

# Énergie et Climat : évaluer les enjeux à différentes échelles : territoire, quartier puis bâtiment

Annecy

DREAL Rhône-Alpes - DDT 74

8 novembre 2011

Sylvain AVRIL, Ingénieur à l'Aduhme



# Sommaire

**Chapitre 1 : L'Aduhme**

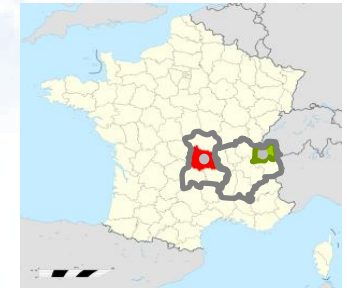
**Chapitre 2 : Energie, climat, urbanisme : définitions et enjeux**

**Chapitre 3 : Echelle du territoire : les enjeux fonction du territoire**

**Chapitre 4 : Echelle du quartier : Impacts énergie/climat et formes d'aménagement**

**Chapitre 5 : Echelle du bâtiment : Principes de base des bâtiments performants**

# Une agence locale des énergies et du Climat



- Depuis 1996
- Issue d'un Programme européen
- Créée par la Ville de Clermont-Ferrand et l'ADEME
- Un élargissement : le Conseil général du Puy-de-Dôme et le Conseil régional d'Auvergne
- Une quarantaine d'adhérents
- Un réseau : les ALEc, réseau FLAME
- Les thèmes :
  - efficacité énergétique
  - énergies renouvelables
  - lutte contre le dérèglement climatique
  - développement durable des territoires
- Information (Espace **INFO** → **ENERGIE**), conseil et expertise technique



# Ses adhérents en forte évolution...

- ❑ **Membres fondateurs**
  - Ville de Clermont-Ferrand, Logidôme, Ophis, Auvergne Habitat, SCIC Habitat Auvergne et Bourbonnais, ADIL 63, ADEME Auvergne
- ❑ **Les collectivités locales**
  - Conseil général du Puy-de-Dôme
  - Communes : Ambert, Aubière, Aulnat, Beaumont, Cébazat, Châteldon, Thiers, Riom, Châteaugay, Ménétrol
  - Intercommunalités
    - ❑ Clermont Communauté
    - ❑ **Communautés de communes** : Les Cheires, Pays-de-Courpière, Montagne Thiernoise, Ardes Communauté, Riom Communauté, Gergovie Val d'Allier
    - ❑ **Collectif d'élus bois-énergie** : 12 collectivités environ, dont le PNR Livradois-Forez
  - Des syndicats et fédérations
    - ❑ FG3E, SMTC de l'agglomération clermontoise, FFBTP du Puy-de-Dôme
- ❑ **Des entreprises**
  - GrDF
- ❑ **Des associations**
  - ATMO Auvergne, UFC Que Choisir ?, ATEE, AICVF, AFE Auvergne, MRI, Auvergne Promobois, Université Blaise Pascal, FRANE, ACOFOR, JLR Conseil, la Maison des Paysans

# Sommaire

**Chapitre 1** : L'Aduhme

**Chapitre 2** : **Energie, climat, urbanisme : définitions et enjeux**

**Chapitre 3** : Echelle du territoire : les enjeux fonction du territoire

**Chapitre 4** : Echelle du quartier : Impacts énergie/climat et formes d'aménagement

**Chapitre 5** : Echelle du bâtiment : Principes de base des bâtiments performants

# ENERGIE

- ENERGIE : grandeur qui permet de mesurer le changement

**« la civilisation occidentale cherche à accroître continuellement la quantité d'énergie disponible par tête d'habitant »**

**Claude Levi-Strauss, *Race et histoire***

- Sur les 80 dernières années,
  - de très gros changements
  - D'énormes consommations d'énergie

**Densité de changements**

# ENERGIE : types

- **Modification de la température :**
  - énergie thermique
- **Modification de la vitesse**
  - énergie cinétique
- **Modification de la distance entre deux corps qui s'attirent ou se repoussent ; de la position d'un corps dans un champ**
  - énergie potentielle
- **Modification de la composition chimique**
  - énergie chimique, combustion
- **Modification de la composition atomique**
  - énergie nucléaire
- ...

# ENERGIE : Unités

- 1 calorie = quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1° la température de 1 gramme d'eau

1 cal = 4,18 Joule      -      1 Cal = 1000 cal
- 1 Joule = 1 Newton (Force) x 1 mètre

Unité internationale (*lat : energia : force en action*)
- 1 kWh = 1 kW x 1 h = 1000J / 1s x 3 600 s

= 3,6 millions de J = 3 600 kJ
- 1 tep (tonne équivalent pétrole) = quantité de chaleur dégagée par 1 tonne de pétrole

1 tep = 11 630 kWh = 41,868 GJ (10<sup>9</sup>) = 10 Gcal
- ...



## ENERGIE : Unités

- Puy-de-Dôme : ~ 1 400 m d'altitude
- Clermont-Ferrand : ~ 400 m d'altitude
  
- 1 litres d'essence = 10 kWh
- Equivaut à : 3,6 tonnes d'eau transportée de Clermont-Ferrand au sommet du Puy-de-Dôme et relâchée pour être turbinée à Clermont-Ferrand

# ENERGIE : Unités



= Energie produite par 1 litre de pétrole  
(hors rendement)

1 000 m

3 600  
litres  
d'eau



# ENERGIE : Unités



= Energie produite par 1 litre de pétrole  
(hors rendement)

1 000 m

X 100

36  
litres  
d'eau

Densité  
énergétique



# ENERGIE : Contexte



Plateforme Deepwater Hori



Décembre 2010



Fukushima Daïchi – Mars 2011



Prix à la pompe – Avril 2011

# CLIMAT

## □ Définitions :

- CLIMAT : valeurs moyennes sur des années ou des dizaines d'années, et sur des zones géographiques qui sont en général importantes : continents ou fractions de continent.
- METEO : valeurs instantanées et locales de la température, des précipitations, de la pression, de la nébulosité.
- METEO → CLIMAT (et non l'inverse)

# ENERGIE : enjeux

Contrainte  
AMONT



**Epuisement  
des ressources  
fossiles et  
fissiles**

Augmentation  
des prix

Contrainte  
AVAL



**Accumulation  
de gaz à effet  
de serre**

Déséquilibres  
climatiques

← ENERGIE →

# Urbanisme

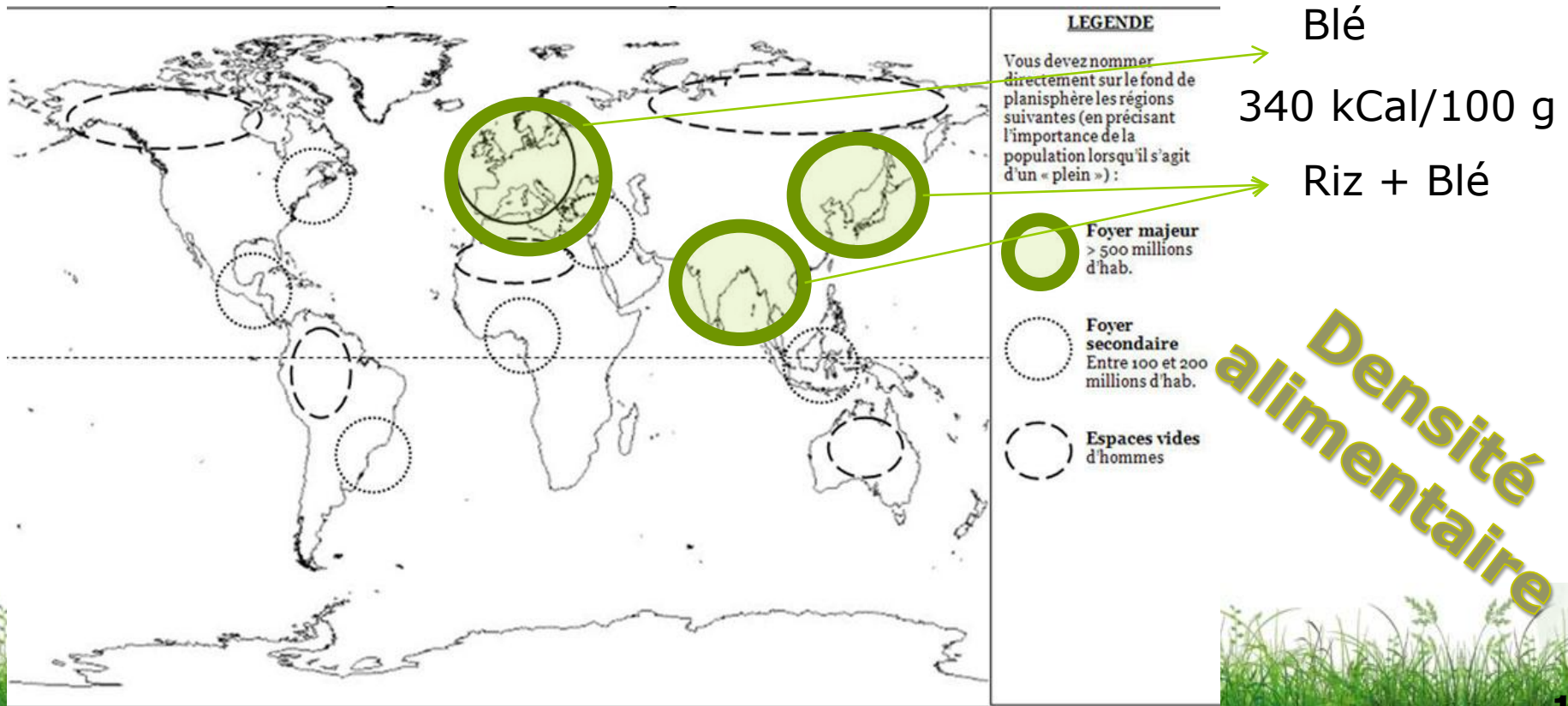
Densité  
de population

- ❑ Latin : Urbanitas : Qualité de sociabilité et d'aisance aimable qui se développe parmi les citoyens de la Ville par excellence, « l'Urbs » : Rome
- ❑ En relai du mot civilitas (latin) d'où dérive « cité, citadin »
- ❑ Equivalents romain du grec : polis d'où dérive « politique »

*(d'après Marc Fumaroli, historien)*

# Urbanisme

- Origine des cités : 3 foyers majeurs de population mondiale





# Urbanisme

- Cités : révolution industrielle 1
  - Industrie : concentration des outils de production grâce aux énergies fossiles



Densité  
production

# Urbanisme

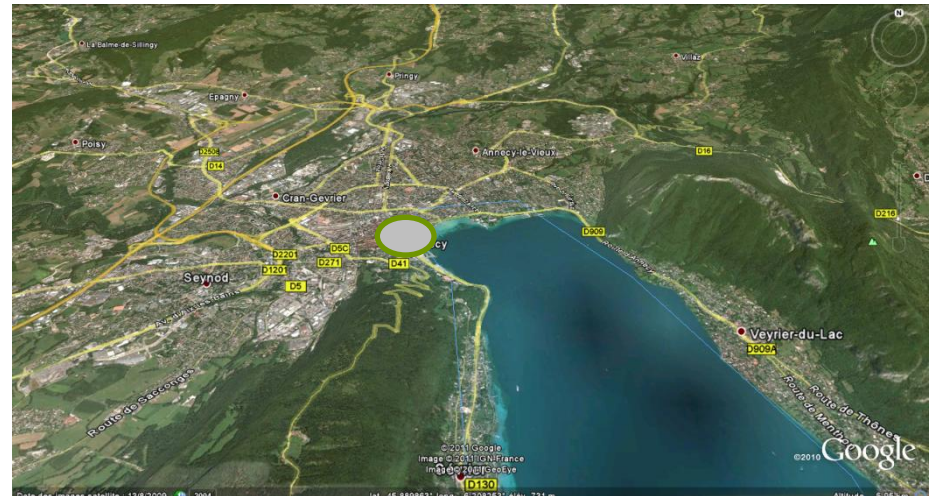
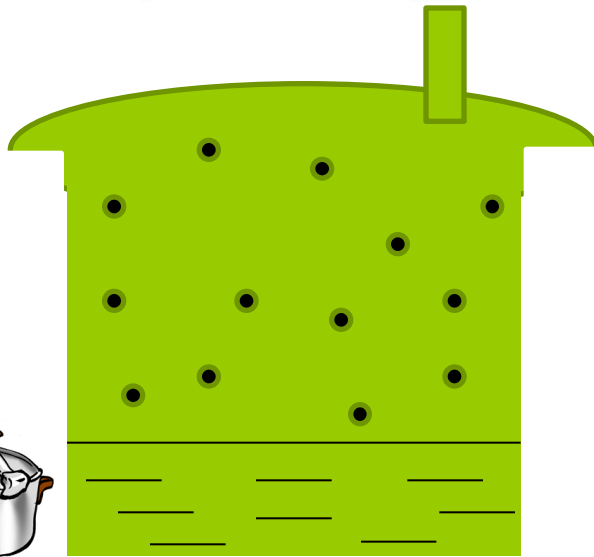
- Cités : révolutions industrielles et tertiaire
  - Développement des échanges grâce au pétrole



