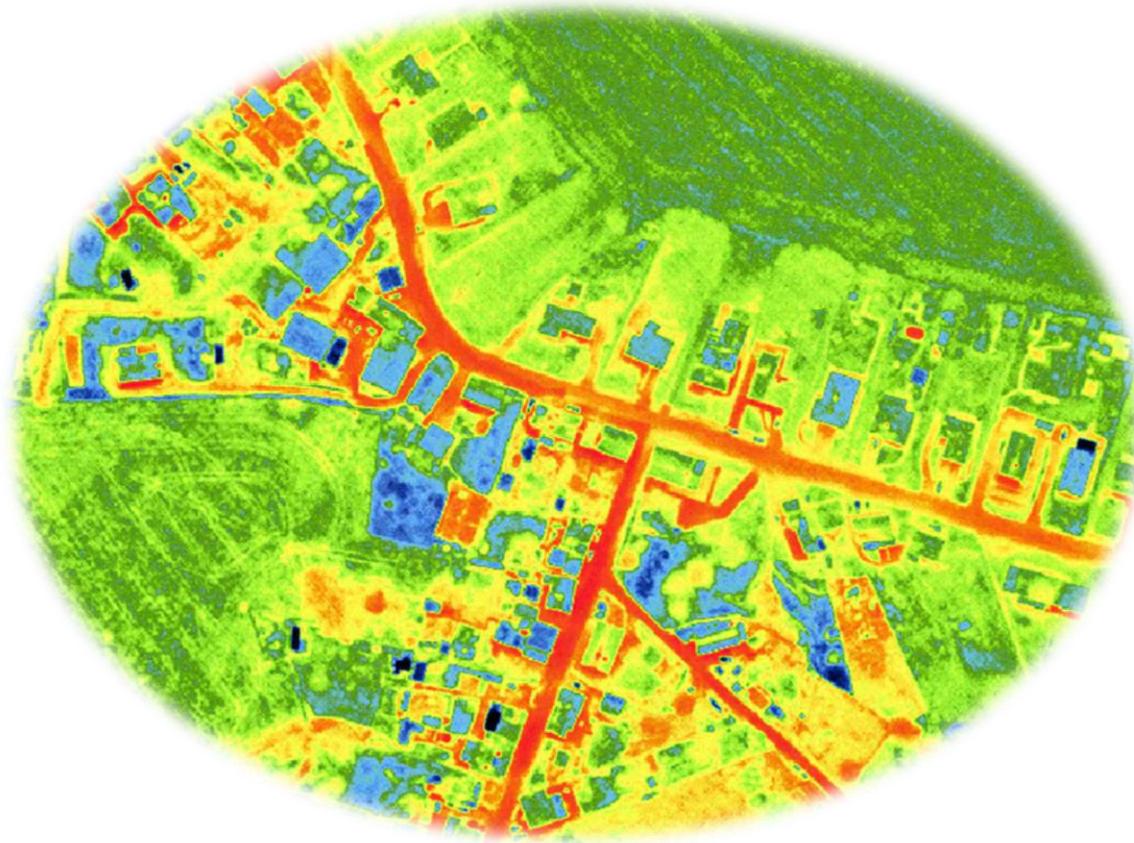


# La technique de la thermographie et ses diverses applications



Thierry ENGELS  
(WALPHOT, groupe EUROSENSE)

## ❖ Cadre des projets

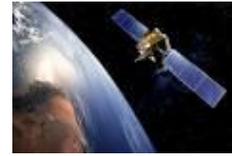
## ❖ Thermographie

- ❖ Aspects techniques

- ❖ Contraintes

## ❖ Résultats et retours

# Expertise

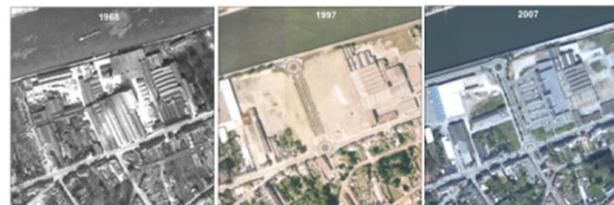
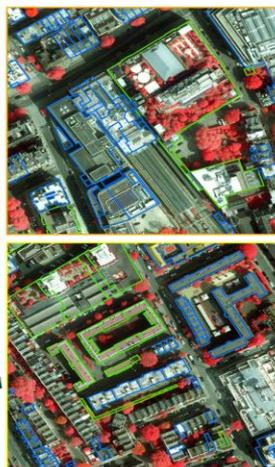
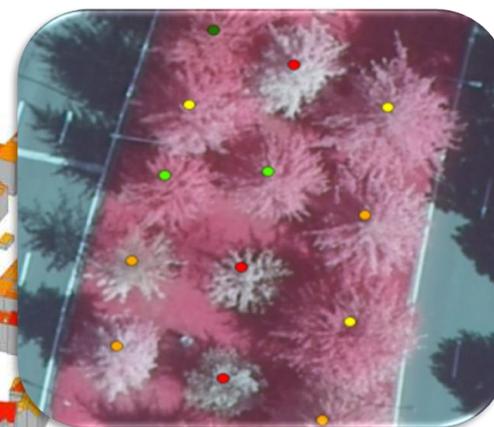
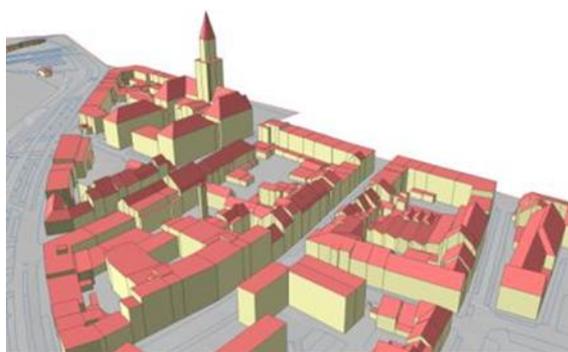


## ❖ Production de géo-données



# Expertise

## ❖ Intégration, analyse et services



# Projets thermographiques

- ❖ Déperdition thermique des toitures (2018)
  - ❖ Namur,
  - ❖ Junglister, Bruges, Anvers, Gand, Dilbeek, ...
  
