

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme « Le moujahid Hocine AIT AHMED »  
Laboratoire : **Ville Urbanisme et Développement Durable**



Mémoire pour l'obtention du master  
Spécialité: Architecture, Ville et Urbanisme Durable

**Bilan Carbone Local:  
Contribution des fonctions des ilots urbains à la résilience aux  
changements climatiques dans la commune de Raïs Hamidou  
à Alger.**

Elaboré par : **Aicha KOUIDRI**

Directrice du mémoire : **Prof. Ewa BEREZOWSKA-AZZAG**

**Jury de soutenance:**

Président : Dr. HOCINE Mohamed, VUDD, EPAU

Membre : Dr. FERHAT Sara, LVAP, EPAU

Membre : Mme. BENATTALLAH. Afifa, EPAU

Rapporteur : Prof. Ewa BEREZOWSKA-AZZAG, EPAU,

Invitée : Dr. BENALI Nadjia, VUDD, EPAU

Soutenu le : 9 octobre 2017

*À la mémoire de la personne qui m'a offert le premier cahier d'alphabet  
et qu'en écrivant lettre après lettre ...Mot après un autre, ce mémoire a vu le jour,  
Aujourd'hui tu n'es plus parmi nous mon grand père,  
A toi je dédie cet humble travail*

## Remerciements

Je remercie Allah le tout puissant de m'avoir donné la force de mener à bien ce travail de recherche.

On en parle souvent de l'énergie dans ce mémoire, autant de fois que le bilan carbone. Puisque l'on en parle, je tiens à remercier vivement toute source d'énergie positive que j'ai rencontrée durant l'élaboration de mon travail de recherche.

Les premiers remerciements vont naturellement à mon encadreur, le Professeur Ewa BEREZOWSKA-AZZAG, signe de gratitude envers une personne qui, sans son attention accordée au développement de la réflexion, sa compréhension, sa disponibilité, ce master n'aurait jamais vu le jour.

Mes remerciements les plus sincères vont également à l'équipe de la bibliothèque et la post graduation, leur bonne humeur me donnait de « l'énergie positive ». Je remercie particulièrement Mme. MERBET, Mme. OUAHABI, Mme. SEFAK, ainsi que Mr. ATTIA, Mr. BOUCHEKOUM, Mr. DJAADI, et Mr. RAFA.

Je remercie pleinement aussi toutes les personnes que j'ai rencontrées sur le terrain : tonton Said, Mr. Responsable de l'usine de produits laitiers, Mme. la Directrice du lycée Ibn Khaldoun à Miramar, Mme. CHARAALLAH, les employés des services de l'APC de Rais Hamidou et de SONELGAZ, ainsi que tous les citoyens ayant participé au questionnaire.

J'adresse mes remerciements à Dr. HOCINE Mohamed pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance du master académique, et pour l'intérêt qu'il y ait porté.

Sans oublier les membres du jury : Dr. FERHAT Sara, Mme. BENATTALLAH. Afifa, ainsi que Dr. BENALI Nadjia, pour avoir bien voulu consacrer leur temps à la lecture et à l'examen de mon travail.

Un grand merci est adressé à ma source permanente d'énergie positive, à ma famille : à mes parents qui m'ont encouragée et soutenue durant l'élaboration de ce modeste travail, à Chaima, Ahmed et surtout Roumaïssa, mille mercis.

Je tiens à remercier aussi mes amis, je cite Amel, Cherif, Hamida, Hiba, Nazim, Meriem, Thanina, Wassila, Redoine, Roufida et Zaki.

## Résumé

### **Bilan Carbone Local: contribution des fonctions des îlots urbains à la résilience aux changements climatiques dans la commune Raïs Hamidou à Alger**

Le contexte climatique de nos jours est inquiétant. Face aux menaces qu'il fait peser sur les villes, se développe aujourd'hui la résilience aux changements climatiques qui nécessite la mise en place d'une panoplie d'outils opérationnels, menant des volontés politiques au terrain.

La présente recherche va dans la lignée de cette prise de conscience mondiale. Notre but est de construire un outil d'aide à la conception et à la décision, qui s'adresse à une échelle urbaine locale et opère de manière simplifiée. Nous voulons contribuer ainsi à la résilience urbaine avec notre profil d'architecte-urbaniste et suivant les moyens dont nous disposons.

Le choix s'est porté sur le Bilan Carbone, un outil d'estimation des émissions de GES qui, par sa flexibilité prouvée par la présente étude, constitue un outil d'aide aux concepteurs et d'orientation aux décideurs, pour les aménagements urbains résilients. Nous constatons que l'énergie y tisse des relations indissociables sur différents plans. Cela nous a permis de miser sur une entrée par l'énergie à cet outil.

Devant l'urgence d'action et la réalité de lenteur des pratiques opérationnelles, un regard croisé d'urbaniste est nécessaire afin d'analyser les possibilités de simplification de l'outil que nous proposons à l'échelle de proximité, le Bilan Carbone Local (BCL), qui sera affiné par notre application sur le terrain.

Dans cette recherche, nous choisissons les îlots urbains fonctionnels, premières cellules urbaines concernées par l'adaptation aux changements climatiques, dans le but d'effectuer le test du BCL sur un contexte algérois qui partage les « souffrances climatiques » de la capitale : il s'agit de trois îlots urbains de la commune de Raïs Hamidou à l'ouest de la wilaya d'Alger. Cette application nous a permis de déterminer les facteurs liés aux activités fonctionnelles des îlots, qui augmentent ou diminuent le BCL, afin d'orienter les pistes d'actions en faveur de la résilience urbaine.

**Mots-clés :** réchauffement climatique, résilience urbaine, GES, bilan carbone local, Alger

## ملخص

### الحصيلة الكربونية المحلية: مساهمة وظيفة الكتل الحضرية في القدرة على التكيف مع التغير المناخي ببلدية الرايس حميدو في الجزائر العاصمة

أصبحت الظروف المناخية الحالية مخيفة، موازاة إلى المخاطر التي تلقىها على عاتق المدن تتطور القدرة على التكيف مع التغيرات المناخية والتي تتطلب وضع مجموعة من الأدوات العملية التي تجسد الإرادة السياسية على أرض الواقع . هذه الدراسة ما هي إلا امتداد لاستفاقة الوعي العالمي، غايتها تكمن في إنشاء أداة دعم عملية للتصميم و اتخاذ القرار. من خلال هذه الدراسة، نود المساهمة في مجال القدرة على التكيف مع التغير المناخي بواسطة الوسائل المتاحة لدينا وكوننا مختصين في مجال الهندسة المعمارية.

وقع الاختيار على الحصيلة الكربونية المحلية، أداة لمحاسبة انبعاثات الغازات الدفيئة. نظرا لمرونتها المثبتة، فإنها تشكل أداة دعم للمصممين و توجيه لصناع القرار في التهيئة الحضرية. من الملاحظ أن الطاقة تربط علاقات وثيقة على أصعدة مختلفة ، هذا ما سمح لنا بالرهان على مدخل طاقتي لهذه الأداة

نظرا إلى الحاجة الملحة للتصرف السريع والواقع المثبط، نستعين بمنظور معماري مزدوج، بهدف تكوين أداة بسيطة و عملية. الحصيلة الكربونية المحلية سيتم تحسينها بالمرحلة التطبيقية من البحث.

تم اختيار الكتل الحضرية الوظيفية ، باعتبارها أول خلية عمرانية مناسبة للتكيف مع التغير المناخي بهدف تطبيق هذه الأداة على واقع يتقاسم في مجمله المعاناة المناخية للعاصمة ، ويتعلق الأمر بالكتل الحضرية ببلدية الرايس حميدو ،نعتمد على هذا التطبيق لتحديد العوامل التي تقوم بارتفاع أو انخفاض انبعاثات الحصيلة الكربونية المحلية و ذلك لتوجيه مسار الإجراءات المتخذة

### الكلمات المفتاحية :

الإحتباس الحراري، القدرة على التكيف مع التغير المناخي، الغازات الدفيئة، الحصيلة الكربونية المحلية، الجزائر العاصمة

## **Abstract**

### **Local Carbon Balance sheet: Contribution of the urban blocks' functions to climate change resilience in Raïs Hamidou municipality of Algiers**

Nowadays, the world climate context is rather disturbing. Due to threats that are dragging cities down, the climate change resilience is developed gradually. It requires implementation of a panoply operational tools leading from political wills to the field of application.

The current research goes along with the global awareness. According to the means we dispose, our aim as an architect and an urban planner is to contribute to urban resilience with a local focused analysis, in order to propose an operational support tool able to operate in a simplified way.

Our choice focused then on the Carbon Balance sheet, an accounting tool of GHG emissions which, through its flexibility proved by the current study, is able to help designers and to provide guidance to decision-makers in urban development context. We noted that energy creates here a lot of interrelated relationships on different levels. This allowed us to focus more on an energy input in order to build our tool.

The emergency of actions and the field's outstanding reality require the establishment of a crossed vision of the urban planner. We propose an analysis of the possibilities to simplify the existent tools, in order to be able to constitute a simplified and operational tool, the Local Carbon Accounting sheet (LCA), which will be refined by our field study.

We opt for three functional urban blocks, the first urban cells able to help adaptation to climate change, in order to apply LCA test on a part of Algiers context, the municipality of Raïs Hamidou, basically sharing the most "climatic sufferings" of the capital. This application helped us to determine the factors related to the urban functions that increase or decrease the LCA and to propose some actions in favor of urban resilience by reducing GHG emissions.

**Key words:** global warming, urban resilience, GHG, Local Carbon Balance sheet, Algiers

# Sommaire

<b>Introduction générale</b>	<b>1</b>
Contexte du réchauffement climatique	1
Concept de résilience	2
Résilience et adaptation par réduction des émissions de GES	3
Présence de gaz carboniques en milieux urbains	3
Nécessité du bilan carbone en milieux urbains	4
Echelles d'intervention	4
Motivations de la recherche	7
Problématique générale	7
Problématique spécifique	9
Objectifs et étapes de la recherche	14
Hypothèses	15
Méthodologie de recherche	15
<b>Première partie : Introduction conceptuelle au bilan carbone</b>	<b>17</b>
Chapitre 1: Bilan carbone et ses caractéristiques	18
1.1. Définition du bilan carbone	18
1.2. Bilan carbone ou empreinte carbone ?	20
1.3. Niveaux d'émissions	21
1.4. Approches de bilan carbone (ou types)	22
Chapitre 2: Energie au cœur du bilan carbone	25
2.1. Justification du choix de l'énergie	25
2.1.1. Part internationale	25
2.1.2 .Persistance chronologique	27
2.1.3. Ancrage éco systémique	32
2.1.4. Energie et projet d'aménagement urbain	34
2.2. Pour une entrée énergétique au bilan carbone	36
Conclusion de la première partie	38

<b>Deuxième Partie : choix méthodologique pour une évaluation locale des émissions de GES en milieux urbains</b>	<b>39</b>
Chapitre3: Systèmes étrangers d'indicateurs de calcul des émissions de GES en France	40
3.1. AIRPARIF et son outil de modélisation	40
3.2. ACV de quartier	44
Chapitre4: Construction de la méthode d'évaluation simplifiée pour le contexte local	48
4.1. Méthode de recueil des données	48
4.2. Sélection des données	48
4.2.1. Types de données	48
4.2.2. Justification du choix des données	51
4.3. Formule de calcul	51
Conclusion de la deuxième partie	55
<b>Troisième Partie: Facteurs d'influence sur le Bilan Carbone Local en milieu urbain à Rais Hamidou à Alger</b>	<b>56</b>
Chapitre5: Essai d'application de la méthode sur un contexte algérois	57
5.1. Choix de la commune de Rais Hamidou	57
5.2. Présentation des ilots témoins	60
Chapitre6: Caractéristiques des bilans carbone des ilots témoins	64
6.1. Application de la grille	64
6.2. Discussion des résultats	65
6.2.1. Lecture analytique directe des résultats	67
6.2.2. Lecture analytique indirecte des résultats	70
Conclusion de la troisième partie	74
<b>Conclusion générale</b>	<b>75</b>
Retour théorique	75
Vérification des hypothèses	76
Limites de la recherche	76
Perspectives de la recherche	76
Bibliographie	78

Liste des abréviations et sigles	84
Liste des figures	86
Liste des tableaux	88
<b>Annexes</b>	
Annexe 1 : CCPI, classement des pays comparés (Algérie et Canada)	I
Annexe 2 : Tableaux résumant les mesures de lutte contre les changements climatiques au Québec, résumé du plan d'action 2013-2020	II
Annexe 3 : Graphes et indicateurs de la méthode AIRPARIF	III
Annexe 4 : Graphes et indicateurs de la méthode ACV	IV
Annexe 5 : Canevas du questionnaire	VI
Annexe 6: Factures de consommation d'énergie pour les sièges d'enquête	VIII
Annexe 7 : Fiches techniques des sièges d'enquête	XII
Annexe 8: Grille des indicateurs BC local	XV
Annexe 9: BC local des ilots	XX

### Introduction

#### A. Contexte du réchauffement climatique

Le réchauffement climatique est une perturbation du climat liée à l'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre (GES)<sup>1</sup> dans l'atmosphère. Il est causé principalement par les activités anthropiques : la consommation d'énergies fossiles, la déforestation, l'utilisation d'engrais azotés, l'élevage, le traitement des déchets et à certains procédés industriels [Communauté de l'agglomération d'Angers Loire métropole, 2008].

Les gaz à effet de serre agissent sur de nombreux cycles naturels (cycle de l'eau, cycle du carbone) dont la modification favorise l'accentuation des caractéristiques climatiques existantes (augmentation du régime des précipitations en hiver, allongement des sécheresses en été, augmentation du nombre de pics de chaleur...). Ils menacent la santé publique (canicule, nouvelles maladies...), les activités agricoles et industrielles (manque d'eau...), ainsi que les activités touristiques (enneigement des stations, sécheresse...) [Communauté de l'agglomération d'Angers Loire métropole, 2008].

La réalité en chiffres est en effet inquiétante. Selon les données de l'année 2007 du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat (GIEC), le réchauffement climatique menace la planète de la hausse de température moyenne de 2 à 4,5° d'ici fin du XXI siècle, ce qui peut entraîner la hausse du niveau marin de 30 à 50 cm en moyenne [BEREZOWSKA-AZZAG, 2011].

Les émissions des six GES couverts par le protocole de Kyoto ont augmenté de 80 % depuis 1970 et de 30 % depuis 1990 pour atteindre 35,84 Gt en 2013<sup>2</sup> (Banque mondiale, 2013). Selon le service de l'observation et des statistiques (2015), cette quantité est répartie comme suit (les chiffres sont donnés selon le potentiel de réchauffement global PRG<sup>3</sup> à 20ans et 100ans respectivement) : dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> (52%, 73%), protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O (4%, 2%), méthane CH<sub>4</sub> (42% ,20 %), gaz fluorés (hydrofluorocarbures HFC, perfluorocarbures PFC, hexafluorure de soufre SF<sub>6</sub>) (2% ,2 %).

Les émissions de CO<sub>2</sub> par habitant sont en moyenne de 4 tonnes équivalent CO<sub>2</sub> par an. Le marché des quotas attribués aux pays (QA), reparti sur les secteurs émetteurs (énergie, industrie, agriculture, déchets et utilisation des sols) est instauré par le protocole de Kyoto en 1997 [Service de l'observation et des statistiques, 2015].

---

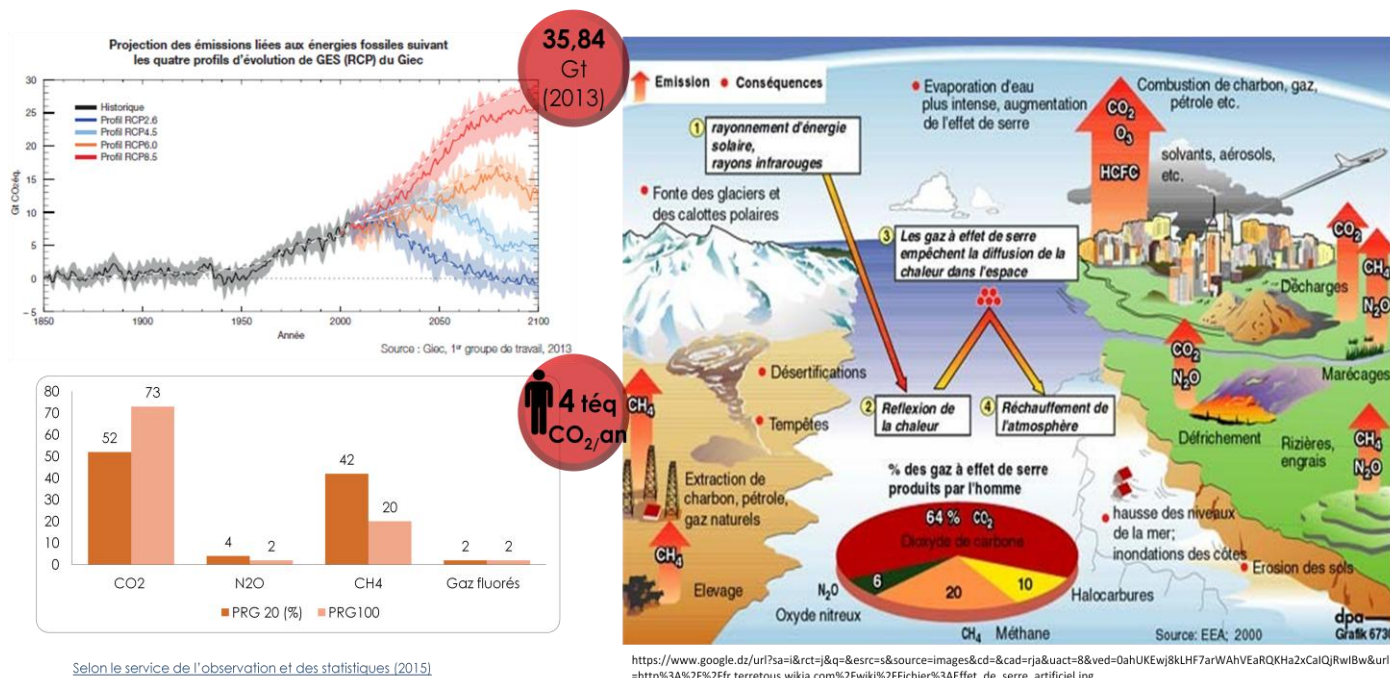
<sup>1</sup>Gaz à effet de serre: ils comprennent plus particulièrement le CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone), le CH<sub>4</sub> (méthane), le N<sub>2</sub>O (protoxyde d'azote), les PFC (Per fluorocarbure), les HFC (Hydrofluorocarbure), le SF<sub>6</sub> (hexafluorure de soufre) et l'O<sub>3</sub> (Ozone).

<sup>2</sup><http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/EN.ATM.CO2E.KT> (consulté le 30/12/2016)

<sup>3</sup>Indice, décrivant les caractéristiques de radiation de gaz à effet de serre bien mélangés, représentant l'effet combiné de la durée de vie de ces gaz dans l'atmosphère et leur efficacité relative pour absorber le rayonnement infrarouge sortant. Cet indice donne l'approximation de l'effet de réchauffement dans le temps d'une masse unitaire d'un gaz à effet de serre donné dans l'atmosphère, par rapport à celui du dioxyde de carbone (GEC, 2007).

## Réchauffement climatique

Perturbation du climat liée à l'augmentation de la concentration de **GES** dans l'atmosphère



**Figure 1 :** Contexte général du réchauffement climatique. **Source :** auteur, 2017

## B. Concept de résilience

Face à cette réalité, l'attitude de la ville – en tant qu'écosystème en étroite interaction avec le climat – doit être celle de la résilience.

La résilience est un concept polysémique recouvrant des facettes différentes selon la discipline qui la mobilise, le contexte dans lequel elle est mobilisée et l'objectif qu'elle dessert.

- Le mot *résilience* vient du verbe résilier, qui signifie sauter en arrière/rebondir, rejaillir.
- En physique des matériaux, le concept fait référence au retour à l'état initial.
- En étude des écosystèmes et la psychologie, il renvoie à une capacité d'adaptation et d'organisation d'un système pour affronter au mieux des perturbations.
- En sociétés humaines, un système est « résilient » s'il sait et peut trouver les capacités nécessaires pour son adaptation face à des aléas qui le menacent.

Au plan institutionnel, la notion de résilience a été inscrite par exemple en 2008 en France dans le livre blanc sur la défense et la sécurité nationale. La résilience y est définie comme la volonté et la capacité d'un pays, de la société et des pouvoirs publics à résister aux conséquences d'une agression ou d'une catastrophe majeure, puis à rétablir rapidement leur capacité de fonctionner normalement, ou à tout le moins dans un mode socialement acceptable [COUVENT, 2010].

Sous une optique urbaine, Julien Rebotier définit clairement la résilience territoriale comme étant «la capacité d'un système socio spatial à récupérer d'une perturbation et à diminuer les impacts attendus lors d'une perturbation ultérieure, notamment grâce à l'apprentissage et à l'intégration du retour d'expérience dans les caractéristiques du système» [COUVENT, 2010, p 15].

### **C. Résilience et adaptation par réduction des émissions de GES**

Les chercheurs s'accordent pour dire qu'il est important de lier la résilience à la résistance et l'adaptation. Le monde évolue, linéairement ou par rupture, et la société doit être à même de s'adapter si elle veut survivre. L'intérêt de la notion de résilience est de coupler la capacité de résistance avec celle d'adaptation, d'absorber en s'adaptant, en muant. La notion de résilience questionne donc la notion de durabilité du concept de développement durable et pourrait l'élargir, la compléter. Résilience = résistance (faible vulnérabilité) + adaptation (capacité de transformation) [COUVENT, 2010].

### **D. Présence de gaz carbonique en milieux urbains**

Lutter contre le réchauffement climatique et anticiper sur ses conséquences nous renvoie à opter pour une adaptation par l'engagement d'une démarche globale de lutte contre les émissions de GES.

Le principal gaz à effet de serre émis par l'homme est le gaz carbonique provenant de la combustion des énergies fossiles (charbon, pétrole, ou gaz). Aujourd'hui 85% de l'énergie commerciale consommée dans le monde provient de la combustion de ces énergies primaires. De ce fait, chacun de nos gestes engendre des émissions de GES, que ce soit pour se déplacer (en avion, en voiture, en bateau...), se chauffer, produire de l'électricité, produire des matières premières et des produits manufacturés, utiliser les engrais azotés en agriculture (émissions de N<sub>2</sub>O), traiter les déchets organiques ou pour les activités d'élevage (émissions de CH<sub>4</sub>). [Communauté de l'agglomération d'Angers Loire métropole, 2008].

Lutter contre les changements climatiques revient à réduire les émissions de GES, par l'élaboration des outils permettant d'aider urbanistes et décideurs à mesurer et à valoriser leurs efforts en matière de réduction des besoins en énergie et des émissions de GES.

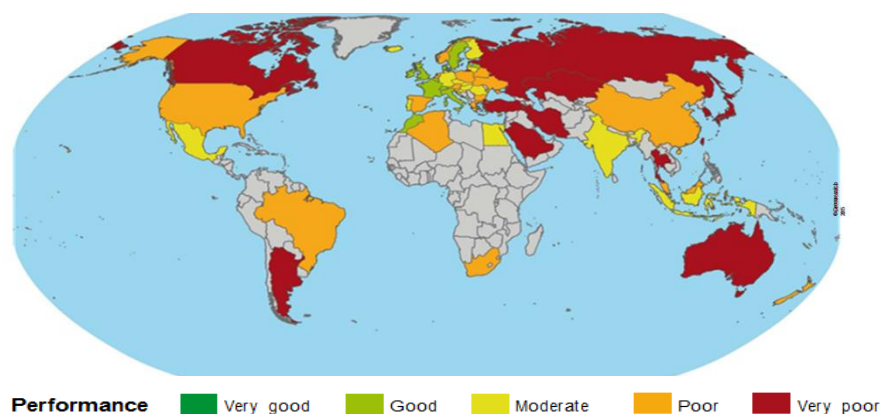
L'Algérie - comme tout autre pays du monde - est concernée par cette décision de réduction des émissions de GES découlant des enjeux géopolitiques de la COP-21. Elle annonce en effet dans son rapport qu'elle pense pouvoir réduire ses émissions en 2030 de 7% par rapport à un scénario *business as usual*, mais pouvoir hisser cette réduction à 22% si elle y est aidée [Liberation.fr, 2015].<sup>4</sup>

Rappelons que notre pays est classé en 40ème position dite « classe faible », selon le rapport de classement de l'indice de changement de performance climatique (ICPC) 2016

---

<sup>4</sup><http://sciences.blogs.liberation.fr/2015/09/17/cop-21-la-contribution-de-lalgerie/> (consulté le 26/08/2016)

[BURCK, MARTEN & BALS, 2016], avec une émission de GES qui atteint 0,176 Gt CO<sub>2</sub>éq [Banque mondiale, 2013]<sup>5</sup>.



**Figure 2 :** ICPC 2016 (carte du monde montrant les classes des pays selon l'indice de changement de performance climatique 2016), Source : <https://germanwatch.org/en/download/13630.pdf>, détails du classement, voir annexe 1

### E. Nécessité du bilan carbone en milieux urbains

Cependant, cet engagement local nécessite une planification énergétique territoriale qui consiste à traduire en mesures concrètes les objectifs fixés par les collectivités locales dans le cadre de leur politique énergie-climat. AMOURA [2014] cite les actions qui sont nécessaires :

- La collecte et mise à jour de données de terrain permettant d'évaluer et de suivre l'évolution des performances énergétiques, économiques et environnementales des systèmes énergétiques globaux.
- Les systèmes technologiques, tant pour la demande que pour l'approvisionnement.
- Les cadres réglementaires modernes hiérarchisés.
- Une analyse économique basée sur le cycle de vie des installations.

Le bilan carbone BC (qui est une méthode dédiée à la comptabilisation des émissions et l'identification des leviers d'actions de réduction) peut faciliter l'engagement local dans des actions concrètes.

### F. Echelles d'intervention

Un territoire n'est pas un bloc, il est composé d'une multitude d'échelles dont chacune a un rôle à jouer dans son développement et sa résilience, de l'échelle micro à l'échelle territoriale, nationale voire planétaire. Afin de faciliter la perception des changements, à prendre en considération les échelles et leurs interactions, et à développer un système

<sup>5</sup><http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/EN.ATM.GHGT.KT.CE?end=2012&locations=DZ&start=1970&view=chart> (consulté le 27/08 /2016)

modulaire plus résilient. La résilience passe par la prise en considération de l'aspect multi-scalaire de [COUVENT, 2010]:

- L'environnement : de la cellule au paysage, de la maison aux barrages,
- La société : l'individu, le ménage, la nation, les sociétés du monde,
- L'économie : l'entreprise, la zone d'activité, le phénomène de globalisation,
- L'organisation institutionnelle : l'association, le département,...

À l'**échelle planétaire**, les émissions de GES sont mesurés afin d'estimer l'empreinte écologique de l'humanité et la capacité de charge de notre planète. Les organisations les plus reconnues dans cette échelle étant le Groupe intergouvernemental d'experts sur le climat (GIEC) et la Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

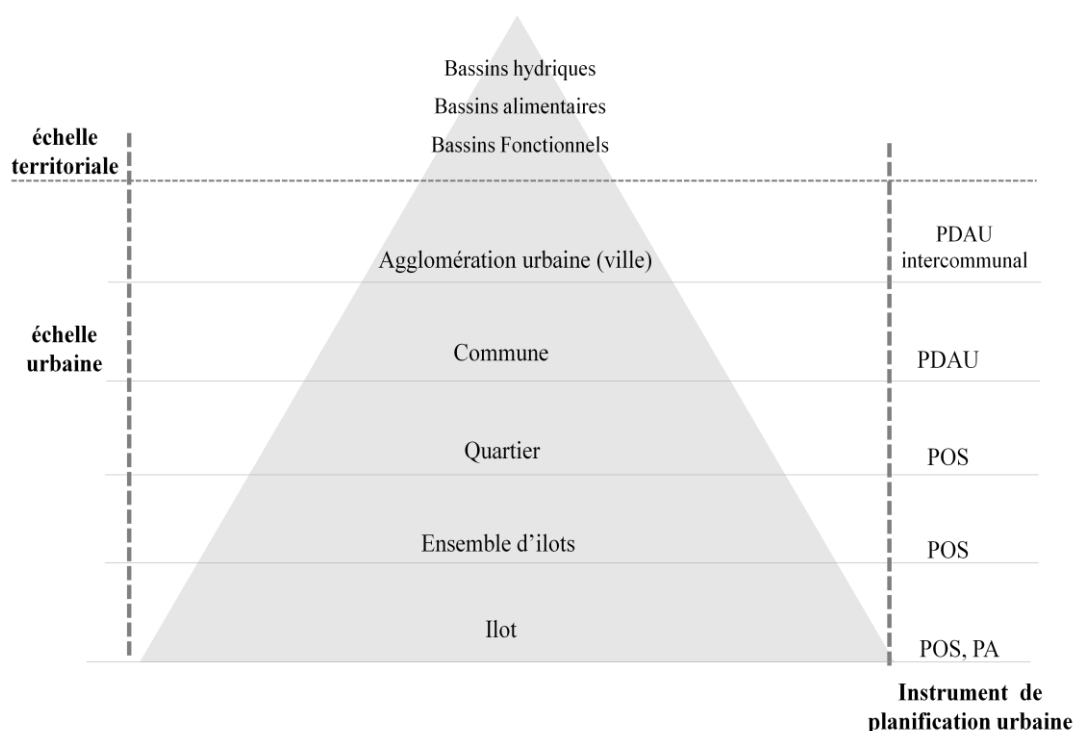
Nous passons à l'**échelle continentale**, dans le but de fixer les objectifs continentaux communs. Des organisations mondiales ou territoriales prennent en charge cette mission, tels que l'Union européenne à travers ses conseils économiques et financières (ECOFIN), environnement (ENVI), ainsi que des structures de financement pour les engagements de réduction de GES tels que : Banque interaméricaine de développement (BID), Société financière internationale (SFI), Banque européenne de la reconstruction et du développement (BERD), Banque africaine de développement (BAfD).

À l'**échelle des pays**, les engagements de chaque territoire se font par le biais d'une feuille de route mettant en exergue la politique climatique du pays, le cadre institutionnel spécialisé capable de lutter contre les changements climatiques, ainsi que les secteurs prioritaires sur lesquels les mesures d'adaptation seront prises.

Les émissions de GES peuvent être mesurées dans une échelle plus fine, qui est l'**échelle urbaine**. Pour cette échelle, qui varie de la ville jusqu'à l'ilot et passe par la commune, l'engagement national se décline généralement en des mesures réglementaires (adaptation du cadre règlementaire de planification et de gestion de la résilience des écosystèmes, mise en place des moyens de financement des mesures d'adaptation spécifiques), puis opérationnelles (élaboration de plans régionaux et locaux d'adaptation aux CC, mise en place d'un dispositif de veille et d'alerte, renforcement des capacités pour la gestion des événements climatiques extrêmes ).

Pour mener cet engagement sur le terrain, une approche de correspondance des échelles urbaines - instrument de planification urbaine est nécessaire (voir schéma ci-dessous), afin de justifier l'inscription spatiale du BC comme outil d'aide à la conception et la planification urbaine.

Nous exposons dans ce qui suit un schéma qui résume les échelles urbaines ainsi que les outils de planification urbaine correspondants en Algérie.



**PDAU** : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme, **POS** : Plan d'Occupation au Sol, **PA** : Projet d'Aménagement

**Figure 3** : Schéma explicatif de la correspondance échelle urbaine- instrument de planification urbaine en Algérie, **Source** : auteur

De ce système modulaire, nous choisissons celle de l'îlot (ensemble d'îlots) pour les raisons suivantes:

- ✓ C'est une échelle intéressante et la plus significative de l'opérationnel, c'est l'échelle de proximité: « *la vraie échelle d'action n'est pas en réalité nationale, mais locale. Elle a certes besoin d'un portage politique fixant les règles générales et le cadre juridique, mais c'est au niveau réglementaire, qui touche les situations concrètes, que les avancées les plus précieuses peuvent être réalisées* ». [BEREZOWSKA-AZZAG, 2016, p9]
- ✓ Faisabilité de la démarche : c'est l'échelle qui convient le mieux à la démarche *bottom-up* qui émane du terrain. E. BERZOWSKA-AZZAG [2016] remarque qu'*il ne sert à rien de se lamenter aujourd'hui sur l'inertie habituelle des Etats qui, bien qu'adhérents aux principes de l'accord, sont obligés de négocier en coulisses en fonction des enjeux des multinationales du marché énergétique mondial ou en fonction des différences des objectifs nationaux de développement.* » [p 5]
- ✓ Temps accordé à la recherche : la durée de confection du mémoire de master de recherche est restreinte. Ce qui nous oblige à restreindre aussi le périmètre d'étude qui nécessite la réalisation des interviews ciblés.

## Motivations de la recherche

L'intérêt du sujet émane de notre constat sur le décalage qui existe entre la volonté politique en Algérie d'appliquer les engagements pris lors des derniers accords sur le climat et la lenteur ou l'inefficacité sur le terrain pour les concrétiser, notamment en milieux urbains.

L'absence des stratégies locales d'adaptation, l'absence d'outils réglementaires relatifs à la planification urbaine climato-intelligente et la faiblesse des bases des données sont certainement les causes de cette lenteur.

Nous constatons aussi que les outils d'évaluation des effets de réchauffement climatique en ville ne sont pas connus ni employés au niveau opérationnel.

### Intérêt du sujet

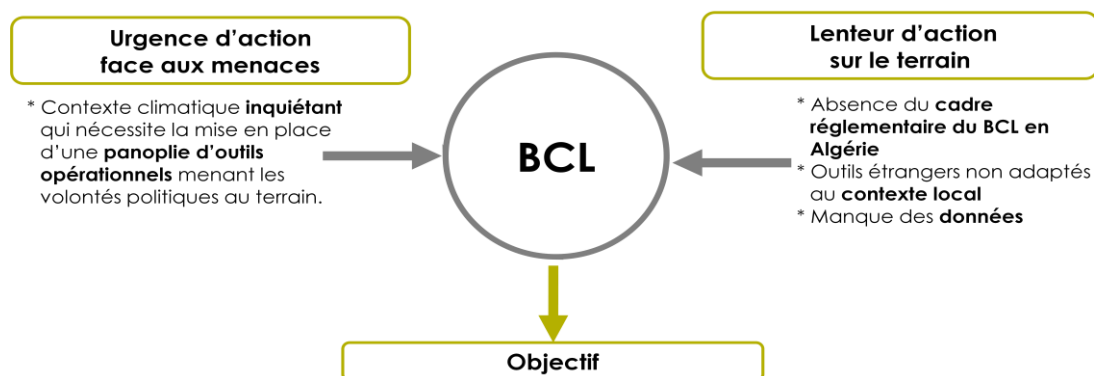


Figure 4 : Schéma explicatif de l'intérêt du sujet, Source : auteur

Nous voulons enrichir la recherche algérienne par une analyse des émissions carbone en milieux urbains. Pour concrétiser cet apport, du point de vue opérationnel, notre recherche vise à aboutir à un outil BC local, pouvant aider à :

- La conception des îlots urbains résilients aux changements climatiques (pour les urbanistes)
- La décision dans le domaine d'évaluation de la résilience urbaine.

## Problématique générale

Les émissions de GES se sont considérablement accélérées depuis 1900, conséquemment aux activités humaines tels que : le bâtiment, le transport (les émissions dues au trafic automobile entre autre sont coupables de la détérioration de la qualité de l'air et de l'apparition de maladies diverses conséquentes à cette pollution) ou l'industrie.

Ce constat, confirmé par le GIEC [2014], se base entre autres sur les mesures de concentrations de GES (dioxyde de carbone, méthane et oxyde nitreux) qui ont augmenté de 40% depuis l'ère préindustrielle. Le rapport du GIEC affirme qu'"il est extrêmement probable que plus de la moitié de la hausse des températures globales moyennes de surface observée de 1951 à 2010 a été causée par la hausse des concentrations de gaz à effet de serre anthropiques" [GIEC, 2014, cité par A . FERNINI- HAFFIF].

La question se pose alors, sur quel levier il faut agir pour améliorer le niveau de résilience et l'efficacité d'adaptation.

L'adaptation aux changements climatiques demeure une problématique de taille. De nos jours, aucun pays n'est encore sur la voie qui serait nécessaire pour répondre à l'objectif central de COP21 : contenir les changements climatiques en dessous de 2°C et de poursuivre l'effort pour limiter l'élévation de température à 1,5°C par rapport à la période préindustrielle, à l'horizon 2050.

L'adaptation est surtout orientée sur [BEREZOWSKA-AZZAG, 2016]:

- l'économie de l'eau,
- la mutation de l'agriculture,
- la maîtrise de l'énergie et la protection des milieux fragiles.

La réalité en chiffres confirme cet échec. L'indice de changement de performance climatique en est la preuve : arrivant à son 11<sup>ème</sup> édition (résultats 2016), aucun pays a atteint le podium. Le Danemark maintient son rang de 4ème position (avec un score de 71.19), suivi par le Royaume uni 70.13, la Suède (69.91), la Belgique (68.73), France (65.97), la République de Chypre (65.12) et enfin le Maroc (63.76).

L'Algérie occupe dans ce classement la 40ème place sur un total de 61 places avec un score de 53.30 [BURCK, MARTEN & BALS, 2016]. Une simple analyse plus fine (par indicateur) dévoile plusieurs réalités qui expliquent le classement de notre pays :

- *Niveau des émissions*: l'Algérie enregistre son meilleur score dans cet indicateur qui comporte les émissions provenant de la déforestation et la dégradation des forêts, l'approvisionnement en énergie primaire par habitant, les émissions de CO<sub>2</sub> par habitant.
- *Développement des émissions et énergies renouvelables* : ces indicateurs sont les plus responsables du classement qui reste assez faible.
- *Efficiences* : cet indicateur marque une présence timide encore à développer
- *Politique climatique* : contrairement aux ceux analysés en amont, cet indicateur semble prendre un chemin bien défini qui avance « doucement mais sûrement »

Face à cet état de fait, tous les secteurs – y compris l'urbanisme- devront conjuguer leurs efforts pour contribuer à la concrétisation des volontés politiques du pays vis à vis du changement climatique (CC).

Pour cela, un retour sur le classement du pays, sous une optique urbaine, permet de faire ressortir plusieurs défaillances, et par conséquent, plusieurs futures pistes d'intervention. Les indicateurs estimés responsables de ce retard en matière de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> (et donc de la résilience par adaptation aux changements climatiques) sont le *développement des émissions et énergies renouvelables*.

Le premier comporte des éléments liés directement à l'urbanisme (émissions liées à la production de l'électricité et du chauffage, émissions de l'industrie et de manufacture, émissions du trafic routier, émissions du secteur résidentiel et du bâtiment et enfin celles liées à l'aviation), tandis que le deuxième, *énergies renouvelables*, est un thème qui est devenu lui aussi indispensable en éco-urbanisme.

Par croisement de toutes ces données : l'urgence de réaction des villes face au réchauffement climatique, leurs responsabilités affirmées par la nature « anthropique » des émissions de GES et la présence des pistes urbaines fertiles prometteuses d'apport à la résilience, cette recherche vise à améliorer les performances environnementales locales par réduction des émissions de CO<sub>2</sub> en milieux urbains.

La question de recherche peut alors être formulée ainsi :

*Comment mesurer les émissions de CO<sub>2</sub> en milieu urbain? À quelle échelle peut s'effectuer cette mesure?*

### Problématique spécifique

Notre recherche s'intéresse au contexte local d'Alger, capitale et première métropole nationale, soumise aux effets de réchauffement climatique.

#### Une mutation des vulnérabilités urbaines à l'horizon 2030

Les travaux d'étude et des projections climatiques que nous citons ci-dessous, prouvent que la wilaya d'Alger est l'écosystème le plus vulnérable aux changements climatique sur le littoral méditerranéen algérien. Il s'agit notamment du :

- 1- **Programme européen de R&D ENSEMBLES** (projections climatiques à l'horizon 2030 ont été réalisées à l'aide de neuf modèles de descente d'échelle dynamique):
  - **But:** affiner les projections climatiques du GIEC avec le scénario d'émissions de gaz à effet de serre, avec des grilles de modèle de haute résolution (25 km), en quantifiant les incertitudes. Ses résultats sont ici complétés par les simulations d'ARPEGE climat, à la résolution de 50 km sur l'Algérie.
  