Densité  
échanges

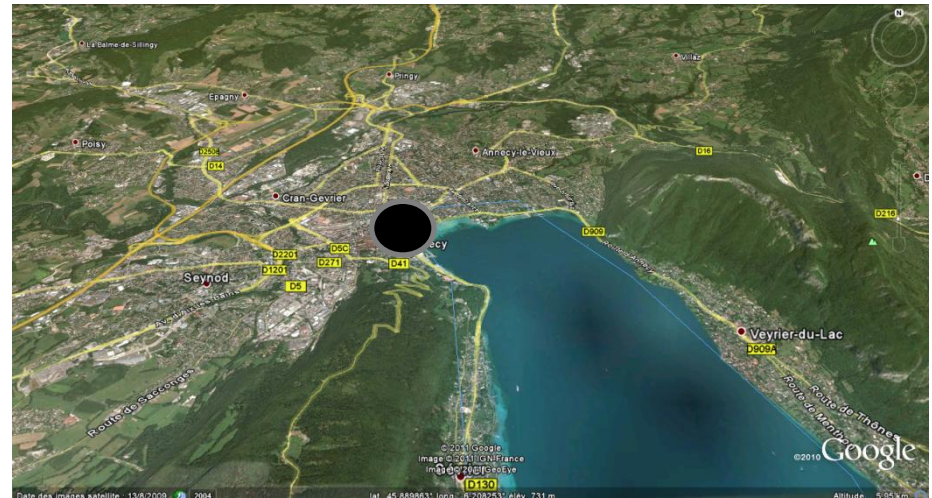
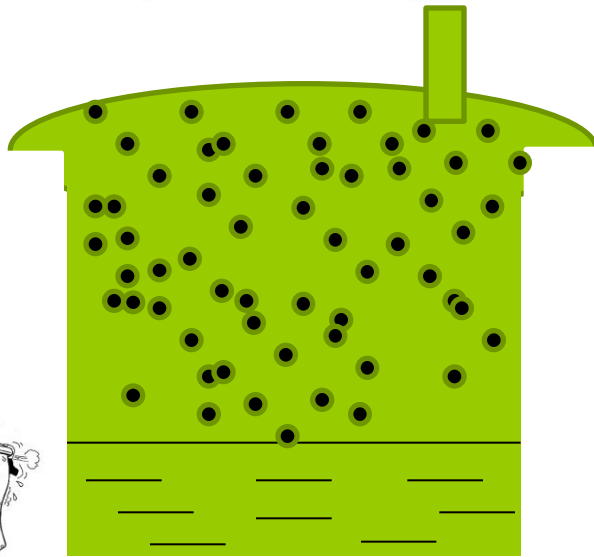
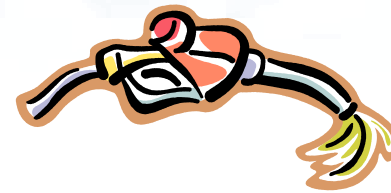
# Urbanisme

## □ Cités et système urbain



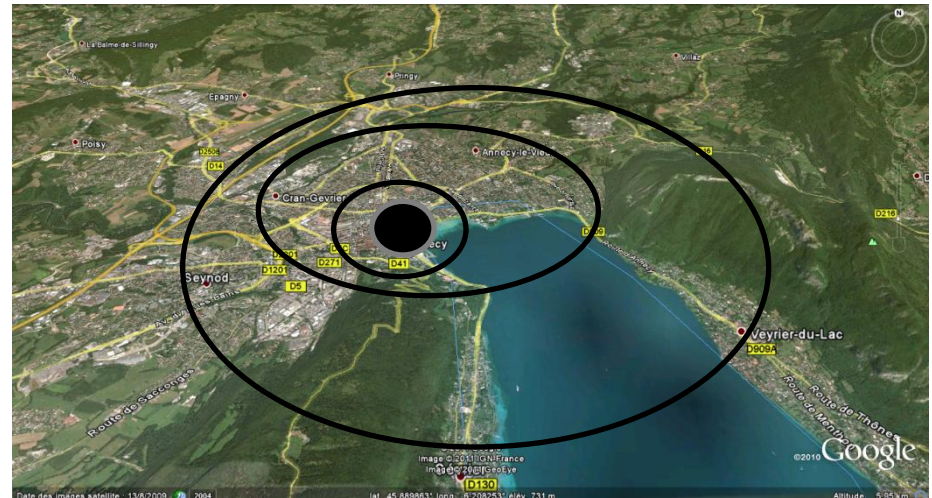
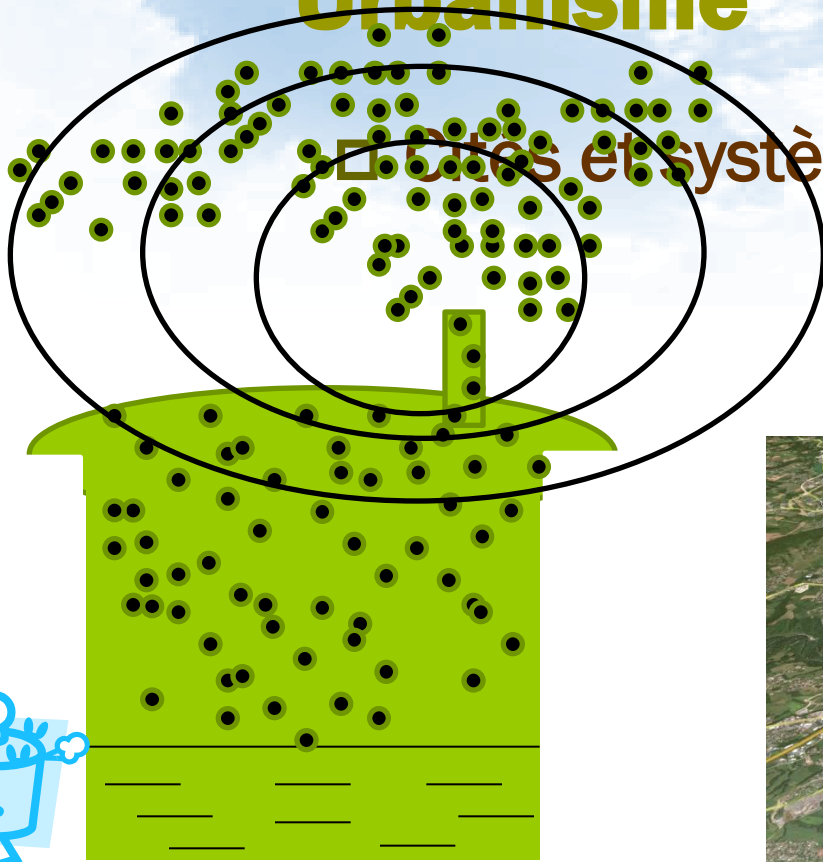
# Urbanisme

## □ Cités et système urbain



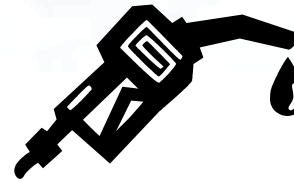
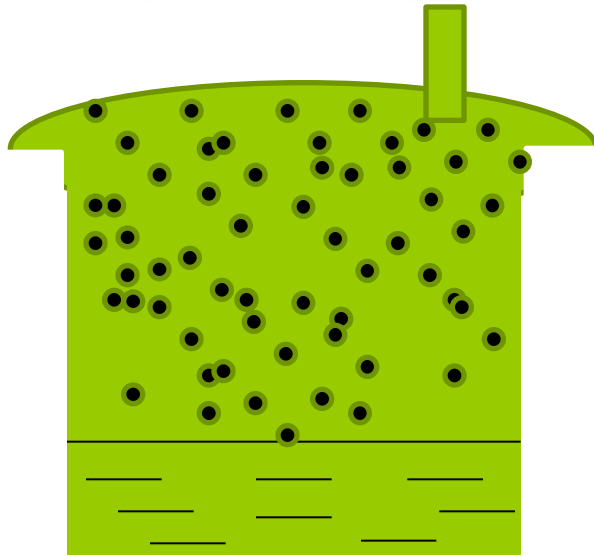
# Urbanisme

## □ Cites et système urbain



# Urbanisme

## □ Cités et système urbain



# Sommaire

**Chapitre 1 : L'Aduhme**

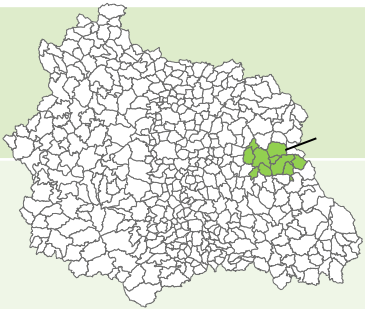
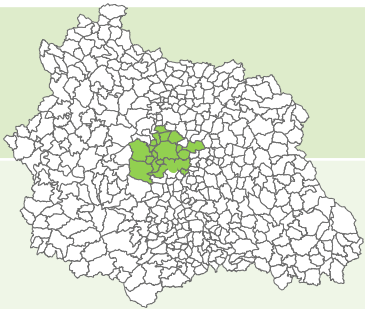
**Chapitre 2 : Energie, climat, urbanisme : définitions et enjeux**

**Chapitre 3 : Echelle du territoire : les enjeux fonction du territoire**

**Chapitre 4 : Echelle du quartier : Impacts énergie/climat et formes d'aménagement**


**Chapitre 5 : Echelle du bâtiment : Principes de base des bâtiments performants**

# 2 territoires

Communauté de communes du Pays de Courpière	Clermont Communauté
	
<p>10 communes 8 600 habitants</p>	<p>21 communes 286 900 habitants</p>
<p>46 hab/km<sup>2</sup> 51 % surface boisée</p>	<p>950 hab/km<sup>2</sup> 21 % surface boisée</p>



# Carte d'identité énergétique de la communauté de communes du Pays Courpière

Consommation énergétique par habitant	<b>41 MWh</b> 
---------------------------------------	--