- ❖ Autres applications :
  - ❖ Surveillance des terrils (BRGM) et décharges
  - ❖ Chauffage urbain
  - ❖ Evaluation de l'état des digues
  - ❖ Etudes microclimatiques

# Thermographie - autres applications



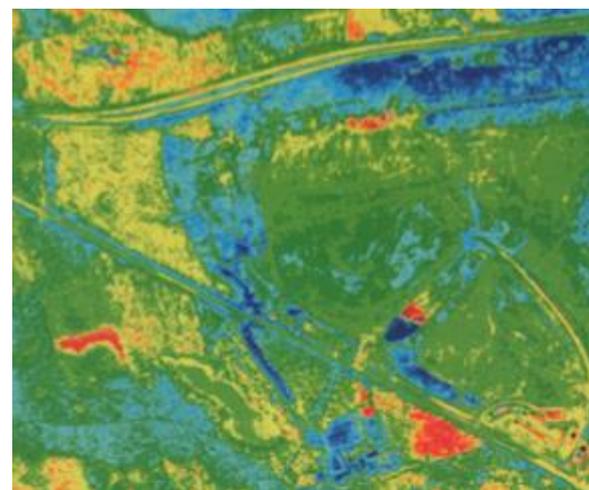
## Thermographie - autres applications



Détection des fuites dans les réseaux de chauffage urbain



Détection des déversements d'eau chaude

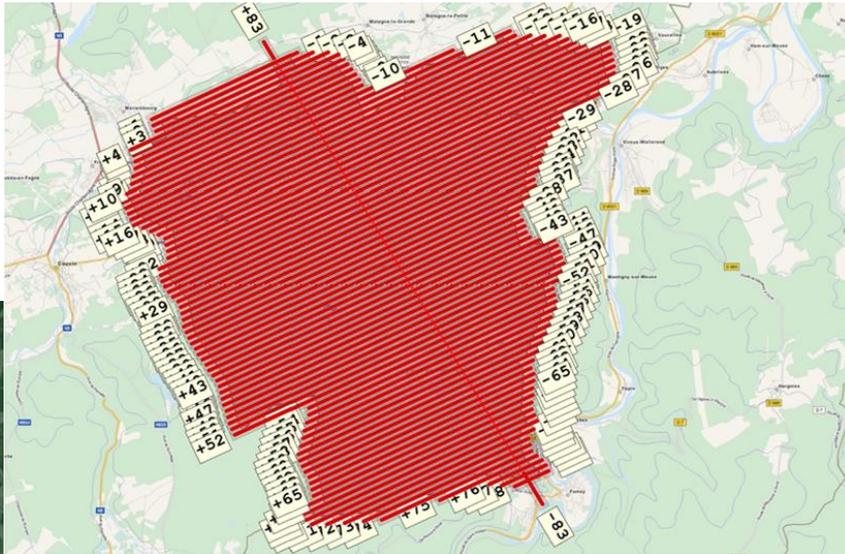


Détection de points chauds dans une décharge

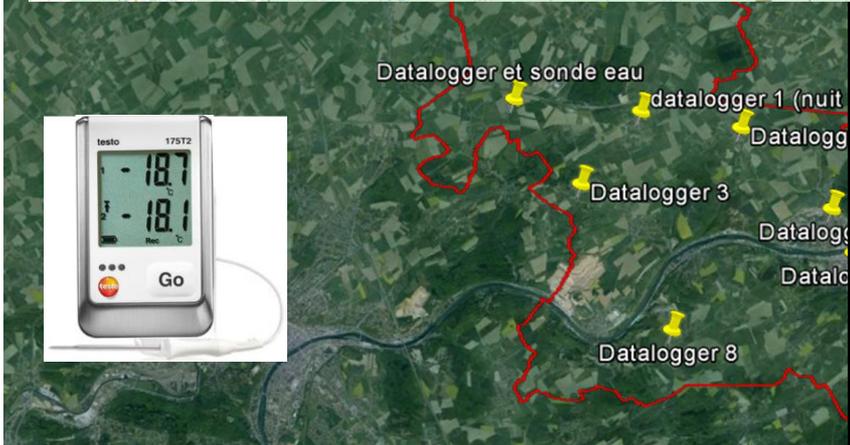
## Aspects techniques - équipement



# Aspects techniques - organisation



| THERMOMÈTRE N°1   |              |
|---|--------------|
| <b>LOCALISATION</b>   | <b>PHOTO</b> |
| Coordonnées GPS: 50°31'26.56"N<br>5° 0'26.22"E<br>Place de Floreffé à Hingeon |              |
| <b>COURBES DE TEMPÉRATURE</b>   |              |



**Campagne de thermographie aérienne  
Questionnaire – bâtiments de référence**

Nom: \_\_\_\_\_  
 Rue: \_\_\_\_\_ Nr.: \_\_\_\_\_  
 Commune: \_\_\_\_\_  
 GSM/Tel: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

**QUAND ?**

- Durant la nuit du vol de thermographie
- Étant donné qu'un bon vol de thermographie nécessite des conditions de vol très strictes, les vols nocturnes ne seront prévus que peu de temps avant le jour des mesures à pendre

**OU RENDEZ 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 à l'intérieur de votre habitation

**COMMENT EFFECTUER LES MESURES ?**

- Un simple thermomètre, par exemple un thermomètre au mercure, est suffisant
- Effectuez la mesure lorsque le thermomètre est déplié depuis une heure au moins dans la pièce
- Placez le thermomètre à une place centrale dans la pièce, évitez de le placer contre un mur ou sur un appui de fenêtre
- Prenez les mesures, si possible, au moment du vol

Il est important et nécessaire de faire des mesures dans les différentes pièces et sous le toit

