

ENSEIGNEMENT de la PHOTOGRAMMETRIE
et de la TELEDETECTION en FRANCE

Henri BONNEVAL

Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection

FRANCE

Commission VI, Groupe de travail VI/1

La présente communication a pour but la récapitulation des principaux résultats de l'enquête effectuée par le groupe de travail VI/1. Les questionnaires établis par la présidence de ce groupe de travail ont été diffusés au cours de l'année 1982 à tous les établissements et centres de recherche français susceptibles de s'intéresser à l'enseignement de la photogrammétrie et de la télédétection. Les réponses reçues, au nombre de 27, se répartissent comme suit :

- Etablissements d'enseignement supérieur technique (Grandes Ecoles) : 8
 - Universités : 8
 - Centres de recherche ayant une vocation secondaire à l'enseignement : 11.
- La première indication qui se dégage de ces réponses est qu'il y a lieu, en ce qui concerne l'état actuel de l'enseignement et de la formation, de distinguer nettement photogrammétrie et télédétection, car les modalités concernant l'une ou l'autre de ces deux disciplines sont très différentes. L'organisation et les structures de l'enseignement sont en effet fixées depuis longtemps en photogrammétrie et n'ont que très peu évolué dans les années récentes ; on note au contraire un développement rapide et des structures encore très diverses et fluctuantes en télédétection, technique beaucoup plus récente et en constante évolution.

I - Photogrammétrie - L'enseignement de la photogrammétrie proprement dite est toujours presque uniquement dispensé dans des Ecoles (ou Instituts) d'enseignement supérieur technique. Il est normalement inclus dans les programmes de formation des ingénieurs et techniciens supérieurs spécialisés dans les disciplines géographiques ; mais il ne constitue qu'une partie, d'ailleurs fondamentale et très importante, de cette formation, qui englobe aussi, de façon plus ou moins étendue selon les Ecoles, les disciplines techniques voisines : topographie, géodésie, cartographie, etc ..., dont l'ensemble constitue le vaste domaine des techniques géographiques.

La structure des études et de la formation dispensée a peu évolué au cours des dernières années. La part principale des programmes reste la photogrammétrie topographique classique ; cependant les méthodes analytiques prennent naturellement peu à peu une part de plus en plus importante, ainsi que les applications non-topographiques. La photo-interprétation, puis la télédétection, autrefois considérées souvent comme un complément à la photogrammétrie, s'en sont peu à peu séparées pour donner naissance à des cours particuliers.

La liste des établissements de ce type, les diplômes décernés, la durée des études et le nombre moyen annuel de diplômes sont donnés ci-dessous :

- Ecole Nationale des Sciences Géographiques (rattachée à l'Institut Géographique National, Saint-Mandé)
 - Ingénieur Géographe (2 ans pour des élèves possédant déjà un diplôme d'ingénieur) : 5
 - Ingénieur diplômé de l'E.N.S.G. (3 ans) : 10
 - Technicien supérieur d'études et de travaux géographiques (2 ans) : 15
- Ecole Nationale du Cadastre (Toulouse)
 - Inspecteur des Impôts (1 an) : 25
 - Technicien géomètre du Cadastre (1 an) : 60
- Institut National des Sciences Topographiques - Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes (Evry)
 - Ingénieur Géomètre-Topographe E.S.G.T. (3 ans) : 35
- Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries (Strasbourg)
 - Ingénieur Géomètre-Topographe ENSAIS (1,5 an) : 20
- Ecole Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie (Ecole Supérieure de Topographie-Paris)
 - Ingénieur Géomètre E.S.T.P. (3ans) : 25

Soit au total environ 120 diplômés par an au niveau ingénieur, et 75 au niveau technicien supérieur, ayant reçu une formation approfondie en photogrammétrie. En outre l'Institut National des Sciences Topographiques assure, dans son Institut de Topométrie (Evry) la préparation d'environ 100 étudiants par an (1 an d'études) au diplôme national de géomètre-expert foncier, délivré après examen.

Chaque établissement dispose de son propre matériel d'enseignement ; il s'agit en général d'appareils de type ancien, mais convenant encore très bien à l'enseignement. L'Ecole Nationale des Sciences Géographiques bénéficie sur ce point de la proximité des services de production et de recherche de l'Institut Géographique National, et peut utiliser ainsi des matériels plus modernes ; elle accueille également dans ses locaux, pour certains travaux pratiques sur ses matériels, les élèves de l'Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes d'Evry. L'Ecole Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie a créé en 1981 un laboratoire de photogrammétrie analytique équipé d'un Traster Matra, utilisé par ses propres élèves et par ceux de l'Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes, et qui peut en outre assurer la formation spécialisée de stagiaires divers, français et étrangers, et effectuer quelques travaux spéciaux d'étude ou de production.

