



5

Umsetzungshilfen
Moyens de la mise en application
Mezzi ausiliari per la protezione

Aides politico-administratives à l'exécution

La Confédération a une position d'auxiliaire pour l'exécution de la protection des marais et des sites marécageux. Ses prestations comportent l'élaboration de données de base et de recommandations pour les praticiens, en particulier pour les différents points de rencontre entre protection et exploitation.

Un autre aspect important de l'aide à l'exécution consiste dans la mise à disposition et la distribution de moyens financiers. L'éclaircissement de questions du domaine de l'aménagement du territoire peut également être considéré comme une condition pour la réalisation de la protection des marais et des sites marécageux.

Les contributions suivantes traitent de ces thèmes et cherchent à éclaircir certaines questions qui se posent dans le cadre de l'exécution.

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2/1995

Les subventions dans la protection des marais et des sites marécageux

5.1.1

1 REPARTITION DES TACHES DANS LA PROTECTION DES BIOTOPES

Les tâches de la protection des biotopes sont réparties comme suit entre la Confédération et les cantons: la Confédération, après avoir pris l'avis des cantons, désigne les biotopes d'importance nationale¹ et paye cet inventaire². Les cantons, pour leur part, désignent les biotopes d'importance régionale et locale et veillent à la protection et à l'entretien de tous les biotopes³. Les cantons peuvent aussi déléguer cette tâche aux communes. La Confédération, d'autre part, contribue à ces mesures cantonales par des indemnités⁴.

¹ Art. 18a, 1er al. LPN

² Art. 18d, 1er al. LPN

³ Art. 18a, 2e al. et 18b, 1er al. LPN

⁴ Art. 18d, 1er et 2e al. LPN

Indemnités et aides financières

La loi sur les subventions du 5 octobre 1990 (LSu, RS 616.1) distingue deux formes de subventions: les indemnités et les aides financières. A l'article 3, elle définit les deux termes comme suit:

¹ *Sont des aides financières (aides) les avantages monnayables accordés à des bénéficiaires étrangers à l'administration fédérale aux fins d'assurer ou de promouvoir la réalisation d'une tâche que l'allocataire a décidé d'assumer. Les avantages monnayables peuvent prendre notamment les formes suivantes: prestations pécuniaires à fonds perdu, conditions préférentielles consenties lors de prêts, cautionnements ainsi que prestations en nature et services accordés à titre gracieux ou à des conditions avantageuses.*

² *Sont des indemnités les prestations accordées à des bénéficiaires étrangers à l'administration fédérale et destinées à atténuer ou à compenser les charges financières découlant de l'accomplissement:*

- a. *de tâches prescrites par le droit fédéral;*
- b. *de tâches de droit public déléguées par la Confédération.*

La distinction est notamment importante dans la mesure où il existe un droit à l'octroi d'indemnités alors que ce droit n'existe pas dans le cas des aides financières (cf. en ce sens l'art. 13 LSu).

2 CALCUL DU TAUX DE SUBVENTION

2.1 Critères

Trois critères sont déterminants pour le calcul du taux des subventions ou indemnités de la Confédération⁵:

- L'importance de l'objet (nationale, régionale, locale)
- La capacité financière du canton (forte, moyenne, faible)
- La charge (normale, lourde, très lourde) que la protection des biotopes (et des sites marécageux) représente pour le canton.

2.2 Importance de l'objet

Les biotopes sont répartis en 3 catégories: ceux d'importance nationale, ceux d'importance régionale et finalement ceux d'importance locale. L'importance est fixée dans les inventaires de la Confédération ou dans ceux des cantons et des communes. L'importance d'un objet qui ne figure dans aucun inventaire est fixée arbitralement⁶.

Le taux de subvention est de 60 à 75 pour cent pour des biotopes d'importance nationale⁷, de 30 à 40 pour cent pour les biotopes d'importance régionale et de 20 à 25 pour cent pour ceux d'importance locale⁸.

2.3 Capacité financière du canton

Les cantons sont répartis en 3 catégories en fonction de leur capacité financière: cantons à forte, moyenne et faible capacité financière. Tous les deux ans, la capacité financière est fixée à nouveau de manière uniforme pour toutes les subventions.

Les cantons à forte capacité financière obtiennent le taux de subvention minimum (soit 60% pour les objets d'importance nationale, 30% pour les objets d'importance régionale et 20% pour ceux d'importance locale). Le taux de subvention maximum (75% / 40% / 25%) est accordé aux cantons à faible capacité financière. Pour les cantons à moyenne capacité financière, le taux de subvention est calculé à l'aide d'une formule compliquée et varie entre le taux minimum et le taux maximum.

⁵ Art. 18d, 3e al. LPN

⁶ Art. 29, 1er al., let. b OPN

⁷ Art. 17, 2e al. OPN

⁸ Art. 18, 1er al. OPN

2.4 Charge occasionnée par la protection des biotopes

La charge que la protection des biotopes (et des sites marécageux) représente pour les cantons est déterminée séparément pour chaque type de biotope (hauts-marais, bas-marais, zones alluviales). Là aussi, il y a 3 catégories: charge normale, lourde et très lourde.

Les taux de subventions mentionnés au chiffre 2.3 s'appliquent aux cantons qui ont une charge normale. Les cantons à lourde charge reçoivent, selon leur capacité financière et l'importance de l'objet, un bonus de 5 % ou 10 %, tandis que celui-ci atteindra 10 % ou 15 % pour les cantons à très lourde charge⁹. Les cantons à forte capacité financière (cf. Tab. 1 et 2) n'obtiennent pas de bonus. Dans des cas exceptionnels, la Confédération peut prendre en charge la totalité des coûts entraînés par la protection des biotopes d'importance nationale¹⁰.

⁹ Art. 17, 2e al. et 18, 2e al. OPN

¹⁰ Art. 18d, 1er al. LPN

	charge normale	bonus en cas de charge lourde	bonus en cas de charge très lourde
Objet d'importance nationale			
- canton à forte capacité financière	60%	—	—
- canton à moyenne capacité financière	60-75%	5%	10%
- canton à faible capacité financière	75%	10%	15%
Objet d'importance régionale			
- canton à forte capacité financière	30%	—	—
- canton à moyenne capacité financière	30-40%	5%	10%
- canton à faible capacité financière	40%	5%	10%
Objet d'importance locale			
- canton à forte capacité financière	20%	—	—
- canton à moyenne capacité financière	20-25%	5%	10%
- canton à faible capacité financière	25%	5%	10%

Tab. 1: taux de subvention pour la protection des biotopes

3 REGLEMENTATION POUR LA PROTECTION DES SITES MARECAGEUX

¹¹ Art. 23c, 3e al. LPN

¹² Art. 23c, 3e al. LPN

Pour la protection des sites marécageux, la répartition des tâches correspond dans une très large mesure à celle qui est valable pour les biotopes d'importance nationale.

Toutefois, la désignation des sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale ne s'effectue plus "après avoir pris l'avis" mais "en étroite collaboration avec les cantons¹¹"; il n'y a en outre plus de taux de subvention maximum extraordinaire de 100 pour cent¹².

Tab. 2: taux d'indemnisation 2002/03
(Extrait du document de l'OFEFP
"Taux de subvention pour les années
2002 et 2003" du 20. janvier 2002).

CANTON	INDICE	IMPORTANCE DE L'OBJET					
		nationale %	Bonus		zone alluviale %	régionale %	locale %
selon capacité financière	de la capacité financière		haut- marais %	bas- marais %			
ZG	216	60	-	-	-	30	20
BS	173	60	-	-	-	30	20
ZH	160	60	-	-	-	30	20
GE	141	60	-	-	-	30	20
NW	129	60	-	-	-	30	20
BL	120	60	-	-	-	30	20
SZ	112	62	10	10	5	31	21
SH	107	63	-	-	-	32	21
AG	97	66	-	-	-	34	22
VD	94	67	-	-	5	34	22
TG	83	69	-	-	-	36	23
SO	82	70	-	-	-	36	23
GL	82	70	-	5	-	36	23
TI	82	70	-	-	5	36	23
SG	80	70	-	5	10	37	23
GR	77	71	10	10	10	37	24
LU	67	73	5	5	5	39	24
UR	64	74	5	5	5	39	25
AR	63	74	-	-	-	40	25
AI	62	75	-	10	5	40	25
BE	57	75	-	10	15	40	25
NE	55	75	10	-	10	40	25
FR	51	75	-	-	10	40	25
OW	35	75	15	15	15	40	25
JU	34	75	15	-	10	40	25
VS	30	75	-	-	-	40	25

4 MESURES SUBVENTIONNABLES

La protection des biotopes et leur entretien seront, si possible, assurés sur la base d'accords conclus avec les propriétaires fonciers et les exploitants et par l'adaptation des modes d'exploitation agricole et sylvicole¹³; les dépenses supplémentaires et le rendement déficitaire doivent être compensés équitablement¹⁴. Sont en particulier subventionnables¹⁵:

- des mesures visant à sauvegarder et, si nécessaire, à reconstituer la particularité et la diversité biologique d'un biotope;
- un entretien, des soins et une surveillance assurant à long terme l'objectif de la protection (contrôle de l'efficacité)¹⁶;
- des mesures d'aménagement permettant d'atteindre l'objectif visé par la protection, de réparer les dégâts existants et d'éviter des dégâts futurs;
- la délimitation de zones-tampon suffisantes du point de vue écologique et leur gestion appropriée;
- l'élaboration de données scientifiques de base.

Dans tous les cas, seuls les frais imposés par l'exécution appropriée des tâches sont subventionnables¹⁷.

