



*"L'homme et les zones humides: un lien vital"*  
7e Session de la Conférence des Parties contractantes à la  
Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971),  
San José, Costa Rica, 10 au 18 mai 1999

Séance technique IV:

Des instruments d'identification et d'évaluation des valeurs des zones humides

Document 4

## Application d'un système d'information géographique convivial à la conservation des zones humides au niveau du site

par Suzanne Palminteri, George Powell, R. Glenn Ford, Janet Casey

1. La protection et la gestion informée d'une zone humide requièrent une connaissance des corrélations géographiques entre les diverses composantes, y compris l'eau, le sol, la végétation, la faune et l'infrastructure humaine. Le fait d'être capables de représenter et d'analyser vos informations sur le plan spatial facilite et renforce votre aptitude à prendre des décisions en matière de planification et de gestion. Dans ce document, je vais discuter de la manière dont un système d'information géographique convivial peut améliorer les capacités des administrateurs de sites en matière d'assimilation et d'interprétation des données et les aider à résoudre les questions inhérentes à la gestion.

### Qu'est-ce qu'un SIG?

2. **Définition:** Un Système d'Information Géographique (SIG) associe un logiciel à un équipement informatique permettant d'accéder à, de visualiser, de manipuler et d'afficher tout une gamme d'informations axées sur la géographie, telles qu'utilisations des sols, types de sols, types de végétation, précipitations, courbes de niveau, infrastructure humaine ou répartition des espèces – tout élément susceptible d'être cartographié.
3. **Des concepts simples:** Le concept du SIG n'est pas compliqué: sa méthodologie élémentaire équivaut à superposer deux feuilles d'acétate transparente, contenant chacune des informations géographiques sur une région donnée. Superposer ces différentes séries de données sur la même région géographique et les visualiser ensemble fait apparaître des structures et des corrélations. Pour faire une démonstration de la superposition de données dans un SIG, je voudrais proposer une série de cartes, dont la première montre différents types de végétation sur la rive occidentale du lac Manyara, au nord de la Tanzanie. Une deuxième carte de la région montre les limites du Parc national de Manyara, avec le rift qui descend jusqu'à la zone du lac. La superposition de ces deux séries de données fait apparaître des informations complémentaires: on voit, par exemple, quels types de végétation sont protégés par le parc et lesquels se trouvent à l'extérieur du parc.

4. Une carte composite du parc et de sa végétation peut constituer une base utile pour étudier les migrations entre les zones humides situées en bordure du lac et d'autres types d'habitat adjacents, à l'intérieur et à l'extérieur du parc ; elle peut aussi servir d'outil promotionnel pour montrer aux fonctionnaires, aux touristes ou au grand public la diversité d'habitats que protège le parc.
5. **Obstacles:** Malgré sa grande utilité et sa conception très simple, le SIG est resté hors de portée de nombreux spécialistes de la conservation travaillant sur le terrain en raison des frais élevés de mise en route, de la difficulté d'apprentissage et du manque de conscience de sa valeur pour la conservation. Aujourd'hui, il suffit généralement d'un ordinateur standard, d'un investissement d'environ 750 à 1000 dollars, d'un logiciel, d'une petite table à numériser, d'une imprimante à jet d'encre et d'un GPS manuel pour avoir un GIS permettant de produire des cartes et d'effectuer des analyses écologiques de base.
6. Depuis une bonne dizaine d'années, il existe plusieurs options de GIS puissants, à la pointe de la technologie, qui permettent de classer et d'analyser des images satellite de grande taille et/ou d'appliquer des programmes de modélisations avancés. Entre les mains d'informaticiens expérimentés, cette technologie de pointe s'est révélée d'une très grande utilité pour les analyses mondiales, continentales et régionales. Toutefois, un autre niveau de SIG est en train d'apparaître, qui permet aux administrateurs et aux spécialistes de la conservation travaillant sur le terrain et ayant des connaissances minimales en informatique d'appliquer le même type d'analyses à la protection et à la gestion des zones humides.
7. Dans cette discussion, je me concentrerai sur la possibilité de mettre la technologie des SIG à la portée des administrateurs travaillant au niveau du site. Il existe des systèmes simplifiés qui exigent non plus des mois mais quelques jours seulement d'apprentissage, qui coûtent non pas des milliers mais quelques centaines de dollars, et qui offrent la plupart des fonctions requises par les utilisateurs travaillant dans le domaine de la conservation et de la gestion des ressources naturelles. Ces systèmes fonctionnent sur des ordinateurs standards, à la portée de la plupart des groupes de conservation.
8. L'ampleur de votre projet ainsi que vos besoins en matière d'analyse et de présentation dicteront, bien entendu, l'ampleur de votre investissement dans des logiciels et du matériel informatique. Il importe néanmoins de reconnaître que nombre de fonctions de base, notamment au niveau de la réserve ou du site de recherche, peuvent être remplies directement par les administrateurs ou les chercheurs avec un équipement standard.