- 2- **Programme Villes et changement climatique du CMI** (centre de Marseille pour l'intégration de la méditerranée), les villes côtières du MENA (middle east and north africa), co-piloté par la banque mondiale et la caisse des dépôts et consignation (CDC) [Egis EAU, IAU&Brgm, 2013] :
  - L'étude s'appuie sur le PDAU, version 2015.
  - **But:** favoriser l'adaptation des villes d'Afrique du nord aux changements climatiques et aux risques naturels.

Ces études dévoilent des réalités inquiétantes sur l'aire métropolitaine d'Alger :

- D'après l'ensemble des modèles, le réchauffement, déjà clairement observé, devrait se poursuivre jusqu'à l'horizon 2030 (ENSEMBLE).
- **Écart entre la température annuelle** moyenne à l'horizon 2030 et la période de référence 1961-1990 est compris entre 1 et 1.4°C suivant les régions. Le réchauffement est plus marqué en été et plus important au sud de la zone d'étude.
- **Probable allongement des périodes de sécheresse** ; certains modèles prévoient cependant des hausses des pluies extrêmes de 10 à 30%. Les résultats montrent également que la variabilité des événements extrêmes augmenterait dans le futur.
- **Risques naturels**; les conditions d'érosion et de submersion côtières affectées par l'élévation du niveau marin indirectement provoquée par le réchauffement climatique, via les phénomènes d'expansion thermique des masses d'eau (dilatation) et la fonte des calottes polaires (élévation globale du niveau marin de 20 cm à l'horizon 2030 selon GIEC, avec risque d'augmentation de 7% en cas de tempêtes).
- **Baisse de pluviométrie** 10% à 30% selon les modèles, ce qui pourrait entraîner une baisse de l'ordre de 20% des volumes régularisables par les barrages et de l'ordre de 40% de la ressource en eau souterraine. Malgré cette réduction de la ressource, la modélisation réalisée montre que les ressources disponibles seraient suffisantes pour satisfaire la demande en eau de la wilaya d'Alger en 2030, qui ne devrait d'ailleurs pas évoluer significativement à cet horizon, les autorités misant sur une augmentation importante du rendement des réseaux (réduction des pertes pour compenser l'augmentation des besoins).
- **Position géographique de la wilaya** : ville côtière considérée la plus sérieusement exposées aux impacts du CC.
- Alger doit assumer un **rôle central**, en tant que territoire précurseur d'une nouvelle dynamique de développement durable ; elle doit s'affirmer comme principal pôle économique de l'Algérie, forte de ses assises industrielles et tertiaires, afin de créer un territoire plus compétitif et de renforcer sa capacité d'attraction sur le plan de l'éducation, du marché du travail et des opportunités d'investissement.
- Elle concentre les **fonctions de commandement**. Cela justifie un niveau d'équipement supérieur aux autres territoires du pays, mais rend d'autant plus important la nécessité d'une prévention efficace pour faire face aux risques naturels
- Elle **concentre les flux** : dans l'aire métropolitaine, elle regroupe plus de 5,3 millions d'habitants (2008) dont près des deux tiers résident dans la wilaya d'Alger [Egis EAU, IAU&Brgm, 2013].
- Elle contient d'autres **composantes urbaines sensibles** : habitat précaire (bidonvilles, habitat insalubre), habitat informel (lotissements clandestins), habitat

dense, sites de risques technologiques majeurs et patrimoine urbain (Casbah, monument, centre ancien) et naturel (forêt, zone humide). Ces zones urbaines sensibles sont particulièrement vulnérables en cas d'événement naturel majeur. Elles nécessitent des mesures de protection ou de résorption plus importantes que les autres espaces urbains.

Ces facteurs se conjuguent pour affirmer l'urgence d'évaluer les risques et les sources de vulnérabilités urbaines de la région pour renforcer la résilience des villes concernées.

Pour cela, une contribution prévue déterminée au niveau national (CPDN) est mise en route comme contribution initiale de l'Algérie à la COP21 [CPDN, 2015]:

- Fruit d'une large consultation intersectorielle avec la participation de la société civile lors de la **conférence nationale de concertation sur le climat du 28 juillet 2015**,
- Adoptée par le **conseil des ministres le 24 mai 2015**
- Adoptée définitivement par le **conseil interministériel le 3 septembre 2015**, et engagée sur la période 2021-2030.

Cette feuille de route s'articule autour de deux volets:

**Atténuation** : ce volet se réfère au scénario business as usual BAU du 4e rapport du GIEC [2007], relatif à l'émission des GES (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O).

<b>Secteur de gouvernance</b>	De conception et de recherche (ANCC)
	De coordination et de suivi (CNC)
	De planification (Plan National Climat PNC, MEAT)
	De vérification (système MRV)
<b>Secteur de l'Energie</b>	27% d'intégration des Energies Renouvelables dans l'électricité à 2030
	Généralisation de l'éclairage performant (HPE)
	Isolation thermique de logement
	Augmentation des parts du GPL et du GN dans les carburants
	Réduction du volume des gaz torchés à moins de 1% à 2030
<b>Secteur des Déchets</b>	Valorisation des déchets
	Compostage des déchets organiques et verts
	Valorisation énergétique du méthane des centres d'enfouissement technique et des stations de traitement des eaux usées
<b>Secteur des Forêts</b>	Boisement et reboisement
	Prévention des incendies de forêts
	Modernisation des moyens de lutte contre les incendies
<b>Secteurs d'information, d'éducation et de formation</b>	Information, sensibilisation et communication sur les enjeux climatiques
	Programme national d'éducation, de formation et de recherche sur les changements climatiques

**Tableau 1.** Actions phares d'atténuation par secteur (2021-2030), Source: CPDN, Algérie, 2015

Les secteurs concernés sont: énergie, industrie, agriculture, forêts et gestion des déchets. Un arsenal d'instruments spécifiques de planification est mis en place sous l'égide de l'ANCC (plan national climat PNC, PNAE-DD, système national de mesurabilité, de reporting et de vérification MRV sur 2016-2020) dans le but d'agir sur les sources d'émission. Seulement le volet manque d'actions concrètes.

Pour ce faire, un comité national climat CNC installé en juillet 2015 à Alger, auprès du Ministère en charge de l'environnement, renforce le dispositif institutionnel national pour assurer la coordination, le suivi et l'évaluation des politiques et programmes nationaux relatifs aux CC.

**Adaptation:** l'objectif principal de ce volet est la promotion d'une société et d'une économie plus résiliente aux effets des CC, avec la priorité à la protection des populations, préservation des ressources naturelles et des infrastructures contre les risques extrêmes.

<b>Institutionnelles</b>	Adaptation du cadre institutionnel
	Renforcement des capacités institutionnelles et humaines pour la lutte contre les CC
<b>Règlementaires</b>	Adaptation du cadre réglementaire de planification et de gestion de la résilience des écosystèmes
	Mise en place des moyens de financement des mesures d'adaptation spécifiques
<b>Opérationnelles</b>	Elaboration de plans régionaux et locaux d'adaptation aux CC
	Mise en place d'un dispositif de veille et d'alerte
	Renforcement des capacités pour la gestion des événements climatiques extrêmes

**Tableau 2.** Mesures d'adaptation par statut (plan climat national), Source: CPDN, Algérie, 2015

Les secteurs concernés : l'agriculture, l'hydraulique, la santé humaine et les transports. Cependant, les mesures d'adaptation sont mentionnées sommairement.

Suite à l'accord de Paris, l'Algérie devrait réajuster sa stratégie climatique avant novembre 2016, en fonction des décisions prises par cet accord, dont l'entrée en vigueur est soumise à la ratification par les pays signataires durant la période de 22 avril 2016 au 21 avril 2017. L'Algérie a été l'un des premiers pays à signer l'accord à New York le 20 avril 2016 et a ratifié l'accord par décret présidentiel signé le jeudi 13 octobre 2016.

Pour la ratification, l'Algérie réclame [VUDD, 2016]:

- L'accès aux ressources financières extérieures sur le fonds vert et le fonds pour l'environnement mondial FEM des nations unies, qui doit mobiliser 100 milliards de dollars avant 2020.
- Le développement de la recherche locale, avec l'aide d'un comité de paris sur le renforcement des capacités d'adaptation, d'atténuation, de la formation, de l'éducation et de la sensibilisation.
- La nécessité de respecter les trois droits fondamentaux: droit au développement des peuples, droit à l'environnement pour tous et le respect des droits de l'Homme, dans l'application de toute stratégie de lutte contre les changements climatiques au niveau mondial.

Suite à la lecture de la contribution algérienne à la COP21, nous sommes face à la réalité d'urgence d'action. Les échéances et l'objectif de réduction fixés risquent de ne pas être respectés, en absence d'outils opérationnels menant de la volonté politique au terrain.

Dans le cas où nous décidons de se faire aider par des méthodes et outils internationaux qui ont prouvé leur efficacité en matière d'aide à la décision de lutte contre le CC, nous ne disposons pas des plateformes et des banques de données suffisantes pour obtenir les résultats souhaités et parfois même pour faire fonctionner l'outil.

Le principe d'adaptation des méthodologies aux réalités nationales [ADEME<sup>6</sup>, 2013], pose la question de l'approche : faut-il respecter l'outil à la lettre ? Où faut-il l'adapter suivant nos besoins et capacités ?

Le Canada, comme tout autre pays ayant engagé la lutte contre les changements climatiques, classé en 56<sup>ème</sup> position dans le classement de l'ICPC 2016, aborde sa stratégie de lutte autrement : il part d'un plan d'actions contenant des priorités sectorielles puis propose des outils afin de concrétiser ses volontés sur terrain. L'objectif de ce regard c'est de prouver la possibilité de manipuler de manière simplifiée le BC par ce pays.

Le Canada connaît des taux d'émissions par habitant les plus élevés au monde (soit 13,5 CO<sub>2</sub> tonnes métrique/ habitant [banque mondiale, 2013]<sup>7</sup>). C'est pourquoi la stratégie canadienne (québécoise) oriente ses actions vers un partenariat et implication de la municipalité afin d'inverser cette tendance et de donner l'exemple.

La mise en lumière de l'expérience québécoise éclaire plusieurs éléments susceptibles d'appuyer notre démarche choisie:

- C'est un plan d'action (voir résumé du plan d'action 2013-2020 en annexe 2) qui présente des chapitres entrelacés faisant la liaison entre tous les éléments de l'urbanisme. C'est une approche porteuse de solutions urbaines. Elle se rapproche plus de la ville que du territoire. Ce qui va en concordance avec notre volonté de construire un outil d'aide pour les urbanistes.
- C'est aussi une approche participative qui compte sur les municipalités, ce qui va en concordance avec la démarche choisie (*bottom-up* justifiée par la restriction de l'étude aux ilots urbains vu le temps accordé à la recherche, ainsi que la volonté de proposer de premières réponses quant aux secteurs responsables de l'augmentation du bilan carbone et les pistes d'actions permettant la mise en opérationnalité de l'outil). Dans cette approche, il s'agit de respecter l'intérêt public, ce qui équivaut au développement de collectivités viables, œuvrant tant à l'échelle du bâtiment qu'à celles de la rue, du quartier et de l'agglomération [Vivre en ville, 2015].

Selon les auteurs de l'approche canadienne, la leçon à tirer de cette organisation c'est sa manière simplifiée de manipuler le BC :

- Le bilan est dédié à la planification de la croissance urbaine à faible impact climatique et présente le portrait des émissions de GES dans le but de lutte contre les changements climatiques.

---

<sup>6</sup> Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

<sup>7</sup> <http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/EN.ATM.CO2E.PC> (consulté le 31/12/2016)

- La démarche développe seulement 2 bilans carbone et se libère des postes d'émissions présentes dans la méthode française. Les deux bilans sont structurés comme suit [Vivre en ville, 2015]:

*Bilan carbone du transport:* les émissions en transport dépendent de plusieurs paramètres, dont il est essentiel de bien connaître les déterminants afin d'être en mesure de choisir les stratégies de réduction les plus prometteuses :

- Les distances parcourues ;
- Le mode de transport utilisé (marche, vélo, transport collectif, automobile) et taux d'occupation des véhicules ;
- La consommation des véhicules (selon leur poids, leurs caractéristiques techniques, leur entretien) ;
- Le type d'énergie (fossile, électrique, etc.).

*Bilan carbone du bâtiment :*

- L'énergie intrinsèque, à l'origine de sa construction et de la fabrication des matériaux qui le composent ;
- La consommation énergétique du bâtiment : dimensions, surface exposée à l'extérieur, performance et gestion des systèmes, étanchéité de l'enveloppe, stratégies passives, architecture bioclimatique, etc. ;
- Le type d'énergies utilisées (fossile, hydroélectrique, etc.) ;
- L'influence sur les déplacements des usagers (localisation, implantation et équipement).

Au vu de la faiblesse des bases des données locales en Algérie, notre problématique spécifique s'articule alors autour des questions suivantes :

***Comment peut-on adapter le BC au contexte local algérois ? Quels sont les composantes à l'origine du gonflement du BC et sur lesquels l'action est prioritaire ? Comment le BC participe à l'évaluation et à la décision ?***

### **Objectifs et étapes de la recherche**

Le but de la recherche est principalement de contribuer à la résilience par adaptation aux changements climatiques en milieux urbains en réduisant des émissions de CO<sub>2</sub>. Il s'agit également d'une proposition d'un outil d'estimation de ces émissions, adapté à l'échelle urbaine de proximité, permettant d'orienter la conception de l'aménagement urbain en proposant un bilan carbone local (BCL) simplifié selon les données disponibles.

Afin d'atteindre les objectifs fixés en amont, le travail se déroulera suivant les étapes ci-dessous où il s'agira de :

- Connaître le BC : sa philosophie, ses composantes,
- Etablir un BCL (sur une échelle d'ilot): concevoir l'outil d'estimation des émissions de CO<sub>2</sub> en milieu urbain, son principe de calcul, sa méthode de calcul, ses indicateurs, leurs unités de mesure ainsi que la manière d'adaptation de l'outil au contexte local.

- Tester l'application de l'outil aux ilots urbains choisis, pour estimer la quantité équivalente de CO<sub>2</sub> émise par chaque unité urbaine choisie et mettre en évidence les composantes d'aménagement qui influent sur le bilan.

### **Hypothèses**

Nous supposons ainsi que pour les besoins d'adaptation au CC par des aménagements urbains orientés sur la réduction des émissions de GES, il suffit de vérifier trois facteurs qui influent sur l'état du BCL :

- La consommation locale d'énergie
- Le type d'activité urbaine
- L'intégration de la biodiversité dans le périmètre concerné.

### **Méthodologie de recherche**

Le présent mémoire de recherche suit un processus logique déductif, qui passe par plusieurs étapes reflétés dans la structure de la rédaction. Les fondements théoriques établis par les organismes scientifiques internationaux (GIEC, Banque mondiale, COP21, etc.) offrent une base conceptuelle relative au BC et son rôle dans le processus d'adaptation au CC à l'échelle locale.

Les méthodes existantes étrangères d'évaluation du BC sont alors étudiées, ce qui montre leur complexité. Une telle évaluation ne serait pas possible à Alger, faute des données nécessaires.

Nous tentons alors de simplifier l'outil BCL afin de vérifier s'il serait possible de l'utiliser dans le contexte local des projets d'aménagements ou dans les actions d'adaptation des milieux urbains aux changements climatiques. Trois entrées se dégagent dans l'hypothèse : l'énergie, les activités et la biodiversité. Elles sont déduites des approches théoriques. L'échelle de l'ilot étant celle de la vérification opérationnelle.

Le présent mémoire propose de tester l'hypothèse sur trois cas d'ilots situés dans la commune de Rais Hamidou à Alger, dans les conditions climatiques et géographiques compatibles. Il s'agit :

- D'un ilot résidentiel comportant les logements collectifs et individuels.
- D'un ilot à équipement structurant contenant un lycée et une faible densité résidentielle
- D'un ilot mixte incluant une unité de production laitière, des commerces ainsi que des maisons individuelles.

La grille d'évaluation du BCL, issue de la simplification des outils internationaux est construite selon les données d'évaluation disponibles sur les ilots témoins. Ces données sont assemblées par :

- Une observation cartographique (verdure urbaine)
- Une enquête sur site de chaque ilot réalisée par des visites et entrevues semi-directives.

Le questionnaire est constitué de 16 questions qui s'articule autour des aspects généraux (profil de l'acteur concerné par l'entrevue), des questions ciblées à utilité directe pour le

calcul du BC (détails sur les déplacements des enquêtés, détails sur le logement: superficie, taille de ménage, montants de deux factures énergétiques trimestrielles estivale et hivernale ainsi que les appareils utilisés par le ménage), et des questionnements qui aident à développer une réflexion sur les résultats obtenus à la fin du traitement des données et de l'effectuation des calculs. Le questionnaire couvre un ensemble de 19 ménages/ 49 total de porte à porte, un lycée, une usine de production laitière ainsi que deux locaux commerciaux.

- Et enfin une analyse des typologies fonctionnelles et des surfaces construites.

Afin d'établir les grilles d'évaluation BCL des ilots témoins, nous avons procédé à une série de calculs qui comportent les relevés des montants des factures de consommation énergétique des sièges de l'enquête, la conversion des données récupérées en quantité d'énergie consommées et pour cela trois chemins de calcul sont utilisés, dans le but d'obtenir des quantités d'énergie compatibles aux facteurs d'émission (chemin de conversion de l'électricité, chemin de conversion du gaz et chemin de conversion du carburant). Les résultats sont obtenus après un dernier calcul qui consiste à multiplier les consommations énergétiques par les facteurs d'émission appropriés.

La dernière étape de la méthodologie de recherche consiste en une analyse comparative en termes d'augmentation et de diminution des BCL obtenus pour ensuite enchaîner sur la discussion des résultats sous différents aspects.

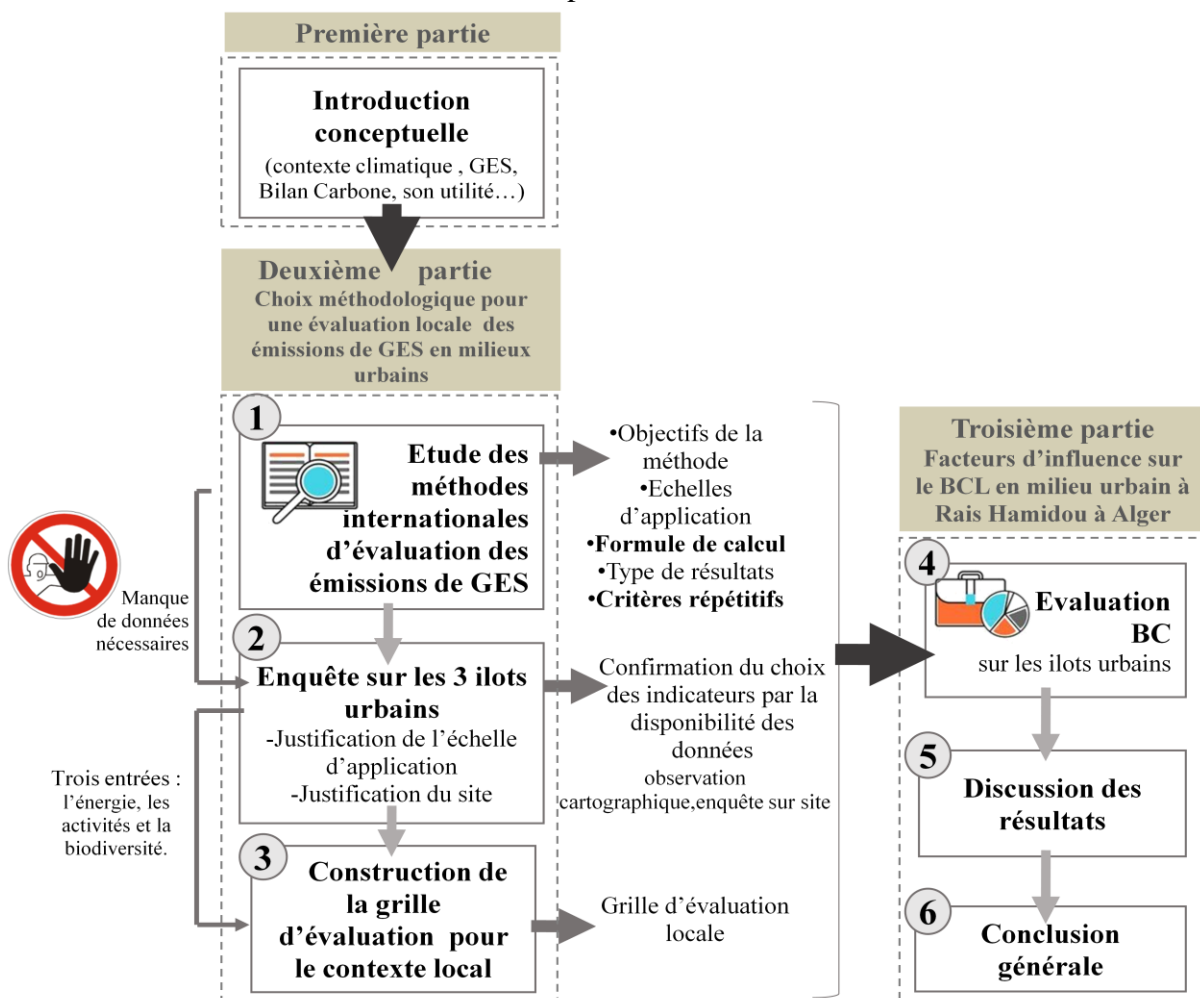


Figure 5 : Schéma explicatif du déroulement du travail de recherche, source : auteur

## ***Première partie : Introduction conceptuelle au bilan carbone***

---

En tout premier lieu, nous essayons de constituer une base théorique relative à l'outil en question. Il s'agit de comprendre le BC et de trouver la posture adéquate envers cet outil. Cette présente partie constitue le premier jalon de la construction de la grille des indicateurs du BCL.

## **Première partie : Introduction conceptuelle au Bilan Carbone**

### **Chapitre1: Bilan carbone et ses caractéristiques**

Le premier chapitre présente une synthèse relative à l'objet de recherche : sa définition, son affiliation réglementaire, sa philosophie ainsi que ses différents types. A cette phase, l'objectif étant de se positionner par rapport aux lignes de base sur lesquelles tout le monde s'accordent ainsi que par rapport aux aspects qui permettent d'ancrer la réflexion.

#### **1.1. Définition du bilan carbone (BC)**

Le Bilan Carbone est une méthodologie relativement récente. En 1988, lorsque le groupe intergouvernemental d'experts sur le climat (GIEC) a été fondé, une prise de conscience collective accrue de l'influence des émissions du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) sur le climat. Toutefois, en 1982, avec l'adoption de la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) lors du sommet de la terre de Rio de Janeiro, les états ont commencé d'inventorier leurs émissions de GES. La comptabilité du carbone chez les entreprises privées a commencé à la fin des années 1990, grâce en au développement du protocole sur les gaz à effet de serre. Ce n'est qu'au milieu des années 2000 qu'un nombre important d'organisations ont commencé à calculer et à publier leurs niveaux d'émission [BROCHÉ, 2016].

En France, le Bilan Carbone® est lancé en 2004. Il est développé par Jean-Marc Jancovici pour le compte de l'ADEME.

En 2011, face au succès de la méthodologie (devenue rapidement la plus utilisée en France) et dans un contexte réglementaire en pleine évolution (article 75 du Grenelle II sur les bilans GES), l'ADEME choisit de transmettre le Bilan Carbone® à une structure qui lui sera entièrement dédiée pour favoriser son évolution il s'agit de l'Association Bilan Carbone (ABC) [ABC, 2016].<sup>8</sup>

Les définitions se répartissent en deux parties pratiquement : celles des adeptes du BC et celles des adaptateurs de cet outil.

Pour les adeptes, le BC est la **démarche de comptabilisation et de réduction des émissions de GES** la plus utilisée en France [ABC, 2016]. C'est un ensemble de méthode, d'outils et de documents associés permettant l'évaluation des émissions de GES d'une entité (entreprise, institution, territoire...) [ICEDD<sup>9</sup>, 2013].

Pour ce qui est des adaptateurs, le BC est un outil de comptabilisation des émissions de GES de l'ensemble des activités capable d'**identifier** les activités les plus **polluantes** afin d'initier des **changements** dans une démarche d'amélioration continue. Cette démarche est

---

<sup>8</sup><https://www.associationbilancarbone.fr> (consulté le 27/12/2016)

<sup>9</sup>Institut de Conseil et d'Études en Développement Durable

cruciale pour pouvoir **identifier** les sources principales d'émissions et pour cibler au mieux les **marges de manœuvre prioritaires** [Factor, 2012].

Nous sommes partis sur la deuxième définition. Nous considérons le BC comme étant un outil de calcul des émissions de GES et d'aide à la conception urbaine, puis à la prise de décision.

L'outil en principe répond à des exigences réglementaires, il doit être compatible avec plusieurs documents hiérarchiques. Plusieurs situations peuvent se présenter [ADEME, 2016]<sup>10</sup>:

### ❖ *Compatibilités avec le bilan GES réglementaire :*

En France, **l'article 75 du Grenelle II** oblige certaines structures à réaliser un bilan de leurs émissions de gaz à effet de serre, appelé Bilan GES réglementaire. Les structures concernées par cette réglementation sont :

- Les entreprises de plus de 500 salariés.
- Les collectivités territoriales de plus de 50 000 habitants
- Les établissements publics de plus de 250 agents
- L'Etat

Le bilan GES réglementaire prend obligatoirement en compte les volets 1 et 2 des émissions de GES générées par la structure étudiée. La prise en compte du volet 3 est recommandée.

À l'issue du bilan, **un tableau de restitution**, accompagné **d'une synthèse des actions** envisagées pour réduire les émissions de GES, doivent être **remis en préfecture**.

### ❖ *Répondre à la réglementation avec le BC*

Selon l'ADEME, La version 7.6 du Bilan Carbone® permet de répondre à la réglementation car : elle permet **une extraction automatique** en conformité avec le format de restitution du Bilan GES réglementaire ; Ses tableurs intègrent **les facteurs d'émissions de la Base Carbone de l'ADEME**, base nationale de référence.

### ❖ *Avec le PCET*

Cette même réglementation impose aux collectivités locales de plus de 50 000 habitants de mettre en place **un plan climat-énergie territorial (PCET)**. Le Bilan Carbone® Territoire est présenté comme **l'outil de référence pour définir le profil climat** des collectivités.

### ❖ *Avec le Protocol GES et ISO 14069*

Pour faciliter l'accès des organisations aux démarches de gestion des émissions de GES et la convergence des normes en la matière, il est primordial de favoriser la compatibilité entre les principales solutions internationales de comptabilité carbone.

---

<sup>10</sup><http://www.bilans-ges.ademe.fr>

Dans cette optique, le Bilan Carbone® Version 7.6 propose **une extraction automatique des émissions au format Protocol GES et ISO 14069**, certification internationale de comptabilité GES.

### 1.2. Bilan carbone ou empreinte carbone ?

Nous commençons notre argumentaire (après celui de la définition), pour prouver à cette étape qu'il s'agit de BC et non pas d'empreinte carbone, que le BC est l'outil le plus adéquat pour cette étude (plus précisément pour aborder l'urbain).

Nous avons en amont brassé les définitions du BC et pris position nous même par rapport aux deux possibilités de définition. Par la suite, il s'agit de définir l'empreinte carbone et d'établir une étude comparative empreinte carbone - EC.

L'empreinte carbone EC est un indicateur destiné à caractériser la pression exercée par une population en termes d'émissions de gaz à effet de serre, en fonction de son niveau de vie. Elle couvre à la fois les émissions directes de cette population et les émissions indirectes, liées à la production et au transport des biens et services qu'elle consomme, que ceux-ci soient produits dans le pays ou à l'étranger [MEEM<sup>11</sup>, 2016].

#### Elements pris en compte :

	<b>Empreinte écologique</b>	<b>Bilan Carbone</b>
<b>Vocation</b>	Indicateur de durabilité (comparaison avec la biocapacité)	Indicateur d'émissions de carbone
<b>Applications de prédilection</b>	<i>Humanité, Territoires</i> : rapport planète vivante du WWF, nations, collectivités <i>Personne</i> : empreinte écologique personnelle. <i>Entreprises</i> <i>Produits</i> : même produits entre deux pays.	Entreprises Territoires
<b>Limites</b>	Toxicité et consommation d'eau pas prises en compte	Limitation aux GES (monocritère) Non prise en compte des autres enjeux environnementaux
<b>Convergences</b>	L'empreinte fait appel aux données issues des Bilans Carbone (et ACV, ...) L'empreinte peut contribuer à élargir les applications du Bilan Carbone (mesure de durabilité, communication, ...)	

**Tableau 3** : Lecture comparative Empreinte carbone et BC, Source : Auteur (Sur la base de MEEM, 2016 et ABC, 2016)<sup>12</sup>

La lecture comparative confirme que le BC est l'outil le plus adéquat pour répondre aux objectifs établis par cette recherche ainsi qu'à l'échelle d'intervention : si l'empreinte

<sup>11</sup>Ministère de l'environnement de l'énergie et de la mer

<sup>12</sup>[http://www.ecoconso.be/achatsverts/sites/mkw/files/uploads/EEetBC\\_TR\\_Indicateurs\\_14Mai.pdf](http://www.ecoconso.be/achatsverts/sites/mkw/files/uploads/EEetBC_TR_Indicateurs_14Mai.pdf) (consulté le 27/12/2016)

carbone se préoccupe principalement des échelles supérieures territoriales voire planétaire, le BC quant à lui, est mieux habilité à traiter l'échelle urbaine.

### 1.3. Niveaux d'émissions

Selon les documents ISO 14064, l'estimation des émissions de GES d'une entité X, revient à la somme des émissions de GES de l'ensemble des processus nécessaires à son existence.

Nous comptons trois niveaux d'émissions :

- Les émissions **internes** sont celles directement engendrées par l'entité
- Le niveau **intermédiaire** représente les émissions liées à l'achat d'énergie et aux déplacements des salariés et visiteurs ainsi que les transports sortants et internes des marchandises
- Le niveau **global** d'émission est les émissions indirectes.

Le tableau ci-dessous suivi d'un schéma expliquent d'avantage les niveaux d'émissions:

Niveau	Echelle correspondante	Eléments à prendre en charge par le niveau
<b>Volet 1 (scope)</b>	Périmètre le plus restreint de la norme ISO, en limitant les émissions prises en compte aux sources directement possédées, qu'elles soient fixes ou mobiles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les émissions résultant de l'utilisation de combustibles sur site.</li> <li>• Les émissions non liées à une combustion</li> <li>• qui ont lieu à partir de sources possédées par l'entité auditée ou toutes les émissions non liées à une combustion et provenant d'une source située à l'intérieur du territoire (notamment ce qui provient de l'agriculture)</li> <li>• Les émissions engendrées par la flotte de véhicules directement possédés par l'entité. Par contre les émissions liées à la production de l'électricité utilisée par les véhicules électriques n'est pas prise en compte.</li> </ul>
<b>Volet 2</b>	Achat d'électricité et de vapeur, y compris pour les transports opérés dans le cas de l'électricité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les émissions résultant de l'utilisation de combustibles sur site (procédés industriels et chauffage des locaux, essentiellement).</li> <li>• Les émissions liées aux achats d'électricité ou de vapeur (émissions qui auront donc lieu chez les « producteurs d'énergie »), et, pour l'électricité, même si elle sert à une source mobile.</li> <li>• Les émissions liées à l'utilisation sur le territoire de vapeur ou d'électricité produite à l'extérieur du territoire.</li> <li>• Les émissions directes engendrées par la flotte de véhicules directement possédés par L'entité...</li> </ul>
<b>Volet 3</b>	Quasiment les mêmes que les émissions « globales » de la méthode Bilan Carbone	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principale différence que les émissions de GES non compris dans le protocole de Kyoto ne sont pas prises en compte dans le périmètre ISO, alors qu'elles sont prises en compte dans le périmètre « global » du Bilan Carbone. Par exemple, les émissions liées à l'acheminement des produits achetés par l'obligé ou les émissions liées au déplacement des salariés entre leur domicile et leur lieu de travail</li> </ul>

**Tableau 4:** Niveaux des émissions de GES, bilan carbone .Source : Guide méthodologique, 2010.

Synthèse des périmètres  
[bleu - ISO/GHGP, vert = BC V6.1]

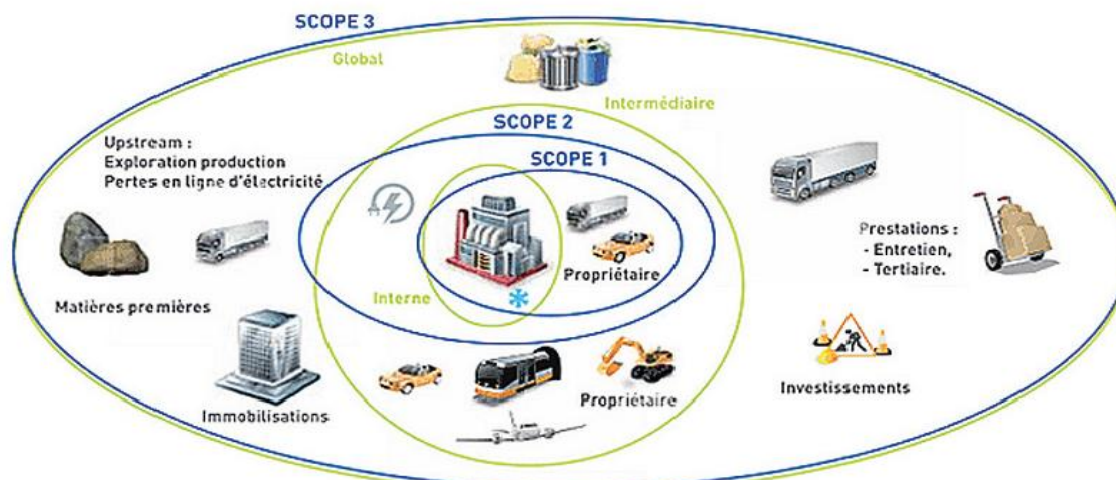


Figure 6 : Niveaux des émissions pris en compte par le BC. Source : ICEDD, 2013. <sup>13</sup><http://www.awac.be/pdf/MAE1.pdf>

## 1.4. Approches de bilan carbone (ou types)

Selon l'ABC [2016], il existe **deux approches** du Bilan Carbone® qui se différencient par leur périmètre d'étude :

### Approche collectivité

A destination de tout type d'organisation (entreprise, collectivité, établissement public, institution, événement...), elle permet de comptabiliser et réduire les émissions de GES associées au fonctionnement de la structure étudiée.

Approche collectivité	Service
Le périmètre d'intervention d'une collectivité est défini par les compétences dont elle a la charge. . Ces services et activités peuvent donc être soit directs (action gérée par la collectivité ou déléguée à un autre organisme) soit plus indirect (politique des logements, de la vie associative et culturelle, enseignement, etc).	Administration générale
	Enseignement
	Logements
	Transports collectifs
	Eau et assainissement
	Déchets
	Equipements sportifs
	Etablissements culturels
	Etablissements à caractère sanitaire et social
	Espaces verts
	Voirie
	Cas de figures non évoqués plus haut
Risques de recouvrement et de double compte	

Tableau 5: Services du BC collectivité. Source : Auteur, d'après : Guide méthodologique, 2010

### Approche Territoire

A destination des collectivités territoriales, elle permet de comptabiliser et réduire les émissions de

## Chapitre 1: Bilan carbone et ses caractéristiques

GES associées à l'ensemble des activités du territoire administré (résidentiel, industrie, transport...)

Approche Territoire	Service
l'échelle du Territoire signifie étudier l'ensemble des flux qui permettent l'activité d'un territoire. La notion de Territoire est à comprendre au sens géographique du terme (Commune, Département, région, agglomération, Parc Naturel Régional, Etc...)	Industries de l'énergie
	Emissions des procédés industriels
	Tertiaire
	Résidentiel
	Agriculture et pêche
	Fret
	Transport des personnes
	Constructions et voirie
	Déchets du territoire
	Fabrication des futurs déchets
	Alimentation
	Risques de recouvrement

**Tableau 6 : Services** du BC territoire. Source : Auteur, d'après : Guide méthodologique, 2010

Les approches se rejoignent dans les postes des émissions :

Poste (9 postes pour chaque service rendu)
Energie
Emissions hors énergie
Matériaux et services entrants
Fret
Déplacements de personnes
Déchets directs
Immobilisations
Prise en compte de l'utilisation des services ou produits rendus
Prise en compte des émissions de fin de vie des services ou produits vendus

**Tableau 7 : Postes** du BC. Source : Auteur, d'après : Guide méthodologique, 2010

Les adaptateurs du BC (notamment l'expérience canadienne) partent de la réalité mondiale: les villes jouent un rôle essentiel dans le problème des changements climatiques, elles consomment 75% de l'énergie mondiale et produisent 80% des émissions de GES. Ce postulat a permis de constituer une approche jugée pertinente pour cette étude.<sup>14</sup>

### Approche urbaine:

A destination des municipalités locales, elle permet de comptabiliser et réduire les émissions de GES associées à l'ensemble des activités de la ville : transport, secteur résidentiel et commercial, agriculture et alimentation, déchets et milieux verts-puits de carbone.

En conclusion à ce premier chapitre, l'outil d'aide à la conception BC est un outil **flexible** et **adaptable** suivant les objectifs et les capacités dont nous disposons. Il s'agit de **garder l'esprit** du BC, sa philosophie en tant que calculateur par estimation des émissions de GES et par la suite, comme feuille de route aidant concepteurs et décideurs.

<sup>14</sup><http://www.telug.ca> (consulté le 27/12/2016)

La lecture détaillée des niveaux et postes des émissions des deux approches fait ressortir une invariable : **énergie**. Sa répétition (**l'utilisation de combustibles, combustion, production de l'électricité, électricité, vapeur**, Industries de l'énergie, poste **énergie**) indique une seule et unique réalité, c'est que **l'énergie** joue un **rôle important** dans les estimations du **BC**.

Nous profitons de la **maniabilité** de l'outil pour **orienter notre réflexion** sur la **restriction du BC à l'énergie** jugée élément incontournable au calcul du BC

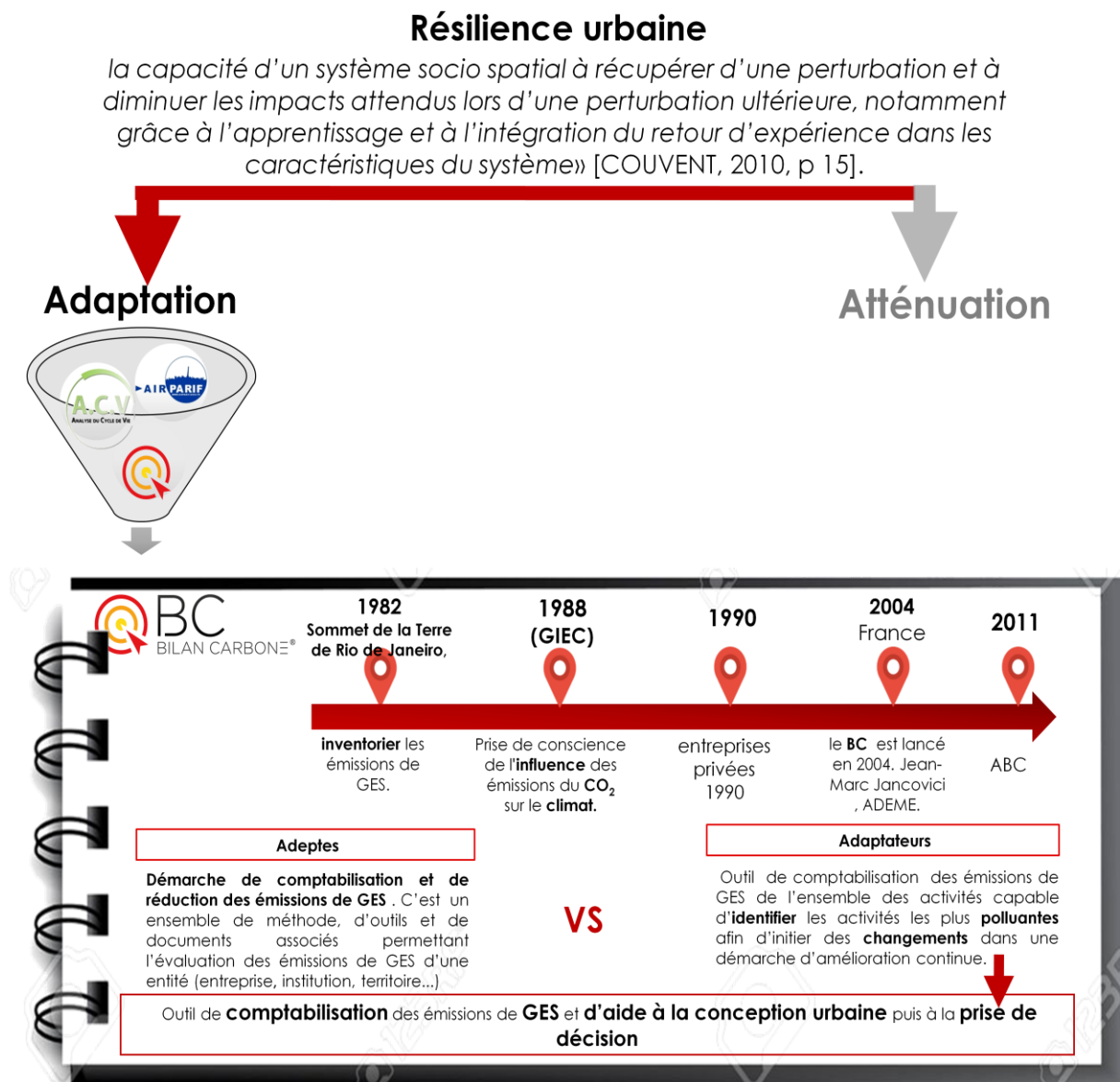


Figure 7 : le BC comme outil de résilience urbaine. Source: auteur

## Chapitre 2: Energie au cœur du bilan carbone

Dans un objectif de simplification de l'outil d'aide à la conception BC, et dans un souci de pratique et de maîtrise du sujet, nous allons procéder au choix sélectif des niveaux d'émission de GES les plus maîtrisés et appréciés en terme de résultats.