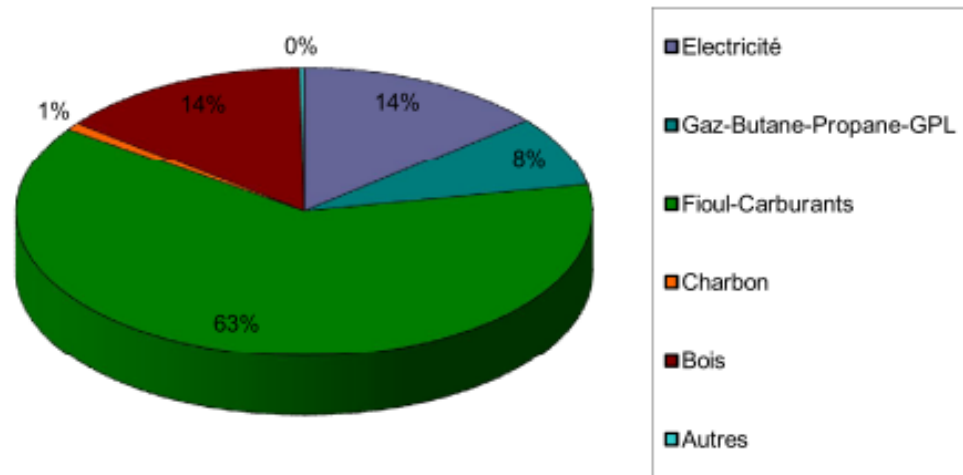
Production énergétique par habitant	<b>7,1 MWh</b>
-------------------------------------	----------------

<b>DEPENDANCE ENERGETIQUE</b>	<b>83%</b>
-------------------------------	------------


Département 91%

Chiffre d'affaires énergie sur Clermont Communauté	<b>33,5 millions d'Euros</b>
--	------------------------------

Répartitions des consommations d'énergie tous secteurs de l'intercommunalité en 2005



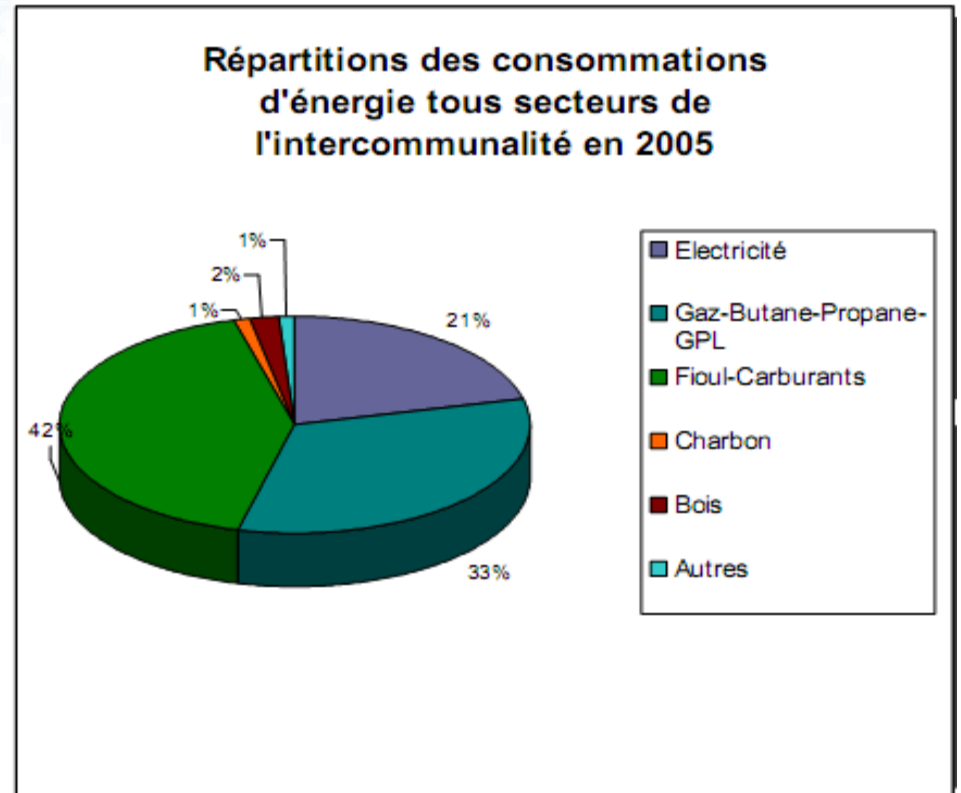
# Carte d'identité énergétique de Clermont Communauté

Consommation énergétique par habitant	<b>30 MWh</b> 
---------------------------------------	--

Production énergétique par habitant	<b>0,6 MWh</b>
-------------------------------------	----------------

<b>DEPENDANCE ENERGETIQUE</b>	<b>98%</b>
Département	92%

Chiffre d'affaires énergie sur Clermont Communauté	<b>845 millions d'Euros</b>
--	-----------------------------



# Carte d'identité énergétique de la communauté de communes du Pays Courpière

Evaluation des émissions de gaz à effet de serre...

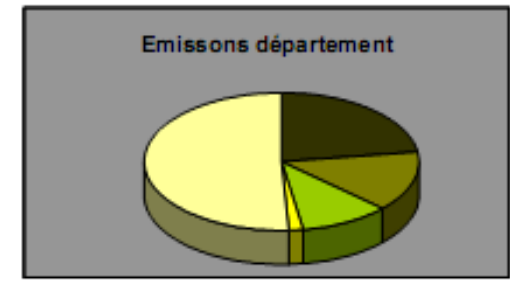
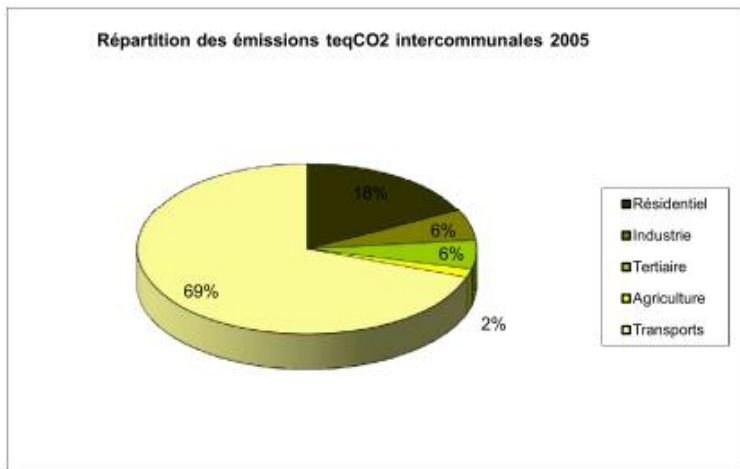


	Emissions teqCO2		
	teqCO2/an	teqCO2/hab.an	%
<b>TOTAL</b>	<b>74 121</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>
Résidentiel	13 059	2	18%
Industrie	4 238	0	6%
Tertiaire	4 128	0	6%
Agriculture	1 230	0	2%
Transports	51 467	6	69%

Facteur 4 → 1,8 teq CO2/hab

Sur la marché des permis d'émission de CO2 :  
1,5 millions d'euros  
Base : 20 € / tonne CO2

Emissions exprimées en teqCO2/hab/an



# Carte d'identité énergétique de Clermont Communauté

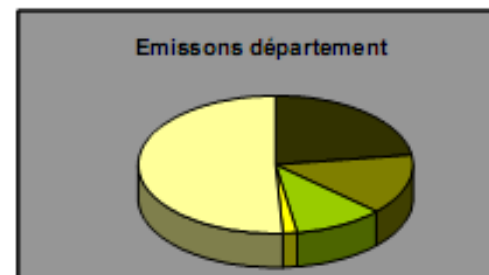
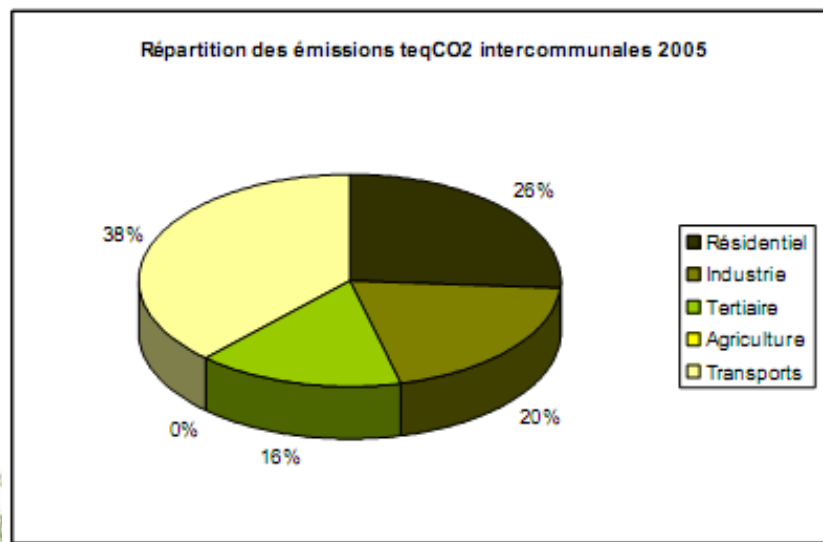
## Evaluation des émissions de gaz à effet de serre...

	Emissions teqCO2		
	teqCO2/an	teqCO2/hab.an	%
<b>TOTAL</b>	<b>1 785 313</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>
Résidentiel	464 465	2	26%
Industrie	360 524	1	20%
Tertiaire	279 187	1	16%
Agriculture	1 163	0	0%
Transports	679 973	2	38%

Facteur 4 → 1,8 teq CO2/hab

Sur la marché des permis d'émission de CO2 :  
35,7 millions d'euros  
Base : 20 € / tonne CO2

Emissions exprimées en teqCO2/hab/an



## 2 territoires – 2 profils

Communauté de communes du Pays de Courpière	Clermont Communauté
Moindre dépendance énergétique	Dépendance énergétique très élevée
Production d'énergies renouvelables	Peu de production d'énergies renouvelables
Territoire de ressources	Territoire de consommation, forte densité
Fortes consommations par habitant	Faibles consommations par habitant
Fragilité sur certains secteurs (déplacements/transports) – certaines énergies (pétrole)	Répartition équilibrée entre secteurs (hors agriculture), entre énergies

