

COMPTE-RENDU DE LA SEANCE D'INFORMATION-DEBAT

LES ANALYSES MULTI SPECTRALES – 20 JANVIER 2011

I. LES ANALYSES MULTI-SPECTRALES : DEFINITIONS ET APPLICATIONS

Intervention de Jean-Claude Barré, Président de TCC SAS

L'analyse multi spectrale : définition et applications

Permettant de détecter des anomalies et phénomènes environnementaux, la mesure des flux de rayonnements ultraviolets, visibles et infrarouges est particulièrement utile pour diagnostiquer :

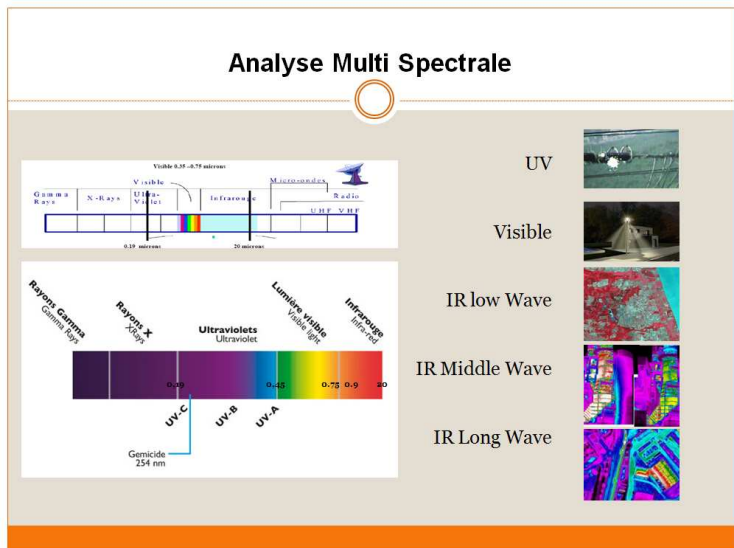
- les déperditions d'énergies dans les bâtiments publics et privés, essentiellement dues au mauvais isolement des toitures, ce qui permet d'orienter les travaux de rénovation et de réaliser d'importantes économies d'énergie ;
- des anomalies environnementales, terrestres, fluviales en visualisant la présence d'effluents, de métaux lourds ou d'hydrocarbures, dans les rivières ou lacs, ou sur/sous la terre (diapo 8) ;
- des écoulements d'eaux de sources chaudes ou froides inexploitées dans les villages de montagne ;
- des installations d'éclairages publics inadaptées, qui au lieu d'éclairer les routes et les chemins, éclairent le ciel en contribuant à détériorer la couche d'ozone dans des proportions inquiétantes ;
- des zones à risque de légionellose.

L'évolution de la demande (diapo 3)



Ce sont les applications militaires qui ont lancé la technique des analyses multi-spectrales (AMS). Depuis 2002, des collectivités font appel à cette technique (2002 : Le Havre, 2004 : Dunkerque). On constate une forte évolution de la demande ces trois dernières années (+500% en 2 ans), notamment des collectivités, suivant la considération croissante des problématiques énergétiques, le Grenelle de l'environnement, les directives européennes et les fonds européens de plus en plus orientés vers l'indépendance énergétique et la lutte contre le changement climatique. En deux ans, la France est passée de 6 à 30 missions de thermographie, en Union européenne, de 22 à 120 missions. Aujourd'hui, les AMS se tournent vers les prochains enjeux de développement durable à 10 ans, comme ceux de la gestion de la ressource en eau et de la production agricole.

L'analyse multi spectrale : principes de fonctionnement (diapo 5)



Les AMS consistent à analyser le spectre multi-spectral. En fonction des données recherchées, on utilise des ondes différentes.

Les mesures s'effectuent grâce à des caméras et capteurs se situant entre l'ultraviolet et le lointain infrarouge (utilisables entre - 40°C et + 1500°C et spécialement ajustées entre -5 et 30°C pour tenir compte de l'environnement local)) et à des équipements électroniques, utilisés à bord d'un hélicoptère et/ou au sol (on associe toujours aérien + sol pour l'industrie).

L'hélicoptère permet de voler assez bas (150 m voire moins) au lieu des 800 m fixés par la sécurité et la réglementation en vol urbain pour les avions), mais aussi de tourner tout autour du bâtiment afin d'observer les infiltrations et exfiltrations.

L'analyse multi spectrale combine 3 types de mesures pour couvrir un domaine de 0,19 à 20 μ :

- celle des ultraviolets UVA et UVB (0,19 à 0,35 μ), par exemple pour les lignes à haute-tension
- celle des ondes visibles correspondant aux couleurs de l'arc en ciel (0,35 à 0,75 μ), par exemple pour la pollution lumineuse
- celle des infrarouges (0,75 à 20 μ), par exemple pour la thermographie

Elle permet ainsi de mesurer des températures de surface et de détecter les flux d'énergie. Elle permet aussi, par soustraction d'images (entre visibles IR et UV) de repérer des anomalies environnementales.

