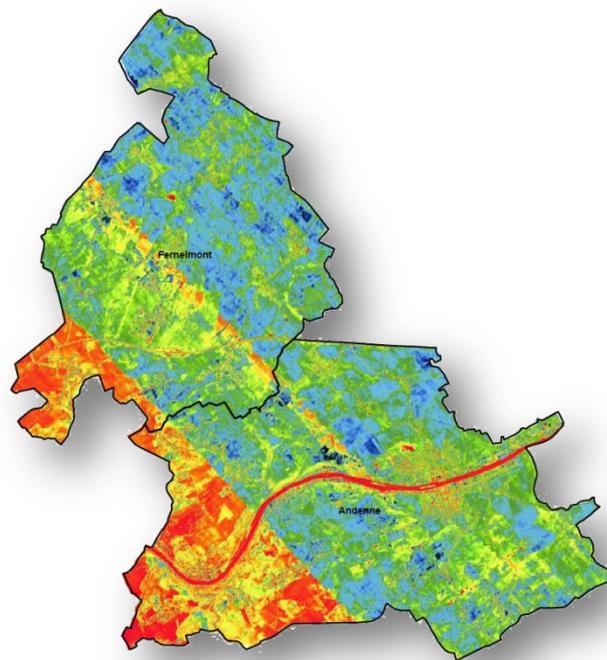




Thermographie aérienne très participative



Journée d'étude
11/09/2018

PRÉAMBULE

Province de Namur - situation



Qu'est-ce que le BEP?

Le Bep est une agence de développement économique durable en Province de Namur.

En tant qu'agence de développement économique en territoire namurois, le BEP vise à être un modèle d'entreprise publique proactive, visant la bonne gouvernance et l'animation territoriale, partenaire privilégié des collectivités régionale et locales ; ce qui lui permet, de par son action, son expertise et sa capacité d'innovation de faire de son territoire une référence en matière de développement durable.

Promouvoir un développement territorial durable

Consolider sa position d'organisme de référence en matière de développement territorial durable, aux yeux de tous les niveaux de décision (Europe, fédéral, régional, local).

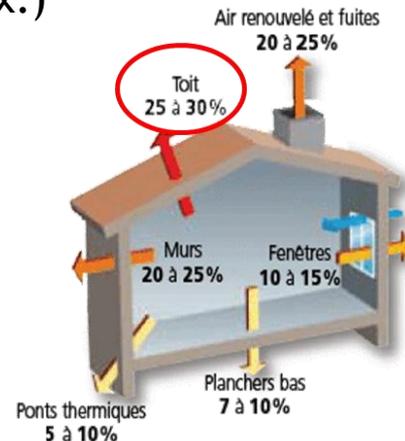
Le rôle du BEP

La problématique énergétique constitue aujourd'hui une préoccupation majeure. Les enjeux sont tels qu'ils doivent être pris en considération par tous, en ce compris le secteur public. Le secteur tertiaire en Région wallonne est celui dont la consommation finale a le plus augmenté ces quinze dernières années (+30% entre 1990 et 2000). C'est aussi celui où le potentiel d'économies d'énergie est proportionnellement le plus important.

La réflexion entamée par le BEP s'inscrit dans cette perspective afin de permettre aux communes de dégager au mieux les différentes pistes d'amélioration possible pour renforcer l'efficacité énergétique de leurs bâtiments.

POURQUOI L'AERIEN

- Permet d'estimer les pertes de chaleur par les toitures
- Thermographie aérienne est un outil d'évaluation de la qualité de l'isolation des toitures mais ne remplace pas un audit précis de l'habitation
- Thermographie aérienne = Premier diagnostic
- Entre 25 et 30% des pertes de chaleur se font par les toits pour une maison unifamiliale classique (3étages max.)



