

**Sébastien TORON**

## **L'emploi de la photographie aérienne en archéologie : nouvelle approche des monuments circulaires protohistoriques**

### **Notice biographique**

Sébastien Toron est archéologue-doctorant en protohistoire européenne à l'Université de Lille 3. Sa thèse de doctorat porte sur l'étude des monuments à vocation funéraire du début de l'âge du bronze dans le Nord de la France.

### **Résumés**

Durant la première moitié du deuxième millénaire avant notre ère, les bâtisseurs de l'âge du bronze ont érigé un grand nombre de *tumuli* ceints d'un fossé circulaire. En dépit de l'augmentation de nouvelles découvertes, les sites ont été érodés par l'intense activité agricole de ces derniers siècles. Par conséquent le tertre, et souvent les sépultures elles-mêmes, ont en grande partie disparu. Tenter de comprendre les modalités de construction de ces monuments implique de prendre un point de vue plus large. A cette fin, les données issues des prospections aériennes systématiques dans le Nord de la France ont révélé des centaines de traces d'humidité rémanentes provenant de vestiges archéologiques enfouis dans nos régions. En utilisant un processus de redressement informatique de photographies aériennes, les indices archéologiques sont reportés sur des plans. La cartographie de ces vestiges apporte de nouveaux éléments pour la connaissance de l'architecture de ces fossés, l'organisation des cimetières et leur installation dans le paysage.

Throughout the first half of the Second Millennium B.C., builders of the Bronze Age erected a large number of barrows surrounded by circular ditch. Despite the raise of new discoveries, sites were eroded by hard agricultural activity, consequently the primary earth mound which covering the burial, and often the burials itself, were levelled. Trying to understand the building way of these circular filled ditches involve to take a view on a large geographic extend. The distinctive form and cluster of circular cropmarks are mostly interpreted, on the base of excavation, as Bronze Age

cemeteries. The information gives by regular aerial surveying in north France, reveal hundreds of cropmarks and soilmark in our region. Using rectification process of oblique air photographs, archaeological features are transfer on topographic plan. The providing map gives new elements for the knowledge of the morphology of ring ditches, the placement of cemeteries and the organisation of funerary landscape.

**Mots-clés :** âge du bronze, cimetière, fossé circulaire, Somme, Nord-Pas de Calais, SIG, photographie aérienne.

**Keywords :** Bronze age, cropmarks, circular ditch, cemetery, Somme valley, North France, GIS, aerial photography.

## Sommaire

Introduction .....	2
1. Des fouilles à la prospection aérienne .....	4
2. Élaboration d'un recueil des photographies .....	5
3. Rectification des images .....	8
Conclusion .....	10
Bibliographie.....	11

## Introduction

A la fin du III<sup>e</sup> et au début du II<sup>e</sup> millénaire avant J.-C., la période de l'âge du bronze connaît, dans le Nord-Ouest de l'Europe, un accroissement des échanges économiques et sociaux entre différentes cultures. Les vestiges archéologiques appartenant à cette époque, permettent d'entrevoir les particularités et les similitudes de ces dernières. Parmi elles, on distingue très nettement l'éclosion d'un ensemble de pratiques funéraires singulières qui connaissent des résonances à travers le Sud de l'Angleterre, la Belgique, les Pays-Bas et le Nord de la France. Ainsi, des groupes de populations érigent un grand nombre de *tumuli* ceints d'un fossé circulaire à leur base<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> TORON 2006.

Ces monuments, à l'origine probablement bâtis pour un défunt, connaissent de nombreuses réutilisations au cours du temps. Avec la transition de la pratique de l'inhumation à celle de l'incinération se côtoient de nombreuses pratiques. De générations en générations, de nouvelles tombes sont déposées au sein des tertres mais également l'architecture est modifiée avec la réfection des fossés ou l'adjonction de nouveaux, créant parfois des architectures concentriques monumentales.

