

## La thermographie aérienne : un outil de sensibilisation à la maîtrise d'énergie



Laurent Migreux / Mecod

**En déterminant le niveau de déperdition thermique des bâtiments, la thermographie aérienne permet de réaliser un diagnostic énergétique de l'habitat susceptible de sensibiliser la population à une meilleure maîtrise de l'énergie.**

La maîtrise de la consommation énergétique représente un enjeu en Île-de-France, à la fois pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre (GES) et pour assurer une meilleure indépendance énergétique de la région. Or, en 2005, le secteur résidentiel-tertiaire représentait en France 23,7 % des émissions de GES<sup>(1)</sup> et 33,8 % en Île-de-France, l'essentiel étant dû au chauffage. Afin de sensibiliser la population à la maîtrise de l'éner-

gie, quelques collectivités en France ont décidé de réaliser un diagnostic de la qualité de leur habitat en exploitant la thermographie aérienne.

### Maîtriser la consommation énergétique

La France s'est engagée à diviser par quatre ses émissions de GES entre 2000 et 2050<sup>(2)</sup>. Afin de répondre à cet objectif, le pays s'est doté, en 2004, d'un plan climat, révisé en 2006. Un des secteurs concernés est le bâtiment,

où il est possible de limiter les émissions en maîtrisant la consommation d'énergie et en utilisant des énergies renouvelables. Dans ce secteur, le chauffage est responsable d'une grande part de la consommation énergétique : en 2004, 70 % pour l'habitat et 54 % pour le bâtiment tertiaire<sup>(3)</sup>. Il devient nécessaire d'améliorer l'isolation du bâti existant, ce qui permet également de réduire à moyen terme la facture des ménages.

De plus, afin de sensibiliser les habitants aux dépenses énergétiques dans le secteur de l'habitat, depuis le 1<sup>er</sup> novembre 2006 pour les ventes et le 1<sup>er</sup> juillet 2007 pour les locations, il est obligatoire de fournir un diagnostic de performance énergétique<sup>(4)</sup>. Par ailleurs, depuis 1975, date de

la première réglementation thermique (RT), les nouvelles constructions ont l'obligation de respecter un niveau minimum d'isolation. La réglementation actuelle, la RT 2005, oblige toutes les constructions neuves à respecter une limite de consommation énergétique de référence<sup>(5)</sup>. Selon les objectifs actuels, entre 2000 et 2020, les exigences auront été actualisées tous les cinq ans, et auront augmenté entre ces deux dates de 40 %.

Outre ces mesures obligatoires, l'État encourage les propriétaires, bailleurs et collectivités à engager des travaux par des incitations (mesures fiscales, aides financières) et par le soutien d'une politique de labels. En effet, lors de travaux d'isolation, les propriétaires peuvent bénéficier de crédits d'impôt, d'un taux de TVA réduit, de subventions de l'ANAH (Agence nationale de l'amélioration de l'habitat), des éco-prêts (prêts à taux avantageux des banques pour le financement de travaux visant à réduire la consommation énergétique). Les collectivités peuvent également bénéficier d'aides lorsqu'elles engagent par

(1) Citepa, gaz concernés : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

(2) Loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique.

(3) Ademe, d'après CEREN 2004.

(4) Loi n° 2004-1343 du 9 décembre 2004 de simplification du droit, art. 41 II.

(5) Par exemple, pour un chauffage à combustibles fossiles en Île-de-France, 130 kWh énergie primaire/m<sup>2</sup>/an.

exemple des OPATB (opération programmée d'amélioration thermique des bâtiments) : cette opération vise à encourager les différents acteurs de bâtiments existants (habitat et tertiaire, public et privé) d'un quartier à entreprendre des travaux d'amélioration énergétique. Enfin, plusieurs labels garantissent l'efficacité énergétique d'un bâtiment. Par exemple, le label HPE 2005 (haute performance énergétique) certifie qu'un bâtiment a une consommation inférieure de 10 % à la consommation énergétique minimum imposée par la réglementation thermique.