**STRUCTURE GLOBALE DE LA MAISON**

**A. Type d'habitation (entouré à votre réponse):**

- Maison moyenne
- Maison 3 façades
- Maison 4 façades

**B. Entourez le type de structure de votre maison ou dessinez-la (schéma)**

**C. Indiquez avec une flèche l'emplacement des différents capteurs**

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

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

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

**MESURES DE TEMPÉRATURE**

Date des prises mesures: .../.../2011

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

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

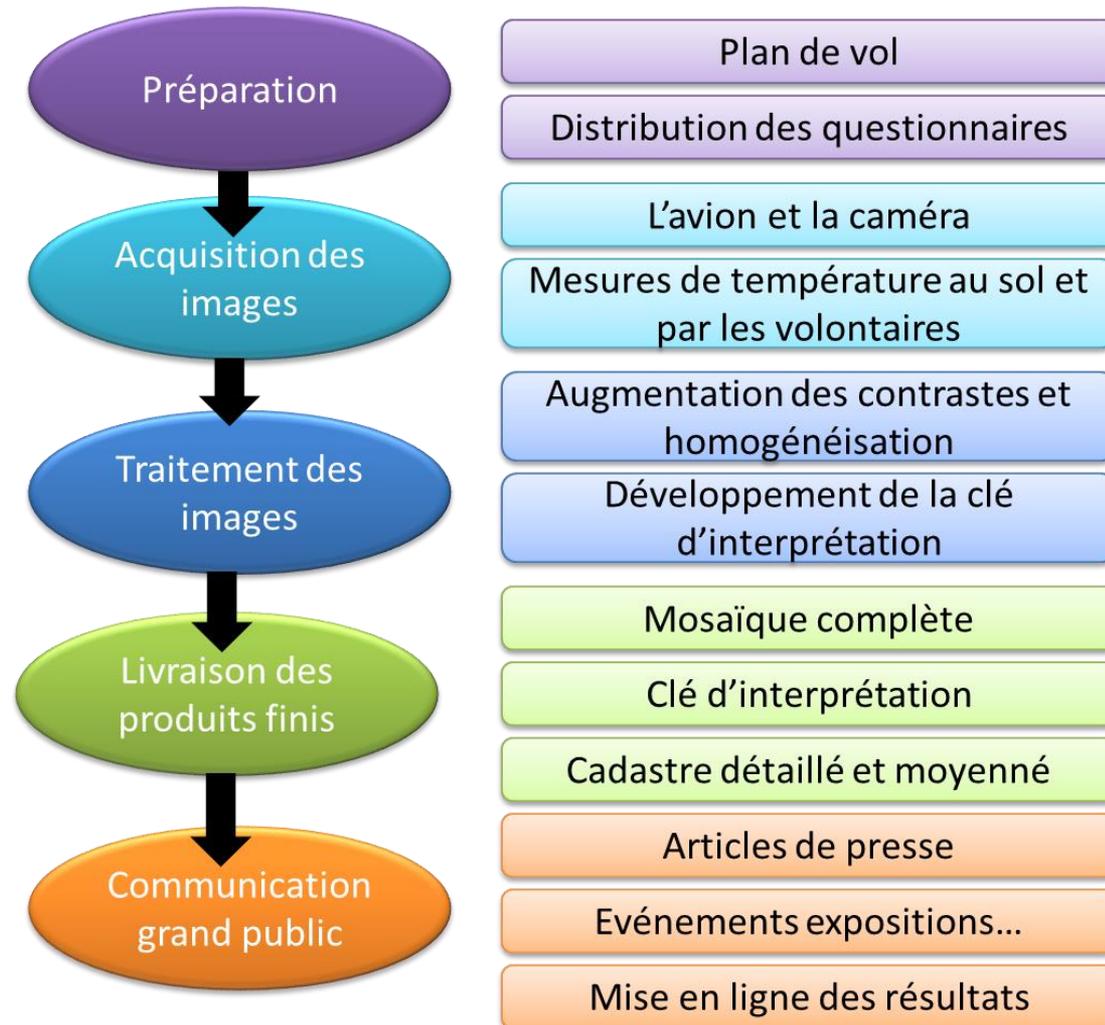
| MEASURE 1   | MEASURE 2 | MEASURE 3 |
|---|-----------|-----------|
| Heure de la mesure                                  |           |           |
| Température intérieure                              |           |           |
| Est-ce que la pièce a été chauffée le jour de vol ? |           |           |