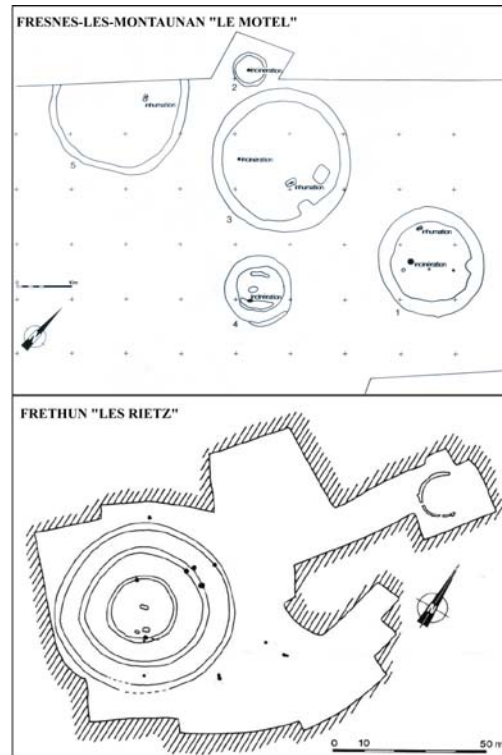


Fig. 1 : Les cimetières de Frethun et Fresnes-lès-Montauban dans le Nord-Pas-de-Calais (plans réalisés d'après COLLECTIF 2000, p. 22 et p. 110).

La synthèse de ces découvertes, complétée régulièrement ces dernières années par de nouvelles fouilles<sup>2</sup>, permet de mieux cerner les coutumes funéraires des populations qui vivaient sur nos territoires au cours du II<sup>e</sup> millénaire avant J.-C. Des questions restent cependant en suspens concernant ces *tumuli*. Les indices sont en grande partie lacunaires sur ce type d'architecture funéraire. La construction et l'élévation de ces *tumuli* ne nous ont laissé que peu de traces, cela en grande partie à cause de l'intense activité agricole et de l'érosion des terres de nos régions. Ces monuments, dont le fossé circulaire comblé est le principal

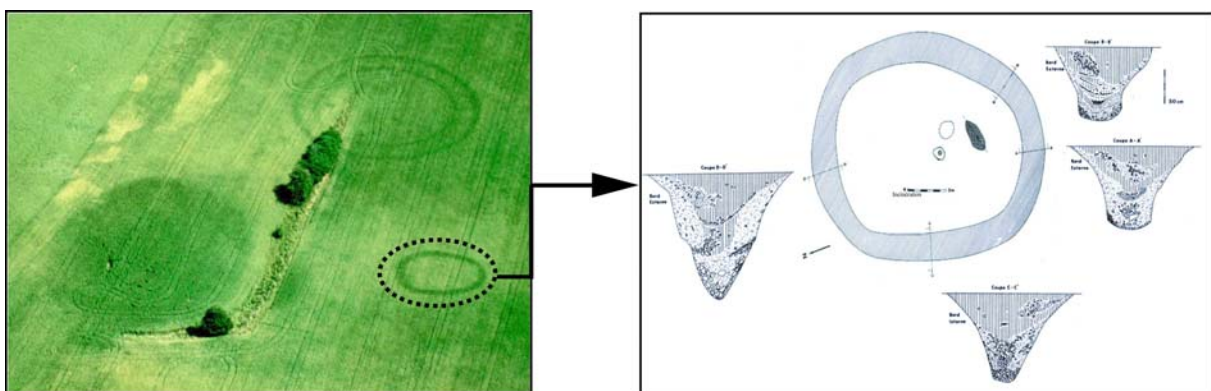
<sup>2</sup> COLLECTIF 2000 ; DESFOSSÉS 2000.

vestige, n'en restent pas moins un élément important du paysage de l'âge du bronze et des époques qui lui ont succédé.