INITIATION DU PROJET

- Une présentation régionale de la thermographie aérienne a été organisée par la société Walphot associée à Eurosense le 22 mars 2011 à l'espace Vinçotte permettant au BEP de prendre part à la réflexion.
- Sur cette base, une première réflexion a été initiée par le BEP dans une politique de mutualisation des coûts vers ses communes en se positionnant comme ensemblier à l'échelle de la Province.
- Un appel à projet a été lancé sur 4 Communes jugées dans un premier temps les plus stratégiques (ayant un attrait énergétique initié) au niveau de cette opération le 18 novembre 2011.
- Le BEP a développé un PALE "plan d'actions local en énergie" sur la Commune de Fernelmont.

- ❑ Deux Communes ont répondu favorablement à ce projet en validant le coût budgétaire estimé.
- ❑ Un dossier a été élaboré pour une présentation le 24 novembre 2011 au Cabinet du Ministre Nollet afin d'obtenir un subside régional.
- ❑ Le Bep a élaboré un cahier spécial des charges afin désigné un auteur de projet.
- ❑ Le budget de la thermographie aérienne est de 64.500 € HTVA.

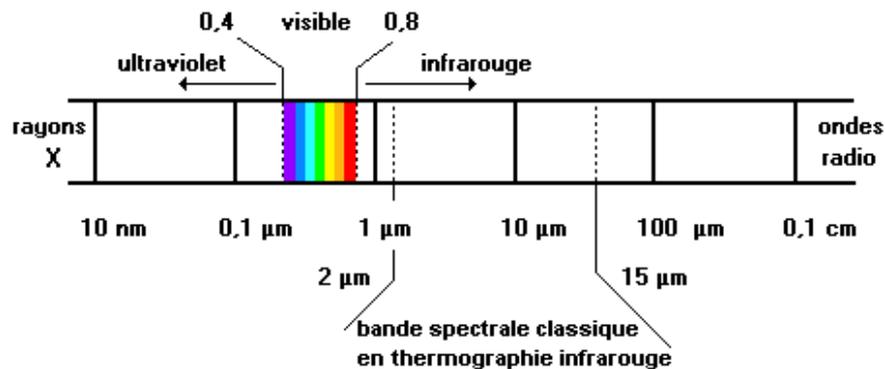
COMMENT SE PASSE UN TEL PROJET ?