La disponibilité de matériels appropriés a toujours constitué, et continue à constituer le principal obstacle au développement de la formation en photogrammétrie ; c'est surtout par manque de ce matériel que l'enseignement de la photogrammétrie ne s'est pratiquement pas implanté dans les universités françaises.

II - Télé-détection - Il y a seulement une dizaine d'années, l'enseignement de la télé-détection n'existait pas en tant que tel ; tout au plus enseignait-on la photo-interprétation, souvent comme une partie ou un complément de la photogrammétrie, et l'interprétation visuelle des photographies aériennes constituait la quasi-totalité de la formation dans cette discipline ; la photo-interprétation reste d'ailleurs toujours une base indispensable d'une formation plus étendue.

La nécessité d'un enseignement spécifique s'est rapidement fait sentir avec l'apparition et le développement des méthodes de recueil de données d'une autre nature (images photographiques spatiales, images non-photographiques) et des méthodes de traitement automatique de ces données. Mais les buts et les formes de l'enseignement devaient s'adapter aux besoins des utilisateurs, parmi lesquels il faut distinguer plusieurs catégories bien différentes :

- les réalisateurs de matériels de saisie et de traitement des données
- les producteurs de données élaborées
- les praticiens, ingénieurs et techniciens des entreprises, spécialistes des sciences de la terre, de l'aménagement et du développement, pour qui la télédétection est vite devenue un outil de travail fondamental
- les planificateurs et décideurs qui doivent s'initier aux possibilités de la télédétection en tant que moyen nouveau qu'ils peuvent avoir à mettre en pratique.

Les utilisateurs de cette dernière catégorie ont surtout besoin d'une information précise et bien documentée sur les réalisations concrètes de la télédétection, plutôt que d'une formation véritable ; c'est l'objet de courts stages d'initiation, de séminaires, de conférences, etc..., qui ont été organisés en grand nombre ces dernières années, sans entrer dans le cadre de structures bien définies ; nous n'y insisterons pas ici.

Pour la première catégorie, il s'agit essentiellement d'une formation continue, s'adressant à des ingénieurs et techniciens confirmés, auxquels il faut donner les connaissances complémentaires dans les techniques spécifiques de la télédétection. Les organismes français les plus concernés par la télédétection (Centre National d'Etudes Spatiales, Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale...) organisent depuis plusieurs années des cours de plusieurs semaines, sur lesquels nous reviendrons plus loin, destinés à répondre au moins en partie à ce besoin.

C'est donc surtout aux deuxième et troisième catégories que s'adressent actuellement les nombreuses actions de formation initiale proprement dite, qui se sont multipliées ces dernières années. Cette formation peut se faire, soit dans le cadre d'études universitaires, lorsqu'il s'agit d'une formation conduisant à la délivrance d'un diplôme (licence, maîtrise ou doctorat), soit aussi par des cycles de formation spécialisée organisés par des organismes publics et pouvant comporter des stages pratiques dans des unités productrices. Le but est de former, soit des "télédéTECTEURS" spécialisés, destinés à devenir des professionnels de la télédétection, chargés d'en mettre en oeuvre les techniques spécifiques, soit des "interprÉTATEURS" dans un domaine particulier (géologie, agronomie, urbanisme, ...)

A - Formation universitaire - L'enseignement universitaire en télédétection est donné en général dans les départements de géographie sous forme de cours et travaux pratiques inclus dans les programmes de préparation à divers diplômes d'études approfondies (D.E.A.). Consacré surtout au début à la photo-interprétation, cet enseignement s'est, au cours des dernières années, largement ouvert aux multiples aspects de la télédétection et de ses applications ; il évolue rapidement, bien que de façon différente suivant les Universités, vers une formation de plus en plus large de spécialistes capables de concevoir les projets, d'assurer le traitement des données, et surtout d'interpréter et utiliser les données élaborées. Cependant, la finalité, le contenu et la structure des cours peuvent varier assez profondément d'une université à l'autre ; sans prétendre donner une liste exhaustive, le tableau ci-après donne des indications succinctes sur la structure des enseignements :