### **L'utilité du SIG pour la conservation des zones humides**

9. L'utilité d'un SIG convivial pour la conservation des zones humides dépend des besoins de l'administrateur. Il est possible de dresser une carte montrant l'emplacement d'un projet de route ou d'usine par rapport à une zone humide existante, ou encore, de dresser une carte déterminant la corrélation entre l'hydrologie d'une région et l'emplacement des colonies d'échassiers ou de communautés végétales. On peut aussi dresser des cartes de la végétation d'une zone humide sur plusieurs années pour montrer l'expansion ou le déclin d'une espèce donnée comme le périphyton (*typha*).

10. Un SIG convivial peut aider les professionnels de la conservation à protéger et gérer les ressources de zones humides: (1) à communiquer une situation ou une relation ; (2) à effectuer des analyses simples consistant par exemple à mesurer et croiser les éléments d'une carte; (3) à analyser la répartition d'espèces et d'habitats; (4) à modéliser des variations ou des modifications potentielles au niveau de l'habitat, comme les flux de polluants d'origine hydrique; et (5) à orienter la planification des ressources et de l'utilisation des sols en répondant à des questions de gestion grâce à la superposition de plusieurs couches de données.
11. Pour expliquer le déroulement pratique de ces procédures en utilisant un programme de SIG relativement simple, j'utiliserai des cartes modèles créées dans un SIG très convivial, le CAMRIS. Les applications présentées dans ces études de cas peuvent toutefois être exécutées à l'aide d'autres programmes.

### **La puissance de communication des cartes**

12. L'une des utilisations les plus élémentaires et les plus importantes du SIG pour la conservation est la communication d'informations aux décideurs, aux donateurs, à la presse, aux voisins et au grand public. Je fournirai, à titre d'exemple, une carte simple des Everglades en Floride, montrant la position relative de l'un des principaux « affluents des zones humides », le Taylor Slough, et des zones agricoles en pleine expansion où des travaux de drainage étaient projetés. Bien que l'impact potentiel du développement agricole soit une évidence douloureuse pour tout défenseur des zones humides, une simple démonstration comme celle-ci peut aider dans une large mesure les décideurs les moins informés à comprendre le danger que représente une telle activité pour une zone humide. Si une image vaut des centaines de mots, une carte annotée montrant les positions relatives des composantes sensibles d'une zone humide et les activités destructrices proposées en vaut des milliers. Le SIG permet d'assembler rapidement les éléments pertinents d'un problème et de les présenter d'une manière irréfutable.
13. La capacité d'un SIG de fournir des informations à diverses échelles spatiales aide les propriétaires fonciers, les administrateurs de sites et d'autres personnes à reconnaître le rôle de leur propriété ou de leur site dans le paysage global. Les liens qui existent entre les zones humides d'une région n'étant pas forcément évidents pour les politiques ou le grand public, il peut être utile de montrer vos informations en utilisant des cartes à différentes échelles spatiales. Par exemple, la même carte à une plus grande échelle démontrera que le lac Manyara et les zones humides associées ne fonctionnent pas isolément mais font partie d'un complexe élargi de zones humides. Cette vaste étendue inclut les cours d'eau et les zones humides du Parc national de Tarangire, qui se trouve dans le voisinage, lesquels constituent, en saison sèche, des sources d'eau essentielles pour de nombreuses espèces animales du nord de la Tanzanie. Présenter ces données sous un tel angle peut aider les administrateurs de parcs ou les professionnels de la conservation à justifier la protection ou des limitations de l'utilisation des terres reliant les systèmes de zones humides à ces deux parcs.