# Sommaire

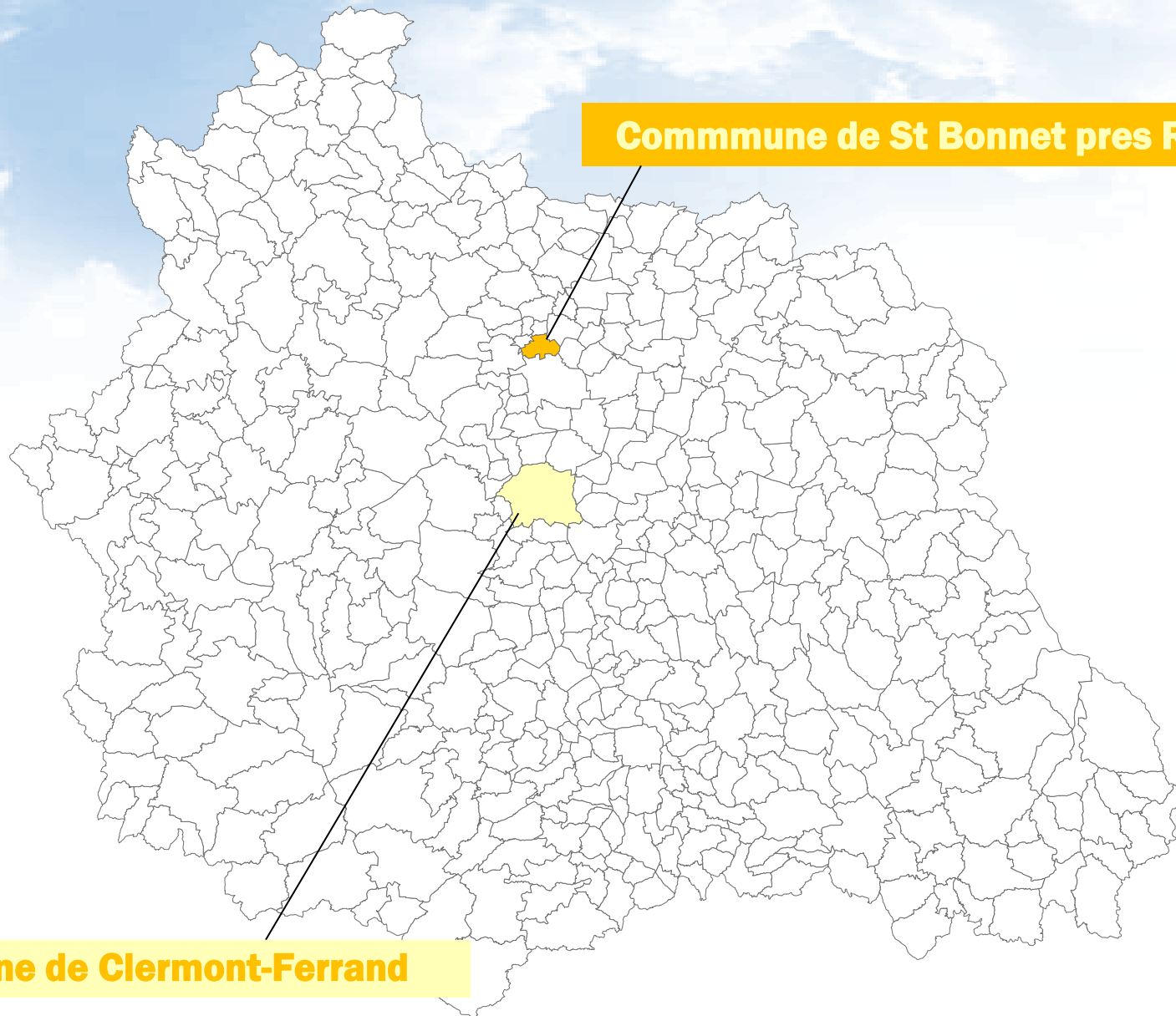
**Chapitre 1** : L'Aduhme

**Chapitre 2** : Energie, climat, urbanisme : définitions et enjeux

**Chapitre 3** : Echelle du territoire : les enjeux fonction du territoire

**Chapitre 4** : **Echelle du quartier : Impacts énergie/climat et formes d'aménagement**

**Chapitre 5** : Echelle du bâtiment : Principes de base des bâtiments performants

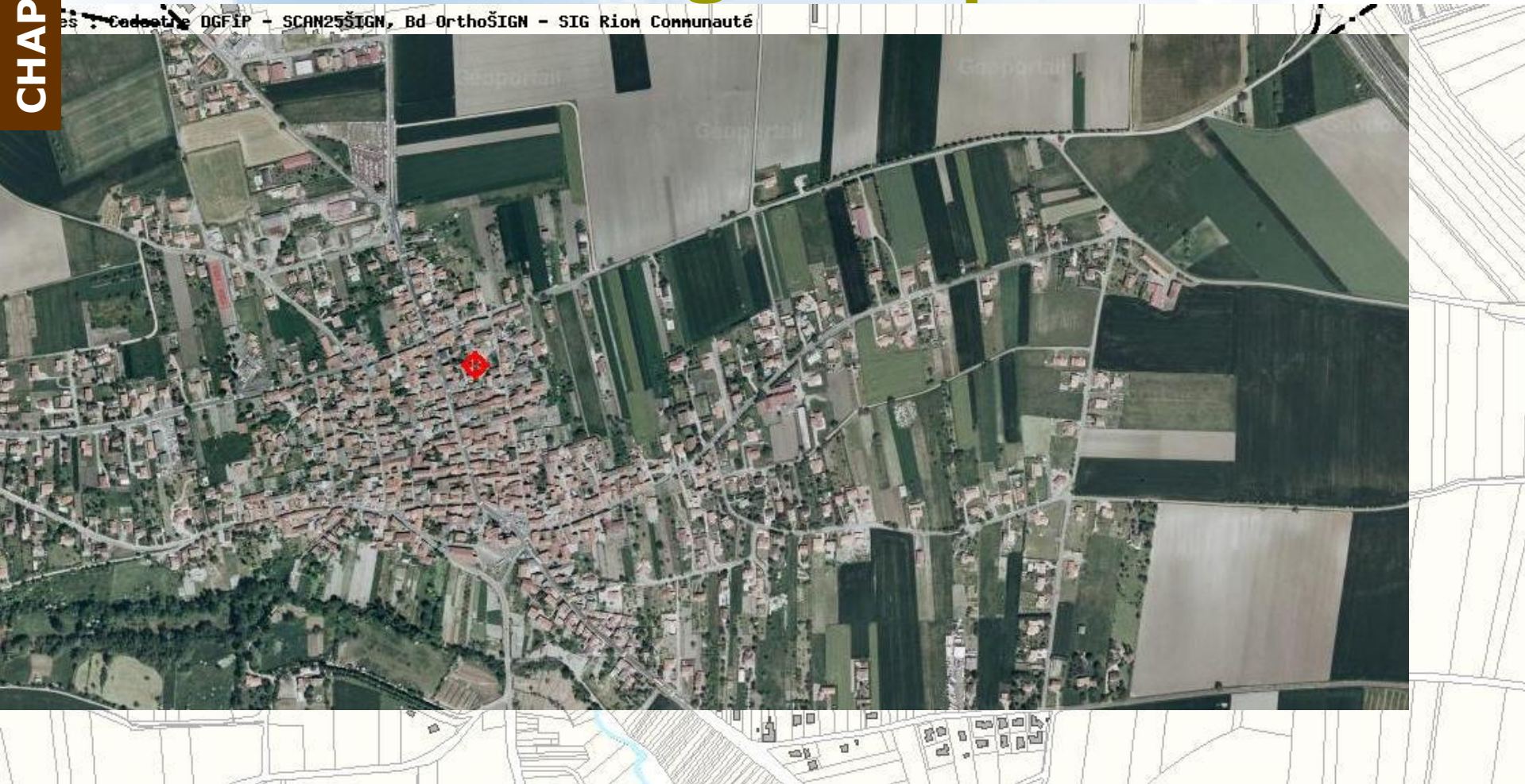


**Commune de St Bonnet pres Riom**

**Commune de Clermont-Ferrand**

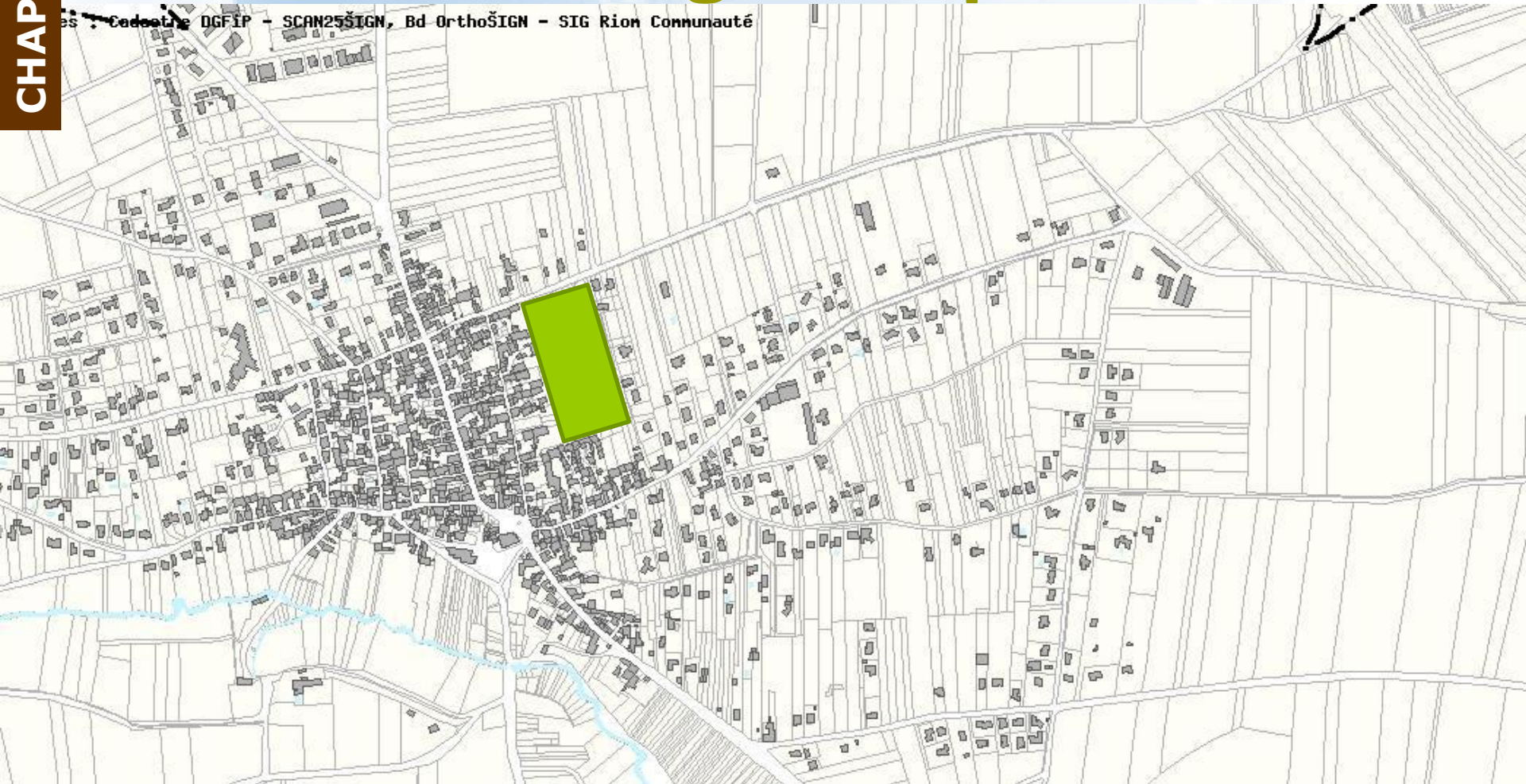
Département du Puy-de-Dôme

# Plusieurs aménagements possibles





# Plusieurs aménagements possibles



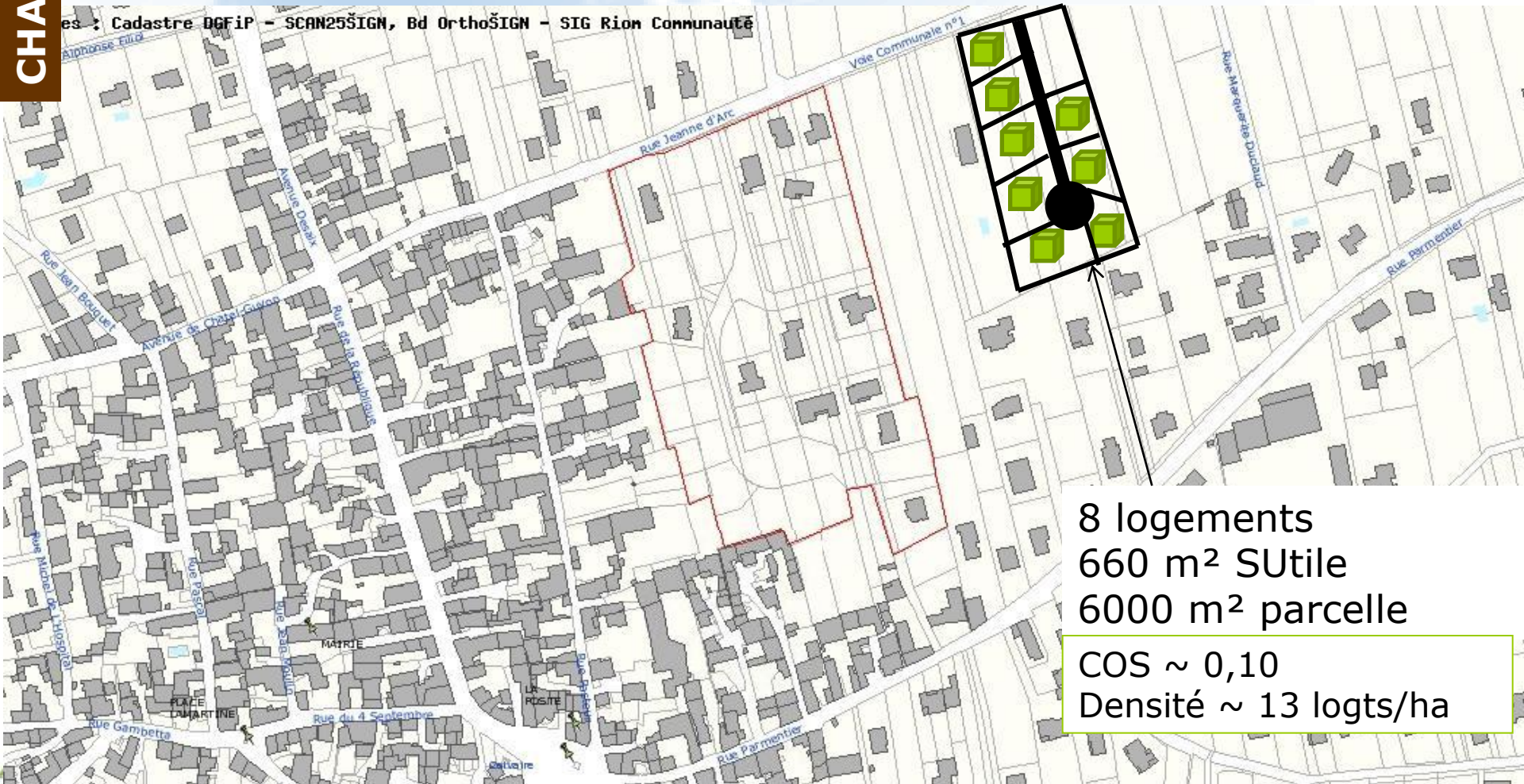


# Plusieurs aménagements possibles



8 logements  
 660 m<sup>2</sup> SUtile  
 1788 m<sup>2</sup> parcelle  
 COS ~ 0,42  
 Densité ~ 45 logts/ha

# Plusieurs aménagements possibles



es : Cadastre DGFIP - SCAN25SIGN, Bd OrthoSIGN - SIG Rion Communauté

8 logements  
 660 m<sup>2</sup> S Utile  
 6000 m<sup>2</sup> parcelle  
 COS ~ 0,10  
 Densité ~ 13 logts/ha

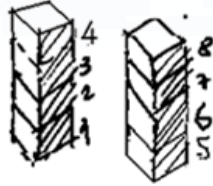