### 2.1. Justification du choix de l'énergie

Le chapitre présent est au service de la démonstration empirique de la validité du choix de l'énergie. À cette étape il s'agit d'asseoir une légitimité du choix par le croisement de différentes lectures : actuelle, chronologique, éco systémique et urbaine.

#### 2.1.1 Part internationale

À ce stade, nous jugeons indispensable de montrer la part de responsabilité de l'énergie dans les émissions de GES. La lecture traitera graduellement les échelles: du global [GIEC, 2007, 2014] jusqu'au local [APRUE<sup>15</sup>, 2007].

Partons du rapport du GIEC [2014] qui affirme la responsabilité des activités humaines dans la hausse des températures globales moyennes de surface (de 1951 à 2010) liée à la concentration des émissions de GES. Un regard plus rapproché des secteurs d'activités est nécessaire pour pouvoir justifier la part de l'énergie dans cette concentration. Selon le rapport du GIEC:

- Les émissions de CO<sub>2</sub> par combustion de combustibles fossiles et par les procédés industriels ont contribué pour environ 78% de l'augmentation des émissions totales de gaz à effet de serre de 1970 à 2010, avec une contribution en pourcentage similaire pour l'augmentation au cours de la période 2000-2010.
- Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la production de l'énergie électrique ou gaz sont responsables du quart des émissions totales de GES en 2010.

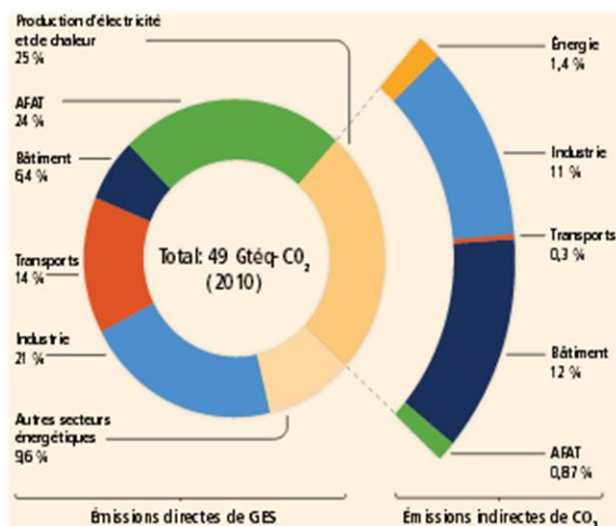


Figure 8: Répartition des émissions anthropiques totales de GES (Gtécq CO<sub>2</sub>/an) entre les secteurs économiques en 2010. Source : GIEC 2014.

[https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_fr.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf)

<sup>15</sup> Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie

### Interprétation du graphe:

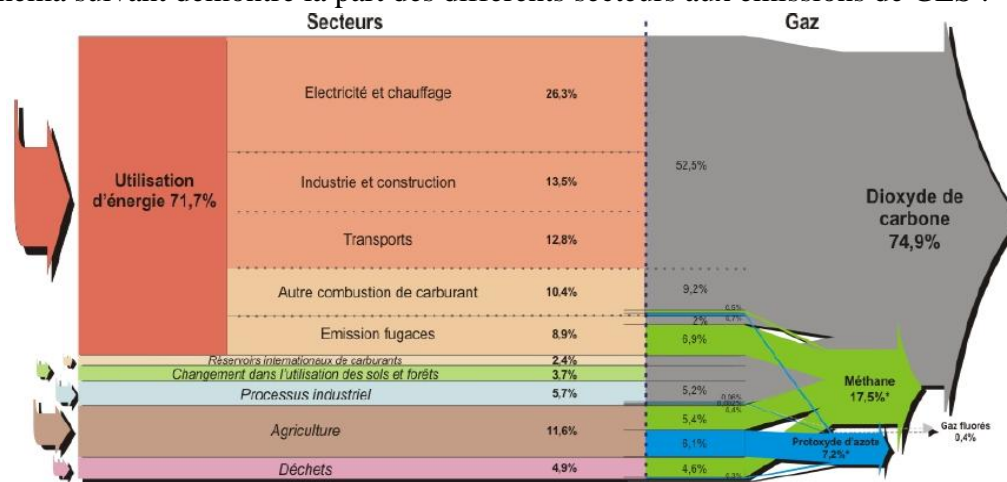
La couronne montre les parts en pourcentage des émissions directes de GES attribuées en 2010 à cinq secteurs économiques. L'arc agrandi sur la droite indique la répartition en pourcentage des émissions indirectes de CO<sub>2</sub> découlant de la production d'électricité et de chaleur entre les secteurs qui consomment l'énergie finale.

La part attribuée aux *autres secteurs énergétiques* correspond à toutes les sources d'émission de GES dans le secteur de l'énergie, mis à part la production d'électricité et de chaleur. Les données relatives à l'Agriculture, Foresterie et Autres affectations des Terres (AFAT) incluent les émissions de CO<sub>2</sub> d'origine terrestre provoquées par les feux de forêt et de tourbière ainsi que par la décomposition dans les tourbières; elles se rapprochent des flux nets de CO<sub>2</sub> attribués à l'AFAT. Les émissions sont exprimées en GT éq CO<sub>2</sub> sur la base du Potentiel de Réchauffement Global à 100 ans (PRG 100).

L'énergie est source d'émissions du tiers de la quantité des GES par consommation et prend la responsabilité totale dans les émissions indirectes des GES.

En passant à une échelle plus réduite, l'énergie accentue ses efforts d'émissions de GES. La facilité euro-méditerranéenne d'investissement et de partenariat (FEMIP) mène son étude sur le CC et énergie en méditerranée en utilisant les données du GIEC. Le rapport couvre les 21 pays méditerranéens bordant la mer méditerranée mais examine de façon particulière les rives sud et est du bassin méditerranéen (PSE). Le but du rapport est d'offrir un panorama complet et détaillé des tendances passées et futures des émissions de gaz à effet de serre et de CO<sub>2</sub> issues de l'utilisation d'énergie, analyser les options possibles qui s'offrent à la région, pour maîtriser la croissance des émissions de CO<sub>2</sub> issues de l'utilisation d'énergie pour en finalité **souligner les impacts et la vulnérabilité du système énergétique méditerranéen** (production, distribution, consommation) face aux changements climatiques dans la région.

Le schéma suivant démontre la part des différents secteurs aux émissions de GES :



**Figure 9:** Répartition par secteurs et par gaz<sup>27</sup> des émissions de GES dans les PSE de la Méditerranée en 2000, source : FEMIP, 2008

[http://www.eib.org/attachments/country/climate\\_change\\_energy\\_mediterranean\\_fr.pdf](http://www.eib.org/attachments/country/climate_change_energy_mediterranean_fr.pdf)

## Chapitre 2: Energie au cœur du bilan carbone

Selon le schéma, l'énergie préserve sa première place en la question, ce qui est inquiétant c'est qu'en proportion, les PSE sont plus importantes que la situation de référence mondiale [FEMIP, 2008].

Le contexte local, quant à lui, n'échappe pas à cette répartition mondiale. L'APRUE- dans la continuité de la volonté du GIEC- établit un classement hiérarchique de contribution des secteurs aux émissions de GES.

La quantité de GES émise due à la consommation d'énergie est de 40 Milliers Teq CO<sub>2</sub> répartie comme suit :

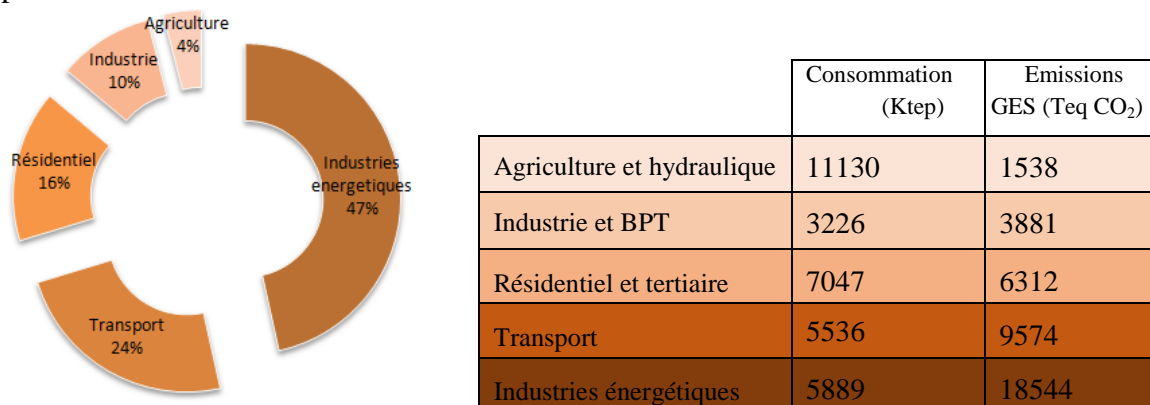


Figure 10 : bilan des émissions de GES par secteur en Algérie, Source : APRUE, 2007

Le bilan établi par l'APRUE, pour l'Algérie confirme que l'énergie est la première source d'émission de GES avec 47% , suivi par le secteur du transport qui présente 24%, le secteur résidentiel<sup>16</sup> et tertiaire avec 16% et l'industrie 10% , et enfin le secteur agricole avec 4%.

De cette première lecture ressort que l'énergie est responsable des émissions de GES aussi bien à l'échelle mondiale qu'à l'échelle du pays .Elle est constante mondialement, sa situation s'aggrave à l'échelle intermédiaire pour persister à l'échelle du pays.

### 2.1.2. Persistance chronologique

Nous admettons le fait que l'énergie a « la part léonine » actuellement dans les émissions de GES, cela ne veut dire en aucun cas qu'elle ne bénéficiait pas d'attention particulière de part les autorités publiques, bien au contraire, la lecture chronologique suivante confirme que l'énergie n'est pas une problématique d'actualité seulement, elle puise son origine dès la prise de conscience de la gravité de la situation climatique mondiale.

Sur l'axe de temps présenté si dessous (figure 8), nous essayons de démontrer la relation étroite entre l'énergie et le CC:

<sup>16</sup> L'APRUE mène actuellement le projet pilote de 600 logements à haute performance énergétique, mais cette expérience, bien qu'intéressante, ne concerne pas notre thématique, qui s'intéresse aux tissus existants (D'après [www.aprue.org.dz](http://www.aprue.org.dz) consulté le 20/10/2017).

## Chapitre 2: Energie au cœur du bilan carbone

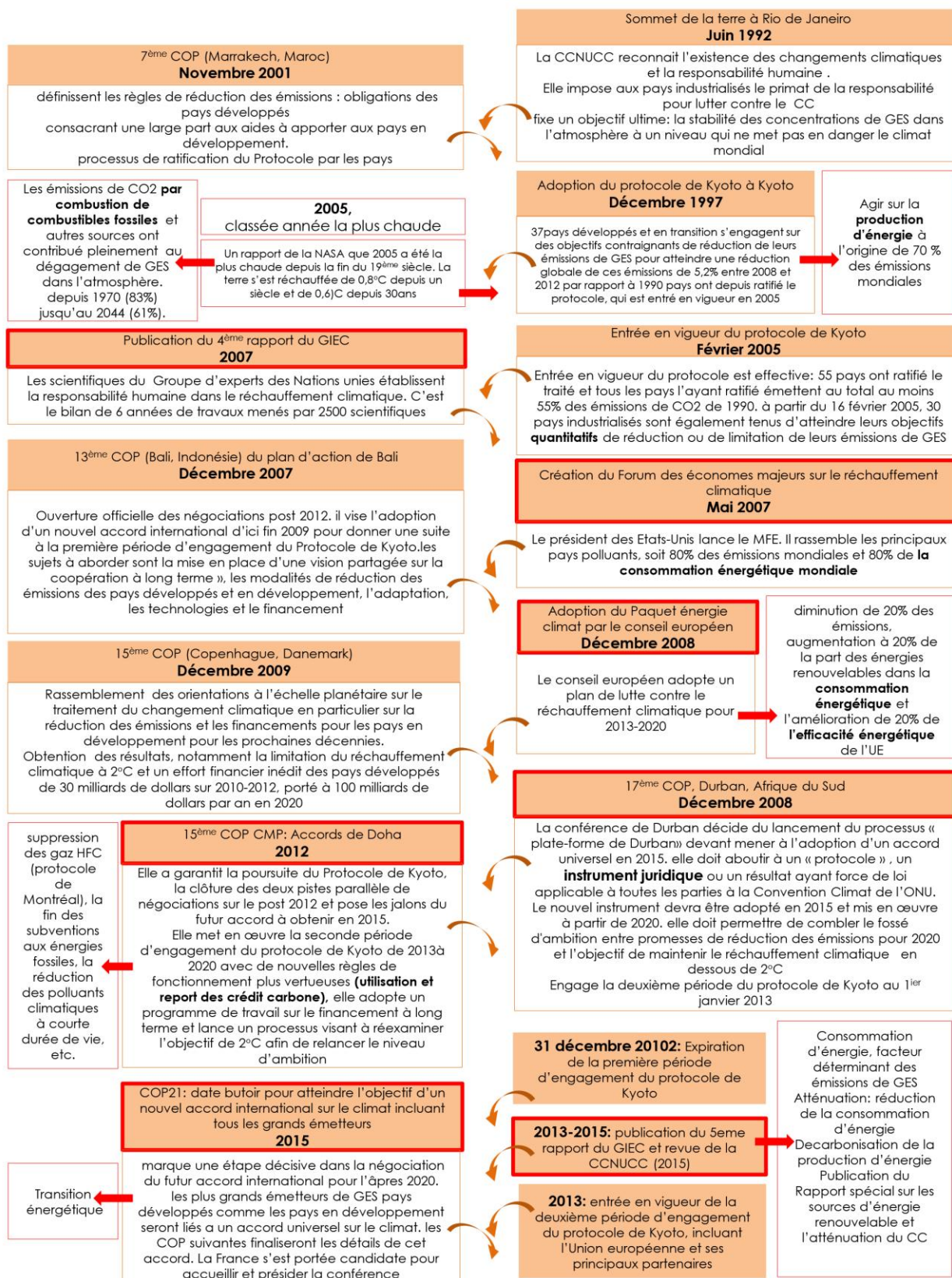


Figure 11 : Schéma explicatif des attentions mondiales apportées à l'énergie

Source : auteur (Par consultation des références : <http://www.diplomatie.gouv.fr>

[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Changement\\_climatique\\_et\\_energie.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Changement_climatique_et_energie.pdf)

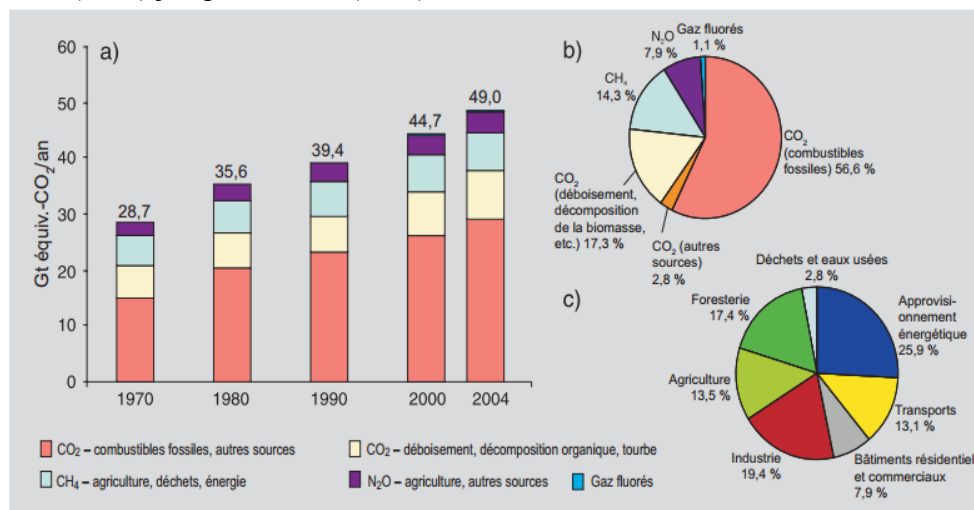
<http://cdurable.info/Conference-Climat-Doha-Qatar-decembre-2012.html>

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/COP-21-J7-La-transition.html>

[https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_fr.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf)

La problématique énergétique était abordée dès les premiers temps de la lutte contre les changements climatiques: lors de l'adoption du protocole de Kyoto en 1997, l'action sur la **production** d'énergie constitue une des orientations prioritaires car ce secteur est **une source** d'émission de 70% de GES.

Ensuite, nous notons la publication du 4eme rapport du GIEC [2007] confirmant que les émissions de CO<sub>2</sub> par **combustion** de combustibles fossiles et autres sources ont contribué pleinement au dégagement de GES dans l'atmosphère. Le pourcentage dépasse les 50% depuis 1970 (83%) jusqu'au 2004 (61%).



**Figure 12 :** Evolution des GES combustibles de 1970 à 2004. Source : GIEC, 2007

[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_fr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf)

En Mai 2007, la création du Forum économique mondial sur le réchauffement climatique FEM a permis de rassembler les principaux pays polluants, soit 80% des émissions mondiales et 80% de la **consommation** énergétique mondiale. À cette étape nous assistons à la reconnaissance que même l'énergie consommée émet les GES.

En Décembre 2008, le conseil européen adopte le paquet énergie climat 3×20: diminution de 20% des émissions, augmentation à 20% de la part des **énergies renouvelables** dans la **consommation énergétique** et l'amélioration de 20% de l'**efficacité énergétique** de l'UE.

En Décembre 2008, nous assistons aux mesures répressives, La conférence de Durban (17<sup>ème</sup> COP) a orienté sa réflexion vers l'élaboration d'une **plate-forme de Durban** afin d'aboutir à un **protocole**, un **instrument juridique** (Adopté en 2015 et mis en œuvre à partir de 2020) ou un résultat ayant force de loi applicable à toutes les parties à la convention climat de l'ONU.

Les accords de Doha en **2012**, garantissent la poursuite du protocole de Kyoto, la clôture des deux pistes parallèles de négociations sur le post- 2012 et posent les jalons du futur accord à obtenir en 2015. La rencontre met en œuvre la seconde période d'engagement du protocole de Kyoto de 2013à 2020 avec de nouvelles règles de fonctionnement plus

vertueuses (**utilisation et report du crédit carbone**), elle adopte un programme de travail sur le financement à long terme et lance un processus visant à réexaminer l'objectif de 2°C afin de relancer le niveau d'ambition.

Le 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC publié en 2013-2015 identifie les facteurs déterminants des émissions anthropiques de GES, principalement la taille de la population, l'activité économique, le mode de vie, la consommation d'énergie, le mode d'utilisation des terres, la technologie et la politique climatique. L'énergie est abordée ambitieusement, les efforts sont intensifiés en vue de l'atténuation ou de l'adaptation aux effets du CC, le rapport cite des exemples d'actions pouvant contribuer à atteindre les objectifs voulus : améliorer **l'efficacité énergétique** et **sources d'énergie** moins polluantes conduisant à une réduction des émissions de polluants dangereux pour la santé et qui modifient le climat; **réduire la consommation d'énergie** et d'eau dans les zones urbaines grâce au reverdissement des villes et au recyclage de l'eau; **décarboniser** la production d'énergie, multiplier les **puits de carbone** dans les secteurs produisant des émissions d'origine terrestre.

Les scénarios d'atténuation atteignent des réductions entre 2040 et 2070 de 90 % ou plus par rapport aux niveaux de 2010, les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> provenant du secteur de l'approvisionnement en énergie devraient diminuer au cours des prochaines décennies. Dans la majorité des scénarios à stabilisation basse, la part de l'approvisionnement en électricité sobre en carbone (ce qui comprend les énergies renouvelables, l'énergie nucléaire et le captage et stockage du dioxyde de carbone (CSC), ainsi que la bioénergie avec captage et stockage du dioxyde de carbone (BECSC) augmente à partir de la part actuelle d'environ 30 % pour atteindre plus de 80 % en 2050, et la production d'électricité à partir de combustibles fossiles sans CSC est presque entièrement abandonnée d'ici 2100. Les **diminutions** à court terme de la **demande d'énergie** représentent un élément important des stratégies d'atténuation d'un bon rapport **coût-efficacité**, offrent davantage de flexibilité quant à la réduction de l'intensité carbone dans le secteur de l'approvisionnement en énergie, protègent des risques associés à l'approvisionnement, permettent d'éviter le piège des infrastructures à fortes émissions de carbone et s'accompagnent de co-avantages substantiels.

Le 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC est allé jusqu'à la publication du rapport spécial sur les sources d'énergie renouvelable et l'atténuation du CC, établi par le groupe de travail III du GIEC. Il s'agit d'une analyse approfondie des technologies des énergies renouvelables et du rôle à jouer dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre

Selon le rapport spécial, la comptabilisation de l'ensemble des coûts et des émissions de GES pour un éventail de technologies et de scénarios confirme le **rôle clé** que les énergies renouvelables sont appelées à jouer, indépendamment de tout accord concret sur l'atténuation du CC.

Pour établir un objectif de protection du climat sous forme d'évolution admissible de la température moyenne à la surface du globe, le rapport définit une limite correspondante de

## Chapitre 2: Energie au cœur du bilan carbone

la concentration de GES avec un bilan associé du CO<sub>2</sub> et la trajectoire ultérieure des émissions en fonction du temps, ce qui permet alors de définir la quantité admissible de combustibles fossiles rejetant librement des émissions. La contribution complémentaire d'énergies à émission de carbone faible ou nulle à l'approvisionnement en énergie primaire subit l'influence de l'«échelle» des services énergétiques requis.

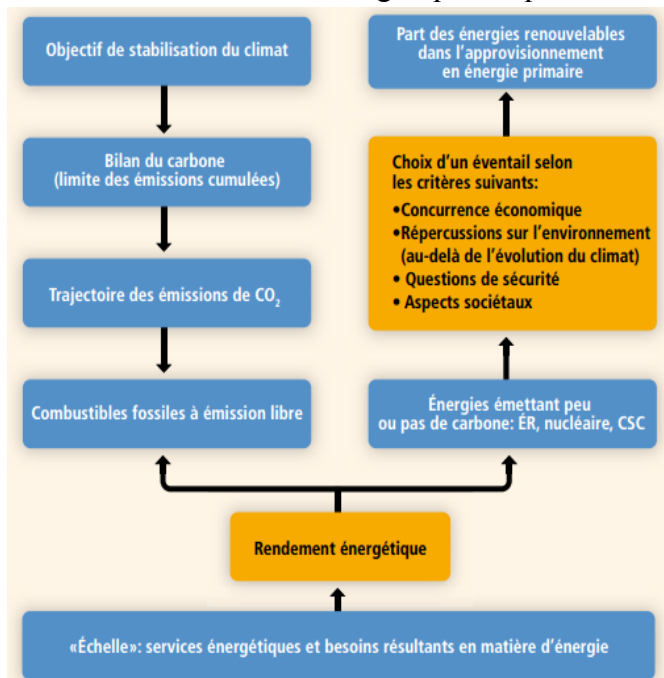


Figure 13 : Rôle des énergies renouvelables dans l'éventail des options d'atténuation émettant peu ou pas de carbone Source : GIEC, Rapport spécial, 2015

A la COP21, l'énergie était la **thématique** de la 8e journée. Au cœur des débats, les énergies renouvelables, l'accès à l'énergie et l'efficacité énergétique. Les actions visent à mettre en route la transition énergétique.

Les financements publics mobilisés par les pays développés pour soutenir l'Initiative pour les énergies renouvelables en Afrique (IERA) s'élevant à 10 milliards de dollars, qui vont permettre de porter la capacité de production d'énergie verte du continent à 10 gigawatts d'ici 2020. Ce financement constitue une opportunité pour l'Algérie qui doit assurer sa transition énergétique pour préparer l'après pétrole.

L'Algérie a pris l'initiative d'organiser un forum africain des énergies renouvelables a été adoptée lors de la COP 21. Le but étant de présenter et financer les dernières innovations techniques et technologiques au service de la mise en œuvre de la transition énergétique [DJOGHLAF, 2016].

Pour assurer la transition énergétique de l'Algérie, DJOGHLAF [2016] voit aussi dans le gaz naturel une passerelle "idoine" en vue d'une transition vers une économie sobre en carbone.

Ce diplomate a cité, à titre d'exemple, ce que pourrait générer un partenariat avec l'Inde, troisième consommateur mondial de charbon, s'il décide de faire fonctionner ses usines en gaz naturel considéré comme étant la plus propre des énergies fossiles.

"Il faut réorienter notre coopération vers ce type de partenariat gagnant-gagnant", a-t-il affirmé. "Le gaz naturel est une passerelle pour passer des énergies fossiles les plus polluantes comme le pétrole vers les énergies renouvelables", a insisté DJOGHLAF. Le gaz naturel est considéré comme l'énergie fossile la plus propre avec 20% du total des émissions de gaz à effet de serre contre près de 37% pour le pétrole et 43% pour le charbon.

### 2.1.3. Ancrage écosystémique

Nous poursuivons la lecture, mais cette fois ci sous un angle de vue urbain. Afin de pouvoir déterminer le mécanisme de contribution de l'énergie dans les émissions de GES, une décomposition de l'écosystème urbain est le premier apporteur de réponse.

L'énergie ne se définit pas de manière univoque. Il est essentiel d'en décliner ses acceptions afin de pouvoir aborder le lien entre énergie et ville de manière plus pertinente. Par définition, l'énergie est la capacité d'un système à produire un travail, c'est donc une force en mouvement qui se rencontre dans tous les domaines scientifiques. Elle appelle une approche systémique intégrée qui englobe toutes ses formes [MASBOUNGI, 2014].

La lecture écosystémique suivante permet de démontrer que l'énergie en tant que flux entrant constitue un facteur direct pour l'émission des GES et contribue vivement au CC.

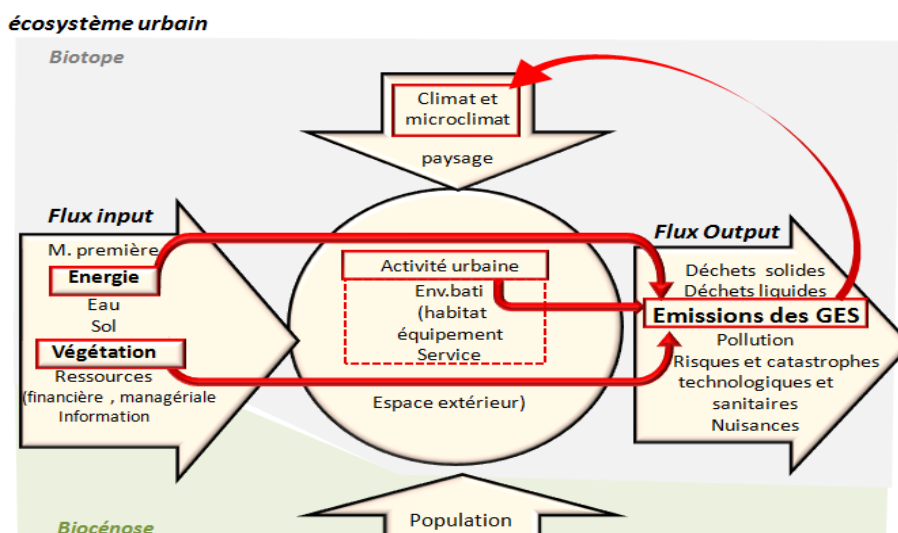


Figure 14 : Schéma explicatif de la position des émissions de GES dans l'écosystème urbain.

Source: auteur, d'après BEREZOWSKA-AZZAG, 2011.

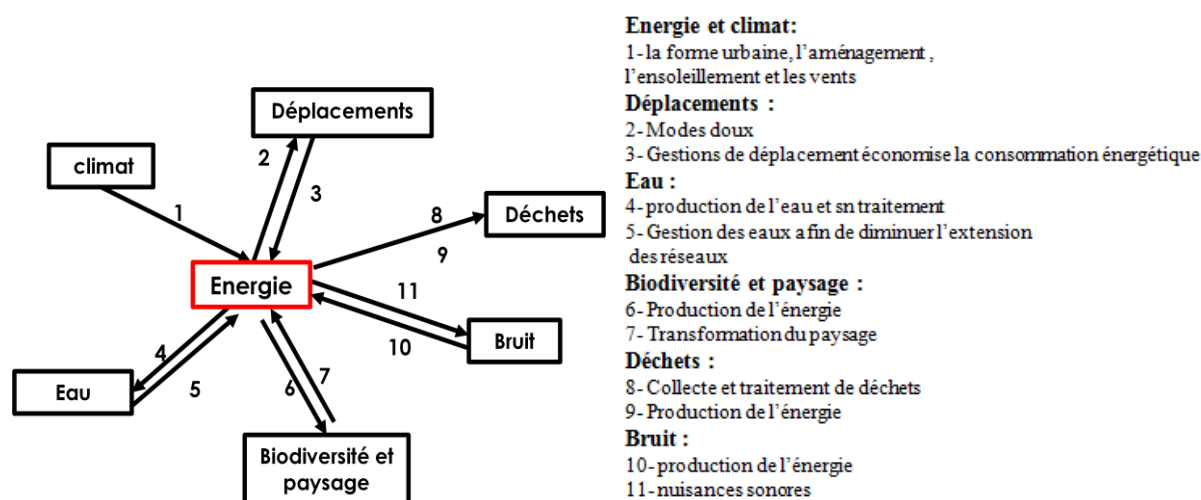
L'écosystème urbain est un système complexe composé de deux milieux essentiels en perpétuelle interaction: anthropique (biotopie) et biologique (biocénose) .L'homme agit sur l'écosystème urbain par ses activités qui consomment les ressources, les transforment et

rejetent les déchets. Il s'agit donc d'un véritable métabolisme urbain à l'instar du métabolisme des êtres vivants [BEREZOWSKA-AZZAG, 2011].

### Interaction énergie- différentes composantes éco systémique :

La composante « énergie » est en relation plus complexe en écosystème urbain que celle démontrée en amont. Elle tisse des liens de causes et conséquences. Les éléments d'interactions proviennent essentiellement de l'approche environnementale de l'urbanisme [ADEME, 2006].

Afin de justifier le choix du poste *énergie*, nous allons montrer la complexité du rôle de l'énergie à travers l'identification des relations influences- dépendances.



**Figure 15 :** schéma explicatif de l'interaction de l'énergie avec les différents composants de l'écosystème urbain. Source : Auteur d'après ADEME, 2006,2008 et <http://www.notre-planete.info>

Le schéma démontre que l'énergie constitue une partie indispensable dans l'équation de l'approche environnementale de l'urbanisme. Tout élément a besoin de l'énergie pour son fonctionnement, à savoir la combustion des combustibles pour les déplacements, énergie utilisée pour le traitement de l'eau et même sa production.....

L'importance de l'énergie oblige la plupart des éléments, à leur tour, de constituer une nouvelle source d'énergie, qu'elle soit obtenue de l'eau, de la végétation, des déchets, ou même du son lors du trafic routier.

L'énergie a un « pouvoir » écosystémique plus important que l'assurance du bon fonctionnement des éléments : afin de produire les territoires de l'après-pétrole, la transformation de notre cadre de vie s'appuie sur les potentialités écologiques, géographiques et économiques des lieux, dans un souci d'efficacité et de sobriété. Ces préoccupations sont au cœur de la démarche du projet de paysage. Cela se traduit entre autre par le souci d'économie d'énergie à travers la gestion des réseaux d'alimentation en eau, la gestion des déplacements à travers la compacité et la promotion de la mobilité douce, la conception bioclimatique [GORGEU & SANSON ,2016].

L'énergie constitue un maillon essentiel dans l'écosystème urbain, la preuve étant sa présence et son interaction avec tout élément.

### 2.1.4. Énergie et projet d'aménagement urbain

Tout projet urbain s'inscrit en principe dans un cadre réglementaire. À cette étape, nous essayons de se rapprocher de la réalité énergétique dans la planification et la conception urbaine. Nous tentons de voir le degré d'importance accordée au système *énergie*.

Par déclinaison du plan stratégique de développement d'Alger 2030, adopté en 2016, qui se base sur six piliers visant à assurer le développement économique, la compétitivité de la ville, la cohésion sur toutes ses échelles et ses dimensions ainsi que la protection et la valorisation de l'environnement. Une ambition traduite, mais « *voulue cependant dans un contexte économique et environnemental guère propice au développement spatial et fonctionnel tous azimuts. Ce contexte impose l'adoption d'une posture plus prudente face aux défis climatiques: insécurité alimentaire, crises hydrique et **énergétique**, recrudescence des phénomènes extrêmes ou vulnérabilité accrue aux risques majeurs. Des solutions diverses pourraient être proposées pour accroître la résilience climatique de la capitale, pour peu que le système d'outils de planification et de gestion urbaine puisse enfin subir une refonte générale* » [BEREZOWSKA-AZZAG, 2016].



**Figure 16:** Les six piliers du Master Plan d'Alger  
Source : Parque EXPO, 2010

Le PDAU part d'une approche systémique du territoire à forte composante **opérationnelle**. Son modèle de programmation et d'exécution s'appuie sur un ensemble de projets structurants qui vont créer une nouvelle manière de percevoir et d'organiser le territoire de la wilaya d'Alger. Il intervient de manière précise dans les zones et dans les domaines stratégiquement importants, afin de corriger des dysfonctions et introduire de nouvelles qualifications et des facteurs de compétitivité.

## *Chapitre 2: Energie au cœur du bilan carbone*

Ces interventions qui s'étendent sur 20 ans vont rassembler tous les agents impliqués autour de ce nouveau modèle territorial de construction d'un territoire plus durable, favorable à la production de richesse et de bien-être.

Grâce à l'effet démonstratif et reproductible des projets structurants, le territoire subit l'influence d'une intervention continue. Ainsi, entre les mains des responsables locaux, le PDAU d'Alger se révèle être un instrument de changement et de développement de la wilaya d'Alger [PARQUEXPO, 2015].

Une lecture plus fine de cet instrument [PARQUEXPO, 2015] démontre l'importance accordée à la question énergétique. Le premier pilier développement économique | compétitivité | emploi accorde une grande importance au réseau d'énergie de la wilaya d'Alger (Programme d'action territoriale) ainsi qu'à l'agence régionale de l'énergie de la wilaya d'Alger.

Le POS quant à lui, va au-delà des lignes directrices établies par le PDAU. Il fixe de façon détaillée les droits d'usage des sols et de construction d'un périmètre désigné par le PDAU. C'est l'instrument de l'urbanisme de proximité qui détermine les règles générales d'utilisation des sols en fixant les possibilités ou les interdictions de construire sur un terrain donné.

Seulement cet instrument présente des défaillances de coordination POS-PDAU (POS inachevés, dépassés, datant de la fin des années 1990, absence de mis à jour pour intégrer les nouveaux projets).

Contrairement au PDAU qui contient des projets afin d'intégrer la question énergétique, les POS ne prennent pas en compte ni la consommation énergétique, ni son économie, ni même l'encouragement d'intégration d'énergie renouvelable.

Le contexte stratégique encourage cependant à trouver une brèche pour intégrer l'outil de planification BCL, car il contient des prémices de prise de conscience de la problématique énergétique. L'échelle de proximité sur laquelle nous misons n'encourage nullement l'intégration du BCL. Du coup une autre visite des expériences (littérature ou projets urbains) est jugée nécessaire.

L'énergie ne se limite pas à sa forme électrique : la ville en contient de toutes sortes, en fonction des besoins qui s'y expriment. En outre, la question énergétique en matière d'urbanisme ne se pose pas sous le seul angle de l'approvisionnement des différents postes de consommation: il faut sortir des cadres convenus pour poser les bases conceptuelles de la ville qui serait certes un espace de distribution et de consommation de l'énergie, mais qui serait aussi et surtout un lieu de production, l'objectif d'une autonomie croissante des projets urbains s'inscrivant dans cette ligne [MASBOUNGI, 2014].

L'auteur suggère même la projection sur le contexte local, l'énergie n'est plus une question de plans d'approvisionnement d'eau, d'électricité ou même de gaz, que nous additionnons ou que nous branchons au projet urbain, des additifs à celui-ci, mais plutôt « l'énergie comme une valeur à part ». Il faudra également penser l'énergie au-delà de la performance énergétique du bâtiment, traverser les échelles en matière de lien énergie-ville [MASBOUNGI, 2014].

La question se pose, quel est le niveau adéquat au tissage de ce lien énergie-ville ? Les urbanistes répondent que cela est en fonction du but voulu par cette intégration : techniquement, une bonne échelle est souvent le quartier ou un ensemble de quartiers. L'intégration peut s'appliquer à une échelle plus fine que le quartier, à titre d'exemple, l'atelier Philippe Madec dépasse le bâtiment passif pour aller au « bio-ilot » : la performance énergétique va de pair avec la recherche du bien-être et de la plus grande simplicité d'usage. Un bassin de vie mixte dense et complexe, passe ainsi par la satisfaction des besoins de la vie quotidienne d'une famille, en lui offrant une ville à portée de pied, à portée de main.

Stratégiquement, l'agglomération étendue est en revanche très pertinente, car elle permet d'inscrire les choix énergétiques dans un contexte global où les sujets liés aux bâtiments sont interfacés avec les politiques de mobilité, d'aménagement, de gestion des déchets et d'économie circulaire, etc. [MASBOUNGI, 2014].

En reconnaissant dans notre contexte, la réalité de planification est soutenue par un arsenal de lois et projet pilotes présentant une ambition environnementale. Seulement la traduction de cette volonté n'est pas poursuivie quant aux instruments de l'urbanisme de proximité. Ce dernier présente un manque d'attention à la problématique énergétique vu l'absence de volet, d'instrument ou même d'outil aidant les urbanistes à mieux interpénétrer l'énergie avec les autres systèmes de l'urbain.

Le croisement des différentes lectures dévoile une seule et unique réalité : l'énergie consommée est le 1<sup>ier</sup> acteur responsable du réchauffement climatique, sur tous les plans : l'énergie en tant que secteur d'actualité, que système en perpétuelle interaction avec les éléments urbains, en tant que permanente de l'histoire de lutte contre le CC et enfin en tant que composante indispensable pour la ville en **conception** et en **prise de décision**.

### 2.2. Pour une entrée énergétique au bilan carbone local

Le BC va être abordé par une entrée énergétique. Nous nous focalisons sur la consommation énergétique en usage de l'entité seulement, ainsi qu'aux déplacements générés par l'entité. Ce choix est purement opérationnel, par souci de faciliter l'investigation et d'obtenir les données nécessaires à la grille d'indicateurs BCL.

En contre parti, l'exclusion des émissions indirectes est un choix assumé, l'intérêt d'une prise en compte des émissions indirectes réside, selon le guide méthodologique pour la

## *Chapitre 2: Energie au cœur du bilan carbone*

réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre des collectivités (V3, 2016) , dans l'importance de la proportion des émissions indirectes dans un bilan qui atteint bien souvent plus de **50 %** des émissions globales.

Cette approche permet notamment de ne pas laisser de côté des leviers importants (comme le développement de circuits économiques de proximité) qui influent sur les émissions indirectes tout en ayant des impacts locaux en termes de développement durable.

