

Application de comptage et de recensement pour les inventaires avifaunes

E.Vas¹, G.T.Kesse¹, S.Chakib¹, J.Boch², G. Boguszewski¹, D.Grémillet³

1: Cyleone, Montpellier, dronea@cyleone.fr

2: Université Montpellier 2, IES – UMR UM2/CNRS 5214, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 5

3 : CEFE (Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive), Montpellier

Résumé

Afin de protéger et de conserver les espèces animales et végétales, le recensement du nombre d'individus et l'inventaire sont des techniques incontournables pour estimer la taille d'une population. Il existe pour cela plusieurs techniques possibles et applicables directement sur le terrain.

Toutefois, en fonction de la quantité d'individus ou de leur localisation, ces techniques peuvent s'avérer très fastidieuses voire impossible à mettre en œuvre. Face à ce constat, une solution de comptage innovante est présentée dans ce papier. Le système présenté est constitué d'un véhicule autonome (drone) associé à un logiciel d'acquisition et de traitement d'image.

Ce système de recensement vise plusieurs objectifs parmi lesquels nous pouvons citer l'identification et le comptage d'espèces animales de différentes tailles, formes, natures, et couleurs. Il intègre un système d'acquisition vidéo communiquant au travers d'un réseau de communication sans fil depuis une caméra embarquée sur un véhicule autonome de type drone. Cette technologie autorise une réception en temps réel du champ de vision de la camera et offre la possibilité d'enregistrer plusieurs séquences vidéos sur les zones intéressantes de l'opération.

En plus de pouvoir automatiser in-situ le processus de traitement d'image, le logiciel permet également d'accéder aux résultats engendrés à chaque étape du traitement (histogramme, tracés des contours des objets identifiés, ...).

La réalisation de ce logiciel a mis en jeu un certain nombre de connaissances en programmation informatique avec le langage C++, la bibliothèque OpenCV et l'environnement QT.

Mots-clés : comptage, avifaune, logiciel

Abstract

To protect and conserve animal and plant species, identifying the number of individuals and inventory are essential techniques to estimate population size. Many techniques are available and applicable directly on the spot.

However, depending on the amount of people or location, these techniques can be hard or impossible to implement. Knowing that, an innovative counting solution was developed to face the difficulties of the task.

This solution includes an autonomous vehicle (UAV) associated with a data acquisition and image processing software. This counting system has several objectives among which we mention the identification and counting of animals of different sizes, shapes, types, and colors.

It works a video capture system communicating via a communication network: a wireless transmitter embedded on an autonomous vehicle UAV camera type and a receiver on the ground. This technology allows a real time broadcast for the users and at the same time provides the ability to record video clips on several interesting areas of the operation.

In addition to in-situ automate the process of image processing, the software also provides access to the results generated at each stage of the treatment (histogram plots contours of the identified objects, ...). The development of this software has involved a number of knowledge in computer programming with C++ language, the OpenCV library and QT environment

Keywords: counting, birds, software

Introduction

Dans le milieu de l'écologie et de l'environnement, la connaissance des espèces et la quantification de leur diversité joue un rôle primordial pour la conservation et la gestion de la biodiversité [1].

Cette connaissance passe par la mise en place d'inventaires de terrains selon différentes techniques telles que les transects, les quadrats [2]. Ces inventaires peuvent se révéler délicat pour les zones difficiles d'accès ou dangereuses, ils se font alors à partir d'avions et de photos aériennes [3], [4], [5], [6].

Ces techniques ont prouvé leur efficacité mais demeurent pour certaines, lourdes à mettre en place en terme de logistique, coûteuses et gourmandes en temps de travail et main d'œuvre.

Il faut également prendre en compte le fait que certains contextes (période de reproduction, zone d'hivernage) entraînent une présence massive d'individus, le comptage à la jumelle via un observateur peut alors fortement varier menant à sur ou sous estimer le nombre d'individus présents.

