



## **TABLEAU DE BORD 2014 OUTIL EFFINERGIE ECOMOBILITE**

**ECO-MOBILITÉ**  
**effinergie**

### **Retours d'expériences**

Ce rapport présente les résultats des projets saisis dans l'outil Effinergie Ecomobilité. Il détaille également une analyse des principaux indicateurs des projets.

Collectif Effinergie  
[www.effinergie-ecomobilite.org](http://www.effinergie-ecomobilite.org)  
[www.effinergie.org](http://www.effinergie.org)  
juin 2015

# SOMMAIRE

**L'outil Effinergie Ecomobilité**

**Repères**

**Typologie des bâtiments**

**Répartition des projets**

**Informations sur les occupants**

**Distance aux destinations**

**Résultats**

**Annexes**

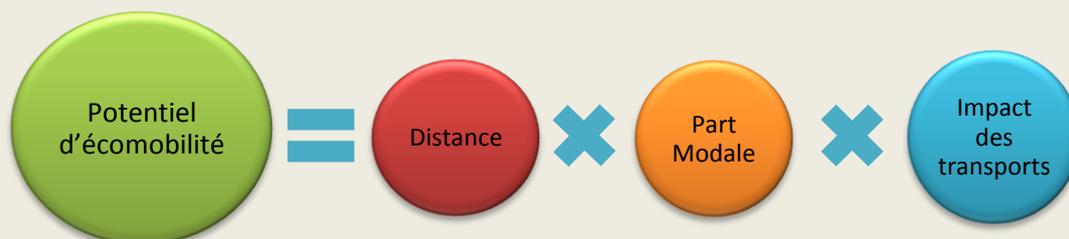


# L'OUTIL EFFINERGIE ECOMOBILITE

Les labels développés par Effinergie permettent de mettre en avant un bâtiment efficace sur le plan énergétique mais ne permettent pas de valoriser la situation géographique de ce bâtiment.

Pour cela, le Collectif Effinergie a créé l'outil Ecomobilité Effinergie.

Cet outil permet d'évaluer le potentiel d'écomobilité d'un bâtiment. Ce potentiel d'écomobilité est simplement évalué à partir des distances de déplacement, des pourcentages de chaque mode de transport utilisé (voiture, transport en commun, modes doux...) et de la consommation d'énergie liée à chaque mode.



[www.effinergie-ecomobilite.fr](http://www.effinergie-ecomobilite.fr)



# REPERES

**400 projets étudiés**

**11 000 occupants concernés**

**1 million de km**

Distance estimée parcourue par jour en voiture par les occupants

**120 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.an**

Consommation d'énergie primaire moyenne

**28 kg<sub>eq.</sub> CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an**

Emissions de gaz à effet de serre moyenne



# Typologie des bâtiments



**155** projets de logements collectifs



**106** projets de maisons individuelles



**2,5** millions de m<sup>2</sup> de bâtiments tertiaires



Les informations sur la typologie du bâtiment et sa surface sont saisies dans la deuxième partie de l'outil. La surface permet d'évaluer le nombre d'occupants s'il n'est pas connu et d'afficher les résultats par m<sup>2</sup>.

### Le secteur résidentiel



L'outil a permis l'évaluation de 155 opérations de logements collectifs. Cela représente 8 600 logements.

L'outil a été utilisé pour évaluer aussi bien des bâtiments que des projets de plusieurs bâtiments voire des quartiers. Certains projets ont été évalués plusieurs fois pour connaître l'impact de certaines modifications.

L'outil ne permet pas de saisir plusieurs bâtiments séparément. Il est donc difficile de connaître précisément le nombre total de bâtiments concernés.



En parallèle, 106 projets de maisons individuelles ont fait l'objet d'une évaluation. Parmi ces 106 projets, 10 d'entre eux concernent des projets de maisons individuelles

groupées représentant entre 9 à 20 maisons chacun. 93 évaluations portent sur des projets d'une seule maison. Au total, on dénombre 238 maisons individuelles étudiées.

### Le secteur tertiaire



L'outil a permis l'évaluation de 136 projets de bâtiments tertiaires. Parmi ceux-ci, on comptabilise :

- 110 projets de bureaux, représentant 2,5 millions de m<sup>2</sup> ;
- 12 écoles représentant 35 000 m<sup>2</sup> et accueillant 4 000 élèves ;
- 2 lycées représentant 17 000 m<sup>2</sup> et accueillant 2 500 élèves ;
- 4 projets d'enseignement supérieur représentant 20 000 m<sup>2</sup>.

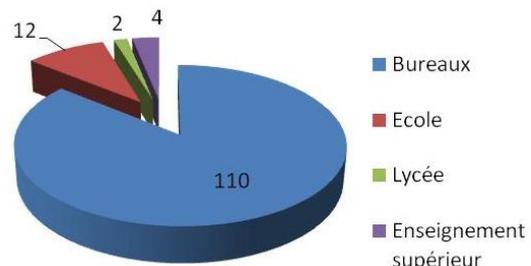


Figure 1 : Répartition par typologie des bâtiments tertiaires



Rénovation Siège TYCO - Antony

# Répartition des projets



**83** projets de logements collectifs avec une bonne accessibilité en modes doux



**34** maisons individuelles sont situées en banlieue



**15%** des bureaux avec une mauvaise accessibilité en transports en commun



Maison Hanau - Sélestat

Le contexte urbain du bâtiment et son accessibilité en modes doux et en transport en commun sont saisis dans la première partie de l'outil.

On constate que les projets testés sont répartis géographiquement. La Région Ile-de-France est de loin celle qui compte le plus grand nombre de projets : elle représente 1/3 des projets testés.

Les autres projets se répartissent ensuite équitablement sur tout le territoire avec un nombre d'opérations plus marquée en Rhône-Alpes et en Poitou-Charentes. Cette différence recoupe la carte des Régions soutenant les projets de BEPOS-Effinergie 2013 à travers des appels à projets.



Figure 2 : Répartition par Région des projets

### Le secteur résidentiel



Parmi les 156 projets de logements collectifs, 56% sont situés dans un contexte urbain Ville et Centre et 33% en Banlieue. Les Pôles secondaires et le

Rural ne représentent respectivement que 4% et 6% des projets.

Les logements collectifs sont globalement jugés accessibles que ce soit en transport en commun (TC) ou en modes doux mais avec une meilleure accessibilité en TC qu'en modes doux.

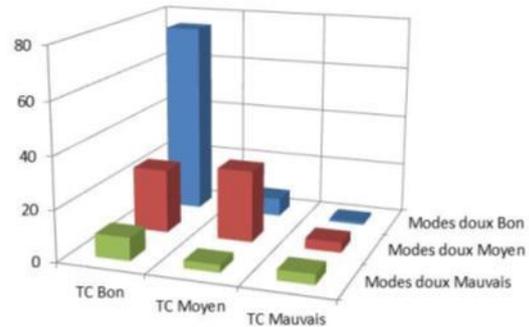


Figure 3 : Répartition des logements collectifs par accessibilité



Les 106 projets de maisons individuelles sont répartis équitablement parmi les 4 contextes urbains.

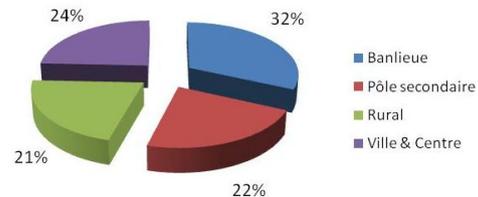


Figure 4 : Répartition des maisons individuelles par contexte urbain

L'accessibilité des maisons individuelles est jugée plutôt moyenne. On peut noter que l'accessibilité en transport en commun et en modes doux est jugée équivalente pour la majorité des projets.

## Le secteur tertiaire



Les projets de bureaux sont majoritairement situés en Banlieue (50%) et en Ville et Centre (38%).

Les Pôles secondaires représentent seulement 8% des projets et le Rural 4%.

Ils sont principalement jugés accessibles en transports en commun mais pas en modes doux. Inversement, les bureaux jugés accessibles en modes doux ne sont pas jugés accessibles en transports en commun.

Les écoles sont réparties dans les 4 contextes urbains et les choix d'accessibilité ne dégagent pas de

tendance : les projets d'école ne sont pas systématiquement jugés accessibles.