Elle permet également **d'éviter de fausses bonnes solutions** à titre d'exemple typique de la délocalisation d'activités ; d'autre part, du fait de la prépondérance des émissions dues à l'utilisation des combustibles fossiles, l'estimation des émissions indirectes permet d'appréhender la vulnérabilité du territoire à la variation du prix des énergies fossiles. Ainsi, au-delà des aspects environnementaux, cette approche permet d'avoir **un regard sur les impacts socio-économiques** des politiques mises en œuvre (question de la précarité énergétique des ménages et tentative d'aller vers une certaine forme d'autonomie énergétique ou tout au moins de limiter cette dépendance) [ADEME ,2016].

A partir de la série des justifications, nous constatons que l'énergie joue un rôle important sur tous les plans : **chronologique, conceptuel et écosystemique** et constitue de nos jours un **sujet d'actualité**. Cette importance qu'on lui accorde ainsi que sa contribution directe aux émissions de GES lui confie le statut d'indicateur incontournable au calcul du BCL.

L'énergie est **testable** à l'échelle de l'ilot. Elle présente une qualité « d'intégration manipulable » dans le projet. Pour que cette transition ait son efficacité, il est préférable d'inscrire cette expérimentation dans un cadre réglementaire, d'établir un outil d'aide à la conception destiné aux urbanistes en premier lieu puis aux décideurs pour les orientations des décisions en second lieu, d'aborder le BC local par une entrée énergétique.

### ***Conclusion de la première partie :***

Le **BC** sert à **calculer par estimation** les émissions de GES, à aider les urbanistes et à orienter les décisions. C'est un outil qui - dans l'intérêt public- est **manipulé** sous différentes façons (réduit dans certains cas et adapter dans d'autres cas). Cela a permis de tracer notre chemin envers la **construction de la grille d'indicateurs du BCL par brèche énergétique**.

Démarrer à zéro nécessite de puiser des **expériences** de nos précurseurs dans ce domaine. Dans la partie qui suit, nous essayons **d'étudier les méthodes étrangères** qui se rapportent au calcul des émissions de GES, dans un but de construire la **grille simplifiée** d'indicateurs du BCL.

## ***Deuxième Partie : Choix méthodologique pour une évaluation locale des émissions de GES en milieux urbains***

---

Dans cette deuxième partie, nous nous basons sur l'étude des méthodes étrangères prouvant leur efficacité dans le domaine de maîtrise des émissions de GES dans le but de façonner notre propre grille d'indicateurs de la méthode BCL, en exploitant l'entrée par la consommation d'énergie.

## Deuxième Partie : Choix méthodologique pour une évaluation locale des émissions de GES en milieux urbains

### Chapitre3: Systèmes étrangers d'indicateurs de calcul des émissions de GES en France

Dans le but de situer la grille d'indicateurs d'évaluation des émissions de GES, un recours au système d'indicateurs international est nécessaire. De ce système, traitant de la qualité du climat, chaque méthode contribue selon son degré d'importance dans le domaine (AIRPARIF), ou sa relation étroite avec l'urbain (ACV<sup>17</sup> quartier).

Il s'agit de prendre le recul, de se détacher du BC **canonique** pour pouvoir arriver à aborder BC à notre manière, selon notre contexte et notre capacité.

#### 3.1. AIRPARIF et son outil de modélisation

AIPRAIF est un outil de modélisation de la qualité de l'air, utilisé pour des simulations prospectives à des fins stratégiques et à moyen terme.

*Appellation de l'outil* : Bilan des émissions de polluants atmosphériques et de GES en .... (Pour l'année X et historique X/X)

*Auteur*: AIRPARIF association de surveillance de la qualité de l'air en Ile de France. ([www.airparif.asso.fr](http://www.airparif.asso.fr))

*Echelle d'application* : régionale.

*Chronologie* [Association AIRAPRIF, 2013]

La méthode prend naissance déjà en **1997**, avec début des travaux d'AIRPARIF sur le sujet des émissions pour alimenter le premier outil de modélisation pour les simulations prospectives de **1998**. En **2000 l'association AIRPARIF** élabore le premier plan de protection de l'atmosphère PPA (**un inventaire intégrant les particules**), approuvée en 2006. La méthode a progressé au fil du temps en s'intéressant aux **trois principaux GES** (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O) ont été **ajoutés** a cet inventaire par AIRPARIF à la demande du conseil régional d'île de France. En **2005** l'association **AIRPARIF** élabore de dans le cadre des travaux relatifs à la révision du PRQA (approuvée en 2009), pilotés par la région ile de France. La vision de la méthode prend sa dimension stratégique avec l'élaboration des inventaires (**2010, 2005 et 2000**) sur la base des mêmes méthodologies afin de pouvoir **dégager des tendances d'évolution** des émissions sur une période de dix ans. Le dernier exercice en date est la révision du pour PPA lequel AIRPARIF a construit des inventaires **prospectifs** aux horizons 2015 et 2020 intégrant ou non les mesures de réduction des émissions.

*Objectifs de la méthode* [Association AIRAPRIF, 2013]

- Servir comme un outil de scénarisation permettant un appui aux politiques publiques par l'évaluation des plans d'action en matière de réduction des émissions ( exemple: la

<sup>17</sup> Analyse du cycle de vie

révision du plan de protection de l'atmosphère pour lequel AIRPARIF a construit des inventaires prospectifs aux horizons 2015 et 2020 intégrant ou non les mesures de réduction des émissions).

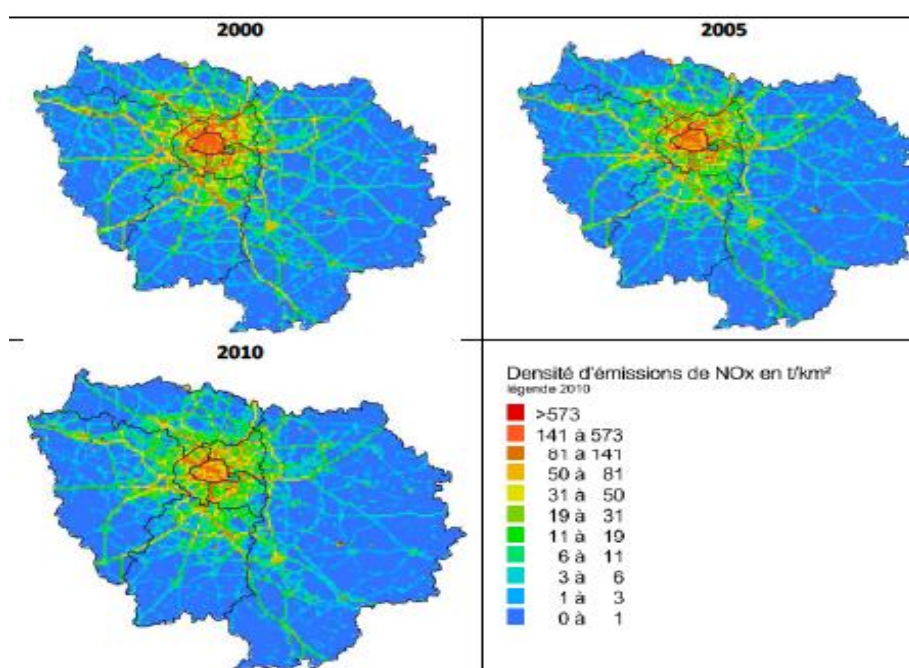
- Connaître les émissions franciliennes de toutes les sources de polluants atmosphériques.
- Avoir une compréhension fine des niveaux de pollution en Ile-de-France, de leur distribution spatiale et de leur dynamique temporelle.
- Déterminer la responsabilité des différents secteurs d'activité sur les niveaux de polluants et de gaz à effet de serre.
- Evaluer les gisements de réduction.

#### *Méthode de collecte des données* [Association AIRAPRIF, 2013]

Ces émissions sont des données d'entrée primordiales des systèmes de modélisation. AIRPARIF travaille au **recensement** des émissions depuis 1997 en s'attachant à utiliser les **données statistiques** disponibles les plus fines. Et cela suivant une des deux méthodes :

- *Méthode descendante ou « top-down »* : des données globales (nationales, régionales, départementales) sont utilisées et réparties sur les communes ou mailles d'un cadastre (la version spatialisée et temporalisée de l'inventaire des émissions. Il permet de reconstituer les émissions polluantes sur un territoire donné, sur un maillage de 1 km\* 1 km avec une résolution horaire). À l'aide de clés de répartition spatiales (population, zones bâties, zones cultivées, forêts, etc.).

- *Méthode ascendantes ou « Bottom-up »* : des données à haute résolution (logement, industrie, axe routier, etc.) sont utilisées et ré-agrégées pour aboutir à une résolution moins fine (commune, département, etc.), cette méthode est privilégiée lors de la construction de l'inventaire des émissions à l'échelle locale.



**Figure 17:** Cartographie annuelle des cadastres des émissions du polluant /GES (pour 3 inventaires espacé de 5 ans): présente la densité du polluant (en t/ km<sup>2</sup>) dans une région précise, source : AIRAPRIF, 2013

Deux approches sont adoptées pour passer d'une échelle temporelle à une autre:

- Agrégation de données horaires (comptage de véhicules)
- Désagrégation de données annuelles par intermédiaire de profils temporels types.

### **Construction de l'inventaire** [Association AIRAPRIF, 2013]

L'inventaire des émissions produit par AIRPARIF s'appuie sur une nomenclature européenne appelée SNAP (standard nomenclature for air pollutants) qui recense plus de 200 **secteurs émetteurs** de polluants et de GES. Cette nomenclature est utilisée pour le calcul mais elle est simplifiée afin de la communiquer au grand public par regroupement des émissions selon dix secteurs : transport routier, secteur résidentiel et tertiaire, industrie manufacturière, chantiers et carrières, extraction transformation et distribution de l'énergie, traitement de déchets, agriculture, plateformes aéroportuaires, trafic ferroviaire et fluvial et les émissions naturelles.

Les espèces chimiques, pour lesquelles les émissions sont inventoriées, se répartissent en plusieurs catégories en fonction de leur nature ou effet sur la santé et l'environnement:

- Les polluants relatifs à l'acidification l'eutrophisation et la pollution photochimique (Nox, COVNM, SO<sub>2</sub>, CO, NH<sub>3</sub>),
- Les particules (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub>),
- Les polluants organiques persistants: dioxines et furannes (PCDD-F), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
- Les métaux lourds (As, Cd,Cr,CU,Hg,Ni,Pb,Se,Zn),
- Les GES (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)

### **Formule de calcul** [Association AIRAPRIF, 2013]

La méthodologie utilisée pour construire l'inventaire 2010, est celle développée et formalisée dans le cadre des travaux du pôle de coordination des inventaires territoriaux (PCIT) créé en France par l'arrête du 24 aout 2011, relatif au système national d'inventaires d'émissions et de bilans dans l'atmosphère. Les inventaires 2000 et 2005 ont également été recalculés selon la même méthodologie. Notons que **les méthodes de calcul sont reconnues** à l'échelle française ou européenne

Pour chaque secteur, les facteurs des émissions sont tirés des normes ainsi que les critères indicatives du secteur. À titre d'exemple :

Le trafic routier : répartition du flux de véhicules sur chaque brin du réseau routier considéré, en fonction de l'heure, ainsi que la composition technologique du parc roulant.

De manière générale le calcul se fait selon la formule suivante :

$$\text{GES} = \text{Données d'activité} * \text{Fe} * \text{PRG}$$

Tel que : GES: émissions en tCO<sub>2</sub>eq , FE: facteurs d'émission, PRG : potentiel du réchauffement global

De cet outil on en tire les éléments suivants :

### Chapitre3: Systèmes étrangers d'indicateurs de calcul des émissions de GES en France

Secteur		Critère	Indicateur	
Résidentiel	Consommation d'énergie		Quantité d'énergie consommée pour le chauffage (KWh/an)	
			Quantité d'énergie consommée liée à l'électricité (KWh/an)	
			Consommation intérieure brute d'énergie kWh/(hab.j)	
	Description du parc logement		Type (maison, appartement)	
			Catégorie (principale, secondaire)	
			Surface de construction (m²)	
			Superficie résidentielle par ménage (m2/ménage) Population (hab)	
		Période de construction (année)		
Tertiaire (bureaux, hôtels, commerces, établissements sanitaires et sociaux, équipements de sport et de loisir, transport...	Consommation d'énergie		Quantité d'énergie consommée pour le chauffage (KWh/an)	
			Quantité d'énergie consommée liée à l'électricité (KWh/an)	
	Description de l'équipement		Nombre d'utilisateur (usager)	
			Surface par branche (m²)	
Activité	Industrie	Consommation d'énergie	Quantité d'énergie Consommée pour le chauffage (KWh/ an)	
			Q.d'énergie Consommée pour les engins non routiers (KWh /an)	
			Consommation d'eau (m3)	
			Q.d'énergie consommée par procédés de production (KWh)	
	Agricole	Consommation d'énergie		Quantité d'énergie Consommée pour l'électricité (KWh / an)
				Q. d'énergie Consommée pour les engins non routiers (KWh/an)
		Description de l'activité		Type d'engrais
				Tonnage des engrais livrés (engrais minéraux) (kg type d'engrais : P205 ou N)
				Quantité d'excrétion des animaux stockés (kg N)
				Alimentation (Kg)
				Temps de présence des animaux (mois)
Déchets	Génération des déchets par secteur		Production de déchets ménagers (Kg/hab/an)	
			Déchets industriels (kT), déchets industriels dangereux (kT)	
	Génération des déchets municipaux		Déchets verts (jardins) (Kg/hab/an)	
			Brutes (poubelle tout-venant) (kg/hab/an)	
			Ordures ménagères collectées sélectivement (plastique, métaux, papiers, verres, déchets...) (kg/hab/an)	

**Tableau 8 :** Eléments pris en compte de la méthode AIRPAIF pour établir la grille des indicateurs BC, source : auteur, d'après AIRAPRIF, 2013 (Grille entière et graphes possibles, voir Annexe 3)

### 3-2. ACV de quartier

Dans cette méthode, un rapprochement à l'échelle urbaine se fait en décomposant l'outil d'évaluation des impacts environnementaux d'un projet de quartier, ce afin de mieux comprendre les liens entre conception et impacts, en vue de les minimiser par l'élaboration de différentes variantes. Il prend en compte [POPOVICI, 2006] :

- La construction initiale du quartier et la production de ses éléments constitutifs.
- L'utilisation des éléments composants du quartier (des bâtiments, des infrastructures,...)
- Sa rénovation, les différentes opérations qui peuvent être menées
- Sa démolition et la gestion des déchets qui en résultent.

*Auteur, année* : [POPOVICI & PEUPORTIER, 2004 et POPOVICI, 2006]

#### *Objectifs de la méthode:*

- Fournir une aide à la conception et à la décision pour les développeurs de projets immobiliers, les concepteurs et/ou réalisateurs et les utilisateurs.
- Renforcer les liens entre la conception urbaine, architecturale et technique, afin de progresser vers une conception intégrée.
- Se doter d'un outil permettant de mesurer l'incidence de choix urbains ou architecturaux sur l'environnement, et ce dès la phase de conception (en phase d'élaboration du plan masse).

#### *Echelle d'application* : ensemble d'ilots, quartier

- L'applicabilité de la méthode et ses potentialités (flexibilité de passage d'une échelle urbaine à une autre) pour faciliter la mise en œuvre de politiques environnementales au niveau urbain est reconnue pertinente.
- Quelques premières évaluations ont été effectuées en phase de conception ou de rénovation de **petits quartiers** européens. Une application à plus **grande échelle** sur le projet Lyon Confluence montre l'intérêt d'une conception intégrée, associant en amont l'ensemble des concepteurs des bâtiments dans une démarche commune.

#### *Collecte de données* [HERFRAY, 2012]

Les données de l'inventaire sont tirées de la base de données Ecoinvent, les données statistiques de l'ADEME et des données d'ACV, pour les routes et rues pour les réseaux d'alimentation en eau et pour les réseaux de chaleur.

*Construction de l'inventaire* [PEUPORTIER, 2003] : Les éléments constitutifs de l'inventaire sont:

- Types de bâtiments (logements, magasins, bureaux, écoles, hôpitaux, hôtels etc.),
- Infrastructure d'accès (routes et rues, parcs de stationnement, espaces verts etc.)

### Chapitre3: Systèmes étrangers d'indicateurs de calcul des émissions de GES en France

- Réseaux (système de distribution d'eau, gestion des déchets, chauffage urbain, etc.).
- Comportement des résidents (consommation d'eau et d'énergie, traitement des déchets, etc.)
- Caractéristiques du site (distances de transport, climat, énergies utilisées pour la production, etc.).

La base fournit pour chaque procédé et matériau, en fonction de l'unité de référence considérée (par exemple kg pour les matériaux, TJ pour l'énergie, etc.), un inventaire de cycle de vie c'est à dire l'ensemble **des flux** de matière et d'énergie **entrant et sortant** du système :

- Les ressources utilisées (par exemple matériaux rares, eau, énergie),
- Les émissions dans l'air, l'eau, le sol (CO<sub>2</sub> dans l'air, ammoniacque dans l'eau, métaux dans le sol...),
- Les déchets créés (par exemple inertes, toxiques, radioactifs).

ACV quartier comporte quatre phases :

- La définition des buts et du cadre de l'étude
- L'analyse d'inventaire
- L'évaluation des impacts:

Des indicateurs environnementaux sont évalués, par exemple la contribution à l'effet de serre est calculée en fonction des quantités de chaque gaz (données dans l'inventaire), pondérées par le potentiel de réchauffement global PRG correspondant [HOUGHTON et al, 2001].

Ces indicateurs sont évalués pour chaque composantes du quartier sur son cycle de vie, puis sur le quartier dans son ensemble (les résultats des 3 variantes : standard, base et meilleures pratiques sont représentés par un diagramme radar)

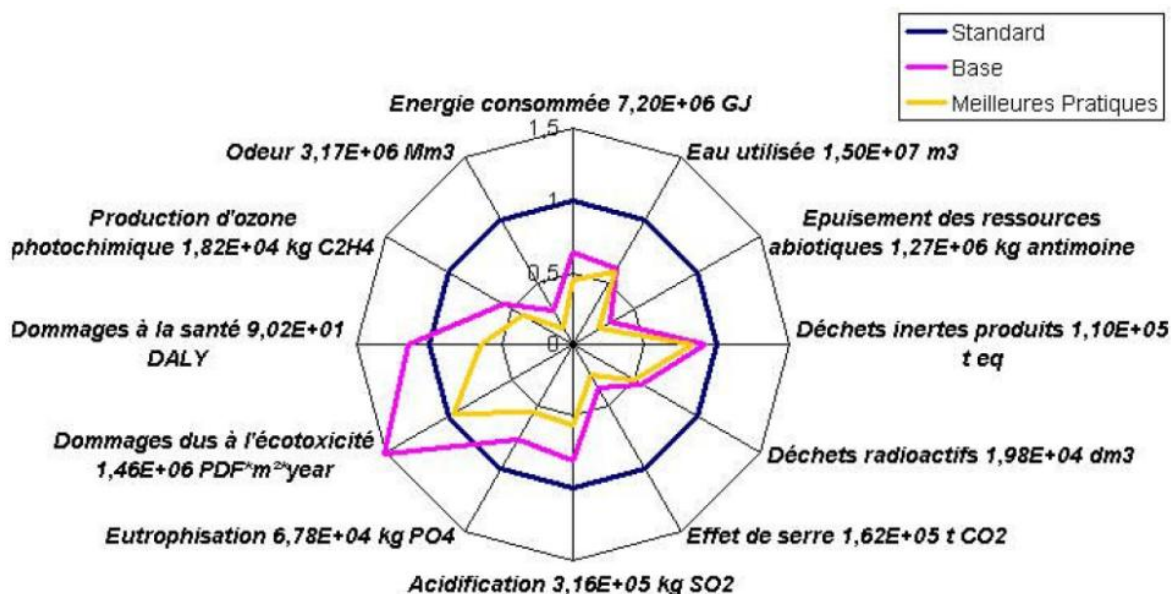


Figure 18: Analyse de cycle de vie comparative des 3 variantes (logiciel ARIADNE), Source : PEUPORTIER, POPOVICI & TROCME, 2011.

### Chapitre3: Systèmes étrangers d'indicateurs de calcul des émissions de GES en France

Les indicateurs montrent la contribution relative de chaque phase principale du cycle de vie (Construction, utilisation, rénovation, et démolition).

De cet outil on en tire les éléments suivants :

Composante urbaine	Nature	Indicateur	
Bâtiments (Bureaux, écoles, hôpitaux, hôtels)	Performance énergétiques du bâtiment	Ventilation (vol/h)	
		Ponts thermiques (W/ mK)	
		U moyen des vitrages (W/m²K)	
Infrastructure d'accès	Routes et rues	Consommation électrique des rues ,places (KWh/(m²,an)	
		Imperméabilité des rues %	
		Imperméabilité des dalles en béton %	
		Pourcentage eau de pluie rejeté vers un autre système de rétention %	
	Réseaux (distribution d'électricité, d'eau, assainissement, déchets)	Pourcentage de fuite (%)	
		Pourcentage de branchement (%)	
	Comportement des résidents	Consommation d'eau (l/hab)	
		Consommation d'énergie (Kwh/hab)	
		Traitement des déchets (%)	
		Pourcentage de tri et de recyclage (%)	
	Espaces verts		Consommation électrique des espaces verts (KWh/(m²,an)
			Imperméabilité des espaces verts %
Arrosage (eau de réseau et/ou récupérée) %			

**Tableau 9 :** Indicateurs sélectionnés de la méthode ACV pour établir la grille des indicateurs BC,  
**Source :** Auteur, d'après COLOMBERT, DE CHASTENET, DIAB; GOBIN, HERFRAY, JARRIN,  
 PEUPORTIER, TARDIEU & TROCMÉ, 2011 (Grille entière et graphes possibles, voir Annexe 4)

Ces deux approches des expériences étrangères, nous permettent d'identifier les composantes qui participent à l'évaluation du BC aux échelles locales (figure 19). Nous allons nous intéresser dans le chapitre qui suit à la construction d'une grille adaptée au contexte local algérois.

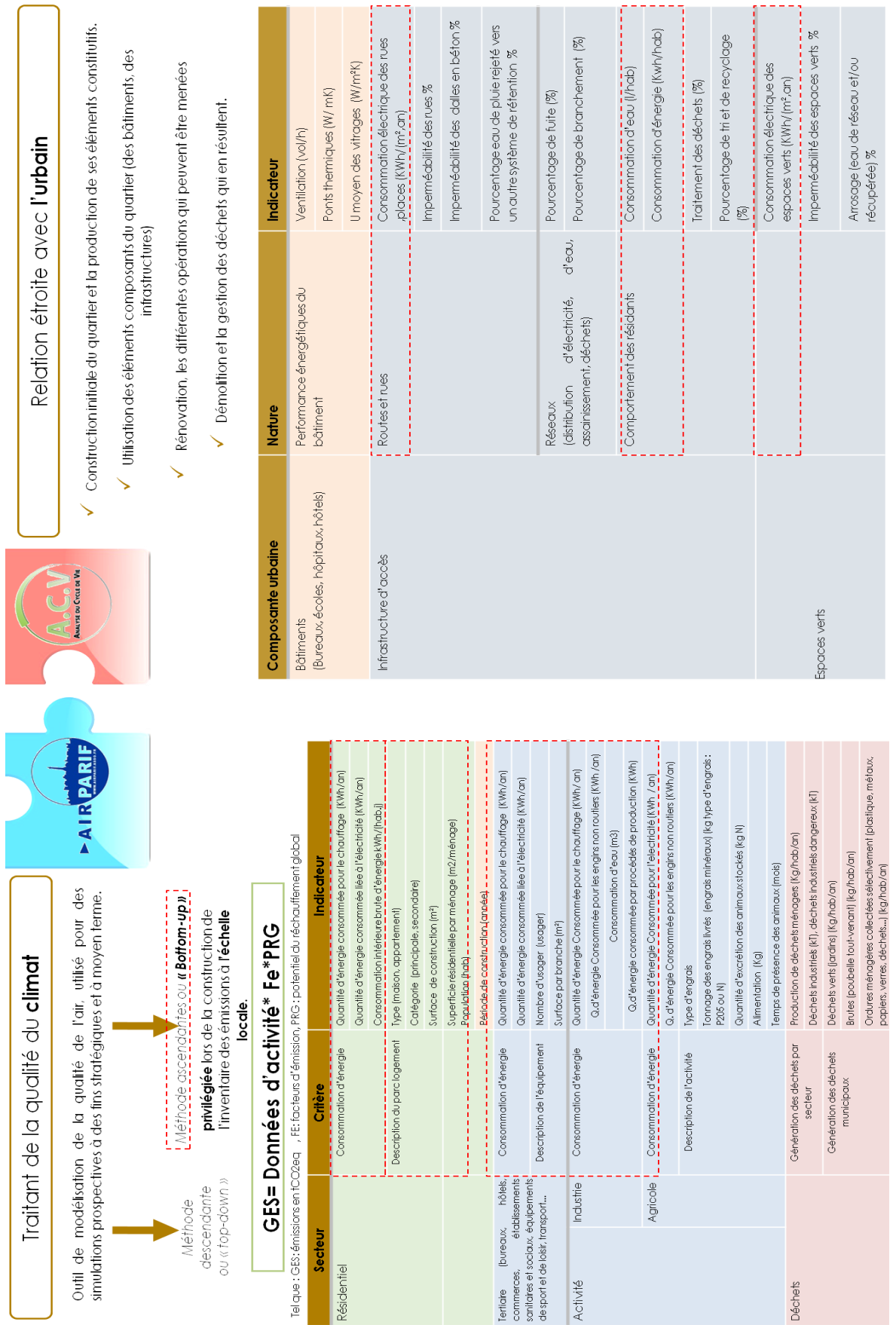


Figure 19: données sélectionnées des méthodes étrangères pour la construction de la grille des indicateurs BCL, Source : auteur

## **Chapitre 4: Construction de la méthode d'évaluation simplifiée pour le contexte local**

Dans ce chapitre la grille constituée de systèmes d'indicateurs internationaux est confrontée à la réalité du contexte algérois. Il s'agit de réduire la grille en fonction de la disponibilité de l'information, afin d'optimiser la faisabilité d'évaluation.

### **4.1. Méthode de recueil des données**

Entre une interview ciblée par questionnaire pour la fonction urbaine résidentielle et données tirées par une analyse des ilots ou récupérées auprès des administrations. Voici la présentation des informations choisies. L'enquête a été menée durant plus d'un mois (38 jours interrompus par l'absence des résidents car c'était la période des vacances estivales), du 28/08 au 04/10 (11/12/2016 pour l'agence de SONELGAZ, et 22/11/2016 pour le lycée Ibn Khaldoun à Miramar- Rais Hamidou).

Le questionnaire est composé de 16 questions<sup>18</sup>. Celles-ci suivent une progression logique qui commence par un questionnement sur les aspects généraux (profil de l'enquêté), s'incline sur des questions ciblées à utilité directe pour le calcul du BC (détails sur les déplacements des enquêtés, détails sur le logement: superficie, taille de ménage, montants de deux factures énergétiques trimestrielles estivale et hivernale ainsi que les appareils utilisés par le ménage) de l'année 2015, et conclue par des questionnements qui aident à développer une réflexion sur les résultats obtenus à la fin du traitement des données et des calculs.

Les données de base récupérées auprès des administrations consistent en des données descriptives propres à la fonction urbaine, et quantitatives (montants de deux factures énergétiques estivale et hivernale) de l'année 2015<sup>19</sup>.

### **4.2. Sélection des données**

#### **4.2.1. Types de données**

a- Suivant les factures récupérées, le bilan sera trimestriel (BC été, BC hiver) afin de mettre en exergue les pics de consommation énergétiques en électricité et en gaz et par conséquent, les variations de résultats de calculs.

b- Les données seront articulées autour de trois parties :

- ✓ Données relatives aux fiches techniques de l'ilot :
  - Localisation de l'ilot sujet du calcul de son BC
  - La répartition fonctionnelle dans le plan de masse
  - Les conditions microclimatiques.
  
- ✓ Données relatives aux fiches techniques de fonction urbaine :  
*Pour le logement*

<sup>18</sup> Le détail du questionnaire est présenté en annexe n5

<sup>19</sup> Pour le détail des factures et fiche technique (voir annexe 6 et 7 respectivement)

## Chapitre4: Construction de la méthode d'évaluation simplifiée pour le contexte local

### Foyer type FT

En vue de couvrir l'ensemble des ilots choisis, un foyer type sera sélectionné parmi un ensemble de questionnaires similaires. Le choix s'effectue en fonction de la taille du ménage et la taille du logement en lui-même : si la taille de ménage ou la surface du logement change, c'est un autre foyer type qui prend forme.

La consommation énergétique est calculée par abonnés ordinaire (par ménage), à partir du relevé du compteur.

- Nombre de population: un TOL moyen propre à chaque cas d'étude.
- Transport

*Pour le lycée et l'usine :*

Les quantités d'énergie consommées sont récupérées de l'agence de SONELGAZ, le complément d'information est récupéré sous forme de fiches techniques (chaines productives, nombre d'employé etc.)

*Pour le transport*

En vue d'obtenir des résultats discutables apporteurs de solutions ciblées en urbanisme de proximité, le tableau sera fragmenté en déplacement propre à chaque fonction urbaine de l'ilot :

- Déplacements liés au logement : concerne tous les déplacements domicile- destination X selon le motif de déplacement.
- Déplacement liés à l'équipement et activité : concerne tous les déplacements des employés et usagers venant ou déplaçant pendant les heures de travail.

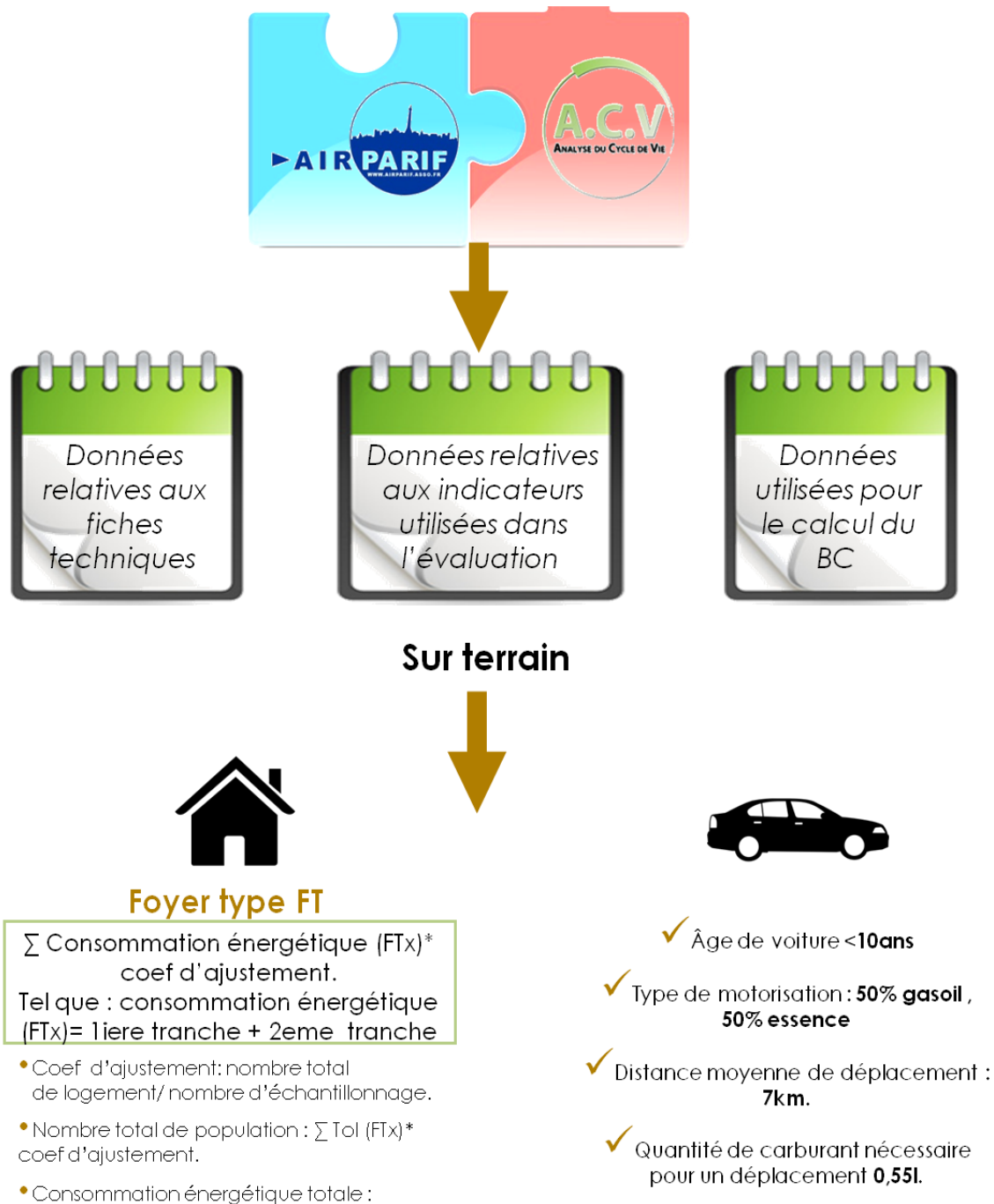
Ces mêmes résultats seront jumelés en deuxième lieu pour apprécier la contribution de la fonction urbaine *transport* aux résultats du BC.

Véhicule : vu la contradiction des résultats (le questionnaire enregistre l'absence de véhicules pour l'ilot résidentiel, la posture la plus objective étant de se référer à la capacité d'accueil du parking. Selon les données récupérées de l'APC (service des véhicules), les données à faire manipuler dans ce calcul sont fixées ainsi:

- Âge de voiture : il est de moins de 10ans
- Type de motorisation : se partage par égalité entre diesel et essence (50% diesel, 50% essence)
- Distance moyenne de déplacement : pour fixer cette donnée, un retour sur les destinations les plus fréquentées pour les motifs de déplacements qui présentant les distances les plus éloignées des sièges de l'enquête qui présente **en moyenne 7km.**
- Quantité de carburant nécessaire pour un déplacement : la quantité de carburant nécessaire pour remplir un réservoir de voiture est d'une moyenne de 35l pour parcourir une distance maximale de 450 km, par conséquent, l'énergie nécessaire pour un déplacement étudié est de 0,55l.

## Chapitre4: Construction de la méthode d'évaluation simplifiée pour le contexte local

- Données relatives aux indicateurs utilisées dans l'évaluation : constituées principalement de superficies relatives aux variables du cas d'étude (surface construite, SHON, habitant, ménage, usager, végétation), densités et différentes consommations propres aux fonctions urbaines constituant l'ilot choisi.
- Données utilisées pour le calcul du BC : pour cette étape on procède au calcul direct du BC, pour cela les consommations seront reproduites dans le tableur suivies par des valeurs locales des facteurs d'émissions.



**Figure 20** : données sélectionnées pour la construction de la grille des indicateurs BCL après l'investigation du terrain, **Source** : auteur

### 4.2.2. Justification du choix des données

Les données choisies répondent à deux exigences méthodologiques : celle de la facilité de récupération des données et de la contribution de chaque donnée soit au calcul direct ou à l'interprétation des données suite au calcul du BC. Il s'agit de <sup>20</sup>:

- *Données relatives aux fiches techniques* : constituent le cadre général de lecture de l'ilot choisi. Cette fiche est composée d'éléments de lecture fragmentée qui recense en quelque sorte les propriétés de l'ilot en terme de surface, fonctions abritées, appareils, véhicules, déplacements.
- *Données relatives aux indicateurs utilisées dans l'évaluation* : mettent en relation les données recueillies dans la fiche précédente, à travers un système d'indicateurs (surfaces rapportées à des variantes de l'ilot, densités, consommations énergétiques), et aident de trouver des éléments d'explication des résultats obtenus en aval.
- *Données utilisées pour le calcul du BC* : servent au calcul direct du BC à travers les consommations propres pour chaque fonction urbaine accompagnées de facteurs d'émissions adéquats.

### 4.3. Formule de calcul

Afin d'obtenir le résultat final de calcul BC, une série d'opérations (calculs et conversions) précède cette finalité :

#### *Fonction urbaine résidentielle*

Pour couvrir l'ensemble des logements présents dans l'ilot, les échantillons (FT) seront multipliés par un coefficient d'ajustement qui nous permet d'obtenir un BC complet de l'ilot.

- a- Nombre total de logement :  $\sum FT * \text{coefficient d'ajustement}$ , tel que: coef d'ajustement est égal au nombre total de logement/ nombre d'échantillonnage.
- b- Nombre total de population :  $\sum \text{Tol} (FTx) * \text{coef d'ajustement}$ .
- c- Consommation énergétique totale :

$$\sum \text{Consommation énergétique} (FTx) * \text{coef d'ajustement.}$$

Tel que : consommation énergétique (FTx)= 1iere tranche + 2eme tranche

<sup>20</sup>Pour le détail des données des fiches techniques (voir annexe 9)

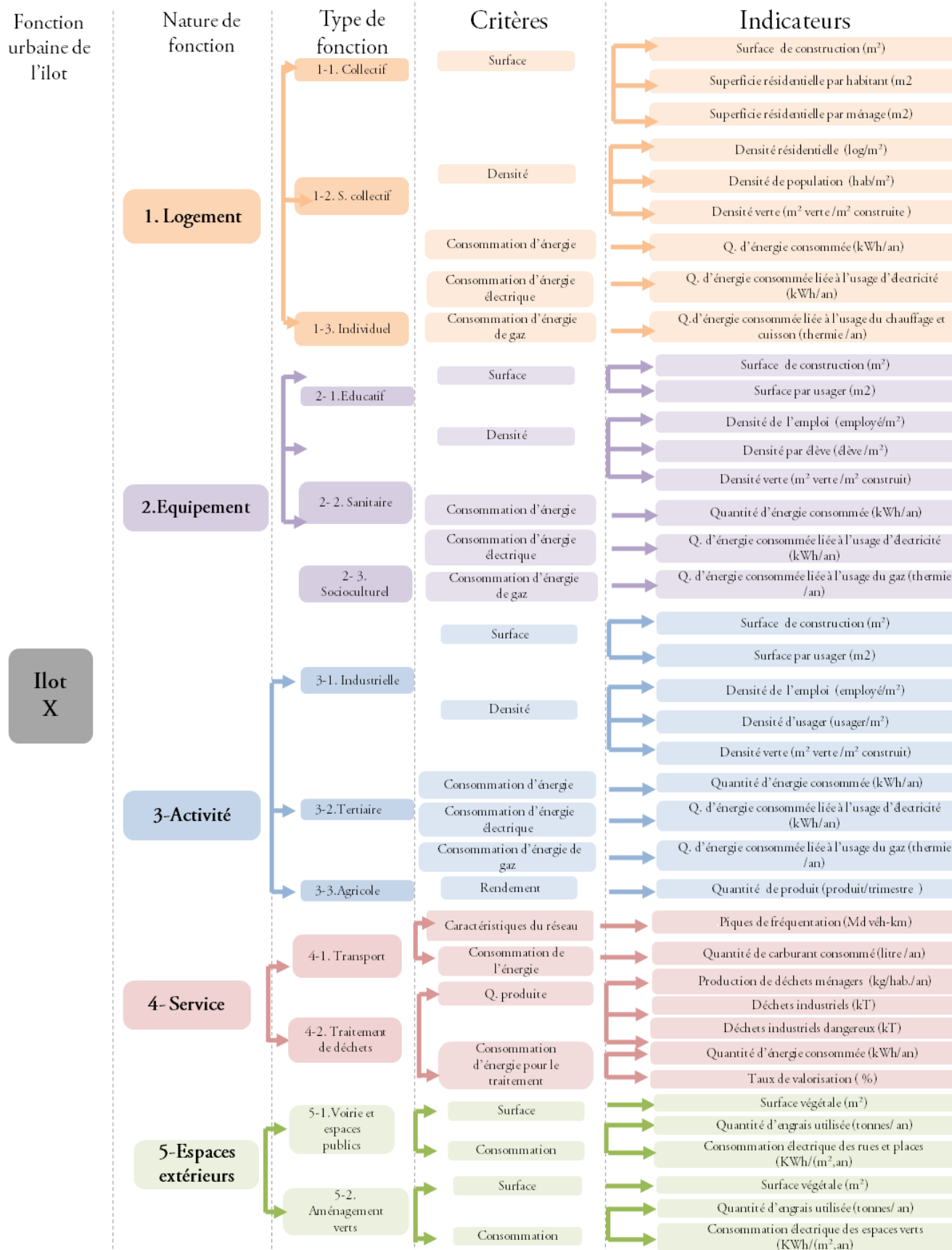


Figure 21 : Grille d'indicateurs utilisés pour la construction du BCL, source : auteur, sur la base du Tab9 et 10<sup>21</sup>

<sup>21</sup>Pour la grille détaillée, voir annexe 8

**Explication de la méthode de calcul**

Nous obéirons parfois aux exigences du terrain, nous nous adaptons aussi à l'échantillon auquel nous nous adressons. Afin d'obtenir les consommations d'énergie pour la fonction urbaine résidentielle, la question est posée autrement par demande des montants de factures énergétique, ensuite nous convertissons le montant (en DA) à une quantité d'énergie (KWh et thermie)<sup>22</sup>

1<sup>ière</sup> tranche : 125 kWh pour l'électricité et 1125 thermies pour le gaz

2<sup>ème</sup> tranche = Montant global de la facture énergétique – Droit du timbre- taxe habitation- droit fixe –montant taxe TVA – (montant liere tranche)= ..... /4,179

*Équipements et activité* : les consommations sont récupérées de l'agence de SONELGAZ

*Fonction urbaine de transport* : pour chaque fonction urbaine, un tableau de quantification de consommation de carburant est établi :

Modalité de transport	N: Nombre total de déplacement	Fréquence		Distance Globale (fréquence globale* distance moyenne) en Km	Q. carburant (Distance globale* Q. carburant nécessaire pour un déplacement /Distance moyenne de déplacement) en litre
		Partielle	Globale (Partielle * N)		
VP, TC, ...					
Distance moyenne de déplacement : 7Km Q. carburant nécessaire pour un déplacement : 0,55l					

**Tableau 10** : Quantification de consommation d'énergie pour la fonction urbaine transport, source : auteur (d'après FGE carbone, 2009) <sup>23</sup>

Avant de procéder au calcul direct du bilan carbone, les conversions sont nécessaires pour mettre en adéquation ces quantités énergétiques consommées avec les facteurs d'émissions choisis.