Les techniques de comptages automatiques actuelles proposent d'utiliser le seuillage, le filtrage et autre traitement [7], [8] sur l'image pour en extraire le nombre d'objet présent. Pour faire de telles manipulations, l'utilisateur doit de lui même savoir quand et dans quel ordre il doit appliquer ces différentes fonctions, or ce genre d'applications requiert une certaine connaissance en traitement de l'image de la part de la personne qui va l'utiliser.

C'est dans ce contexte et dans le but de faciliter cette quantification que l'application de comptage « AvCy » a été créée par les ingénieurs informatiques de la société Cyleone. Ce logiciel présente à la fois une interface graphique simple et claire ce qui permet une utilisation ouverte à tous types de public sans formation spécifique en traitement d'image.

Matériel et méthode

La programmation du logiciel AvCy est réalisée en C++ avec la bibliothèque OpenCV. Cette librairie de codage est une bibliothèque graphique fréquemment utilisée pour le traitement d'images en temps réel. OpenCV permet la création rapide d'application de vision assez complexe et recherchée grâce à une bibliothèque riche en fonctions.

De plus, la bibliothèque Qt a été utilisée. Qt est une bibliothèque écrite en C++ et destinée à la création d'applications graphiques. Dans ce projet, cette bibliothèque est utilisée pour créer une fenêtre principale servant d'interface graphique entre l'utilisateur et l'application. Par exemple, l'application reçoit en entrée des informations de la part de l'utilisateur par des objets tels que les boutons, les curseurs et lui fournit des résultats en sortie à travers des objets tels que les labels contenant des images ou des graphes.

La bibliothèque Qt offre une variété de composants d'interface graphique facilitant de nombreuses opérations parmi lesquelles nous pouvons citer la gestion de fonctionnalités non graphiques, la gestion de composants graphiques, la programmation réseau, l'utilisation du moteur de rendu graphique OpenGL, l'utilisation de base de données SQL, la manipulation et la génération de fichiers XML, le portage du moteur web Webkit, la gestion du framework multimédia Phonon...

Pour les différents tests de l'application, plusieurs types d'images ont été utilisées avec des couleurs et des espèces (donc des formes) différentes. Ces images sont données sur la figure 1. Certaines images proviennent directement du drone de la société lors de sessions de terrains.