**INFORMATIONS SUR LA TOITURE**

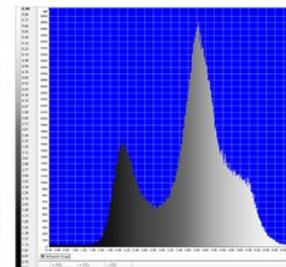
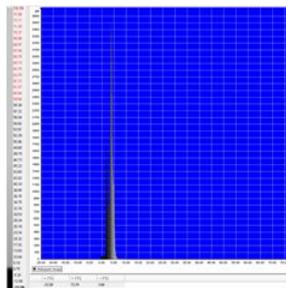
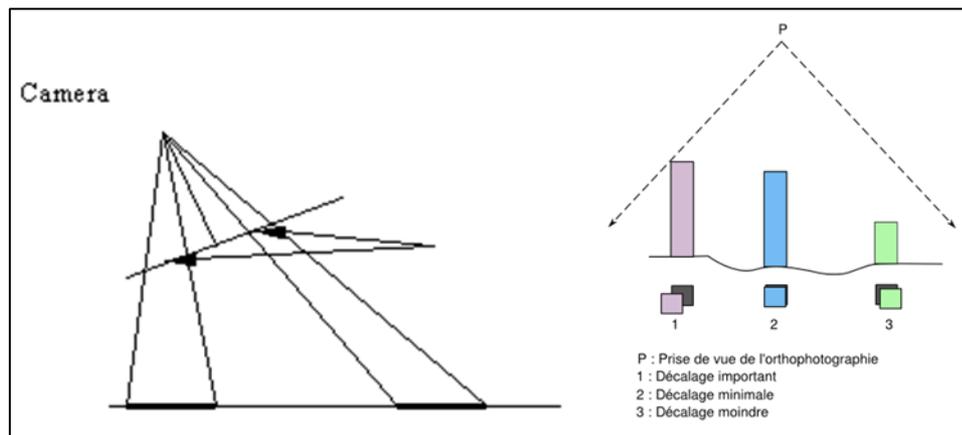
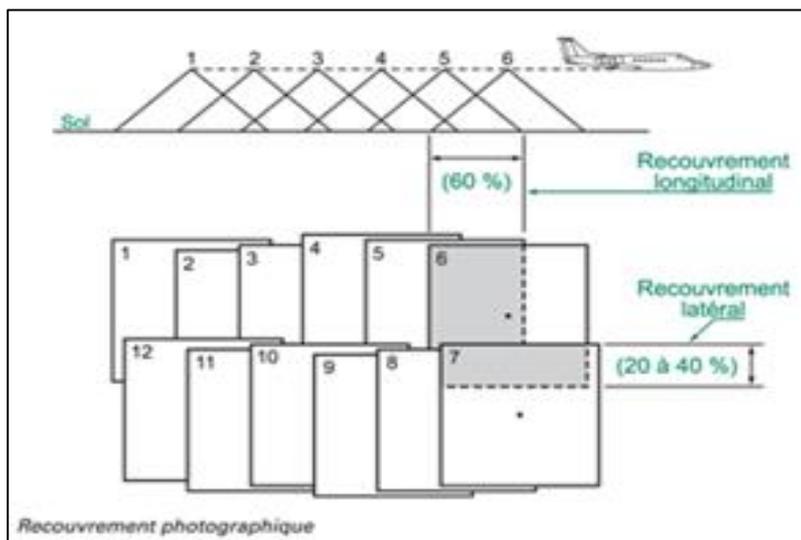
| Forme de toit entourant la borne (répondre)   | Toit plat Toit pentu Autre             | Toit plat Toit pentu Autre             | Toit plat Toit pentu Autre             |
|---|--|--|--|
| Azote de couverture de la toiture (répondre)  |  |  |  |
| Couleur de la toiture   |  |  |  |
| La toiture est-elle plate ou en pente ?   |  |  |  |
| Oui/Non   | Oui/Non                                | Oui/Non                                | Oui/Non                                |
| Matériaux de la toiture   |  |  |  |
| Tuiles  | Tuiles                                 | Tuiles                                 | Tuiles                                 |
| Ardoises naturelles   | Ardoises naturelles                    | Ardoises naturelles                    | Ardoises naturelles                    |
| Ardoises artificielles  | Ardoises artificielles                 | Ardoises artificielles                 | Ardoises artificielles                 |
| Coûtilhouve (EPDM)  | Coûtilhouve (EPDM)                     | Coûtilhouve (EPDM)                     | Coûtilhouve (EPDM)                     |
| Métal   | Métal                                  | Métal                                  | Métal                                  |
| (acier, Aluminium, Cu, ZINC, PE, etc.)  | (acier, Aluminium, Cu, ZINC, PE, etc.) | (acier, Aluminium, Cu, ZINC, PE, etc.) | (acier, Aluminium, Cu, ZINC, PE, etc.) |
| Autre   | Autre                                  | Autre                                  | Autre                                  |
| La toiture est-elle isolée ?  |  |  |  |
| Oui/Non   | Oui/Non                                | Oui/Non                                | Oui/Non                                |
| Si oui, quel est le type d'isolation ?  |  |  |  |
| Laine de verre  | Laine de verre                         | Laine de verre                         | Laine de verre                         |
| Polystyrène   | Polystyrène                            | Polystyrène                            | Polystyrène                            |
| Autre   | Autre                                  | Autre                                  | Autre                                  |
| Épaisseur de l'isolant  |  |  |  |
| cm  | cm                                     | cm                                     | cm                                     |
| Appui de l'isolant  |  |  |  |
| Panneaux  |  |  |  |
| Velux   | Velux                                  | Velux                                  | Velux                                  |
| Chéni-assis / Lucarne   | Chéni-assis / Lucarne                  | Chéni-assis / Lucarne                  | Chéni-assis / Lucarne                  |
| Coupoles  | Coupoles                               | Coupoles                               | Coupoles                               |
| Autre   | Autre                                  | Autre                                  | Autre                                  |
| Si chéni-assis: Est-elle utilisée le soir du vol ?  |  |  |  |
| Autres informations nécessaires sur la toiture ou l'isolation de la maison (ex: isolation en plancher du grenier) ? |  |  |  |

Merci beaucoup pour votre participation !!