- Université - Département	Cours ou laboratoires	Durée du programme d'études	Nombre total d'heures	Diplôme	Nombre annuel de diplômés
- Paris IV (Sorbonne) U.E.R. Géographie	Cartographie et télédétection aérospatiale	1 an	50	Licence	12
	Cartographie et télédétection aérospatiale	1 an	50	D.E.A.	30
- Paris VI Département de Géotectonique	Géologie expérimentale (télédétection)	1 an	120	Licence	25
	Géotectonique des continents et océans (télédétection)	1 an	32	D.E.A.	10
- Paris VII U.E.R. de Géographie et Sciences sociales	Photo aérienne et télédétection	1 an	37,5	Licence	20
	Télédétection <u>ou</u> photo aérienne	1 an	37,5	Maîtrise	15
- Nice Département de Géographie U.E.R. Lettres et Sciences humaines	Télédétection aéroportée	1 an	25	D.E.U.G.	25
	Traitement statistique des données et cartographie automatique	1 an	13	Licence	15
	Cartographie de l'environnement et télédétection	1 an	37,5	D.E.A.	15
- Reims Laboratoire de Géographie physique zonale	Initiation à la télédétection	1 an	37,5	Licence	15
- Rennes U.E.R. de Géographie Aménagement de l'espace	Photo-interprétation, thermographie, radar, satellites	2 ans	100	Licence, Maîtrise, D.E.A.	15
- Strasbourg U.E.R. de Géographie Centre de Géographie Appliquée	Télédétection	1 an	25	Licence	
	Séminaire de télédétection	1 an	20	maîtrise	
- Toulouse Université Paul Sabatier Centre d'Etude Spatiale des rayonnements	Observation de la terre (principes physiques de la télédétection) ; qualité d'image et extraction d'informations ; interprétation des images et applications	1 an	80	Licence, Maîtrise, D.E.A.	

Bien d'autres Universités françaises dispensent aussi un enseignement en télédétection; on peut mentionner particulièrement les Universités de Paris I (U.E.R. de Géographie, Service de Télédétection), Aix-Marseille (Institut de Géographie), Amiens (U.E.R. de Sciences Historiques et Géographiques), Caen, Lille I (U.E.R. de Géographie), etc ...

B - Ecoles Supérieures - Un nombre assez important de grandes Ecoles participent aussi à l'enseignement de la télédétection.

1°) Toutes les Ecoles spécialisées dans les disciplines géographiques, mentionnées ci-dessus à propos de l'enseignement de la photogrammétrie, dispensent depuis plusieurs années à leurs élèves ingénieurs et techniciens un enseignement en télédétection, plus ou moins étendu selon les Ecoles, parfois encore inclus dans les cours de photogrammétrie, mais le plus souvent distinct.

C'est ainsi que, à l'Ecole Nationale des Sciences Géographiques (Saint-Mandé), la télédétection constitue une "unité de valeur" de 7 à 8 semaines pour les élèves ingénieurs et géomètres, y compris des travaux pratiques sur le terrain ; les cours portent sur les bases physiques de la télédétection, l'acquisition des données, les procédés de traitement des données, les applications à la géologie, à la géomorphologie, à l'étude de la végétation, à la cartographie spatiale ; les travaux pratiques comportent des séances d'informatique appliquée à la télédétection.

2°) Plusieurs autres grandes Ecoles ont compris l'importance de la télédétection pour la formation d'ingénieurs et techniciens dans certains domaines particuliers de leur vocation, tels que l'agriculture, la géologie, les mines ou les travaux publics. Parmi celles-ci, et sans prétendre en donner une lis-

te complète, il faut mentionner particulièrement :

- l'Institut National Agronomique (Paris-Grignon)-Laboratoire de Physique, forme en 3 ans des ingénieurs agronomes (180 par an en moyenne) ; l'enseignement de la télédétection y comprend : 3 heures de sensibilisation en première année, 40 heures en deuxième année, et une formation spécialisée en troisième année pour un nombre limité d'élèves. La télédétection intervient également dans les cours d'autres laboratoires (Botanique-Pédologie), par ses applications à l'écologie végétale et la pédologie.

- l'Ecole Normale Supérieure - Laboratoire de Géographie (Montrouge) organise un cours de télédétection satellitaire appliquée à la Géographie, de 24 heures annuelles, conduisant à un D.E.A. (12 diplômés par an).

- l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales - Centre d'Analyse et de Mathématiques Sociales - Laboratoire de Téléanalyse (Paris et Aix-Marseille) organise plusieurs cours de photo-interprétation et téléanalyse conduisant à des D.E.A. ou D.E.S.S. (Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées).

a) Initiation : 40 heures (stage d'une semaine)

b) Traitement et interprétation des données de télédétection : un an, 75 heures

c) Télédétection et occupation de l'espace : 1 an, 60 heures

d) Téléanalyse et économie rurale : 1 an, 30 heures.

Des enseignements complémentaires y sont aussi dispensés à certains étudiants et stagiaires : initiation à l'analyse des données (25 heures), méthodes statistiques d'analyse des données spatio-temporelles (25 heures), graphique et cartographie (50 heures) etc...

- Nous citerons aussi : l'Ecole Pratique des Hautes Etudes (Laboratoire de Géomorphologie de Dinard), l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris (Centre de Télédétection et Analyse des Milieux Naturels, à Sophia Antipolis), l'Ecole Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs (Centre d'Etudes Supérieures de Prospection Géologique et Géophysique, à Rueil-Malmaison), l'Ecole Nationale Supérieure du Paysage (à Versailles), etc...