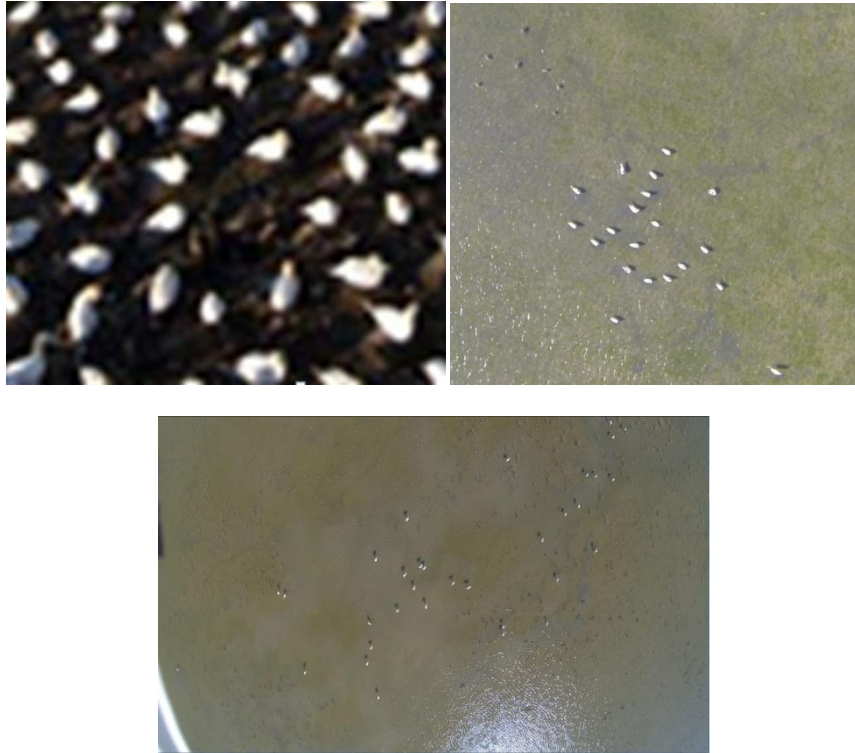


Figure 1: Exemple de photos utilisées pour tester l'application. En haut à gauche, zoom sur une image représentant des Fou de Bassan (*Morus Bassanus*). En haut à droite, image représentant des Chevaliers aboyeurs (*Tringa nebularia*) (oiseaux marrons) et des mouettes (oiseaux blancs). En bas, image représentant des Flamants roses (*Phoenicopterus roseus*).

Résultats

Le résultat de cette programmation en C++ est un logiciel possédant une interface graphique claire et simple d'utilisation. A partir de l'interface il est possible de charger l'image en cliquant sur le bouton « ouvrir ». Le bouton « démarrer » va appliquer les différents traitements sur l'image originale. A partir d'un menu déroulant, l'utilisateur peut choisir quel traitement qu'il souhaite afficher sur l'écran, le choix se fait entre l'image en noir et blanc, l'image binarisée, les contours détectés et l'histogramme de l'image originale (Figure 2 et 3).



Figure 2: Captures d'écran du logiciel après conversion de l'image en noir et blanc (haut) et en image binaire (bas).