### **Des analyses simples**

14. Dans un SIG, les cartes aident non seulement à montrer les priorités de recherche ou de conservation à des personnes de l'extérieur, mais aussi à déterminer ces priorités au sein d'une équipe de chercheurs ou de professionnels de la conservation. Des analyses géographiques simples consistant notamment à mesurer, ajuster et croiser les éléments d'une carte, permettent de déterminer des distances, par exemple entre un chantier de construction et une zone humide, ou des superficies telles que l'étendue d'un peuplement forestier inondé ou d'une zone inondée en permanence.
15. Voici une carte minute de la Réserve de Celestún (aussi désignée sous le nom de Parque Natural Celestún), située dans la partie occidentale de la presqu'île du Yucatan au Mexique. L'avantage de pouvoir répartir vos données en couches, lorsque vous utilisez un SIG, est que vous pouvez non seulement choisir les couches que vous voulez visualiser à un moment donné, mais aussi mettre à jour votre carte rapidement et imprimer des copies supplémentaires si nécessaire. Par exemple, si un chercheur de Celestún voulait localiser des types de végétation particuliers dans la Réserve, sans être obligé de voir les villes et les routes, il lui suffirait de supprimer les couches correspondant aux routes et aux villes et d'ajouter celle qui contient les données sur la végétation.
16. L'administrateur de la Réserve de Celestún aura peut-être d'autres préoccupations pour lesquelles il devra visualiser l'infrastructure humaine. Il pourra dans ce cas appeler la carte minute simple, avec ou sans les données sur la végétation, y jeter un bref coup d'œil et imprimer une vue agrandie d'un secteur particulier de la Réserve, par exemple l'extrémité nord. Cette possibilité se révélera précieuse, par exemple, dans le cas d'un projet d'expansion d'un petit chemin de terre battue dans ce secteur. Il suffira à l'administrateur de mettre à jour la couche montrant la route pour pouvoir ensuite mesurer sur quelle distance le tracé proposé traverserait la Réserve.
17. Si vous étiez l'administrateur du site, vous souhaiteriez peut-être déterminer quelles superficies de types de végétation particuliers, de saline, d'estuaire ou de littoral seraient affectées par l'extension de la route. Pour ce faire, il vous suffirait de mettre en surbrillance les zones qui seraient affectées si l'impact de l'expansion de la route s'étendait sur un kilomètre dans chaque direction. Une simple routine de tamponnement vous fournirait ce renseignement.
18. Qu'en serait-il si l'impact de la route s'étendait en fait sur deux kilomètres dans chaque direction? Grâce à la superposition de couches, le SIG vous permettrait aussi de créer plusieurs versions d'une carte en utilisant les mêmes données de base et en ne changeant que la couche contenant la zone d'impact de la route, sans avoir à recréer toutes les couches à chaque fois. En utilisant un SIG pour superposer la couche montrant la zone d'impact ou la zone tampon avec une couche contenant les types de végétation de la zone, vous pourriez savoir quelle superficie de chaque type de végétation serait affecté par la route.
19. Ces connaissances sont essentielles pour discuter de la situation avec des fonctionnaires, d'autres propriétaires fonciers, les constructeurs de la route et le public. Les constructeurs de la route utiliseront probablement un SIG pour déterminer le site présentant le meilleur rapport coût-efficacité pour l'expansion de la route, et peut-être, grâce à des informations supplémentaires fournies par l'administrateur de la Réserve, l'impact sur l'environnement sera-t-il aussi pris en compte dans la décision.