## 1. Des fouilles à la prospection aérienne

L'érection d'un tumulus à fossé périphérique semble obéir à une volonté particulière de la part des bâtisseurs de l'âge du bronze. A cette époque le contrôle des territoires prend une dimension importante. La construction de ces monuments pourrait intervenir dans le phénomène d'organisation et d'appropriation de l'espace, hérité de la période néolithique. Tenter de comprendre ces fossés circulaires implique d'élargir le champ d'investigation en abordant une échelle micro-régionale voire régionale. Une lecture spatiale de ce phénomène, dans la mesure où elle peut être restituée, permet d'aborder la structuration des cimetières dans le paysage. Une telle analyse ne pouvait se baser uniquement sur des données archéologiques issues des fouilles car elles sont insuffisantes. En effet, on compte environ quatre-vingts monuments fouillés, souvent isolés, dans les départements du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme. Il est donc nécessaire de pouvoir multiplier les correspondances à une échelle territoriale beaucoup plus large.

A ce niveau, il est apparu qu'une grande partie de la documentation jusqu'à présent très peu exploitée pour comprendre ces constructions se trouvait être les photographies issues des prospections aériennes.



A gauche, photographie aérienne de cercles (R. Agache, Ministère de la Culture); à droite, plan du monument ayant été fouillé (Bréart, Fagnart 1982).

Fig. 2 : Plan de la fouille du monument de Crouy (BREART, FAGNART 1982)  
et photographie aérienne du site par R. Agache.

Pour synthétiser, le principe de base des prospections aériennes est de permettre de voir par avion à différents périodes de l'année, et suivant différentes conditions météorologiques, des anomalies dans la croissance des végétaux révélant des traces de structures archéologiques arasées et comblées dans des champs cultivés. Pour nos régions, les vestiges d'architectures à fossés comblés sont de loin les exemples les plus fréquents et, *a fortiori*, les enclos géométriques de type « cercle ».

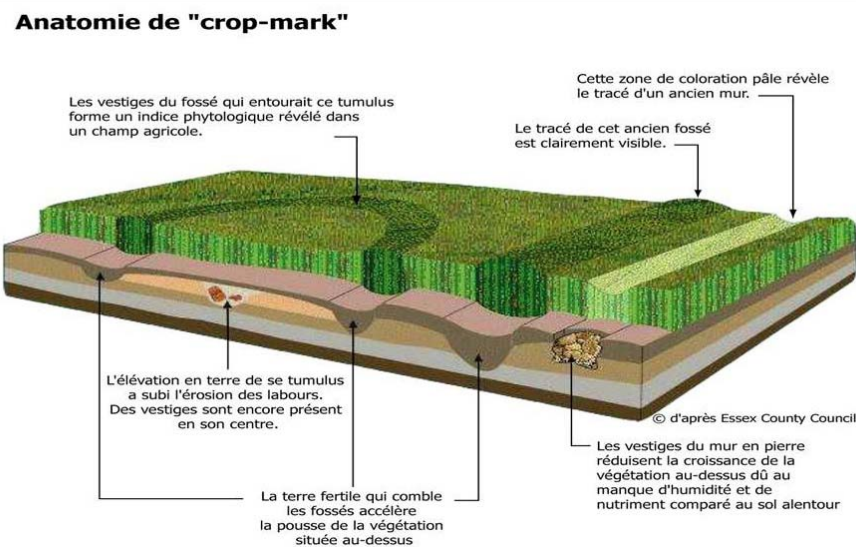


Fig. 3 : Modélisation des indices archéologiques visibles par prospection aérienne, d'après Essex County Council.  
URL (mai 2009) : [http://www.essexcc.gov.uk/vip8/ecc/ECCWebsite/content/binaries/documents/Planning396/planning\\_stour\\_valley\\_cropmarks.pdf?channelOid=nul](http://www.essexcc.gov.uk/vip8/ecc/ECCWebsite/content/binaries/documents/Planning396/planning_stour_valley_cropmarks.pdf?channelOid=nul)

## 2. Élaboration d'un recueil des photographies

Ces données regroupent les prospections aériennes à basse altitude de R. Agache sur la vallée de la Somme et dans une moindre mesure les repérages de J. K. St Joseph, d'E. Mantel et les photographies verticales de l'IGN. Dans ce département, environ 900 individus forment la source principale de la documentation. On dénombre en effet une trentaine de ces vestiges mentionnés pour l'Oise et seulement une dizaine dans le Nord-Pas de Calais, qui pourtant ont livré d'importants cimetières lors de fouilles archéologiques préventives.