Survol: Equipement

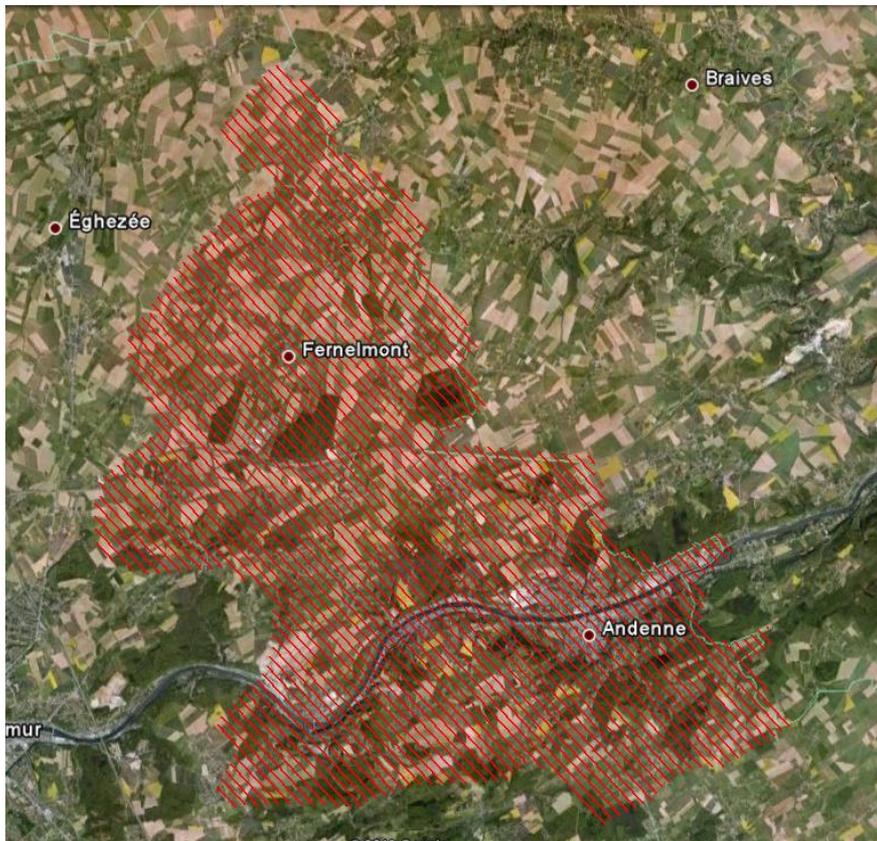


Acquisition à l'aide d'un avion spécialement équipé pour les captures d'images en vol

Capteur dans les longueurs d'onde de l'infrarouge thermique



Préparation du plan de vol



| | |
|------------------------------------|--------|
| Résolution au sol | 50 cm |
| Recouvrement longitudinal | 80% |
| Recouvrement latéral | 30 % |
| Altitude de vol (au dessus du sol) | 900 m |
| Nombre d'axes de prises de vues | 75 |
| Durée de vol | 11h |
| Nombre de missions | 3 |
| Longueur totale du vol | 804 km |
| Nombre d'images prévisionnel | 7766 |

*Acquisition selon un plan de vol,
constitué de plusieurs axes de vol
parallèles les uns aux autres
Acquisition de nuit pour ne pas être
influencé par l'effet du soleil
Acquisition généralement entre 23h
et 4h du matin*

Préparation:

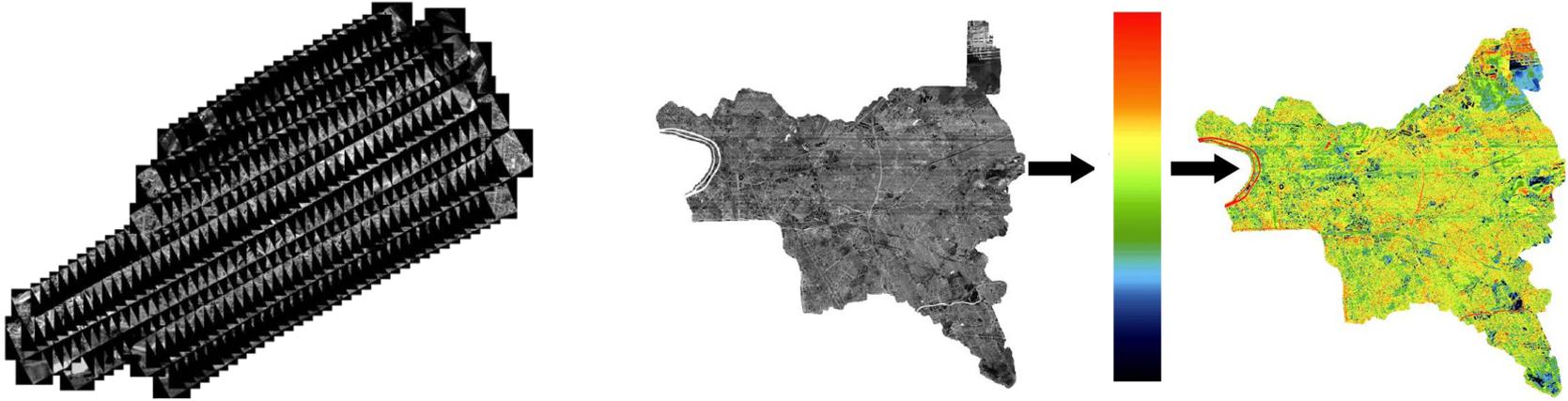
- ✓ Thermomètre au sol: Pendant le survol, des thermomètres disposés sur l'ensemble du territoire, mesurent l'évolution des températures durant la nuit
- ✓ Calibration des mesures captées par la caméra
- ✓ Questionnaires distribués aux citoyens
- ✓ Bâtiments de référence → Développement d'une clé d'interprétation de la qualité de l'isolation + validation