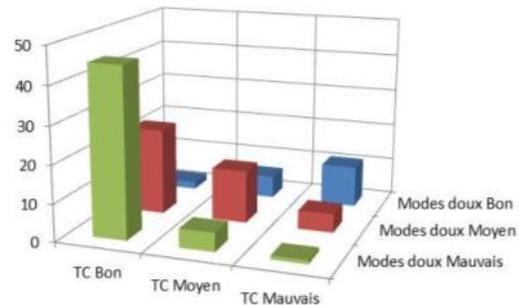


Figure 5 : Accessibilité des bureaux

Enfin les projets de lycée et d'enseignement supérieur ne sont pas assez nombreux pour faire une synthèse des observations.



Figure 6 : Répartition géographique des projets étudiés

## INFORMATIONS SUR LES OCCUPANTS



**38%** des projets utilisent la taille et le type des logements pour évaluer le nombre d'occupants



**3,9** - Nombre moyens de personnes habitant les maisons individuelles étudiées



**80%** des projets de bureaux disposent du nombre d'occupants



L'évaluation du potentiel d'écomobilité nécessite de connaître ou d'évaluer le nombre d'occupants du bâtiment. Pour cela, la troisième partie de l'outil propose 4 solutions permettant d'obtenir une évaluation plus ou moins fine du nombre d'occupants :

- selon la surface totale : si l'utilisateur ne connaît pas les occupants, il peut utiliser la surface totale du projet pour évaluer le nombre d'occupants par un ratio moyen.
- selon la taille et le type de logements : si l'utilisateur connaît le type des logements (T1, T2...) construits et la surface moyenne de chaque type, l'évaluation se fait de la même manière mais selon des ratios plus précis.
- nombre d'occupants : si l'utilisateur connaît le nombre d'occupants, il peut saisir cette valeur.
- Nombre et classe d'âge des occupants : la mobilité variant suivant la classe d'âge, si l'utilisateur connaît également l'âge des occupants, les données utilisées seront plus précises.

Il faut noter que pour les bâtiments de type tertiaire, il n'existe que 2 possibilités : utiliser la surface et donc un ratio moyen ou connaître le nombre d'occupants.

### Le secteur résidentiel



Les projets de logements collectifs cumulent 11600 habitants. Parmi ces projets, on comptabilise 60 projets de moins de 10 habitants, 30 projets concernent entre

10 et 50 habitants, 33 projets concernent entre 50 et 100 habitants et 28 projets portent sur plus de 100 habitants.

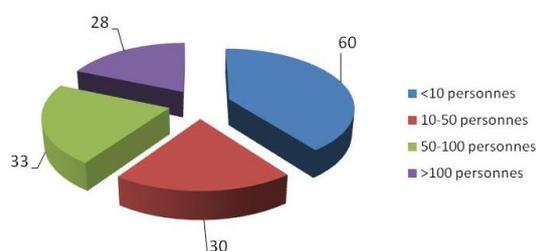


Figure 7 : Répartition des projets de logements collectifs selon le nombre d'occupants

Toutes les options permettant de saisir des informations sur les habitants ont été exploitées. Cela valide donc le choix d'offrir cette possibilité à l'utilisateur. Pour les logements collectifs, les habitants ont été principalement évalués à partir de la surface totale du bâtiment et en fonction du nombre et du type de logement. La répartition du nombre d'occupants par classe d'âge a été très peu utilisée.

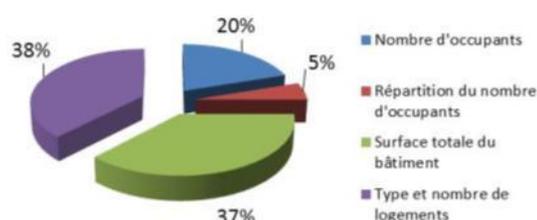


Figure 8 : Répartition des modes de saisie du nombre d'occupants en logements collectifs



Les projets de maisons individuelles cumulent environ 520 habitants. 86 projets concernent moins de 5 habitants et 7 d'entre eux concernent plus de 10 habitants.

Les options les plus utilisées pour saisir les informations sur le nombre d'occupants sont le nombre total

d'occupants et la surface totale des logements.

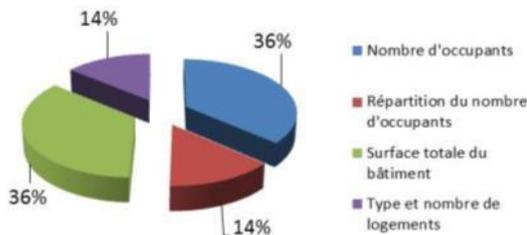


Figure 9 : Répartition des modes de saisie du nombre d'occupants en maisons individuelles

On note également que le mode « répartition du nombre d'occupants » n'est pas utilisé pour des projets de plusieurs maisons. Cela montre que ce mode est plutôt utilisé par des particuliers ou pour des maisons pour lesquelles les habitants sont déjà identifiés.

### Le secteur tertiaire

Les bureaux comptabilisent en moyenne 330 occupants avec, de gros écarts allant d'une dizaine à plusieurs milliers d'occupants. En effet, 14 projets concernent moins de 50 occupants, 9 projets concernent entre 50 et 100 occupants, 38 projets concernent entre 100 et 500 occupants et 56 projets concernent plus de 500 occupants.

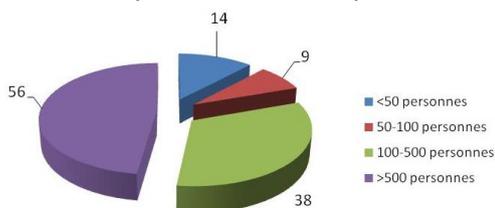


Figure 10 : Répartition des projets de bureaux selon le nombre d'occupants

80% des projets connaissent le nombre d'occupants et les 20% restants évaluent le nombre d'occupants à partir de la surface du projet.

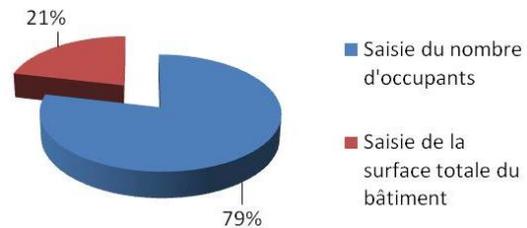


Figure 11 : Répartition des modes de saisie du nombre d'occupants pour les bureaux

Les écoles cumulent 4000 élèves avec une moyenne de 340 élèves par projet et une très forte disparité (la médiane est de 220 élèves). Le nombre d'occupants est toujours connu. C'est une donnée d'entrée obligatoire pour les locaux d'enseignement. Les élèves sont très majoritairement des enfants de moins de 10 ans. Les élèves plus âgés sont présents dans les projets de groupes scolaires.

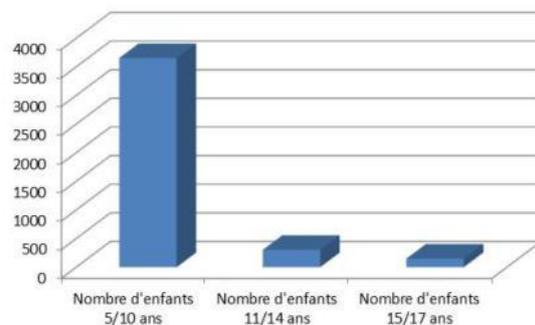


Figure 12 : Répartition des élèves par classe d'âge pour l'ensemble des écoles

Les quelques lycées ont logiquement plus d'élèves, autour de 1200 en moyenne avec peu de disparités.

Enfin les locaux d'enseignement supérieur ont de fortes disparités et ne sont pas suffisamment nombreux pour dégager une synthèse.

## Distance aux destinations



**50%** des projets de logements collectifs ont une évaluation personnalisée des distances



**94%** des projets de maisons individuelles sont situés à moins de 5 km d'une école



**14 km** séparent en moyenne le domicile du lieu de travail des projets tertiaires étudiés



La dernière partie de l'outil propose d'évaluer la distance moyenne à un ensemble de destinations prédéfinies. Si l'utilisateur ne les connaît pas, des distances par défaut sont utilisées en fonction du contexte urbain.