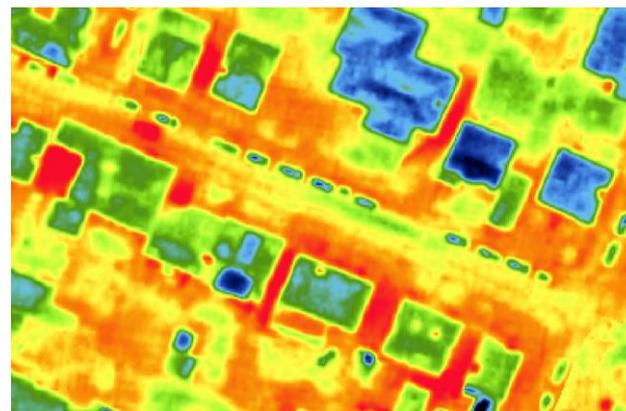
## Processus de traitement



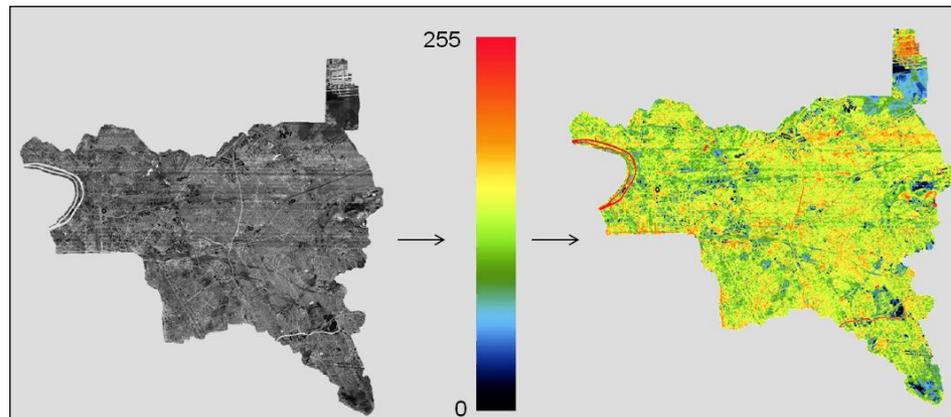
# Traitements



# Résultats bruts

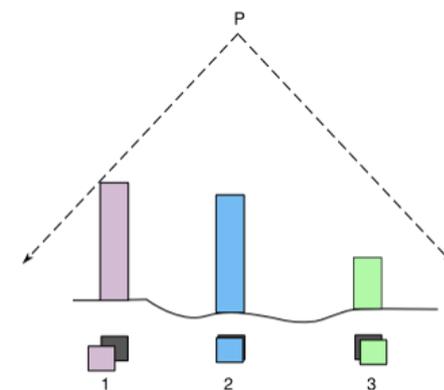
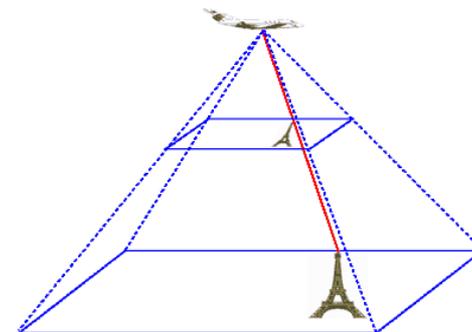
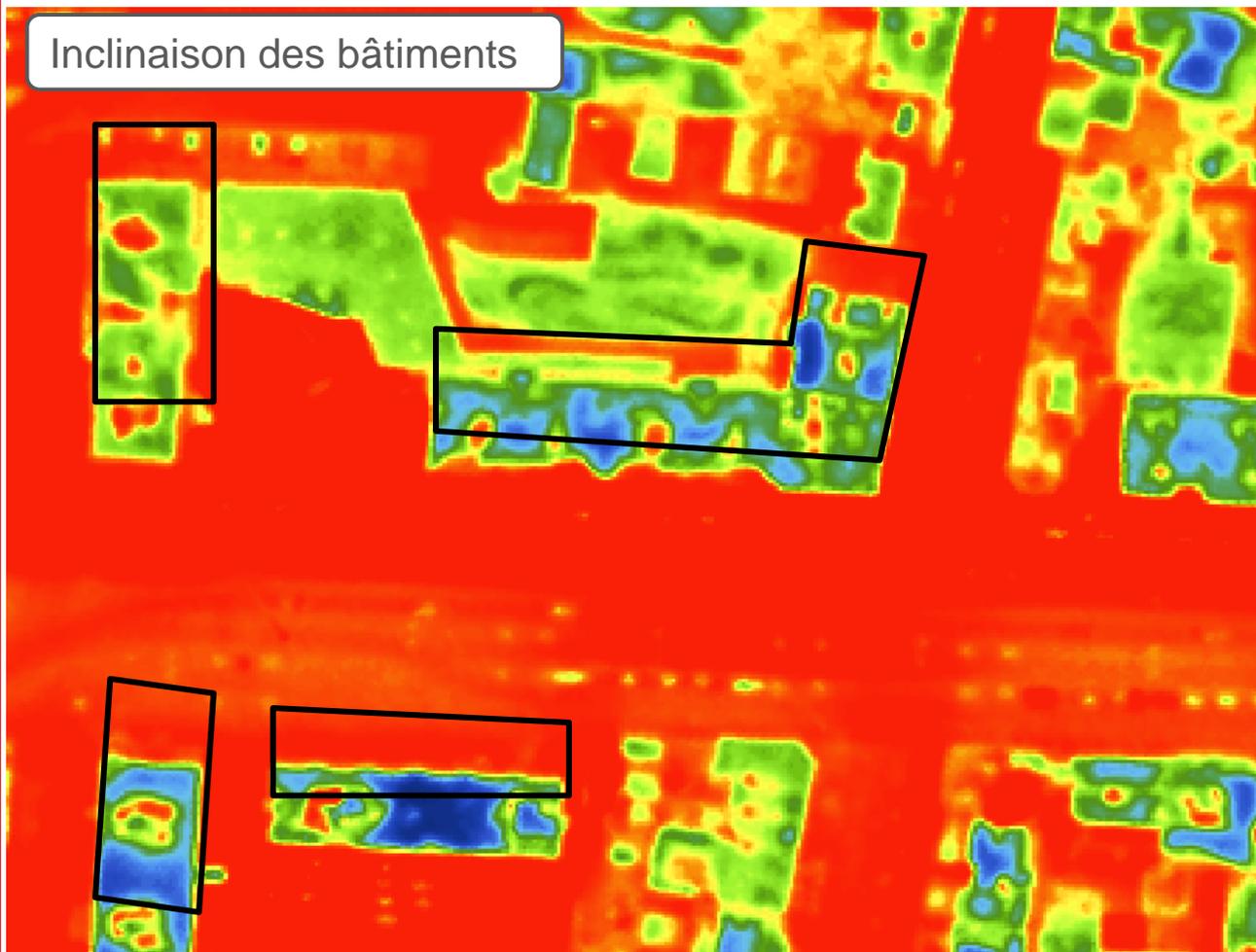