### Une méthode rigoureuse

30 % des déperditions de chaleur d'un bâtiment s'effectuent par le toit selon l'Ademe<sup>(6)</sup>. C'est pourquoi une dizaine de communes françaises ont jugé nécessaire la réalisation d'une thermographie aérienne de leur territoire afin de sensibiliser la population aux problèmes d'isolation.

En effet, grâce à la méthode de thermographie aérienne, il est

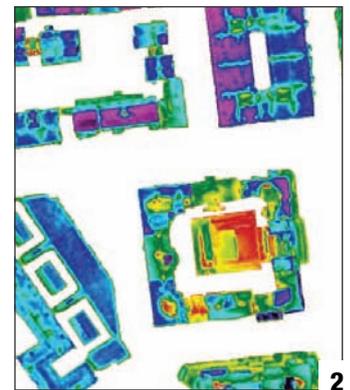
possible de voir en hiver le niveau de déperdition de chaleur, de chaque habitation, à l'aide d'une caméra infrarouge embarquée sur hélicoptère qui mesure les flux de rayonnement incident de chaque toiture des bâtiments survolés.

Pour réaliser une thermographie aérienne, les conditions météorologiques sont particulières : une température extérieure de 5 °C maximum, pas de précipitations dans les 36 heures précédant le jour du survol, des relevés entre 6 h et 9 h, et non pas le soir, car les mesures prendraient en compte la chaleur accumulée dans la journée. Un hélicoptère effectue un survol à environ 400 mètres d'altitude, ce qui permet une précision-résolution de 30 cm environ. Une caméra embarquée enregistre les images en continu dans le spectre de l'infrarouge. Les images sont ensuite traitées par un thermicien en différé. Selon le niveau de déperdition des parties du toit d'une habitation, une couleur est

attribuée parmi six possibles, par exemple, du bleu foncé pour des zones à faible déperdition, au rose pour une forte déperdition, avec des différences pouvant être de 12 °C entre les deux extrêmes. Les bâtiments colorés sont ensuite numérisés à l'aide du cadastre, permettant l'intégration dans un SIG (système d'information géographique), et sont aussi disponibles sous forme papier. Quelques entreprises, présentes sur le marché (TCC-Cerene, ITC, LNE...) offrent diverses prestations : du relevé au traitement d'images, en passant par la communication. Dans une démarche responsable, certaines entreprises, conscientes de l'impact de l'hélicoptère sur les émissions de GES, proposent de compenser leurs émissions de carbone.

Les résultats de la thermographie aérienne ne sont pas des résultats obtenus en valeurs absolues, ils donnent une indication, mais ne permettent pas pour l'instant de mesurer des déperditions d'énergie en watt par mètre carré et donc des émissions de CO<sub>2</sub>. De plus, les résultats sont normalisés au niveau d'une collectivité. Ainsi, un bâtiment à forte déperdition pourrait être considéré à déperdition moyenne dans une autre. Il n'existe pour l'heure aucune normalisation nationale. Il faut alors communiquer aux propriétaires que ces résultats ne sont qu'une estimation et qu'ils dépendent aussi des comportements et aménagements des occupants, ce qui peut compliquer la prise d'initiative pour isoler. Par exemple, l'absence d'occupants au moment de la mesure fera apparaître de faibles déperditions, si le chauffage a été coupé. Au contraire, l'aménagement de combles fait élever la température du toit. De même, certaines interprétations peuvent être influencées par des paramètres particuliers : matériaux et inclinaison de la toiture, ainsi que l'éventuelle présence de feuillage au-dessus d'une toiture peuvent faire varier l'émission mesurée. Si l'on est conscient de ces limi-

### ▼ De la mesure à l'indicateur



1. image visible - 2. image thermique - 3. carte thermique des bâtiments : en vert, faible déperdition, en rouge : forte déperdition.

Grenoble, mars 2007 / Crédits : ITC

tes, la thermographie aérienne reste un bon outil de sensibilisation des populations.