### Le secteur résidentiel



L'évaluation des distances aux destinations est une partie réellement pertinente pour les bâtiments à usage d'habitation. En effet, les 12 destinations identifiées sont toutes utilisées pour ces bâtiments. On constate que 50% des projets ont fait l'objet d'une saisie personnalisée des distances. Cette constatation démontre que cette étape, bien que non intégrée dans l'outil apparaît pour la moitié des utilisateurs comme une étape importante et non rébarbative. L'autre moitié utilise la rapidité en retenant les valeurs par défaut. Cette analyse un peu rapide est à nuancer car les distances ne sont pas systématiquement toutes évaluées sur les mêmes projets.

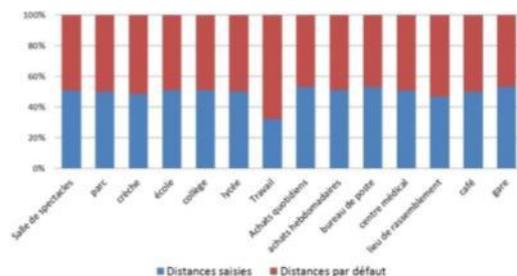


Figure 13 : Proportion des distances saisies pour chaque destination pour les logements collectifs (%)

On constate également que la majorité des distances par défaut sont

relativement bien estimées car corrélées aux distances saisies. Un écart reste toutefois notable pour les distances domiciles-achat ou loisirs.

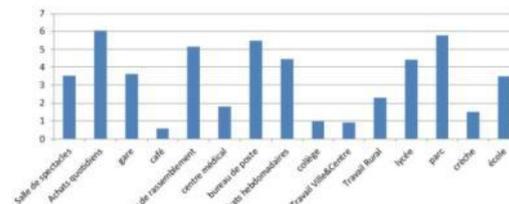


Figure 14 : Ecart entre les distances par défaut et les moyennes des distances saisies en logements collectifs (km)

On note également une différence des distances selon le contexte urbain. Le contexte Ville et Centre est celui pour lesquels les distances sont les plus courtes. Ensuite, selon le type de destinations, la distance est plus importante en Banlieue (achats quotidiens, bureau de poste, école) ou en Pôle secondaire (centre médical, achats hebdomadaires, collège, lycée). Enfin, le contexte Rural est le contexte urbain présentant les distances les plus importantes.

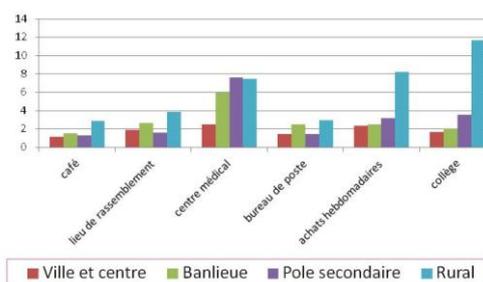


Figure 15 : Distance moyenne saisie par destination selon le contexte urbain pour les logements collectifs (km)



En logement individuel, les résultats sont très similaires avec globalement des distances plus élevées.

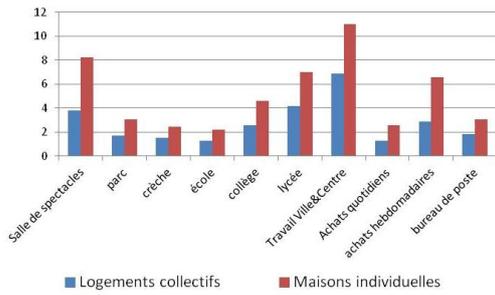


Figure 16 : Comparaison des distances saisies en logements collectifs et en maisons individuelle (km)

Les distances sont également relativement proches des valeurs par défaut mais avec des écarts notables pour les distances domicile – travail.

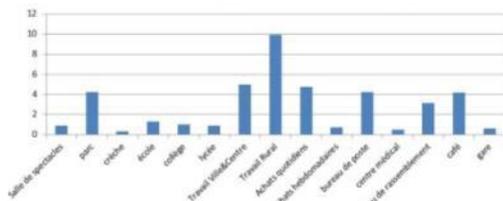


Figure 17 : Ecart entre les distances par défaut et les moyennes des distances saisies en maisons individuelles (km)

### Le secteur tertiaire



Les projets tertiaires ne considèrent que la distance domicile-travail et la distance domicile-lieux d'enseignement pour les locaux d'enseignement.

Seulement 15 projets de bureaux sur les 117 projets ont fait l'objet d'une évaluation de la distance domicile-travail soit 13%. Cela s'explique aisément par la difficulté d'évaluation de cette distance pour un ensemble d'utilisateurs de bâtiments tertiaires. Une seule valeur moyenne est difficile à évaluer sauf à considérer un seul usager ou à connaître précisément les habitudes de déplacements des

usagers (à travers la mise en place d'un Plan de Déplacement par exemple).

Pour rappel, l'outil utilise une évaluation foisonnée des déplacements domicile-travail en utilisant certaines hypothèses de répartition des emplois (ex : pour un bâtiment occupé par 10 personnes en banlieue, on va considérer que 2 personnes habitent à moins de 2 km du lieu de travail, 3 personnes habitent à une distance entre 2 et 5 km, 2 à plus de 10 km, etc.). Cela permet d'estimer une distance moyenne mais qui n'est pas utilisée directement dans le calcul.

Parmi les distances saisies, on note évidemment un écart important selon les contextes urbains. Le contexte Ville et Centre est celui présentant les plus faibles distances, suivi par le contexte Banlieue. Le contexte Rural présente des distances élevées, très éloignées de la distance par défaut (le contexte Pôle secondaire n'a fait l'objet d'aucune évaluation de distance).

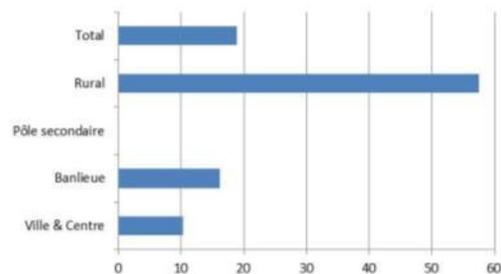


Figure 18 : Distance domicile-travail moyenne saisie pour les projets de bureaux (km)

Parmi les 12 projets d'écoles, 4 d'entre eux ont fait l'objet d'une évaluation des distances domicile-

école pour les enfants et domicile-travail pour le personnel.

On peut noter que la distance domicile-école évaluée est toujours inférieure à la distance par défaut.

Les projets de locaux d'enseignement supérieur ou de collège sont trop peu nombreux pour faire une synthèse des observations.

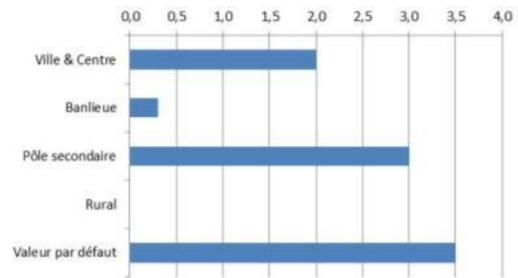


Figure 19 : Distance domicile-école moyenne saisie pour les projets d'école (km)



# Impacts des déplacements



**2 400 kWhep/personne.an**

Consommation d'énergie primaire moyenne pour les projets de logements collectifs



**3 800 kWhep/personne.an**

Consommation d'énergie primaire moyenne pour les projets de maisons individuelles



**178 kWhep/m<sup>2</sup>.an**

Consommations d'énergie primaire moyenne pour les projets de bâtiments de bureaux



Lycée Pibrac – Région Midi Pyrénées

Suite à la saisie des données, l'outil calcule le potentiel d'écomobilité correspondant à la consommation d'énergie et aux émissions de gaz à effet de serre liées aux déplacements des utilisateurs du bâtiment. Pour les bâtiments de logements, ces consommations sont engendrées par les déplacements des habitants du bâtiment vers les 12 destinations définies. Pour les bâtiments tertiaires, cela correspond aux déplacements domicile-travail et/ou domicile-école des utilisateurs des bâtiments. Les consommations d'énergie intègrent les consommations liées à l'usage des véhicules ainsi que les consommations générées par la fabrication, l'exploitation, l'entretien et la fin de vie des véhicules. Les infrastructures ne sont pas prises en compte.

### Le secteur résidentiel



Les 156 projets de logements collectifs représentent une consommation moyenne de 83 kWhep/m<sup>2</sup>.an<sup>1</sup>.