Survol: les conditions météo requises

| Conditions météorologiques requises | Explication |
|---|---|
| Une nuit claire | Diminue le risque d'absorption par les particules atmosphériques et permet au rayonnement solaire de la journée de s'évacuer |
| Une température extérieure froide (< 5°) | Il faut qu'il y ait un différentiel thermique de min 10°C entre l'intérieur et l'extérieur de l'habitation pour que les éventuelles déperditions puissent être repérées |
| Absence de neige | La neige recouvre les surfaces à mesurer et agit comme un manteau isolant |
| Vent faible ou nul | Le vent refroidit les surfaces par convection et perturbe la stabilité de l'avion en cas de vent fort |
| Pas de précipitations dans les 36heures précédant le vol | L'humidité change l'émissivité des matériaux + présence de flaques qui masquent la surface en dessous. Il faut donc que le temps soit le plus sec possible. |

L'obligation de respecter ces conditions nous empêche de pouvoir prévenir les volontaires longtemps à l'avance → contact par sms si possible → Réactivité

Le traitements des données



Mise en forme des résultats

Communication des résultats en collaboration avec les communes et le BEP

DEMONSTRATION



PARTICIPATION CITOYENNE

Il est important d'avoir des données de bâtiments « de référence » afin de calibrer et de valider les résultats de thermographie, mais aussi pour développer une clé permettant une analyse plus fine de la qualité de l'isolation. Il est nécessaire pour cela d'avoir **des volontaires ayant une bonne connaissance de leur habitation (et surtout de la qualité de leur isolation en toiture)**. Il leur sera demandé d'effectuer différentes mesures de température au moment du vol tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de leur habitation et de répondre à plusieurs questions relatives à l'isolation (ou à la non isolation) de leur habitation.

Campagne de thermographie aérienne Questionnaire – bâtiments de référence

| | |
|-----------|------------|
| Nom : | GSM/Tel* : |
| Adresse : | |
| E-mail : | |

* Ce numéro ne sera utilisé qu'en cas de besoin de précisions supplémentaires

OÙ PRENDRE LES MESURES DE TEMPÉRATURE ?

- Il y a différentes mesures de température à faire :
 - Une mesure de température par pièce se trouvant sous la toiture (grenier, chambre, ...)
 - Une mesure à l'extérieur de votre habitation

QUAND PRENDRE LES MESURES?

- Durant la nuit du vol de thermographie
- Etant donné qu'un bon vol de thermographie nécessite des conditions de vol très strictes, les volontaires ne seront prévenus que peu de temps (+/-24h) avant le jour des mesures à prendre

COMMENT EFFECTUER LES MESURES ?

- A l'aide d'un simple thermomètre. Un thermomètre au mercure par exemple est suffisant.
- Effectuer la mesure lorsque le thermomètre est depuis une heure au moins dans la pièce.
- Placer le thermomètre à une place centrale dans la pièce. Autrement dit éviter de le placer contre un mur ou sur un appui de fenêtre.
- Prendre les mesures, si possible, au moment du vol.

Il est important et nécessaire de faire des mesures dans les différentes pièces en-dessous du toit !!



Merci beaucoup pour votre participation !

Prise des mesures de température

- Où?
- Quand?
- Comment?
- Pourquoi?

Prise de température à l'extérieur et à l'intérieur de l'habitation.

Déposer le thermomètre à une place centrale et si possible lui laisser le temps de s'acclimater.

Si jamais vous n'êtes pas chez vous le soir du vol, vous pouvez encore prendre les mesures le lendemain si les conditions de vie dans l'habitation et les conditions météo sont semblables à celles du soir du vol

STRUCTURE GLOBALE DE LA MAISON

Afin qu'Eurosense puisse correctement utiliser les données, il est important que la localisation et la description de la maison soient claires et précises afin de pouvoir aisément retrouver l'emplacement de votre maison pour pouvoir en tirer les conclusions. Pour ce faire, merci de compléter les quelques questions suivantes.