C'est principalement Roger Agache, pionnier de la prospection aérienne en archéologie dès les années 1960, qui entame des survols systématiques et détecte des milliers

de structures archéologiques enfouies dans le sous-sol de ces régions. Les mentions de structures circulaires isolées ou groupées ont été inventoriées dans des publications et résumées en grande partie dans un Atlas publié en 1975<sup>3</sup>.

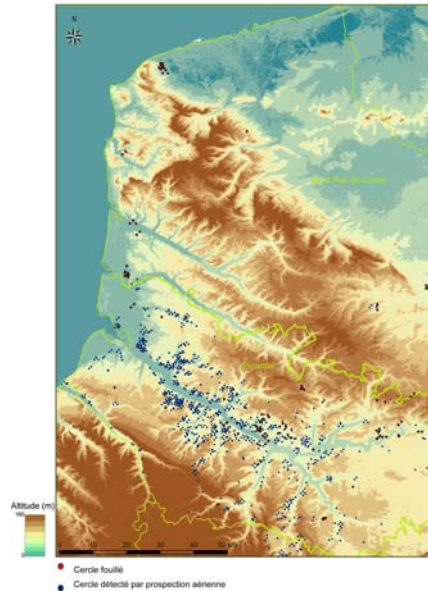


Fig. 4 : Distribution des *tumuli* et fossés circulaires dans le Nord-Ouest de la France.

Chacune des mentions de tracés circulaires a fait l'objet d'un dossier afin d'obtenir un outil fiable et rapide permettant de manipuler les données archéologiques. Chaque ensemble est ainsi renseigné par plusieurs informations :

- les photographies numérisées depuis les formats diapositives ou papiers ;
- la situation toponymique ;
- les coordonnées géographiques ;
- les références bibliographiques et photographiques ;
- le ou les détecteurs ainsi que les dates de prises de vues.

Enfin chaque ensemble fait l'objet d'une description précise des vestiges observés après une vérification des photographies disponibles.

---

<sup>3</sup> AGACHE, BREART 1975.

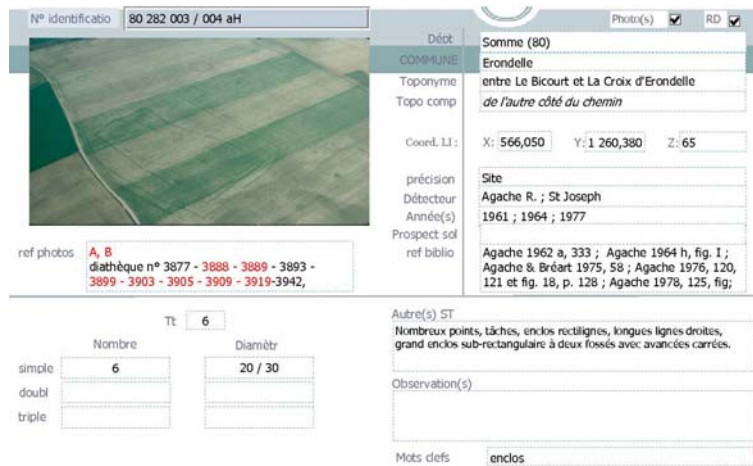


Fig. 5 : Présentation du catalogue informatique.

Cette base de données a été entièrement géoréférencée afin de permettre une navigation dynamique entre les données archéologiques et les couvertures géographiques à différentes échelles. Cette démarche passe par l'emploi d'un Système d'Information Géographique (SIG) offrant la possibilité d'analyser à l'échelle micro-régionale ou micro-territoriale les cercles protohistoriques<sup>4</sup>. Dans le cadre des recherches menées ici, ce premier traitement informatique a été conduit sous le logiciel *Arcgis - Arcview* distribué par la société ESRI<sup>5</sup>.