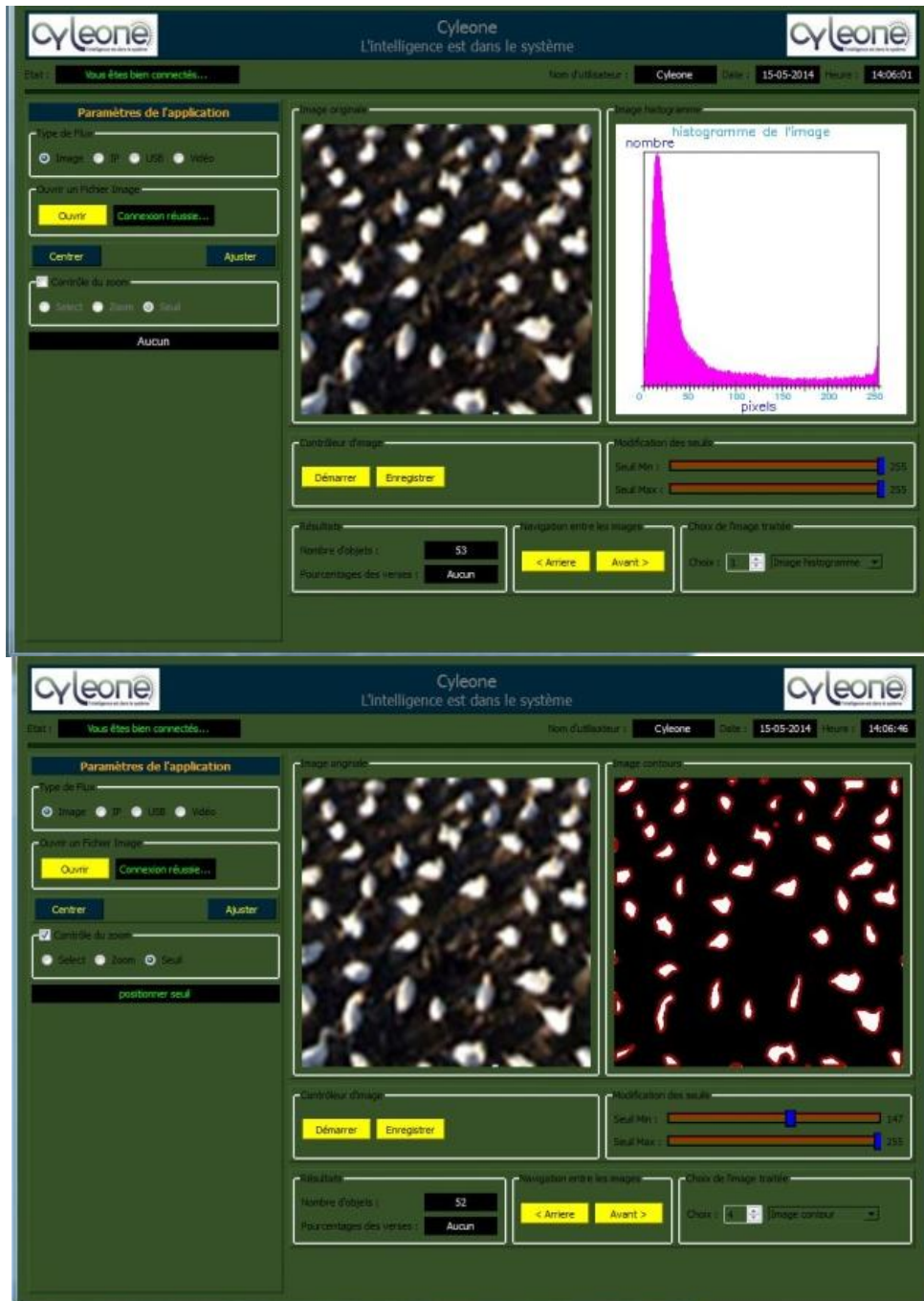


Figure 3: Captures d'écran du logiciel avec affichage de l'histogramme de l'image originale (haut) et détection de contours (bas).

L'affichage de l'histogramme de l'image permet de visualiser la répartition des pixels et de pouvoir affiner le seuillage.

Ce seuillage peut être fait soit manuellement au moyen de deux glissières indiquant la valeur limite maximum et minimum que l'on veut ajuster, soit automatiquement en cochant la case « contrôle du zoom » puis « Seuil ». Il suffit alors de cliquer sur l'objet que l'on veut isoler du fond de l'image et la reconnaissance des pixels va permettre de régler automatiquement les deux valeurs limites du seuil.

C'est ce seuillage qui va permettre au logiciel de détecter les objets d'intérêts, d'en faire le contour et d'en donner le nombre dans la fenêtre prévue à cet effet. Un exemple est donné dans le Tableau 1 où le nombre d'objets

trouvés est donné pour un seuillage manuel et un seuillage automatique. Il est important de noter que dans la majorité des cas que nous avons testés, le seuillage automatique donne un très bon résultat.




Nombre réel d'objets	Nombre d'objets trouvés avec un seuillage manuel	Nombre d'objets trouvés avec le seuillage automatique
		
48	55	50

Tableau 1: Comparaison du nombre d'objets trouvés par l'application à partir de différentes techniques de seuillage.

