des charges pour la mise en place d'une expérimentation :

- **Identification des potentialités de mutualisation - ECOTA** : définition du scénario de référence, étude et analyse du besoin de 20 entreprises du BTP, élaboration de 3 scénarios.
- **Analyse du cycle de vie simplifiée et choix d'un scénario - ECOTA** : conception d'une méthode d'impacts simplifiée multicritères (coûts, sociaux, environnementaux), estimation des impacts, choix du scénario optimal.
- **Plateforme logicielle - LORIA** : état de l'art scientifique, analyse des caractéristiques de chaque scénario, modélisation des flux, développement des algorithmes d'optimisation et de planification, réalisation d'un CDC

pour spécifier les fonctionnalités de l'outil d'optimisation, développement d'un prototype logiciel.

- **Plateforme physique - GEORESSOURCES** : état de l'art sur les infrastructures existantes, plan architectural de 2 à 3 plateformes, étude de pré-dimensionnement sur le scénario retenu.
- **Terrain d'expérimentation - CCPHVA** : recherche d'un terrain pour expérimenter la plateforme, réalisation des procédures pour l'acquisition du terrain.
- **Mesures incitatives pour faire adhérer les entreprises du BTP au dispositif - EPA** : identification des clauses à insérer dans les cahiers des charges de cession.
- **Analyse de la faisabilité technico-économique - ECOTA** : Benchmark des solutions techniques, business model / business plan, ratios économiques.

3. Où en est le projet ? / Synthèse des résultats à ce stade

Fonctionnalités de la plateforme :

Les travaux ont permis de préfigurer une plateforme adaptée aux besoins qui inclut un bouquet de services pour mieux maîtriser les coûts :

- Gestion des matériaux entrants : mobiliers sanitaires / menuiseries intérieures (gestion et optimisation du stockage et de la livraison de la plateforme vers les chantiers).
- Gestion des déchets : mini-déchetterie, stockage, conditionnement, mutualisation et optimisation de la collecte avec la livraison de matériaux entrants, nettoyage de chantiers, matériauthèque.
- Gestion de chantiers : nettoyage base vie, accès chantiers, homme trafic.
- Services complémentaires : Formation- sensibilisation, gestion administrative.

Impacts multicritères - méthode et résultats sur un chantier :

- 12 tonnes détournées de l'enfouissement (soit 32% du flux).
- Taux : recyclage 26%, réemploi 6%.
- Réduction du coût de gestion des déchets ≈ 1 670 €.
- 1,21 tCO₂ économisées.
- Création de 3,16 ETP dont 0,92 ETP d'insertion.

Les impacts inter-chantiers seront estimés au cours de l'avancement du projet.

Logiciel d'optimisation de la logistique

Les travaux ont permis de proposer des algorithmes d'optimisation intégrant la planification des flux dans la plateforme, le transport de matériaux et des déchets entre la plateforme et les chantiers et la planification du personnel pour la mutualisation de service.

Autres actions :

- Un terrain a été identifié sur la commune de Thil (54)
- Critères incitatifs définis pour être insérés dans les marchés

4. Application et valorisation

La plateforme d'optimisation logistique conçue selon le besoin des entreprises du BTP sera expérimentée sur le programme d'aménagement de l'écocité Alzette-Belval début 2019. Les critères incitatifs définis seront insérés dans les cahiers des

charges de cession pour susciter l'adhésion des entreprises. En outre, les résultats sur le démonstrateur seront diffusés sur un périmètre national afin de favoriser l'essaimage du dispositif sur d'autres territoires français.

#18 PROGRES



Acronyme : PROGRES

Titre : Plateforme de Recherche pour l'Optimisation et la Gestion des Réseau d'ÉnergieS

Démarrage : Juin 2016

Durée : 24 mois

Coût total : 409 826 €

Coordinateur : CES Armines

Partenaire(s) : Agence Collet

email : assaad.zoughaib@mines-paristech.fr

Site internet : <http://www.ces.mines-paristech.fr/Groupes-de-recherche/TDS/Exemples-de-realisations/>

