

14ème Congrès de la Société Internationale de Photogrammétrie
HAMBOURG 1980

- - -

Commission . VII

Groupe de travail :

Genre d'exposé : Communication

Auteurs : FOIN Patrice et POULAIN Jacques
Institut Géographique National
2, Avenue Pasteur - 94160 SAINT MANDE, France

Titre de l'exposé :
Applications de la thermographie a certains
problèmes relatifs à l'énergie.

Sommaire :

La thermographie peut contribuer efficacement à l'étude de certains aspects d'un problème fondamental lié aux ressources terrestres ; celui de l'énergie. Deux types d'applications ont été développés dans ce domaine par l'IGN à la demande d'Electricité de France, et avec sa collaboration :

- le premier type est l'étude thermographique du milieu marin ou fluvial dans le site d'une centrale nucléaire : la méthode permet d'évaluer la répartition des températures à la surface de l'eau, d'étudier son évolution au cours des marées, et de caractériser les courants correspondants.
- le deuxième type est l'étude thermographique du milieu urbain et concerne les déperditions thermiques dues au chauffage des habitations, suivant l'intensité de celui-ci, l'émissivité de la toiture et la qualité de l'isolation.

Ces deux types d'applications donnent chacun lieu à une méthodologie spécifique de l'enregistrement, de l'interprétation et de la représentation cartographique des résultats.

La technique de la thermographie est connue et maîtrisée depuis un certain temps. Cependant, nous voyons croître d'année en année le volume des travaux en ce domaine, demandés à l'Institut Géographique National (IGN) Français. La raison évidente en est le nombre d'applications au domaine de l'énergie, si critique à l'heure actuelle.

Schématiquement, on peut dire que la technique thermographique peut intervenir aux deux extrémités de la chaîne énergétique :

- à l'amont avec les applications aux sources ou unités de production énergétique : étude des rejets des centrales thermiques nucléaires ou classiques, études des autres pollutions également et notamment celles dues aux hydrocarbures.
- à l'aval par la recherche des déperditions thermiques des bâtiments qui doit permettre d'économiser l'énergie utilisée pour le chauffage.

De fait la thermographie paraît être l'outil idéal de surveillance partout où une fuite ou perte d'énergie intervient, que ce soit pour permettre d'économiser ou pour étudier les pollutions induites. Son intervention au niveau de la recherche de sources d'énergie, si elle a été essayée avec plus ou moins de bonheur dans divers domaines, n'en est pas moins à un stade très archaïque. Aussi ne citerons nous que pour mémoire les recherches de sites géothermiques ou les études géologiques sur thermographies qui ne sont que rarement plus intéressantes que la télédétection traditionnelle (photo-interprétation en panchromatique notamment)

Ces préalables étant posés, nous allons maintenant examiner successivement les deux aspects que nous venons de citer.

1) Application des thermographies à la partie production de l'énergie

Essentiellement deux types de problèmes ont été traités à l'IGN France :

- des études systématiques des rejets des centrales nucléaires ou thermiques classiques pour le compte d'Electricité de France (EDF)
- des études de pollutions accidentelles (Amoco Cadiz, Ecofisk) menées conjointement par l'IGN et d'autres membres du Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale (GDPA)* dont il fait partie.

Les premières sont largement prépondérantes au point de vue volume de travail. Il faut d'ailleurs souhaiter qu'elle le restent, car le contraire serait le signe d'un accroissement alarmant du nombre de pollutions accidentelles.

* Groupement d'Intérêt Economique (GIE) qui associe le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES), le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), l'Institut Français du Pétrole (IFP), le Bureau pour le Développement Agricole (BDPA) et l'IGN

A - Les Etudes des rejets de centrales

Les opérations ont été réalisées en étroite collaboration entre Electricité de France et l'Institut Géographique National. Elles correspondent à plusieurs stades de la centrale concernée :

- état initial avant le démarrage
- état après le démarrage de chaque tranche
- suivi régulier jusqu'à stabilisation de la tache thermique lorsque la centrale a atteint son taux de production nominal.