Il vous est également possible d'annexer à ce document une image Google Earth, un plan de votre maison ou tout autre document qui peut compléter la description de votre maison.

A. Type d'habitation (cochez la bonne réponse):

- Maison mitoyenne
- Maison 3 façades
- Maison 4 façades

B. Entourez le type de structure de votre maison ou dessinez-la

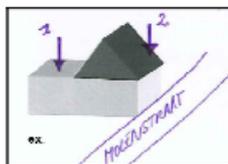
C. Indiquez le positionnement de votre maison par rapport à la rue

D. Merci de préciser l'emplacement des différents éléments suivants si présents :

- Véranda : matériau (ex : PVC, verre, etc.)
- Toiture verte
- Panneaux solaires
- Cheminée

E. Indiquez avec une flèche l'emplacement des différentes mesures

Exemple



N'hésitez pas à faire des dessins et autres croquis ou à faire des photos pour illustrer votre questionnaire!!

MESURES DE TEMPÉRATURE

Date des prises mesures :/...../20....

Mesure de température à l'extérieur de la maison : °C àh.....

Année de construction de la maison :
(Si l'année de construction exacte de la maison n'est pas connue, merci de donner une estimation)

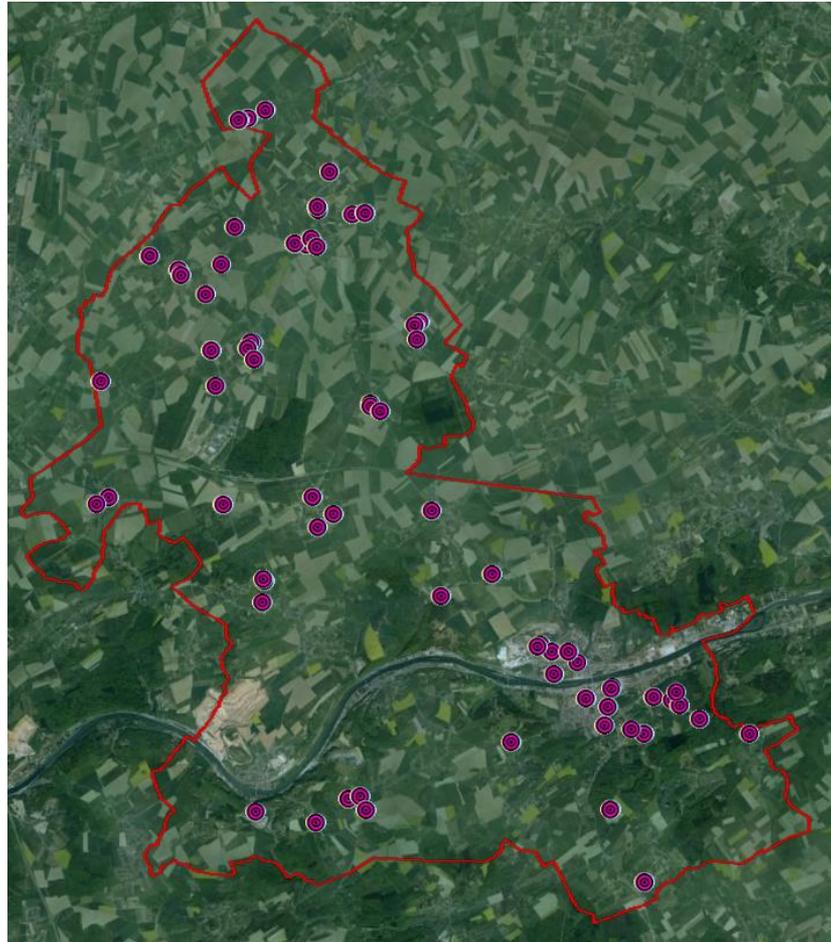
| | PIÈCE 1 | PIÈCE 2 | PIÈCE 3 |
|---|---|---|---|
| Heure de la mesure |h..... |h..... |h..... |
| Température intérieure dans la pièce | °C | °C | °C |
| Fonction de la pièce | <input type="checkbox"/> Grenier <input type="checkbox"/> Chambre occupée <input type="checkbox"/> Chambre inoccupée <input type="checkbox"/> Salle de bain <input type="checkbox"/> Salle de jeu <input type="checkbox"/> Buanderie <input type="checkbox"/> Salon / salle à manger <input type="checkbox"/> Cuisine <input type="checkbox"/> Véranda <input type="checkbox"/> Bureau <input type="checkbox"/> Autre : | <input type="checkbox"/> Grenier <input type="checkbox"/> Chambre occupée <input type="checkbox"/> Chambre inoccupée <input type="checkbox"/> Salle de bain <input type="checkbox"/> Salle de jeu <input type="checkbox"/> Buanderie <input type="checkbox"/> Salon / salle à manger <input type="checkbox"/> Cuisine <input type="checkbox"/> Véranda <input type="checkbox"/> Bureau <input type="checkbox"/> Autre : | <input type="checkbox"/> Grenier <input type="checkbox"/> Chambre occupée <input type="checkbox"/> Chambre inoccupée <input type="checkbox"/> Salle de bain <input type="checkbox"/> Salle de jeu <input type="checkbox"/> Buanderie <input type="checkbox"/> Salon / salle à manger <input type="checkbox"/> Cuisine <input type="checkbox"/> Véranda <input type="checkbox"/> Bureau <input type="checkbox"/> Autre : |
| Est-ce que la pièce a été chauffée le jour du vol ? | Oui / Non / Je ne sais pas | Oui / Non / Je ne sais pas | Oui / Non / Je ne sais pas |