1. Contexte et objectifs / Caractère innovant

La production de chaleur et de froid pour assurer des besoins de conditionnement d'ambiance, d'eau chaude sanitaire et de réfrigération constitue une grande part de l'énergie consommée dans le bâtiment (résidentiel et/ou tertiaire). Ces énergies sont souvent produites par des systèmes indépendants et véhiculés par des réseaux séparés de chaud et de froid. La chaleur rejetée par la production de froid (réfrigération, rafraîchissement...) ainsi que des sources d'énergie renouvelables à faible température (solaire thermique, géothermie...) sont peu ou pas du tout valorisées à l'heure actuelle faute de systèmes intégrés et disposant d'une flexibilité de gestion nécessaire à ce type de système intégré. En effet, les besoins de chaud et de froid, ainsi que les sources d'énergie renouvelable ou renouvelée, présentent des variations à deux échelles de temps (journalière et saisonnière). L'intégration énergétique d'un tel système doit tenir compte de la dynamique et pourrait

s'appuyer sur des systèmes thermodynamiques de conversion (PAC, Cogénération...) ainsi que des moyens de stockage (journaliers et saisonniers). Ceci va mettre en évidence le besoin de flexibilité des systèmes de production thermique et donc implicitement d'optimisation de leur fonctionnement dans un contexte très incertain. Le stockage d'énergie sera la variable d'ajustement permettant de rendre plus flexible le système. Que ce soit du point de vue des producteurs ou du client, il est important de disposer d'outils pour comprendre les impacts qualitatifs et quantitatifs de ces bouleversements.

Le projet vise la mise en œuvre d'une méthodologie permettant d'optimiser la conception de réseaux de chaleur et de froid intégrés ainsi que l'aide à la planification du système. La méthodologie est implémentée dans un outil informatique libre accès.

2. Programme de travail / éléments méthodologiques

La complexité de l'offre énergétique et de la demande conduit souvent à un très grand choix de solutions. Pour objectif d'identifier la solution optimale, nous utilisons une approche mixte se basant sur l'optimisation mathématique et la méthode du pincement. D'abord, le réseau à concevoir est modélisé

sous forme d'un problème d'optimisation utilisant notamment des variables binaires afin de représenter l'existence ou pas d'un équipement (chaudière, pompe à chaleur, tuyau...) dans le réseau. Les systèmes thermodynamiques et les composants des réseaux sont modélisés par des modèles réduits et

linéarités pour faciliter la convergence tout en respectant les lois de la thermodynamique. Une bibliothèque de modèles de ces éléments est intégrée à l'outil permettant de prendre en compte la plupart des technologies existantes. Le problème est résolu par un solveur d'optimisation (GLPK ou CPLEX), afin de déterminer le réseau optimisé économiquement. La méthode du pincement sera aussi appliquée lors de la construction du problème d'optimisation, elle a pour objectif de réduire le champ de recherche des solutions et d'obtenir la solution optimale en un temps de calcul raisonnable.

3. Synthèse des résultats

A ce stade, une méthodologie de conception et de planification d'un réseau d'énergie intégrée (chaleur, froid et électricité) est développée. La validation via des cas d'étude réels est effectuée et d'autres cas d'étude sont en cours. La méthodologie est implémentée dans un outil informatique composé de deux modules :

- Une conception optimisée (multi objectifs) de réseaux intégrés. Cette optimisation permet de choisir les équipements et de les dimensionner en tenant compte de la particularité des profils et du type des besoins ainsi

La planification du réseau conçu est aussi un problème d'optimisation mathématique où la structure du réseau est fixée mais l'utilisation des équipements est à déterminer de manière à optimiser le fonctionnement du réseau. Le problème de planification considérera différentes contraintes techniques et environnementales et optimisera le coût opératoire du réseau.

que d'une évolution projetée ou probable des paramètres (frontière du système, prix des énergies, comportement des usagers...) ;

- Une aide à la conduite de réseaux : cette fonctionnalité met en œuvre des techniques de gestion prédictive. Elle permettra de planifier l'engagement des équipements de conversion et de stockage ainsi que le type d'énergie à utiliser en optimisant : le coût opératoire, l'efficacité énergétique, le bilan environnemental, le respect des contraintes (e.g. besoin de s'effacer du réseau électrique).

4. Applications et valorisation

La démonstration de la méthodologie et l'utilisation de l'outil est réalisée grâce à une étude de cas d'éco quartier « cité-serre » à faible consommation regroupant un habitat résidentiel, des services de proximité et activités urbaines ainsi que des serres maraîchères nourricières. Ce quartier, imaginé par le projet ANR ATESTOC, et qui est en cours de réalisation à Valenciennes, présente une possibilité de stockage d'énergie saisonnière (par aquifère caloporteur et géothermie de nappe en profondeurs) et une forte intégration de l'énergie solaire.