¹³ Art. 18c, 1er al. LPN

¹⁴ Art. 18c, 2e al. LPN

¹⁵ Art. 14, 2e al. LPN

¹⁶ Art. 27a, 2e al. OPN

¹⁷ Art. 6, 1er al. OPN

Tâches de la Confédération

L'article 2 LPN comprend une liste exemplaire et non exhaustive de ce qu'il faut entendre par accomplissement de tâches de la Confédération. L'article a la teneur suivante:

- ¹ Par accomplissement d'une tâche de la Confédération au sens de l'article 24sexies, 2e alinéa, de la constitution fédérale, il faut entendre notamment:
- a. L'élaboration de projets, la construction et la modification d'ouvrages et d'installations par la Confédération, ses instituts et ses établissements, par exemple les bâtiments et les installations de l'administration fédérale, les routes nationales, les bâtiments et installations de l'Entreprise des postes, téléphones et télégraphes et des Chemins de fer fédéraux;
 - b. L'octroi de concessions et d'autorisations, par exemple pour la construction et l'exploitation d'installations de transport et de communications (y compris l'approbation des plans), d'ouvrages et d'installations servant au transport d'énergie, de liquides ou de gaz, ou la transmission de messages, ainsi que l'octroi d'autorisation de défrichements;
 - c. L'allocation de subventions pour des mesures de planification, pour des installations et des ouvrages, tels que les améliorations foncières, l'assainissement de bâtiments agricoles, les corrections de cours d'eau, les installations de protection des eaux et les installations de communications.

² Les décisions d'autorités cantonales concernant des projets qui ne pourront probablement être réalisés que grâce à des subventions selon le premier alinéa, lettre c, sont assimilées à l'accomplissement de tâches de la Confédération.

5 CAS SPECIAUX

5.1 Biotopes situés dans des sites marécageux

Les taux des subventions fédérales pour des mesures prises en faveur des biotopes d'importance régionale et locale (c.-à-d. qui n'ont pas une importance nationale) situés à l'intérieur de sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale sont conformes aux taux (supérieurs) prévus pour les sites marécageux. Cette règle est valable pour tous les types de biotopes et non pas seulement pour les marais.

5.2 Acquisition de terrain

La protection des biotopes et leur entretien seront, si possible, assurés sur la base d'accords conclus avec les propriétaires fonciers et les exploitants¹⁸. Le législateur met spécifiquement l'accent sur le caractère volontaire et surtout la responsabilité personnelle des propriétaires fonciers et des exploitants. L'acquisition de surfaces de biotopes (ou des sites marécageux) par les pouvoirs publics ou par des organisations privées n'est ainsi subventionnée sous forme d'indemnité (de ce fait relativement élevée) que dans les cas où elle est absolument indispensable pour atteindre le but visé par la protection, tandis que des aides financières (moins élevées) sont accordées dans tous les autres cas¹⁹ (cf. Tab. 3).

¹⁸ Art. 18c, 1er al. LPN

¹⁹ Art. 13 LPN, art. 5 OPN

	canton à capacité financière		
	forte	moyenne	faible
Objet d'importance nationale			
- subvention fédérale	20%	20-35%	35%
- subside cantonal	45%	45-30%	30%
- total	65%	65%	65%
Objet d'importance régionale			
- subvention fédérale	15%	15-25%	25%
- subside cantonal	35%	35-25%	25%
- total	50%	50%	50%
Objet d'importance locale			
- subvention fédérale	10%	10-15%	15%
- subside cantonal	25%	25-20%	20%
- total	35%	35%	35%

Tab. 3: calcul des aides financières

5.3 Tâches de la Confédération

Lorsqu'elles sont liées à l'accomplissement de tâches de la Confédération²⁰, les mesures de protection et d'entretien de biotopes ou de sites marécageux forment partie intégrante du projet concerné; selon le principe du pollueur-payeur, elles doivent être financées par le biais du projet. Toutefois, si les frais supplémentaires occasionnés par la protection de la nature et du paysage entraînent pour le responsable du projet une augmentation insupportable du solde des coûts à sa charge, cet excédent peut être subventionné exceptionnellement malgré le principe du pollueur-payeur.

Le principe du pollueur-payeur est notamment mis en évidence dans l'utilisation du produit de l'impôt sur les huiles minérales pour financer des mesures de protection de la nature et du paysage en relation avec la construction et l'entretien de routes nationales et principales.

5.4 Contributions selon le droit agricole

A certaines conditions²¹, le droit agricole accorde aussi des contributions pour la protection et l'entretien de marais et de sites marécageux. Une réglementation claire était de ce fait nécessaire pour éliminer les doubles paiements²²; le système contribution de base-contribution supplémentaire-bonus en constitue l'élément central: il comprend les contributions de base selon l'OPD, les contributions supplémentaires selon l'OQE et le bonus selon la LPN, versé sous forme d'indemnités.

Le principe de l'élimination des doubles paiements ne concerne pas les subventions allouées en vertu de la LPN pour des limitations supplémentaires de l'exploitation ou les coûts supplémentaires sur la même surface.

Contributions aux frais des mesures de protection du paysage nécessitées par le trafic routier

(Loi fédérale du 22 mars 1985 concernant l'utilisation de l'impôt sur les huiles minérales à affectation obligatoire RS 725.116.2)

Art. 28 Principe

La Confédération alloue des contributions aux frais des mesures nécessitées par le trafic routier motorisé pour conserver, préserver ou restaurer des paysages dignes d'être protégés, y compris les sites construits et les monuments historiques.

Art. 30 Relation avec d'autres parts et contributions (routes nationales et routes principales)

Lors de la construction ou de l'aménagement de routes nationales et de routes principales, les mesures de protection du paysage font partie intégrante du projet.

²⁰ Art. 2 et 3 LPN

²¹ Art. 3e al., let. a et 40 ss OPD, art. 1 ss OQE

²² Art. 15, 2e al. et 19 OPN, art. 41, 1er al. OPD

6 PROCEDURE DE SUBVENTIONNEMENT

6.1 Demande et allocation

L'OFEFP est compétent pour l'octroi des indemnités et des aides financières²³; il peut lier l'allocation d'une subvention à des charges et conditions²⁴.

Les demandes doivent être adressées au moyen du formulaire "demande de subvention" aux services cantonaux de la protection de la nature et du paysage. Ceux-ci les transmettent à l'OFEFP en y joignant leur proposition²⁵. Les demandes doivent être présentées avant l'exécution des mesures envisagées; dans certains cas et après entente avec l'OFEFP, les services cantonaux compétents peuvent autoriser la mise en œuvre anticipée²⁶.

Afin de pouvoir planifier ensemble²⁷ la protection et l'entretien des biotopes d'importance nationale ainsi que des sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale, les cantons doivent prendre l'avis de l'OFEFP avant la présentation de la demande proprement dite²⁸.

6.2 Paiement de la subvention

L'OFEFP effectue le paiement des subventions après l'achèvement des mesures; des versements partiels ou anticipés sont toutefois possibles dans certains cas²⁹.

Le paiement doit être demandé au moyen du formulaire "demande de paiement" auprès du service cantonal compétent. Celui-ci vérifie et approuve le décompte et présente la demande à l'OFEFP³⁰. Seuls les frais effectifs sont subventionnés³¹.

6.3 Subventions forfaitaires et globales

Au lieu de traiter les demandes de subventions cas par cas, l'OFEFP, après entente avec les services cantonaux compétents, peut décider d'allouer des subventions forfaitaires ou globales³². Ce type de règlement existe actuellement avec tous les cantons. Il facilite la gestion financière³³ commune et allège le travail administratif. Il n'empêche toutefois pas la présentation de demandes particulières.

Elimination des doubles paiements

L'article 19 OPN règle comme suit la question de l'élimination des doubles paiements:

Il convient de déduire, des indemnités prévues aux art. 17 et 18, les contributions versées pour la même prestation écologique fournie sur une surface agricole utile conformément aux art. 40 à 54 de l'ordonnance du 7 décembre 1998 sur les paiements directs et selon l'ordonnance du 4 avril 2001 sur la qualité écologique.

²³ Art. 9, 1er al., 17, 3e al., 18, 3e al. et 22, 3e al. OPN

²⁴ Art. 7 OPN

²⁵ Art. 4, 1er al. OPN

²⁶ Art. 4, 3e al. OPN

²⁷ Art. 13, 4e al. LPN

²⁸ Art. 17, 1er al. et 22, 2e al. OPN

²⁹ Art. 10, 2e al. OPN

³⁰ Art. 10, 1er al. OPN

³¹ Art. 6, 1er al. OPN

³² Art. 5, 5e al. OPN

³³ Art. 13, 4e al. LPN

6.4. Droit de recours

Les décisions de l'OFEFP en matière de subventions (indemnités et aides financières) peuvent être contestées par voie de recours administratif auprès du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC). Les décisions sur recours rendues par le DETEC et portant sur des indemnités peuvent être contestées par voie de recours de droit administratif auprès du Tribunal fédéral, celles concernant les aides financières par voie de recours administratif auprès du Conseil fédéral. Toute décision comprend une indication des voies de recours.