C - Formation continue - Dans une technique jeune et en évolution constante telle que la télédétection, la formation continue a une importance particulière. Aussi de nombreux organismes, dont l'enseignement n'est pas toujours la vocation principale, ont-ils organisé des cours et des stages pratiques destinés à des professionnels ne recherchant pas essentiellement un diplôme, mais une information ou une formation sur les méthodes nouvelles applicables à leur domaine d'action.

Plusieurs des Universités ou Ecoles déjà citées cherchent à répondre à ce besoin en admettant des stagiaires non étudiants à leurs cours de formation initiale ou en organisant pour eux des stages d'une durée limitée. S'y ajoutent d'autres actions, très variées et diversifiées, engagées par des centres de recherche ou des organismes n'ayant pas normalement vocation à l'enseignement, mais qui étudient ou mettent en oeuvre la télédétection et qui apportent ainsi une contribution importante à la formation de spécialistes de haut niveau. Ce sont, par exemple :

- de nombreux laboratoires du Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S.), tels que le Centre d'Etudes et de Réalisations Cartographiques Géographiques de Paris, le Centre de Géomorphologie de Caen, le Service de la Carte de la Végétation à Toulouse, le Centre d'Etudes de Géographie Tropicale à Bordeaux, le Centre de Géographie Appliquée de Strasbourg, etc...

- le Centre National d'Etudes Spatiales (C.N.E.S.), qui organise chaque année pendant l'été des "Ecoles d'Eté", stages de formation de quelques semaines.

- l'Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORSTOM), par des stages de sensibilisation, d'initiation ou de formation.

- L'Institut Géographique National (I.G.N.), qui organise, par l'intermédiaire de l'Ecole Nationale des Sciences Géographiques (E.N.S.G.), un stage d'Enseignement de la Télédétection (S.E.T.). Ce stage annuel de sept semaines est divisé en cinq parties : exploitation des photographies aériennes (2 semaines), interprétation des images (2 semaines), technologie de la télédétection (1 semaine), spécialisation (1 semaine), expression cartographique des résultats (1 semaine).

- Le Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale (G.D.T.A.), groupement d'intérêt économique constitué par le C.N.E.S., l'I.G.N., le B.R.G.M. (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), l'I.F.P. (Institut Français du Pétrole) et le B.D.P.A. (Bureau pour le Développement de la Production Agricole), qui organise régulièrement un cycle d'Enseignement de la Télédétection (CETEL) et un Stage d'Initiation à la Télédétection (SITEL).

Le CETEL fonctionne chaque année depuis 1980 à Toulouse ; il comprend trois parties :

a) un tronc commun (21 semaines) divisé en : généralités (bases physiques de la télédétection, vecteurs et capteurs, représentation et restitution des images, cartographie et langage graphique), interprétation des images (méthodologie, visible, proche infrarouge, infrarouge thermique, images radar, données de terrain) et panorama des applications (organisation pratique d'une mission de télédétection, applications d'inventaire statistique, applications aux phénomènes dynamiques, méthodes de recherche par télédétection).

b) un enseignement optionnel (7 semaines) relatif, soit à la pratique de l'interprétation (étude approfondie sur le terrain d'un thème particulier choisi par chaque stagiaire), soit au traitement numérique des images (technologie des traitements numériques tout au long de la chaîne de saisie, de transformation et d'exploitation des données).

c) un stage d'application (6 semaines) consistant en un travail personnel dirigé dans le cadre d'une activité de recherche ou de production.

Le nombre moyen annuel de stagiaires du CETEL est de 10 ; les stagiaires reçoivent, soit un diplôme d'études supérieures spécialisées (pour ceux possédant déjà un diplôme universitaire), soit un certificat de spécialité (pour les anciens élèves de grandes écoles).

Le SITEL est un cycle de 4 semaines qui se propose d'habituer les photo-interprètes à utiliser des documents autres que les photographies aériennes, de conduire les ingénieurs physiciens ou informaticiens concepteurs d'instruments de télédétection à mieux connaître les domaines d'utilisation des produits qu'ils élaborent, enfin de présenter aux utilisateurs un survol des principes technologiques et des applications de la télédétection. Le SITEL est organisé à Toulouse et comporte quatre modules d'une semaine chacun : généralités sur la télédétection, méthodologie de l'interprétation, panorama des applications, traitement des images.

* * *

Le trait majeur de l'enseignement de la télédétection aux cours des dernières années est sa constante évolution, ses ajustements successifs pour essayer de suivre les progrès technologiques et de répondre aux besoins réels de formation des praticiens et des utilisateurs de la télédétection. Il est certain que cette évolution va se poursuivre, et que les actions d'enseignement vont sans doute se diversifier encore davantage, afin de mieux s'adapter aux besoins très variés des différentes catégories de spécialistes concernés.