Les travaux ont été réalisés aussi bien en ce qui concerne des rejets en mer ou en rivière. Afin d'avoir l'état dans des conditions variées (et aussi par suite des contraintes de démarrage des centrales) les opérations ont pu être menées en été ou en hiver (ces derniers dans des conditions parfois très difficiles conditionnées par la météorologie).

En 5 ans une vingtaine d'opérations ont été montées. Elles comprennent une partie terrain qui comporte outre la thermographie proprement dite, un certain nombre de mesures in situ (température, courantologie, topographie pour la localisation des mesures précédentes ...) et une partie en atelier qui consiste en un tracé d'isothermes (par voie plus ou moins automatisée suivant les cas de figure : en général réalisation automatique d'équidensités correspondant aux isothermes ou tracé à l'aide d'un densitomètre dans les cas simples où la thermographie est assez homogène). Ces isothermes (de 0,25° C en 0,25° C - de 0,5 en 0,5° C ou de degré en degré C) sont reportées sur un fond de plan mis à jour pour la circonstance.

Ces résultats ont été vérifiés dans certains cas par comparaison aux enregistrements de thermographes qui n'avaient pas été pris en compte pour le calage en température de la thermographie (9 thermographes sur le site de Gravelines).

Comme nous l'avons signalé précédemment, le succès d'une opération est fortement conditionné par la météorologie, les périodes de passage du vecteur devant avoir lieu à des périodes bien définies (fort coefficient de marée, passages successifs à 4 périodes de la marée, vent faible...). Dans ces conditions, la souplesse de l'hélicoptère s'est avérée particulièrement fructueuse car elle permet au dernier moment des modifications du plan de vol pour profiter d'une éclaircie ou passer sous le plafond de nuages. Dans le cas présent, il s'agissait de l'hélicoptère Alouette III de l'IGN, spécialement équipé pour la photographie aérienne verticale, oblique et la thermographie.

B - Le suivi de pollutions accidentelles

Lors des travaux réalisés sur l'Amoco Cadiz notamment, des essais de thermographie ont été effectués, en concurrence avec la photographie aérienne en diverses émulsions. Nous ne nous attarderons pas sur ces travaux qui ont déjà fait l'objet de publications. Signalons simplement que, si la photographie aérienne classique permet un suivi correct des nappes et une étude de la pollution du littoral, l'apport spécifique de la thermographie intervient dans l'évaluation de l'épaisseur des nappes dérivantes, point très important pour coordonner judicieusement les opérations de lutte contre la pollution.

C - Signalons enfin pour mémoire des travaux en limite du problème énergétique, telles les études de pollution (localisation de celles-ci, propagation sous l'effet des courants) qui ont été réalisées en 1975 sur le golfe de Fos et l'étang de Berre. Il s'agit d'une étude d'un complexe industriel qui comporte certes des unités "énergétiques" (raffineries, etc...) mais bien d'autres aspects également.

D'autre part une étude thermographique d'ensemble sur les rejets urbains et industriels sur les côtes de France a été initialisée et réalisée par l'IGN en 1976-1978 sur près de 2000 km du littoral de la Manche et de l'Atlantique, sur demande du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie (Direction de la Prévention des Pollutions et Nuisances - Service des problèmes de la Mer et des Océans). Les résultats sont cartographiés à l'échelle de 1:100 000.

2) Application des thermographies aux recherches de fuites thermiques

Les travaux sont ici bien différents des précédents. Il ne s'agit plus d'une application de la thermographie à l'eau (mer ou rivière) mais bien d'une des premières applications opérationnelles de la thermographie au milieu terrestre (en effet, si l'on peut parler de nombreuses applications opérationnelles en ce qui concerne l'eau, et de nombreux essais en ce qui concerne le domaine terrestre, il n'y a actuellement, à notre connaissance, que fort peu d'applications opérationnelles et faisant l'objet d'exploitations importantes dans le domaine terrestre).