Pour une surface moyenne de logement de 64 m<sup>2</sup>, cela représente une consommation énergétique de 5300 kWhep/an.

Avec une moyenne de 2,2 personnes par logement, cela représente 2400 kWhep/an par personne.

On constate des écarts de consommations selon le contexte urbain. Le contexte urbain Ville et

Centre est sans surprise celui qui engendre le moins de consommation d'énergie. Il est suivi du contexte Pôle secondaire puis du contexte Banlieue et du Rural.

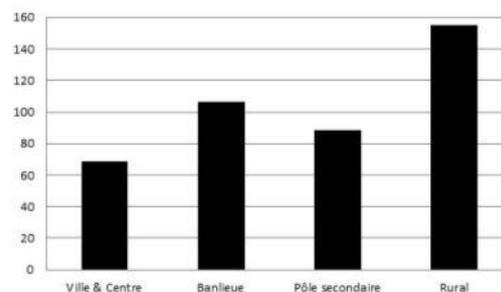


Figure 20 : Consommation d'énergie pour les logements collectifs par contexte urbain (kWhep/m<sup>2</sup>.an)

Ce constat va dans le sens de préconiser plutôt un développement territorial autour de pôles secondaires plutôt qu'en banlieue autour d'un grand centre urbain.



Les projets de maisons individuelles représentent une consommation moyenne de 100 kWhep/m<sup>2</sup>.an mais 12 000 kWhep/an en moyenne pour chaque maison et 3800 kWhep/an en moyenne pour chaque personne.

La consommation d'énergie par m<sup>2</sup> est plus facile à appréhender car comparable directement à la référence du BBC (50 kWhep/m<sup>2</sup>.an). Mais cette comparaison introduit un biais car les consommations d'énergie liées aux déplacements sont directement proportionnelles au nombre de personnes. Pour un nombre de personnes donné, un logement de taille plus grande va donner l'illusion d'une moindre consommation d'énergie. On identifie bien ce biais en comparant les

<sup>1</sup> kWhep : kWh d'énergie primaire

consommations d'énergie des maisons individuelles et des logements collectifs.

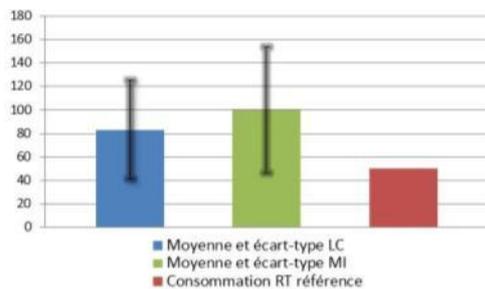


Figure 21 : Consommation d'énergie des maisons individuelles et des logements collectifs (kWh/m².an)

Si les consommations d'énergie par m² sont relativement proches, les consommations d'énergie par personne sont plus importantes en maisons individuelles qu'en logement collectif.

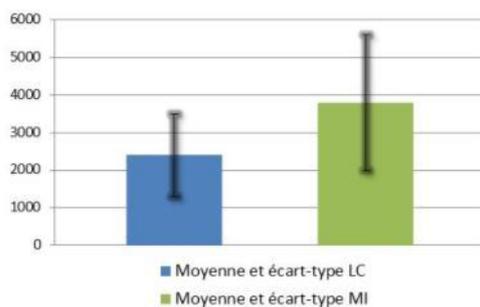


Figure 22 : Consommation d'énergie des maisons individuelles et des logements collectifs (kWh/personne.an)

La consommation d'énergie des maisons individuelles est également variable selon le contexte urbain. Pour les maisons individuelles, les consommations d'énergie en contexte urbain Banlieue sont légèrement plus faibles que pour les Pôles secondaires.

Par contre, la consommation par habitant est légèrement plus élevée. La différence provenant de la taille des logements, plus grands en contexte Pôle secondaire, qu'en contexte Banlieue.

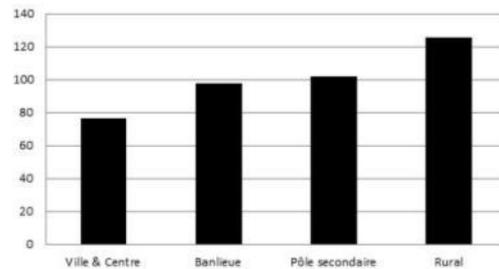


Figure 23 : Consommation d'énergie pour les maisons individuelles par contexte urbain (kWh/m².an)

## Le secteur tertiaire



Les projets de bureaux représentent une consommation moyenne de 178 kWh/m².an.

Comme pour les logements, cette information est plus facile à appréhender car elle peut être comparée aux consommations RT du bâtiment (environ 70 kWh/m².an pour des bureaux non climatisés). Mais elle introduit un biais puisque la consommation liées aux déplacements est proportionnelle au nombre d'occupants. Donc plus la densité d'occupation est importante, plus la consommation est élevée.

Les bureaux représentent une consommation moyenne de 2800 kWh/personne.

On retrouve des disparités en fonction du contexte urbain. Les consommations sont moindres en contexte Ville et Centre et plus élevées en Rural.

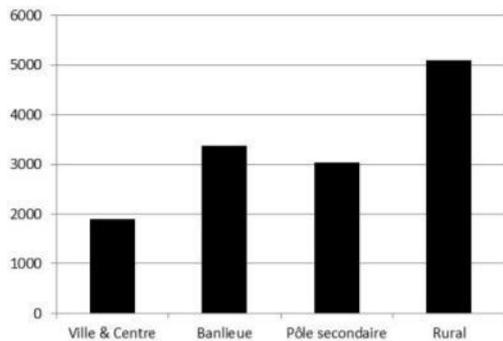


Figure 24 : Consommation d'énergie pour les bureaux par contexte urbain (kWhp/an par personne)

Les écoles représentent une consommation moyenne de 150 kWhp/m<sup>2</sup>.an et de 1000 kWhp/an et par occupant avec des écarts importants selon la distance domicile-école.

### Les émissions de CO<sub>2</sub>

Cette analyse s'est focalisée sur la consommation d'énergie. Mais qu'en est-il des émissions de CO<sub>2</sub> ?

La moyenne des émissions de CO<sub>2</sub> des projets est autour de 28 kgeqCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an, les projets en contexte urbain Ville et Centre ayant une moyenne autour de 18 kgeqCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an et les projets en milieu rural autour de 45 kgeqCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an.

Mais au-delà de ces chiffres, on constate surtout une corrélation

directe entre les consommations d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub>. Le contenu carbone des consommations d'énergie varie faiblement entre 220 et 235 g/kWh selon les projets (à l'exception des locaux d'enseignement, pouvant descendre à 200 g/kWh). Cela s'explique par la prépondérance des déplacements en véhicules particuliers et la faible consommation des transports en commun, seul mode de transport contenant une part de consommation électrique, et ce, uniquement pour les grandes agglomérations. La quasi-totalité des consommations d'énergie est d'origine fossile.

Sans surprise, le contenu carbone le plus faible est dans le contexte urbain Ville et Centre et ce contenu carbone varie (faiblement) en fonction de la qualité de l'accessibilité en transport en commun.