Deux autres cas d'étude ont été traités en partenariat avec des opérateurs de réseaux :

- Un cas de conception du mix énergétique d'un réseau exploitant une géothermie profonde complétée par une chaudière gaz. Le travail de conception réalisé à l'aide de l'outil PROGRES a permis d'intégrer et de dimensionner

un ensemble de pompe à chaleur relevant la taux d'exploitation de la ressource géothermale de 44% à 67%. Cette conception a été suivie par une réalisation par le partenaire et une vérification opérationnelle des performances.

- Un cas d'aide au pilotage d'un réseau de chaleur en eau surchauffée associant de la chaleur valorisée sur une UIOM, une chaudière mixte biomasse et charbon ainsi qu'une chaudière gaz.

Les bénéfices issus du projet PROGRES seront de différentes natures sur l'ensemble de la chaîne de valeurs (recherche, innovation et industrie), notamment grâce à la stratégie de développement en libre accès qui garantira une diffusion large des résultats du projet. Un TRL de 4 à 5 est visé pour l'outil qui pourra donc être valorisé directement par l'industrie.

#19 PULSE-PARIS



Acronyme : OPTIMISME

Titre : Ecoconception des projets urbains et liens avec la stratégie d'économie circulaire de Paris

Démarrage : Août 2017

Durée : 42 mois

Coût total : 250 287 €

Coordinateur : Charlotte Roux (Ecole des ingénieurs de la Ville de - EIVP)

Partenaire(s) : Ecole des Mines de Paris

email : charlotte.roux@eivp-paris.fr

1. Contexte et objectifs

Le projet Pulse-Paris a pour objectif l'amélioration de la pertinence et de l'opérationnalité des approches d'écoconception des projets urbains (neufs, rénovation, réhabilitation) en articulation avec les orientations stratégiques de la ville de Paris en termes d'économie circulaire. En particulier, le projet est centré sur les outils d'analyse du cycle de vie (ACV) à l'échelle du quartier, à ce jour encore peu développés, et s'appuie sur l'étude de cas de l'ancien Hôpital Saint-Vincent-de-Paul. Futur éco-quartier, ce site a été retenu comme lieu d'expérimentation en matière d'économie circulaire par la ville de Paris.

Le projet fera la synthèse entre les approches stratégiques à l'échelle de la ville et les approches d'écoconception sur le projet, permettant de vérifier la cohérence et l'articulation entre ces niveaux de décision. L'évaluation des pratiques d'économie circulaire à cette échelle à l'aune de l'ACV est innovante et permettrait de mieux cerner les enjeux et l'intérêt environnemental de ces pratiques en termes de réduction des impacts au-delà d'une simple quantification des flux.

2. Programme de travail / éléments méthodologiques

Le projet se déroule en 4 tâches :

Tâche 1 : étudier les outils d'analyse à l'échelle urbaine et les possibilités de couplages avec l'ACV ;

Tâche 2 : améliorer les méthodologies d'aide à la décision appliquées aux projets urbains et basées sur l'analyse du cycle de vie. En particulier, intégrer dans l'ACV les leviers d'action liés à l'économie circulaire ;

Tâche 3 : application sur un cas d'étude concret : le projet d'aménagement de l'ancien Hôpital Saint-Vincent-de-Paul (environ 4Ha) ;

Tâche 4 : réalisation d'un bilan environnemental quantifié de différentes pratiques d'économie circulaire.

Deux axes de progression complémentaires sont proposés dans le projet :

Axe bottom-up : en allant du bâtiment jusqu'à la ville, étendant le périmètre des outils d'analyse du cycle de vie ;

Axe top-down : en partant des orientations de la ville, contenues dans les documents et plans de cadrage, analysant leurs impacts sur le cycle de vie des projets urbains (des quartiers jusqu'aux bâtiments).

3. Où en est le projet ? / Synthèse des résultats à ce stade

Dans sa première année, le projet Pulse-Paris se concentre principalement sur la tâche 1 et partiellement sur la tâche 4, qui à ce jour sont en cours de réalisation. La première tâche, coordonnée par l'EIVP en lien étroit avec les services de la ville de Paris, a pour but de recenser les différents outils existants d'analyse urbaine et examiner leur potentiel d'amélioration des outils d'ACV. Dans un premiers temps, les documents stratégiques produits par la ville de Paris sur le thème de l'économie circulaire ont été recensés, étudiés et classés sur la base de leurs effets possibles ou certains sur la conception des projets urbains. Dans un second temps, les différentes

pratiques d'économie circulaire évaluables en ACV ont été dégagées. Enfin, en ce qui concerne la dernière tâche, le projet s'est jusqu'à présent intéressé davantage à la tâche 4.1, ayant pour objectif l'analyse de l'articulation des plans d'orientation stratégiques de la ville de Paris, selon différentes échelles, du bâtiment au quartier. A l'état actuel, le projet est en train de vérifier la traduction concrète de ces orientations stratégiques dans le projet de Saint-Vincent-de-Paul. Cette phase sera le point de départ pour les tâches 2 et 3 suivantes.