Les conditions de réalisation d'une analyse multi spectrale

Période : les prises de vue pour les diagnostics thermiques sont réalisées l'hiver, entre 6 h et 9 h le matin, de novembre à fin mars (il ne faut pas que le soleil chauffe les parois, sinon les résultats sont faussés).

Pour les diagnostics d'éclairage publics, les prises de vue peuvent avoir lieu toute l'année. Il en est de même pour les aspects anomalies environnementales, suivant des couverts de végétation

Le coût d'intervention

- Mise en place (aller-retour de l'hélicoptère équipé de sa base à Reims au site à observer) : 1 500 €/h de vol. Cette dépense a tout intérêt à être partagée entre plusieurs commanditaires d'une même zone géographique (mutualisation des moyens), ce qui réduit la facture pour chacun d'entre eux.
- Intervention sur le site : pour chaque entreprise, de 3 000 à 30 000 € selon la taille de la zone à observer et la nature de la demande. Pour un bâtiment industriel, on couple observation aérienne et au sol, systématiquement pour chaque bâtiment, selon la normalisation AFNOR.

Le tarif comprend l'entretien préalable (définition des enjeux et besoins du commanditaire), la gestion des aspects réglementaires (des demandes d'autorisation sont nécessaires) et l'édition d'un rapport de diagnostic et préconisation (nature et priorisation des problèmes/solutions selon les

enjeux de l'entreprise à différentes échéances), ou de plusieurs rapports thématiques pour s'adapter au domaine d'intervention des différents chefs de services concernés.

Pour une commune : le tarif oscille de 1 € à 10 € / habitant mais la grande moyenne se situe, en mutualisation de moyens à entre 1 € et 4 € / habitants. Les coûts se répartissent de la manière suivante : 30 % pour le survol, 30 % pour l'analyse et 40 % pour la cartographie des résultats, avec restitution sur SIG, normalisation INSPIRE, Introduction dans 27 systèmes possibles de SIG

La certification de la démarche

Chaque opération d'analyse multi- spectrale aérienne de TCC est compensée carbone.

Les "unités carbone" correspondantes sont transférées sur des projets dans des Pays moins Avancés permettant leur réalisation rapide et leur contribution à une politique plus globale de développement durable dans ces pays.

TCC délivre un « certificat acesment » délivré par ONU, qui aidera entre autre, et sous réserve d'un travail commun, les collectivités à obtenir des crédits extérieurs (Etats ou Union Européenne), au titre des économies d'énergie (Estimation actuelle en cours basée entre 10 et 35 €/habitant).

La taxe carbone sur une opération mutualisée avec 20 industriels revient à 1 000 € environ (50 tonnes de Carbone).

❖ Echanges

Bernard Leblais (Qualidev) : Quels moyens sont utilisés pour mesurer ?

>Jean-Claude Barré : Des caméras et des systèmes d'imagerie avec des détecteurs de longueurs d'ondes choisies. En fonction de ce qu'on cherche, on adapte le matériel nécessaire.

Elie Fayette : On ne trouve donc que ce que l'on cherche ?

>Jean-Claude Barré : oui, dans certains cas, on peut découvrir des éléments accidentellement.

Bernard Leblais (Qualidev) : Ces diagnostics sont-ils possibles par satellite ?

>Jean-Claude Barré : Les résolutions des capteurs infrarouges permettent de voir des pixels de 50 m, ce qu'on voit dans les films est utopistes ! Avec le système d'AMS par voie aérienne, on peut discerner deux tuiles de maison en infrarouge thermique, et un objet de 20 cm en longueur d'onde visible.

II. LA THERMOGRAPHIE

Intervention de Jean-Claude Barré, Président de TCC SAS, Professeur au CNAM

Principes de la thermographie (diapos 9 à 13)

Analyse Multi Spectrale thermographie

Principe :

La thermographie infrarouge permet, à distance et sans contact, d'apprécier des différences de températures sur une surface à partir du rayonnement infrarouge émis naturellement par l'objet.

Le diagramme à gauche illustre la consommation d'énergie en France par secteur :

Secteur	Part
Bâtiment	43%
Transport	32%
Industrie	23%
Agriculture	2%

Le diagramme à droite illustre les points thermiques dans un bâtiment :

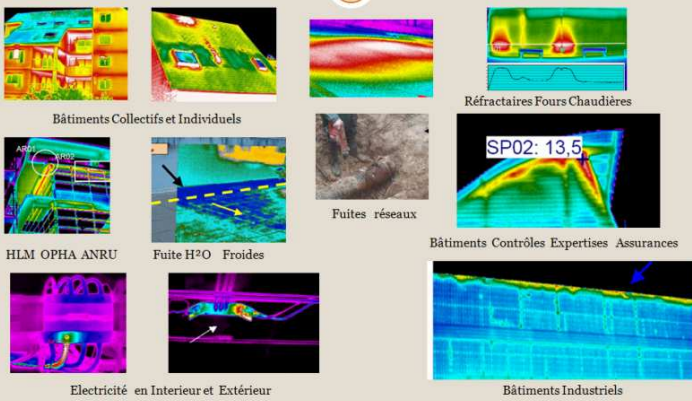
Point thermique	Part
Air renouvelé et fuites	20 à 25%
Toit	25 à 30%
Murs	20 à 25%
Fenêtres	10 à 15%
Planchers bas	7 à 10%
Points thermiques	5 à 10%