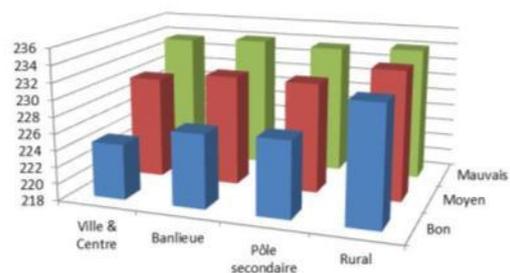


Figure 25 : Contenu carbone des déplacements en fonction du contexte urbain et de l'accessibilité en transport en commun (g/kWhp)

# ANNEXES

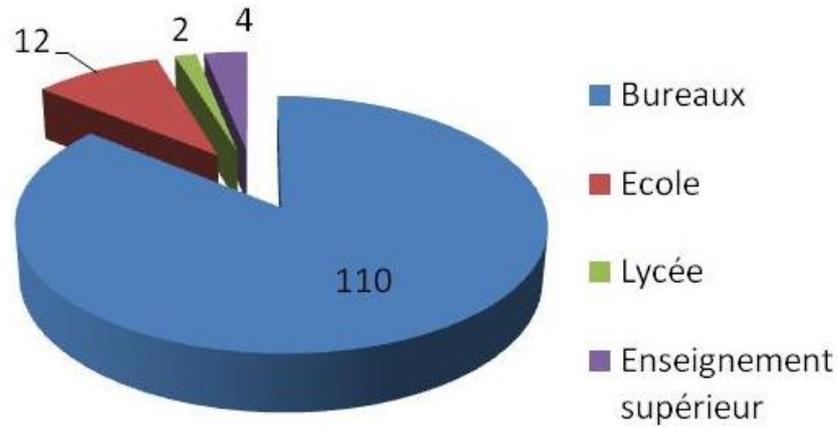
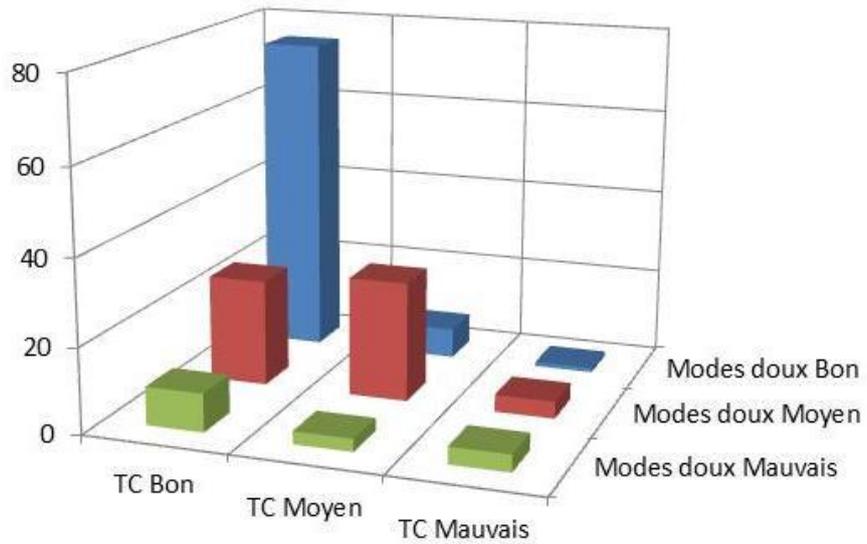


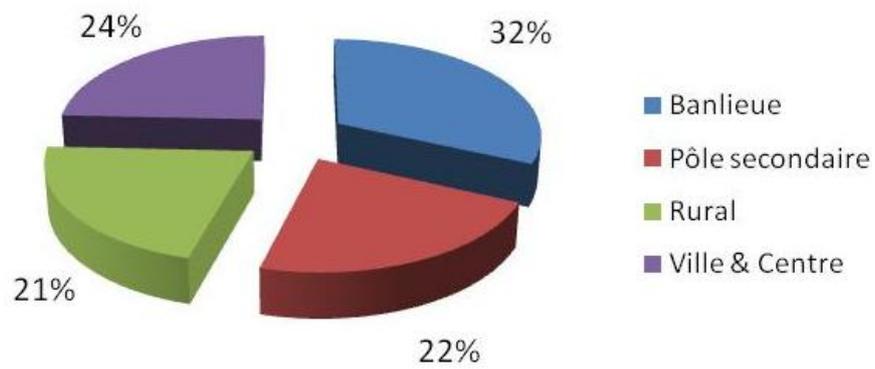
Figure 26 : Répartition par typologie des bâtiments tertiaires



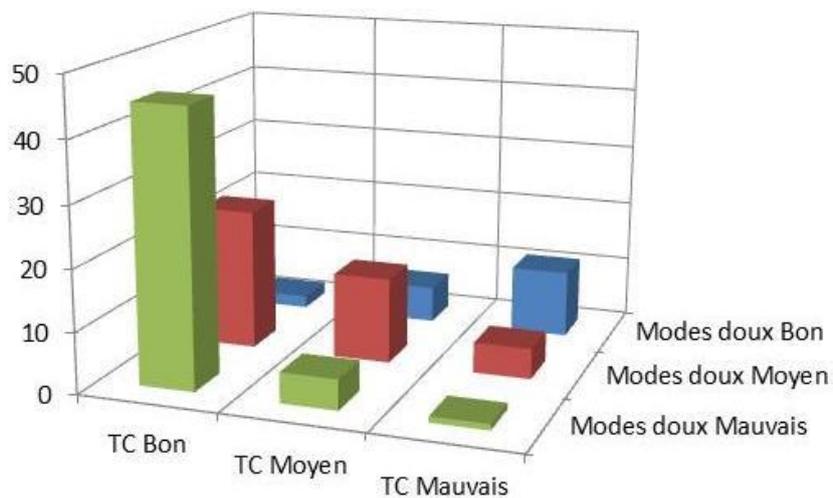
Figure 27 : Répartition par Région des projets



**Figure 28 : Répartition des logements collectifs par accessibilité**



**Figure 29 : Répartition des maisons individuelles par contexte urbain**



**Figure 30 : Accessibilité des bureaux**



Figure 31 : Répartition géographique des projets étudiés

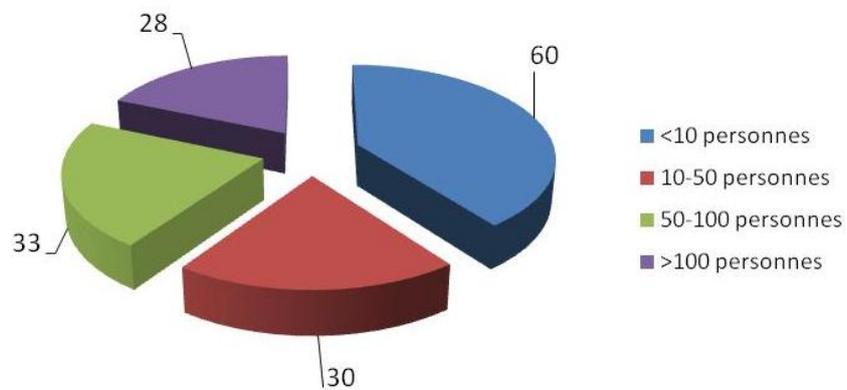


Figure 32 : Répartition des projets de logements collectifs selon le nombre d'occupants

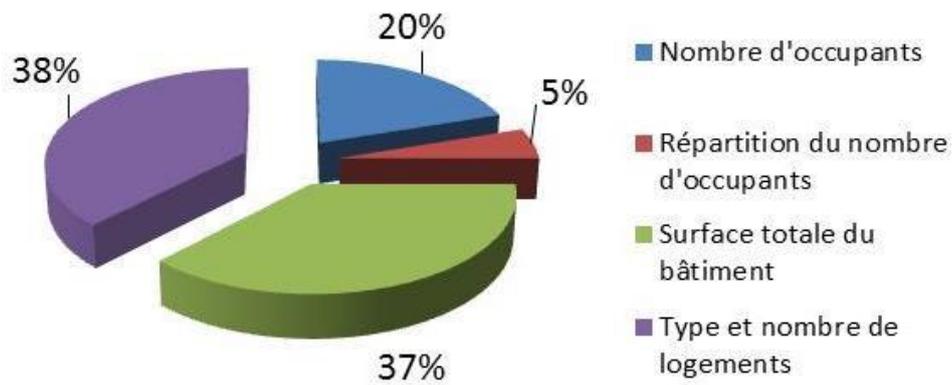


Figure 33 : Répartition des modes de saisie du nombre d'occupants en logements collectifs

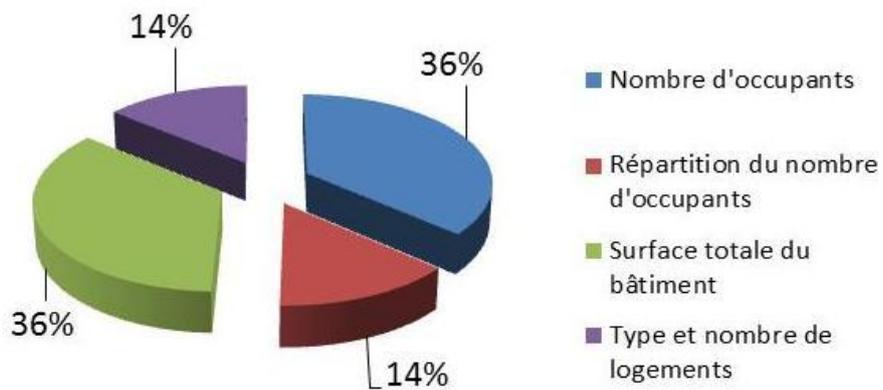


Figure 9 : Répartition des modes de saisie du nombre d'occupants en maisons individuelles