## Analyse de la répartition

20. Les analyses de la répartition, par exemple des types d'habitat ou des mouvements saisonniers d'individus ou de groupes d'animaux peuvent être réalisées à l'aide d'un SIG convivial. Des cartes officielles ou des cartes satellite de la végétation ou des biomes peuvent être combinées avec des données recueillies sur le terrain, entrées dans le SIG, à partir soit d'un GPS soit des tracés de minutes de terrain imprimées.

### *Répartition de l'habitat*

21. Voici une carte satellite montrant différents types de forêt inondée, ou Varzea, dans la Réserve de Mamiraua, en Amazonie brésilienne. Les différentes couleurs correspondent à différents types de végétation qui se distinguent par leurs niveaux variables de crues, étant donné que les eaux de l'Amazonie et de ses affluents montent et redescendent de 10 mètres chaque année. Une partie de l'année, la Réserve accueille plusieurs milliers de limicoles, y compris des cormorans et des anhingas, des cigognes, aigrettes et plusieurs espèces de hérons. La majorité de ces oiseaux arrive au moment de la décrue, qui concentre le poisson dans des nappes d'eau plus réduites et isolées.
22. Les images satellite fournissent des informations sur les types de végétation et les utilisations des sols dans une région à un moment donné. Pour travailler à une échelle plus précise, les photos aériennes et les images satellite à plus haute résolution sont également utiles car elles permettent de localiser et de déterminer la répartition de communautés particulières, telles que forêts marécageuses ou végétation submergeante.
23. Un agrandissement de l'image fait apparaître des lacs particuliers, à l'intérieur de la Réserve de Mamiraua, révélant leur superficie et leur emplacement à un moment précis de l'année; il est donc possible de comparer cette carte à une image antérieure ou postérieure pour visualiser tout changement de la végétation susceptible d'indiquer des changements dans la qualité ou la quantité d'eau. Outre la visualisation des différents types de végétation à Varzea, ainsi que du sable et de l'eau, un SIG peut vous aider à calculer la superficie occupée par chaque type de végétation. L'utilisation de images de différentes années permettra à l'administrateur de la réserve de comparer la superficie totale de chaque type d'habitat.

### *Caractère saisonnier de la répartition de la faune*

24. Un autre avantage du SIG pour l'administrateur de site est la possibilité d'importer des points individuelles, soit à partir d'une base de données reliée à un GPS, soit à partir des tracés de minutes de terrain. Si les points correspondent à des observations, comme les sites d'observation d'un crocodile muni d'un collier émetteur dans la Réserve de Mamiraua, l'utilisateur du SIG peut calculer un polygone convexe minimum à partir de ces points, ainsi que des polygones représentant 50% ou 95% des observations de l'animal, ce qui permet de déterminer l'étendue du territoire de l'animal.
26. En superposant ces points d'observation avec l'image de Mamiraua, l'utilisateur du SIG peut estimer non seulement la superficie du territoire, mais aussi les types de végétation dans lesquels on a le plus de chances de trouver cet animal particulier. Ces calculs fournissent à l'utilisateur des

informations sur l'utilisation de l'espace par des espèces particulières qui peuvent orienter les efforts de protection.

27. Pour faciliter la visualisation, les données recueillies le long d'un transect linéaire comme un littoral peuvent être représentées graphiquement sous forme de séries linéaires de polygones. Les zones humides qui bordent la baie de Delaware sur la côte du New Jersey, aux Etats-Unis, constituent une étape d'importance mondiale pour les limicoles. On attribue des valeurs numériques à des segments du transect littoral, en se fondant sur la densité des différentes espèces de limicoles (nombre d'oiseaux par kilomètre) dans ce segment durant la migration printanière. Le scientifique qui a dressé cette carte a créé une zone tampon autour du littoral proprement dit, pour obtenir un littoral polygonal. Les bandes plus foncées correspondent aux zones de densité élevée de limicoles.