Une grande majorité des sites, notamment les plus remarquables, ont été survolés et photographiés à différentes périodes et selon différents angles de vues. De plus, selon la nature des sols ou des plantes cultivées, les indices archéologiques n'apparaissent pas de la même manière et au même moment. La compilation de ces photos se prête donc particulièrement bien à l'établissement d'une image de synthèse sur laquelle peut apparaître la grande majorité des vestiges visibles par avion. Pour illustrer cette procédure permettant l'étude des cimetières constitués de monuments circulaires, prenons le cas du site archéologique d'Eronnelle, « la Croix d'Eronnelle », situé au sud d'Abbeville dans la Somme et découvert par Roger Agache dès 1961.

<sup>4</sup> BARGE ET AL. 2004.

<sup>5</sup> URL (mai 2009) : <http://www.esrifrance.fr>.

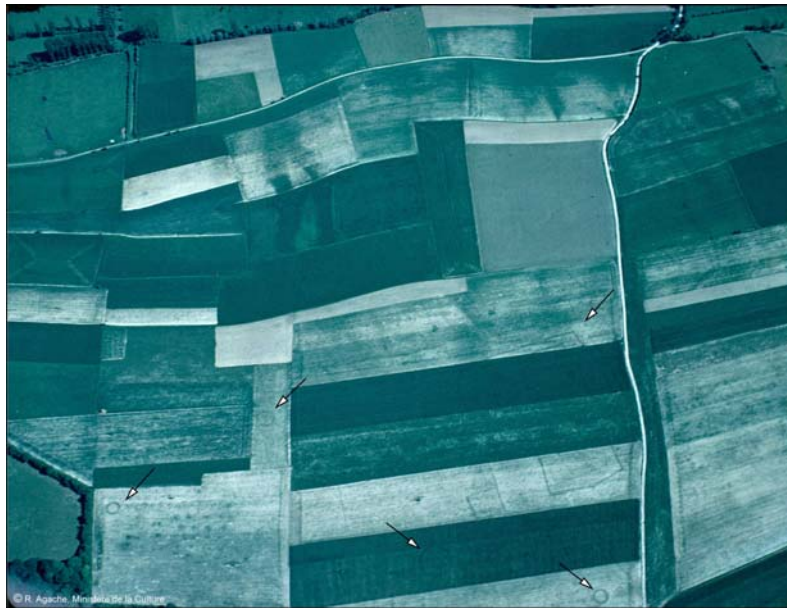


Fig. 6 : Photographie aérienne du site d'Erondelle, « la Croix d'Erondelle », par R. Agache (1964).

### 3. Rectification des images

L'étude des sites archéologiques à l'aide de la photographie aérienne se heurte au problème de faire correspondre la prise de vue oblique, effectuée lors du vol, avec sa localisation sur une carte topographique. L'outil informatique joue ici un rôle important, grâce aux instruments de traitement d'images du SIG et des logiciels spécialisés dans le redressement des photographies aériennes. Cet outil appliqué à l'archéologie permet de reporter les vestiges sur des plans en effectuant les corrections géométriques nécessaires suite à la déformation lors de la prise de vue. Il s'avère donc particulièrement efficace pour exploiter les images issues des prospections aériennes. À titre d'exemple on trouve le logiciel *Airphoto* : <http://www.uni.koeln.de/~al001/basp.html> (mai 2009).

Techniquement, ce travail s'appuie sur la méthode dite « polynomiale par prise de points d'appui<sup>6</sup> ». Ce travail nécessite des supports cartographiques tels que les photographies verticales prises par satellite, les cartes de randonnées, ou les données cadastrales. Une fois cette base entrée dans le logiciel, intégrant son système de coordonnées géographiques, on détermine un minimum de six points d'ancrage (ou amers). Ces points

---

<sup>6</sup> BARGE, SALIGNY 2005.



doivent être répartis uniformément autour du secteur intéressé, visibles sur la photographie aérienne ainsi que sur le plan de base.