4. Application et valorisation

Le retombées du projet seront multiples et la valorisation du projet sera menée à la fois sur le plan scientifique et technico-professionnel. La communication scientifique relative aux travaux effectués dans le cadre du projet et aux résultats obtenus se fera de manière pluridisciplinaire à travers des conférences et des articles de revues à comité de lecture. Le transfert des

résultats vers les acteurs techniques et institutionnels sera assuré via la rédaction d'une guide de l'écoconcepteur urbain. De plus, les méthodologies développées seront librement accessibles.

#20 SEMOIRS



Acronyme : SEMOIRS

Titre : Evaluation des Services Écosystémiques rendus par les MicroO-fermes urbaines et leuRs Sols

Démarrage : espéré au 1^{er} juin 2018

Durée : 24 mois

Coût total : 395 895 €

Coordinateur : Claire Chenu et Baptiste Grard (UMR ECOSYS - INRA)

Partenaire(s) : UMR ECOSYS, (INRA), UMR SAD-APT (INRA), EXP'AU (AgroParisTech), IAU IdF,

LSE (Université de Lorraine – INRA) et UMR GENIAL (INRA)

email : baptiste.grard@agroparistech.fr

1. Contexte et objectifs

De nouvelles formes de production alimentaire en ville, dites « micro-fermes urbaines », dont l'activité de production alimentaire est étroitement imbriquée avec des activités de loisir, pédagogiques ou à vocation sociale, émergent aujourd'hui dans de nombreuses villes. Elles sont implantées sur des sols urbains remaniés ou non, d'historique très hétérogène ou sur du bâti, et parfois construisent des sols à partir de matériaux divers, en particulier des déchets organiques de la ville. Alors que les attentes sont fortes vis-à-vis de ces micro-fermes, les services écosystémiques qu'elles pourraient rendre, ne sont pas connus et évalués. L'objectif de ce projet est d'évaluer les services écosystémiques rendus par les micro-fermes urbaines, en considérant plusieurs services : support de biodiversité, approvisionnement en aliments,

régulation et services culturels, afin d'apporter aux acteurs de la ville des éléments pour une meilleure gestion et prise en compte de cette forme d'agriculture urbaine et de ses sols. A partir de l'évaluation des services, le projet visera à (i) tester des hypothèses, en particulier concernant le rôle important des matières organiques des sols dans la fourniture de services (biodiversité, approvisionnement en aliments, régulation du cycle de l'eau, régulation du climat) ; (ii) analyser des leviers d'optimisation des services écosystémiques fournis par les micro-fermes urbaines et (iii) identifier des outils pour des acteurs du développement urbain (collectivités, porteurs de projets...) afin de les aider à concevoir et gérer ces systèmes pour une fourniture optimisée de services écosystémiques et pour une meilleure intégration au tissu urbain.

2. Programme de travail / Éléments méthodologiques

Le projet portera sur six micro-fermes illustrant la diversité de cette forme d'agriculture urbaine, localisées à Paris ou en Petite Couronne, unité territoriale du projet. Il s'appuiera sur des compétences variées dans une démarche pluridisciplinaire : pédologues, agronomes, écologues, sociologues et paysagistes, et associera différents acteurs : porteurs de projets de micro-fermes, associations dédiées à la nature en ville, personnels de services d'urbanisme, personnels de collectivités locales. Les services écosystémiques seront appréhendés par une série d'indicateurs.

Le projet est organisé en six lots et durera 24 mois. Le lot 1, fil rouge du projet, est transversal et a pour objectif de gérer la relation avec les porteurs de projets ainsi que l'animation du projet. Le lot 2 sera une caractérisation des micro-fermes au

plan biophysique et de leurs pratiques. Le lot 3 quantifiera la biodiversité floristique et tellurique (microorganismes, la mésofaune, macrofaune). Le lot 4 sera consacré au service d'approvisionnement en aliments, en se focalisant sur leur qualité sanitaire (teneur en ETM et HAP). Le lot 5 quantifiera des indicateurs de services de régulation du cycle de l'eau (infiltration et capacité de rétention de l'eau), du climat global (stocks de carbone des sols), du climat local (régulation de la température) et du recyclage des déchets (inventaire des pratiques, de la nature et de l'origine géographique des produits résiduels organiques utilisés). Le lot 6 sera consacré aux services sociaux, culturels et paysagers associés aux micro-fermes en mettant l'accent sur les pratiques et représentations des parties prenantes.