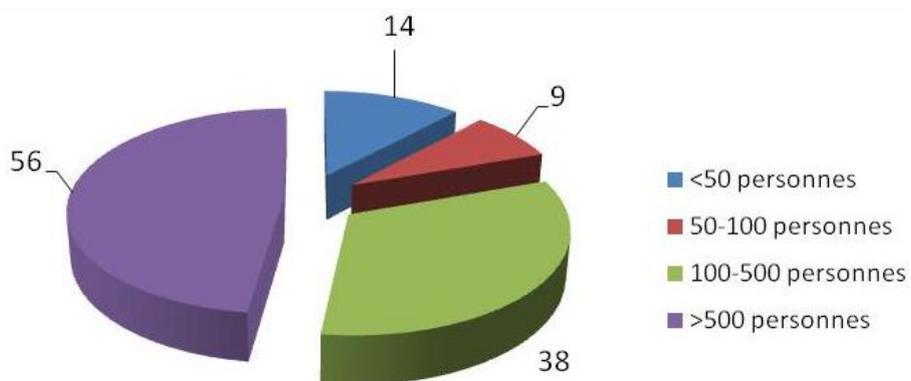
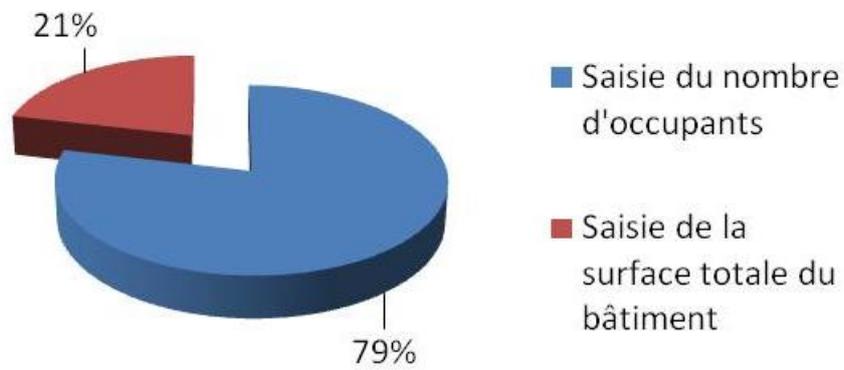
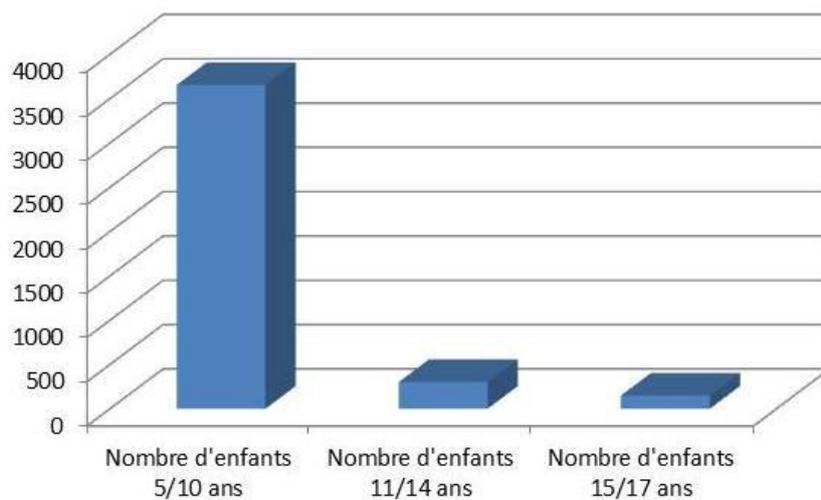


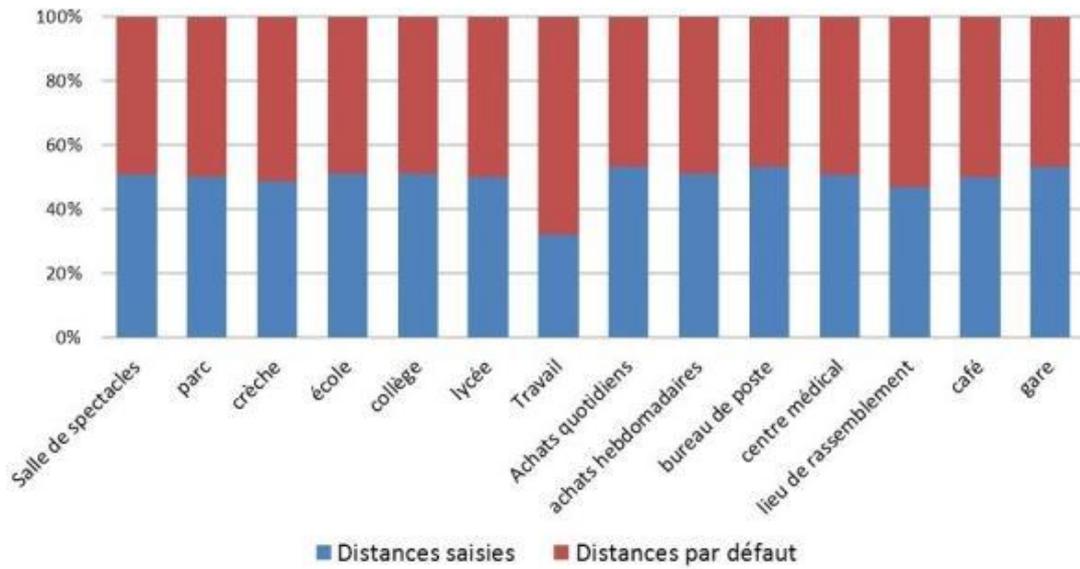
Figure 340 : Répartition des projets de bureaux selon le nombre d'occupants



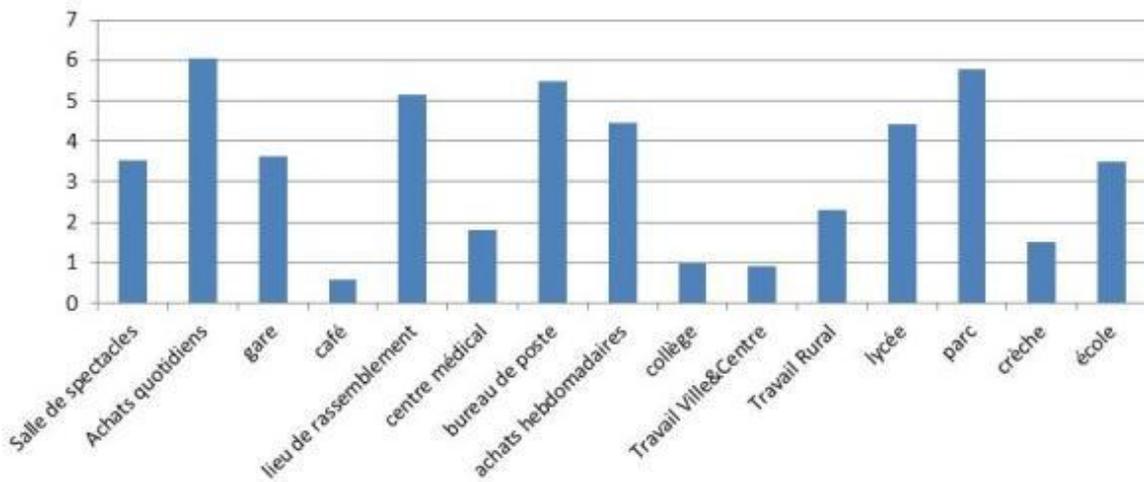
**Figure 11 : Répartition des modes de saisie du nombre d'occupants pour les bureaux**