La consommation d'énergie en France par secteur d'activité
Source : Ministère de l'Énergie, du Climat, des Développement durable et de l'Aménagement du territoire

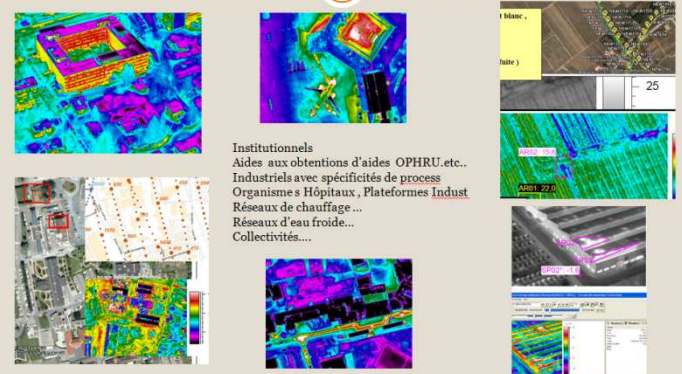
L'analyse multi spectrale permet de repérer, à distance et sans contact, le niveau de déperditions d'énergie d'un objet (ex : toiture terrasse d'un bâtiment). Plus on regarde un objet froid, plus on va loin dans le spectre infrarouge, on peut ainsi connaître la déperdition d'énergie par la mesure de la température de surface.

Il suffit ensuite d'associer ce niveau de déperdition aux dimensions du bâtiment pour évaluer la quantité d'énergie perdue. On peut mesurer aussi une quantité d'énergie qui entre dans un bâtiment.

Thermographie Sol



Thermographie Aérienne



On distingue la thermographie au sol et la thermographie aérienne.

La thermographie au sol s'est beaucoup démocratisée car aujourd'hui, le prix d'une caméra est abordable (environ 3000 euros), mais la qualité reste moindre.

Une thermographie de qualité, accompagnée d'une analyse fiable demeure une affaire de spécialiste, dans le cas de certaines recherches.

Pour une meilleure compréhension par le public, les images numérisées sont éditées sous forme de cartes thermiques affichant le niveau de déperditions : un éventail de 6 couleurs indique les niveaux de déperdition par la toiture de chaque bâtiment, du bleu foncé représentant les déperditions non perceptibles au rose correspondant à des déperditions excessives. Chacun peut voir sur la carte son bâtiment ou habitation, et les couleurs associées aux déperditions de chaleur constatées.

La Thermicarte® est la représentation sous forme cadastrale, de l'état des déperditions énergétiques des bâtiments sur la totalité d'une ville, enregistrée à bord de l'hélicoptère équipé d'une caméra infrarouge thermique, à 500 mètres d'altitude. A cette altitude, la caméra est capable de distinguer une différence de 0,04°C entre deux tuiles sur une toiture. La thermographie aérienne permet donc de déterminer précisément le niveau de déperditions de chaque bâtiment par la toiture, mais aussi par les façades. En moyenne, 30 % des déperditions thermiques d'un bâtiment s'effectuent par la toiture, 25 % par les murs et 13 % par les vitres.

La Thermicarte® permet de sensibiliser plus facilement la population, les professionnels de l'amélioration de l'habitat, mais aussi d'affiner la connaissance de son patrimoine (écoles, salles de sport, bâtiments administratifs et techniques, habitations, entreprises, etc.).

Thermographie aérienne - Les Matériels

Capteurs thermiques entre 3 - 5 μ et 8 - 12 μ
 Capteur UV 0,20 - 0,75 μ Solar blind
 Capteur Visible 0,35-0,75 μ
 Capteur Visible Proche IR 0,35-0,90 μ
 Capteur Visible -IR 1,2 μ transmission Chalcogénure



Vecteurs :



L'hélicoptère est utilisé à basse altitude en vol lent, l'avion plutôt pour des recherches pétrolières, le drone sur des petites communes (moins de 12 000 hab) et le dirigeable sur des très grosses villes (coût très cher).

Il faut faire la thermographie quand il fait froid pour repérer les pertes de chauffage, et quand il fait chaud pour repérer les pertes de climatisation.

La thermographie et les collectivités (cf diapos 14 à 20)

Au-delà du diagnostic et des données qu'elle procure, le but essentiel d'une thermographie pour les collectivités est de sensibiliser la population aux économies d'énergies.

Les cartographies ne sont pas mises sur internet en libre consultation du public car leur interprétation est trop rapide (couleur bleue= bien isolé mais c'est faux). La thermographie doit être un outil incitant la population à se tourner vers les points info énergie.

Aujourd'hui, quand on lance une thermographie, 18 à 30 % des foyers fiscaux viennent à la restitution.

La thermographie n'est pas seulement des images, c'est aussi des résultats chiffrés, des diagrammes, des tableaux... et leurs analyses qui sont autant d'indicateurs qui permettent une aide à la décision pour organiser une politique locale ou régionale.