### Des expériences réussies en France, mais qui demandent un suivi

Depuis 2002, en France, une dizaine de collectivités ont lancé une opération de thermographie aérienne, avec une augmentation record pendant l'hiver 2006-2007. Cette date correspond à l'amélioration de la technique, technique rendue disponible pour le

### Et en Île-de-France ?

La région Île-de-France a un parc immobilier ancien, avec 71,5 % des logements construits avant 1975, contre 66 % pour la moyenne nationale. La réglementation thermique n'existant pas avant cette date, ces logements sont 2,5 fois plus «énergivores» que les logements construits en 2000, l'isolation très mauvaise entraînant ainsi une forte consommation de chauffage. Agir sur l'isolation des bâtiments représente donc pour la région un fort potentiel de maîtrise énergétique et de lutte contre l'effet de serre.

Le conseil régional a mis en place un «plan énergie», voté en mai 2006, qui vise à développer les énergies renouvelables et qui encourage la maîtrise de l'énergie. Dans ce plan, il est défini des subventions destinées à des maîtres d'ouvrage, des collectivités, mais aussi, fait nouveau, à des particuliers. Parmi les aides, la région octroie jusqu'à 40 % du financement aux établissements publics de coopération intercommunale, désirant entreprendre une thermographie aérienne sur leur territoire.

Ces dernières années, seule la commune de Noisiel a effectué une opération de thermographie aérienne de ses bâtiments, mais quelques collectivités franciliennes ont lancé un appel d'offre pour l'hiver 2007-2008 : par exemple, la communauté de communes de Drancy-Le Bourget (93), et la commune de Maurepas (78).

Par ailleurs, deux départements ont instauré des plans climats territoriaux - les Hauts-de-Seine et Paris -, dans lesquels il est confirmé que le bâtiment est un secteur clé de l'action contre le réchauffement climatique et où il est proposé des actions pour y remédier.

Enfin, il existe un réseau croissant d'Espaces Info-Énergie, une trentaine, susceptibles de prendre le relais des opérations et d'informer la population. Il est aussi prévu dans le plan énergie de la région la création de vingt autres agences locales de l'énergie.

public, mais aussi à la volonté croissante de la part des communes de connaître l'état environnemental de leur territoire.

Le premier but de ces collectivités est de sensibiliser la population aux problèmes d'isolation et de pouvoir ainsi estimer les déperditions de chaleur.

Le coût d'une opération dépend de la superficie analysée, du nombre d'habitants et du nombre de logements. Le coût moyen est compris entre 1 et 2 euros par habitant. Par exemple, il est évalué à 0,7 euro par habitant pour Paris, à 1,8 euro pour Noisiel, commune périurbaine de Seine-et-Marne de 16 000 habitants. Ces collectivités locales ont souvent, mais pas toujours, bénéficié de subventions publiques (départements, régions, Ademe, Europe...) et parfois privées (EDF, Caisse des dépôts...) dans des proportions variables.

La réussite de cette opération s'appuie sur une campagne de communication dans la presse,

mais aussi et surtout auprès des habitants. La méthode qui semble la plus efficace consiste à présenter les résultats en premier lieu lors d'un salon ou d'une manifestation («Salon de l'environnement», «fête de la ville»,...) qui permet au public, de faire intervenir des professionnels de l'énergie (intervenants de l'Ademe) et éventuellement d'associer des professionnels de l'isolation. Ces salons rencontrent un grand succès : 6 500 personnes au stand de Reims en deux jours et demi, et 7 000 personnes à Gap sur 40 000 habitants. Par la suite, les résultats sont consultables en mairie sur rendez-vous, dans les Espaces Info-Énergie (EIE) lorsqu'ils existent, et sont parfois mis en ligne sur Internet (Noisiel, Dunkerque, Marseille, Maurepas...)<sup>(7)</sup>.