# Calibration

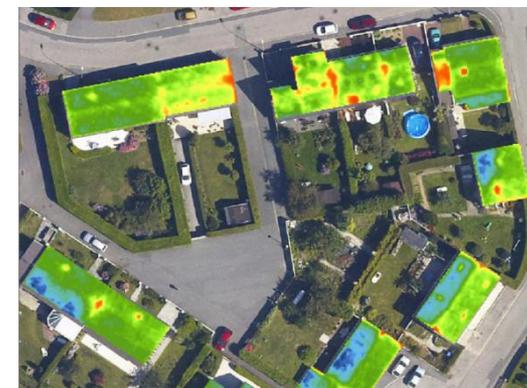
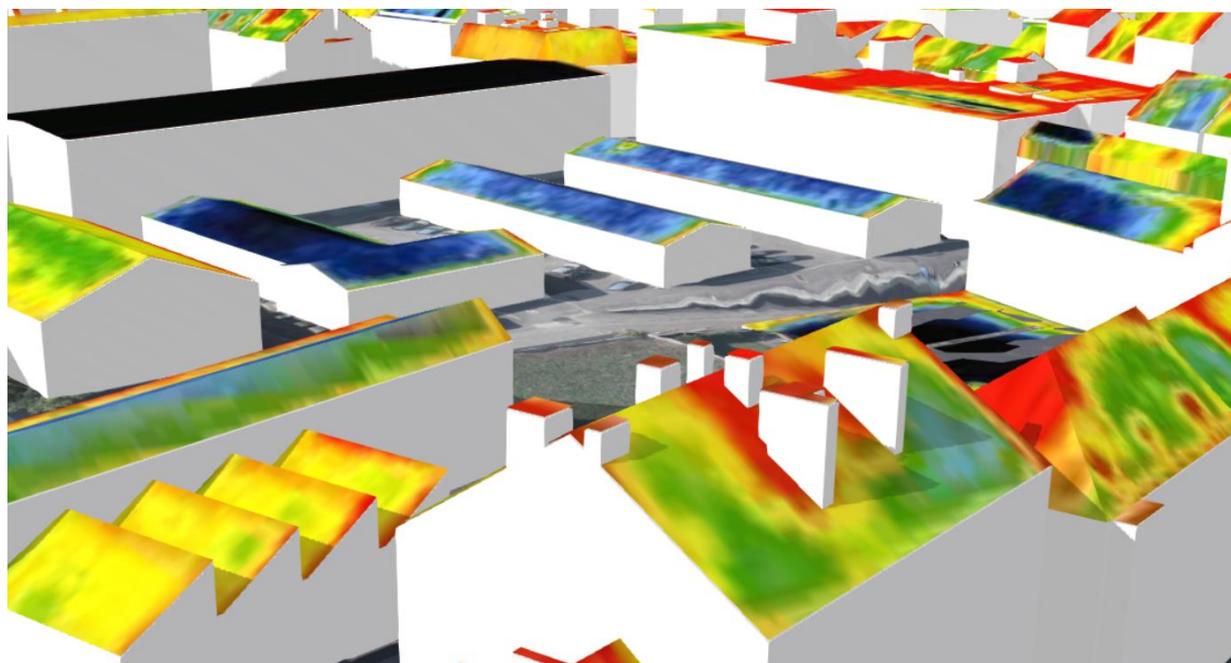