La thermographie pour les industriels : économie d'énergie et gains de production

Pour un industriel, la thermographie infrarouge ne se justifie pas économiquement, si l'objectif est seulement de faire des économies d'énergie. En revanche, elle est pertinente dès qu'elle associe, en plus, un objectif de gains de production ou d'amélioration d'un process.

Ex. Une imprimerie, qui utilise 1,2 millions d'€ de vernis par an, fait vérifier l'enveloppe de son bâtiment. L'observation aérienne et au sol révèlent une perte par solvabilité du vernis de 900 000 € et donc la nécessité de revoir l'isolation du bâtiment !

Ex. Une société possédant un important matériel informatique a tout intérêt à vérifier l'étanchéité à l'eau de sa toiture, avant que des infiltrations mettent en péril le matériel et les données stockées !

Cette observation préventive peut également éviter de perdre beaucoup d'argent, en apportant des arguments pour réviser la garantie décennale d'une toiture (ex : baisse du niveau d'étanchéité d'une membrane souple posée sur un toit terrasse).

❖ Echanges

Sébastien Contamine (Aduhme) : L'Aduhme est équipée d'une caméra, nous faisons des diagnostics au sol. La thermographie est un très bel outil de sensibilisation et de communication mais reste limité en tant qu'outil de mesure. Une opération de thermographie donne un élan important localement mais au-delà, il faut que la collectivité puisse anticiper et proposer à la suite du diagnostic un programme pour améliorer les performances énergétiques des bâtiments. Il faut également un travail d'accompagnement des artisans pour qu'ils soient formés et opérationnels sur ce type de travaux ; il faut prévoir des aides financières incitatives pour les particuliers et anticiper auprès des banques pour favoriser les prêts.

>Jean-Claude Barré : Je suis tout à fait d'accord. Mon entreprise a refusé 6 opérations de thermographie car rien n'était prévu par la collectivité à la suite de l'opération.

Aujourd'hui, une dizaine d'entreprises proposent la thermographie, la concurrence devient sévère et certaines sociétés proposent des services inadéquats.

Hervé Poher (EDF) : Le prix des caméras permet aux chauffagistes de s'équiper, mais ils ne sont pas formés. Des caméras sont également disponibles en prêt aux particuliers pour qu'ils fassent leur propre diagnostic. Qu'en pensez-vous ?

>Jean-Claude Barré : De plus en plus d'artisans utilisent ces caméras mais il faudrait qu'ils soient formés (notamment au fait qu'une thermo se fait le matin !). Quant au prêt au particulier sans formation, cela peut conduire à des conflits, notamment entre les entreprises d'isolation/chauffage et les particuliers.

Sébastien Contamine (Aduhme) : L'outil de sensibilisation vaut pour la population mais il faudrait qu'il serve aussi à la sensibilisation des maîtres d'œuvre. Vous dites ne pas vous engager auprès des collectivités qui ne proposent pas de programme d'action suite à la thermographie mais pour le cas de Vichy, rien n'est encore engagé.

> Jean-Claude Barré : L'opération de thermographie de la ville de Vichy était à l'initiative de la Jeune Chambre Economique de l'Allier qui a un programme national « J'isole où ». Le plan d'accompagnement pour l'amélioration énergétique a été un peu long à démarrer mais il est en cours maintenant.

>Olivier Hornberger (CCI) : Pour l'opération de Vichy, la CCI était partenaire. Du point de vue de l'industrie, on a participé car un accompagnement est prévu pour les travaux d'économies d'énergie.

Sébastien Contamine (Aduhme) : Votre société compense-t-elle ses émissions carbone ?

> Jean-Claude Barré : En effet. On a été l'une des premières sociétés à compenser. Nous sommes affiliés Golden Standard et ONU. Nous compensons au-delà du prix sur le marché, soit 20 euros la tonne de CO2.

Nathalie Dejour (Halbout consultants) : Face aux sociétés peu sérieuses, se pose la compétence des commanditaires et le risque de l'attrait des commanditaires pour les images pouvant assimiler la thermographie à un gadget.

>Jean-Claude Barré : Tout renvoie à l'appel d'offre et au cahier des charges. Effectivement, beaucoup de cahiers des charges contiennent des éléments contradictoires, car les compétences des Elus et des agents ne peuvent recouvrir un domaine si technique.

Jacqueline Fayette (Banque de France) : Nous avons demandé une analyse thermographique sur nos bâtiments mais on attend également des données concernant les infiltrations d'eau sur les terrasses, ainsi que les risques de légionellose.

>Jean-Claude Barré : Quand on maîtrise bien la thermographie, on peut identifier les zones de rétention d'eau sur les terrasses. Des cibles peuvent également être posées sur les bâtiments pour identifier les zones propices au développement de la légionellose.