INFORMATIONS SUR LA TOITURE

| | | | |
|--|--|--|--|
| Forme du toit | <input type="checkbox"/> Toit plat <input type="checkbox"/> Toit pentu <input type="checkbox"/> Autre : | <input type="checkbox"/> Toit plat <input type="checkbox"/> Toit pentu <input type="checkbox"/> Autre : | <input type="checkbox"/> Toit plat <input type="checkbox"/> Toit pentu <input type="checkbox"/> Autre : |
| Année de construction de la toiture (estimation) | | | |
| Couleur de la toiture | <input type="checkbox"/> Rouge <input type="checkbox"/> Noir <input type="checkbox"/> Gris <input type="checkbox"/> Métallique <input type="checkbox"/> Autre : | <input type="checkbox"/> Rouge <input type="checkbox"/> Noir <input type="checkbox"/> Gris <input type="checkbox"/> Métallique <input type="checkbox"/> Autre : | <input type="checkbox"/> Rouge <input type="checkbox"/> Noir <input type="checkbox"/> Gris <input type="checkbox"/> Métallique <input type="checkbox"/> Autre : |
| La toiture est-elle peinte ou vernie ? | Oui / Non / Je ne sais pas | Oui / Non / Je ne sais pas | Oui / Non / Je ne sais pas |
| Matériau de la toiture | <input type="checkbox"/> Tuiles <input type="checkbox"/> Ardoises naturelles <input type="checkbox"/> Ardoises artificielles <input type="checkbox"/> Roofing - asphalte <input type="checkbox"/> Roofing - bitume <input type="checkbox"/> Caoutchouc (EPDM) <input type="checkbox"/> Métal (acier, alu, Cu, Zinc, Pb, ...) Si métal, lequel : <input type="checkbox"/> Autre : | <input type="checkbox"/> Tuiles <input type="checkbox"/> Ardoises naturelles <input type="checkbox"/> Ardoises artificielles <input type="checkbox"/> Roofing - asphalte <input type="checkbox"/> Roofing - bitume <input type="checkbox"/> Caoutchouc (EPDM) <input type="checkbox"/> Métal (acier, alu, Cu, Zinc, Pb, ...) Si métal, lequel : <input type="checkbox"/> Autre : | <input type="checkbox"/> Tuiles <input type="checkbox"/> Ardoises naturelles <input type="checkbox"/> Ardoises artificielles <input type="checkbox"/> Roofing - asphalte <input type="checkbox"/> Roofing - bitume <input type="checkbox"/> Caoutchouc (EPDM) <input type="checkbox"/> Métal (acier, alu, Cu, Zinc, Pb, ...) Si métal, lequel : <input type="checkbox"/> Autre : |
| La toiture est-elle isolée ? | Oui / Non / Je ne sais pas | Oui / Non / Je ne sais pas | Oui / Non / Je ne sais pas |