ABREVIATIONS ET REFERENCES

LPN

Loi fédérale du 1er juillet
1966 sur la protection de
la nature et du paysage (RS 451)

OPN

Ordonnance du 16 janvier
1991 sur la protection de
la nature et du paysage (RS 451.1)

OPD

Ordonnance du 7 décembre 1998 sur
les paiements directs (RS 910.13)

OQE

Ordonnance du 4 avril 2001 sur la
qualité écologique (RS 910.14)

ADRESSE DE L'AUTEUR

Franz-Sepp Stulz
OFEFP
3003 Berne

TRADUCTION

Madeleine Schmutz
Service de traduction OFEFP

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2/1998

L'exécution de la protection des marais n'est pas uniquement une activité administrative qui règle des aspects juridiques, procéduraux et financiers. Ainsi les cantons doivent-ils déterminer la limite exacte des objets et définir des zones-tampon suffisantes après consultation des propriétaires fonciers et des exploitants. En outre, les mesures de protection et d'entretien aptes à conserver l'objet protégé devront être prises et réglées dans le cadre de contrats d'exploitation et d'arrêtés de protection. Les cartes de végétation détaillées des objets protégés forment l'une des bases de ces arrêtés et contrats. Des aides techniques sont également nécessaires pour maîtriser ces tâches. Les contributions suivantes présentent et illustrent les possibilités d'emploi des moyens techniques, par exemple celles qu'offre la cartographie phytosociologique à l'aide de photos aériennes dans la protection des marais.

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2/1995

Carte de végétation avec interprétation analytique de photos aériennes et traitement SIG

5.2.1

1 UTILISATION DES PHOTOS AERIENNES, DE LA PHOTOGRAMMETRIE ET DES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG)

Les photos aériennes, la photogrammétrie et les SIG sont utilisés depuis de nombreuses années dans le cadre de diverses cartographies forestières afin de relever les structures des peuplements sur l'ensemble des surfaces (SCHWARZENBACH et al. 1986, SCHERRER et al. 1990, SCHERRER et al. 1994). Les connaissances acquises durant ces années sont également applicables à la cartographie de la végétation dans le domaine de la protection de la nature. Le relevé consiste dans une combinaison d'interprétations de photos aériennes et de travaux sur le terrain. Les domaines interprétation de photos aériennes, photogrammétrie et utilisation du SIG doivent être séparés tant au niveau du personnel que de la technique et de l'organisation. Chacun de ces domaines nécessite des spécialistes jouissant d'une formation correspondante.

1.1 Interprétation de photos aériennes

Une photo aérienne (format usuel 23x23 cm) consiste en l'image photographique d'un extrait de la surface du sol. Elle ne correspond pas exactement à la surface mais est déformée par une perspective centrale. Certains objets, comme les routes, les rivières, etc. sont faciles à reconnaître. L'interprétation dans certains domaines exige des connaissances particulières sur les caractéristiques à relever (p.ex. types de végétation dans les marais) et sur leur aspect sur la photo aérienne. L'utilisation des photos aériennes permet une amélioration dans certains domaines par rapport à une cartographie purement terrestre (entre autres une amélioration de la précision géométrique) ainsi qu'une rationalisation et permet la vue d'ensemble de grands espaces. L'interprétation des photos aériennes ne rend toutefois pas superflu le travail sur le terrain.

1.2 Photogrammétrie

La photogrammétrie (mesure des photos) consiste dans le relevé géométrique et l'interprétation d'objets sur les photographies. A cet effet, on utilise des stéréoscopes qui permettent l'interprétation tridimensionnelle de paires de photos. La déformation de perspective centrale des photos aériennes des portions de paysage est ainsi corrigée et la vision permet d'établir une carte fidèle à la situation. L'utilisation principale de la photogrammétrie réside dans la mesure de la surface terrestre et dans sa représentation sur des plans et des cartes topographiques.

1.3 Systèmes d'information géographique

Les systèmes d'information géographique (SIG) sont des systèmes d'information informatiques qui permettent de stocker et d'interpréter des données à référence spatiale. Les données stockées concernent des faits relatifs à des éléments du paysage, à leur géométrie (situation, forme et étendue) et à leurs relations réciproques (topologie). Il s'agit par exemple:

- des surfaces comme les peuplements forestiers, les champs, les prairies, les zones construites ou les parcelles de propriété
- des éléments linéaires comme les fossés, les ruisseaux ou les chemins
- des éléments ponctuels comme les arbres isolés, les puits, les pylônes électriques ou les foyers.

Structure d'un système d'information géographique (SIG)

Un SIG repose sur quatre piliers: matériel, logiciel, données et utilisateur. Des systèmes d'information et des banques de données sont en cours de création en de nombreux endroits. C'est pourquoi les données sont de plus en plus souvent disponibles sous forme digitale, comme trames ou vecteurs. L'archivage et la mise à jour des données saisies constituent une part importante de l'utilisation d'un système d'information géographique. Le travail qui en découle ne doit pas être sous-estimé. Un SIG offre une grande liberté à l'utilisateur dans l'organisation de la banque de données y relative. Les questions concernant la qualité des données (précision, âge, échelle, validité), l'organisation des données (plans horizontaux et verticaux) et leur structure (attributs, codes) doivent être élucidées avant le relevé des données.

2. DEROULEMENT DES OPERATIONS

La cartographie des marais à l'aide de photos aériennes se compose de plusieurs étapes de travail qui peuvent varier suivant le résultat recherché (fig. 1).

2.1 Planification et préparation du projet

Le procédé présenté nécessite une gestion efficace du projet et des données dès le départ. Des modifications fondamentales et des adjonctions en cours de projet entraînent des coûts supplémentaires considérables.

C'est pourquoi les questions relatives au contenu de la représentation, à l'échelle des plans et des photos aériennes, au degré de détail, à la dimension de la surface minimale et au périmètre du projet doivent être réglées dès le départ. De nombreux paramètres s'influencent réciproquement et doivent être coordonnés (fig. 2). Cela n'a p.ex. pas beaucoup de sens d'exiger une précision de définition de 5 m² dans la délimitation de la végétation si les photos aériennes disponibles sont à l'échelle 1 : 9'000 (voir contribution Surface minimale). Pour l'utilisation du SIG, il faut définir au préalable avec le mandant entre autres les questions de droits d'auteur, des formats de données à fournir (fichiers graphiques, données brutes) et la forme sous laquelle le rapport doit être présenté.

Contenu de la représentation

Le mandant doit savoir ce que la carte doit représenter et expliciter. Le contenu de la représentation fixe les rubriques des légendes et la structure des données. Des structures de légendes uniformes garantissent que les cartes puissent être réalisées rationnellement et comparées les unes aux autres. L'élaboration d'une légende de carte de végétation prend du temps. Il n'existe jusqu'ici pas de légendes uniformes pour l'ensemble de la Suisse au sujet des cartographies de marais détaillées.

Le périmètre décrit la surface globale donnée de l'objet à cartographier. Il est déterminé le plus précisément possible avant le début de la cartographie. Des limites incertaines ralentissent le déroulement des travaux. Les contenus des plans et cartes officiels ne suffisent souvent pas pour traiter certaines questions de protection des marais (p.ex. mesures de régénération). Dans ces cas, les fonds de plans sont réinterprétés photogrammétriquement avec tous les détails nécessaires (fig. 5). Ces

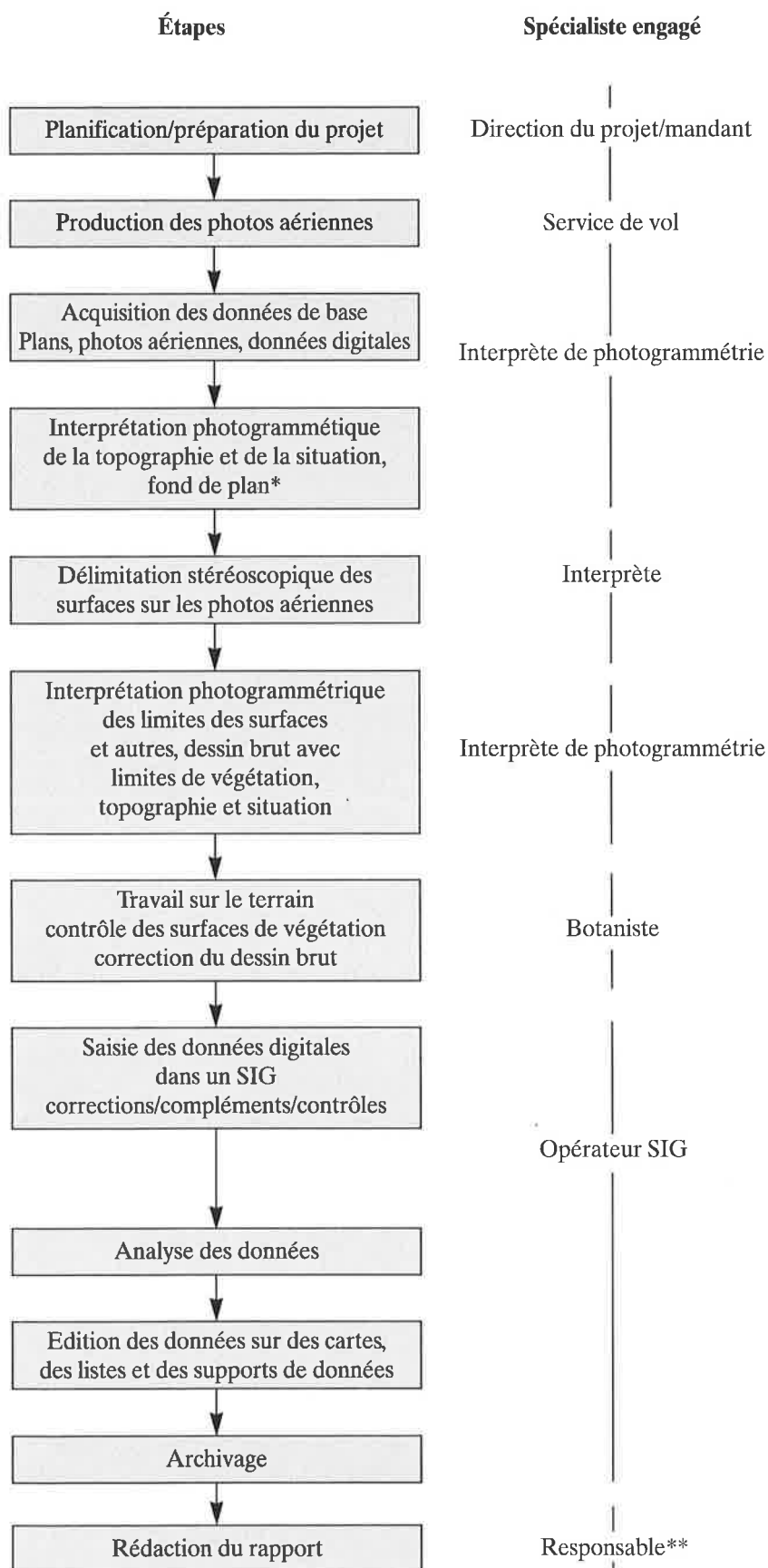


Fig. 1: Déroulement de la cartographie de la végétation par interprétation analytique de photos aériennes et traitement SIG