# Energie et compacité...

□ Consommation d'énergie proportionnelle aux surfaces d'enveloppe extérieure :

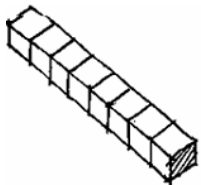
- maison individuelle : 4800 kWh/habitant en moyenne
- logement en collectif : 1700 kWh/habitant en moyenne)
- rapport de 1 à 2,5\* .



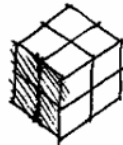
8 cubes isolés  
 $S = 8 \times 5 a^2$   
 $S = 40 a^2$   
 (référence)



Groupement en 2 tours  
 $S = 2 \times (4 \times 4 + 1) a^2$   
 $S = 34 a^2$   
 ( $\Delta\%$  réf = - 15)

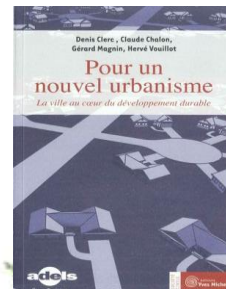


Groupement en bande  
 $S = (8 \times 3 + 2) a^2$   
 $S = 26 a^2$   
 ( $\Delta\%$  réf = - 35)



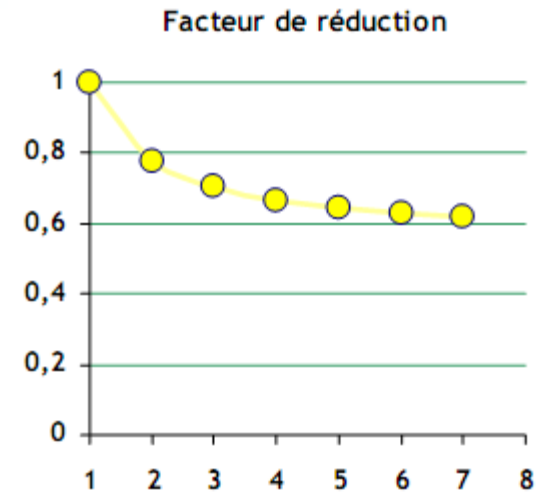
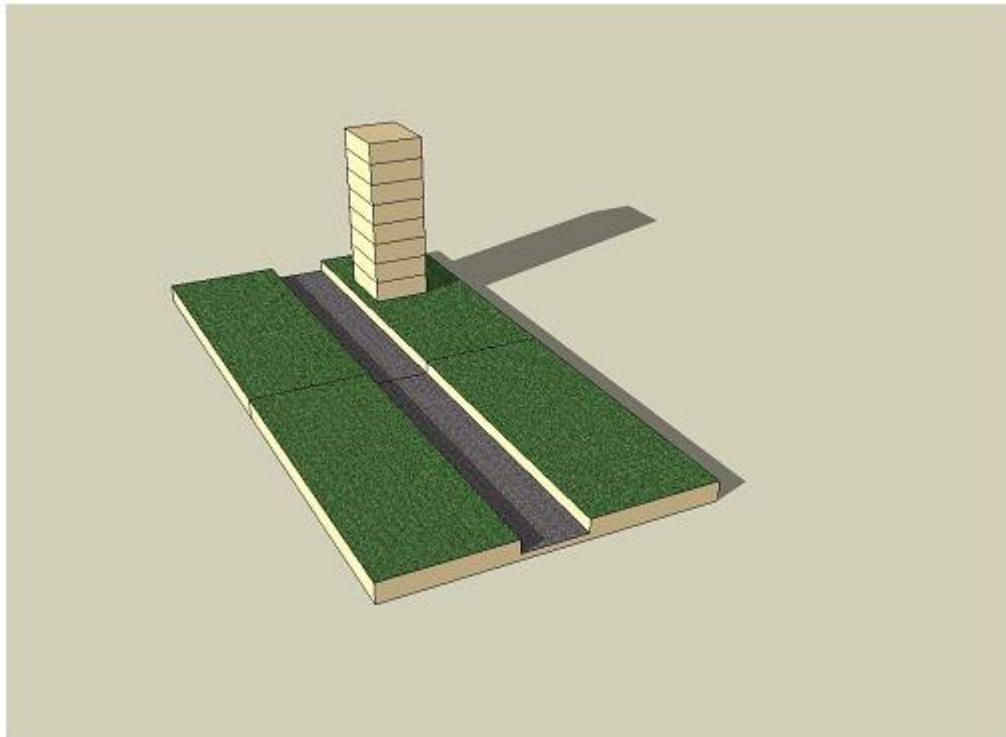
Groupement en plot  
 $S = 5 \times 4 a^2$   
 $S = 20 a^2$   
 ( $\Delta\%$  réf = - 50)

\* D'après « Pour un nouvel urbanisme, La ville au cœur du développement durable », Gérard Magnin, Denis Clerc, Hervé Vuillot, Claude Chalon



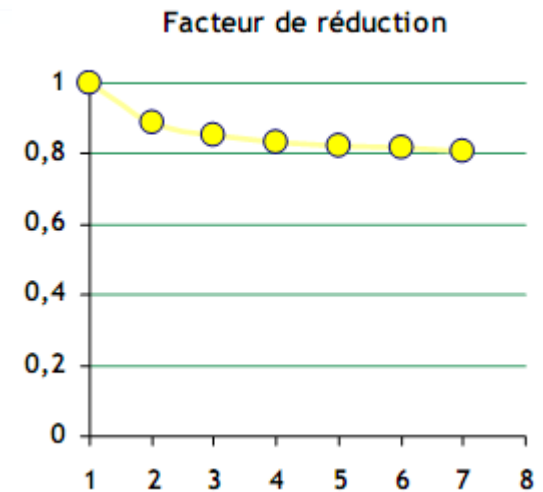
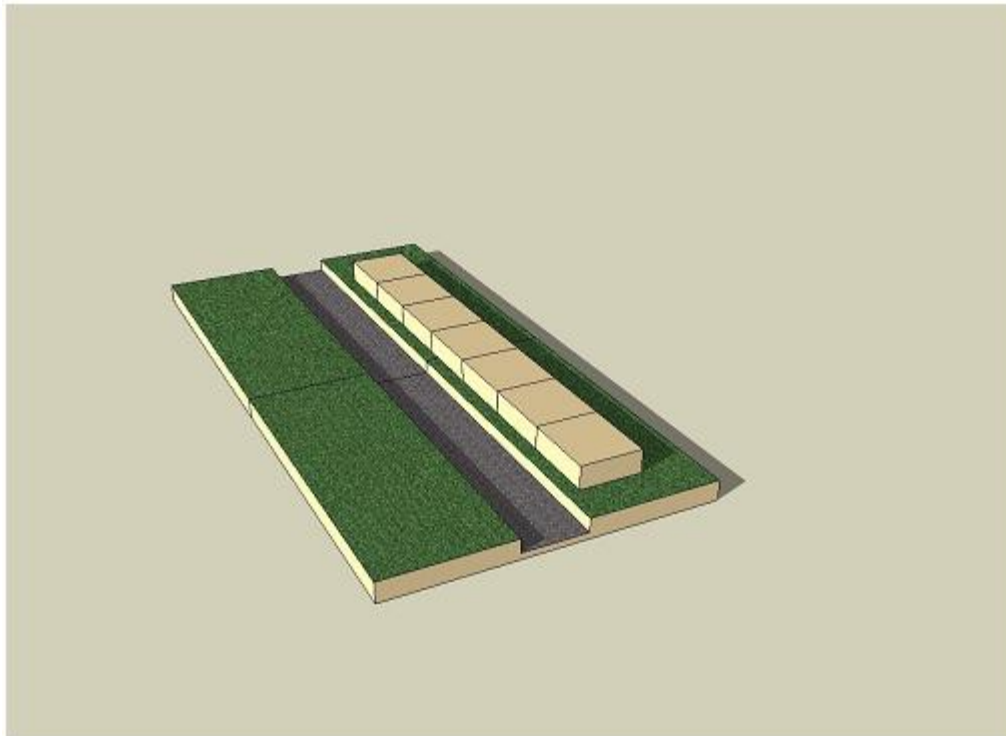
a = côté du cube réglementaire