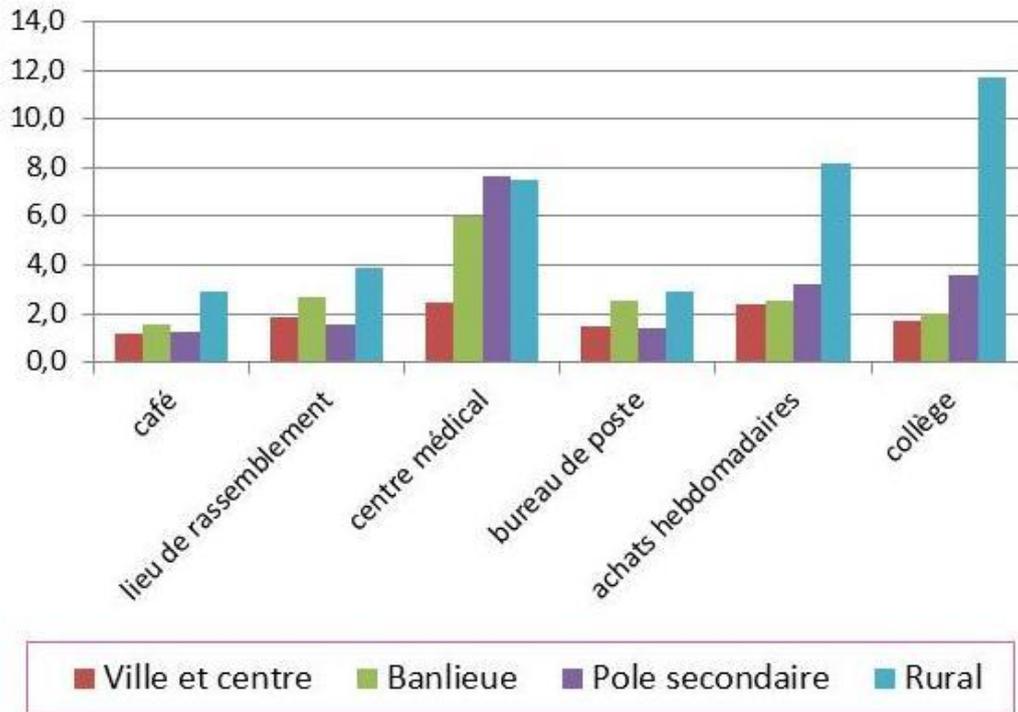
**Figure 352 : Répartition des élèves par classe d'âge pour l'ensemble des écoles**



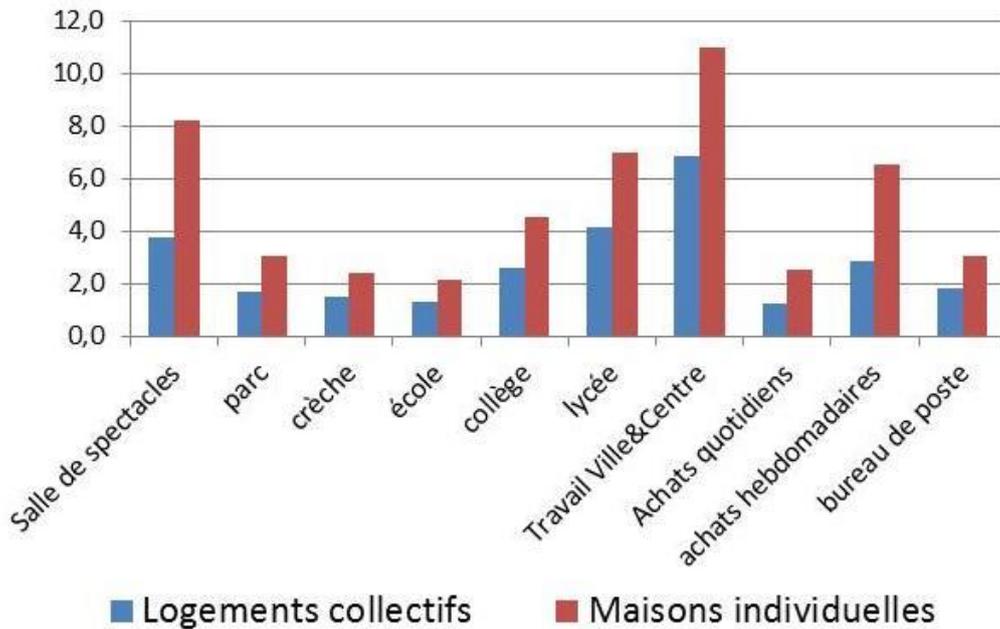
**Figure 363 : Proportion des distances saisies pour chaque destination pour les logements collectifs (%)**



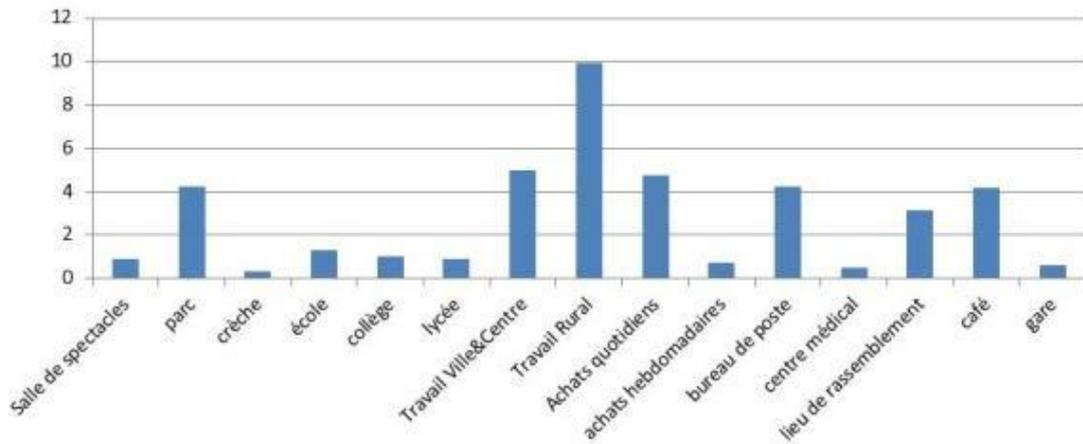
**Figure 374 : Ecart entre les distances par défaut et les moyennes des distances saisies en logements collectifs (km)**



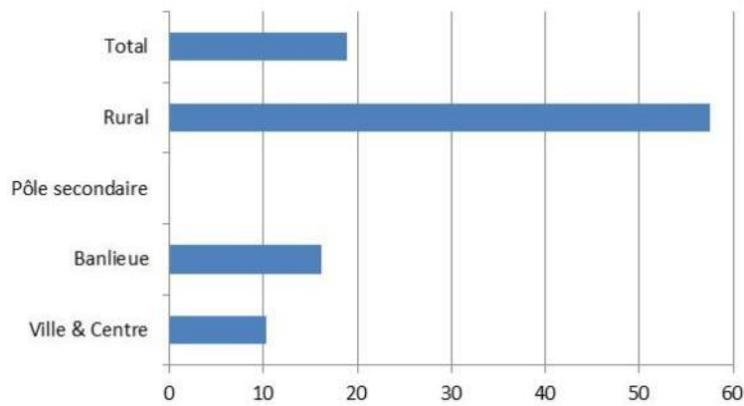
**Figure 385 : Distance moyenne saisie par destination selon le contexte urbain pour les logements collectifs (km)**



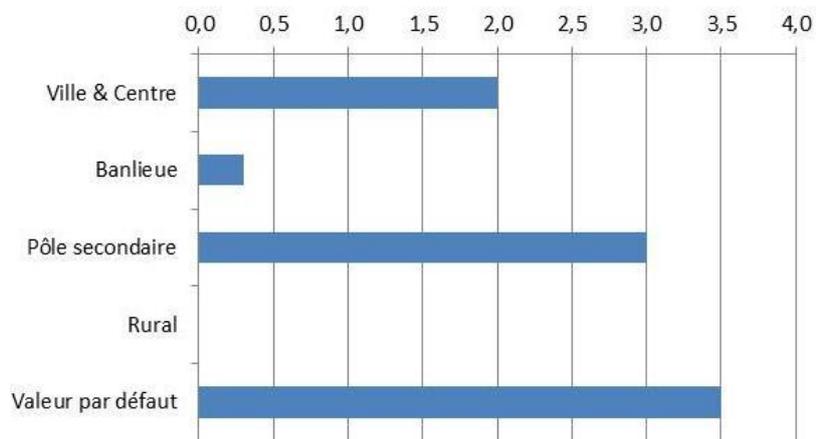
**Figure 396 : Comparaison des distances saisies en logements collectifs et en maisons individuelle (km)**