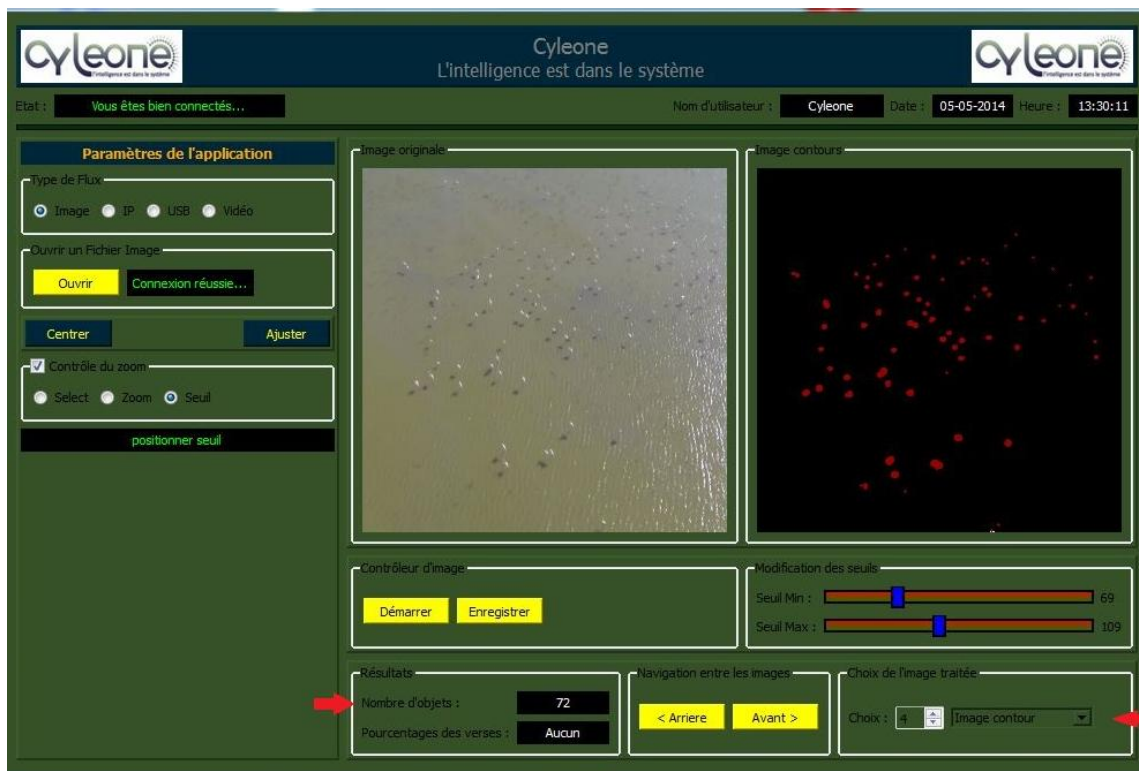


Figure 4: Captures d'écran du logiciel avec détection de contours, affichage du nombre d'objets comptés et menu déroulant permettant de choisir le traitement de l'image (flèches rouges).

Plusieurs options sont disponibles. Il est possible, en cochant « select » de créer un rectangle de sélection sur une zone de l'image et de compter les objets uniquement sur cette sélection.

Une autre option permet de zoomer sur l'image originale afin de voir plus précisément les objets que l'on veut compter. On peut alors placer le seuil de façon plus précise.

Du point de vue de la précision, nous avons testé plusieurs images allant d'un petit à un grand nombre d'oiseaux (de 10 à 398 oiseaux) et dans tout les cas le comptage du logiciel (avec le seuillage automatique) correspond, à quelques pourcents près, au nombre d'oiseaux présents sur l'image. Deux exemples sont donnés dans les tableaux 2 et 3.


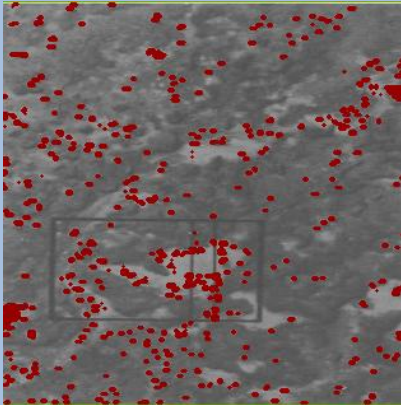
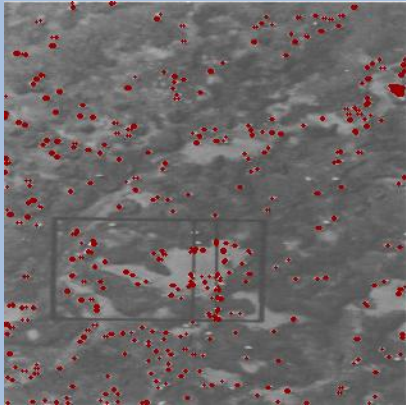
Nombre réel d'objets	Nombre d'objets trouvés avec un seuillage manuel	Nombre d'objets trouvés avec le seuillage automatique
		