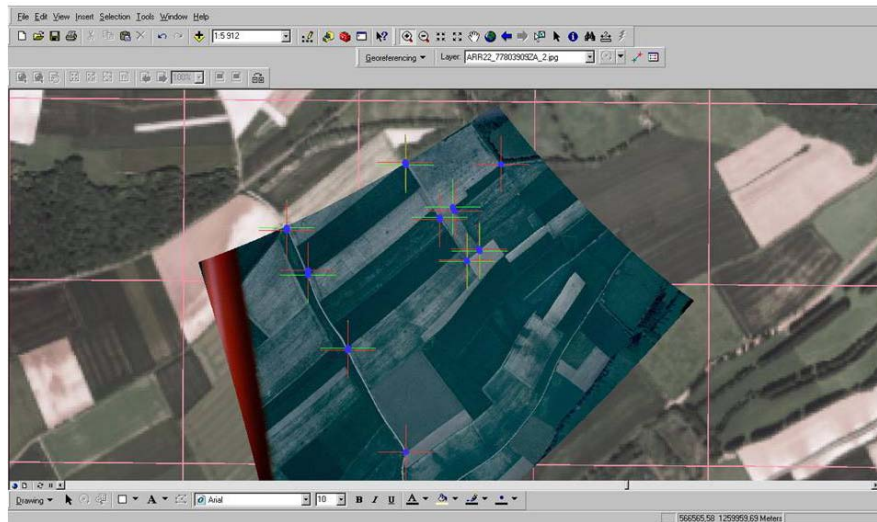


Fig. 7 : Présentation de la méthode de redressement numérique.

Ensuite par méthode graphique, en appliquant une déformation de premier, second, ou troisième ordre selon l'angle de prise de vue de l'image, le logiciel calcule et effectue les corrections nécessaires au redressement de la photographie sur le plan. Les inconvénients rencontrés dans cette manipulation numérique sont multiples. La précision des points de repères sur la photo n'est pas toujours disponible en raison de la zone photographiée ou encore de la netteté du cliché. De plus si l'angle de prise de vue est trop oblique ou proche de l'horizontale, les déformations induites par la rectification sont trop contraignantes pour obtenir un bon redressement. Il faut donc admettre une marge d'imprécision, variant entre cinq et dix mètres selon les cas de figures, qui implique d'utiliser plusieurs sources photographiques pour obtenir un résultat fiable.

Afin de se rendre compte de l'ensemble des traces archéologiques, suit une phase d'interprétation des indices visibles sur l'image de synthèse. La nomenclature des vestiges observés est mise en rapport avec celle des études de photo-interprétations archéologiques, suivant notamment les différentes catégories d'indices inventoriés par Roger Agache. Il s'agit selon la configuration du site de rendre compte de l'ensemble des indices s'étalant sur 200 à 600 m de long environ. Pour le site de « La Croix d'Eronnelle », a ainsi pu être dressé un plan

relativement précis de six fossés circulaires probablement protohistorique dispersés ainsi que d'un aménagement en enclos rectangulaire probablement gaulois ou plus récent.

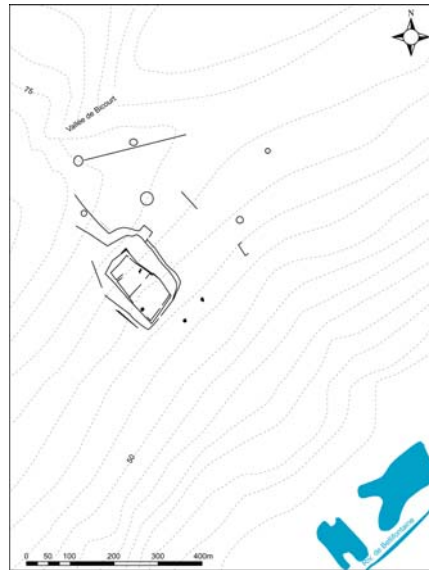


Fig. 8 : Plan de synthèse du site d'Eronnelle « La croix d'Eronnelle » avec les vestiges archéologiques visibles.