La thermographie aérienne est essentiellement un outil de sensibilisation, un moyen de communiquer sur les économies d'énergie. Les conseillers des EIE consti-



Laurent Mignaux / Medd

Une caméra embarquée mesure les flux de rayonnement incident des toitures survolées.

tuent ensuite des bons relais pour les détails pratiques concernant l'amélioration de l'habitat pour un particulier. Ils indiquent quels sont les meilleurs types de travaux à réaliser en fonction de l'état de la toiture, de l'ancienneté du bâtiment, renseignent sur les aides financières et proposent, s'il est nécessaire, de réaliser un diagnostic de performance énergétique plus complet.

(6) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

(7) [www.ville-noisiel.fr](http://www.ville-noisiel.fr); [www.dunkerquegrand-littoral.org](http://www.dunkerquegrand-littoral.org) ; [www.marseille.fr/thermo](http://www.marseille.fr/thermo) ; [www.maurepas.net](http://www.maurepas.net)

### Tableau non exhaustif des opérations récentes de thermographie aérienne de collectivités en France - Août 2007

collectivité	caractéristiques couverte	superficie	achèvement	coût indicatif	partenaires du projet	communication	relais, action
Communauté urbaine de <b>Dunkerque Grand Littoral</b> (Nord)	Urbain, 18 communes, 220 000 hab.	10 000 ha	octobre 2004	197 000 euros	Financiers : Région, EDF, DALKIA, GDF	Salon	EIE, fonds communal dédié, site Internet
Commune de <b>Marseille</b> (Bouches-du-Rhône)	Urbain, 800 000 hab.	14 000 ha	2006	140 000 euros		Salon	EIE, fonds communal dédié, site Internet
Commune de <b>Gap</b> (Hautes-Alpes)	Urbain/rural, 37 000 hab.	3 000 ha	mai 2006	110 000 euros HT	Financiers : Europe, Région, département	Salon	
Communauté d'agglomération du Pays d' <b>Aubagne</b> et de l'Etoile (Bouches-du-Rhône, Var)	Urbain/rural, 80 000 hab.	80 % à 90 % de l'habitat	mai 2006	80 000 euros	EDF effectue des pré-diagnostic gratuits des immeubles collectifs	Salon	EIE
Communauté d'agglomération de <b>Reims Métropole</b> (Marne)	Urbain, 220 000 hab.	6 120 ha	mars 2007	185 000 euros	Initiateur : Jeune chambre économique de Reims Financiers principaux : Ademe, Région	Salon spécifique	EIE à venir
Commune de <b>Grenoble</b> (Isère)	Urbain, 155 000 hab.	1 813 ha	juin 2007	62 000 euros HT	Financiers : Compagnie de chauffage, gaz et électricité de Grenoble	Exposition en centre ville	site Internet
Commune de <b>Noisiel</b> (Seine-et-Marne)	Urbain, 16 000 hab.	216 ha	juin 2007	28 000 euros		Réunion publique	EIE, site Internet
Communauté de communes du <b>Mirebalais</b> (Vienne)	Rural, 11 communes, 8 000 hab.	4 000 logements	en cours	140 000 euros	Financiers : fonds Ademe-Région, SIEEDV, Sorégies Initiateur : Sergies	Sont envisagées : des réunions de quartier	
Commune de <b>Douai</b> (Nord)	Urbain, 43 000 hab.	1 689 ha	en cours	131 000 euros	Financiers : Europe, Région, Ademe	Sont envisagés : un salon, des réunions de quartier	EIE, sont envisagés : site Internet, aides communales



LNE / Ville de Maurepas

La ville de Maurepas (78) a réalisé une opération de thermographie de ses bâtiments lors de l'hiver 2007-2008.

Dans l'ensemble, les collectivités ont peu de retour d'expérience, car les opérations menées sont très récentes, mais aussi parce qu'il est difficile de suivre les travaux engagés. Il est toutefois possible de compter les chantiers entrepris lorsque les propriétaires ont rempli des dossiers de demande de subvention, ou lorsqu'ils ont pris contact avec la mairie ou l'EIE. Ce suivi permet de donner quelques chiffres : à Dunkerque, il est montré que 1 euro investi par la collectivité est remboursé à celle-ci après cinq ans à 4,25 euros par le biais de créations d'emplois et de flux financiers (TVA, taxe professionnelle)<sup>(8)</sup>.