3. Où en est le projet ?

Projet en attente de démarrage.

3. Application et valorisation

Les résultats acquis dans ce projet seront valorisés sous différents angles et formes :

- des publications dans des journaux scientifiques et communications dans des congrès nationaux et internationaux ;
- des publications de synthèse en langue française dans des revues spécialisées ;
- la réalisation de plaquettes à destination des différents acteurs des micro-fermes et du grand public ;
- l'organisation d'un séminaire ouvert aux différents acteurs impliqués dans le fonctionnement des micro-fermes ;
- l'utilisation des résultats pour enrichir ou développer des cours et des TD dédiés à des étudiants.

#21 SIGOPTI



Acronyme : SIGOPTI

Titre : Couplage d'approches innovantes d'aide à la décision pour l'approvisionnement thermique de quartiers

Démarrage : Octobre 2017

Durée : 24 mois

Coût total : 468 000€

Coordinateur : Nobatek/INEF4

Partenaire(s) : FNCCR, CREM

email : Guillaume PERRIN / Aurélien HENON

email : g.perrin@fnccr.asso.fr / ahenon@nobatek.inef4.com

1. Contexte et objectifs / Caractère innovant

SIGOPTI vise le développement d'une plateforme informatique d'aide à la décision à destination des collectivités pour le développement de réseaux de chaleur urbains sur leur territoire. Elle est une réponse à l'appel à projets de recherche « Énergie durable : production, gestion et utilisation efficaces 2017 ».

Pour ce faire, une telle plateforme doit aider les collectivités à intégrer les besoins thermiques ainsi que le potentiel de valorisation d'énergie renouvelable et de chaleur fatale de leur territoire, tout en les accompagnant dans la conception, la caractérisation (économique, énergétique et environnementale) et la prise de décision concernant l'implantation ou l'extension de réseaux de chaleur sur ce territoire.

La plateforme informatique SIGOPTI propose ainsi le couplage d'approches innovantes d'aide à la décision pour l'approvisionnement thermique de quartiers en s'appuyant sur les récents progrès en matière de système d'information géographique (SIG) d'une part et sur des algorithmes d'optimisation d'autre part. L'ambition d'une telle plateforme est de :

- favoriser l'efficacité énergétique dans les territoires, l'habitat, le tertiaire et l'industrie,
- valoriser les EnR&R dans les meilleures conditions de retour sur investissement.

2. Programme de travail / Éléments méthodologiques

Les développements s'appuieront sur le logiciel QGIS, un outil SIG Open Source classiquement utilisé par les collectivités pour gérer leurs données territoriales. L'ambition est de développer une extension, elle aussi Open Source, qui soit utilisable sans frais d'achat pour l'aide à la conception des réseaux de chaleur. Cette extension sera conçue afin d'être utilisable aisément par

un utilisateur non expert, tout en permettant à un utilisateur d'expert des manipulations plus approfondies pour répondre à ces besoins.

Les principaux objectifs de cette plateforme sont d'aider les collectivités à :

- intégrer des données traditionnellement fournies par les études de planifications énergétiques et territoriales (besoins, gisements),
- concevoir et caractériser l'implantation ou l'extension de réseaux de chaleur sur leur territoire en tenant compte de critères économiques, énergétiques et environnementaux,
- définir les ressources d'EnR&R à valoriser pour alimenter le réseau et leurs implantations,
- identifier les bâtiments les plus opportuns à connecter au réseau,

- choisir la meilleure configuration du réseau (solution optimale) correspondante à leurs attentes parmi la multitude d'alternatives possibles.

L'extension intégrera des méthodes d'aide de calcul pour faciliter la conception. Toutefois, certaines problématiques d'aide à la décision seront trop complexes pour être traitées simplement par la seule extension Open Source. Une offre de prestation experte complémentaire pourra être proposée ; celle-ci intégrera des outils de calcul non transférables aux services des collectivités.

3. Où en est le projet ? Synthèse des résultats à ce stade

Des méthodes de calcul et d'optimisation ont été mises au point pour répondre à une large diversité de problématiques rencontrées par les aménageurs et collectivités : opportunité d'extension d'un réseau, arguments chiffrés pour la justification de choix techniques (ex. source d'énergie, usage) et de dimensionnement, caractérisation fine des besoins (foisonnement, appels dynamiques).