# Energie et compacité...



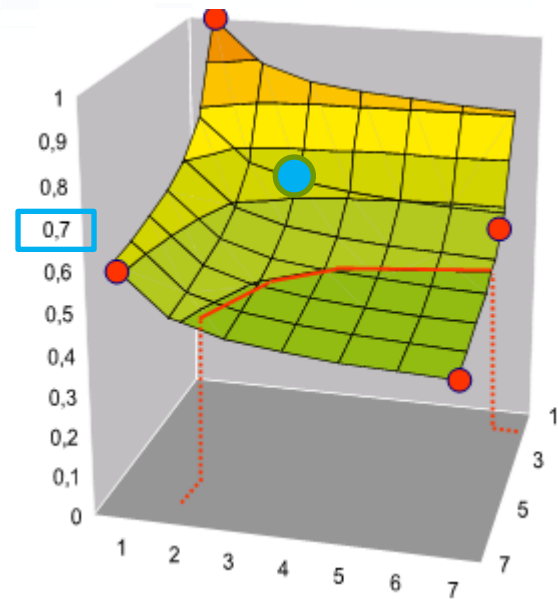
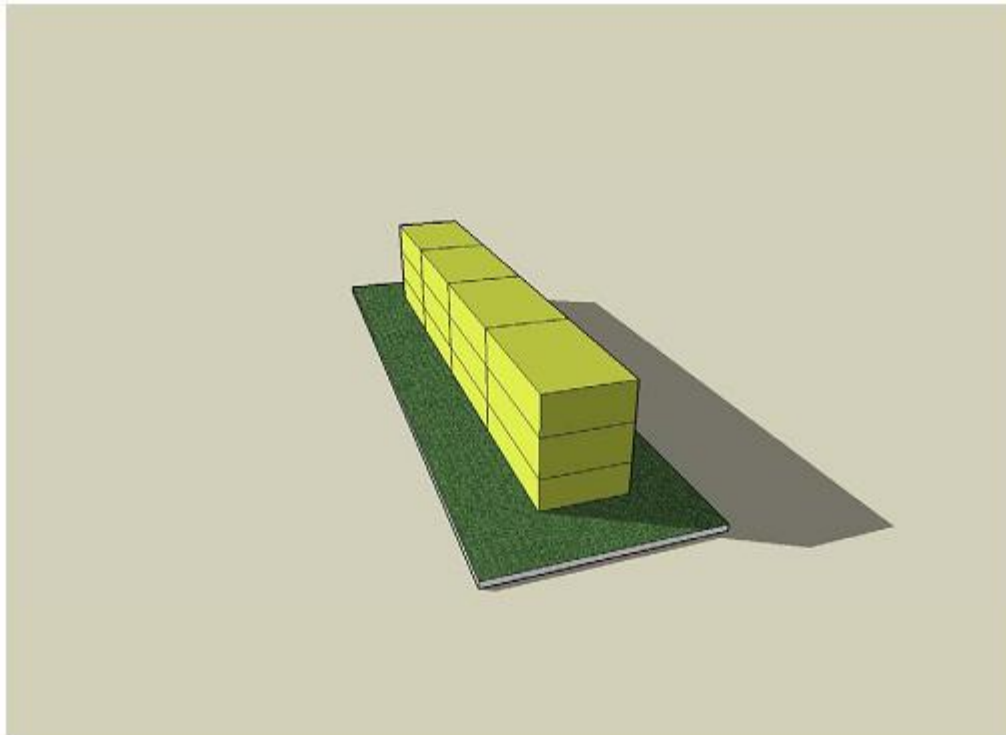
A matériaux équivalents

# Energie et compacité...



A matériaux équivalents

# Energie et compacité...



A matériaux équivalents



## Energie et compacité...

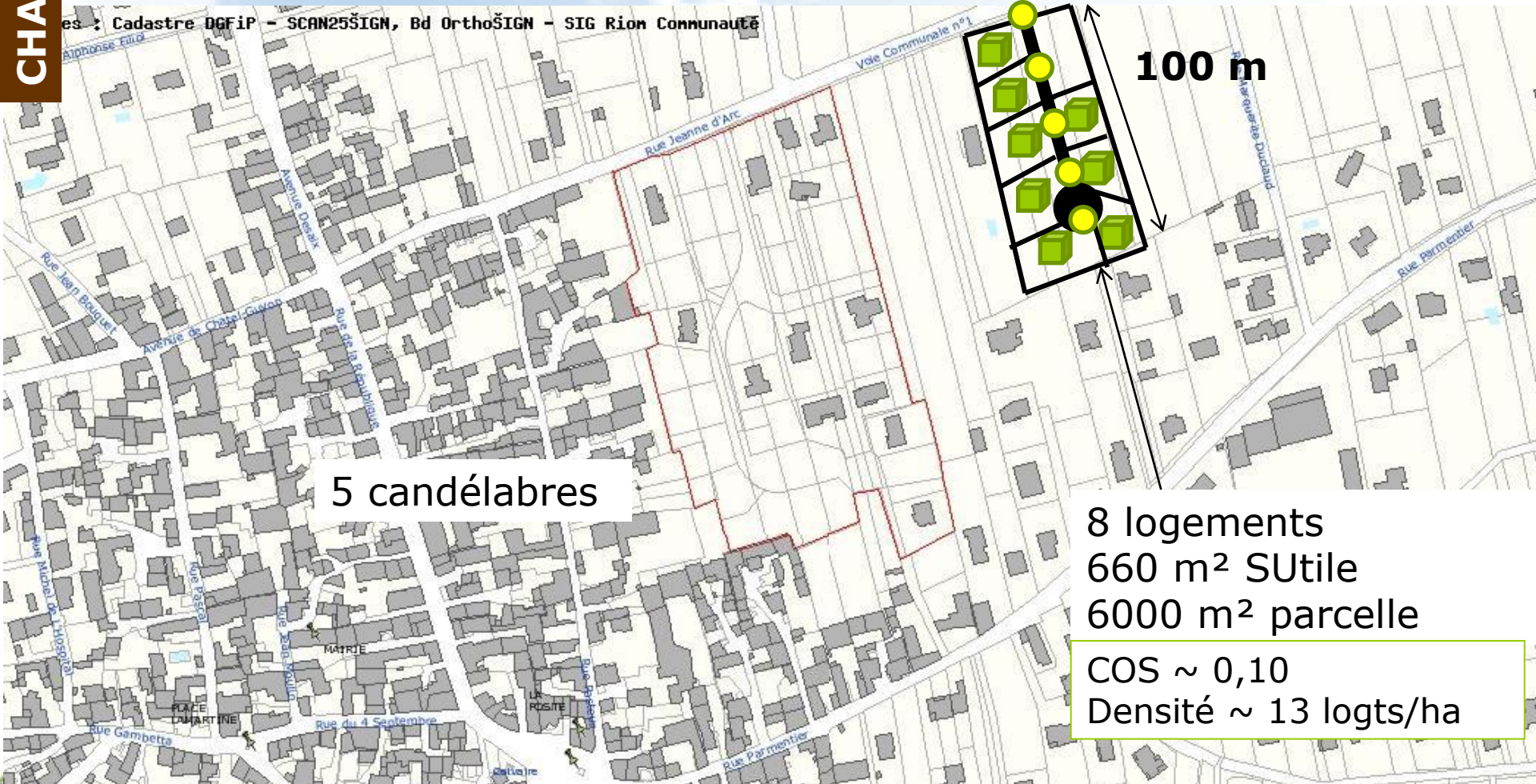
- **Consommations énergétiques réelles moyennes estimées du projet de 8 logements HPE , SHON = 749 m<sup>2</sup> :**
  - Collectif : 89 880 kWh / an
  - Individuel : 128 400 kWh / an
  
- **Coûts annuels estimés du projet de 8 logements HPE , SHON = 749 m<sup>2</sup> - année 2010 :**
  - Collectif : 6630 €/an
  - Individuel : 8990 €/an

## Energie et éclairage...

- Distance entre candélabre :
  - 20 mètres
- Consommation par candélabre (lampe sodium haute pression 82 W – 4000 h /an) :
  - 328 kWh/an
- Coût moyen du kWh éclairage :
  - 0,07 €/kWh
- Coût investissement par candélabre :
  - 350 €
- Coût maintenance par an par candélabre :
  - 20 €



# Energie et éclairage...



es : Cadastre DGFIP - SCAN25SIGN, Bd OrthoSIGN - SIG Rion Communauté

100 m

5 candélabres

8 logements  
660 m<sup>2</sup> S Utile  
6000 m<sup>2</sup> parcelle

COS ~ 0,10  
Densité ~ 13 logts/ha

## Energie et éclairage...

- **Consommations énergétiques estimées pour l'éclairage de 8 logements :**
  - Collectif : 656 kWh / an
  - Individuel : 1 640 kWh / an
  
- **Coût investissement + maintenance + fonctionnement sur 10 ans pour l'éclairage de 8 logements :**
  - Collectif : 1560 €
  - Individuel : 3898 €

# Energie et déplacements...

## □ Consommation et coût par véhicules :

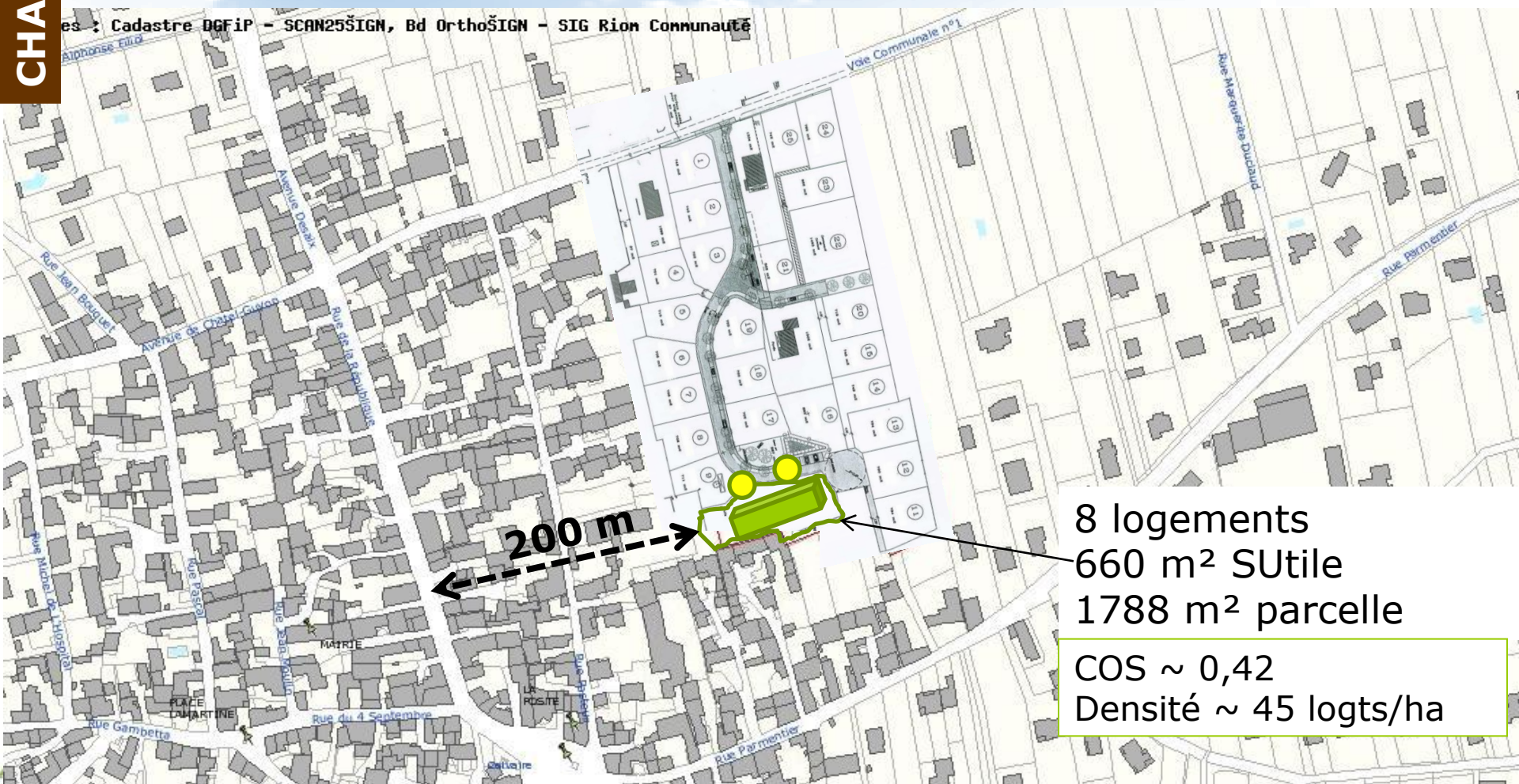
**Budget 2009 de la clio diesel**

	HORS TAXES	TAXES	TTC	RAPPEL ESSENCE	DIESEL/ ESSENCE
	€	€	€	€	%
Achat moins reprise	2221	478	2699	2646	2,00 %
Frais financiers	291	57	348	330	5,50 %
Assurance	478	126	604	572	5,59 %
Carburant	165	238	403	641	-37,13 %
Entretien	718	141	859	702	22,36 %
Garage du véhicule	454	89	543	543	=
Total hors taxes	4327				
Péage		175	175	175	=
Total taxes		1304			
Total TTC			5631	5609	0,39 %
Prix au km	0,472	0,142	0,614	0,612	0,39 %