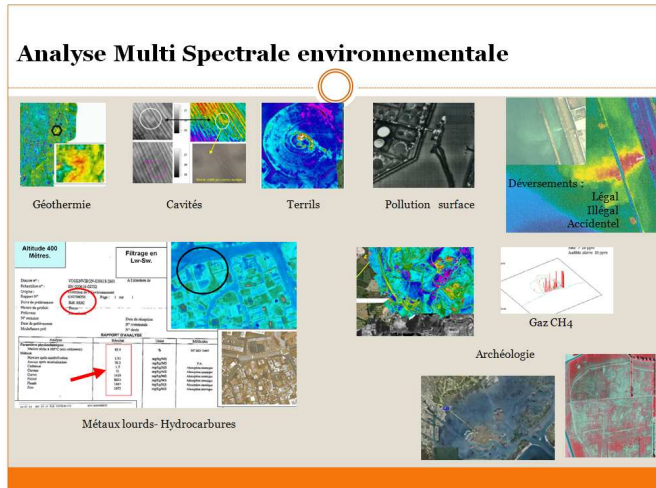
Les industries peuvent faire des économies énormes. Une imprimerie, suite au diagnostic des zones d'évaporation des solvants, a baissé son budget de 7 à 3 millions d'euros. Les industries pharmaceutiques peuvent également faire de grosses économies, car grâce à une thermographie, on peut repérer les défauts d'étanchéité par lesquels passent les pollutions bactériologiques.

Loïc Lequilleuc (Ademe) : Il existe des aides pour les thermographies TERRITORIALES dans le cadre du Contrat Etat Région, d'un montant maximum de 50 % (part Ademe : 25 %), mais elles ne sont pas systématiques. Les critères exigent, au-delà de l'aspect sensibilisation, un accompagnement financier de la collectivité dans le cadre de la mise en œuvre d'un programme global suite au diagnostic. De plus, sont privilégiés les thermographies dans le cadre des Plans Climat Territoriaux.

III. LES ANOMALIES ENVIRONNEMENTALES (cf diapos 21 à 28)

Intervention de Jean-Claude Barré, Président de TCC SAS, Professeur au CNAM

On parle d' « anomalies » pour ne pas parler de « pollution », l'anomalie renvoyant au positif ou au négatif.



Les applications sont multiples, les AMS permettent en effet de détecter des pollutions maritimes, fluviales ou terrestres :

- les rejets de métaux lourds
- les effluents anormaux dans les lacs et rivières
- l'analyse de sous-sols, et notamment les réservoirs géothermiques
- les fuites éventuelles dans la distribution du gaz
- des zones à risque de légionellose
- des écoulements d'eaux de source chaudes ou froides inexploitées dans les villages de montagne
- des réactions exothermiques (ex : décharges publiques)

L'analyse multi spectrale permet de détecter la présence de ces anomalies, mais pas d'en préciser la nature chimique exacte (ex : si on détecte la présence d'hydrocarbures, on ne peut dire s'il s'agit de gaz ou de pétrole). Il convient par la suite d'effectuer des analyses physicochimiques.

Un industriel peut demander à ce que la détection soit axée sur un produit précis. Dans ce cas, on oriente la recherche en s'appuyant sur le profil spectral du produit à rechercher.

Dans le cadre d'une AMS environnementale, trois niveaux d'information peuvent être renseignés : pour le public, pour la collectivité demandeuse et pour les renseignements militaires.

❖ Echanges

Myriam Ferry (DDT 15) : Quel est le coût d'une opération pour une collectivité ?

>Jean-Claude Barré : de 0.5 euros/hab à 11 euros/hab comprenant le vol, la compensation carbone, l'analyse et l'interprétation des résultats et la restitution à la population. Le coût dépend du lieu, de l'étendue de la zone, de la densité urbaine...Par exemple, pour une agglomération comme Aurillac, le coût est de 80 000 euros, pour Vichy (25 000 hab) = 42 000 euros.

IV. L'ECLAIRAGE PUBLIC

Intervention de Régis Lachiver, ingénieur expert «éclairage» à EDF Innovation

Cf présentation diaporama jointe

Les enjeux liés à l'éclairage

L'éclairage public représente plus de 9 millions de lampes qui fonctionnent entre 3500 et 4300 h/an, soit une puissance installée de 1 260 MW, soit l'équivalent d'une tranche nucléaire.

Il représente 40 TWh de consommation sur les 400 TWh de consommation annuelle d'électricité, dont environ 5 TWh d'éclairage extérieur.

Pour une collectivité, l'éclairage public représente en moyenne (source Ademe) : 50 % des kWh consommés, 30 à 40 % de la facture EDF, 25 % de la facture globale d'énergie. Un point lumineux peut coûter de 40 à 150 euros par an.

Le taux annuel de remplacement du parc est de 3 %, il faudrait donc 30 ans pour moderniser ce parc, or la durée de vie d'un luminaire est de 25 ans !

La moitié du parc est équipée de matériel obsolète (étude AFE) (boules, lampes au mercure, luminaires sans diffuseur, ou ouverts) ; 40 % des luminaires sont en service depuis plus de 25 ans.