Questionnaires

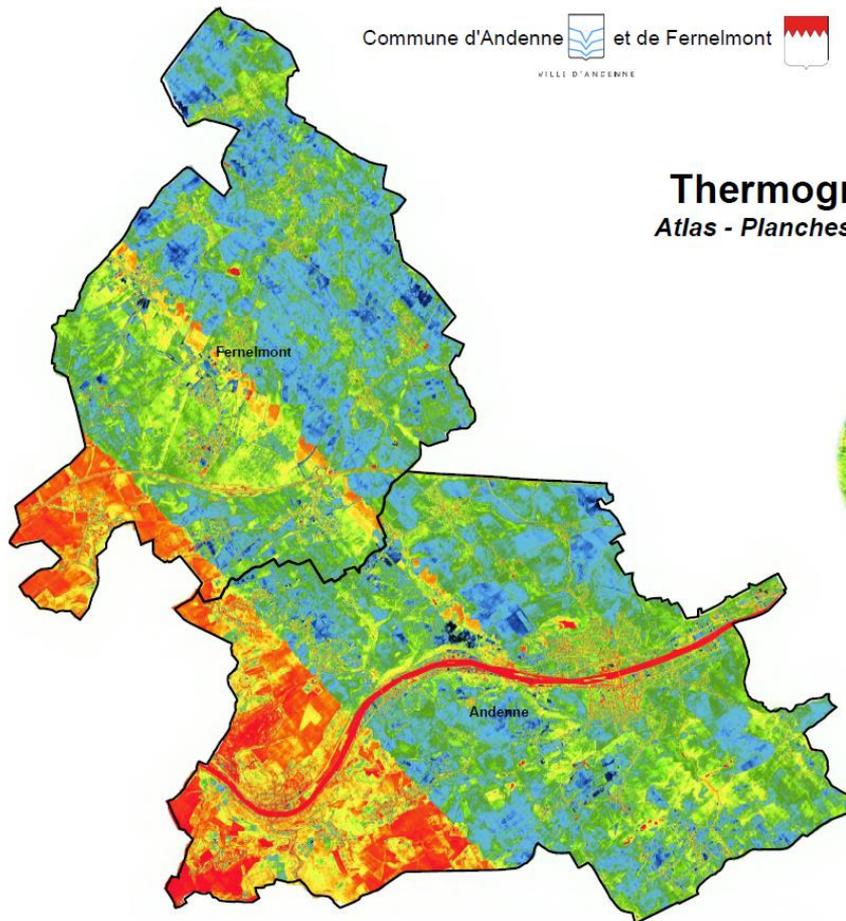
| | |
|---|------------|
| Nombre total de questionnaires | 162 |
| Nombre total de mesures utilisables | 256 |
| → Pour construire la clé d'interprétation (80 %) | 205 |
| → Pour valider (20 %) | 51 |



LES DOCUMENTS PRODUITS

Thermographie aérienne

Atlas - Planches A3 : Mosaïque complète



Thermographie sur le territoire de la commune de
ANDENNE



climatmundi

Il est temps de penser au climat

Ce document certifie que

Marie Wénin

a contribué à la lutte contre le réchauffement climatique

en participant aux projets de réduction d'émissions de gaz à effet de serre sélectionnés par Climat Mundi

en compensant **11,20 tonnes de CO₂**

Le 09 avril 2013


Eric Parent
Directeur associé

Conjointement à toute action de compensation, nous recommandons de mettre en oeuvre toutes les actions possibles de réduction à la source des émissions de gaz à effet de serre.