Fonction urbaine	Conversion	Facteur d'émission : Fe
Logement Activité Equipement	Quantité d'énergie consommée liée à l'usage de l'électricité	0.73 kgCO2/kWh
	Quantité d'énergie consommée liée à l'usage du Gaz : 1 thermie = 0,00009TEP	2,35 T CO <sub>2</sub> / TEP
Transport	1T = 1,054 TEP	Diesel: 3,1 T CO <sub>2</sub> / TEP Essence 2,90 / T CO <sub>2</sub> /TEP

**Tableau11** : Facteurs d'émission adéquats,

Source : auteur d'après APRUE ,2014 et Brander, Sood, Wylie, Houghton & Lovell, 2011

<sup>22</sup> Pour calcul de tarification et conversions : <http://www.elmouwatin.dz/?La-facture-d-electricite-et-de-Gaz> (Consulté le 19/12/2017)

<sup>23</sup><http://www.fge-carbone.com>(Consulté le 19/12/2017)

## Chapitre4: Construction de la méthode d'évaluation simplifiée pour le contexte local

En finalité :

Résidentiel Icr	Electricité	Icr1: Q.d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)* Fe
	Gaz	Icr2: Q. d'énergie consommée liée à l'usage du chauffage et cuisson (kWh/an)*Fe
Equipement Ice	Electricité	Ice 1: Q. d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)* Fe
	Gaz	Ice 2: Q. d'énergie consommée liée à l'usage du chauffage (kWh/an)*Fe
Activité Ica	Electricité	Ica 1: Q. d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)* Fe
	Gaz	Ica 2: Q.d'énergie consommée liée à l'usage du chauffage (kWh/an)*Fe
Transport Ict	Carburant	Ict: Q. de carburant consommé *Fe
Traitement de déchets Icd	Electricité	Quantité d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)* Fe
Espace vert Icev	Electricité	Quantité d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)* Fe

**Tableau12** : Résumé des formules de calcul du BCL, source : auteur, d'après : MÉDTL 2011

$$I c_{Total} = Icr1+ Icr2+ Ice 1+Ice 2+ Ica 1+Ica 2+Ict+ Icd+ Icev$$

Avec : **I cTotal** : indice carbone total, Fe : Facteur d'émission

**Icr1** : indice carbone résidentiel lié à l'usage de l'électricité

**Icr2** : indice carbone résidentiel lié à l'usage du gaz

**Ice 1** : indice carbone total lié à l'usage de l'électricité pour l'équipement

**Ice 2** : indice carbone lié à l'usage du gaz pour l'équipement

**Ica 1** : indice carbone total lié à l'usage de l'électricité pour l'activité

**Ica 2** : indice carbone lié à l'usage du gaz pour l'activité

**Ict** : indice carbone lié à l'usage du carburant dans le transport

**Icd** : indice carbone lié à l'usage de l'électricité pour le traitement de déchets

**Icev** : indice carbone total lié à l'usage de l'électricité pour les espaces verts

### ***Conclusion de la deuxième partie :***

La deuxième partie recouvre dans son premier chapitre un aperçu des méthodes étrangères: AIRPARIF et ACV du quartier. Leur étude nous a permis d'en tirer un système d'indicateurs ajusté dans le chapitre 4 suite à une série de choix, qui n'ont pour but que de simplifier le BCL et de s'assurer de son opérationnalité, mais ce dernier point est réellement vérifié en passant à la troisième partie dans laquelle nous appliquons notre grille d'indicateurs simplifiée BCL sur un contexte réel algérois et nous connaissons réellement quels sont les facteurs qui influencent l'augmentation ou la réduction du BCL à l'échelle de l'îlot urbain.

### ***Troisième Partie : Facteurs d'influence sur le Bilan Carbone Local en milieu urbain à Rais Hamidou à Alger***

---

La troisième et dernière partie du mémoire a pour objectif de se prononcer sur les facteurs qui influencent l'augmentation ou la réduction du BCL. Dans cette partie, la grille des indicateurs du BCL est testée sur trois ilots urbains fonctionnels, ses résultats sont comparés suivant deux démarches. Le choix s'est porté sur la commune de Rais Hamidou, un modèle réduit de la vulnérabilité algéroise mais pertinent sur les deux échelles: commune et ilots pour établir le test comparatif du BCL. Nous procédons par l'application de la grille d'indicateurs BCL sur les trois ilots témoins et par la suite au croisement des deux visions différentes d'analyse, directe et indirecte, pour en tirer les éléments de réponse à nos hypothèses de départ.

## Troisième Partie : Facteurs d'influence sur le Bilan Carbone Local en milieu urbain à Rais Hamidou à Alger

### Chapitre5: Essai d'application de la grille d'indicateurs sur un contexte algérois

Le présent chapitre consiste en un essai d'application de l'outil BCL, en choisissant un contexte algérois afin de prouver l'utilité de cet outil d'aide à la conception et à la décision (en second lieu) en milieux urbains et de l'exploiter pour la vérification de nos hypothèses de départ.

La pertinence du choix réside dans sa relation étroite avec l'échelle opérationnelle des milieux urbains. Grace aux données récupérées des ilots urbains témoins, l'enjeu du travail qui suit (celui de l'essai d'application du BCL) est de prouver l'opérationnalité du bilan carbone simplifié tout en garantissant sa contribution à identifier les fonctions urbaines les plus responsables du gonflement de la quantité de GES émise dans l'atmosphère.

#### 5.1. Choix de la commune de Rais Hamidou

Partant du postulat de la **modularité** de l'espace urbain, à l'échelle urbaine la plus fine, la wilaya d'Alger est constituée d'une multitude d'ilots sur lesquels l'application de l'outil d'aide à la conception et à la décision « **bilan carbone** » est justifiée, selon les résultats de nos investigations théoriques précédentes.

Pour cette étape, le choix s'est porté sur les ilots urbains de la commune de Rais Hamidou. Une sélection liée non seulement à une volonté de faciliter l'accès à la documentation et faciliter les enquêtes sur site, mais aussi à son classement au premier rang dans la consommation énergétique et par conséquent dans les émissions de GES [BOUKARTA & BEREZOWSKA-AZZAG, 2017].

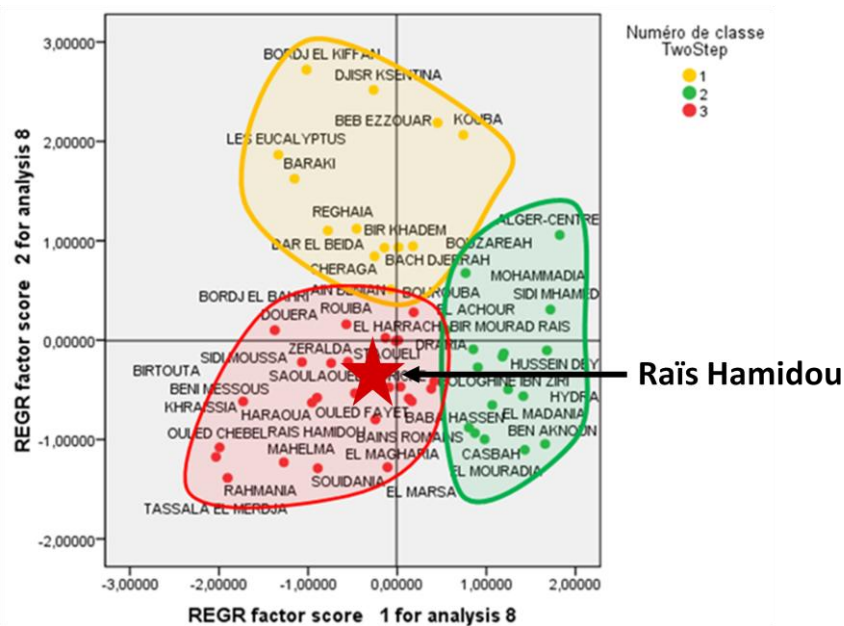


Figure 22 : Consommation d'énergie par les communes d'Alger, source : BOUKARTA & BEREZOWSKA-AZZAG, 2017

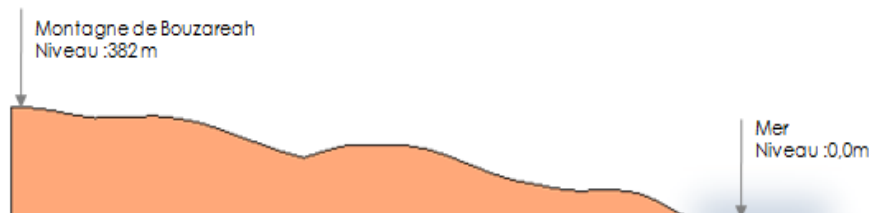
## Chapitre6: Caractéristiques de bilans carbone des ilots témoins

La commune de Rais Hamidou est située à environ 14 km au nord-ouest du centre-ville d'Alger, c'est une commune côtière. Elle dispose d'un linéaire côtier d'environ 4km dans la zone du climat méditerranéen.



**Figure 23 :** Situation et délimitation de la commune de Rais Hamidou, **source :** Google Earth

Elle est délimitée par la commune de Bologhine à l'est, la commune d'el Hammamet à l'ouest et la commune de Bouzaréah au sud. Elle s'étend sur une superficie de 4,76 km<sup>2</sup> abrite une population 28 451 hab. [ONS, 2008] avec une densité de 5 977 hab/km<sup>2</sup>.



**Figure 24 :** Coupe topographique de la commune de Rais Hamidou, **source :** auteur

La commune est constituée d'un petit plateau constitué par la Pointe Pescade, tout comme le quartier Miramar sur une petite plaine à l'ouest.

La majeure partie de la commune est constitué de deux mamelons du Djebel Bouzaréah qui descendent vers la mer (hauteur max : 382m). Cette topographie favorise la ventilation naturelle et la brise marine de la partie côtière. La présence de la forêt de Bouzaréah constitue un réservoir de biodiversité et un puits de carbone à la fois.

**Suivant le PDAU [2015], la commune est composée de cinq grandes zones:**

### *Zone centrale*

Située à proximité de la mer méditerranée, cette zone abrite les équipements structurants de la commune (siège APC, poste, poste police,...).

## Chapitre6: Caractéristiques de bilans carbone des ilots témoins

### Zone urbaine multifonctionnelle

Extension des zones urbaines centrales. Elle est composée de zones urbaines compactes et consolidées, non consolidées et discontinues à structurer, où prédomine l'usage résidentiel avec différentes typologies et morphologies constructives, révélant une densité moyenne d'occupation et une vocation à accueillir des usages mixtes comme l'habitat, le commerce, les services publics et privés, les équipements publics et les activités artisanales compatibles avec un bon environnement urbain.

### Zone urbaine précaire à reconvertir

Comprend les zones bâties d'habitation précaire, parfois localisées dans des zones appropriées et/ou à risque, caractérisées par une occupation spontanée, dépourvue ou dotée d'un grand déficit d'infrastructures et d'équipements, mais aussi d'espaces industriels et d'entrepôts vétustes ou ayant des problèmes accentués de compatibilité avec le milieu urbain, ainsi que d'anciennes fermes et d'anciens lotissements isolés, absorbés par les espaces d'expansion urbaine, connaissant des problèmes notoires d'intégration urbanistique.

### Zone verte à protéger

Comprend les zones vertes publiques ou privées existantes, elle est de 2,3 km<sup>2</sup> de surface et une densité verte de 0,49m<sup>2</sup> vert/m<sup>2</sup> foncier intégrées à la structure écologique, qui remplissent une fonction importante de décompression et d'équilibre du milieu urbain et d'encadrement d'activités de loisirs fondamentales pour le bien-être de la population.

### Zone d'industrie extractive :

Comprend la cimenterie, qui est aujourd'hui une des principales sources de pollution à Alger.

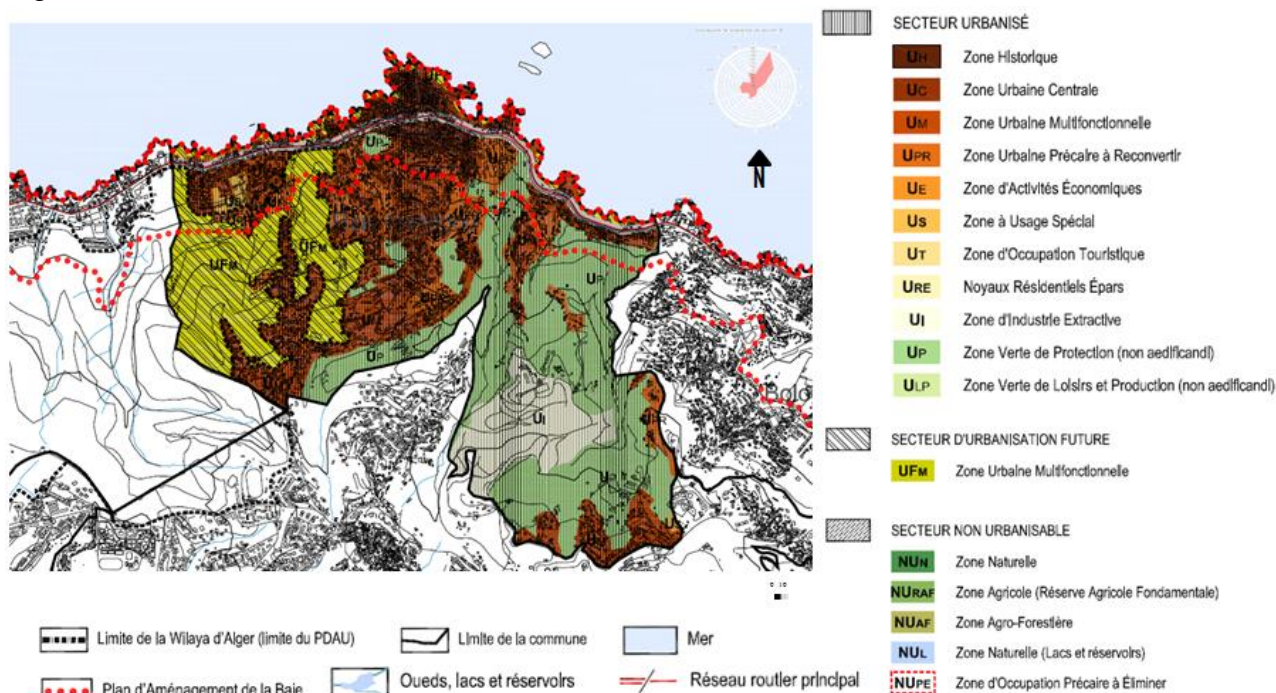


Figure 25: carte schématiques des zones urbaines de la commune de Rais Hamidou, source : PDAU 2015

## Chapitre6: Caractéristiques de bilans carbone des ilots témoins

A cette échelle se manifestent plusieurs sensibilités [CMI, 2013] qui mettent en épreuve la résilience de la commune à savoir :

- Les composantes urbaines sensibles tel que : l'habitat illicite, les sites à risques technologiques majeurs.
- Le phénomène d'urbanisation
- La sensibilité aux risques sismiques, d'inondation, de submersion marine.

Pour l'activité, la commune est essentiellement résidentielle, elle manque d'activité économique. En été, les activités balnéaires et les sports nautiques prennent place. En 2012, le projet du nouveau port de plaisance a été entamé [BEREZOWSKA-AZZAG, 2015].

### 5-2.Présentation des ilots témoins

Le choix des trois ilots se base sur deux critères :

#### ✓ Proximité :

Ce critère intervient à deux reprises : la proximité des ilots urbains entre eux (mettre les trois échantillons au même pied d'égalité en terme de situation microclimatique et topographique) ainsi que la proximité des ilots urbains de la mer (mise en évidence de la vulnérabilité des ilots urbains face à cet aléa naturel).

#### ✓ Différence de vocation :

En concordance avec les hypothèses, la variante « fonction » nous semble la plus apporteuse de réponse à notre sujet de recherche. Pour cela, une sélection d'ordre fonctionnel est établie.

Pour les mêmes conditions climatiques et topographiques, le détail des trois ilots choisis est présenté dans les 4 fiches ci-dessous :



Figure 26 : Récapitulatif descriptif des ilots témoins, Source : auteur

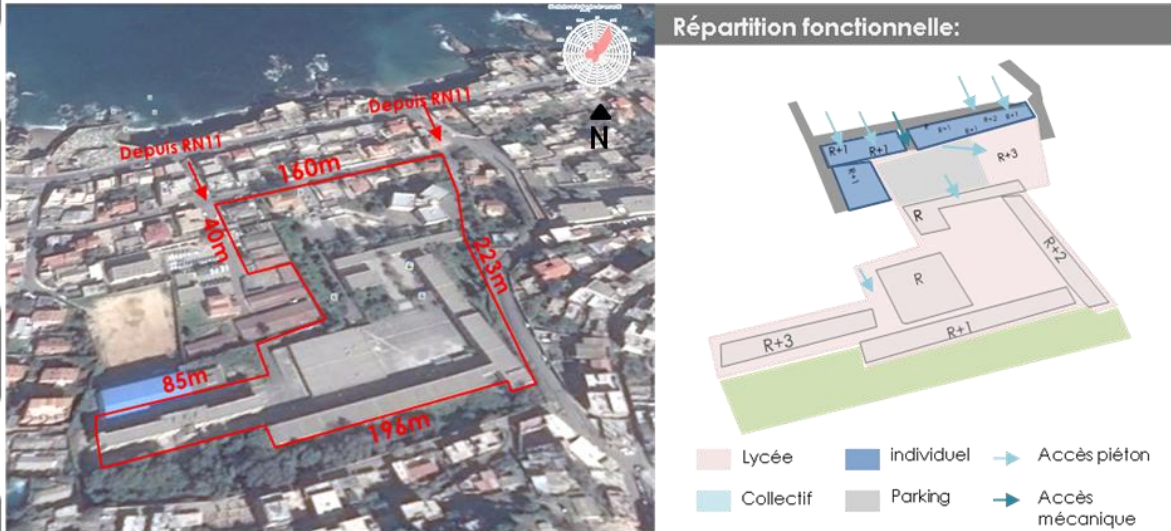
Nous constatons que le choix est varié et répond à l'exigence de diversification des fonctions urbaines pour les ilots urbains choisis.

## Fiche technique de l'ilot 1



Figure 27 : Fiche technique de l'ilot 1, Source : auteur

## Fiche technique de l'ilot 2



### Tertiaire

Surface : 33062,23 m<sup>2</sup>  
 Nombre des usagers : 1849 usagers  
 Vocation: éducative

Densité  
 Bâtie : 1,31  
 Population : (90 hab), 0,0027hab/m<sup>2</sup>  
 Verte : 0,24 m<sup>2</sup> vert/ m<sup>2</sup> construit  
 Activité : 0,055 usager/m<sup>2</sup>



Vue d'intérieur du lycée



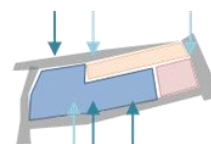
Vue d'intérieur du lycée (végétation en arrière plan)

Figure 28 : Fiche technique de l'ilot 2, Source : auteur

### Fiche technique de l'ilot 3



Répartition fonctionnelle:



- Usine
- individuel
- Habitat mixte
- Parking
- Accès piéton
- Accès mécanique

#### Mixte

**Surface :** 4260 m<sup>2</sup>  
**Nombre des usagers de l'ilot :** 134 usagers  
**Vocation:** ilot mixte (tertiaire, production, résidentiel)

**Densité**  
**Bâtie :** 1,33  
**Population :** (99 hab), 0,023 hab/m<sup>2</sup>  
**Verte :** 0,11 m<sup>2</sup> vert/ m<sup>2</sup> construit  
**Activité :** 0,031 usager/m<sup>2</sup>



Vue sur la façade nord de l'ilot 3 (habitat intégré)



Vue sur la façade est de l'ilot 3(usine de production des produits laitiers)

Figure 29 : Fiche technique de l'ilot 3, Source : auteur

## Chapitre6: Caractéristiques de bilans carbone des ilots témoins

Nous sommes là proches de pouvoir nous prononcer sur les résultats. Ce dernier chapitre du mémoire est consacré à la vérification des hypothèses avancées au préalable, il s'agit de vérifier l'existence du rapport de causalité entre la fonction urbaine et le BCL, autrement dit, de valider ou pas l'influence des facteurs décisifs (la consommation locale d'énergie, le type d'activité urbaine et l'intégration de la biodiversité dans le périmètre concerné) sur l'augmentation du BCL.

### 6.1. Application de la grille

#### Présentation de l'échantillonnage

Les sièges des questionnaires sont : les logements, l'usine de production laitière, les commerces de consommation ainsi que le lycée.

Nous avons comptabilisé: 8 foyers dans le 1<sup>er</sup> ilot, 5 foyers dans le 2<sup>ème</sup> ilot et 6 foyers dans le 3<sup>ème</sup> ilot au total 19 logements témoins. L'échantillonnage est imposé par la possibilité d'accès au logement.

L'échantillon démographique des résidents est composé de : 13 femmes et 19 hommes pour le 1<sup>er</sup> ilot, 7 femmes et 13 hommes pour le 2<sup>ème</sup> ilot et 10 femmes et 12 hommes pour le 3<sup>ème</sup> ilot, soit : 33 femmes et 44 hommes.










	ilot 1	ilot 2	ilot 3
Nombre de ménage	 8	 5	 6
Nombre d'usagers enquêtés	 13  19	 7  13	 10  12

Tableau 14: Présentation des échantillons enquêtés, Source : auteur

Pour les tranches d'âges :

- L'ilot 1 est composé de 13% de personnes de 6 à 15ans, 3% de 15 à 25ans, 9% ayant 25 à 35 ans, 53% de 36à 60 ans et 22% de 60 ans et plus.
- L'ilot 2 est composé de 20 % de personnes de 6 à 15ans, 20 % de 15 à 25ans, 10% ayant 25 à 35 ans, 40 % de 36à 60 ans et 10 % de 60 ans et plus.
- L'ilot 3 est composé de 18% de personnes de 6 à 15ans, 14% de 15 à 25ans, 9% ayant 25 à 35 ans, 32% de 36à 60 ans et 27% de 60 ans et plus.

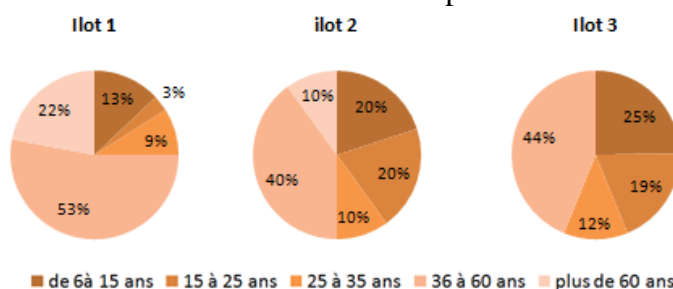


Figure 30: Répartition démographique des échantillons des cas d'étude, Source : auteur

## Chapitre6: Caractéristiques de bilans carbone des ilots témoins

L'intérêt de cet échantillon réside dans la construction d'un cadre théorique intéressant, apporteur de réponses, et ouvrant d'autres pistes de recherche.

### Méthodologie d'exploitation des données recueillies

Prenant l'exemple de l'îlot 1 : Pour identifier les *foyers types*, nous procédons ainsi :

Collectif	FT	Critères de classification (surface moyenne de logement, taille de ménage)
	FT1	70m <sup>2</sup> , 3
FT2	90m <sup>2</sup> , 7	
FT3	50 m <sup>2</sup> , 7	
FT4	90m <sup>2</sup> , 4	
FT5	57m <sup>2</sup> , 5	
FT6	50m <sup>2</sup> , 5	
Individuel	FT7	-m <sup>2</sup> , 6 (absence de donnée)
	FT8	-m <sup>2</sup> , 7 (absence de donnée)

**Tableau15** : Identification des foyers types, **Source** : auteur

### Pour le transport

Modalité de transport	N: Nombre total de déplacement	Fréquence		Distance globale (fréquence globale* distance moyenne)en Km	Q. carburant (distance globale* Q. carburant nécessaire pour un déplacement /Distance moyenne de déplacement) en litre
		Partielle	Globale (partielle* N)		
VP	17	1	17	119	9,35
TC	56	2	112	784	61,6
Taxi	36	1	36	252	19,8
Distance moyenne de déplacement : 7Km					
Q. carburant nécessaire pour un déplacement : 0,55l					

**Tableau16** : Quantification de consommation de carburant transport, **Source** : Auteur

## 6.2. Discussion des résultats

Il s'agit d'établir des lectures comparatives, du coup, la lecture se fait à deux échelles : entre les trois ilots témoins et les chiffres de référence, et entre les ilots eux même.

### Comparaison aux chiffres de référence nationaux

Cette lecture apporte des confirmations quant à l'inscription des résultats obtenus par le calcul du BC local restreint dans la fourchette de calcul externe constatée lors de la recherche bibliographique. Il s'agit essentiellement de l'indicateur d'émissions de CO<sub>2</sub> par habitant: il désigne la quantité totale d'émissions de CO<sub>2</sub> suite à la combustion de carburant rapporté au nombre de population. En se référant à la donnée du secteur résidentiel de la CCNCC pour l'Algérie de 3,1 teqCO<sub>2</sub>/hab/an [MISSAOU, BEN HASSINE & MOURTADA, 2012], le premier îlot enregistre 2,4 teqCO<sub>2</sub>/hab/an, une valeur qui se rapproche plus au moins du chiffre de référence et qui constitue la première confirmation de la probabilité de nos résultats.

### Comparaison entre-ilots

Elle permet d'obtenir des explications quant aux questionnements relatifs à la contribution hiérarchique des fonctions urbaines de l'îlot au gonflement de la quantité CO<sub>2</sub> émise dans l'atmosphère, ce qui permettra d'orienter les actions d'aménagement urbain.

## Chapitre6: Caractéristiques de bilans carbone des ilots témoins

Bilan carbone de l'ilot1:

Ilot 1	Type de fonction	Quantité d'énergie consommée		Facteur d'émission	Quantité de CO2		Pourcentage	
		Été	Hiver		Été	Hiver	Été	Hiver
1.1		38011kwh	14454kwh	Pour électricité : 0.73 kgCO <sub>2</sub> /kWh	27,36	10,5	66%	65%
		41689 thermie = 3,75 TEP	94542 thermie = 8,5TEP		8,81	19,97		
		7556kwh	9763kwh		5,5	7,12		
		9347 thermie = 0,84 TEP	21734 thermie = 1,95 TEP		1,97	4,59		
4.1		9000 l/trim= 7,35 TEP	9000 l/trim= 7,35 TEP	Diesel: 3,1 T CO <sub>2</sub> /TEP Essence 2,9/ TCO <sub>2</sub> /TEP	22,054	22,054	34%	35%
Total					65694 Kg eq CO2	64234 Kg eq CO2	100%	100%
Surface de l'ilot : 2570 m <sup>2</sup>					25,56 Kg eq CO2 /m <sup>2</sup> 25 Kg eq CO2/m <sup>2</sup>			

Bilan carbone de l'ilot2 :

Ilot 2	Type de fonction	Quantité d'énergie consommée		Facteur d'émission	Quantité de CO2		Pourcentage		
		Été	Hiver		Été	Hiver	Été	Hiver	
1.1		19005 kwh	7227 kwh	Pour électricité : 0.73 kgCO <sub>2</sub> /kWh	13,9	5,27	13%	10%	
		20844 thermie = 1,9 TEP	47271 thermie = 4,25 TEP		4,5	10			
	1.3		11354 kwh		9403 kwh	8,3			6,9
			32478 thermie = 2,9 TEP		20033 thermie = 1,8 TEP	6,8			4,23
2-1		7929 kwh	22449 kwh	Pour Gaz : 2,35 T CO <sub>2</sub> /TEP	5,8	16,4	2%	6%	
		0 kw/thermie	0 kw/thermie	0	0				
4.1		6660 l/trim = 5,44 TEP	6660 l/trim = 5,44 TEP	Diesel: 3,1 T CO <sub>2</sub> /TEP Essence 2,9/ TCO <sub>2</sub> /TEP	16,32	16,32	85%	84%	
		86971,5 l/trim = 71 TEP	86971,5 l/trim = 71 TEP		213,1	213,1			
5.1		0 KWh/m <sup>2</sup> ,an	0 KWh/m <sup>2</sup> ,an	2,35 T CO <sub>2</sub> /TEP	0	0	0%	0%	
Total					268720 Kg eq CO2	272220 Kg eq CO2	100%	100%	
Surface de l'ilot : 33062,23 m <sup>2</sup>					8,12 Kg eq CO2 /m <sup>2</sup> 8,23 Kg eq CO2/m <sup>2</sup>				

Bilan carbone de l'ilot 3 :

Ilot 3	Type de fonction	Quantité d'énergie consommée		Facteur d'émission	Quantité de CO2		Pourcentage	
		Été	Hiver		Été	Hiver	Été	Hiver
1.3		95517kwh	65353 kwh	Pour électricité : 0.73 kgCO <sub>2</sub> /kWh	69,72	47,7	30%	28%
		92868 thermie = 8,35 TEP	100317 thermie = 9 TEP		19,6	21,15		
3.1		130740 kwh	107400 kwh	Pour Gaz : 2,35 T CO <sub>2</sub> /TEP	95,44	78,4	66%	67%
		429985 thermie = 38,7 TEP	343874 thermie = 30,9 TEP		90,9	72,6		
3.2		4431 kwh	5760 kwh	2,35 T CO <sub>2</sub> /TEP	3,23	4,2	66%	67%
		28133 thermie = 2,5 TEP	36745 thermie = 3,3 TEP		5,87	7,75		
4.1		4916 l/trim = 4 TEP	4916 l/trim = 4 TEP	Diesel: 3,1 T CO <sub>2</sub> /TEP Essence 2,9/ TCO <sub>2</sub> /TEP	12	12	4%	5%
4.1		841,5 l/trim = 0,63 TEP	841,5 l/trim = 0,63 TEP		1,9	1,9		
Total					298660 Kg eq CO2	245700 Kg eq CO2	100%	100%
Surface de l'ilot : 4260 m <sup>2</sup>					70,1 Kg eq CO2 /m <sup>2</sup> 57,67 Kg eq CO2 /m <sup>2</sup>			

**Tableau17** : Synthèse des BCL des trois ilots témoins , **Source** : Auteur

## Chapitre6: Caractéristiques de bilans carbone des îlots témoins

### 6.2.1. Lecture analytique directe des résultats

#### a- Quantité émise par m<sup>2</sup> foncier

Faisons une première lecture pour déterminer l'îlot qui possède le BCL le plus élevé. De l'analyse comparative qui met sur le même pied d'égalité les trois cas d'étude en se rapportant à la surface, ressort que l'îlot le plus émettant de quantité eqCO<sub>2</sub> est l'îlot 3, avec 70,1 Kg eq CO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup> foncier en été et 57,67 Kg eq CO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup> foncier en hiver.

#### b- Fonction urbaine responsable de l'émission

Le retour sur les détails du BCL fournit des éclaircissements sur cette augmentation qui s'explique principalement par la fonction urbaine:

Pour l'îlot 3, la fonction urbaine activité *industrielle* est responsable des 2/3 du gonflement du BCL, suivie par la fonction urbaine *résidentielle* qui enregistre un pourcentage légèrement élevé en hiver, le transport vient en dernière position avec 4,5%.

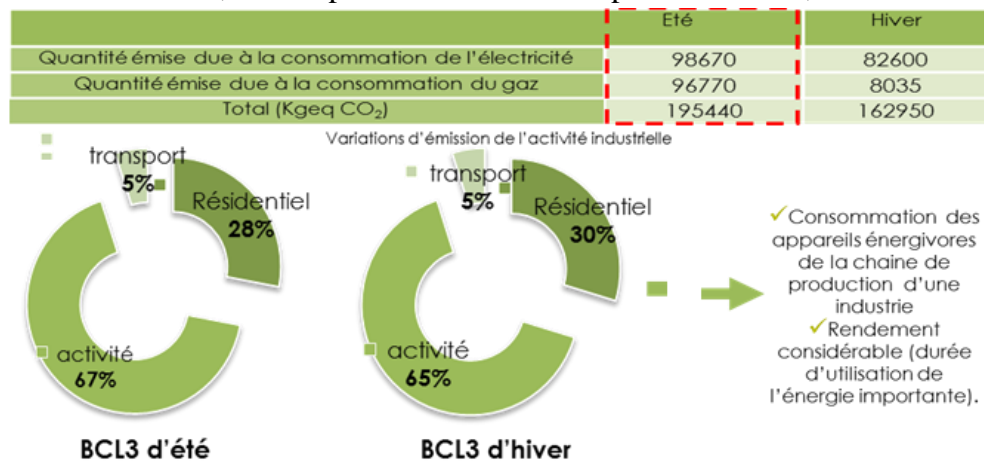


Figure 31 : Graphes explicatifs de la fonction urbaine responsable du gonflement du BCL3, **Source:** auteur

Pour l'îlot 1, la fonction urbaine *résidentielle* prend 65% de la responsabilité du gonflement du BC, le *transport* contribue par 35%.

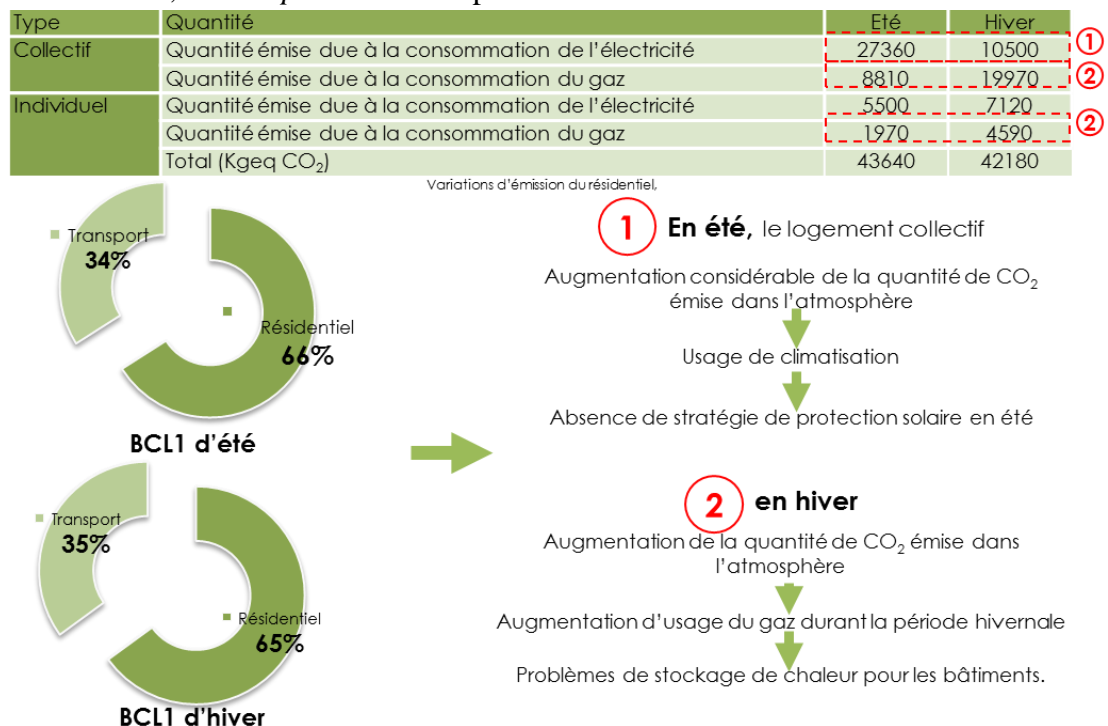
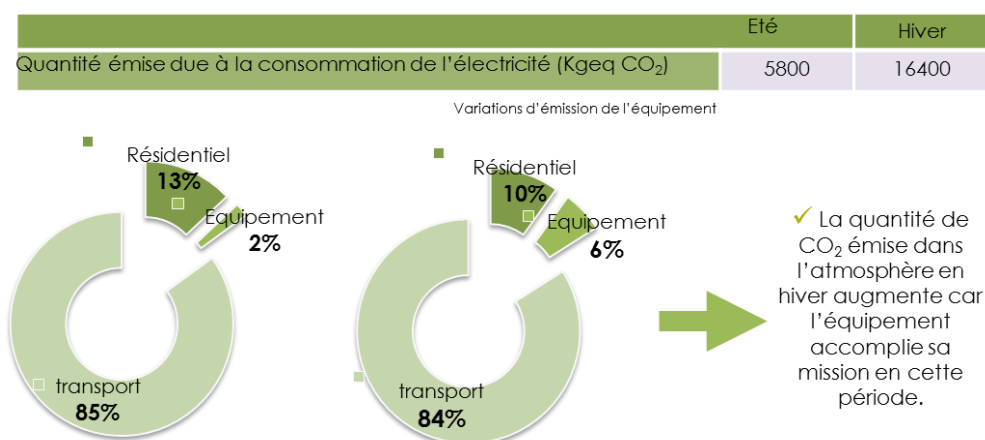


Figure 32: Graphes explicatifs de la fonction urbaine responsable du gonflement du BCL1, **Source :** auteur

## Chapitre6: Caractéristiques de bilans carbone des ilots témoins

Pour l'îlot 2, le *transport* est le plus responsable du gonflement du BC avec 85%, suivie par la fonction urbaine *résidentielle* avec 10% en hiver et 13% en été, le *lycée* vient en dernière position et prend place avec 6% en hiver et 2% seulement en été.



**Figure 33:** Graphes explicatifs de la fonction urbaine responsable du gonflement du BCL2, **Source :** auteur

De l'analyse comparative qui met en exergue la part de la fonction urbaine dans le gonflement du BCL, la fonction urbaine la plus responsable (par ordre décroissant) est: *activité industrielle* puis *tertiaire* suivie par la fonction urbaine *résidentielle* ensuite celle du *transport* (présenté par le transport routier) et enfin celle de l'*activité éducative*.

c- *Variations d'émission de la fonction :* l'étude systémique des fonctions apporte d'autres réponses plus ciblées :

*Pour la fonction urbaine activité mixte (ilot3)*

	Eté	Hiver
Quantité émise due à la consommation de l'électricité	98670	82600
Quantité émise due à la consommation du gaz	96770	8035
Total (Kgeq CO <sub>2</sub> )	195440	162950

**Tableau 18:** Variations d'émission de l'activité, **Source :** Auteur

La variation s'explique principalement par les appareils énergivores de la chaîne de production d'une industrie (consommation d'électricité d'été élevée à cause de l'usage excessif de la chambre froide, usage de plusieurs chaudières..), le rendement est considérable également (durée d'utilisation de l'énergie importante).