* pas toujours nécessaire
** coordonne et suit l'ensemble du déroulement

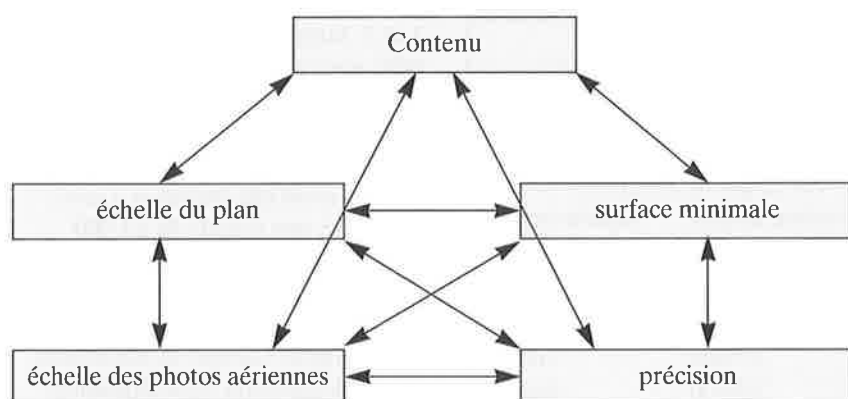
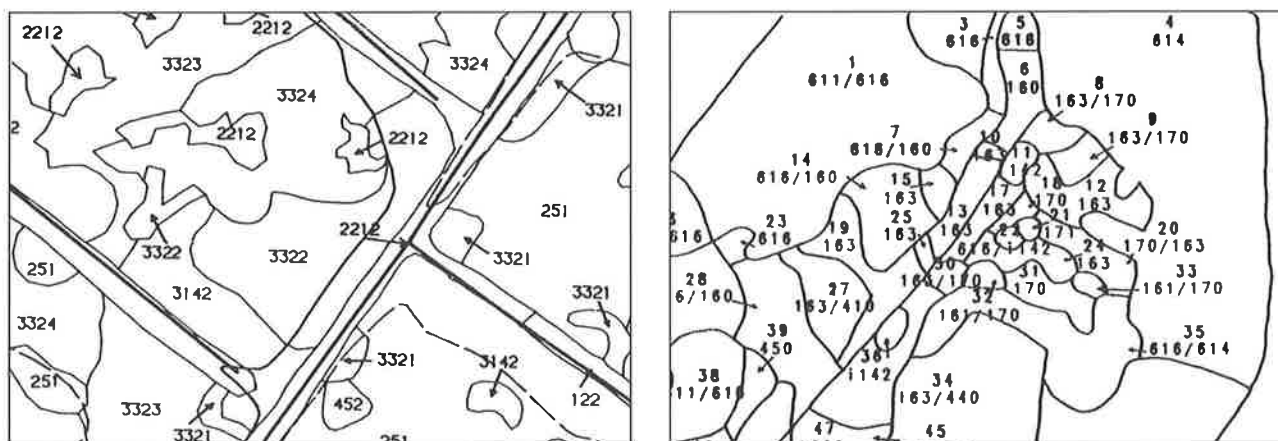


Fig. 2: Les choix sont conditionnés par le contenu de la représentation, l'échelle du plan et des photos aériennes, la surface minimale et la précision.



fonds de plans ne servent pas seulement pour la cartographie de la végétation, mais également pour d'autres relevés écologiques et pour leur mise à jour.

Questions d'échelle et surface minimale

Une surface minimale doit être définie dans la cartographie des marais pour des raisons cartographiques, factuelles et techniques. Elle dépend entre autres du but de la cartographie, de l'échelle des photos aériennes et/ou de l'échelle de carte désirée.

La représentation de la plus petite surface possible, avec les informations y relatives, est importante pour le choix de l'échelle de la carte. Une surface minimale de 6x6 mm s'est avérée efficace pour la représentation cartographique d'une surface sur le plan. Des codes de deux à trois chiffres peuvent encore être placés dans cette surface (voir tab. 1).

Des surfaces de 2 x 2 mm peuvent être délimitées à l'encre de Chine (épaisseur du trait 0,18 mm) sur une photo aérienne (voir tab. 1). Les longues surfaces étroites sont difficiles à représenter. C'est pourquoi il

Fig. 3: Exemple d'un encodage approprié et d'une surface minimale encore bien visible (à gauche) et disproportion entre un code trop long et une surface trop petite (à droite).

Surface minimale judicieuse sur le plan: 6 x 6 mm		Surface minimale judicieuse sur la photo aérienne: 2 x 2 mm	
Echelle désirée pour le plan	Plus petite surface représentable	Echelle de photo aérienne désirée	Plus petite surface représentable ¹⁾
1:500	9 m ²	1:3'000	36 m ²
1:1'000	36 m ²	1:4'000	64 m ²
1:2'000	144 m ²	1:5'000	100 m ²
1:2'500	225 m ²	1:6'000	144 m ²
1:5'000	900 m ²	1:9'000	342 m ²
1:10'000	3'600 m ²		

faut faire des choix de généralisation basés sur des standards définis pour les délimitations sur les photos aériennes.

Qualité et structure des données

Les données relevées ne doivent pas seulement répondre aux exigences thématiques, mais également aux exigences informatiques actuelles et futures. La compatibilité avec d'autres données existantes (p.ex. autres inventaires) doit être assurée. Les conditions et les possibilités de mise à jour et de renouvellement doivent être remplies. Les méthodes et programmes d'inventaire et de relevé doivent être documentés en détail et de manière compréhensible; la structure et la qualité des données doivent être formulées précisément.

2.2 Production des photos aériennes

Compétence / généralités

Le Service de vol/SCPVA de la Direction fédérale des mensurations cadastrales (D+M) est compétent pour les vols photographiques dans le domaine de la protection des marais. Il est souvent possible d'utiliser des photographies aériennes existantes. Actuellement, la Confédération dispose de trois services d'archives pour les photos aériennes qui se trouvent au Service de vol/SCPVA, à l'Office fédéral de la topographie (S+T) et à l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (FNP). Toutes les photos de la Confédération qui ont été prises dans le cadre de la protection des hauts et des bas-marais sont archivées au Service de vol/SCPVA à Dübendorf.

Tab. 1: Surface minimale représentable pour diverses échelles de plans en respectant la surface minimale (6 x 6 mm, resp. 2 x 2 mm). Par exemple, si les surfaces délimitées doivent avoir une précision d'environ 30 m², une échelle de 1:1'000 s'avère judicieuse. Avec des échelles plus petites, la surface minimale de 30 m² ne peut plus être représentée efficacement. Lorsque la représentation d'éléments ou caractéristiques très petits est désirée, il est possible d'avoir recours à des symboles. Ceux-ci sont souvent utilisés p.ex. pour les arbres isolés, les perturbations (p.ex. foyers), les particularités en tout genre (p.ex. présence d'une plante déterminée). Suivant la technique de reproduction, la surface minimale peut être réduite sur les plans en couleur sans code de végétation.

1) Les indications se réfèrent à une délimitation à l'encre de Chine (0,18 mm)

Planification / préparation des vols

Les prises de vue aériennes sont coûteuses déjà au niveau de la préparation. Le genre de film, l'échelle des photos, la distance focale de l'objectif, la direction de vol, le moment du vol (saison, heure du jour), ainsi que la couverture souhaitée doivent être fixés au préalable. La topographie du terrain à survoler a une influence déterminante sur le plan de vol. Seule une planification bien adaptée à la situation offre des conditions optimales pour une qualité convenable des photos aériennes.

Genres de films

Trois genres de films entrent principalement en considération pour les vols et font plus ou moins bien ressortir les différents types de végétation:

Film noir et blanc: Du fait de la finesse de leur grain et de leurs bons contrastes, ces films sont principalement utilisés pour des vols destinés aux mensurations: mise à jour de plans d'ensemble, mensurations parcellaires, survol de glaciers et mise à jour des cartes topographiques nationales.

Film couleur normal: Le domaine d'utilisation du film couleur est toujours plus étendu. Ce film est utilisé pour la mensuration officielle, pour les vues de villes et de rives lacustres, ainsi que pour les cartographies spatiales (p.ex. après des ouragans) et autres.

Film infrarouge: Les films infrarouges, également appelés films CIR (colorinfrared) sont principalement utilisés dans le domaine des sciences naturelles, en Suisse surtout en économie forestière (entre autres pour la cartographie des dégâts aux forêts), dans les espaces urbains et pour la protection de la nature. Le film couleur infrarouge a fait ses preuves pour la cartographie des zones humides. SCHERRER et al. (1990) décrivent en détail les caractéristiques et les propriétés du film infrarouge.