Les problèmes liés à l'éclairage urbain ne sont pas qu'économiques, mais aussi sociaux et environnementaux :

- lutte contre le réchauffement climatique : des installations qui éclairent le ciel au lieu des voies de circulation contribuent à détériorer la couche d'ozone dans des proportions importantes. L'éclairage public est estimé pour 6 % des rejets de CO_2 ;

- biodiversité : les effets sur la faune et la flore sont notables : dégénérescence précoce de la végétation si elle est éclairée en permanence, gêne pour les oiseaux migrateurs, disparition de populations d'insectes nocturnes pollinisateurs (seconde cause de mortalité après les produits phytosanitaires) ;

- santé, bien-être et sécurité : l'éclairage public crée une pollution lumineuse pouvant générer de l'inconfort (éclairage gênant les travailleurs de nuit, le repos des habitants ou le trafic routier, éblouissement, ...) ;

- culture : du fait de la généralisation de l'éclairage public sur nos territoires, pas toujours rationnelle, nous ne connaissons plus de vraies nuits, pourtant porteuses d'une dimension culturelle importante.

Les méthodes de diagnostic de l'éclairage

Pour mettre en place une politique d'éclairage public efficiente, les décideurs doivent effectuer un bilan, intégrant au préalable un diagnostic des équipements. Il est impossible d'optimiser son éclairage sans connaître l'état et l'efficacité de ses équipements.

Pour ce faire, il existe plusieurs techniques permettant de mesurer les lux (le niveau d'éclairement) de chaque équipement :

1. Méthode manuelle :

Un intervenant passe sur toutes les chaussées et effectue mesures et relevés à chaque point lumineux.

Avantages :

- Facilité de mise en œuvre, aucun moyen logistique n'est nécessaire
- Peu de moyen nécessaire (APN, Luxmètre, cahier)
- Peu de personnes mobilisées (1 personne pour une petite ville)

Inconvénients :

-La durée de l'intervention (plusieurs semaines) entraîne un problème de cohérence entre les mesures relevées dans un grand espace temps. Les données ne seront donc pas très fiables mais qu'indicatives.

-En fonction de la formation de l'agent, les mesures sera plus moins fiables. Un agent formé coûtera plus cher

-Bien qu'une seule personne soit nécessaire aux mesures, son coût sur la durée (de nuit) peut représenter un budget important.

2. Méthode motorisée

Un intervenant en véhicule parcourt les chaussées et effectue les relevés à chaque point lumineux.

Avantages :

- Rapidité de l'action (plusieurs nuits)
- Pas de besoin de compétence pour effectuer les relevés

-Dissociation des relevés et des mesures

Inconvénients :

- Disponibilité du véhicule pendant la durée de l'action
- Inaccessibilité par le véhicule de certaines zones (voies étroites, trottoirs)
- Manque de cohérence des mesures effectuées lors de différentes nuits
- Coût assez élevé intégrant le véhicule, le personnel et le matériel

3. Analyse multi-spectrale

Cette technique date de moins d'un an. Par voie aérienne, elle permet de repérer les points lumineux défaillants (éclairage perdu car dirigé vers le ciel, zones insuffisamment éclairées donc mal sécurisées) et d'aider à aménager un éclairage moins anarchique.

L'intervention s'effectue principalement sur la rationalisation de l'énergie et la limitation du gaspillage. La collectivité peut alors procéder à des ajustements techniques sur son mode d'éclairage et demander à son concessionnaire les travaux nécessaires.

Un repérage des zones où il ne sert à rien d'éclairer ou de sur-éclairer est effectué. On peut alors envisager d'utiliser des ampoules de plus faibles consommations, dès le départ, sans variateur d'intensité (double économie) sur des zones déjà sur-éclairées par le privé (centre commerciaux, etc.).

L'aspect sécurité des voies publiques est pris en compte : suppression des zones possibles d'éblouissement sur les routes ou inversement, rééquilibrage des éclairages de passage à niveaux, piétons, carrefours, etc.

L'hélicoptère est instrumenté pour capturer les images souhaitées que l'on voie en temps réel, ce qui permet de capturer une nouvelle image si la première ne convient pas. La totalité de la ville est survolée grâce à un quadrillage des zones et à un passage de l'hélicoptère en bandes.

Les images sont ensuite assemblées en mosaïque pour créer des images par zones permettant de réaliser une analyse. Elles sont intégrées dans un logiciel pour exploitation ultérieure. Elles peuvent être superposées au SIG de la structure commanditaire (il est possible de fournir un logiciel simple et gratuit permettant une visualisation géo référencée des images).

Simultanément, des mesures géo référencées sont prises au sol afin de calibrer les échelles des images.

Avantages :

- Rapidité de l'action (une seule nuit dans la majorité des cas) qui permet notamment une cohérence des mesures
- Dissociation des relevés et mesures
- Seule technique permettant de visualiser l'installation globale d'éclairage
- Seule technique permettant de quantifier la pollution lumineuse de l'installation, tant sur l'empreinte écologique que sur les surcoûts engendrés par ces pertes
- Seule technique permettant d'évaluer la pollution lumineuse des tiers privés (enseignes, commerces...)
- Permet d'obtenir une base de données permettant un travail ultérieur à long terme
- Outil de communication
- Permet une analyse fine et une réponse au cas par cas, qui permet de répondre aux demandes des concitoyens
- Compensation carbone du vol
- Permet un état des lieux exhaustif et compréhensible par tous et donc une hiérarchisation des actions et des investissements
- Permet de mesurer le résultat des actions par un suivi périodique, notamment dans le cadre d'un programme de gestion déléguée

Inconvénients :

-Il est nécessaire de programmer l'action (plan de vol, demande d'autorisation...)