*Pour la fonction urbaine résidentielle (ilot1)*

Type	Quantité	Eté	Hiver
Collectif	Quantité émise due à la consommation de l'électricité	27360	10500
	Quantité émise due à la consommation du gaz	8810	19970
Individuel	Quantité émise due à la consommation de l'électricité	5500	7120
	Quantité émise due à la consommation du gaz	1970	4590
	Total (Kgeq CO <sub>2</sub> )	43640	42180

**Tableau 19 :** Variations d'émission du résidentiel, **Source :** Auteur

## Chapitre6: Caractéristiques de bilans carbone des ilots témoins

Nous analysons les résultats partiels (vu que le résultat total n'enregistre pas de grande variante, soit 1 teq CO<sub>2</sub>), nous constatons l'augmentation de la quantité de CO<sub>2</sub> émise dans l'atmosphère en hiver qui est due à l'augmentation d'usage du gaz durant la période hivernale pour les deux types de logement, et donc, à des problèmes de stockage de chaleur pour les bâtiments.

En été, le logement collectif enregistre une augmentation considérable de la quantité de CO<sub>2</sub> émise dans l'atmosphère (soit le double de celle émise en hiver), cela s'explique par l'usage de climatisation qui est due à l'absence de stratégie de protection solaire en été, contrairement au type individuel qui contient des zones tampon de rafraîchissement d'air chaud.

*Pour la fonction urbaine tertiaire d'équipement (ilot2)*

	Eté	Hiver
Quantité émise due à la consommation de l'électricité (Kgeq CO <sub>2</sub> )	5800	16400

**Tableau 20** : Variations d'émission de l'équipement, Source : Auteur

La quantité de CO<sub>2</sub> émise dans l'atmosphère en hiver augmente car l'équipement accomplit sa mission en cette période.

*Pour la fonction urbaine de transport (ilot1, 2 et 3) :*

Nous ne pouvons pas omettre la part du transport dans les émissions de quantité eq de CO<sub>2</sub>.

	Ilot 1	Ilot 2	Ilot3
Quantité émise due à l'usage du carburant (Kgeq CO <sub>2</sub> )	22054	229420	13900

**Tableau 21** : Variations d'émission du transport, Source : Auteur

Sa quantité est tributaire de la fonction urbaine à laquelle il est associé, loin des considérations de pourcentage établis précédemment, nous remarquons:

- L'ilot 2 enregistre la quantité la plus élevée des émissions de CO<sub>2</sub>, par le transport cela est dû à la localisation du lycée qui génère des déplacements importants.
- L'ilot 1 vient en 2<sup>ème</sup> position, sa quantité émise traduit les déplacements domicile-travail tributaires à la densité de population active dans cet ilot.
- L'ilot 3 occupe la dernière place avec une quantité trimestrielle de 13900 Kgeq CO<sub>2</sub>, cette quantité est due aux déplacements domicile-travail des habitants ainsi que déplacement sortants de la source d'émission pour l'activité. Bien que l'ilot 3 soit considéré comme étant le plus émetteur de CO<sub>2</sub>, la raison est loin d'être le *transport*, car les postes de travail à l'usine sont occupés par des employés du quartier, ce qui favorise les déplacements doux.

## Chapitre6: Caractéristiques de bilans carbone des ilots témoins

### d)- La végétation et bilan carbone, quel impact ?

Un résultat frappant sort lors de l'obtention des résultats, il s'agit de la faible émission de CO<sub>2</sub> dans le 2<sup>ème</sup> ilot. Nous constatons : une grande surface de cet ilot, un flux important accueilli ainsi qu'une diversité des fonctions abritées occupant le podium des sources émettrices.

Malgré toutes ces données qui devraient agir en augmentant le BCL, le résultat reste faible. Seule une fonction urbaine qui fait la différence entre les trois ilots, c'est la présence de la végétation (espace vert des logements et végétation du lycée). Cette particularité propre à l'ilot 2 constitue apparemment un élément atténuant des émissions de CO<sub>2</sub>.

Les résultats issus de l'analyse directe nous semblent partiels, parce qu'ils correspondent à des données relatives, non absolues, qui sont difficilement comparables entre elles. Nous décidons alors de **normaliser les indicateurs** obtenus et d'effectuer une lecture analytique indirecte.

### 6 .2.2.Lecture analytique indirecte des résultats

Selon HERFRAY [2012], une normalisation des indicateurs d'impact est menée afin de mieux caractériser l'importance des impacts du système étudié vis-à-vis du reste des activités humaines, en divisant les indicateurs obtenus par une valeur de référence. Elle permet aussi de comparer entre eux des indicateurs qui selon la catégorie d'impact considérée peuvent être exprimés dans des unités différentes et peuvent être caractérisées par des ordres de grandeur très différents. La référence devra être établie en considérant la cohérence des échelles temporelles et spatiales choisies.

L'équivalent-habitant (EH) est une unité conventionnelle de mesure de la pollution moyenne rejetée par habitant et par jour. La charge polluante rejetée par les ménages, les industries, les artisans est exprimée en EH, autrement dit une industrie de 100 EH pollue autant que 100 personnes. L'unité fonctionne par des correspondances. Exemple : 1 EH hydraulique = 170 litres / jour [DUCLOS, 2011]. Cette représentation vise deux objectifs:

- Au plan pratique, elle permet de disposer d'une base quantitative pour dimensionner à priori une future installation de traitement, évaluer aussi par ce biais la pollution rejetée par une unité industrielle ou agricole. C'est ainsi que l'on dira qu'une raffinerie émet, une quantité d'eau polluée équivalente à N habitants.
- Au plan de la communication, cette expression de la pollution concrétise, au niveau du message, la "Co-responsabilité" de chaque habitant, de façon certes arbitraire mais bien illustrative [NAVARRO & REVIN, 1995].

Il s'agit dans cette analyse de rapporter les indices-carbone de l'ilot (Ict) à un dénominateur commun. Les rejets de polluants peuvent être rattachés à des unités différentes. Par exemple, pour le traitement des déchets, les émissions se rapportent logiquement à la tonne de déchets traitées. Pour le résidentiel-tertiaire, les émissions dues à la consommation énergétique sont liées aux quantités de combustibles consommées. Afin

## Chapitre6: Caractéristiques de bilans carbone des ilots témoins

de garantir l'homogénéité des données, il convient de définir une unité commune aux sous-systèmes par rapport à laquelle seront ramenées les émissions [NAVARRO & REVIN, 1995].

Le système global auquel nous nous intéressons est l'ensemble des activités susceptibles d'engendrer des rejets polluants .Il est constitué d'un ensemble de sous-systèmes définis comme suit:

Sous-systèmes	Familles de sources	Types de sources
Transport	Utilisation du carburant Climatisation des véhicules	- Combustion du carburant - Fuites de carburant
Résidentiel-tertiaire	Consommation d'énergie Produits de l'habitat émettant des Polluants Eaux usées	- Chauffage - Cuisson des aliments - Domestiques - Secteur tertiaire
Traitement des déchets	Traitement des déchets ménagers Mise au rebut des encombrants Traitement des déchets industriels	- Incinération - Stockage - Incinération - Traitements physico- chimique

**Tableau 22 :** Sous-systèmes étudiés pour l'équivalent-habitant , **Source:** NAVARRO & REVIN, 1995

**Par extension,** on définit l'**équivalent-habitant/pollutions d'un secteur**. Ces valeurs sont calculées de la façon suivante: On considère le secteur i, une pollution particulière p et un ensemble de polluants j participant à cette pollution.

$$C_{ip}(\text{en}\%) = \frac{C_{ip}}{\sum_i C_{ip}} \times 100 = \frac{\sum_j (M_{ij} \times k_{jp})}{\sum_j (M_{ij} \times k_{jp})} \times 100$$

$C_{ip}$  est la contribution du secteur i à la pollution p.

$M_{ij}$  est la masse annuelle de polluant j émise en France par le secteur i.

$k_{jp}$  est le coefficient de pondération du polluant j. Il traduit le pouvoir de contribution de ce polluant à la pollution p.

$C_{ip}(\%)$ , exprime la contribution du secteur i à la pollution p au niveau national

Il existe une relation d'équivalence entre les secteurs, Le secteur de référence est le secteur résidentiel-tertiaire. On a considéré pour ce secteur les rejets de polluants dus à la consommation d'énergie, à l'utilisation de produits particuliers (bombes aérosols, solvants, etc.) ainsi que les rejets d'eaux usées.

	Résidentiel-Tertiaire	Transport	Traitement des déchets	Traitement des déchets ménagers
<b>POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES CLASSIQUES</b>				
<b>SO<sub>2</sub></b>	1	0,9	0,11	8,3 10 <sup>-2</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	1	11	0,25	0,21
<b>COVNM</b>	1	3,0	5,1 10 <sup>-2</sup>	1,3 10 <sup>-2</sup>
<b>CH<sub>4</sub></b>	1	0,15	5,0	4,8
<b>CO</b>	1	3,1	0,11	2,6 10 <sup>-3</sup>
<b>CO<sub>2</sub></b>	1	0,85	0,11	7,6 10 <sup>-2</sup>
<b>N<sub>2</sub>O</b>	1	1,1	0,29	-
<b>Poussières</b>	1	7,2	0,67	0,67

**Tableau 23 :** Comparaison sectorielle par polluant. Secteur de référence: le résidentiel-tertiaire. **Source:** NAVARRO & REVIN, 1995.

## Chapitre6: Caractéristiques de bilans carbone des ilots témoins

Nous prenons au préalable : 1EH= 3,1 teq CO<sub>2</sub>/ an = EH bâtiment (résidentiel, tertiaire, industrie...)  
 ,1EH transport = 0,85 EH [NAVARRO & REVIN, 1995].

<i>Pour l'ilot 1</i>	<i>Eté</i>	<i>Hiver</i>
Indicateur d'émission/ habitant	619,75 kg eq CO <sub>2</sub> /hab/trimestre	605,9 kg eq CO <sub>2</sub> / hab/trimestre
Indicateur BCL de l'ilot	259,9 teq CO <sub>2</sub> / an	
Dénominateur commun	(3,1×66%+ 2,8×34%)/100 = <b>2,99 teq CO<sub>2</sub>/hab/année</b>	
Indicateur de normalisation	259,9 teq CO <sub>2</sub> / an)/ <b>2,99 teq CO<sub>2</sub>/hab/année = 87 hab-année</b>	

**Tableau 24** : Normalisation des indicateurs de l'ilot 1, Source : Auteur

<i>Ilot 2</i>	<i>Eté</i>	<i>Hiver</i>
Indicateur d'émission /usager	145,3 kg eq CO <sub>2</sub> /hab/trimestre	147,22 kg eq CO <sub>2</sub> / hab/trimestre
Indicateur BCL de l'ilot	1081,9 teq CO <sub>2</sub> / an	
Nombre de population	1849 hab	1849 hab
Chiffre de référence	<b>2,84 teq CO<sub>2</sub>/hab/année</b>	
Indicateur de normalisation	<b>381 hab-année</b>	

**Tableau 25** : Normalisation des indicateurs de l'ilot 2, Source : Auteur

<i>Ilot 3</i>	<i>Eté</i>	<i>Hiver</i>
Indicateur d'émission /usager	2229 kg eq CO <sub>2</sub> /hab/trimestre	1833,58 kg eq CO <sub>2</sub> / hab/trimestre
Indicateur BCL de l'ilot	1088,72 teq CO <sub>2</sub> / an	
Nombre de population	134 hab	134 hab
Chiffre de référence	<b>3,08 teq CO<sub>2</sub>/hab/année</b>	
Indicateur de normalisation	<b>353 hab-année</b>	

**Tableau 26** : Normalisation des indicateurs de l'ilot 3, Source : Auteur

Par comparaison entre les trois ilots témoins, il ressort que l'ilot 2 est plus émetteur des CO<sub>2</sub> (**381 hab-année**) comparativement à l'ilot 3 qui enregistre un score de **353 hab-année** et l'ilot 1 avec une émission équivalente à **87 hab-année**. Ce qui est important à mentionner, c'est que l'ordre de grandeur des émissions de CO<sub>2</sub> des ilots témoins change.

L'ilot 2 avec 1849 habitant n'émet en réalité que **381 hab-année**. Cette augmentation est loin des considérations surfaciques, le facteur essentiel est le transport : cet ilot génère un flux important. De plus le type d'activité qu'il abrite qui ne dégage pas autant de CO<sub>2</sub> comparativement à l'industrie ou au secteur résidentiel. Selon le dernier rapport de l'APRUE [2014], le secteur éducatif contribue avec 8% avec 0,253 Mt eq CO<sub>2</sub> quant à l'industrie qui émet 1,2 Mt eq CO<sub>2</sub>.

L'ilot 3 abrite 134 habitants avec un indicateur de normalisation de l'ordre de **353 hab-année**, la différence est de l'ordre de 219 équivalent-habitant. Nous constatons donc que l'ilot 3 souffre d'une surcharge, que sa capacité de charge environnementale est en question, en danger même...

## Chapitre6: Caractéristiques de bilans carbone des ilots témoins

Tandis que l'îlot 1 enregistre une quantité d'émission de CO<sub>2</sub> équivalente à **87 hab-année** alors qu'il abrite 106 habitants dans son périmètre, il présente donc une réserve de densité au regard de ses quantités d'émission. Ceci dit, l'îlot résidentiel dégage moins que la quantité qui est censé émettre dans le cas courant (3,1 teq CO<sub>2</sub>/hab/année), dans cet îlot les densités d'activités et des déplacements sont équilibrées (quoique l'îlot manque de mixité fonctionnelle, mais en revanche il assure la compacité).

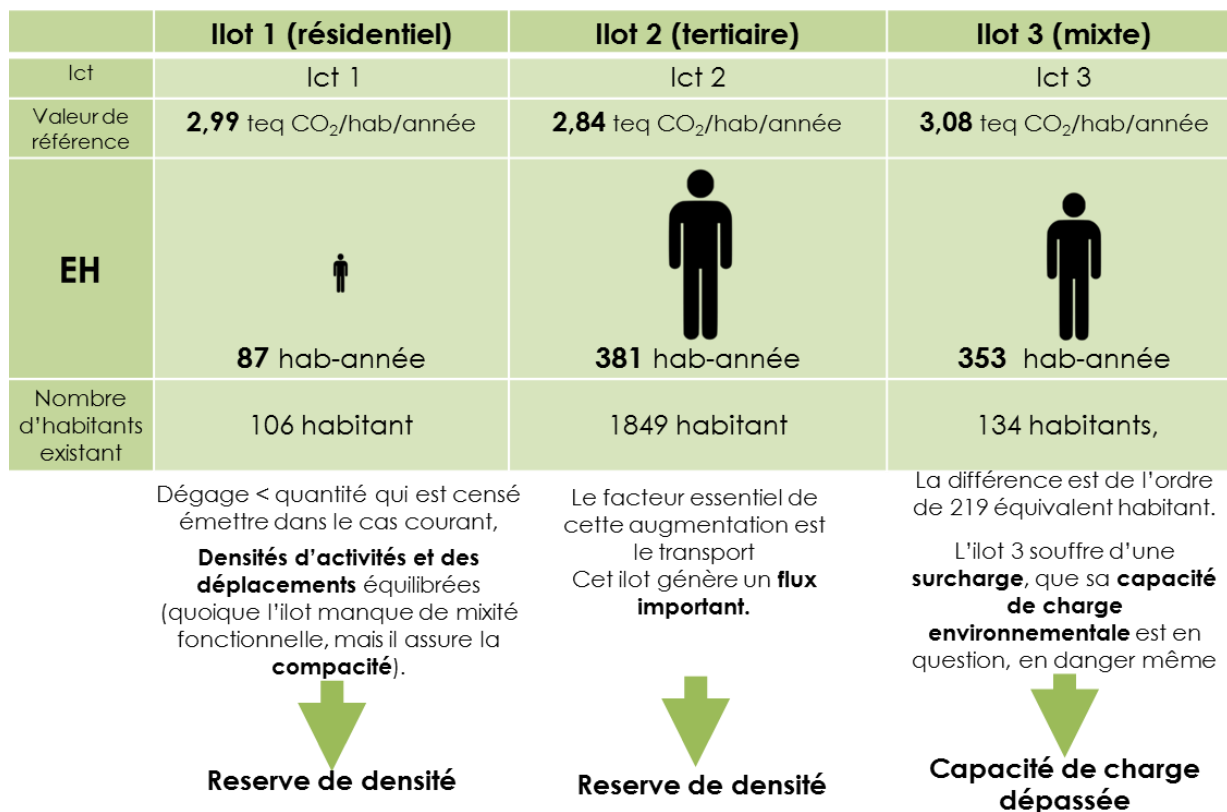


Figure 34 : Synthèse de l'analyse indirecte, Source : Auteur

### Conclusion de la partie 3

Ce qui ressort de la partie présente, c'est l'utilité de simplification du BC qui assure une bonne lisibilité de l'ensemble et un feedback rapide pour détecter les principales sources d'émission des quantités estimées (croisement BC- fiches techniques). Nous pouvons constater aussi que les actions ciblées de réduction du BC pourraient voir le jour et qui pourrait contribuer à la réduction des émissions des GES et à la résilience urbaine :

Actions de réduction du BC local		Mesures d'adaptation et /ou d'atténuation		
		Ilot 1	Ilot 2	Ilot 3
<b>Industrie</b>	Maitriser la capacité de charge environnementale			- Repenser la densité de déplacement et énergétique
	Opter pour des appareils de chaîne de production économes en énergie			- Moderniser la chaîne de production - Profiter des vents dominants pour produire de l'énergie verte utilisée par la chaîne productive et le déplacement des camions de livraison - Compenser les émissions par installation des murs végétalisés et toitures végétalisées
<b>Résidentielle</b>	Basculer vers des bâtiments à performances énergétique (architecture bioclimatique)	- Améliorer l'isolation de l'enveloppe - Améliorer l'isolation des toitures pour les étages supérieurs du collectif - Favoriser les apports solaires pour l'éclairage des étages inférieurs du collectif - Profiter des vents dominants pour produire de l'énergie verte (installation des puits canadiens dans les espaces intermédiaires, les petits éoliens)		- Profiter des vents dominants pour produire de l'énergie verte (installation des puits canadiens, les petits éoliens ...) - Installer les murs végétalisés et toitures végétalisées
	Instaurer les meilleures pratiques pour la consommation d'énergie par les citoyens.			- Acheter les équipements électroménagers dont l'étiquette énergie est conforme aux normes - Réduire de la consommation d'eau et du volume des déchets
<b>Equipement</b>	Maitriser la capacité de charge environnementale		- Repenser la densité de déplacement	
	Revenir sur les considérations de programmation urbaine		- Penser à un nouveau mode de gestion des ressources foncières prospective (Ex. Zones d'aménagement concertée qui se basent sur les principes de préemption et de remembrement), c'est à dire libérer les assiettes pour l'implantation d'équipement indispensables dans les rayons admissibles	
	Optimiser l'utilisation des ressources		- Réduire la consommation d'eau et le volume des déchets - Profiter de la dénivelé du terrain pour produire l'énergie par géothermie, et/ ou innover un nouveau mode de transport suspendu pour rejoindre le lycée	
<b>Transport</b>	Revoir les types de motorisation Réduire les trajets domicile travail ou usager source d'émission	- Inciter les habitants au mode de transport doux et au covoiturage	- Minimiser les déplacements en proposant un transport scolaire et une cantine pour éliminer le déplacement durant la pause déjeuner,	- Inciter les habitants au mode de transport doux et au covoiturage
<b>Esp</b>	Penser à un système de compensation au BC		- Perméabiliser et végétaliser les espaces découverts (cours, terrains de sport)	

Tableau 27 : Plan d'action proposé, Source : Auteur, d'après Agence de l'énergie Val de Marne Vitry

## Conclusion générale

### Retour théorique :

L'objectif fixé au début de ce travail de recherche est de proposer un outil d'aide à la conception pour les urbanistes en premier lieu, puis d'orientation aux décideurs en deuxième lieu : le Bilan Carbone Local.

Notre démarche s'est articulée autour des étapes suivantes :

- 1- Introduction conceptuelle dressant la complexité du contexte climatique, et présentant l'outil BC, de cette étape nous marquons déjà la possibilité d'adaptation du BC.
- 2- Volet justificatif du choix de l'énergie comme brèche pour pouvoir accéder à la méthode.
- 3- Lecture du système des indicateurs mondiaux afin de constituer l'outil BC local.
- 4- Adaptation du BC suivant la réalité du contexte local
- 5- Essai d'application de l'outil sur un contexte réel algérois.

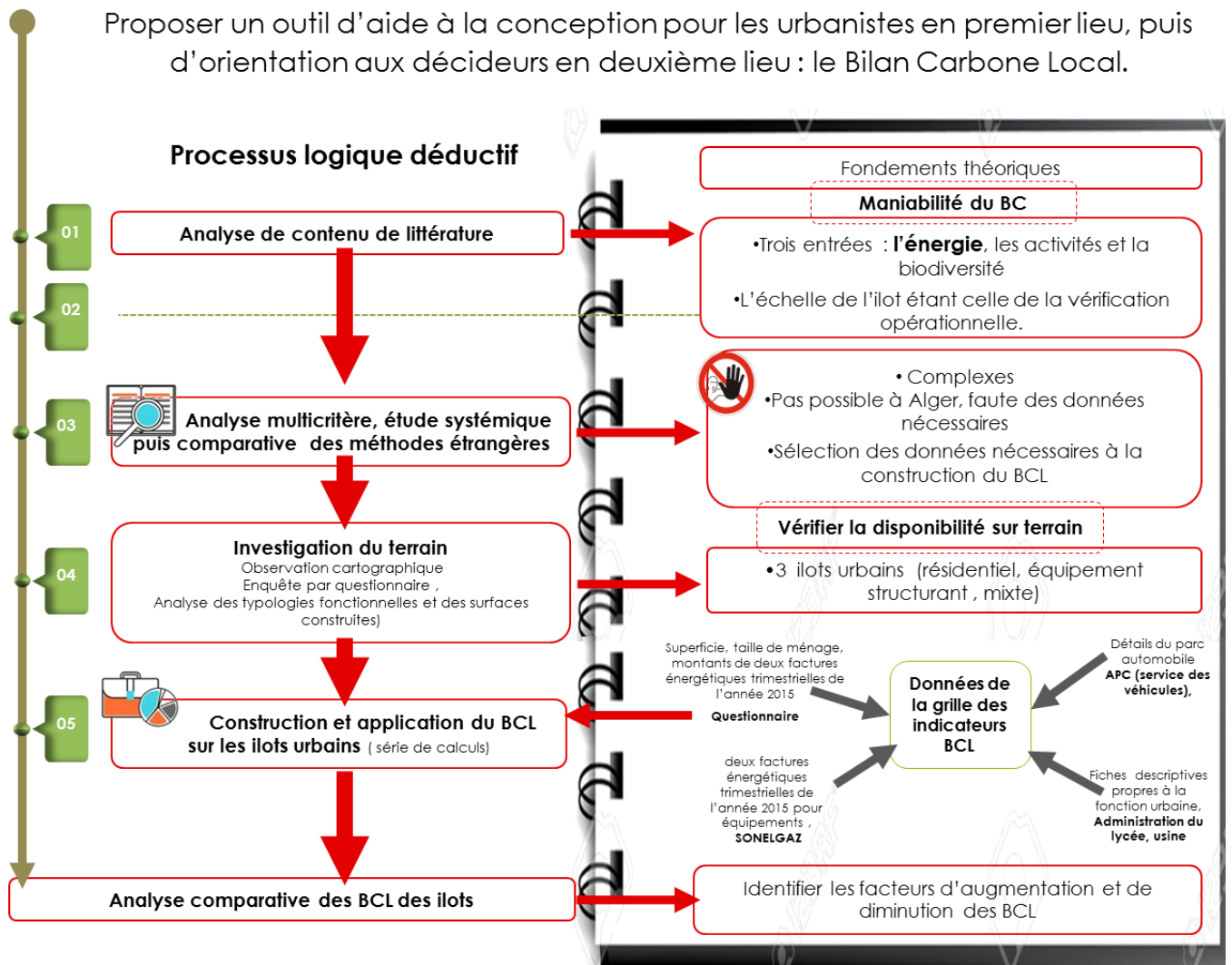


Figure 35 : Schéma de synthèse générale, Source : auteur

### Vérification des hypothèses

Pour les hypothèses établies au préalable :

Nous confirmons la possibilité de restriction du BC à la consommation énergétique des fonctions urbaines (électricité, gaz et combustible), car :

- L'adaptation du BC est récurrente dans le monde entier (d'ailleurs l'ABC affirme que peu de pays adopte à la lettre le BC).
- Les résultats obtenus rentrent dans la fourchette des calculs établis au niveau supérieur à notre échelle d'étude
- Malgré la restriction, le BCL obtenu nous a permis d'avoir les leviers d'actions urbaines de réduction des émissions de GES.

Nous affirmons également l'hypothèse qui met en lien la fonction urbaine et les résultats des calculs obtenus. Certes, l'activité industrielle gonfle le plus le BC tandis que la végétation réduit la quantité. Mais à l'échelle locale cela n'était pas au début évident

### Limites de la recherche :

Au terme de cette recherche nous restons évidemment conscients à la fois de l'intérêt mais aussi des limites d'un tel travail.

- ! Par rapport à l'approche adoptée (*bottom-up*), le problème majeur étant la non compatibilité des plateformes : une codification des résultats (récupérés par enquête de porte à porte pour les résumer en une seule donnée à l'échelle nationale) qui nous empêche de bénéficier des résultats son même parfois avoir recours aux questionnaires, ce qui peut faciliter la taches aux urbanistes prochainement. Le problème était rencontré surtout pour les véhicules, tandis que pour les consommations, l'adresse de l'abonné peut facilement nous renseigner sur sa consommation.
- ! Manque de données détaillées sur électroménagers qui deviennent de plus en plus énergivores et émettrices de GES.
- ! Absence d'études détaillées sur la performance du bâtiment : nous n'avons pas pu pousser l'analyse sur les bâtiments par utilisation des simulations qui vont plus dans le détail et rapprochent le BC local de plus en plus vers la certitude des résultats (l'analyse de la performance des bâtiments en utilisant des logiciels de type BIM par exemple).
- ! Nécessité d'ajuster les formules par l'utilisation d'un coefficient d'ajustement dans le cas où l'enquête ne couvre pas la totalité de l'échantillon résidentiel. Cette méthode permet de ressortir un foyer type comme base de calcul, mais elle peut induire des approximations dans les résultats.

### Perspectives de la recherche

Grace à cette recherche, nous avons pu percer de nouvelles voies de réflexion, comme par exemple:

- Etudier le lien entre le BCL et la notion de capacité de charge environnementale.

## *Conclusion générale*

- Etudier les modalités de mise en place d'un modèle de BCL avec un système de monitoring pour pouvoir déterminer les tendances d'émissions de GES et sensibiliser les gens à réduire leurs consommations d'énergie en les impliquant dans l'élaboration et le suivi de leurs BC local.
- Proposer un modèle d'intégration d'un Plan Climat local dans la planification urbaine en Algérie.
- Se prononcer sur les systèmes de compensation carbone au niveau local.

## **Bibliographie**

**ADEME** (2010), Bilan Carbone® Entreprises – Collectivités -Territoires *Guide méthodologique - version 6.1 - objectifs et principes de comptabilisation*,s.l. Téléchargeable sur:<http://www.grenoble.archi.fr/cours-en-ligne/lyon-caen/Guide-Methodologique-V6-1.pdf> (consulté le 02/01/2017).

**ADEME** (2013) , Premier Colloque bilan GES, Bilan GES, Paris, p5. Téléchargeable sur:  
<http://www.colloquebilanges.ademe.actesnumeriques.fr/download/lesactesducolloque.pdf>(consulté le 15/07/2016).

**ADEME** (2006), Réussir un projet d'urbanisme durable, pour une approche environnementale de l'urbanisme, LEMONITEUR, France.

**ADEME** (2008), L'approche environnementale de l'urbanisme pour concilier urbanisme et environnement, .s.n. Téléchargeable sur:  
[http://www.centre.ademe.fr/sites/default/files/files/Encarts/En%20savoir%20plus/ae\\_u\\_plaquette\\_nationale.pdf](http://www.centre.ademe.fr/sites/default/files/files/Encarts/En%20savoir%20plus/ae_u_plaquette_nationale.pdf)(consulté le 02/01/17)

**ADEME** (2016), Guide méthodologique pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre des collectivités,s.l. Téléchargeable sur: [https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide/mthodologique/spcifique/pour/les/collectivits/pour/ralisation/du/bilan/d/Emission/de/GES\\_0.pdf](https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide/mthodologique/spcifique/pour/les/collectivits/pour/ralisation/du/bilan/d/Emission/de/GES_0.pdf) (consulté le 07/09/2016)

**Agence de l'énergie Val de Marne Vitry**, Comment optimiser les performances énergétiques de votre habitation ?, Cahier de recommandations environnementales n°1, Communauté de l'agglomération Val de Bière,s.d . Téléchargeable sur:  
[http://www.environnement-valdebievre.fr/files/files/CRE/cahier\\_1\\_energie.pdf](http://www.environnement-valdebievre.fr/files/files/CRE/cahier_1_energie.pdf)  
(consulté le 15/09/2017)

**AMOURA Manel** (2014), la densité énergétique comme outil d'orientation de planification pour la maîtrise d'énergie en milieu urbain, exemple de la commune de Babezzouar à Alger, EPAU, Mémoire de magister, p54.

**APRUE** Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (2009), *Consommation Energétique Finale de l'Algérie, chiffre clés année 2007*, **MEM** Ministère de l'Energie et des Mines,s.l.

**Association AIRAPRIF** (2013), Bilan des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en ile de France pour l'année 2010 et historique 2000:2005, Paris. Téléchargeable sur: [http://www.airparif.asso.fr/\\_pdf/publications/inventaire-emissions-idf-2010-rapport-130731.pdf](http://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/inventaire-emissions-idf-2010-rapport-130731.pdf) (consulté le 20/08/2016)

**BEREZOWSKA-AZZAG Ewa** (2011) , Projet urbain, guide méthodologique, Connaitre le contexte du développement durable, Synergie, Alger, p18.

**BEREZOWSKA-AZZAG Ewa** (2015), Baromètre des performances urbaines locales, Alger et ses communes, Alternatives urbaines, Alger.

**BEREZOWSKA-AZZAG Ewa** (2016), L'Algérie et la COP21, espoirs et déceptions, Newsletter VUDD n°2. Le climat dans tous ses états, EPAU-Alger. Téléchargeable sur:

[http://www.epaualger.edu.dz/images/epau/images/Equipes\\_VUDD/News\\_Letter/Newsletter\\_VUDD\\_2\\_Climat.pdf](http://www.epaualger.edu.dz/images/epau/images/Equipes_VUDD/News_Letter/Newsletter_VUDD_2_Climat.pdf) (consulté le 07/09 2016).

**BEREZOWSKA-AZZAG Ewa** (2016), Climat et ville, le couple infernal, Newsletter VUDD n°2. Le climat dans tous ses états, EPAU-Alger. Téléchargeable sur:

[http://www.epaualger.edu.dz/images/epau/images/Equipes\\_VUDD/News\\_Letter/Newsletter\\_VUDD\\_2\\_Climat.pdf](http://www.epaualger.edu.dz/images/epau/images/Equipes_VUDD/News_Letter/Newsletter_VUDD_2_Climat.pdf) (consulté le 07/09 2016).

**BOUATTOU Asma** (2016), Stratégies de rafraîchissement urbain à Alger, pour l'adaptation climatique des communes thermiquement défavorables, Mémoire de magister, EPAU Alger.

**BOUKARTA Soufiane, BERZOWSKA-AZZAG Ewa** (2017) , Exploring the Energy Implication of Urban Density in Residential Buildings, Journal of Applied Engineering Sciences, Vol.7(20), N°2018, pp.7-14,s.l. Téléchargeable sur: <https://doi.10.1515/jaes-2017-0001>(consulté le 01/10/2017)

**BRANDER, SOOD, WYLIE, HAUGHTON & LOVELL (2011)** , Technical Paper | Electricity-specific emission factors for grid electricity, ecometrica, s.l. Téléchargeable sur:<https://ecometrica.com/assets/Electricity-specific-emission-factors-for-grid-electricity.pdf> (consulté le 07/01/2017)

**BROCHÉ Arnaud** (2016), The handbook of carbon accounting, Greenleaf, Rouyaume Uni. Téléchargeable sur: <https://books.google.dz/> (consulté le 07/02 2017)

**BURCK Jan, MARTEN Franziska& BALS Christoph** (2015), The Climate Change Performance Index Results 2016, Germanwatch,s.l. Téléchargeable sur: <https://germanwatch.org/en/download/13630.pdf>(consulté le 02/09/2016)

**Communauté de l'agglomération d'Angers Loire métropole** (2008), Bilan Carbone d' Angers Loire métropole *bilan de Gaz à effet de serre Angers Loire métropole*, communauté d'agglomération, France. Téléchargeable sur: [http://www.angersloiremetropole.fr/fileadmin/plugin/tx\\_dcddownloads/2008-12\\_synthese\\_bilan\\_carbone\\_alm\\_02.pdf](http://www.angersloiremetropole.fr/fileadmin/plugin/tx_dcddownloads/2008-12_synthese_bilan_carbone_alm_02.pdf) (consulté le 26/08/2016)

**COUVENT Priscille** (2010), La résilience territoriale du concept à l'application, Master 2 Science de Gestion Manager Territorial de la Prospective et de l'Evaluation Conseil Régional du Nord-Pas-de-Calais, Institut d'Administration des Entreprises de Lille. Téléchargeable sur:

[https://www.nordpasdecals.fr/upload/docs/application/pdf/2012-06/priscille\\_couvent-memoire.pdf](https://www.nordpasdecals.fr/upload/docs/application/pdf/2012-06/priscille_couvent-memoire.pdf) (consulté le 07/05/2016)

**CPDN** (2015), *Contribution Prévues Déterminées au niveau National, CPDN-Algérie, RADP*, Premier Ministère, 11 pages. Téléchargeable

sur: <http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Algeria/1/Alg%C3%A9rie%20-INDC-%202003%20septembre%202015.pdf>

(consulté le 14/10/2016)

**DE LABURTHE Christopher** (2014), *Planification et adaptation au changement climatique, le centre de ressources du développement territorial*, 30 rue des Favorites - 75015 PARIS. Téléchargeable sur:

[http://www.raee.org/fileadmin/user\\_upload/mediatheque/orecc/Documents/Bibliotheque/Notes/2014\\_Etd\\_Planification\\_adaptation\\_changement\\_climatique.pdf](http://www.raee.org/fileadmin/user_upload/mediatheque/orecc/Documents/Bibliotheque/Notes/2014_Etd_Planification_adaptation_changement_climatique.pdf) (consulté le 24/08/2016)

**DJOGHLAF.M** (2016), La COP 21 offre une opportunité à l'Algérie pour développer les énergies renouvelables, article tiré de <http://portail.cder.dz/spip.php?article5131>.