Le fonctionnement du film infrarouge

Une émulsion sensible au domaine de l'infrarouge permet de rendre visibles des longueurs d'ondes qui ne sont pas perceptibles par l'oeil humain. Les différences de teneur en chlorophylle de la végétation se différencient le mieux dans ces longueurs d'ondes.

2.3 Acquisition des données

Outre les photos aériennes, il faut disposer, pour l'interprétation photogrammétrique, de fonds de plans (cadastre et plan d'ensemble) sur lesquels apparaissent les repères géodésiques comme p.ex. les points fixes de la mensuration officielle (points de triangulation, polygonaux et de nivellement) avec l'indication des coordonnées. Les géomètres

concernés pourront fournir des points polygonaux et de mensuration supplémentaires avec leurs coordonnées exactes.

Les **plans d'ensemble** font partie de la mensuration officielle et sont disponibles dans tous les cantons pour l'ensemble de la surface, à quelques exceptions près. Outre la situation générale, y figurent les courbes de niveaux et, exceptionnellement, les limites des parcelles. Les plans d'ensemble à l'échelle 1 : 10'000 ou 1 : 5'000 (plus rarement 1 : 2'500) peuvent être obtenus auprès des offices cantonaux des mensurations cadastrales.

Les **plans du cadastre** ou du **registre foncier** font partie de la mensuration cadastrale suisse et contiennent pour l'essentiel le contour des bâtiments, des installations de transport, les cours d'eau, les points de mensuration de différents ordres, ainsi que les bornes et les limites des parcelles. Ces plans sont très précis et servent à la sûreté du droit. Ils existent en règle générale aux échelles 1 : 500 et 1 : 1'000 dans les zones habitées et aux échelles 1 : 2'000, 1 : 5'000 ou 1 : 10'000 en dehors de celles-ci.

Techniques de travail pour la délimitation des surfaces

Les limites des parcelles peuvent être grattées sur la photo aérienne à l'aide d'une aiguille de graveur ou tracées sur une feuille transparente à l'encre de Chine ou au feutre. Pour la cartographie de la végétation dans les marais, la délimitation à l'encre de Chine sur des feuilles transparentes sans retrait s'est avérée judicieuse. Une largeur de trait de 0,18 mm couvre au maximum 60 cm dans le terrain sur des photos aériennes à l'échelle 1 : 3'000 p.ex.

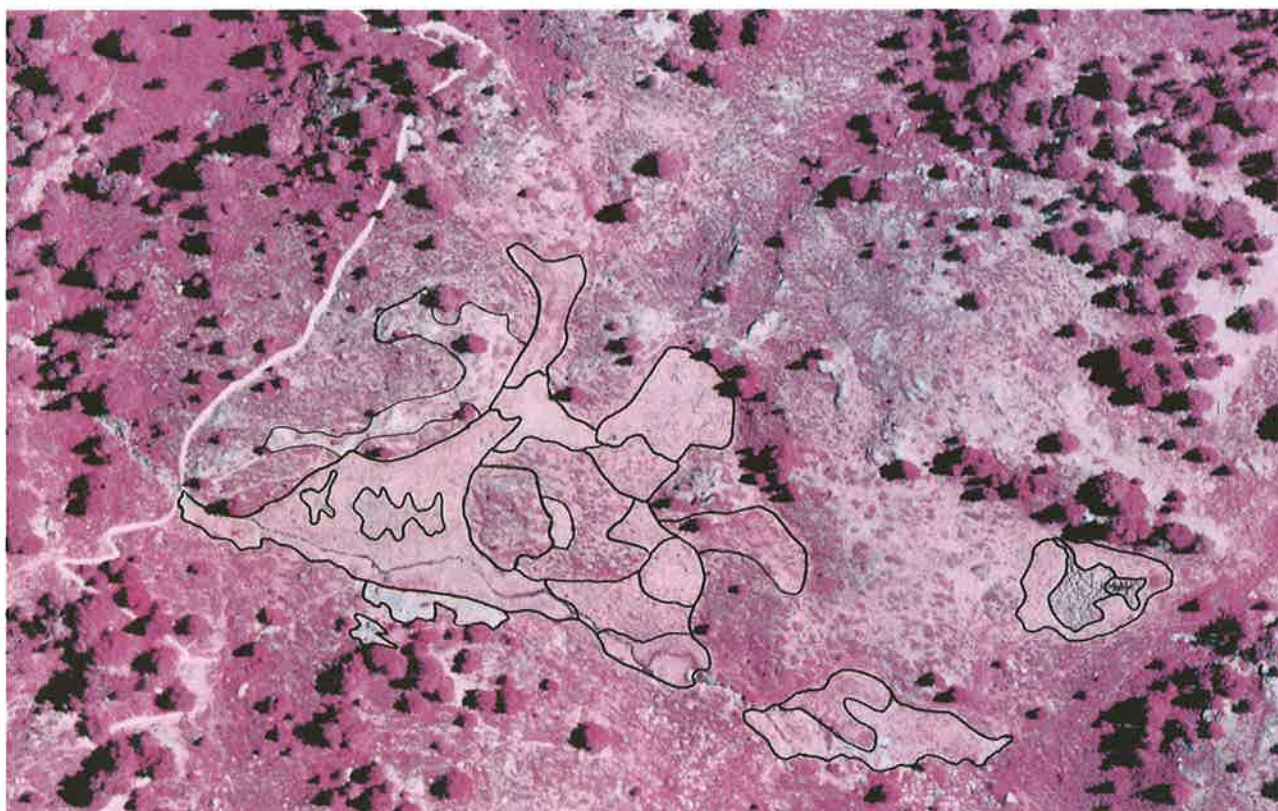
2.4 Délimitation stéréoscopique des surfaces

Délimitation de surfaces de végétation au stéréoscope:

Avant la délimitation des unités de végétation proprement dites sur la photo aérienne, on procède à un découpage modèle. Celui-ci a pour but d'utiliser le plus petit nombre possible de paires de photos (réduction des coûts de l'interprétation photogrammétrique) et d'obtenir simultanément des conditions d'interprétation optimales (angle de vision optimal) au stéréoscope. La délimitation des surfaces se fait à l'aide d'un stéréoscope. L'interprète obtient par ce moyen une vue en relief du paysage et peut ainsi apprécier la structure et les différences de hauteur de la végétation. La délimitation des surfaces doit être adaptée au but et à l'utilisation de la cartographie des marais. Le tracé des limites doit être réaliste et pouvoir être reporté sur la carte avec une précision constante.

Critères de délimitation:

La délimitation stéréoscopique des surfaces est nettement séparée de l'interprétation des photos dans le déroulement du travail (voir chiffre 3). Les possibilités et l'intensité de la délimitation dépendent fortement des photos aériennes disponibles et de leur échelle (fig. 4). Les critères de délimitation sont:



- les différences de couleur et de luminosité
- les différences de structure et de texture
- la surface minimale
- les différences de hauteur de la couverture végétale (p.ex. buttes/gouilles; mégaphorbiaies/marais à petites laïches)
- le relief (p.ex. fossés, collines, creux, rochers)
- la situation (p.ex. chemins, routes, bâtiments)
- les eaux (eaux dormantes et courantes)
- les types d'exploitation (p.ex. agriculture, tourisme, industrie)
- le boisement (p.ex. forêt, groupes d'arbres, arbres isolés, buissons, haies).

Fig. 4: Exemple d'une délimitation à l'encre de Chine de surfaces sur une image CIR (échelle env. 1:1'600) (photo aérienne de la Direction fédérale des mensurations cadastrales du 17.8.1988, vol 181, photo No 3161, reproduite avec autorisation du 30.8.94)

Surface minimale comme critère de délimitation

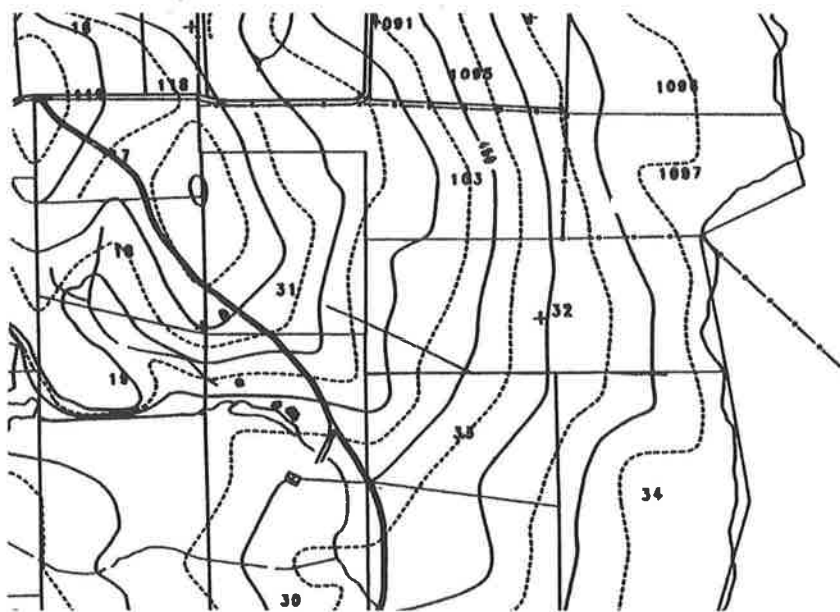
Un autre critère de délimitation important est la surface minimale. Du point de vue de la cartographie et de la technique de délimitation, certaines dimensions minimales devraient être respectées. Les chablon sur feuilles transparentes pour différentes échelles de photos et de plans se sont avérés utiles comme aides de travail et d'information. Ces chablon peuvent être placés directement sur la photo aérienne et permettent d'évaluer la grandeur des surfaces dans le cas concret.