# Thermographie

Inclinaison des bâtiments



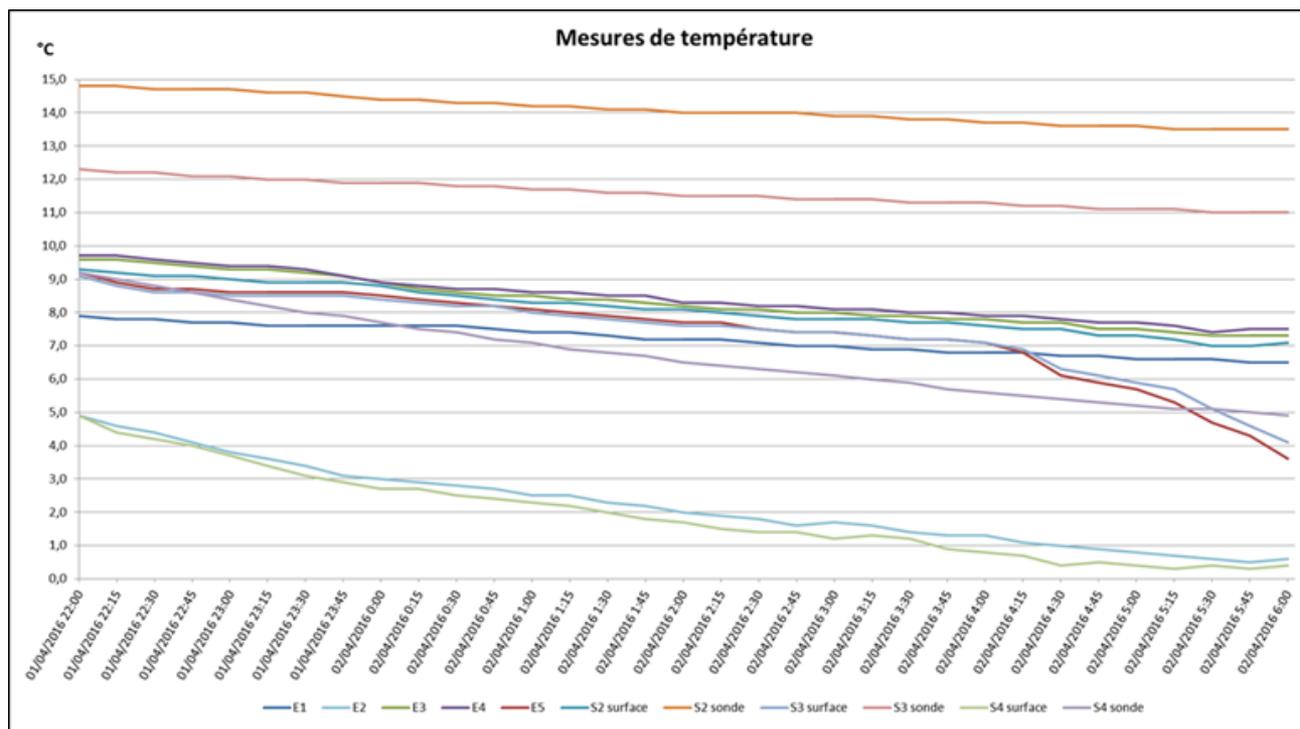
## Résultats par bâtiment



## Contraintes - météo et conditions au sol

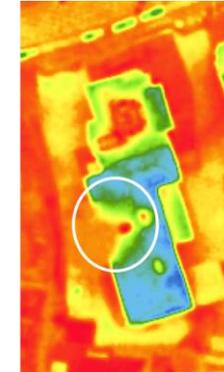
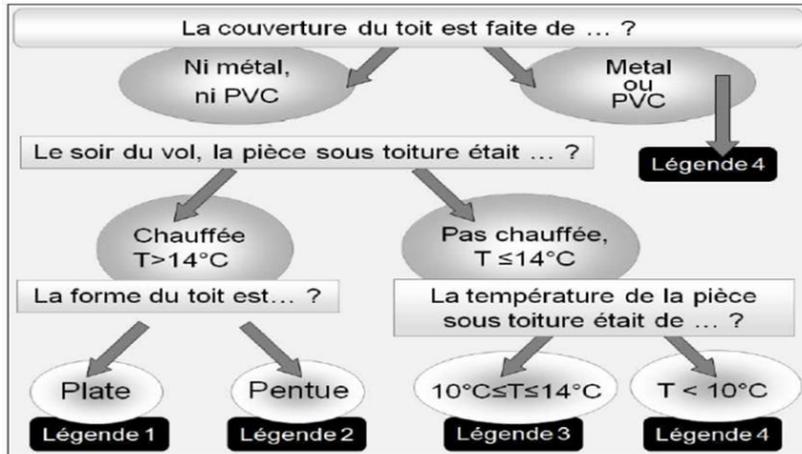
| Conditions météorologiques requises                        | Explication   |
|--|---|
| <b>Une nuit claire</b>                                     | La nuit doit être claire pour éviter l'absorption du rayonnement électromagnétique par les particules atmosphériques et permettre au rayonnement solaire de la journée de s'évacuer.      |
| <b>Une température extérieure froide</b>                   | Des températures extérieures doivent être suffisamment froides pour permettre un contraste avec les températures au sol et permettre la détection de points chauds.                       |
| <b>Absence de neige</b>                                    | La neige recouvre les surfaces à mesurer et fausse les mesures. En cas de présence de neige, la caméra mesure les rayonnements émis par la neige et non les rayonnements émis par le sol. |
| <b>Vent faible ou nul</b>                                  | Le vent refroidit des surfaces par convection. S'il y a trop de vent, les surfaces paraissent moins déperditives de chaleur qu'elles ne le sont en réalité.                               |
| <b>Pas de précipitations dans les 36h précédant le vol</b> | L'humidité change l'émissivité des matériaux. Il faut donc que le temps soit le plus sec possible. Si la surface est humide, elle paraîtra plus déperditive qu'elles ne l'est en réalité. |

## Contraintes - créneau horaire



Autres contraintes légales liées au survol ...

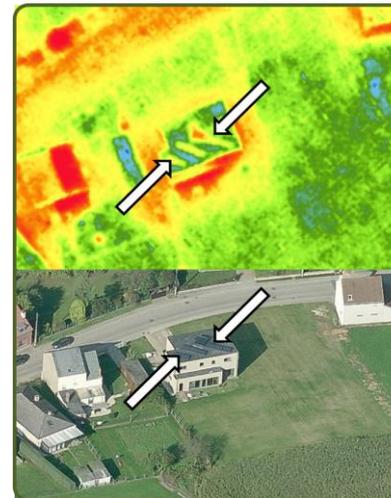
# Aide à l'interprétation



**Légende de couleur – Estimation de la qualité de l'isolation du toit**

|                  | Excellente                     | Très bon   | Bonne | Plutôt moyenne | Moyenne | Plutôt mauvaise | Mauvaise/nulle |
|------------------|--------------------------------|------------|-------|----------------|---------|-----------------|----------------|
| <b>Légende 1</b> | [Color scale from blue to red] |            |       |                |         |                 |                |
| <b>Légende 2</b> | Excellente                     | Très bonne | Bonne | Plutôt moyenne | Moyenne | Plutôt mauvaise | Mauvaise/nulle |
| <b>Légende 3</b> | Excellent                      | Très bon   | Bonne | Plutôt moyen   | Moyen   | Plutôt mauvais  | Mauvaise/nulle |
| <b>Légende 4</b> | Pas interprétable              |            |       | Mauvaise/nulle |         |                 |                |

**Remarque:** L'indication d'une "bonne" isolation se réfère à une valeur R du toit d'environ 4,7 ou plus (La valeur R est un coefficient thermique de capacité d'isolation qui dépend de l'épaisseur et de la qualité du matériau isolant (valeur A))



# Participation citoyenne

**Campagne de thermographie aérienne**  
**Questionnaire – bâtiments de référence**

Nom : \_\_\_\_\_

Rue : \_\_\_\_\_ Nr. : \_\_\_\_\_

Commune : \_\_\_\_\_

GSM/Tel : \_\_\_\_\_ E-mail : \_\_\_\_\_

**QUAND ?**

- 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 présents que peu de temps avant le jour des mesures à prendre

**OÙ PRENDRE LES MESURES DE TEMPÉRATURE ?**

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

**COMMENT EFFECTUER LES MESURES ?**

- Un simple thermomètre, par exemple un thermomètre au mercure, est suffisant
- Effectuer la mesure lorsque le thermomètre est déjà 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**

**STRUCTURE GLOBALE DE LA MAISON**

A. Type d'habitation (entouré d'une croix rouge) :

- Maison mitoyenne
- Maison 3 façades
- Maison 4 façades

B. Entourer le type de structure de votre maison ou dessinez-la (schéma)

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

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

E. Métré de précision l'emplacement des différents éléments suivants si présents :

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

**MESURES DE TEMPÉRATURE**

Date des prises mesures : ...../...../2011

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

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

|   | MESURE 1 | MESURE 2 | MESURE 3 |
|---|----------|----------|----------|
| Heure de la mesure                                  |          |          |          |
| Température intérieure                              |          |          |          |
| Est-ce que la pièce a été chauffée le jour du vol ? |          |          |          |

**INFORMATIONS SUR LA TOITURE**

| Forme du toit (entourer la bonne réponse) | Toit plat | Toit pentu | Toit plat | Toit pentu |
|---|-----------|------------|-----------|------------|
|   |           |            |           |            |

Année de construction de la toiture (estimation) : \_\_\_\_\_

Matériau de la toiture

La toiture est-elle peinte ou vernie ?  Oui  Non

Matériaux de la toiture

La toiture est-elle isolée ?  Oui  Non

Si oui, quel est le type d'isolation ?