- Pour une optimisation financière, il est préférable de coupler ce diagnostic à une opération de thermographie

Le coût :

Si le survol est optimisé, le coût de l'opération est inférieur à une opération traditionnelle avec un rendu supérieur (AMS = 6€ ; mesures manuelles ou motorisées = 10 € par point lumineux). Elle peut être couplée à des relevés au sol pour répondre au CCTP ADEME et à ses aides.

❖ Echanges

Loïc Lequilleuc (Ademe) : Comme pour la thermographie, il existe dans le cadre du Contrat Etat Région, d'un montant maximum de 50 %. Le cahier des charges imposent trois parties : l'inventaire du patrimoine, les mesures énergétiques et les dépenses prévues de la collectivité, des mesures liées à l'éclairage.

Que visualise-t-on en survol ?

>Régis Lachiver : Dans le cahier des charges, il est important de prévoir, en complément des mesures en vol, des mesures au sol.

On mesure les lux, c'est-à-dire la quantité de lumière sur une surface. La luminance (effet de l'impact de la lumière réfléchi) n'est pas concernée. On veut mesurer l'efficacité de l'installation mais pas l'efficacité perçue.

Nathalie Dejour (Halbout Consultants) : Parmi les trois méthodes que vous avez exposées, quel est l'apport de l'analyse multi-spectrale, car l'analyse ici ne mesure que le visible ?

>Jean-Claude Barré : les longueurs d'ondes du visible sont comprises entre 0.35 et 0.75 microns qui peuvent être superposées ; le visible appartient au multi-spectral.

La technique est toute récente, mais on peut travailler sur une seule partie de la lumière blanche pour l'analyse spectrale.

Cyril Château (Ville de Gerzat) : la norme européenne EN13201 recommande aux collectivités une puissance d'éclairage des voies. Quel est votre avis ?

>Régis Lachiver : Ces normes sont à utilisation volontaire. La plupart des collectivités y font références mais elles ne sont pas obligatoires.

Hervé Poher (EDF) : Si j'étais maire, je questionnerai sur la sécurité, la pollution lumineuse, le développement durable, les dépenses...Sur l'aspect économique, je me dirais que « si mon installation a 25 ans, son rendement doit être moindre qu'une installation récente, donc je vais changer mon matériel ». Donc y a-t-il un véritable intérêt économique à utiliser une analyse multi-spectrale ?

>Régis Lachiver : Il existe des collectivités qui se préoccupent de leur éclairage : celles qui ont déjà fait des diagnostics et des essais sont réceptives à cette technique d'analyse car ce qu'elles ont tenté n'a pas donné de résultats ; celles qui ont conduit des politiques structurées.

>Jean-Claude Barré : Cette technique d'analyse de l'éclairage est toute récente, elle n'a qu'un an et est restée jusqu'alors au stade expérimental. Couplé avec sa thermographie, Aurillac va faire faire ce diagnostic aérien.

V. LES ASPECTS PRATIQUES

*Intervention de Thierry Browet, Bureau d'études Thierry Browet (assistance à maîtrise d'ouvrage)
Cf présentation diaporama jointe*

La thermographie n'est pas un projet en soi, elle est l'un des outils pour mener un projet visant l'amélioration énergétique d'un territoire.

De plus, c'est un marché concurrentiel encore mal structuré.

Le cahier des charges et l'appel d'offre doivent donc être pensés plus globalement et prendre en compte les éléments ci-contre :

3

La thermographie aérienne

- Une opportunité pour la collectivité
- Une concurrence « dense »
- Différents positionnements
- Un besoin de normalisation
- L'exploitation des résultats
- Les contributions communautaires
- Les partenariats « public / privés »

Une opportunité pour la collectivité

La thermographie est utilisée comme outil de diagnostic, étape de départ du projet global d'amélioration énergétique.

Elle sert ainsi d'opportunité à la collectivité pour engager l'ensemble des objectifs suivants :

- Localiser et quantifier les déperditions calorifiques,
- Affiner la connaissance du patrimoine immobilier,
- Engager un programme de communication,
- Sensibiliser la population,
- Mettre à jour le Système d'Informations Géographiques,
- Mener des politiques incitatives d'améliorations énergétiques,
- Augmenter le volume d'affaire du secteur bâtiment,
- Dynamiser le tissu économique local.

Ces objectifs doivent être pris en considération par les entreprises consultées. Les 5 premiers objectifs peuvent être intégrés dans le cahier des charges.

Le marché de la thermographie

Sur le marché français, il existe une dizaine de prestataires qui répondent aux demandes de plus en plus nombreuses des collectivités, mais pas toujours de manière optimale.

De plus, leurs propositions et leurs positionnements sont disparates, rendant la lecture des réponses aux consultations et le choix du prestataire difficiles pour la collectivité qui n'a pas les compétences techniques appropriées, notamment par rapport au choix du vecteur de survol, aux caractéristiques et au paramétrage du matériel ou au traitement des données.