## □ Déplacements au centre-bourg :

- 2 fois par jour
- 150 jours / an
- 4 logements / 8 logements

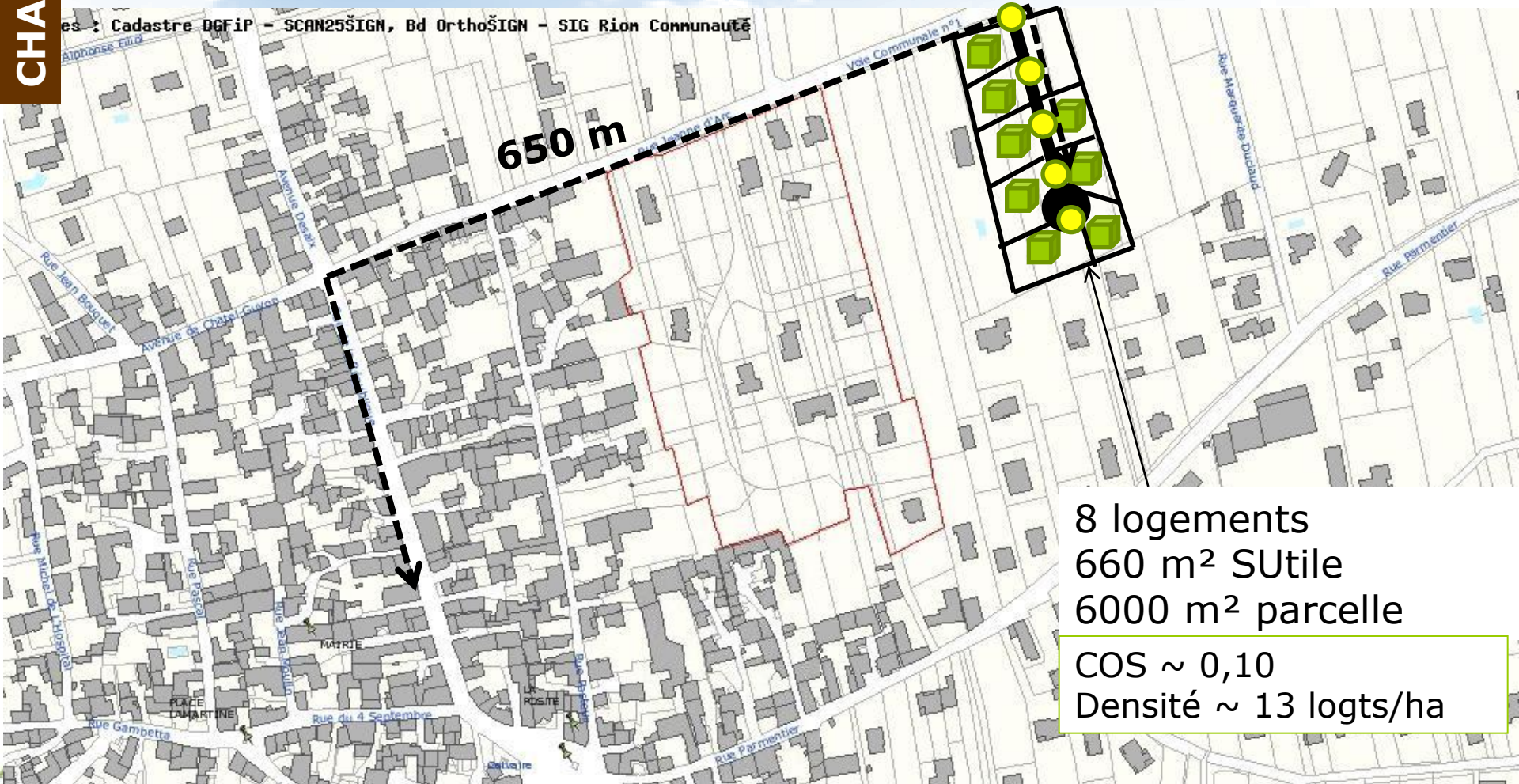
# Energie et déplacements...



8 logements  
 660 m<sup>2</sup> S.U.tile  
 1788 m<sup>2</sup> parcelle

COS ~ 0,42  
 Densité ~ 45 logts/ha

# Energie et déplacements ...





# ENERGIE : 1,3 km en voiture



## Energie et déplacements...

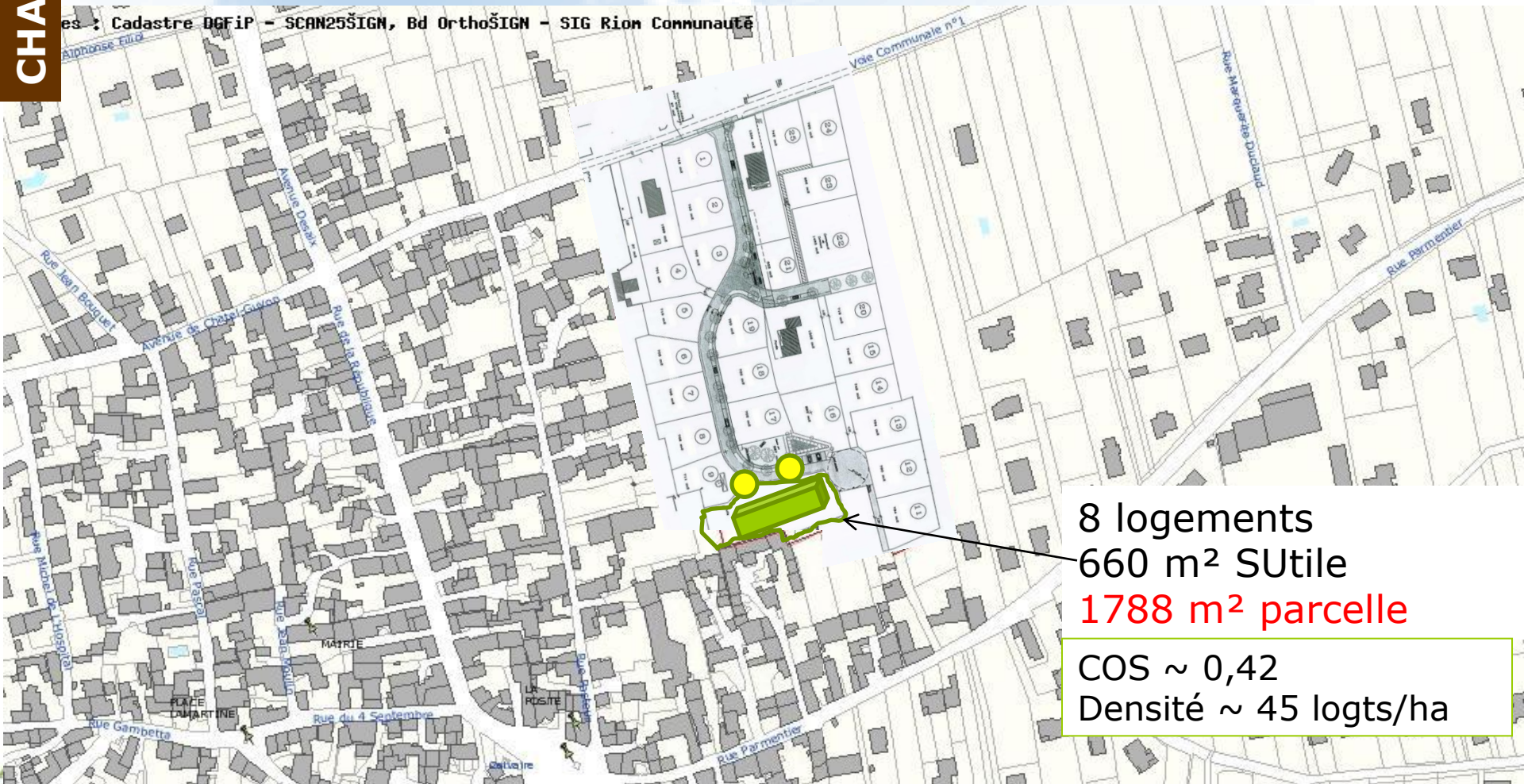
- **Consommations énergétiques estimées pour les déplacements de 8 logements :**
  - Collectif : 0 kWh / an
  - Individuel : 780 kWh / an
  
- **Coût total véhicule pour les déplacements de 8 logements :**
  - Collectif : 0 €
  - Individuel : 936 € / an (0,6 € / km d'après automobile club)

## Energie et alimentation...

- Consommations d'énergie par jour par personne pour l'alimentation :
  - 2000 kCalories = 2,3 kWh/jour.pers
- Irradiation solaire moyenne à St Bonnet près Riom :
  - 1250 kWh/m<sup>2</sup>.an
- Coefficient de transformation de l'irradiation solaire en énergie alimentaire :
  - 2%

# Energie et alimentation...

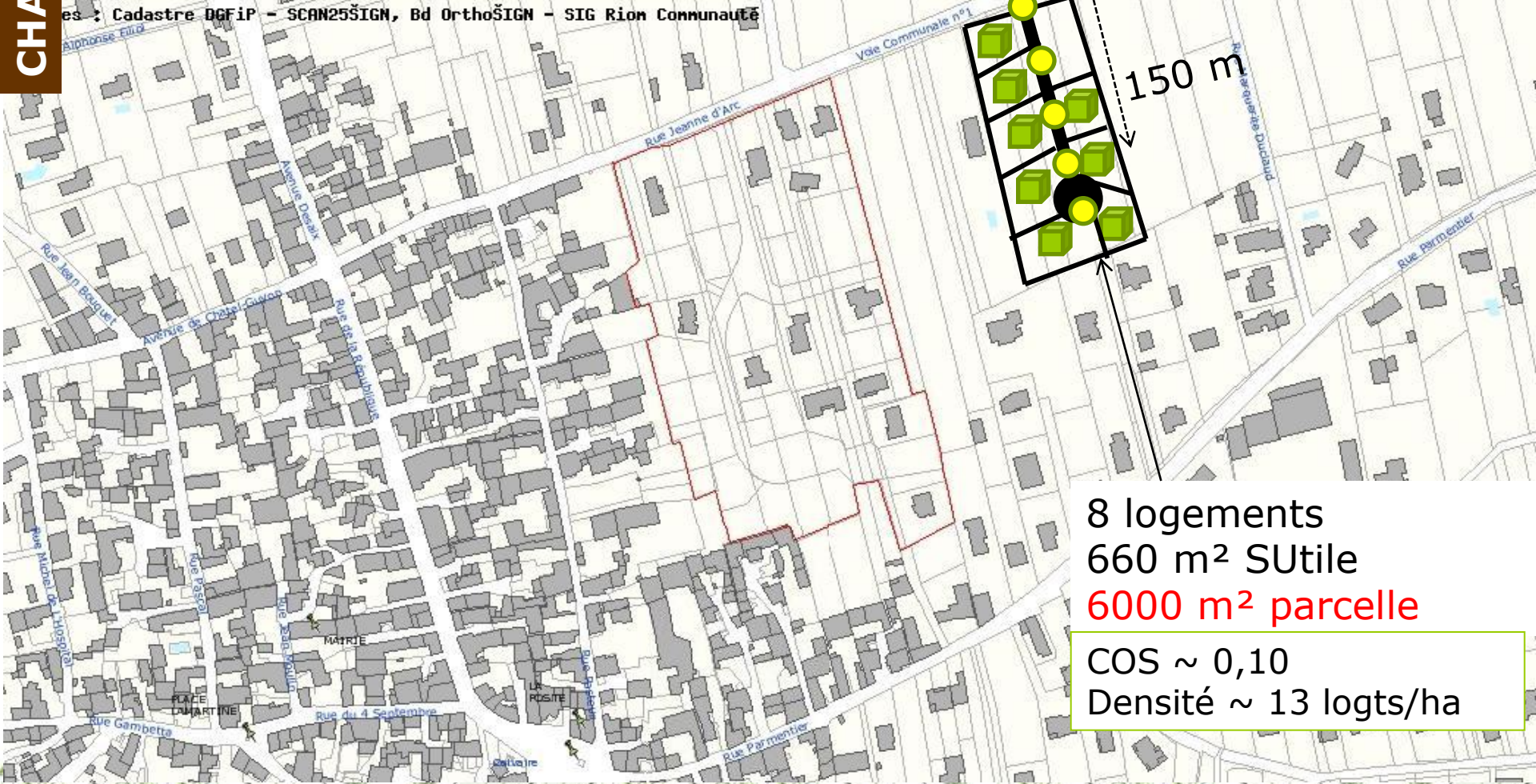
es : Cadastre DGFIP - SCAN25SIGN, Bd OrthoSIGN - SIG Rion Communauté