On peut voir qu'il est possible d'obtenir sur une surface donnée une grande majorité des vestiges laissant des traces rémanentes dans les champs. Cette opération renouvelée à l'échelle d'une micro-région, telle qu'une vallée ou une confluence de rivières, offre une approche étendue de l'occupation du sol par les sociétés anciennes. Toutefois cette perspective n'en reste pas moins limitée par un certain nombre de biais qu'il est important de dégager. Ainsi le couvert forestier, les zones d'activité urbaine, la particularité des plantations, ou encore la faiblesse de conservation des structures comblées sont autant de voiles sur la réalité archéologique du sous-sol.

## Conclusion

Les plans des différents ensembles peuvent ainsi être analysés afin de dresser une typologie des formes de fossés et de leurs implantations, le but étant d'observer l'organisation du territoire de populations de l'âge du bronze à travers leurs monuments funéraires. Ce type d'étude spatiale s'intéresse aux éléments d'occupations, d'appropriations et de transformations de l'espace par l'homme. Les problématiques sont centrées d'une part

sur les relations entre l'homme et l'environnement, avec pour objectif de déterminer les modalités selon lesquelles les occupations humaines sont soumises ou non au paysage (par exemple, les types de cimetières formés de monuments alignés, nucléaires ou dispersés, ou encore l'attractivité des lieux funéraires à travers le temps). D'autre part, sur la possibilité de déceler des caractères culturels dans les choix d'implantations des sociétés de l'âge du bronze : la définition d'un « territoire funéraire » où sont implantés les monuments et les choix préférentiels liés soit à la topographie soit au réseau hydrographique du lieu pourraient faire partie d'indices révélateurs d'un ensemble culturel.

## **Bibliographie**

AGACHE, BREART 1975 : R. AGACHE, B. BREART, *Atlas d'archéologie aérienne de Picardie. Le bassin de la Somme et ses abords à l'époque protohistorique et romaine. Société des Antiquaires de Picardie, t. 1 : Présentation et répertoire ; t. 2, Cartes archéologiques couleurs, Amiens, 1975.*

BARGE ET AL. 2004 : O. BARGE, X. RODIER, G. DAVTIAN, L. SALIGNY, « L'utilisation des Systèmes d'Information Géographiques appliquée à l'archéologie française », *Revue d'Archéométrie*, 28, 2004, p. 15-24.

BARGE, SALIGNY 2005 : O. BARGE, L. SALIGNY, « Géoréférencement, redressement de photographie de photos obliques », *Support de cours de l'école thématique Géomatique, Analyse et Modélisation Spatiale en Archéologie, Réseau Information Spatiale et Archéologie, Tours, 2005.*

BREART, FAGNART 1982 : B. BREART, J.-P. FAGNART, « La sépulture à incinération de Crouy (Somme). Contribution à l'étude des structures funéraires du groupe d'Éramecourt », *Revue Archéologique de Picardie*, 2, 1982, p. 7-10.

COLLECTIF 2000 : « Habitats et nécropoles à l'âge du bronze sur le transmanche et le T.G.V. Nord », *Bulletin de la Société préhistorique française* 1992, t. 89, n° 10-12, Travaux I, 2000.

DESFOSSÉS 2000 : Y. DESFOSSÉS (éd.), « Archéologie préventive en vallée de Canche. Les sites protohistoriques fouillés dans le cadre de la réalisation de l'autoroute A16 », *Nord-Ouest archéologie*, 11, 2000.

TORON 2006a : S. TORON, « De la Picardie aux Flandres belges : une approche comparative des enclos circulaires de l'âge du bronze ancien et moyen », *Lunula Archaeologia protohistorica*, XIV, 2006, p. 71-76.

TORON 2006b : S. TORON, « Les enclos circulaires à caractère funéraire dans le Nord de la France au sein des groupes culturels d'Europe nord occidentale au début de l'âge du bronze », *Bulletin de l'Association pour la promotion des recherches sur l'âge du bronze*, 4, 2006, p. 5-8.