398	389	400

Tableau 2: Comparaison du nombre d'objets trouvés par l'application à partir de différentes techniques de seuillage


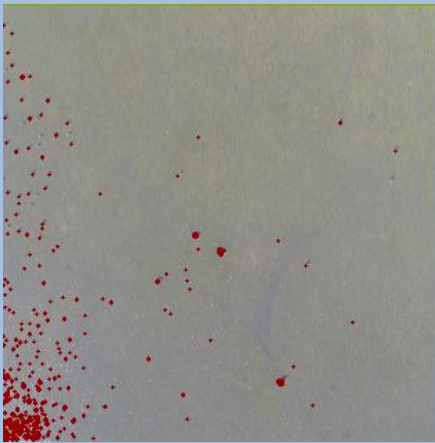

Nombre réel d'objets	Nombre d'objets trouvés avec un seuillage manuel	Nombre d'objets trouvés avec le seuillage automatique
		
45	212	42

Tableau 3: Comparaison du nombre d'objets trouvés par l'application à partir de différentes techniques de seuillage. La photo présente des reflets qui influencent le seuillage manuel. Le seuillage automatique a été appliqué sur les ombres des oiseaux.

Cette application permet aussi de charger des vidéos ou d'en enregistrer, pour cela il suffit de sélectionner le flux et de cocher « video » au lieu de « image ». La source de la vidéo peut être soit une caméra USB, un flux IP ou un fichier présent sur l'ordinateur. Une fois la vidéo chargée, la lecture se fait et il est possible de récupérer des photos à partir du film en cliquant sur « capture ». L'image est alors automatiquement enregistrée..

Discussion

La prise de vue par image aérienne s'avère être une technique très efficace pour repérer, inventorier et cartographier la faune et la flore. C'est un outil qui est maintenant très utilisé par les chercheurs mais aussi par les gestionnaires d'espaces naturels [9]. Ces images peuvent provenir de satellites, d'avions, hélicoptères et plus récemment, de drones volants.

A partir de ces images il est possible de recenser le nombre d'individus présents et ce avec des techniques différentes et plus ou moins complexes en utilisant plusieurs programmes [10] ou en faisant appel à des observateurs [11].

La nouvelle application de comptage automatique présentée dans ce papier ouvre de nouvelles perspectives pour la conservation et la quantification de la diversité biologique. Les tests effectués avec ce logiciel ont été fait sur des images représentant des oiseaux, mais l'utilisation de l'application peut être étendue à d'autres familles comme les mammifères terrestres ou aquatiques ainsi que les végétaux.. Il faut cependant noter que le type d'image idéale pour un comptage très précis est une image prise à 90° par rapport à la cible de la photo. En effet, une image en biais peut entraîner la présence d'éléments et d'objets « perturbateurs » qui influeraient le seuillage et donc le comptage.

La couleur des oiseaux peut influencer également le fonctionnement du logiciel car si un seuil est appliqué en cliquant sur un oiseau blanc et que l'on veut compter tous les oiseaux présents sur l'image, y compris des oiseaux d'une autre couleur, l'application ne comptera que les oiseaux blancs. Pour régler ce problème, une solution peut être de réaliser un seuillage à partir de l'ombre que projettent les oiseaux sur le sol. Cette ombre ayant la même couleur quelque soit l'oiseau, le logiciel compte alors le nombre d'ombre et donc le nombre d'individus. C'est cette technique que nous avons utilisés dans l'exemple présenté dans le tableau 3.

Une nouvelle extension est en cours de développement pour permettre un multi seuillage et donc un comptage particulier pour chaque seuil placé. Il sera également possible de sélectionner plusieurs zones sur une même image et de compter le nombre d'objets dans chaque zone.

Des oiseaux très proches l'un de l'autre peuvent être amenés à être confondus en un seul gros objet par le logiciel et donc entraîner une erreur dans le nombre d'objet final.