Même s'il est certain que les collectivités ayant mené cette opération bénéficient d'une bonne image du point de vue de leur préoccupation environnementale, la thermographie aérienne n'est efficace que si la collectivité s'assure de mener une action concrète dans le domaine des économies d'énergie. La collectivité doit vérifier qu'il existe un bon relais après la diffusion des résultats au grand public, capable en permanence d'inciter la population à engager des travaux d'économie d'énergie.

De plus, quelques communes se sont investies en créant un fonds permettant de financer les tra-

voux des ménages les plus modestes, à condition qu'ils utilisent un matériel performant. Afin de montrer l'exemple, quelques municipalités ont déjà engagé des travaux d'isolation sur les bâtiments municipaux, il est d'ailleurs obligatoire depuis le 2 janvier 2008<sup>(9)</sup> d'afficher dans les bâtiments publics le diagnostic de performance énergétique. Enfin, pour atteindre ces objectifs, un document de planification, de programme (agenda 21, plan climat territorial) est utile, car il permet d'intégrer cette opération dans un cadre plus large.

### Vers une thermographie aérienne de la région d'Île-de-France ?

Les opérations isolées à l'échelle de communes ou d'intercommunalités sont amenées à se développer. Il pourrait être alors intéressant de normaliser les résultats obtenus pour les rendre comparables ou alors de couvrir la totalité de la région et mettre les résultats à disposition des collectivités territoriales.

Cependant, dans ce deuxième cas, les conditions spécifiques de réalisation d'une thermographie limitent notablement la superficie du territoire qui peut être étudié. Et l'utilisation des satellites comme palliatif ne permet pas d'obtenir un tel niveau de précision, notamment en raison de

leur période de passage au-dessus de la zone d'étude et/ou de leur résolution.

De surcroît, une opération régionale pourrait s'avérer très onéreuse. En effet, couvrir par exemple, la zone agglomérée de la région aurait un coût estimé (en fonction de la surface et du nombre d'habitants) à plus de 3 millions d'euros. Un financement qui trouverait sans doute plus d'utilité dans l'aide directe à l'isolation des logements.

Enfin, notons que le survol d'un territoire par un hélicoptère équipé d'une caméra multispectrale offre d'autres champs d'investigation : il est possible par exemple de détecter des pollutions (hydrocarbures, métaux en rivière et dans le sol) ou d'analyser le réseau de chaleur urbain afin de prévenir des fuites. Avec la directive européenne<sup>(10)</sup> relative à la responsabilité environnementale, les collectivités seront de plus en plus amenées à connaître l'état environnemental de leur territoire. Cette technique est donc promise à un bel avenir.

### Pour en savoir plus

- [www.ville-noisiel.fr](http://www.ville-noisiel.fr)
- [www.dunkerquegrandlittoral.org](http://www.dunkerquegrandlittoral.org)
- [www.marseille.fr/thermo](http://www.marseille.fr/thermo)
- [www.maurepas.net](http://www.maurepas.net)

#### Directeur de la publication

François Dugeny

#### Rédactrice en chef

Marie-Anne Portier

#### Article

Erwan Cordeau, Christophe Magdelaine,

Aurélien Oleksiak

#### Maquette

Olivier Cransac

#### Diffusion par abonnement

76 € les 40 numéros (sur deux ans)

#### Service diffusion-vente

Tél. : 01 77 49 79 38

#### Librairie d'Île-de-France

15, rue Falguière 75015 Paris

Tél. : 01 77 49 77 40

ISSN en cours

(8) M. Delebarre, Assises de l'Énergie 2006, Grenoble.

(9) Loi n° 2004-1343 du 9 décembre 2004 de simplification du droit, art. 41 II.

(10) Directive 2004/35/CE.