2.5 Interprétation photogrammétrique

L'interprétation photogrammétrique se fait en deux étapes:

- **Orientation** réciproque et absolue des photos aériennes sous l'instrument à l'aide de points de repères. Les points de repère sont des points visibles sur la photo dont les coordonnées sont connues. S'il n'existe pas de points de repère ou pas en nombre suffisant, ils peuvent être mesurés et signalisés avant le vol.

- **Interprétation** de la vue aérienne. L'opérateur examine les lignes de végétation définies par les interprètes et, suivant le but recherché, également la situation (fossés, clôtures, conduites, chemins, bâtiments, etc.) et la topographie (courbes de niveau et cotes) (fig. 5). L'opérateur mesure la photo aérienne à l'aide d'une marque qui se déplace en trois dimensions dans le modèle stéréoscopique et peut être placée en n'importe quel point. Les coordonnées de la marque de mesure sont enregistrées en continu.



L'opérateur peut donner des attributs aux objets mesurés. Une ligne peut ainsi être une clôture ou une limite de végétation. Dans le cas de la cartographie des marais, l'attribution de l'unité de végétation à chacune des surfaces se fait, dans le SIG, après les relevés sur le terrain.

Le travail avec un appareil stéréoscopique analytique coûte dix fois plus cher qu'avec le stéréoscope, si bien que la séparation des étapes de délimitation des surfaces et d'interprétation photogrammétrique, aussi bien au niveau du personnel que de l'instrument, va de soi.

2.6 Travaux sur le terrain

Les travaux sur le terrain sont effectués par des spécialistes (botanistes spécialisés) qui possèdent également des connaissances dans le domaine des photos aériennes et de leur interprétation. Le dessin brut sur la base de l'interprétation photogrammétrique, qui peut comporter, en plus des limites de végétation, des éléments remarquables de la situation (pylônes électriques, fossés, routes, arbres isolés), sert d'aide à l'orientation sur le terrain. Les informations qu'il renferme lui donnent souvent une valeur supérieure aux plans officiels et sa précision géométrique est tout aussi élevée. Les unités de végétation sont reportées sur le plan brut dans le terrain sur la base d'une clé de cartographie appropriée. Étant donné que la délimitation des surfaces est donnée d'avance, le travail sur le terrain peut se concentrer sur l'examen de la végétation ainsi que sur les corrections, compléments et remarques. Ce mode de travail permet d'économiser jusqu'à 75 % des travaux sur le terrain par rapport à un relevé terrestre complet. La pratique montre que l'interprète de la photo aérienne délimite souvent davantage d'unités de végétation que ce que l'on peut en reconnaître sur le terrain, ce qui montre la densité d'informations fournies par la photo aérienne.

2.7 Travail avec le SIG

Après les travaux sur le terrain, le plan corrigé et encodé est donné à l'opérateur SIG. Les données sont alors introduites sous forme digitale dans la structure des données générales existante. Au cours de cette étape, chaque élément graphique reçoit les attributs correspondants (voir encadré). Les données proviennent soit de l'interprétation des vues aériennes, soit du relevé sur le terrain. Le contrôle des données quant à leur intégralité et à leur exactitude peut être très coûteux, mais il est indispensable.

Géométrie et structure topologique d'un SIG

Les données d'une cartographie thématique sont enregistrées sous forme digitale dans un système d'information géographique. Le contenu d'une carte thématique consiste en éléments de base graphiques (points, lignes, surfaces) et en données factuelles attribuées à ces éléments graphiques. Les données graphiques peuvent être digitalisées sur des cartes et des plans. La photogrammétrique analytique fournit des données graphiques sous forme digitale. Les données sont souvent relevées sous une forme brute et doivent être interprétées dans le SIG de manière à fournir des plans de données topologiques corrects. Le système reconnaît les relations géométriques entre les différents éléments graphiques au sein de ces plans de données. En outre, les corrections et les compléments de la vérification sur le terrain sont pris en considération. Toute surface doit constituer un polygone fermé. De nombreuses corrections et compléments sont en général nécessaires jusqu'à ce que la topologie d'un plan de données digitales soit correct (situation et position des éléments graphiques).

Les sources d'erreurs sont nombreuses. Certaines erreurs peuvent être détectées à l'aide de tests de plausibilité, d'autres ne peuvent être constatées que par le contrôle fastidieux de toutes les données. Ce n'est que lorsqu'elles ont été contrôlées que les données peuvent être analysées dans le SIG.

2.8 Analyse des données

Les calculs et les statistiques de surfaces sont des fonctions standards des systèmes d'information géographique. Des recoupages peuvent être réalisés entre différents niveaux de données. Par exemple, une carte des unités de végétation peut être superposée à un parcellaire au niveau du calcul. Cela permet de répartir les unités de végétation sur les parcelles et de les attribuer à chaque propriétaire. C'est important lorsque des contributions à l'exploitation différentes sont versées selon les unités de végétation. Les niveaux d'information de genres et de sources différents peuvent être combinés à l'infini dans le SIG.

2.9 Diffusion des données

Lorsque la situation a été saisie photogrammétriquement ou est disponible d'une autre manière, elle peut être retracée en combinaison avec la carte de végétation. La carte de végétation peut également être tracée sur des plans d'ensemble existants (héliographies). La diffusion des données à l'aide du SIG est indépendante de l'échelle. Les données peuvent être diffusées sous forme digitale (disquettes, bandes magnétiques) et/ou sous forme de listes imprimées.

2.10 Archivage, documentation

L'archivage et la documentation corrects des données constituent une étape de travail qui ne doit pas être sous-estimée. Le travail avec le SIG n'est pas terminé avec la diffusion des cartes et des données. Seul un archivage systématique et bien documenté permet un accès rapide aux données. Un archivage correct est important et nécessaire en vue des relevés futurs.

3. APPRECIATION DU PROCEDE

Le procédé présenté comprend des étapes de travail qui ne peuvent être réalisées que par un personnel spécialisé. La séparation des différentes étapes de travail est indiquée pour des raisons de spécialisation, de personnel et de finances. La gestion du projet avec l'organisation du déroulement des travaux et ses préparatifs est très importante. Le procédé oblige les utilisateurs à des réflexions préliminaires, à des définitions claires et à des décisions préalables. Cela ne concerne pas seulement les domaines des photos aériennes, de la photogrammétrie et du SIG, mais également le contenu du plan proprement dit. Le mandant doit savoir quel est le résultat dont il a besoin. C'est la seule manière d'effectuer une cartographie efficacement, rationnellement et à un prix avantageux.

Examen de la végétation / interprétation des photos aériennes:

Bien que les photos aériennes CIR soient parfois utilisées pour des cartographies phytosociologiques (BIERHALS, 1988; SEGER / HARTL, 1987), les bases nécessaires pour une interprétation de photos aériennes couvrant l'ensemble du pays manquent encore dans le domaine des marais. Les normes et les clés d'interprétation des unités phytosociologiques font en particulier défaut. En outre, les interprètes formés sont trop peu nombreux, qui connaissent suffisamment les photos aériennes à côté de la phytosociologie.

La photo aérienne, un outil de travail rationnel:

L'utilisation des photos aériennes pour des cartographies spatiales a fait ses preuves dans la cartographie des marais. La vue d'ensemble offerte par la perspective aérienne facilite énormément les travaux sur le terrain. L'ampleur de ceux-ci est considérablement réduite grâce à la délimitation préalable des unités de surfaces. Il n'est plus nécessaire de parcourir l'ensemble du terrain. Une partie importante du travail de cartographie est transférée du terrain au bureau.

Précision / sûreté du droit:

La mesure photogrammétrique des limites de végétation permet d'atteindre un bien meilleur niveau de précision. La présence de nombreux groupes d'intéressés dans la protection des marais (entre autres protecteurs de la nature, agriculteurs, armée, industrie) implique que les plans (ici la carte de végétation) présentent la précision et la sûreté du droit nécessaires. Les étapes de travail séparées garantissent l'applicabilité et le contrôle de la cartographie. La photo aérienne en tant que document objectif du moment et la photogrammétrie répondent à ces exigences.

Relevés suivants / contrôle du succès:

Les relevés suivants constituent une base importante pour le contrôle du succès et les programmes de surveillance. Ils ne sont toutefois judicieux que si les données relevées présentent une précision géométrique suffisante pour que les modifications apparentes puissent être différenciées des modifications réelles. La photogrammétrie et le travail avec le SIG fournissent la précision nécessaire en cas de modification effective des surfaces (SCHERRER et al., 1994).

Organisation des flux et des structures des données:

L'adaptation et le recouplement avec les données existantes nécessitent une organisation et un archivage étendus des données digitales. Le travail qu'implique un inventaire à l'aide d'un SIG ne doit pas être sous-estimé. Les plus petites modifications dans la structure des données peuvent compliquer un projet en cours et entraîner des coûts supplémentaires considérables que le mandant n'est souvent pas en mesure d'estimer.

Création de nouveaux plans:

Le procédé présenté permet de réaliser des fonds de plans spécialement pour la protection de la nature grâce à la mesure photogrammétrique des photos aériennes. La mesure d'éléments importants pour la protection de la nature, comme les fossés, les rochers, les arbres isolés, etc., fournit des plans de haute qualité pour les mesures de régénération, de développement et d'entretien. Ces bases peuvent également être utilisées pour d'autres cartographies thématiques.