Registre carbone
audité par
BUREAU VERITAS
Certification
Référence du certificat: 2012



www.climatmundi.fr

Clé d'interprétation

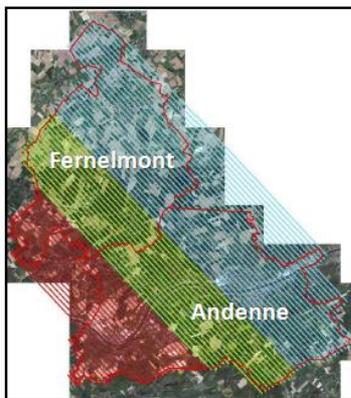
Au cours de quelle nuit votre habitation a-t-elle été thermographiée ?

La nuit du 21 au 22 mars; du 27 au 28 mars; ou du 3 au 4 avril 2013 ?

Etant donné que les communes d'Andenne et Fernelmont couvrent une superficie importante trois survols ont été nécessaires pour réaliser ce projet.

Les images thermographiques prises lors des différentes nuits ont été orthorectifiées et homogénéisées de telle sorte que deux habitations aux caractéristiques identiques et aux conditions de chauffage semblables puissent être comparées d'une part et d'autre de la zone d'étude. En conséquence il est important de connaître la nuit du survol de votre habitation si votre comportement de chauffage varie fortement d'une nuit à l'autre. Ci-dessous vous trouverez une carte illustrant la répartition des différentes zones.

| Nuit du 21 au 22 mars | Nuit du 27 au 28 mars | Nuit du 3 au 4 avril |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Couleur rouge | Couleur jaune | Couleur bleue |



Déterminez la qualité d'isolation de votre toiture en 6 étapes :

- 1** Au cours de quelle nuit votre habitation a-t-elle été thermographiée ?
La nuit du 21 au 22 mars; du 27 au 28 mars; ou du 3 au 4 avril 2013 ? Voir carte 1
- 2** Quelles étaient les conditions de chauffage de mon habitation la nuit du survol ?
Etiez-vous en vacances ? Comment était réglé le thermostat ?
- 3** Localisation de l'habitation sur la carte
Recherchez votre rue et essayez de trouver des points de repère tels que : la disposition des maisons, les cheminées, les fenêtres en toiture etc.
- 4** Identification des différentes parties de toiture de mon habitation
Ex. : une annexe en toit plat ou un garage, le grenier vs des pièces occupées sous toiture ...
- 5** Parcourez la clé d'interprétation ci-dessous pour chacune des parties de toiture

Est-ce que cette partie de toiture est (est couverte de)...

NON

 - Une toiture verte / Véranda
 - Eau/Glace
 - Une cheminée / Ventilation
 - La cime d'un arbre
 - Une bordure de toit
 - Une fenêtre de toit
 - Panneaux solaires / Gravier

OUI Cette partie n'est PAS INTERPRETABLE !

TOITURE

 - Toiture métallique OU Toiture sans métal ni PVC

La pièce sous cette toiture était-elle ... ?

 - chauffée durant la journée (ou $T > 12^{\circ}\text{C}$ durant la nuit) OU non-chauffée (et $T \leq 12^{\circ}\text{C}$ durant la nuit)
 - Toiture plate OU Toiture pentue*

A **B** **C** **D** **A**

* Les toitures pentues comprennent toutes les toitures "non-plates"
- 6** Utilisez la légende correspondante afin d'interpréter la qualité d'isolation** de la toiture

| | | |
|----------|--------------------|--------------------------------------|
| A | Non interprétable | Mauvaise / pas isolée |
| B | Très bonne / Bonne | Moyenne / Mauvaise |
| C | Très bonne / Bonne | Moyenne / Très mauvaise / pas isolée |
| D | Très bonne / Bonne | Moyenne / Mauvaise / non isolée |

** L'indication "bonne" correspond à une isolation en toiture ayant une valeur R = 3. La valeur R équivaut à l'épaisseur de l'isolant (en mètres) divisée par la valeur λ du matériau isolant.