Toutefois en l'état, le travail requiert à l'heure actuelle une prestation experte, difficilement transférable et faisant appel à des outils peu ergonomiques, ne facilitant pas l'échange de connaissances avec les divers services techniques concernés et ne permettant pas leur prise en main directe de ces nouveaux outils.

Le travail actuel se centralise sur plusieurs tâches menées en parallèle :

- Recueil, description, et hiérarchisation des besoins, au moyen de la consultation directe de collectivités et aménageurs. Ce travail permettra de délimiter le périmètre du projet dans la perspective de proposer des résultats les plus utiles possibles.
- Analyse de faisabilité technique en matière d'exploitation de QGIS, sur les aspects informatiques, pour assurer l'interopérabilité entre outils de calcul et outils de SIG (représentation, paramétrage, croisement des informations).
- Formalisation d'un cahier des charges avant la phase de développement informatique, puis les premières phases de test.

4. Application et valorisation

Le secteur d'application visé est en priorité de pouvoir fournir des outils techniques d'analyse aux collectivités, aménageurs (publics ou privés), ou autres maîtrises d'ouvrage, afin de leur permettre de planifier leurs projets de création ou d'évolution de réseaux de chaleur.

Ces outils doivent permettre d'identifier les meilleures orientations techniques (choix de production, dimensionnement, tracé) en fonction des diverses contraintes et objectifs de services.

En raison de la grande diversité des problèmes à traiter et de la complexité technique liée à certains, les résultats exploitables seront répartis en deux voies alternatives de valorisation :

- Valorisation directe dans l'extension QGIS. Ces fonctionnalités pourront alors directement être placées dans les mains des services des collectivités et aménageurs, qui pourront à la fois travailler sous QGIS et bénéficier de nouveaux outils de calculs.
- Valorisation à travers des offres de prestations expertes. Certaines fonctionnalités feront appel à des outils de calcul trop complexes pour être intégrés complètement dans l'extension QGIS. Dans ces cas les fonctionnalités seront proposées dans des prestations d'ingénierie, impliquant une collaboration étroite avec les services des collectivités et aménageurs.

#22 SOFT



Acronyme : SOFT

Titre : Sobriété énergétique par les Formes urbaines et le Transport

Démarrage : juillet 2017

Durée : 36 mois

Coût total : 558 604 €

Coordinateur : LVMT – UMR T 9403 (Olivier Bonin)

Partenaire(s) : TheMA – UMR 6049, Efficacity

email : olivier.bonin@ifsttar.fr

Site internet : <http://www.lvmt.fr/projets/2114-2/>

1. Contexte et objectifs / Caractère innovant

Le projet SOFT a pour objectif de mettre au point des scénarios de développement territorial en vue d'une plus grande sobriété énergétique, et plus généralement d'une plus grande durabilité. Les scénarios seront spécifiés à l'échelle des îlots et des quartiers, en prenant en compte les attentes des habitants de ces territoires, et les actions des décideurs locaux. Il s'agit de concevoir des trajectoires de développement originales conciliant l'histoire de chaque territoire et les modes de vie des habitants avec les impératifs du développement durable, en s'écartant si nécessaire des préconisations. Le terrain

d'application principal est le territoire de la communauté d'agglomération Est Ensemble en Ile-de-France, avec qui les partenaires du projet ont déjà noué un partenariat. L'objectif opérationnel sur lequel doit déboucher le projet est l'aide à la révision des documents d'urbanisme (PLU-I, PCAET) à horizon 2025-2030. L'approche est résolument multi-échelle, avec un cadrage à l'échelle de l'agglomération, et une modélisation fine, jusqu'à l'îlot, dans les zones du territoire susceptible d'accueillir des projets d'aménagement.

2. Programme de travail / Éléments méthodologiques

La méthodologie du projet s'appuiera sur des entretiens avec les habitants, les élus et les aménageurs de ces territoires pour établir un diagnostic territorial et construire un scénario « au fil de l'eau » qui ne suppose pas d'évolution dans les politiques menées et les pratiques des habitants. Ce scénario servira de base de comparaison pour différents scénarios de rupture visant à diminuer les consommations d'énergie et augmenter la durabilité des territoires, en jouant sur les leviers coordonnés d'évolution de l'occupation du sol, de l'offre de transport, et des pratiques de mobilité des habitants. Les scénarios d'occupation du sol et de transport mobiliseront une approche d'hybridation des concepts d'urbanisme des

modes collectifs et actifs avec une approche fractale de la ville permettant de concilier des niveaux de densité variés à toutes les échelles, une bonne accessibilité aux lieux de fréquentation courante, et le respect des trames vertes et bleues. La mise au point des scénarios à l'échelle locale, notamment sur le volet énergétique, mobilisera des outils de modélisation et de simulation énergétique multi-vecteurs (électricité, gaz, chaleur) développés par Efficacity. La durabilité de ces scénarios sera évaluée à travers les mobilités résidentielles et quotidiennes et leurs impacts par Mobisim, un modèle de simulation transport et usage du sol désagrégé développé par TheMA.