Épaisseur de l'isolant

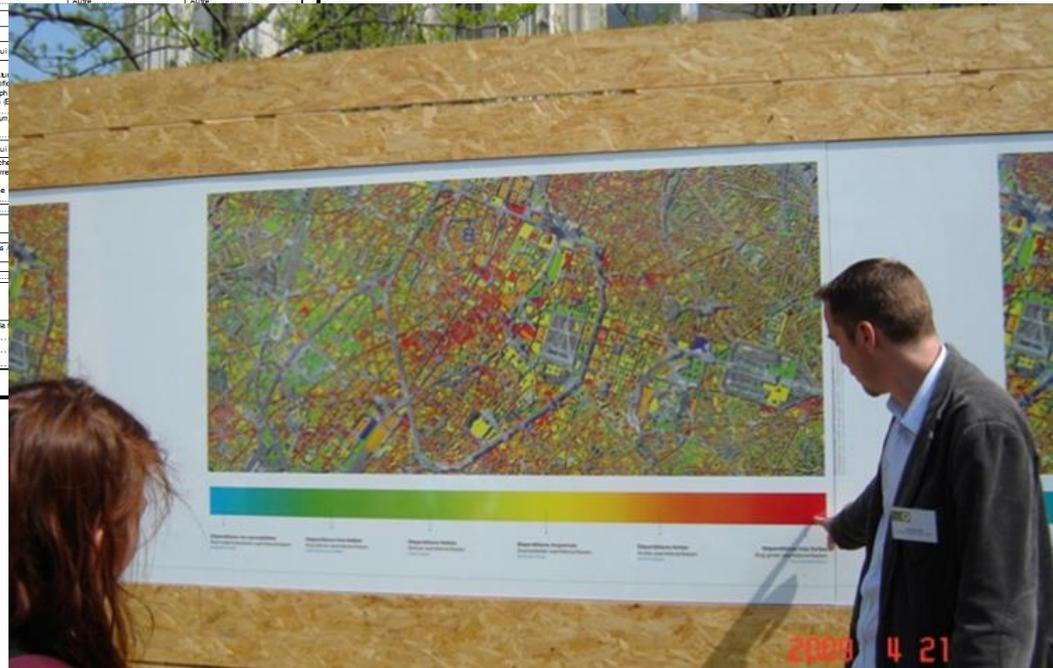
Age de l'isolant

Matériau

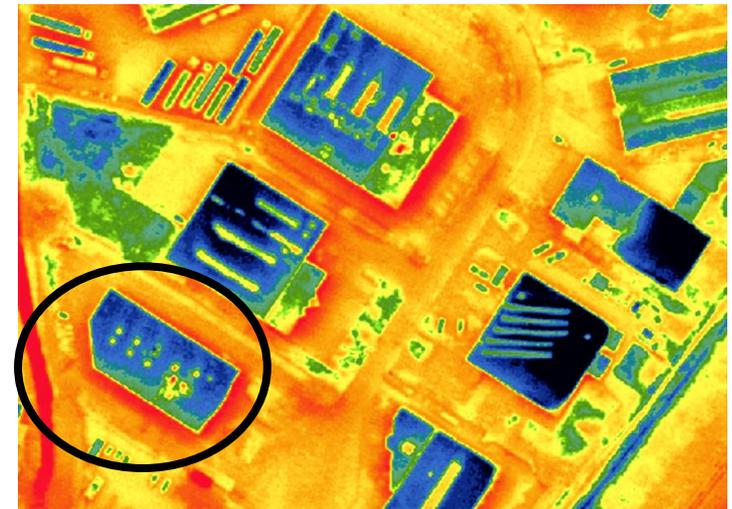
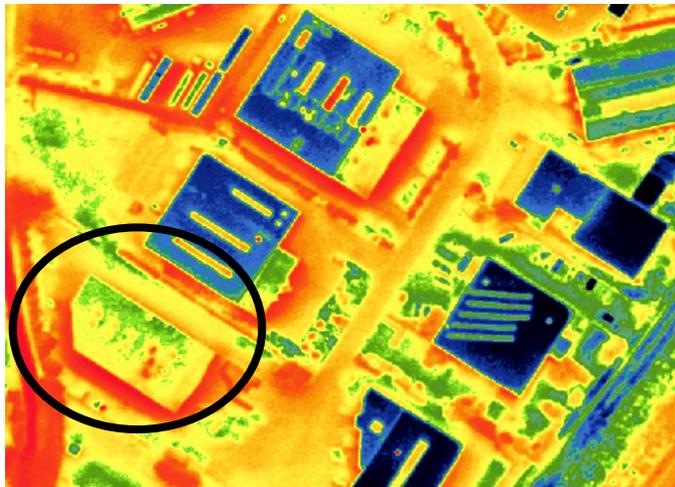
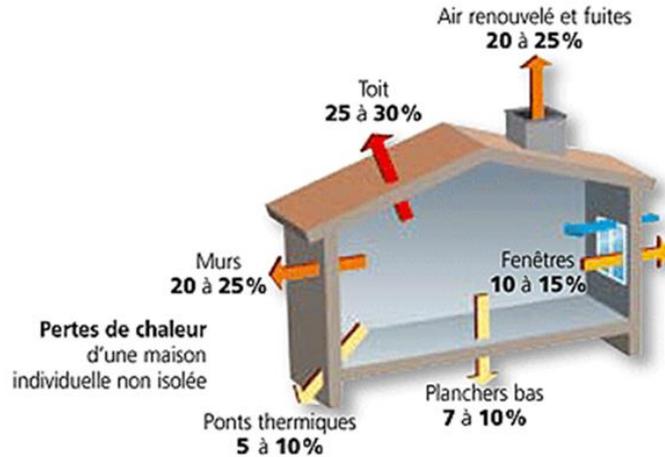
Type et nombre de fenêtres

Si cheminée...  
- Est-elle utilisée ?  
- Est-elle utilisée le soir du vol ?

Autres informations nécessaires sur la



# Thermographie - communication



# Merci pour votre attention

Contact :

[thierry.engels@walphot.com](mailto:thierry.engels@walphot.com)

+32 476 899888