GLOSSAIRE

Appareil de mesure stéréoscopique:

Les appareils de mesure stéréoscopique consistent en général en un système d'examen optique et un système de projection mécanique ou analytique. Le système d'examen joue la fonction d'un stéréoscope et permet une vue stéréoscopique, tandis que le système de projection permet de dégager les informations de l'image sous forme de projection orthogonale sur une carte. Les appareils de mesure stéréoscopique sont des instruments de haute qualité qui sont utilisés pour réaliser des mensurations sur les photos aériennes.

CIR: Color-Infrared: Film couleur infrarouge

Photogrammétrie: Saisie et mesure d'objets sur la base d'images photographiques. La reconstruction des rapports géométriques entre l'objet et l'image permet de transformer les extraits déformés du paysage en projection orthogonale.

SIG: Système d'information géographique: Système informatique pour la saisie, l'analyse et la représentation de données à référence spatiale.

Stéréoscope: Instrument optique pour l'examen des photos aériennes. L'examen de deux vues aériennes (paire de photos aériennes) au stéréoscope fournit une image tridimensionnelle du paysage en exagérant le relief.

BIBLIOGRAPHIE

BIERHALS, E. (1988): CIR-Luftbilder für die flächendeckende Biotopkartierung. Inform. d. Natursch. Niedersachsen, Nr. 5, S. 77-105.

SCHERRER, H.U./ GAUTSCHI, H./ HAUENSTEIN, P. (1990): Flächendeckende Waldzustandserfassung mit InfrarotLuftbildern. Schlussberichte Programm Sanasilva 1984-1987, Teilprogramm Nr. 3. Ber. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 318, Birmensdorf, 102 S.

SCHERRER, H.U. / SCHMIDTKE, H./ OESTER, B. (1994): Folgeaufnahmen. Erfassen von Veränderungen des Waldzustandes mit Luftbildern. Ber. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 338, Birmensdorf, 47 S.

SCHWARZENBACH, F.H./ OESTER, B./ SCHERRER, H.U./ GAUTSCHI, H./ EICHRODT, R./ HÜBSCHER, R./ HÄGELI, M. (1986): Flächenhafte Waldschadenerfassung mit Infrarot-Luftbildern 1:9'000. Methoden und erste Erfahrungen. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Ber. Nr. 285, Birmensdorf, 76 S.

SEGER, M./ HARTL, H. (1987): Die InfrarotFarborthofotokarte als Hilfsmittel der Vegetationskartierung Möglichkeiten und Grenzen an Beispielen aus den Hohen Tauern. Carinthia II 177, S. 417-429.

AUTRE OUVRAGE

SCHERRER, H.U. / WORTMANN, M. / SCHMIDTKE, H. / GAUTSCHI, H. (1996): Cartographie des marais à l'aide de photos aériennes. Série L'environnement pratique. Berne, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, 50 p.

**LISTE D'ADRESSES
D'IMPORTANTES
ARCHIVES DE PHOTOS
AÉRIENNES**

Archives de la Confédération:

D+M
Direction fédérale des mensurations
cadastrales
Service de vol/SCPVA
Neugutstrasse 66
8600 Dübendorf
Tél.: 01/822 12 60
Fax: 01/820 11 06

S+T
Office fédéral de topographie
Photothèque
Seftigenstrasse 264
3084 Wabern
Tél.: 031/963 22 60
Fax: 031/963 24 59

FNP
Institut fédéral de recherches
sur la forêt, la neige et le paysage
Archives des photos aériennes
Zürcherstrasse 111
8903 Birmensdorf
Tél.: 01/739 23 85
Fax: 01/739 22 15

Archives privées

SR
Swissair
Photo + Mensurations SA
Dorfstrasse 53
8105 Regensdorf-Watt
Tél.: 01/871 22 22
Fax: 01/871 22 00

ASCOP
ASCOP AG
Kanalstrasse 17
8152 Glattbrugg
Tél.: 01/810 05 66
Fax: 01/810 05 78

ADRESSE DES AUTEURS

H.U. Scherrer/M. Wortmann/
H. Schmidtke
Scherrer Ingenieurbüro AG
Hauptstrasse 581
9650 Nesslau

H. Gautschi
Direction fédérale
des mensurations cadastrales
Service de coordination pour
les prises de vue aériennes
Neugutstrasse 66
8600 Dübendorf

TRADUCTION

Yves Berger
Ingénieur forestier EPFZ/SIA
Chemin Montant 14
2017 Boudry

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2/1995

Interprétation de photos aériennes et utilisation des SIG

(EXPERIENCES AU SCHMERIKER ALLMEIND)

5.2.2

1 CIRCONSTANCES ET BUTS

La section Architecture du paysage de l'Ecole d'ingénieurs de Rapperswil offre depuis 1990 un cours de spécialisation sur l'utilisation de méthodes modernes de planification du paysage dans le cadre des études. Une cartographie de la végétation à l'aide de photos aériennes et d'un système d'information géographique (SIG) a été réalisée dans le cas du Schmeriker Allmeind.

La présente contribution décrit et discute les expériences réalisées dans le cadre de cet exemple concret.

2 LE SCHMERIKER ALLMEIND

Le Schmeriker Allmeind constitue l'un des bas-marais les plus étendus de Suisse orientale. C'est un objet d'importance nationale. La zone d'environ 30 ha se situe à l'extrémité de l'Obersee (lac de Zurich, canton SG). Les prairies à molinie sont très répandues. D'autres unités de végétation typiques sont les marais à petites et à grandes laïches, les mégaphorbiaies humides et les roselières. Le marais abrite un grand nombre d'espèces animales et végétales rares et menacées.

Les roselières sont exploitées traditionnellement et une récolte de litière annuelle y est réalisée. Les problèmes principaux résident dans les apports de substances nutritives des zones voisines et la pression des activités de loisirs. Une ordonnance de protection est en vigueur depuis 1983. Un concept d'entretien et d'aménagement a été élaboré en 1990 (planification du paysage Allmeind 1990).

Espèces rares et menacées du Schmeriker Allmeind

Les espèces rares et menacées suivantes sont entre autres présentes dans le Schmeriker Allmeind: vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), traquet taurier (*Saxicola rubetra*), azuré de la sanguisorbe et azuré des mouillères (*Maculinea teleius*, *M.alcon*), conocéphale gracieux (*Ruspolia nitidula*), lysimaque à fleurs en thyrses (*Lysimachia thyrsiflora*), gentiane des marais (*Gentiana pneumonanthe*), iris de Sibérie (*Iris sibirica*).

1

MANUEL
CONSER-
VATION
DES
MARAIS
EN
SUISSE

3 DEROULEMENT DE LA CARTOGRAPHIE DE LA VEGE-TATION

Le procédé concret de cartographie de la végétation à l'aide de photos aériennes et de SIG est décrit et expliqué ci-après.

Planification du projet:

Le projet poursuivait divers buts:

- Buts méthodiques: Essai d'utilisation de photos aériennes et de SIG pour la cartographie de la végétation.
- Buts didactiques: Démonstration et exercice des étapes de travail dans la formation des architectes du paysage.
- Buts pratiques: Elaboration d'une carte de végétation détaillée comme base d'un concept de protection et de calcul des contributions à l'exploitation.

La cartographie a été planifiée conformément à ces buts (périmètre, calendrier, examen préliminaire, financement, participation de spécialistes).

Production des photos aériennes:

Il existe pour la région des photos aériennes infrarouges à l'échelle 1 : 5'000 qui ont été mises à disposition gratuitement par le FNP/SCPVA. Les photos ont été prises le 20.7.1988 (première série) et le 21.8.1989 (deuxième série).

Acquisition des données de base:

Parcellaire: chez le géomètre.

Clé de cartographie: Une clé de cartographie très détaillée a été élaborée dans le cadre de ce projet. Pour cette clé, 132 relevés de végétation ont été interprétés à l'aide des programmes VEG (Bolliger/Märki) et MULVA-4 (Wildi/Orloci). Les frais pour l'établissement d'une clé de cartographie avec une répartition fine des associations végétales adaptée aux conditions locales sont élevés. C'est pourquoi il est recommandé d'élaborer dans la pratique les clés de cartographie à un échelon régional. Une telle clé de cartographie peut être utilisée dans plusieurs domaines, ce qui permet de répartir les frais sur différents projets.

Mise à jour et complément du fond de plan:

Relevé de terrain: Inventaire des informations complémentaires sur le terrain (p.ex. poteaux limites des parcelles).

Interprétation photogrammétrique: Elle fournit des informations complémentaires au plan cadastral et permet de le mettre à jour, voire de le corriger. Dans le cas qui nous intéresse, le tracé de la rive du lac ou des fossés dans le marais a pu être corrigé ou complété.

Digitalisation: Le plan cadastral complété, corrigé et mis à jour a été digitalisé.

Délimitation stéréoscopique des surfaces:

Les limites de végétation ont été déterminées au stéréoscope sur la base des différences de structure et de couleur. Les limites possibles ont été grattées directement sur une diapositive copie de l'original (voir fig. 1). Ensuite, les limites ont été saisies analytiquement (correction informatique des photos aériennes et calcul des coordonnées des points des limites), puis enregistrées numériquement.

Etablissement des bases cartographiques:

Les données photogrammétriques ont été reprises dans le SIG et combinées avec les données du fond de plan. Il en est résulté un plan à jour avec des points de repère et des limites de végétation provisoires qui ont servi de base à la cartographie (voir fig. 2).

Cartographie sur le terrain:

L'unité de végétation de chacune des surfaces figurant sur le plan a été déterminée à l'aide de la clé. Simultanément, les limites ont été contrôlées et, le cas échéant, modifiées.