### **Modélisation**

28. Bien qu'un programme SIG au niveau du site servent surtout à dresser des cartes et à présenter des informations, il peut aussi aider à faire des prévisions sur la base des activités en cours. En tant qu'administrateur de zones humides, vous serez peut-être intéressé par les effets des changements intervenus dans l'occupation des sols sur les cours d'eau d'un bassin hydrographique particulier ou par la vitesse et la direction de l'eau transportant des hydrocarbures ou d'autres polluants vers la côte ou une autre masse d'eau.
29. L'administrateur de zones humides situées à proximité de centres urbains ou industriels, comme celles de la baie de Delaware, souhaitera peut-être modéliser l'impact de déversements de polluants sur les limicoles ou la qualité de l'eau. Voici, à titre d'exemple, une couche montrant les densités de limicoles, avec une sortie du modèle de déversement d'hydrocarbure de NOAA Hazardous Materials, montrant le déplacement des hydrocarbures sur la base d'un scénario de 48 heures.
30. Dans le cas des zones humides de la lagune de Mugu, en Californie, situées à proximité de sources de pollution, une sortie d'un modèle de transport des polluants a été interfacé avec le SIG. Voici une carte montrant les résultats du modèle de transport des polluants, qui indique les sources de pollution, les superficie de la lagune présentant les densités de pollution les plus élevées et les plus faibles, ainsi que la direction et l'intensité du flux de l'eau tout au long d'un cycle de marée, sur une grille.

### **Planification**

31. Les plans de conservation des zones humides peuvent inclure une ou plusieurs des activités suivantes: détermination des sites prioritaires pour relier des aires naturelles, négociation concernant le choix de l'emplacement d'une nouvelle réserve ou d'un projet agricole ou de construction, ou recommandations au niveau du site adressées aux décideurs. Pour mener à bien de telles activités, les professionnels de la conservation doivent prendre en compte toute une gamme de facteurs naturels et humains, tels que pente, types de sol, nappe phréatique, répartition des espèces menacées d'extinction, prix des terrains, types d'habitat du site, ainsi que la distance par rapport à d'autres habitats naturels, couloirs de transport et concentrations d'habitations. La

superposition de telles données fournit des informations sur les interactions et l'emplacement géographique relatif de ces différents facteurs. Ces informations sont essentielles pour être en mesure de répondre à des questions telles que: (1) Quelles sont les zones inondées toute l'année? (2) Quelles zones non protégées sont-elles critiques pour l'alimentation en eau d'une zone humide particulière? (3) Quelles sont les zones présentant les plus fortes concentrations de limicoles? (4) Quels sites nécessitent-ils une restauration? (5) Quelles zones abritent-elles des plantes menacées d'extinction? (6) Quelles sont les zones qui à la fois abritent des plantes menacées d'extinction et nécessitent une remise en état?

32. Les réponses à de telles questions informent l'administrateur de zones humides sur l'emplacement relatif des possibilités de conservation et des menaces et sur les sites exigeant une attention prioritaire, et renforcent les arguments écologiques concernant l'implantation de projets de construction tout en facilitant l'élaboration de politiques favorables aux régions qui entourent les zones humides.
33. Prenons, par exemple, des données sur la répartition des limicoles recueillies sur plusieurs mois dans la Réserve de la biosphère de Sian Ka'an, au sud-est du Mexique. Après avoir effectué des survols en suivant des transects prédéterminés et avoir stocké les données de ces observations dans le SIG, les chercheurs de l'ONG Amigos de Sian Ka'an ont créé une base de données sur les densités de limicoles en se fondant sur les valeurs de densité attribuées à des mailles de deux minutes. Grâce au SIG, les chercheurs ont été en mesure de produire des courbes de densité fondées sur ces valeurs.
34. Ces données sur la densité font apparaître les lieux de concentration des groupes de limicoles, mais les courbes peuvent aussi être produites pour des espèces présentant un intérêt particulier, par exemple rares ou endémiques. Ces données peuvent aider à répondre à des questions de gestion telles que: où localiser des aires protégées centrales à l'intérieur de la Réserve de la biosphère; où concentrer les efforts de recherche et de protection; ou encore, quelles zones faut-il ouvrir ou fermer aux touristes. On peut aussi, ultérieurement, utiliser les données sur les préférences des oiseaux comme indicateur préliminaire de la répartition respective de la végétation ou des crues, afin de permettre à l'administrateur de la réserve de réagir de façon opportune à toute modification d'un de ces facteurs.