3. Où en est le projet ? Synthèse des résultats à ce stade

La tâche 1 de diagnostic territorial, prévue sur un an, est achevée, à l'exception des entretiens avec les élus et les représentants des habitants, qui auront lieu à partir de septembre 2018. Elle a révélé l'ambition du territoire en matière de développement durable, et la multiplicité des dispositifs mis en œuvre, tant top-down que bottom-up (initiatives citoyennes, associations, etc.), ainsi que certains verrous. Ces ambitions sont par ailleurs contraintes par le poids de l'existant et par la position du territoire dans la métropole parisienne, notamment du fait de sa proximité à Paris qui n'est pas accompagnée par une forte desserte en transports en commun. La question de l'emboîtement des échelles, depuis l'îlot urbain jusqu'à la métropole en passant par la commune et les échelles intercommunales a donc été travaillée de manière théorique, en se posant la question des

ressources locales nécessaires à ces différentes échelles et de leur cohérence, de manière à satisfaire aux objectifs de la ville durable, en forte articulation avec la scénarisation de la tâche 2.

La tâche 2 de mise au point de scénarios locaux a avancé à travers la mise au point de modèles Fractalopolis, logiciel interactif intégrant un modèle fractal, pour analyser finement à toutes les échelles les répartitions de bâti, de population, et l'accessibilité à différentes aménités, et servir de base à des évolutions de plans d'occupation des sols intégrant diverses contraintes : préservation des trames vertes et bleues, renforcement des centralités secondaires, rééquilibrage des densités, etc. Le cadrage à l'échelle métropolitaine est quasiment achevé, et les scénarios locaux ont été ébauchés.

4. Application et valorisation

Les travaux menés dans SOFT constituent pour Efficacy un travail exploratoire sur la manière d'intégrer une échelle plus vaste que celle du quartier dans son offre de services : les logiciels et modèles utilisés (tous en open source) ont vocation

à être transférés et valorisés par Efficacy et ses partenaires industriels.

#23 SYRACUSE

Acronyme : SYRACUSE

Titre : *Symbioses réticulaires adaptées à des contextes urbains soutenables*

Projet accompagné dans le cadre du programme *Villes et Bâtiments Durables 2011*

Démarrage : Janvier 2012

Durée : 36 mois

Coût total : 2 200 000€ / **Aide ANR :** 730 000€

Niveau de TRL initial : non pertinent

Niveau de TRL final : non pertinent

Coordinateur : LATTS/UMR CNRS-ENPC

Partenaire(s) : CEE/IMR CNRS-Sciences Po – Suez Environnement-CIRSEE - SAFEGE – EXPLICIT – EPA Plaine de France

email : olivier.coutard@enpc.fr

1. Contexte et objectifs / Caractère innovant

On assiste aujourd'hui au développement de formes d'organisation des services urbains alternatives aux grands réseaux centralisés hérités du XX^{ème} siècle. Le projet Syracuse visait à étudier ces configurations nouvelles, leurs conditions d'émergence, leurs configurations (diverses) et leurs enjeux environnementaux et urbains en portant l'attention notamment sur les échelles, souvent plus locales, et les interactions entre les différents secteurs de services, qui sont de plus en plus fréquemment exploitées dans une perspective de « symbiose urbaine » analogues aux symbioses entre activités étudiées et promues par l'écologie industrielle.

Trois hypothèses principales ont guidé nos investigations :

- la mise en œuvre de formes de symbiose urbaine présente des gisements d'efficacité importants en matière de sobriété dans l'usage des ressources ;
- elle recèle dans le même temps des formes de rétroaction fonctionnelle et d'effets décalés (dans le temps, dans l'espace, d'un secteur à l'autre) ;
- elle transforme significativement le système d'action sous-jacent à la production, à la fourniture, aux usages, au financement et à la maîtrise publique des services urbains.

2. Programme de travail / Éléments méthodologiques

La méthodologie retenue a consisté à articuler étroitement une combinaison d'études de cas approfondies dans une dizaine de régions urbaines et une démarche de modélisation conduisant au développement progressif d'une maquette physique (flux de matière et d'énergie) des symbioses urbaines.