Dans l'analyse des offres, il faut notamment veiller aux :

- Choix du vecteur de survol et aux paramétrages du matériel : ils doivent être adaptés à l'objectif du diagnostic demandé par la collectivité,
- Méthodes de préparation et d'acquisition des données,
- Méthodes de traitement et d'analyse des données,

- Propositions concernant la restitution et l'exploitation des données : elles doivent bien correspondre aux attentes de la collectivité et les formes de restitution attendues doivent être explicitées dans le cahier des charges et les propositions.

Afin d'optimiser les prestations fournies aux collectivités et de répondre à la nécessité de normalisation des réponses aux appels d'offres, un travail a été réalisé au niveau national pour la standardisation des consultations des entreprises. Les réponses doivent comporter un tronc commun puis renseigner leur spécification technique.

L'exploitation des résultats

Elle doit :

- être intégrée dans une démarche globale
- donner lieu à une interprétation des résultats
- donner lieu à des préconisations de solutions
- servir d'outil d'aide à la décision
- aider à définir le(s) dispositif(s) d'aide aux travaux
- être intégré dans le bilan du projet.

Exemple d'exploitation et de diffusion de résultats (Communauté d'agglomération du Boulonnais)

La diffusion des résultats auprès de la population est une opportunité de communication et de sensibilisation aux problématiques énergétiques.

Les résultats de la thermographie servent de « produit d'appel » pour provoquer une rencontre avec les habitants, qui permettra la récolte d'informations plus approfondies.

A l'occasion d'un tel évènement, les participants sont invités à remplir une fiche de renseignement sur leur statut et leur logement. Il leur est en échange donné un pré-diagnostic et une vue aérienne de leur habitation, et les coordonnées de l'Espace Info Energie le plus proche de chez eux.



A partir des résultats de ce questionnaire, on réalise une base de données statistiques, renseignant par exemple sur leur statut (propriétaire bailleur ou occupant, locataire), leur provenance géographique, les caractéristiques du vitrage, l'ancienneté et le matériau de leurs menuiseries, le type de chauffage (collectif ou individuel), l'énergie utilisée, l'ancienneté de leur système de chauffage...

Ces données permettent à la collectivité de savoir quelles sont les besoins et les priorités à donner à son programme d'amélioration énergétique.

Par exemple : Dans l'enquête réalisée dans le boulonnais, il a été constaté que les menuiseries des habitations étaient dans l'ensemble de bonne qualité mais que 67 % des systèmes de chauffage

avaient plus de 8 ans. La collectivité, en partenariat avec les chauffagistes et les fournisseurs d'énergie, a donc orienté son action vers le renouvellement et la modernisation des chauffages.

Les financements et les partenariats

La collectivité doit prévoir un financement pour le diagnostic (la thermographie) mais également pour l'exploitation et la communication des résultats, la sensibilisation de la population et les travaux à conduire.

Les aides financières sont très aléatoires. Des bureaux d'études sont spécialisés dans la recherche de financements pour ce type d'opération. Des structures publiques comme la Caisse des dépôts, l'Ademe, l'Union européenne peuvent financer ce type d'opération, à condition de présenter un projet d'ensemble cohérent.

Des partenaires privés peuvent également être sollicités, dans le cadre de partenariats, que ce soit pour le diagnostic thermographique ou pour le financement des travaux (dans le cadre de Contrats de performance énergétique par exemple).

❖ Echanges

Nathalie Dejour : Vous faites de l'assistance à maîtrise d'ouvrage, comment sensibiliser le commanditaire à la nécessité de compétences ?

T.Browet : Pour les entreprises privées, c'est plus facile car on peut les rencontrer directement, mais pour le public, c'est plus difficile du fait du passage par appel d'offre. On fait beaucoup de prospection publique, des salons...pour démontrer notre utilité.

Loïc Lequilleuc : Lorsque l'Ademe a un premier contact avec une collectivité, on tente de la convaincre de l'importance d'une assistance à maîtrise d'ouvrage et d'une démarche globale, mais cela porte ou non.

Jean-Claude Barré : A Dunkerque, on avait travaillé avec EDF, l'Ademe et la collectivité. On s'est rendu compte que les collectivités s'échangeaient les cahiers des charges et les appels d'offre pour gagner du temps, mais les techniques des maitres d'œuvre évoluent très vite. De plus, la collectivité lance un appel d'offre inadapté car elle n'intègre pas sa géographie (par exemple, le relief qui nécessite d'adapter les moyens d'acquisition des données). On préfère donc que les collectivités se fassent accompagner, afin de nous permettre de proposer des réponses de qualité.

Elie Fayette : De nombreux acteurs ne considèrent pas les bureaux d'études comme des outils permettant de ne pas dépenser de l'argent inutilement. Bien sûr, il existe des bureaux d'études peu sérieux, mais en général, ils ne perdurent pas longtemps sur le marché. Il faudrait que l'Etat incite dans ses aides financières, les collectivités à s'appuyer sur des bureaux d'études quand l'objet de l'appel d'offre dépasse leurs compétences internes.