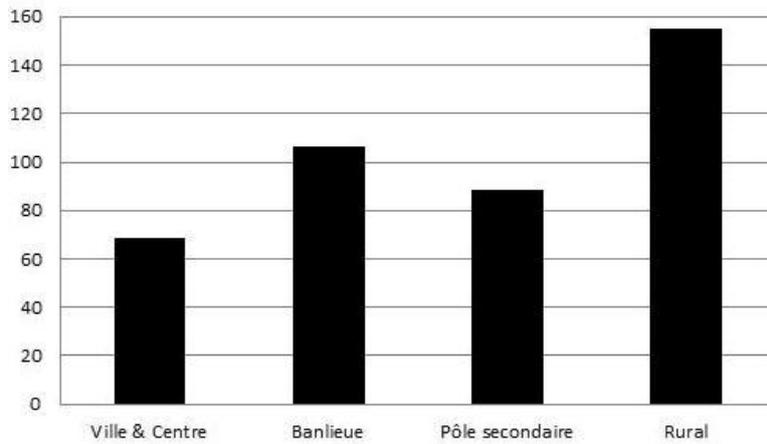
**Figure 407 : Ecart entre les distances par défaut et les moyennes des distances saisies en maisons individuelles (km)**



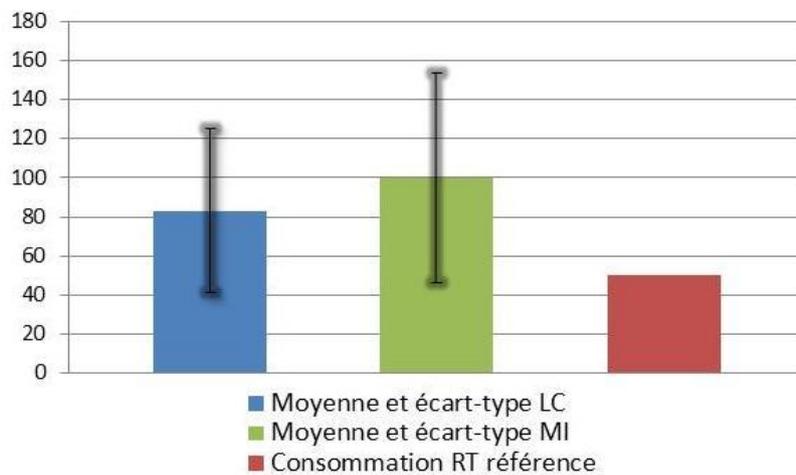
**Figure 18 : Distance domicile-travail moyenne saisie pour les projets de bureaux (km)**



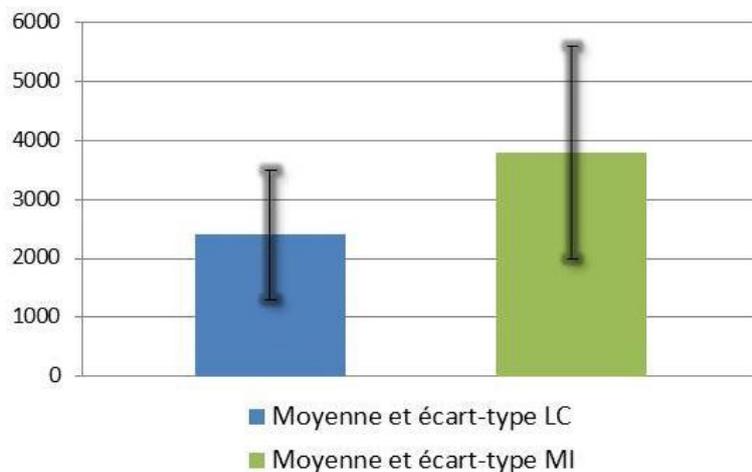
**Figure 419 : Distance domicile-école moyenne saisie pour les projets d'école (km)**



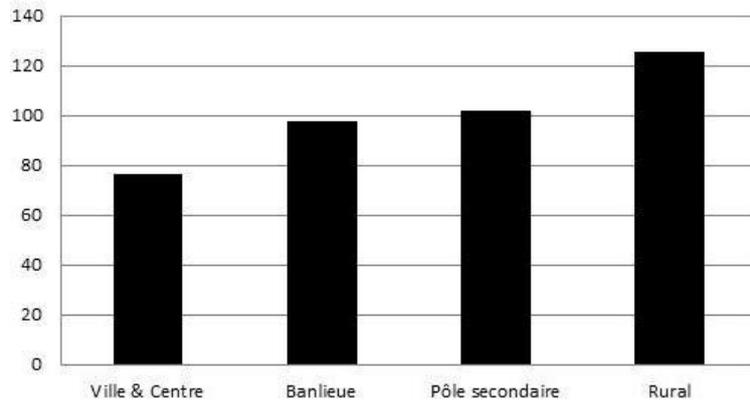
**Figure 20 : Consommation d'énergie pour les logements collectifs par contexte urbain (kWh/m².an)**



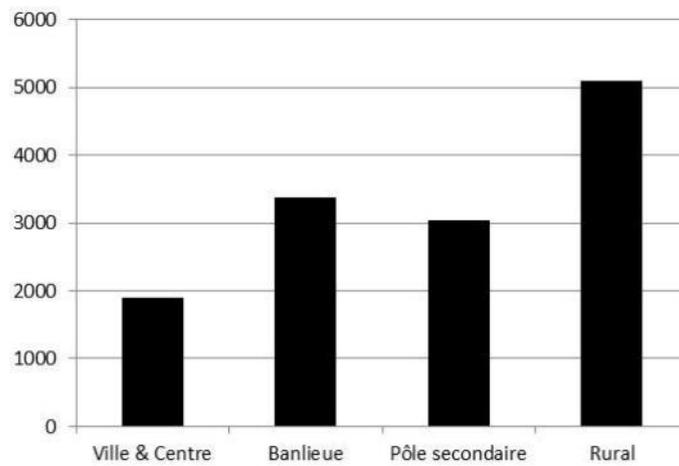
**Figure 21 : Consommation d'énergie des maisons individuelles et des logements collectifs (kWh/m².an)**



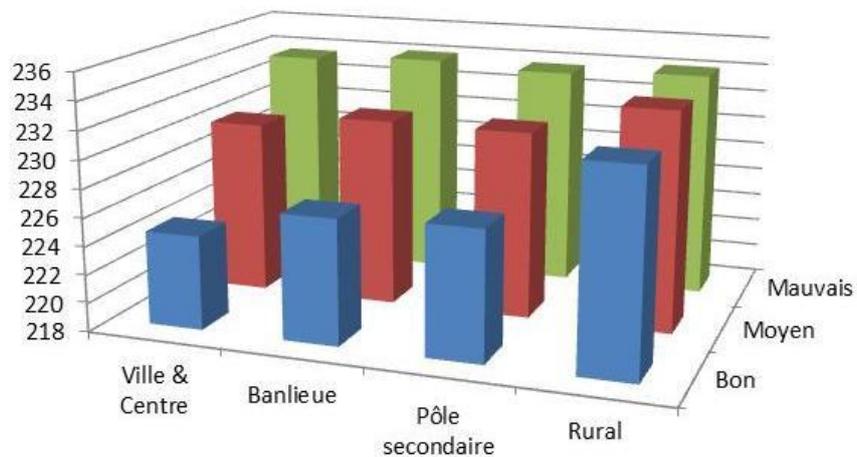
**Figure 422 : Consommation d'énergie des maisons individuelles et des logements collectifs (kWh/personne.an)**



**Figure 433 : Consommation d'énergie pour les maisons individuelles par contexte urbain (kWh/m<sup>2</sup>.an)**



**Figure 444 : Consommation d'énergie pour les bureaux par contexte urbain (kWh/an par personne)**



**Figure 455 : Contenu carbone des déplacements en fonction du contexte urbain et de l'accessibilité en transport en commun (g/kWh)**

Mieux  
construire  
et rénover  
pour protéger  
l'environnement



**effinergie**  
*Qualité de vie et économie d'énergie*