Les travaux de l'IGN en ce domaine ont consisté dans l'étude systématique de deux villes : Nancy en 1978 et Chalons-sur-Saône en 1979 ; la première à la demande de l'Agence pour les économies d'énergie et de la ville et la seconde à la demande d'EDF.

Outre le problème des conditions météorologiques, qui nécessitent un régime thermique stable et un fort contraste thermique entre les habitations et l'air ambiant, c'est le problème des émissivités variées des toits qui est essentiel. En effet, contrairement à l'eau qui a partout la même émissivité (ou si elle ne l'a pas, c'est là un phénomène exceptionnel intéressant en soi), les toits, suivant les matériaux qui les composent, peuvent à température égale présenter une émission dans l'infrarouge thermique plus ou moins forte. Outre un certain nombre de recherches en cours ou à venir qui permettront sans doute de trouver d'autres solutions à ce problème, la solution retenue a consisté simplement à effectuer une opération de vérité-terrain simultanément à la thermographie et de s'appuyer ensuite sur une photo-interprétation précise des matériaux de couverture à partir de photos aériennes récentes. Un certain nombre de bâtiments repérés ont ainsi été notés et ont servi de base à l'interprétation thermographique (bâtiments non chauffés notamment).

Ici encore, l'emploi de l'hélicoptère, par sa souplesse, a seul permis la réussite des opérations. Au point de vue des résultats, il faut noter en particulier trois phénomènes :

- la mise en évidence de fuites thermiques certainement ignorées des habitants : c'est le cas de bâtiments possédant une très bonne isolation, sauf un défaut au toitage. Il ne fait pas de doute que les propriétaires d'une telle maison croient l'avoir bien isolé et n'ont aucun autre moyen de mettre en évidence le phénomène ;

- l'étude globale des résultats complétée d'une enquête terrain sur les moyens de chauffage présentent aussi le même défaut d'isolation inhérent au constructeur (a contrario les pavillons chauffés à l'électricité présentaient sur Chalon-sur-Saône une image voisine des pavillons non chauffés, ce qui est un très bon indice d'isolation).
- la mise en évidence des conduites, mal isolées, de chauffage urbain est immédiate, ce n'était pas le but des opérations, mais cela devrait permettre de faire prendre conscience du problème aux responsables.

A titre anecdotique citons également le cas d'un immeuble collectif qui présentait une image pour moitié sans aucune fuite thermique et pour moitié avec de très importantes fuites thermiques. Renseignement pris, il s'agissait d'un immeuble en cours d'isolation

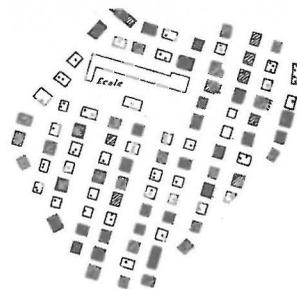
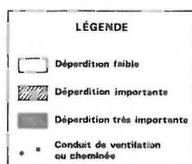
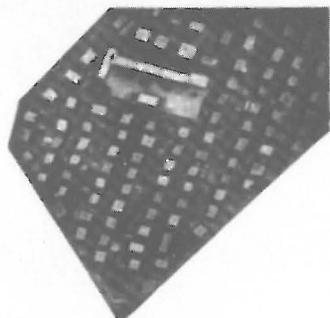
En conclusion, la thermographie, méthode qui permet de mettre en évidence les fuites de chaleur, partout où elles se produisent, ne peut que voir son rôle croître en période de crise énergétique. Cependant, il faut bien faire remarquer que le succès des opérations précédentes repose également sur des opérations terrains sur lesquelles nous n'avons pu nous appesantir mais qui présentent souvent des difficultés réelles d'organisation. A ce titre, la souplesse d'emploi de l'hélicoptère a bien souvent facilité la tâche des différents intervenants, quand elle n'était pas le seul garant du succès face à des conditions météorologiques incertaines ; l'emploi de l'avion ne se justifiant que pour des opérations en haute mer ou très loin de la base de l'hélicoptère (outre-mer).