8 logements  
 660 m<sup>2</sup> SUTile  
 1788 m<sup>2</sup> parcelle

COS ~ 0,42  
 Densité ~ 45 logts/ha

# Energie et alimentation ...



es : Cadastre DGFIP - SCAN25SIGN, Bd OrthoSIGN - SIG Rion Communauté

8 logements  
 660 m<sup>2</sup> S Utile  
**6000 m<sup>2</sup> parcelle**

COS ~ 0,10  
 Densité ~ 13 logts/ha

## Energie et alimentation ...

- **Consommation d'énergie alimentaire par la construction de 8 logements :**
  - Collectif : 44 700 kWh
  - Individuel : 150 000 kWh
  
- **Nombre de personnes non nourries par an sur la surface occupée par 8 logements :**
  - Collectif : 53
  - Individuel : 178

# Synthèse

Consommation énergie (kWh)	Collectif	Individuel
Compacité	89 880	128 400
Eclairage	656	1640
Déplacements	0	780
Réseaux		
Alimentation	44000	150000
<b>TOTAL</b>	<b>134 536</b>	<b>280 820</b>

# Sommaire

**Chapitre 1 : L'Aduhme**

**Chapitre 2 : Energie, climat, urbanisme : définitions et enjeux**

**Chapitre 3 : Echelle du territoire : les enjeux fonction du territoire**

**Chapitre 4 : Echelle du quartier : Impacts énergie/climat et formes d'aménagement**

**Chapitre 5 : Echelle du bâtiment : Principes de base des bâtiments performants**



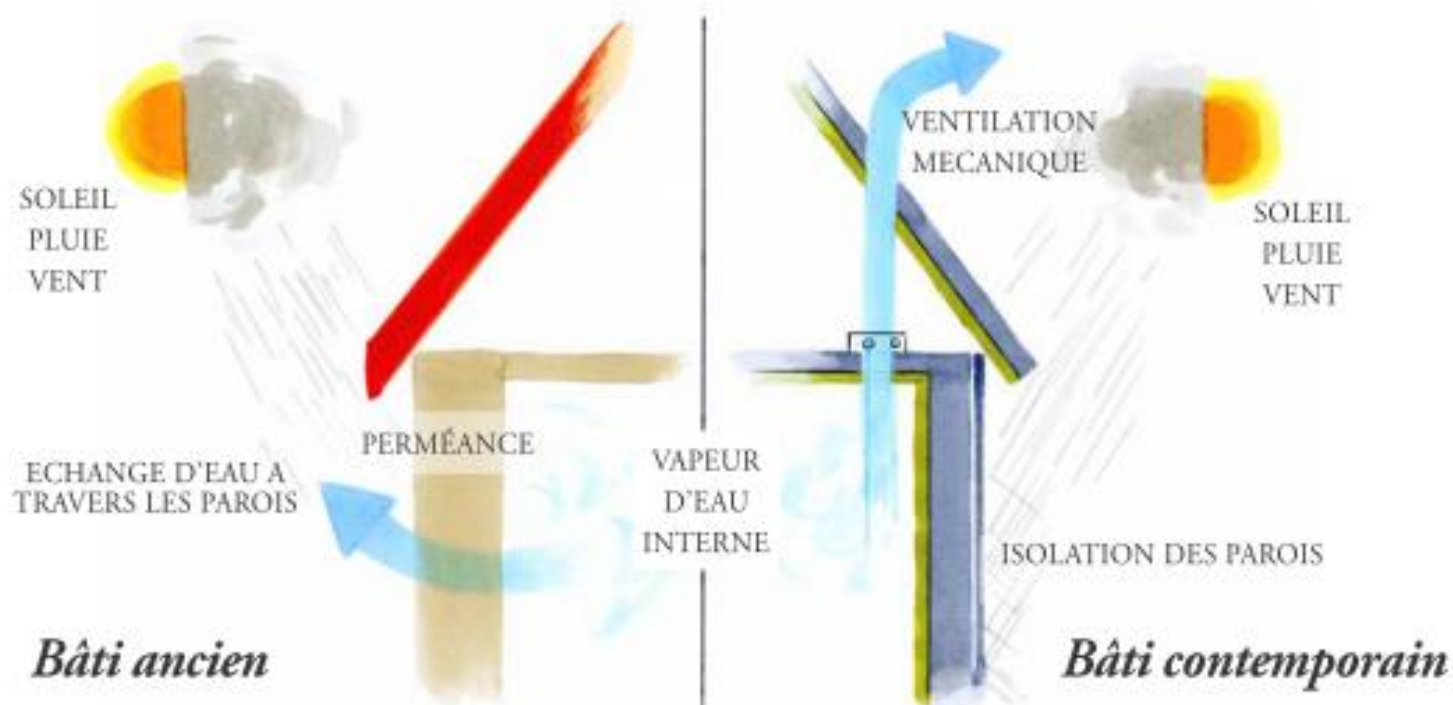
# Principes de base

- Principe n° 1 :
  - Analyse du mode constructif



# Principes de base

- Principe n° 1 :
  - Analyse du mode constructif



# Principes de base

## □ Principe n°2 :



=  
**BESOINS**

### Déperditions : - A limiter

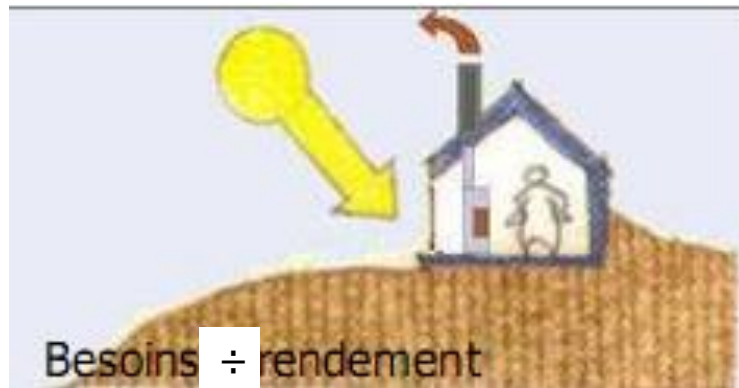
- Les baies
- Les parois opaques
- La ventilation

### Apports : - A maximiser

- Solaires
- Internes (habitants, pertes récupérables)

# Principes de base

## □ Principe n°3 :



**Rendement des systèmes :**  
**A maximiser**

- Génération
- Stockage
- Distribution
- Emission

=  
**CONSOMMATIONS**  
**en ENERGIE FINALE**

# Principes de base

## □ Principe n° 4 :

### Vecteur énergétique : à limiter



Types d'énergies utilisées  
Energie grise des matériaux

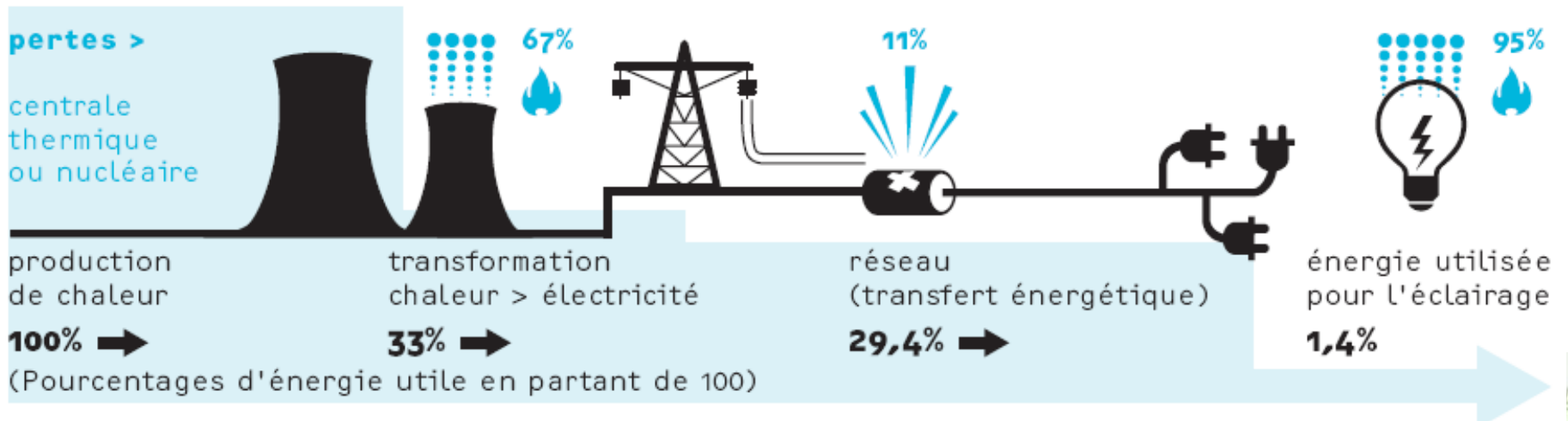
=  
**CONSOMMATIONS**  
**En ENERGIE**  
**PRIMAIRE**

# Principes de base

## □ Principe n° 4 :

### Vecteur énergétique : à limiter

Types d'énergies utilisées  
Energie grise des matériaux



# Principes de base

## □ Principe n° 5 :

### ■ Maîtriser la demande

#### □ Agir sur les comportements

- **mieux comprendre** comment fonctionnent les installations et appareils, et quel est le comportement des usagers – **Mesurer**
- **Rechercher les dysfonctionnements**
- **Savoir identifier les consommations insoupçonnées**
- **Ne faire fonctionner les appareils qu'en cas de besoin**
- **Développer et utiliser des technologies performantes**



# Conclusions

- L'énergie ne se limite pas à la technique et au chauffage





# Conclusions

- L'énergie ne se limite pas à la technique et au chauffage
- L'énergie, c'est aussi dans l'urbanisme et l'aménagement de zones, du territoire :
  - La compacité
  - L'éclairage
  - Les déplacements
  - Les réseaux
  - L'alimentation
  - ... Les matériaux ...



**Une somme  
de solutions  
techniques  
ne fait pas un  
territoire à  
énergie  
durable**

# MERCI DE VOTRE ATTENTION

**Aduhme**  
129, avenue de la République  
63100 Clermont-Ferrand  
04 73 42 30 90 ou 0 800 503 893  
[Contact \[at\] aduhme.org](mailto:Contact[at]aduhme.org)  
[www.aduhme.org](http://www.aduhme.org)





# 41 MWh/an = 1120 ascensions/jour





**30 MWh/an = 820 ascensions/jour**





# 1,8 tonne équivalent CO<sub>2</sub>, c'est quoi ?

- 6 mois de chauffage en hiver au gaz pour un 3 pièces,
- 500 kg de viande de bœuf,
- 150 **kg** de mangues transportées depuis l'Afrique du Sud,
- 90 **tonnes** de pommes venant d'un maraîcher des alentours.
- 0,9 tonne de papier,
- 5 000 km en Twingo en Ville,
- 2 500 km en 4x4 en Ville,
- 1 aller-retour Paris – New York en avion,
- 90 aller-retour Paris-Londres en train,
- 10 aller-retour Paris-Londres en avion.

***L'importance d'avoir des références***