**DUCLOS Lucie** (2011), Analyse de cycle de vie vers la maîtrise des impacts aux échelles bâtiment et quartier, NOBATEK, s.l. Téléchargeable sur: [https://www.avnir.org/documentation/congres\\_avnir/diapos/atconstr/3bNobatek\\_Lucie\\_Duclos.pdf](https://www.avnir.org/documentation/congres_avnir/diapos/atconstr/3bNobatek_Lucie_Duclos.pdf) (consulté le 28/01/2017)

**EDORA et VALBIOM** (2012) , Comprendre la biométhanisation, s.n., s.l. Téléchargeable sur:

[http://www.valbiom.be/files/library/Docs/Biomethanisation/faqbiogazedoravalbiom\\_vf1351069364.pdf](http://www.valbiom.be/files/library/Docs/Biomethanisation/faqbiogazedoravalbiom_vf1351069364.pdf) (consulté le 20/08/2016)

**Egis EAU, IAU&Brgm** (2013), Etude sur la vulnérabilité et l'adaptation de la Wilaya d'Alger au changement climatique et aux risques naturels, s.n., s.l. Téléchargeable sur:

[http://www.cmimarseille.org/sites/default/files/newsite/library/files/fr//doc2-acc\\_alger\\_phase1-resumeexecutif\\_0.pdf](http://www.cmimarseille.org/sites/default/files/newsite/library/files/fr//doc2-acc_alger_phase1-resumeexecutif_0.pdf) (consulté le 14/10/2016)

**FACTOR** (2012) , Bilan Carbone® de Factor pour l'année 2011, s.n., s.l. Téléchargeable sur: [http://www.factorx.eu/uploads/common/file/BilanCarbone\\_Factor-X\\_2011.pdf](http://www.factorx.eu/uploads/common/file/BilanCarbone_Factor-X_2011.pdf) (consulté le 08/01/2016)

**FEMIP** Facilité euro-méditerranéenne d'investissement et de partenariat (2008), Etude sur le changement climatique et énergie en Méditerranée, Banque européenne d'investissement, s.l. Téléchargeable sur:

[http://www.eib.org/attachments/country/climate\\_change\\_energy\\_mediterranean\\_fr.pdf](http://www.eib.org/attachments/country/climate_change_energy_mediterranean_fr.pdf)

(consulté 02/01/17)

**FERNINI-HAFFIF Assia** (2016), Changement climatique et ses effets sur la ville, Newsletter Vudd n°2 : Le climat dans tous ses états, EPAU-Alger. Téléchargeable sur:

[http://www.epaualger.edu.dz/images/epau/images/Equipes\\_VUDD/News\\_Letter/Newsletter\\_VUDD\\_2\\_Climat.pdf](http://www.epaualger.edu.dz/images/epau/images/Equipes_VUDD/News_Letter/Newsletter_VUDD_2_Climat.pdf) (consulté le 07/09 2016)

**GIEC** (2014), Changements climatiques: Rapport de synthèse, s.n, Genève.

Téléchargeable sur:

[http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_fr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf)

(consulté le 15/07/2016)

**GIEC** (2014), Rapport spécial sur les sources d'énergie renouvelable et l'atténuation du changement climatique, s.n, s.l. Téléchargeable sur:

[https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren\\_report\\_fr.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_fr.pdf) (consulté le

06/01/17)

**GORGEU Yves & SANSON Baptiste** (2016), Faire de la transition énergétique une opportunité pour repenser la qualité paysagère et humaine des territoires, Intervention au colloque « Concrétiser la transition énergétique par le projet de paysage ? », Le Collectif Paysages de l'après-pétrole. Téléchargeable sur:

[http://www.ecole-paysage.fr/media/chaire-entreprises-paysage-energie/UPL235046954136151107\\_article\\_transition\\_nerg\\_tique\\_qualite\\_paysager\\_e\\_ethumaine\\_Collectif\\_PAP\\_04\\_04\\_16.pdf](http://www.ecole-paysage.fr/media/chaire-entreprises-paysage-energie/UPL235046954136151107_article_transition_nerg_tique_qualite_paysager_e_ethumaine_Collectif_PAP_04_04_16.pdf) (consulté 02/01/17)

**HERFRAY.G** (2012), Contribution à l'évaluation des impacts environnementaux des quartiers, l'École nationale supérieure des mines de Paris, Spécialité "Énergétique", Paris. Téléchargeable sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00517990/document> (consulté le 23/10/2016)

**Institut de Conseil et d'Études en Développement Durable ICEDD** (2013), Méthodes environnementales, Cahier technique n°15, AWAC, Wallon. Téléchargeable sur: <http://www.awac.be/pdf/MAE1.pdf> (consulté le 02/01/2017)

**MASBOUNGI Ariella** (2014), L'énergie au cœur du projet urbain, LEMONITEUR, France.

**MEEM** Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, Stratégie nationale de développement durable (2010-2013), MEEM, s.l, s.d. Téléchargeable sur: [http://www.developpementdurable.gouv.fr/IMG/pdf/Changement\\_climatique\\_et\\_energie.pdf](http://www.developpementdurable.gouv.fr/IMG/pdf/Changement_climatique_et_energie.pdf) (consulté 02/01/17)

**MEM** Ministère de l'Énergie et des Mines (2014), *Consommation Énergétique Finale de l'Algérie, chiffre clés année 2012*, APRUE, s.l. Téléchargeable sur: <http://www.aprue.org.dz> (consulté 02/10/2016)

**MÉDTL** (2011), Méthode pour la réalisation des bilans d'émissions de Gaz à effet de Serre, Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, France. Téléchargeable sur: [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/110912\\_Art75\\_Guide\\_specifique\\_pour\\_les\\_collectivites\\_v\\_finale.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/110912_Art75_Guide_specifique_pour_les_collectivites_v_finale.pdf) (consulté le 06/11/2016)

**MISSAOU.R i, BEN HASSINE.H MOURTADA.A** (2012), Indicateurs de l'efficacité énergétique dans les pays du Sud et de l'Est du bassin méditerranéen, Sophia Antipolis, s.l. Téléchargeable sur: [http://planbleu.org/sites/default/files/publications/ee\\_indicators\\_report\\_fr\\_0.pdf](http://planbleu.org/sites/default/files/publications/ee_indicators_report_fr_0.pdf) (consulté le 26 /12/2016)

**NAVARRO & REVIN** (1995) , Création d'un support de communication : l'équivalent habitant/déchet, INSA de Lyon. Téléchargeable sur: [https://www.record-net.org/storage/etudes/94-0711-1A/rapport/Rapport\\_record94-0711\\_1A.pdf](https://www.record-net.org/storage/etudes/94-0711-1A/rapport/Rapport_record94-0711_1A.pdf)(consulté le 10/08/2017)

**PARQUEXPO** (2015), *PDAU d'Alger, rapport d'orientation, s.n, s.l.*

**PENG.C&WEISSENBERGER .S**, CO2, Kyoto et nous: un bilan carbone pour la ville, Changement climatique: impacts, adaptation, mitigation, Cours en ligne disponible sur: <http://www.teluq.ca>, Téléchargeable sur: <http://benhur.teluq.quebec.ca/SPIP/env6003/IMG/pdf/module3/ENV6003-MOD3-TX4.pdf> (consulté le 27/12/2016)

**PEUPORTIER.B , POPOVICLE et TROCMÉ.M** , Analyse de cycle de vie à l'échelle du quartier, éco-conception des ensembles bâtis et des infrastructures, Ecole des Mines de Paris, Centre Énergie et Procédés, Paris .Téléchargeable sur [http://ACV\\_quartier\\_ADEQUA%20\(4\).pdf](http://ACV_quartier_ADEQUA%20(4).pdf) (consulté le 20/ 10/2016)

**Plate-forme Re-sources** (2015) , Les techniques de compostage de déchets d'origine naturelle en Afrique et dans les caraïbes, s.n, s.l. Téléchargeable sur: <http://www.plateforme-re-sources.org/wp-content/uploads/2015/05/FS-Compostage.pdf> (consulté le 21/08/2016)

**Québec** (2012), le Québec en action vert 2020, Bibliothèque et Archives nationales du Québec. Téléchargeable sur: [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changements/plan\\_action/pacc2020.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changements/plan_action/pacc2020.pdf)(consulté le 31/12/2016)

**Service de l'observation et des statistiques** (2015), Chiffres clés du climat France et monde, Repères, France. Téléchargeable sur:

[http://www.developpementdurable.gouv.fr/IMG/pdf/Chiffres\\_cles\\_du\\_climat\\_en\\_France\\_et\\_dans\\_le\\_monde\\_2015.pdf](http://www.developpementdurable.gouv.fr/IMG/pdf/Chiffres_cles_du_climat_en_France_et_dans_le_monde_2015.pdf) (consulté le 26/08/2016)

**Vivre en ville** (2015), De meilleures villes pour un meilleur climat, Pour une croissance urbaine à faible impact climatique, s.l. Téléchargeable sur:

[https://vivreenville.org/media/437648/vev\\_201512-meilleuresvillesmeilleurclimat.pdf](https://vivreenville.org/media/437648/vev_201512-meilleuresvillesmeilleurclimat.pdf) (consulté le 31/12/2016)

### Sites internet :

- <http://www.aprue.org.dz> (consulté le 20/10/2017)
- <http://donnees.banquemondiale.org> (consulté le 30/12/2016)
- <http://sciences.blogs.liberation.fr> (consulté le 26/08/2016)
- <https://www.associationbilancarbone.fr> (consulté le 27/12/2016)
- <http://www.bilans-ges.ademe.fr> (consulté le 27/12/2016)
- <http://www.notre-planete.info> (consulté le 30/12/2016)
- <http://www.diplomatie.gouv.fr> (consulté le e 30/12/2016)
- <http://cdurable.info/Conference-Climat-Doha-Qatar-decembre-2012.html> (consulté le 30/12/2016)
- <http://www.developpement-durable.gouv.fr/COP-21-J7-La-transition.html> (consulté le e 30/12/2016)
- <http://www.notre-planete.info> (consulté le e 30/12/2016)
- <http://www.fge-carbone.com> (consulté le 19/12/2017)
- Pour calcul de tarification et conversions : <http://www.elmouwatin.dz> (consulté le 19/12/2017)
- <http://www.ons.dz/> (consulté le 21/09/2016)
- [http://www.grapebassenormandie.fr/sites/default/files/GRAPE/Emissions\\_agricoles\\_particules.pdf](http://www.grapebassenormandie.fr/sites/default/files/GRAPE/Emissions_agricoles_particules.pdf) (consulté le 21/08/2016)

### Bibliographe indicative :

**GHALEM Ahmed Said** (2009), Etablissement du bilan carbone de la direction de distribution d'électricité et de Gaz Blida, mémoire de magistère, école doctorale de Boumerdes en énergétique et développement durable, Téléchargeable sur: <http://dlibrary.univboumerdes.dz:8080/bitstream/123456789/1020/1/Ghalem%20Ahmed%20Said.pdf> (consulté le 20/10/2016)

**ALLOUACHE Amina** (2013), Bilan carbone du bioéthanol, CDER. Téléchargeable sur: <http://portail.cder.dz> (consulté le 20/08/2016)

## Liste des abréviations

<b>ABC</b>	Association Bilan Carbone
<b>ACV</b>	Analyse du cycle de vie
<b>ADEME</b>	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
<b>AFAT</b>	Agriculture, Foresterie et Autres affectations des Terres
<b>ANCC</b>	Agence Nationale des Changements Climatiques
<b>APRUE</b>	Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie
<b>IERA</b>	Initiative pour les énergies renouvelables en Afrique
<b>BAfD</b>	Banque africaine de développement
<b>BCL</b>	Bilan Carbone local
<b>BC</b>	Bilan Carbone
<b>BERD</b>	Banque européenne de la reconstruction et du développement
<b>BECS</b>	Bioénergie avec captage et stockage du dioxyde de carbone
<b>BID</b>	Banque interaméricaine de développement
<b>CC</b>	Changement Climatique
<b>CCNUCC</b>	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
<b>CDC</b>	Caisse des Dépôts et Consignation
<b>CDER</b>	Centre de Développement des Energies Renouvelables
<b>CFM</b>	Centre de Marseille pour l'Intégration de la méditerranée
<b>CNC</b>	Comité National Climat
<b>CPDN</b>	Contribution Prévue Déterminée au niveau National
<b>CSC</b>	Captage et stockage du dioxyde de carbone
<b>EC</b>	Empreinte Carbone
<b>FE</b>	Facteurs d'émission
<b>FEM</b>	Forum Economique Mondial sur le réchauffement climatique
<b>FEMIP</b>	Facilité euro-méditerranéenne d'investissement et de partenariat
<b>FT</b>	Foyer type
<b>GES</b>	Gaz à effet de serre
<b>GIEC</b>	Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat
<b>HAP</b>	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
<b>ICEDD</b>	Institut de Conseil et d'Études en Développement Durable
<b>Icr1</b>	Indice carbone résidentiel lié à l'usage de l'électricité
<b>Icr2</b>	Indice carbone résidentiel lié à l'usage du gaz
<b>Ice 1</b>	Indice carbone total lié à l'usage de l'électricité pour l'équipement
<b>Ice 2</b>	Indice carbone lié à l'usage du gaz pour l'équipement
<b>Ica 1</b>	Indice carbone total lié à l'usage de l'électricité pour l'activité
<b>Ica 2</b>	Indice carbone lié à l'usage du gaz pour l'activité
<b>Ict</b>	Indice carbone lié à l'usage du carburant dans le transport
<b>Icd</b>	Indice carbone lié à l'usage de l'électricité pour le traitement de déchets
<b>Icev</b>	Indice carbone total lié à l'usage de l'électricité pour les espaces verts
<b>ICPC</b>	Indice de changement de performance climatique
	Ou
<b>CCPI</b>	Climate change performance index

<b><i>I cTotal</i></b>	Indice carbone total
<b><i>MEEM</i></b>	Ministère de l'environnement de l'énergie et de la mer
<b><i>MENA</i></b>	Middle East and North Africa
<b><i>MRV</i></b>	Système national de Mesurabilité, de Reporting et de Vérification
<b><i>PA</i></b>	Projet d'Aménagement
<b><i>PCET</i></b>	Plan Climat-Energie Territorial
<b><i>PCIT</i></b>	Pole de coordination des inventaires territoriaux
<b><i>PDAU</i></b>	Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
<b><i>PNC</i></b>	plan national climat
<b><i>POS</i></b>	Plan d'Occupation au Sol...
<b><i>PRG</i></b>	Potentiel de Réchauffement Global
<b><i>PPA</i></b>	Plan de protection de l'atmosphère
<b><i>QA</i></b>	Quotas attribués aux pays
<b><i>SFI</i></b>	Société Financière Internationale
<b><i>SHON</i></b>	Surface Hors œuvre nette
<b><i>SNAP</i></b>	Standard nomenclature for air pollutants
<b><i>TOL</i></b>	Taux d'occupation du logement

<b>Figure 1</b>	Contexte général du réchauffement climatique	2
<b>Figure 2</b>	CCPI 2016 (carte du monde montrant les classes des pays selon l'indice de changement de performance climatique 2016)	4
<b>Figure 3</b>	Schéma explicatif de la correspondance échelle urbaine- instrument de planification urbaine	6
<b>Figure 4</b>	Schéma explicatif de l'intérêt du sujet	7
<b>Figure 5</b>	Schéma explicatif du déroulement du travail de recherche	16
<b>Figure 6</b>	Niveaux des émissions pris en compte par le BC	22
<b>Figure 7</b>	Le BC comme outil de résilience urbaine	24
<b>Figure 8</b>	Répartition des émissions anthropiques totales de GES (Gt <sub>eq</sub> CO <sub>2</sub> /an) entre les secteurs économiques en 2010	25
<b>Figure 9</b>	Répartition par secteurs et par gaz des émissions de GES dans les PSE de la Méditerranée	26
<b>Figure10</b>	Bilan des émissions de GES par secteur en Algérie	27
<b>Figure 11</b>	Schéma explicatif des attentions mondiales apportées à l'énergie	28
<b>Figure 12</b>	Evolution des GES combustibles de 1970 à 2004	29
<b>Figure 13</b>	Rôle des énergies renouvelables dans l'éventail des options d'atténuation émettant peu ou pas de carbone	31
<b>Figure14</b>	Schéma explicatif de la position des émissions de GES dans l'écosystème urbain	32
<b>Figure 15</b>	Schéma explicatif de l'interaction de l'énergie avec les différents composants de l'écosystème urbain	33
<b>Figure 16</b>	Les six piliers du Master Plan	.34
<b>Figure 17</b>	Cartographie annuelles des cadastres des émissions du polluant /GES (pour 3 inventaires espacés de 5 ans)	.41
<b>Figure 18</b>	Analyse de cycle de vie comparative des 3 variantes (logiciel ARIADNE)	45
<b>Figure 19</b>	Données sélectionnées des méthodes étrangères pour la construction de la grille des indicateurs	47
<b>Figure 20</b>	Données sélectionnées pour la construction de la grille des indicateurs BCL après l'investigation du terrain	50
<b>Figure 21</b>	Grille d'indicateurs utilisés pour la construction du BCL	52
<b>Figure 22</b>	Consommation d'énergie par les communes d'Alger	57

<b>Figure 23</b>	Situation et délimitation de la commune de Rais Hamidou	58
<b>Figure 24</b>	Coupe topographique de la commune de Rais Hamidou	58
<b>Figure 25</b>	Carte schématiques des zones urbaines de la commune de Rais Hamidou.	59
<b>Figure 26</b>	Récapitulatif descriptif des ilots témoins	60
<b>Figure 27</b>	Fiche technique de l'ilot 1	61
<b>Figure 28</b>	Fiche technique de l'ilot 2	62
<b>Figure 29</b>	Fiche technique de l'ilot 3	63
<b>Figure 30</b>	Répartition démographique des échantillons des cas d'étude	64
<b>Figure 31</b>	Graphes explicatifs de la fonction urbaine responsable du gonflement du BCL3	67
<b>Figure 32</b>	Graphes explicatifs de la fonction urbaine responsable du gonflement du BCL1	67
<b>Figure 33</b>	Graphes explicatifs de la fonction urbaine responsable du gonflement du BCL2	68
<b>Figure 34</b>	Synthèse de l'analyse indirecte	73
<b>Figure 35</b>	Schéma de synthèse générale	75

<b>Tableau 1</b>	Actions phares d'atténuation par secteur(2021-2030)	11
<b>Tableau 2</b>	Mesures d'adaptation par secteur (plan climat national)	12
<b>Tableau 3</b>	Lecture comparative Empreinte carbone et BC.	20
<b>Tableau 4</b>	Niveaux des émissions de GES, bilan carbone	21
<b>Tableau 5</b>	Services du BC collectivité	22
<b>Tableau 6</b>	Services du BC territoire	23
<b>Tableau 7</b>	Postes du BC	23
<b>Tableau 8</b>	Eléments pris en compte de la méthode AIRPAIF pour établir la grille des indicateurs BC	43
<b>Tableau 9</b>	Indicateurs sélectionnés de la méthode ACV pour établir la grille des indicateurs BC	46
<b>Tableau 10</b>	Quantification de consommation d'énergie pour la fonction urbaine transport	53
<b>Tableau 11</b>	Facteurs d'émission adéquate	53
<b>Tableau 12</b>	Résumé des formules de calcul du BCL	54
<b>Tableau 13</b>	Récapitulatif descriptif des ilots témoins	57
<b>Tableau 14</b>	Présentation des échantillons enquêtés	64
<b>Tableau 15</b>	Identification des foyers types	65
<b>Tableau 16</b>	Quantification de consommation d'énergie transport	65
<b>Tableau 17</b>	Synthèse des BCL des trois ilots témoins	66
<b>Tableau 18</b>	Variations d'émission de l'activité	68
<b>Tableau 19</b>	Variations d'émission du résidentiel	68
<b>Tableau 20</b>	Variations d'émission de l'équipement	69
<b>Tableau 21</b>	Variations d'émission du transport	69
<b>Tableau 22</b>	Sous-systèmes étudiés pour l'équivalent-habitant	71
<b>Tableau 23</b>	Comparaison sectorielle par polluant. Secteur de référence: le résidentiel-tertiaire	71
<b>Tableau 24</b>	Normalisation des indicateurs de l'ilot 1	72
<b>Tableau 25</b>	Normalisation des indicateurs de l'ilot 2	72
<b>Tableau 26</b>	Normalisation des indicateurs de l'ilot 3	72
<b>Tableau 27</b>	Plan d'action proposé	74

***Annexe 1*** : CCPI, classement des pays comparés (Algérie et Canada)

***Annexe 2*** : Tableau résumant les mesures de lutte contre les  
Changements

climatiques au Québec, résumé du plan d'action 2013-2020

***Annexe 3*** : Graphes et indicateurs de la méthode AIRPARIF

***Annexe 4*** : Graphes et indicateurs de la méthode ACV

***Annexe 5*** : Canevas du questionnaire

***Annexe 6***:Factures de consommation d'énergie pour les sièges  
d'enquête

***Annexe 7*** : Fiches techniques des sièges d'enquête

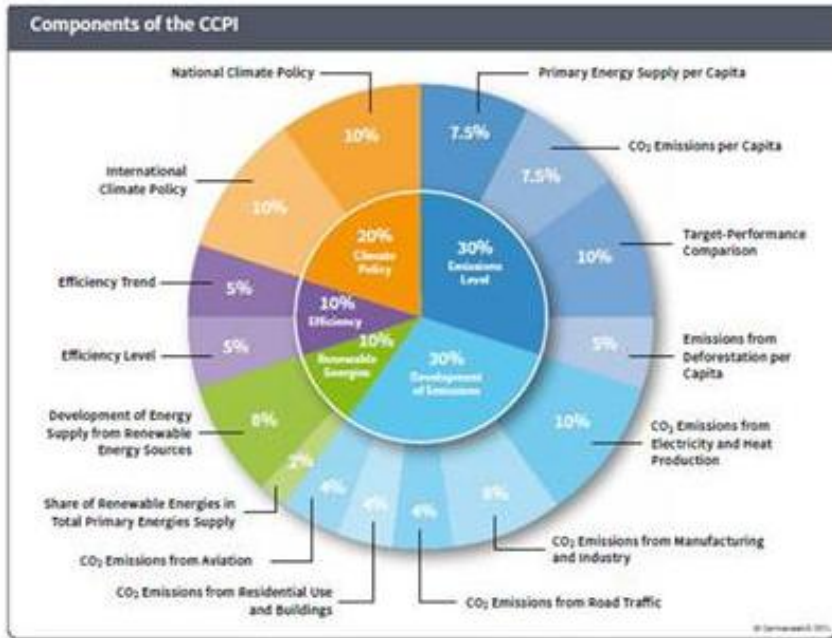
***Annexe 8*** : Grille des indicateurs BC local

***Annexe 9***: *BC local des ilots*

Annexe 1: CCPI, classement des pays (Algérie et Canada),

source: BURCK, MARTEN & BALS, 2015

Climate Change Performance Index 2016  
Components



- Index Categories**
- Emissions Level (30% weighting)
  - Development of Emissions (30% weighting)
  - Renewable Energies (20% weighting)
  - Efficiency (20% weighting)
  - Climate Policy (20% weighting)

- Rating**
- Very good
  - Good
  - Moderate
  - Poor
  - Very poor

\* None of the countries achieved positions one to three. No country is doing enough to prevent dangerous climate change.

\*\* rounded

Rank	Country	Score**
1*	-	-
2*	-	-
3*	-	-
4	Denmark	71.19
5	United Kingdom	70.13
6	Sweden	69.91
7	Belgium	68.73
8	France	66.97
9	Cyprus	66.12
10	Morocco	63.76
11	Italy	62.98
12	Ireland	62.85
13	Luxembourg	62.47
14	Switzerland	62.09
15	Malta	61.82
16	Latvia	61.38
17	Hungary	60.76
18	Romania	60.39
19	Portugal	59.52
20	Lithuania	58.65
21	Croatia	58.43
22	Germany	58.39
23	Finland	58.27
24	Indonesia	58.21
25	India	58.19
26	Slovak Republic	57.83
27	Iceland	57.25
28	Mexico	57.04
29	Czech Republic	57.03
30	Egypt	56.96
31	Slovenia	56.87

Rank	Country	Score**
32	Poland	56.09
33	Greece	55.06
34	United States	54.91
35	Netherlands	54.84
36	Norway	54.83
37	Bulgaria	53.85
38	South Africa	53.76
39	Malaysia	52.49
40	Algeria	53.30
41	Spain	52.63
42	New Zealand	52.41
43	Brazil	51.90
44	Belarus	51.18
45	Austria	50.69
46	Ukraine	49.81
47	China	48.60
48	Argentina	48.34
49	Thailand	48.16
50	Turkey	47.25
51	Estonia	47.24
52	Chinese Taipei	46.45
53	Russian Federation	44.34
54	Islamic Rep. of Iran	43.33
55	Singapore	42.81
56	Canada	38.74
57	Korea	37.64
58	Japan	37.23
59	Australia	36.56
60	Kazakhstan	32.97
61	Saudi Arabia	21.08

Comparison with previous year

**Annexe 2: Tableau résumant les mesures de lutte contre les changements climatiques au Québec, résumé du plan d'action 2013-2020, source: Québec 2012**

	partenaires dans l'action	Mobiliser le Québec en soutenant des initiatives de la société civile et des communautés Faire rayonner le Québec au Canada et sur la scène internationale
	Montrer la voie - Un Etat québécois engagé et exemplaire	Intégrer à l'administration publique la préoccupation des changements climatiques Favoriser la réduction de GES reliés aux opérations de l'administration publique
Réduire les émissions de gaz à effet de serre dans tous les secteurs (principalement : Le transport, l'industrie et les bâtiments)	Instaurer un marché du carbone	Envoyer un signal de prix du carbone en instaurant un système de plafonnement et d'échange de droits d'émission
	Favoriser une mobilité durable des personnes et des marchandises	Promouvoir le transport collectif et alternatif en améliorant l'offre, en développant les infrastructures et en facilitant les choix durables
		Verdir le parc automobile grâce à des véhicules plus écoénergétiques et mieux entretenus
		Investir dans l'intermodalité et la logistique pour optimiser le transport des marchandises et des personnes
		Améliorer l'efficacité du transport maritime, ferroviaire, aérien et hors route
	Réduire l'empreinte environnementale du transport routier des marchandises	
	Soutenir les entreprises québécoises dans leur transition vers une économie plus faible en carbone ...	Améliorer le bilan carbone et l'efficacité énergétique des entreprises québécoises
	Favoriser l'émergence de bâtiments durables	Verdir les normes relatives aux bâtiments
		Favoriser les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique dans les bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels
		Réduire l'utilisation des halocarbures
Contribuer au développement d'une agriculture durable	Outiller les agriculteurs pour mieux gérer les émissions de GES des cultures et des élevages	
Allier environnement et économie dans la gestion de nos matières résiduelles	Soutenir les réductions d'émissions de GES associées à la gestion des matières résiduelles	
Tirer profit du potentiel d'énergie renouvelable du Québec	Favoriser l'émergence des bioénergies	
	Améliorer l'efficacité énergétique d'appareils d'usage courant	
De la science	Un plan d'action axé sur la complémentarité et le partenariat	Plan d'action sur les véhicules électriques (2011)
		Politique québécoise de gestion des matières résiduelles (2011)
		Stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation (2010)
		Stratégie de développement de l'industrie québécoise de l'environnement et des technologies vertes (2008)
		Stratégie gouvernementale de développement durable (2008)
		Politique québécoise de transport collectif (2006)
		Stratégie énergétique du Québec (2006)
		Politique de protection des rives, des plaines et des zones inondables (2005)
	Cadre de prévention des risques naturels (2005)	
Le choix des priorités du PACC 2020		
Préparer l'avenir – Aménager durablement, innover, mobiliser et montrer la voie pour réduire les émissions de GES et s'adapter.	Aménager – Les collectivités québécoises au premier plan	Induire un aménagement durable du territoire dans une perspective de lutte aux changements climatiques
		Soutenir les municipalités et les collectivités dans leurs initiatives de réduction de GES, d'adaptation aux changements climatiques et d'aménagement durable du territoire
		Favoriser une gestion des risques qui minimise la vulnérabilité des collectivités
	Innover – Développer les connaissances et les technologies	Soutenir l'innovation, la recherche, le développement, la démonstration et la commercialisation de technologies visant la réduction des émissions de GES
		Poursuivre le développement des réseaux de surveillance climatologique
Mobiliser – Engager la population et les	Soutenir la recherche en adaptation	
		Diffuser les connaissances, les savoir-faire et les solutions en matière de réduction de GES et d'adaptation aux changements climatiques

**Annexe 3: Graphes et indicateurs de la méthode AIRPARIF,**

Source: Association AIRAPRIF, 2013

**Graphes possibles :**

A- Emissions de polluant/ GES par secteur d'activité (année X): graphe secteur

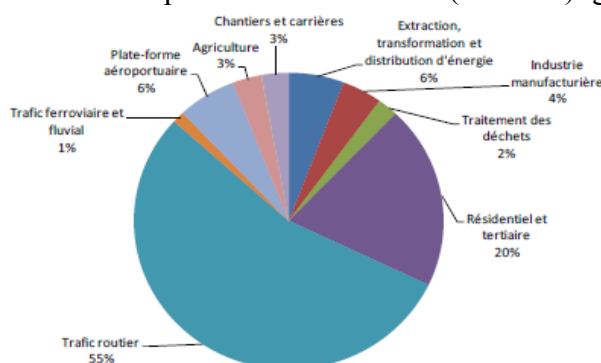


Figure 1 : Contribution des secteurs d'activité aux émissions de NOx en Ile-de-France pour l'année 2010

B- Evolution des émissions du polluant / GES (en Kg/an) pour 2 inventaires espacés de 5ans: graphe histogrammes

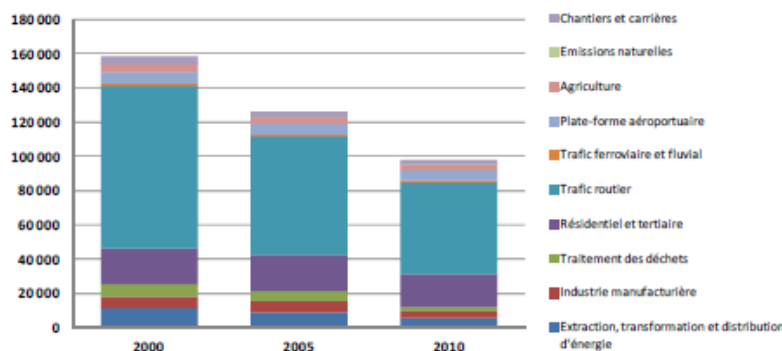


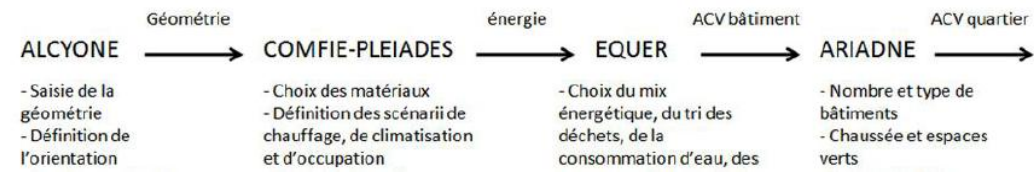
Figure 2 : Evolution des émissions de NOx en Ile-de-France par secteur entre 2000 et 2010

C- Cartographie annuelles des cadastres des émissions du polluant /GES ( pour 3 inventaires espacé de 5 ans): présente la densité du polluant ( en t/ km<sup>2</sup>) dans une région précise. Cette cartographie permet la spatialisation des émissions de polluants.

D- Tableau récapitulatif

	Espèces	Unités	Emissions 2010	Evolution 2000/2010	Emetteurs principaux en 2010	
Acidification, eutrophisation et pollution photochimique	NOx	kt/an	97.9	-38 %	Trafic routier (55%)	Résidentiel et tertiaire (20%)
	COVNM	kt/an	91.4	-50 %	Résidentiel et tertiaire (30%)	Industrie (22%)
	SO <sub>2</sub>	kt/an	17.2	-59 %	Energie (50%)	Résidentiel et tertiaire (20%)
	CO	kt/an	210	-55 %	Trafic routier (56%)	Résidentiel et tertiaire (38%)
Particules	NH <sub>3</sub>	kt/an	6.0	-16 %	Agriculture (80%)	Trafic routier (13%)
	PM10	kt/an	18.8	-36 %	Résidentiel et tertiaire (29%)	Trafic routier (25%)
	PM2.5	kt/an	13.1	-42 %	Résidentiel et tertiaire (39%)	Trafic routier (30%)
	PM1.0	kt/an	9.2	-46 %	Résidentiel et tertiaire (53%)	Trafic routier (34%)
Polluants organiques persistants	PCDD-F	g/an	2.9	-98 %	Résidentiel et tertiaire (35%)	Industrie (22%)
	HAP	t/an	4.8	-21 %	Résidentiel et tertiaire (49%)	Trafic routier (48%)
Métaux lourds	As	t/an	0.58	-	Industrie (41%)	Résidentiel et tertiaire (31%)
	Cd	t/an	0.28	-	Traitements des déchets (35%)	Résidentiel et tertiaire (30%)
	Cr	t/an	3.6	-	Industrie (37%)	Résidentiel et tertiaire (33%)
	Cu	t/an	40	-	Trafic routier (82%)	Trafic ferroviaire et fluvial (14%)
	Hg	t/an	0.63	-	Traitements des déchets (62%)	Résidentiel et tertiaire (20%)
	Ni	t/an	20	-	Résidentiel et tertiaire (70%)	Energie (15%)
	Pb	t/an	4.7	-	Trafic routier (49%)	Résidentiel et tertiaire (34%)
	Se	t/an	0.15	-	Résidentiel et tertiaire (61%)	Trafic routier (25%)
Gaz à effet de serre	Zn	t/an	30	-	Trafic routier (73%)	Résidentiel et tertiaire (11%)
	GES	Mteq CO <sub>2</sub> /an	44.7	-12 %	Résidentiel et tertiaire (42%)	Trafic routier (27%)
	CO <sub>2</sub>	Mt/an	41.9	-12 %	Résidentiel et tertiaire (43%)	Trafic routier (29%)
	CH <sub>4</sub>	kt/an	36	-42 %	Traitements des déchets (47%)	Energie (29%)
	N <sub>2</sub> O	kt/an	6.6	-9 %	Agriculture (57%)	Industrie (22%)

Tableau 29 : Bilan des émissions en Ile-de-France en 2010 et évolution depuis 2000



**Outils nécessaires de manipulation**

Afin d'établir cet inventaire, une chaîne de logiciel est mise en oeuvre

Outils nécessaires		<p><b>ALCYONE</b> (Salomon et al., 2005)</p>	<p><b>COMFIE</b> Centre Énergétique de l'école des Mines de Paris en collaboration avec Izuba Energies (Salomon et al., 2005) et (Peuportier, 2006)</p>	<p><b>EQUER</b> (développer par le centre énergétiques et procédés de l'école des mines Paristech (Polster, 1995)</p>	<p><b>ARIADNE</b></p>	
Description		<p>Outil de saisie graphique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Description de la géométrie d'un bâtiment (représentation du bâtiment et des masques proches)</li> <li>Définition du comportement thermique du bâtiment.</li> </ul>	<p>Logiciel de simulation thermique dynamique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Calcul des besoins de chauffage et climatisation du bâtiment pour une période donnée ( en fonction des matériaux de construction, scenarios d'occupation et la situation météorologique)</li> </ul>	<p>Outil d'évaluation de la qualité environnementale des bâtiments</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse du cycle de vie des bâtiments ( mix de production d'électricité, recyclage de déchets, etc.</li> <li>Etablissement des éco-profils (variantes du projet synthétisant les indicateurs environnementaux )</li> </ul>	<p>Outil d'évaluation de la qualité environnementale du quartier</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les résultats d'EQUER sont importés pour chaque type de bâtiment, en précisant le nombre de bâtiments de chaque type, les espaces extérieurs et les réseaux.</li> <li>Etablissement des éco-profils ( variantes du projet synthétisant les indicateurs environnementaux )</li> </ul>	
Phase de la méthode	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définition des objectifs et du champ de l'étude: systèmes à étudier, fonctions de ces systèmes, frontières , règles d'affectation, exigences sur les données de l'inventaire, ...</li> <li>Inventaire des flux de matière (entrants et sortants du site)</li> </ul>	<p><b>Étude thermique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Établir une lecture comparative entre les 3 variantes (standard, base, meilleures pratiques) en terme de : Epaisseur d'isolant dans les murs extérieurs, Ventilation, Ponts thermiques, U moyen des vitrages Les trois variantes diffèrent par les techniques (isolation, ventilation...), et l'influence de l'architecture sur les performances .</li> </ul> <p><b>Les hypothèses communes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La consigne de température.</li> <li>Les apports internes.</li> <li>L'occupation des résidents : heures d'occupation, pourcentage d'occupants,</li> </ul>	<p><b>Besoins en chauffage :</b> Déterminer les besoins en chauffage (kWh /m<sup>2</sup>.an) pour les 3 variantes</p> <p>Principe de l'algorithme de calcul au sein de COMFIE, source: Herefey,2011, p53</p>	<p><b>Analyse de cycle de vie du bâtiment</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Étude comparative entre les 3 variantes en terme de : <ul style="list-style-type: none"> <li>Consommation électrique(kWh / logement / an),</li> <li>Consommation d'eau (résident / jour)</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Analyse de cycle de vie des espaces extérieurs</b> (Associé au bâtiment)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Étude comparative entre les 3 variantes (standard, base, meilleures pratiques) est établie en terme de : <ul style="list-style-type: none"> <li>Consommation électrique des rues /place / quai,</li> <li>Consommation électrique des espaces verts,</li> <li>Imperméabilité des rues,....</li> </ul> </li> </ul> <p><b>L'Analyse de Cycle de Vie du quartier</b></p> <p>Associe les variantes Standard et Espaces Publics Standard. Les variantes Base et Meilleures Pratiques sont associées aux Espaces Publics Base. Le diagramme radar obtenu par le logiciel ARIADNE permet de comparer ces alternatives</p>	<p>Le réchauffement climatique étant une problématique majeure , il est utile d'indiquer les émissions moyennes des espaces publics et des bâtiments</p>
Formule de calcul		<ul style="list-style-type: none"> <li>Ponts thermiques:</li> <li>U moyen des vitrages</li> </ul>		<p>Un diagramme radar comportant 12 axes associés à ces 12 indicateurs(sont évalués pour chaque type de bâtiment du quartier sur son cycle de vie, puis sur le quartier dans son ensemble), diverses alternatives peuvent être comparées pour améliorer le projet du point de vue environnemental</p>		
Type de résultats (graphes si disponible)		<p>Modélisation des îlots, exemples (logiciel ALCYONE)</p>	<p>Besoins de chauffage pour les 3 variantes (logiciel COMFIE )</p>		<p>Analyse de cycle de vie comparative des 3 variantes (logiciel ARIADNE)</p>	

**Formule de calcul des ces 12 indicateurs du diagramme radar (ARIDANE)**

ARIADNE		Formule de calcul	L'acidification (kg SO <sub>2</sub> eq.)	(Heijungs , 1992 )	$acidification = \sum_i AP_i * m_i$ <p>AP<sub>i</sub>: étant le potentiel d'acidification de la substance i, en kg de SO<sub>2</sub> équivalent /kg                      m<sub>i</sub>: est la masse de substance i intervenant dans le procédé, en kg</p> $AP_i = \frac{\eta_i}{\eta_{SO_2}}$ <p>n<sub>i</sub> : la quantité d'ions H+ potentiellement produits par kilos de substance i, en mol/kg.</p>
L'effet de serre(CO <sub>2</sub> eq) [Heijung & al, 1992]		$climate\ change = \sum_i GWP_i * m_i$ <p>GWPI: Potentiel de réchauffement global de la substance i, en kg équivalent CO<sub>2</sub>/kg                      m<sub>i</sub> : masse de la substance i comptabilisée dans le processus étudié, en kg</p> $GWP_{T,i} = \frac{\int_0^T a_i * c_i(t) dt}{\int_0^T a_{CO_2} * c_{CO_2}(t) dt}$ <p>GWPT,i: GWP de la substance i sur une durée T, en kg equivalent CO<sub>2</sub>/kg                      a<sub>i</sub> : forçage radiatif par unité de hausse de la concentration dans l'atmosphère du gaz à effet deserre i, en w/(m<sup>2</sup>kg)                      c<sub>i</sub> (t) : concentration dans l'atmosphère du gaz i à l'instant t, en kg/m<sup>3</sup>                      T : durée sur laquelle les grandeurs sont intégrées, en années</p> <p>Le GWP d'une substance émettrice de CO<sub>2</sub> durant sa dégradation se calcule ainsi :</p> $GWP_i = masse\ de\ CO_2\ émise = n * \frac{44}{MW_i}$ <p>n étant le nombre de moles d'atomes de carbone par mole de substance i                      44 étant la masse moléculaire du CO<sub>2</sub>                      MW<sub>i</sub> étant la masse moléculaire de la substance i</p>	suivie au sein du Co-operative Program for Monitoring and Evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe [Amann & al, 1996], utilise le modèle RAINS (Posch & al, 1997).		<p>Dans ce modèle pour chaque type d'écosystème considéré, un niveau critique de d'acidification pour le soufre et l'azote est calculé, selon les propriétés des différents types d'écosystèmes. Dans ce modèle, l'Europe est divisée selon un maillage comprenant de nombreuses cellules, et pour chacune une distribution cumulative des niveaux critiques calculés pour chaque écosystème compris dans chaque cellule. On calcule alors</p> <p>Où :</p> $I = \sum_{e \in Europe} A_{eej} * \theta(D_j - CL_{eej})$ <p>I est l'acidification totale                      A<sub>eej</sub> représente l'écosystème e présent dans la cellule j                      CL<sub>eej</sub> correspond à la charge critique pour l'écosystème e dans la cellule j                      D<sub>j</sub> représente les dépôts de substances acidifiantes sur la cellule j                      θ est une fonction échelon, valant 0 si la valeur des dépôts est inférieure à celle du CL de l'écosystème e et valant 1 si elle est supérieure.                      τ<sub>r,x,j</sub> est un facteur de transport, et représente la fraction de E<sub>r,x</sub> déposée sur la cellule j                      E<sub>r,x</sub> représente les émissions de la substance x dans la région r</p>
L'eau utilisée (m3)			L'eutrophisation (kg PO <sub>4</sub> eq) (Guinée et al,2001)		$Eutrophisation = \sum_i EP_i * m_i$ <p>EP<sub>i</sub> étant le potentiel d'eutrophisation de la substance i, en kg de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> equiv/kg</p> $EP_i = \frac{v_i}{M_i} \frac{1}{\sqrt{PO_4^{3-}}} \frac{1}{M_{PO_4^{3-}}}$ <p>v<sub>i</sub> étant la contribution potentielle d'une mole de substance i au phénomène d'eutrophisation                      M<sub>i</sub> étant la masse de substance i considérée, en kg.</p>
L'énergie consommée (Gj) La CED (Cumulative Energy Demand) [Frischknecht & al, 2004].		<p>tout le long du cycle de vie d'un produit, et ce en prenant en compte aussi bien les usages directs d'énergie ainsi que les usages indirects (couramment regroupés sous le terme d' « énergie grise »), liés par exemple à l'usage de matériaux de construction ou de matériaux bruts</p> $cumulative\ energy = \sum_i q_i * CED_i$ <p>q<sub>i</sub> est la quantité d'unités de source d'énergie i consommée, en kg, m<sup>3</sup> ou MJ                      CED<sub>i</sub> est la valeur énergétique de la source i, en MJ/unité</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Combustibles: le CED correspond à la capacité maximale de production de chaleur de la ressources extraite (en MJ/kg ou MJ /m<sup>3</sup>).</li> <li>•nucléaire cette grandeur est approximée par l'énergie qui peut être générée dans une centrale nucléaire moderne.</li> <li>•énergies renouvelables: l'énergie primaire correspondante est exprimée selon les spécificités de chaque source (énergie potentielle pour l'hydraulique, l'énergie radiative collecté par la centrale pour le thermique...). Pour ce type d'énergie le CED est pris à 1 MJ/MJ.</li> </ul>	L'écotoxicité aquatique (m <sup>3</sup> ) (Heijungs , 1992)		$aquatic\ toxicity = \sum_i ECA_i * m_{w,i}$ <p>m<sub>w,i</sub>, m<sub>s,i</sub> correspondant aux quantités de substance i émises respectivement dans l'eau et dans les sols, en mg</p> $terrestrial\ toxicity = \sum_i ECT_i * m_{s,i}$ <p>ECA<sub>i</sub>, ECT<sub>i</sub> représentant les facteurs de caractérisation pour les écosystèmes aquatiques et terrestres, en m<sup>3</sup> d'eau/mg de substance et en kg de sol/mg de substance</p> $ECA_i = \frac{1}{MTC_{a,i}}$ $ECT_i = \frac{1}{MTC_{t,i}}$ <p>MTC<sub>a,i</sub>, MTC<sub>t,i</sub> étant les Concentrations Maximales Tolérables (Maximum Tolerable Concentration) en substance i dans l'eau et le sol, définie comme celle permettant la préservation de 95% des espèces dans un écosystème et basées sur des données traitant de la sensibilité aux substances chimiques de ces dernières.</p>
L'épuisement des ressources (en kg d'antimoine équivalent/kg) abiotiques (sans dimension) (Guinée & Heijungs, 1995)		$abiotic\ depletion = \sum_i ADP_i * m_i$ <p>ADPi: Abiotic Depletion Potential du matériau i, en kg d'antimoine équivalent/kg                      m<sub>i</sub>: masse de la substance i mise en jeu dans le processus étudié                      L'ADP de chaque substance est calculé comme suit :</p> $ADP_i = \frac{DR_i * (R_{ref})^2}{(R_i)^2 * DR_{ref}}$ <p>R<sub>i</sub>: réserves disponibles en ressource i, en kg                      DR<sub>i</sub>: taux d'extraction de la ressource i, en kg/an                      Ref: réserves disponibles en antimoine, en kg                      DRef : taux d'extraction de l'antimoine, en kg/an</p>	La formation d'ozone photochimique (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq) (Heijungs & al, 1992)		$photo - oxydant\ production = \sum_i POCP_i * m_i$ <p>POCP<sub>i</sub> : Photochemical Ozone Creation Potential, pour la substance i, en kg eq éthylène/kg                      m<sub>i</sub> : masse de la substance i intervenant dans le processus étudié, en kg</p> $POCP_i = \frac{\Delta F_i * M_{éthylène}}{M_i * \Delta F_{éthylène}}$ <p>ΔF<sub>i</sub> : différence entre les quantités d'ozone produites pour les deux quantités de gaz considérées, en moles                      M<sub>i</sub> : quantité totale de gaz i considérée, en moles                      M<sub>éthylène</sub> : quantité totale d'éthylène considérée, en moles                      ΔF<sub>éthylène</sub> : différence entre les quantités d'ozone produites pour les deux quantités d'éthylène considérées, en moles.</p>
Les déchets radioactifs (dm3)		<p>(polster, 1995)</p> $radioactive\ waste = V_{rw}$ <p>Où V<sub>rw</sub> est le volume de déchets radioactifs produit.</p> <p>(Frischknecht &amp; al, 1996)</p> <p>Production de déchets: Le secteur du bâtiment est fortement producteur de déchets inertes. Il apparait donc plutôt important de prendre en compte cet impact, en utilisant</p> $waste\ creation = W$ <p>W étant la masse de déchets générée, en kg</p> <p>cas où des données spécifiques sont disponibles, des facteurs de caractérisation peuvent être mises en jeu. Ainsi en France la législation distingue trois types de déchets (déchets ménagers, déchets industriels normaux et spéciaux), qui requièrent différents types de traitements (en termes de sécurité, d'étanchéité ou de coûts par exemple). Il peut être intéressant de différencier dans les calculs d'impacts ces différentes catégories</p>	La toxicité humaine (kg hum.) (Heijungs ,1992)		$human\ toxicity = \sum (HCA_i * m_{ai}) + (HCW_i * m_{wi}) + (HCS_i * m_{si})$ <p>HCA<sub>i</sub>, HCW<sub>i</sub> et HCS<sub>i</sub> étant les facteurs de caractérisation pour les impacts toxicologiques liés à l'homme, résultant d'une émission de polluant respectivement dans l'air, les eaux et le sol, en kg corporels/kg de substance                      m<sub>ai</sub>, m<sub>wi</sub> et m<sub>si</sub> étant les quantités de substances émises dans l'air, les eaux et les sols, en kg</p> $HCA_i = \frac{VI_a * W}{V_a * ADI_i}$ <p>VI<sub>a</sub>, VI<sub>w</sub> étant ici les quantités d'air et d'eau consommées par jours et par personnes , dont les valeurs sont respectivement de 20 m<sup>3</sup> d'air /jour/personne et de 2 L d'eau/jour/personne                      W étant la population mondiale, prise à cette époque à 5*10<sup>9</sup> personnes</p> $HCW_i = \frac{VI_w * W}{V_w * ADI_i}$ <p>V<sub>a</sub>, V<sub>w</sub> et V<sub>s</sub> étant les volumes d'air, d'eau et la masse d'eau prises en compte pour le modèle global, soit 3*10<sup>18</sup> m<sup>3</sup> d'air, 3*10<sup>18</sup> L d'eau et 2.7*10<sup>16</sup> kg de sol sec</p> $HCS_i = \frac{M * W * N}{V_s * Cvalue_i}$ <p>ADI<sub>i</sub> représente la dose journalière limite acceptable reçue par un individu pour la substance i, en kg de substance i/jour/ kg de masse corporelle                      M est le poids considéré pour un corps humain, soit 70 kg                      N est un facteur d'incertitude pour la dose journalière limite                      Cvalue<sub>i</sub> permet de rendre compte de l'intervention toxicologique humaine, en kg de substance i/kg de sol</p>
La proportion de surface de terrain bâti dans le quartier (%)		-	Le potentiel de dégradation de la condition naturelle (m <sup>2</sup> /années)		
L'imperméabilité moyenne du sol (%)		-	Le potentiel de dégradation de la condition naturelle due au changement d'utilisation (m <sup>2</sup> /années) (Heijungs , 1992)		$land\ use = R_{I-IV} + R_{I-V} + R_{II-IV} + R_{II-V} + R_{III-IV} + R_{III-V}$ <p>L'usage des sois etait exprime en m<sup>2</sup> de terrain transformés d'un type en un autre. Cinq catégories ont été définies : les systèmes naturels (I), les systèmes modifiés (II), les systèmes cultivés (III), les systèmes bâtis (IV) et les systèmes dégradés (V). Pour calculer le facteur de caractérisation, on considère en une seule catégorie les trois premiers types de systèmes (comme un état « naturel » du sol), et les deux derniers comme un état « non-naturel ». Ainsi toutes les transformations d'un état I, II ou III vers un état IV ou V seront pondérés par 1, les autres par 0.</p>

**Annexe 5: Canevas du questionnaire,**

Source : auteur



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme

Laboratoire : Ville Urbanisme et Développement Durable  
Spécialité: Architecture, Ville et Urbanisme Durable



Intitulé de recherche :

Le Bilan Carbone local: contribution des flots urbains à la résilience aux changements climatiques à Alger.