La thermographie a désormais quitté le domaine de recherche dans lequel elle était cantonnée il y a une dizaine d'années pour passer au stade de la production systématique depuis quelques années. C'est là un succès de la télédétection qu'il ne faut pas sous-estimer ; mettre au point un capteur ou une méthode nouvelle est certes un succès mais passer au stade de la production est un travail ingrat qui n'est que peu souvent estimé à sa juste valeur mais qui peut seul donner sa plénitude au succès de la recherche qui l'a précédé .

Déperditions thermiques des toîts :

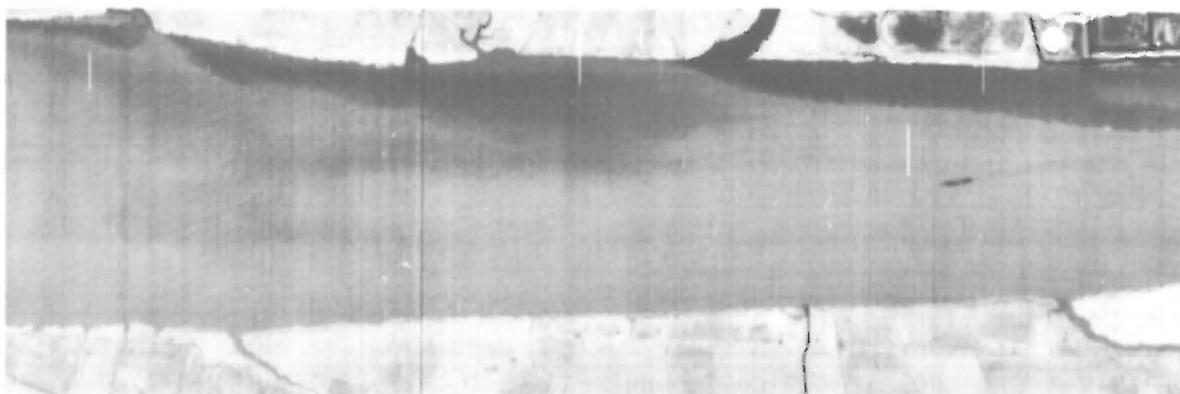
Image thermographique

Interprétation

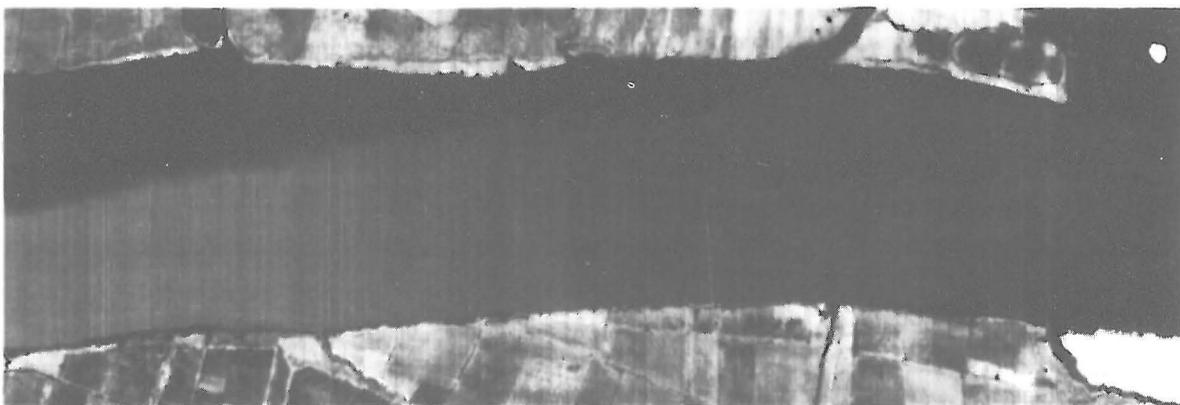


Rejet de centrale thermique E.D.F :

Au flot



Au jusant



© I.G.N .E.D.F Paris 1980