### **Pourquoi un SIG convivial?**

35. Un SIG peut être utile à pratiquement toute personne travaillant dans le domaine de la recherche, de la surveillance écologique, de la gestion et de la conservation des zones humides, autant d'activités qui possèdent une forte composante spatiale et peuvent, de ce fait, être facilitées par le traitement de l'information géographique.
36. De l'expérience que nous avons tirée en organisant des cours de formation pour des groupes de spécialistes de l'environnement, des étudiants, des administrateurs d'aires protégées et des chercheurs de pays en développement, nous avons remarqué que pour qu'un SIG soit utile aux spécialistes de la conservation travaillant sur le terrain, il doit être facile à apprendre, à utiliser et à enseigner.

37. De plus, il doit permettre à l'utilisateur d'introduire, de mettre à jour, de visualiser, d'analyser et d'afficher des informations – en utilisant, pour toutes ces fonctions, un équipement informatique standard. Cela vaut tout particulièrement pour le personnel de terrain et les groupes basés dans de petites communautés, qui n'ont pas accès aux départements de géographie ou de traitement des données des institutions. Ces groupes n'ont souvent pas la capacité technique d'un analyste de SIG à plein-temps ni les moyens d'engager des spécialistes de SIG pour produire leurs cartes.
38. Dans certains pays, les utilisateurs de SIG peuvent acheter des fichiers de données spécifiques - par exemple sur les frontières politiques, les aires protégées, les routes ou les cours d'eau d'une région – sous forme digitale, ce qui permet à un projet d'économiser le temps considérable de la saisie des données. Toutefois, il n'est pas rare que ces données proviennent de sources à échelle grossière. Qui plus est, dans nombre de pays en développement, l'accès aux données sous forme digitale est limité, voire inexistant, ce qui oblige souvent les spécialistes de la conservation à introduire eux-mêmes, dans le SIG, toutes les données de base sur les zones qui les intéressent. Enfin, comme il se doit, un projet de recherche normal produit en permanence de nouvelles informations qu'il faut stocker dans la base de données.
39. Même si vous disposez de données sous forme digitale ou d'images satellite sur votre site ou région, elles ne vous dispensent nullement de connaître votre site et de faire des observations sur le terrain. Un administrateur qui connaît son site et les espèces qu'il abrite est à même de détecter des erreurs sur des cartes sur support 'papier' et des images à échelle grossière et peut, si nécessaire, se servir du SIG pour mettre à jour l'information géographique. Voici deux cartes montrant les données spatiales recueillies par survols aériens, sur les zones de futaie sèche (restinga) de la Réserve de Mamirauá, au Brésil. Les données sur la répartition de ces zones de restinga ont été analysées et introduites dans le SIG, où elles ont pu être comparées aux types de végétation indiqués par l'image satellite de la région.
40. Ainsi, un SIG permet d'introduire facilement les données provenant de cartes sur support 'papier', de GPS, de relevés au compas ou à distance, et les fichiers de bases de données permettront à une organisation ou à un projet de recherche de compiler l'information géographique de base requise pour commencer à analyser et à présenter l'information. Un système convivial et peu coûteux encourage également davantage de personnes, au sein d'une organisation ou d'un projet, à utiliser le programme, assurant ainsi une continuité d'accès aux données, même lorsque le principal utilisateur du SIG quitte le groupe.
41. En permettant à l'utilisateur de mener à bien des opérations comme celles que nous venons de passer en revue, sur un système facile à apprendre et à utiliser, le SIG au niveau du site peut aider les organisations et les projets de recherche de petite taille et travaillant sur le terrain à rentabiliser au maximum les ressources limitées dont ils disposent pour les activités de conservation.