**A- Profil de l'enquêté (e)**

Sexe : Femme  Homme

**Tranche d'Age :**

6-15ans  15-25 ans  25-35 ans  35 ans 60ans  60ans et plus

**Quelle est votre catégorie socioprofessionnelle?**

Profession libérale  Cadre moyen  Employé  Etudiant  Retraité

Chômeur  Femme au foyer  Ouvrier professionnel  Elèves

**B-****Quel moyen de transport utilisez -vous?**

VP  T.Professionnel   
 TC  2 roues   
 Taxi  T.Scolaire   
 tr. Universitaire

**Quel sont les moments de vos déplacements ?**

Matin  Midi  Après midi  Soir

**Quel est le motif de vos déplacements ?**

Etude  Travail  Achat  Service  Autre

**Possédez vous une voiture privée ?**

Oui  Non

En cas de réponse favorable, combien de fois vous l'utilisez par jour ?

Lieu de l'entretien : .....

Date : .../.../...

**C- logement :**❖ Surface : ❖ Taille de ménage : 

## ❖ Données de la facture énergétique 2015 :

1- Trimestre d'été 2015 : - Électricité   
 - Gaz

2- Trimestre d'hiver 2015 : - Électricité   
 - Gaz

❖ Données de la facture énergétique antérieure (optionnel) :  Année **Combien d'appareils possédez vous? Pendant quelle durée (par jour) ?**

Type d'appareil:	Durée d'utilisation (en heure)	
TV	<input type="text"/>	<input type="text"/>
PC	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Climatiseur	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Jeux vidéos	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**Selon vous , quels sont les aléas générateurs de consommation de pointe ?**

	Hiver	Été	
Aléas saisonniers	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	Matin	Après midi	Soir
Période de la journée	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Absents	présents	
Périodes des Vacances	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

**Que pensez vous du confort thermique de votre logement?**Confortable  Peu confortable  Non confortable **Si ce n'est pas confortable, selon vous quelle est la raison ? Elle est liée à :**

Conception (Climatisation)  Conception architecturale (Ventilation)  Usage de l'énergie

Lieu de l'entretien : .....

Date : ..../../..

**Merci pour votre collaboration, bonne journée !**









**Annexe 7 : fiches techniques des sièges d'enquête, source : lycée Ibn Khaldoun-  
Miramar**

8- حالة السككات (\*)

ملاحظات	مرجع مقرر الاستفادة		نوع الاستفادة (**)		عدد الأغرف	رقم الشفة	مكان العمل	وظيفة	اسم المستفيد	رقم
	التاريخ	مصدره (2)	منفعة الخدمة	ضرورة الخدمة						
					04		ث ابن خلدون	ناظرة	فوزية	01
					04		ث ابن خلدون	ناظرة	يمينة	02
					04		مديرية التربية وسط	رئيسة مصلحة	زهرة	03
					01		خارج المؤسسة	ن/مقتصد (مقاعد)	محمد	04
					04		مقاعد	مقاعد	فطيمة	05
					04		وزارة التربية	مفتش المالية	عز الدين	06
					04		متوفى	مفتش المالية	محمد العربي	07
					04		ث ابن خلدون	مستشارة التربية	راضية	08
					03		مقاعد	مدير اكاديمية	محمد صالح	09
					04		ث فرنس فتون	مديرة	فاطمة	10
					03		مقاعد	مخزني	جول	11
					04		متوفى	مدير الثانوية	محمد	12
					03			اجنبي عن القطاع	أعمر	13

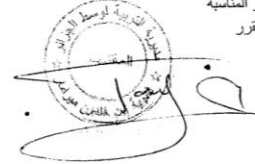
هل تحتوي هذه السككات على عدت فردية؟ نعم (1) لا (2)

الكهرباء (1)

بسياب الوادي في 2016/11/02

ضبط الوضعية  
المسير المالي

(\*) تسجيل السككات الشاعرة في اخر الجدول  
(\*\*) توضع علامة (+) في الخانة المناسبة  
(1) أنشط على العبارة غير المناسبة  
(2) أنكر السلطة المعدة للمقرر



7 جدول الفوائض المستخرجة إلى غاية 31 ديسمبر 2015 -

ملاحظات	مجموع	فوائض	الرصيد	الإيرادات		التعيين	الأبواب
				من 01 جانفي الى 31 ديسمبر	من 01 جانفي الى 31 ديسمبر		
8	6 + 5 = 7	6	4 - 3 = 5	4	3	2	1
							11 الرواتب
							12 المنح
							13 مصاريف أخرى على عاتق الخزينة
							21 التغذية (1)
			4778.90	3229931.10	3234710.00		29 - 22 التسيير (2)
			0.00	26210.00	26210.00		31 مصاريف على عاتق الولاية
							416 الباقي للتحصيل
							417 تصفية الحسابات خارج الميزانية
							417 نفقات على فائض السنوات السابقة
			2731.83	1458692.31	1461424.14		- إيرادات و نفقات أخرى (3)
				564000	564000.00		42 الإيرادات و النفقات غير العادية الأخرى
	220781.28	213270.55	7510.73	5278833.41	5286344.14		المجموع

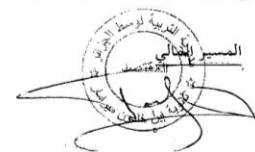
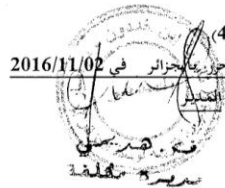
1- تسجيل في هذا الباب - كل الإيرادات المتحصل عليها في المادة 141، الفقرة 1: التعليق والمادتين 211 و 212.

- كل النفقات المسجلة ضمن المادة 211.

2- تسجيل في هذا الباب - كل الإيرادات المتحصل عليها في المادة 141، (بدون إيرادات الفقرة 1) و المواد 221، 222 و 223.

- كل النفقات المسجلة ضمن مواد الأبواب 22 إلى 29.

3- تسجيل جميع الإيرادات و النفقات المدرجة ضمن الباب 41، (بدون إيرادات المادتين 416، 417 و نفقات المادة 417).



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التربية الوطنية

الجزائروسط
16006
436
باب الوادي

مديرية التربية :  
رقم ميكاتوغرافي :  
رقم ج.ج.ب : / رقم ج.ج.ب :  
البلدية: باب الوادي الدائرة : باب الوادي  
إسم المؤسسة : ثانوية ابن خلدون  
رقم الهاتف : 021) 70.66.20  
العنوان الكامل : ارنست ولفار

## البطاقة الوصفية

السنة الدراسية : 2016 - 2017

ترسل عن طريق السلم الإداري الى مديرية المالية و الوسائل، المديرية الفرعية للوصاية على المؤسسات قبل 15 أكتوبر من كل سنة

### 1 - المعلومات العامة

- نوع المؤسسة  داخليّة-إبتدائية  متوسطة  تأ.التعليم العام  تأ.التقني  تأ.متعدّدات الإختصاصات  متقن (1)
- تاريخ بناء المؤسسة : 1971-09-20 رقم و تاريخ قرار إنشاء المؤسسة : في 1969/09/08
- طبيعة البناء :  صلب  جاهر  Préfabrique  صلب وجاهر  Préfabrique-et-Dur (1)
- مساحة المؤسسة بالمتر المربع (م²) : المبنية : 19245 غير مبنية : 8600 المجموع : 27845

### 2 - معلومات حول المحلات

(أ) المحلات التربوية

محللات ت. اخرى	المكتبة	الملاعب	قاعات التربية البدنية	قاعات الرسم الصناعي	ورشات ت.تقني	المخابر	قاعات التدريس	نوع المحلات
00	01	00	01	00	00	08	49	مستعملة
							00	غير مستعملة
00	01	00	01	00	00	08	49	المجموع

(ب) المحلات الأخرى

السكنات	المحلات الإدارية	وحدة الكشف والمتابعة	العيادة	الداخليّة				نوع المحلات
				البيضاة	المطبخ	المطعم	المراقد	
13	15		01	00	00	00		مستعملة
								غير مستعملة
13	15		01	00	00	00		المجموع

(1)  لا  نعم هل يستفيد تلاميذ المؤسسة في مؤسسة أخرى من - الإواء ؟

(1)  لا  نعم - الإطعام ؟

أذكر ما هي :

3 - حظيرة السيارات : الحصّة النظرية : الرقم

التاريخ :

الطراز	الاصنف	سنة أول استعمال	رقم التسجيل	حالة السيارة

4 - الإعلام الآلي : عدد الأجهزة المستعملة في :

الإدارة : 07 التدريس : 32

النشاطات التربوية : 03 المجموع : 42

(1) اشطب على العبارة غير المناسبة

## - تعداد التلاميذ إلى 01 أكتوبر 2016 -

يدرج في هذا الجدول جميع تلاميذ المؤسسة بمافيهم التلاميذ الذين يتابعون دراستهم في اقسام « الرياضة والدراسة » .  
1-5 الداخليات الابتدائية :

عدد الأفواج	تعداد التلاميذ						عدد المجموع
	1	2	3	4	5	6	

2-5 التعليم المتوسط (ط3)

عدد الأفواج	تعداد التلاميذ						عدد المجموع
	1 م	2 م	3 م	4 م	5 م	6 م	

3-5 التعليم الثانوي

عدد الأفواج	تعداد التلاميذ			عدد المجموع	الشعب
	1 ث	2 ث	3 ث		
06	192			192	أ- ج- المشترك
		////	////		- آدب
10	301			301	- علوم
		////	////		- تكنولوجيا
28	907	383	524	907	ب- ت- نا عام
34	1400	383	524	1400	مجموع (1)
					ج- ت- الفني
		////			- هـ- مكاتك
		////			- هـ- كهرباية
		////			- هـ- مدنية
		////			- ص- ميكاتك
		////			- الكتر نيك
		////			- الكتر تقني
		////			- جيوكميا
		////			- بناء أ. عمومي
		////			-
0			00	00	مجموع (2)
05		74	107	181	- تسيير وإق
		////			- تقني محاسبة
		////			-
		////			مجموع (3)
49	493	457	631	1581	المجموع العام 3+2+1

(1) أ.ر.د. - أقسام الرياضة و الدراسة

6- معلومات أخرى :

تلاميذ لقسم الرياضة و الدراسة : عدد =	- تغذية تلاميذ المؤسسات الأخرى	عدد الداخليين =
- تغذية التلاميذ الصحراويين : عدد =	- اذكر اسم المؤسسة .....	عدد ن/داخ =
	- إيواء تلاميذ المؤسسات الأخرى	عدد

2016/11/02

جر الجزائر، في

الحج

سنة

م

التربية لوسط الجزائر  
المعلمة  
بنية ابن خديجة

## Annexe 8: Grille des indicateurs BC local,

source : auteur

Ilot n: 1				
Fonction urbaine				
Résidentiel	Superficie résidentielle (ha)			
	Nombre de population			
	Enquête budget familial	Nombre appareils	Pc	
			Climatiseurs	
			Tv	
	Caractéristiques			
	Fréquence d'utilisation			
	Durée d'utilisation			
	Proportion de surface de terrain bâti dans le quartier			
	Etude thermique	Imperméabilité du sol		
		Epaisseur de l'isolant		
Ventilation				
Ponts thermique				
U moyen des vitrages				
Equipement	Superficie			
	Détail des effectifs			
Activité	Quantité produite			
	Durée			
Transport	Détail du parc automobile	Nombre de véhicules		
		Type de motorisation		
		Age		
	Réseau	Caractéristiques géométrique		
Traitement de Déchets	Détails de composition des déchets	Déchets verts		
		Ordures ménagères		
Espace vert	Densité verte (m <sup>2</sup> verte/ m <sup>2</sup> construite)			
	Imperméabilité des rues %			
	Imperméabilité des espaces verts %			

Fonction urbaine de l'ilot	Nature de fonction	Type de fonction	Critères	Indicateurs	
Ilot résidentiel	1. Logement	1-1. collectif	1-1-1. Surface	1-1-1-1. surface de construction (m <sup>2</sup> )	
				1-1-1-2. Superficie résidentielle par habitant (m2)	
				1-1-1-3. Superficie résidentielle par ménage (m2)	
			1-1-2. Densité	1-1-2-1. Densité résidentielle (log/m <sup>2</sup> )	
				1-1-2-2. Densité de population (hab/m <sup>2</sup> )	
		1-2. semi collectif		1-1-3. Consommation d'énergie	1-1-3-1. Quantité d'énergie consommée (kWh/an)
				1-1-4. Consommation d'énergie électrique	1-1-4-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)
				1-1-5. Consommation d'énergie de gaz	1-1-5-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage du chauffage et cuisson (thermie/an)
				1-2-1. Surface	1-2-1-1. surface de construction (m <sup>2</sup> )
					1-2-1-2. Superficie résidentielle par habitant (m2)
		1-3. individuel		1-2-2. Densité	1-2-2-1. Densité résidentielle (log/m <sup>2</sup> )
					1-2-2-2. Densité de population (hab/m <sup>2</sup> )
					1-2-2-3. Densité verte (m <sup>2</sup> verte /m <sup>2</sup> construite )
				1-2-3. Consommation d'énergie	1-2-3-1. Quantité d'énergie consommée (kWh/an)
				1-2-4. Consommation d'énergie électrique	1-2-4-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)
		1-2-5. Consommation d'énergie de gaz	1-2-5-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage du chauffage et cuisson (thermie/an)		
		1-3-1. Surface	1-3-1-1. surface de construction (m <sup>2</sup> )		
			1-3-1-2. Superficie résidentielle par habitant (m2)		
			1-3-1-3. Superficie résidentielle par ménage (m2)		
		1-3-2. Densité	1-3-2-1. Densité résidentielle (log/m <sup>2</sup> )		
			1-3-2-2. Densité de population (hab/m <sup>2</sup> )		
			1-3-2-3. Densité verte (m <sup>2</sup> verte /m <sup>2</sup> construite )		
		1-3-3. Consommation d'énergie	1-3-3-1. Quantité d'énergie consommée (kWh/an)		
		1-3-4. Consommation d'énergie électrique	1-3-4-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)		
		1-3-5. Consommation d'énergie de gaz	1-3-5-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage du chauffage et cuisson (thermie/an)		

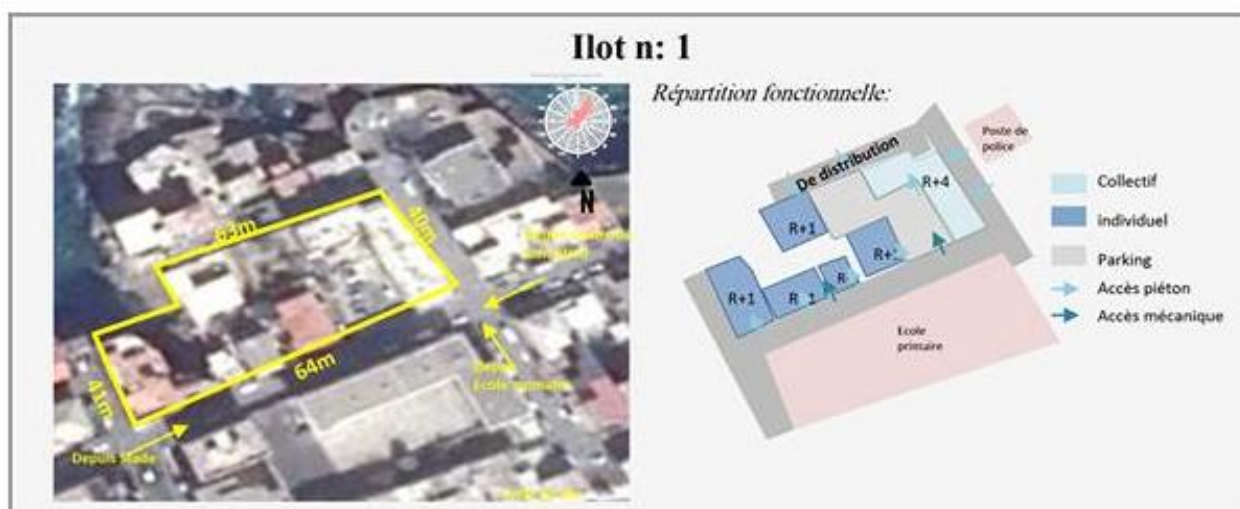
Fonction urbaine de l'îlot	Nature de fonction	Type de fonction	Critères	Indicateurs
Îlot tertiaire	2- Équipements	2-1. Educatif	2-1-1. Surface	2-1-1-1. Surface construite (m <sup>2</sup> )
			2-1-2. Densité	2-1-1-2. Surface par usager (m <sup>2</sup> )
				2-1-2-1. Densité de l'emploi (employé/m <sup>2</sup> )
				2-1-2-2. Densité par élève (élève /m <sup>2</sup> )
				2-1-2-3. Densité verte (m <sup>2</sup> verte /m <sup>2</sup> construit )
		2-1-3. Consommation d'énergie	2-1-3-1. Quantité d'énergie consommée (kWh/an)	
		2-1-4. Consommation d'énergie électrique	2-1-4-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)	
		2-1-5. Consommation d'énergie de gaz	2-1-5-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage du gaz (kWh/an)	
		2-2. Sanitaire	2-2-1. Surface	2-1-1-1. Surface construite (m <sup>2</sup> )
			2-2-2. Densité	2-1-1-2. Surface par usager (m <sup>2</sup> )
				2-1-2-1. Densité de l'emploi (employé/m <sup>2</sup> )
				2-1-2-2. Densité d'occupation (h/s /m <sup>2</sup> )
				2-1-2-3. Densité verte (m <sup>2</sup> verte /usager )
			2-2-3. Consommation d'énergie	2-2-3-1. Quantité d'énergie consommée (kWh/an)
			2-2-4. Consommation d'énergie électrique	2-2-4-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)
		2-2-5. Consommation d'énergie de gaz	2-2-5-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage du gaz (kWh/an)	
	2-3. Socioculturel	2-3-1. Surface	2-1-1-1. Surface construite (m <sup>2</sup> )	
			2-1-1-2. Surface par usager (m <sup>2</sup> )	
		2-3-2. Densité	2-1-2-1. Densité de l'emploi (employé/m <sup>2</sup> )	
			2-1-2-2. Densité d'occupation (usager /m <sup>2</sup> )	
			2-1-2-3. Densité verte (m <sup>2</sup> verte /usager )	
		2-3-3. Consommation d'énergie	2-3-3-1. Quantité d'énergie consommée (kWh/an)	
		2-3-4. Consommation d'énergie électrique	2-3-4-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)	
		2-3-5. Consommation d'énergie de gaz	2-3-5-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage du gaz (kWh/an)	

Fonction urbaine de l'ilot	Nature de fonction	Type de fonction	Critères	Indicateurs
Ilot d'activité	3-Activité	3-1. Industrielle	3-1-1. Surface	3-1-1-1. Surface construite (m <sup>2</sup> )
			3-1-2. Densité	3-1-1-2. Surface par employé(m <sup>2</sup> )
			3-1-3. Consommation d'énergie	3-1-2-1. Densité de l'emploi (employé/m <sup>2</sup> )
			3-1-4. Consommation d'énergie électrique	3-1-2-2. Densité verte (m <sup>2</sup> verte /usager)
			3-1-5. Consommation d'énergie de gaz	3-1-3-1. Quantité d'énergie consommée (kWh/an)
			3-1-6. Rendement annuel	3-1-4-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)
	3-2. Tertiaire	3-2-2. Densité	3-2-1. Surface	3-1-5-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage du gaz (thermie/an)
			3-2-2.1. Densité de l'emploi (employé/m <sup>2</sup> )	3-1-6-1. Quantité annuelle produite ( produit /an)
			3-2-2.2. Densité d'usager (usager/m <sup>2</sup> )	3-2-1-1. Surface construite (m <sup>2</sup> )
			3-2-2.3. Densité verte (m <sup>2</sup> verte /usager)	3-2-1-2. Surface par usager(m <sup>2</sup> )
			3-2-3. Consommation d'énergie	3-2-2-1. Densité de l'emploi (employé/m <sup>2</sup> )
			3-2-4. Consommation d'énergie électrique	3-2-2-2. Densité d'usager (usager/m <sup>2</sup> )
	3-2-5. Consommation d'énergie de gaz	3-2-6. Rendement annuel	3-2-5-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)	3-2-2-3. Densité verte (m <sup>2</sup> verte /usager)
			3-2-6-1. Quantité annuelle produite ( produit /an)	3-2-3-1. Quantité d'énergie consommée (kWh/an)
			3-3-1. Surface	3-2-4-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)
			3-3-2. Densité	3-2-5-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage du gaz (thermie /an)
			3-3-3. Consommation d'énergie	3-2-6-1. Quantité annuelle produite ( produit /an)
			3-3-4. Consommation d'énergie électrique	3-3-1-1. Surface cultivée (m <sup>2</sup> )
3-3-5. Consommation d'énergie de gaz	3-3-6. Rendement annuel	3-3-5-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage du gaz (thermie /an)	3-3-1-2. Surface par employé(m <sup>2</sup> )	
		3-3-6-1. Quantité annuelle de produit (produit/an )	3-3-2-1. Densité de l'emploi (employé/m <sup>2</sup> )	
			3-3-3-1. Quantité d'énergie consommée (kWh/an)	
			3-3-4-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage d'électricité (kWh/an)	
			3-3-5-1. Quantité d'énergie consommée liée à l'usage du gaz (thermie /an)	
			3-3-6-1. Quantité annuelle de produit (produit/an )	

Fonction urbaine de l'ilot	Nature de fonction	Type de fonction	Critères	Indicateurs
	4- Service	4-1. Transport	4-1-1. Caractéristiques du réseau	4-1-1-1. Plagues de fréquentation (Md véh.km)
			4-1-2. Densité	4-1-2-1. Densité du réseau autoroutier et régional (km/1 000 km <sup>2</sup> )
				4-1-2-2. Densité du réseau autoroutier (km/1 000 km <sup>2</sup> )
				4-1-2-3. Densité du réseau routier (km/1 000 km <sup>2</sup> )
			4-1-3. Consommation de l'énergie	4-1-3-1. Quantité de carburant consommé (litres)
	4-2. Traitement de déchets		4-1-4. Quantité produite	4-1-4-1. Production de déchets ménagers (kg/hab./an)
				4-1-4-2. Déchets industriels (kT)
				4-1-4-3. Déchets industriels dangereux (kT)
			4-1-5. Consommation d'énergie pour le traitement	4-1-5-1. Quantité d'énergie consommée (kWh/an)
				4-1-5-2. Taux de valorisation (%)
5- Espaces extérieurs	5-1. Voirie et espaces publics	5-1-1. Surface	5-1-1-1. Surface végétale (m <sup>2</sup> )	
		5-1-2. Consommation	5-1-2-1. Quantité d'engrais utilisée (tonnes/ an)	
			5-1-2-2. Consommation électrique des rues et places (KWh/(m <sup>2</sup> .an))	
	5-2. Aménagement verts	5-2-1. Surface	5-2-1-1. Surface végétale (m <sup>2</sup> )	
		5-2-2. Consommation	5-2-2-1. Quantité d'engrais utilisée (tonnes/ an)	
			5-2-2-2. Consommation électrique des espaces verts (KWh/(m <sup>2</sup> .an))	

## Annexe 9: BC local des ilots,

Source : auteur



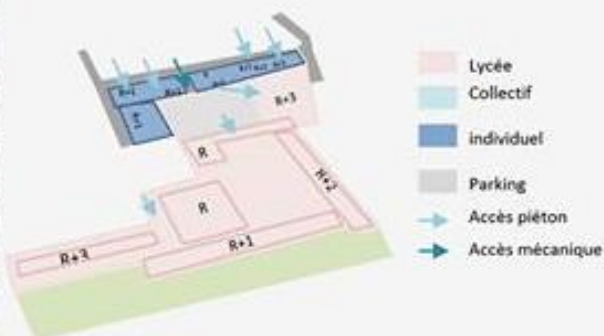
<b>Fonction urbaine de l'Ilot Résidentielle</b>	<b>Superficie résidentielle</b>		2570 m <sup>2</sup>	
	Proportion de surface de terrain bâti dans le quartier		66%	
<b>Résidentiel Collectif</b>	Nombre de population			106 habitant
	Enquête budget familial	Nombre appareils / Durée d'utilisation (par jour)	TV	38 / 181 h
			PC	7 / 27 h
			Climatiseurs	7 / 75 h
<b>Résidentiel Individuel</b>	Nombre de population			33 habitant
	Enquête budget familial	Nombre appareils / Durée d'utilisation (par jour)	TV	13 / 39h
			PC	17 / 60h
			Climatiseurs	9 / 9h
<b>Transport</b>	Détail du parc automobile	Nombre de véhicules	580 m <sup>2</sup> /25m <sup>2</sup> = 23 véhicules	
<b>Déplacement</b>	Motifs de déplacement domicile- (par jour)		Etude: 17 Travail: 35 Achat: 58 Service :31 Autre :63	
	Motifs par catégorie socio-professionnelle		Profession libérale: 3 Cadre moyen: 3 Employé: 24 Etudiant :3 Retraité :9 Chômeur :9 Femme au foyer :25 Ouvrier professionnel :10 Elèves :9	
	Modalité de transport		VP:17 TC:56 Taxi :36 tr. Un/ professionnel :/	

	Nature de fonction	Type de fonction	Critères	Indicateurs	Résultats chiffrés	Eté	Hiver		
Hot 1	1.	1-1.	1-1-1.	1-1-1-1.	560 m2, SHON: 2800 m <sup>2</sup>				
				1-1-1-2.	26,41 m2				
				1-1-1-3.	116 m2				
			1-1-2.	1-1-2-1.	0,0093 log/m <sup>2</sup>				
				1-1-2-2.	0,041 hab/m <sup>2</sup>				
				1-1-2-3.	0 m <sup>2</sup> verte /m <sup>2</sup> construite				
			1-1-3.	1-1-3-1.	(kWh/an)			38011 kwh	14454 kwh
			1-1-4.	1-1-4-1.	(thermie /an)			41689 thermie	94542 thermie
			1-3.	1-3-1.	1-3-1-1.			1048 m2 , SHON: 2096 m <sup>2</sup>	
					1-3-1-2.			63,5 m <sup>2</sup>	
					1-3-1-3.			419 m <sup>2</sup>	
				1-3-2.	1-3-2-1.			0,0019 log/m <sup>2</sup>	
					1-3-2-2.			0,021 hab/m <sup>2</sup>	
					1-3-2-3.			0,15 m <sup>2</sup> verte /m <sup>2</sup> construite	
	1-3-3.	1-3-3-1.		(kWh/an)	7556kwh	9763kwh			
	1-3-4.	1-3-4-1.		(thermie /an)	9347 thermie	21734 thermie			
4-	4-1.	4-1-1.	4-1-1-1.	(Md véh-km)	21384 véhicules léger,574 poids lourd				
		4-1-2.	4-1-2-1.	100 l/j → 90000 l/trim					

### Ilot n: 2



Répartition fonctionnelle:



<b>Fonction urbaine de l'ilot Educative</b>	<b>Superficie</b>		33062,23 m <sup>2</sup>	
	Proportion de surface de terrain bâti dans le quartier		65%	
<b>Résidentiel Collectif</b> (logement de fonction)	Nombre de population			54 habitant
	Enquête budget familial	Nombre appareils / Durée d'utilisation	TV	19 / 90,5 h
			PC	4 / 13,5 h
			Climatiseurs	4 / 37,5 h
<b>Résidentiel Individuel</b>	Nombre de population			36 habitant
	Enquête budget familial	Nombre appareils / Durée d'utilisation	TV	16/ 64h
			PC	28/ 24h
			Climatiseurs	16/ 32 h
<b>Equipement</b>	Superficie construite		19245m <sup>2</sup>	
	CES		0,7	
	Détails	usagers	Employés : 178 employé Nombre d'élèves :1581 Élève	
		Effectifs	Nombre de Salle de classe :49 Nombre de Laboratoires : 08 Salle de sport :01 Bibliothèque :01 Outils informatiques :42	

<b>Transport Equipement</b>	Détail du parc automobile	Nombre de véhicules	59 véhicules
Déplacement	Motifs de déplacement domicile- (par jour)		Etude : 1580 Travail: 178
	Motifs par catégorie socio-professionnelle		Employé :178 Elèves: 1580
	Modalité de transport		VP: 150 TC: 786 Marche à pied :787 Taxi :35
<b>Transport Logement</b>	Détail du parc automobile	Nombre de véhicules	44véhicules
Déplacement	Motifs de déplacement domicile- (par jour)		Etude : 25 Travail : 22 Achat :37 Service :28 Autre :43
	Motifs par catégorie socio-professionnelle		Profession libérale : 2 Cadre moyen :5 Employé: 12 Etudiant: 9 Retraité: 9 Chômeur: 4 Femme au foyer :21 Ouvrier professionnel :5 Elèves: 12
	Modalité de transport		VP: 36 TC: 36 Taxi :18 tr. Un/ professionnel: 8
<b>Espace vert</b>	Superficie		11418m <sup>2</sup>
	Densité verte (m <sup>2</sup> verte/ m <sup>2</sup> construite)		0,63

	Nature de fonction	Type de fonction	Critères	Indicateurs	Résultats chiffrés	Été	Hiver		
Ilot 2	1.	1-1.	1-1-1.	1-1-1-1.	490 m2 SHON: 1960 m <sup>2</sup>				
				1-1-1-2.	36 m <sup>2</sup>				
				1-1-1-3.	163 m2				
			1-1-2.	1-1-2-1.	0,0003 log/m <sup>2</sup>				
				1-1-2-2.	0,0016 hab/m <sup>2</sup>				
				1-1-2-3.	1,51 m <sup>2</sup> verte /m <sup>2</sup> construite				
			1-1-3.	1-1-3-1.	(kWh/an)			19005 kwh	7227 kwh
		1-1-4.	1-1-4-1.	(thermie /an)	20844 thermie	47271 thermie			
		1-3.	1-3-1.	1-3-1-1.	1465 m2 , SHON: 2930 m <sup>2</sup>				
				1-3-1-2.	81 m2				
				1-3-1-3.	366 m2				
			1-3-2.	1-3-2-1.	0,0037 log/m <sup>2</sup>				
				1-3-2-2.	0,016 hab/m <sup>2</sup>				
				1-3-2-3.	0,5 m <sup>2</sup> verte /m <sup>2</sup> construite				
1-3-3.	1-3-3-1.		(kWh/an)	11354 kwh	9403 kwh				
1-3-4.	1-3-4-1.	(thermie /an)	32478 thermie	20033 thermie					
	2-	2-1.	2-1-1.	2-1-1-1.	19245 m <sup>2</sup>				
				2-1-1-2.	11 m <sup>2</sup>				
			2-1-2.	2-1-2-1.	0,0092 employé/m <sup>2</sup>				
				2-1-2-2.	0,082 élève /m <sup>2</sup>				
				2-1-2-3.	0,35 m <sup>2</sup> verte /m <sup>2</sup> construite				
			2-1-3.	2-1-3-1.	kWh/an			7929 kwh	22449 kwh
			2-1-4.	2-1-4-1.	thermie /an			0 thermie	0 thermie
	4-	4-1.	4-1-1.	4-1-1-1.	(Md véh-km)	21384 véhicules léger,574 poids lourd			
			4-1-2.	4-1-2-1.	90 l/j → 6660 l/trim				
	4-	4-1.	4-1-1.	4-1-1-1.	(Md véh-km)	21384 véhicules léger,574 poids lourd			
			4-1-2.	4-1-2-1.	9661/j → 86971,5l/trim				
	5-	5-2.	5-2-1.	5-2-1-1.	5510 (m <sup>2</sup> )				
			5-2-2.	5-2-2-1.	(tonnes/ an)				
				5-2-2-2.	0 (KWh/(m <sup>2</sup> ,an)				

### Ilot n: 3



#### Répartition fonctionnelle:



<b>Fonction urbaine de l'ilot Mixte</b>	<b>Superficie</b>		4260 m <sup>2</sup>	
	Proportion de surface de terrain bâti dans le quartier		83%	
<b>Résidentiel Individuel</b>	Nombre de population		99 habitants	
	Enquête budget familial	Nombre appareils / Durée d'utilisation	TV	31/ 210h
			PC	16/73h
			Climatiseurs	22/160h
			Jeux vidéos	7/ 31h
<b>Activité 1</b>			<b>Quantité produite</b>	<b>20.000 à 25.000 l/j</b>
			Durée	3*8
	Détails	Employés	Cadres : 6 Techniciens :2 Ouvriers :22	
		Effectifs	Mélangeur :1 Pasteurisateur :1 Futs de stockage: 1 Conditionneuses :3 Compresseurs :3 Chaudière :1 Chambre froide (moteurs électriques) :1	
	<b>Activité 2</b>			<b>Quantité produite</b>
		Durée	10h	
Détails		Employés	5	
		Effectifs	Four :1 Frigos:3 Plaque de cuisson:1 Friteuse:1 Eclairage : -	

<b>Transport</b> Logement	Détail du parc automobile	Nombre de véhicules	17 véhicules
Déplacement	Motifs de déplacement domicile- (par jour)		Etude :28 Travail:28 achat:49 Service :23 Autre :19
	Motifs par catégorie socio-professionnelle		Profession libérale :12 Cadre moyen :12 Employé :5 Etudiant :9 Retraité :12 Chômeur :0 Femme au foyer :12 Ouvrier professionnel :3 Elèves :16
	Modalité de transport		VP :37 TC :12 Taxi :34 tr. Un/ professionnel :4
<b>Transport</b> Activité	Détail du parc automobile	Nombre de véhicules	12: 2 VP et 10 camions
Déplacement	Motifs par catégorie socio-professionnelle (par jour)		Cadre moyen: 7 Technicien :2 Employé :24
	Modalité de transport		VP :3 TC :2 Taxi :- Camions :10 Marche à pied :22

	Nature de fonction	Type de fonction	Critères	Indicateurs	Résultats chiffrés	Été	Hiver		
Ilot 3	3.	3-3.	3-3-1.	3-3-1-1.	2621 m <sup>2</sup> , SHON: 5243 m <sup>2</sup>				
				3-3-1-2.	52 m <sup>2</sup>				
				3-3-1-3.	403 m <sup>2</sup>				
			3-3-2.	3-3-2-1.	0,003 log/m <sup>2</sup>				
				3-3-2-2.	0,023 hab/m <sup>2</sup>				
				3-3-2-3.	0,19 m <sup>2</sup> verte /m <sup>2</sup> construit				
			3-3-3.	3-3-3-1.	kWh/an	95517 kwh	65353 kwh		
			3-3-4.	3-3-4-1.	thermie /an	92868 thermie	100317thermie		
3	3-1.	3-1-1.	3-1-1-1.	370 m <sup>2</sup>					
			3-1-1-2.	12,33 m <sup>2</sup>					
		3-1-2.	3-1-2-1.	0,007 employé/m <sup>2</sup>					
			3-1-2-2.	0 m <sup>2</sup> verte /usager					
		3-1-3.	3-1-3-1.	kWh/an				130740kwh	107400kwh
		3-1-4.	3-1-3-1.	thermie /an				429985 thermie	343874 thermie
		3-1-5.	3-1-5-1.	produit /an					
		3-2.	3-2-1.	3-2-1-1.				65 m <sup>2</sup>	
				3-2-1-2.				13 m <sup>2</sup>	
			3-2-2.	3-2-2-1.				0,0011 employé/m <sup>2</sup>	
	3-2-2-3.			0 m <sup>2</sup> verte /usager					
	3-2-3.		3-2-3-1.	kWh/an	4431 kwh	5760 kwh			
	3-2-4.	3-2-4-1.	thermie /an	28133 thermie	36745 thermie				
	3-2-5. Rende ment annuel	3-2-5-1.							
	4-	4-1.	4-1-1.	4-1-1-1.	Md véh-km	21384 véhicules léger,574 poids lourd			
4-1-2.			4-1-2-1.	54,63 l/j → 4916 l/trim					
4-	4-1.	4-1-1.	4-1-1-1.	Md véh-km	21384 véhicules léger,574 poids lourd				
		4-1-2.	4-1-2-1.	9,35 l/j → 841,5 l/trim					