Le projet a ainsi articulé deux perspectives complémentaires et interdépendantes, consistant à appréhender les transformations à l'œuvre :

1 comme des processus physiques (ou « métaboliques »), par l'étude principalement quantitative des flux de matière et d'énergie, de la consommation de ressources naturelles et d'espace, et des rejets de déchets et de polluants induits par le fonctionnement de ces systèmes. En multipliant les

focales spatiale, temporelle et sectorielle d'observation de ces systèmes sociotechniques complexes, nous avons cherché à saisir les éventuelles interactions contre-intuitives susceptibles de produire des effets décalés dans le temps, dans l'espace ou d'un secteur à l'autre ;

2 comme des processus socio-politiques, à la fois facteurs et résultats d'une transformation de l'action publique. Nous avons notamment examiné dans quelle mesure l'émergence de configurations sociotechniques nouvelles est effectivement liée à une environnementalisation de l'action publique urbaine, le rôle des acteurs publics dans la régulation des services urbains et les processus sociopolitiques ayant conduit aux configurations observées.

3. Principaux résultats

La recherche a confirmé le caractère émergent et encore expérimental et de fait marginal (d'un point de vue métabolique) des symbioses urbaines, au-delà des filières bien établies de valorisation énergétique des déchets, mais a également démontré que les expérimentations sociotechniques peuvent agir comme de puissants facteurs de changement politique et urbain. Les études quantitatives ont permis de tester une

méthodologie d'évaluation multiflux et multiscalaire du métabolisme urbain et ont alimenté le développement d'un outil informatique d'aide à la décision visant à exploiter au mieux le potentiel symbiotique en matière d'organisation des services urbains sur un territoire.

4. Production scientifique et technique, éléments de valorisation

Ce projet a donné lieu à un nombre élevé de communications dans différentes communautés scientifiques. Il a également fait l'objet d'un colloque qui a mobilisé l'ensemble des partenaires et d'un ouvrage collectif destiné à un public large de chercheurs, d'experts et d'acteurs publics et privés des secteurs concernés. En outre il a donné lieu au développement d'un outil d'aide à la décision dont la pertinence opérationnelle a été validée par une expérimentation conduite dans le cadre de l'aménagement en cours du Triangle de Gonesse.

Au-delà des publications et de l'outil d'aide à la décision, le projet Syracuse a produit des effets de plusieurs ordres :

- en matière de formation : évolution de l'offre de cours dans les formations dans lesquelles les chercheurs du projet sont impliqués ; encadrement de mémoires (master) sur des thématiques ou des sujets liés au projet Syracuse ;

- en matière d'émergence de nouvelles thématiques et approches scientifiques : propositions de sessions dans des colloques nationaux ou internationaux ;
- en matière d'interdisciplinarité et de transdisciplinarité : croisement entre approches relevant des sciences sociales et des sciences de l'ingénierie ; collaborations entre recherche académique, bureaux d'étude, établissement public (ou collectivité locale) ;
- sur un plan théorique : contribution à un mouvement de renouvellement de la manière de lire les transformations urbaines, en mettant au centre de l'analyse l'articulation (ou pas) entre gestion des infrastructures et planification urbaine ; compétence recherchée par une pluralité d'acteurs (entreprises, institutions de coopération, gouvernements urbains).

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. www.ademe.fr ou suivez-nous sur  @ademe

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

L'ADEME et l'ANR au cœur des stratégies nationales

L'ADEME et l'ANR sont au cœur de la mise en œuvre des stratégies nationales (Stratégie Nationale de Recherche SNR et Stratégie Nationale de la Recherche Énergétique SNRE) en participant à la programmation des recherches et en apportant un soutien financier aux projets de recherche, aux démonstrateurs et aux expérimentations préindustrielles (recherche et investissements d'avenir).

Le déploiement de la transition énergétique et écologique implique des évolutions technologiques mais aussi des changements de comportement de la part de tous, comme souligné dans les travaux de prospective de l'ADEME.

L'ADEME et l'ANR ont travaillé conjointement afin d'organiser des journées R&D communes pour valoriser les résultats de projets soutenus et mettre en relation les acteurs publics et privés de la recherche et de l'innovation sur les thématiques suivantes : bâtiment, urbanisme, systèmes énergétiques, industrie, stockage et conversion de l'énergie, briques technologiques innovantes...

« Les recueils publiés à cette occasion présentent plus de 80 projets financés ces dernières années par l'ADEME et l'ANR dans le cadre de leurs appels à projets de recherche. »



www.ademe.fr



010601