Il faut aussi prendre en compte le fait que le logiciel est capable de lire n'importe quelle image quelque soit sa taille en la redimensionnant. Les images panoramiques par exemple seront automatiquement réduites.

Les applications de ce type de logiciel dans les sciences de l'environnement et en particulier dans la gestion des espaces naturels sont multiples et sont une demande croissante de la part des gestionnaires.

Si l'utilisation de ce logiciel se généralise, la précision des estimations des populations sera affinée, permettant ainsi une avancée et une modernisation des techniques d'inventaires écologiques. Il est d'ailleurs en projet de développer le logiciel de façon à ce que les formes d'oiseaux soient reconnues et associées à une espèce. Il sera alors possible non seulement de compter les individus mais également d'identifier leur appartenance à une espèce.

Une grande quantité de photos prises dans des conditions (avec reflets, dans reflets) et des orientations différentes doivent cependant être testées afin d'élargir au maximum les possibilités du logiciel.

Conclusion

Le recensement du nombre d'individus et l'inventaire sont des techniques incontournables pour estimer la taille d'une population. Dans ce papier, nous avons présenté une nouvelle application de comptage qui permettra à l'avenir une meilleure estimation de la taille des groupes présents sur les photos aériennes prises par des observateurs.

Les fonctionnalités de cette application permettent, même sans connaissance spécifique en traitement d'image, d'obtenir de bons résultats, notamment grâce au seuillage automatique. Nous avons montré que ce seuillage automatique permet, pour les cas que nous avons étudiés, d'obtenir le nombre d'objets à quelques pourcents près.

De plus, de nouvelles fonctions sont en cours de développement et assureront un fonctionnement et une précision plus importante de l'application. Certaines sont déjà à l'essai tel que le calcul de surface d'une zone ainsi que la multi sélection.

Références bibliographiques

- [1] : Reed F. Noss., 1990. *Indicators for Monitoring Biodiversity : a Hierarchical approach*. Conservation Biology 4(4): -364
- [2] : Sutherland WJ., Newton I., 2004. *Bird Ecology and Conservation: a Handbook of techniques*. Oxford University Press: 35-52
- [3] : Kingsford RT., 1999. *Aerial survey of waterbirds on wetlands as a measure of river and floodplain health*. Freshwater Biology 41: 425-438
- [4] : Mourão GM., Bayliss P., Coutinho ME., Abercrombie CL., Arruda A., 1994. *Test of an aerial survey for caiman and other wildlife in the Pantanal, Brazil*. Wildlife Society Bulletin 22: 50-56
- [5] : Hill GJE., Barnes A., Wilson GR., 1985. Time of day and aerial counts of grey Kangaroos. The Journal of Wildlife Management 49(4): 843-849
- [6] : Sardà-Palomera F., Bota G., Viñolo C., Pallares O., Sazatornil V., Brotons L., Gomariz S., Sarda F., 2011. *Fine-scale bird monitoring from light unmanned aircraft systems*. IBIS, The International Journal of Avian Science: 1-7
- [7] : Laliberte AS., Ripplé WJ., 2003. Automated wildlife counts from remotely sensed imagery. Wildlife Society Bulletin 31(2): 362-371
- [8] : Pérez-García JM., 2012. The use of digital photography in censuses of large concentrations of passerines : the case of a winter starling roost-site. Revista Catalana d'Ornitologia 28: 28-33
- [9] : Morgan JL., Gergel SE., Coops NC., 2010. *Aerial Photography : A Rapidly Evolving Tool for Ecological Management*. Bioscience 60 (1): 47-59
- [10] : Bajzak D., Piatt JF., 1990. Computer-Aided Procedure for Counting Waterfowl on Aerial Photographs. Wildlife Society Bulletin 18(2) : 125-129
- [11] : Anthony RM., Anderson WH., Sedinger JS., McDonald LL., 1995. Estimating Populations of Nesting Brant Using Aerial Videography. Wildlife Society Bulletin 23(1) : 80-87