Digitalisation du plan de terrain avec le SIG et établissement de la carte de végétation:

Les modifications de limites constatées lors de la cartographie sur le terrain ont été corrigées lors de la saisie dans le SIG (voir fig. 3). Ensuite, l'attribution des couleurs et l'encodage des unités de végétation ont été définis (voir fig. 4).

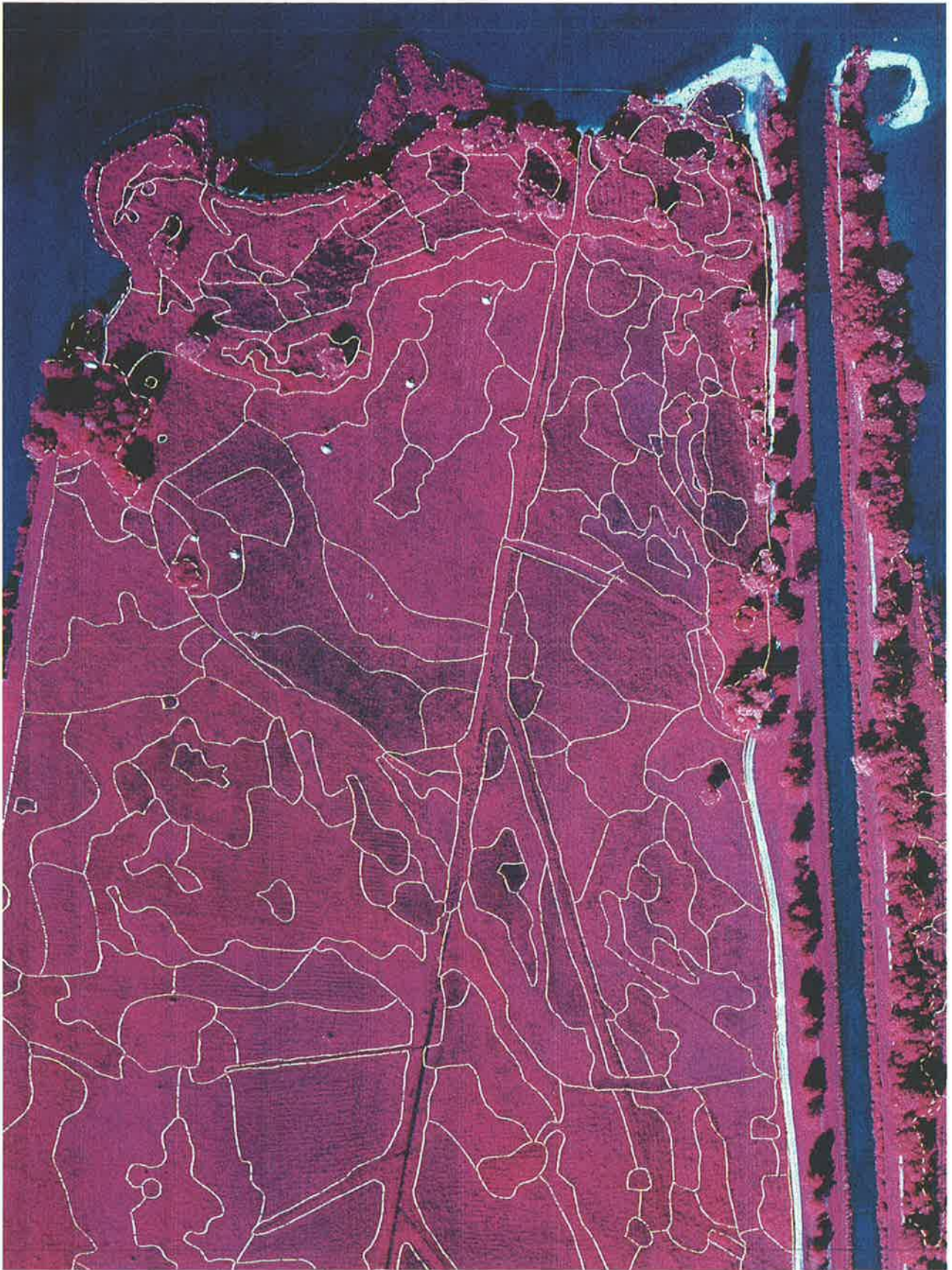




Fig 2: Fond de plan, extrait échelle 1:2'000

-  Limites de végétation selon l'interprétation des photos aériennes
-  Parcelles affermées avec bornes
-  Surfaces d'eau
-  Arbres isolés, haies

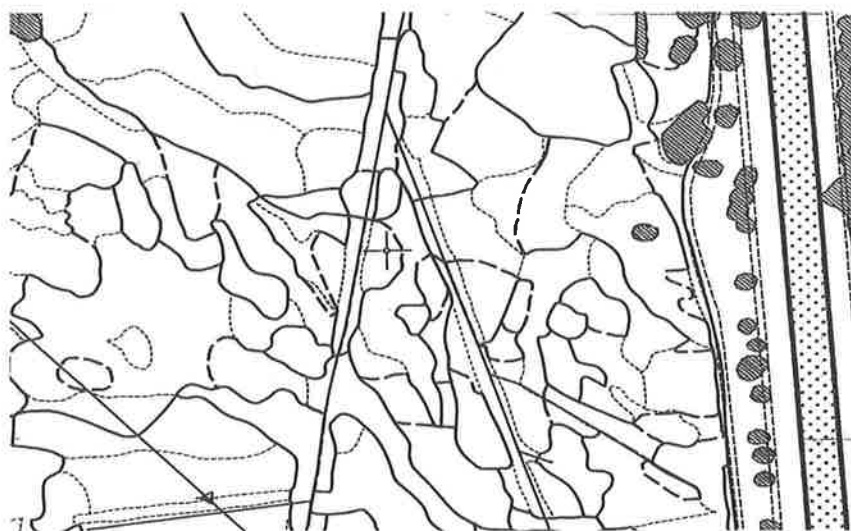
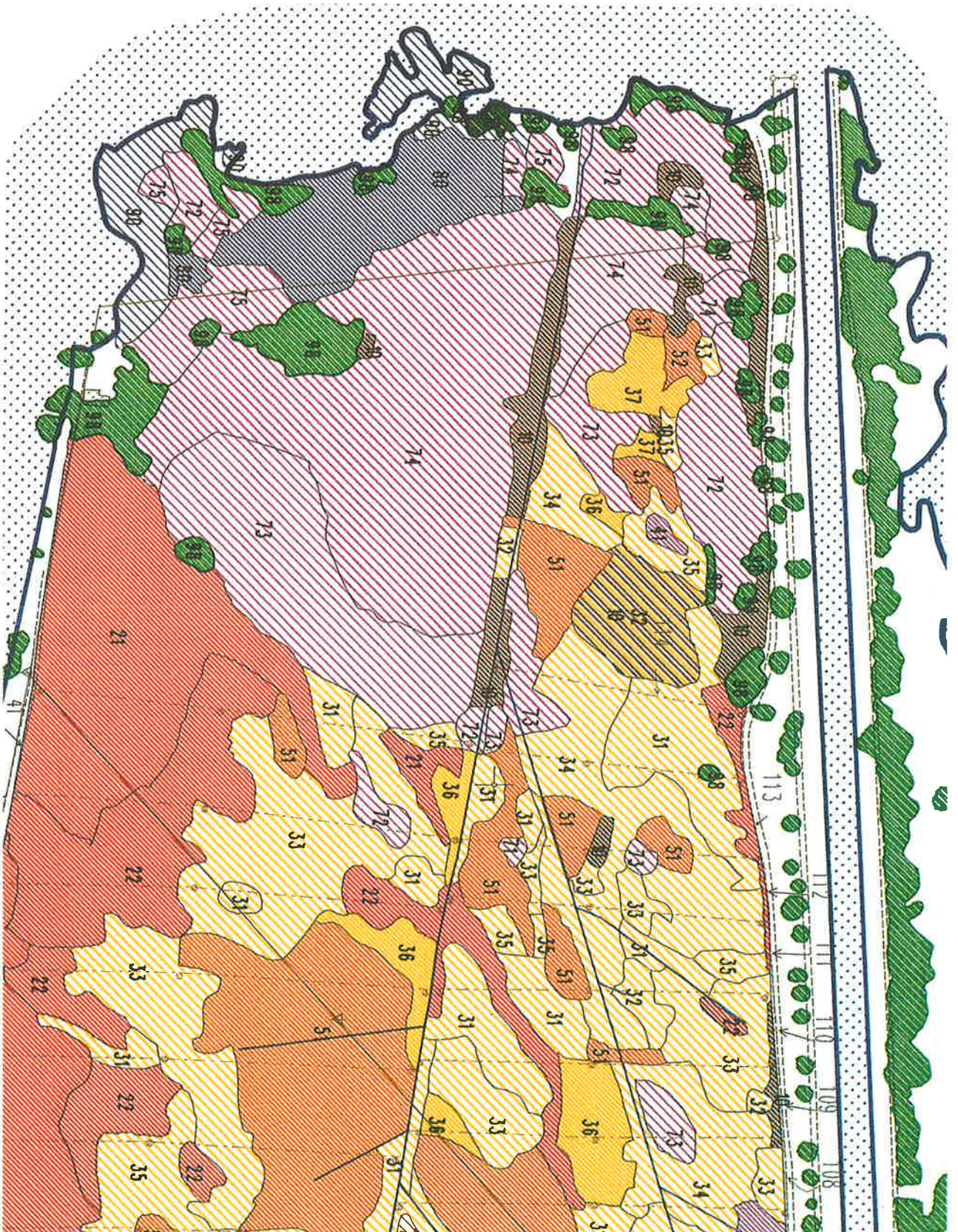


Fig 3: Comparaison base de cartographie – carte de végétation. Elle montre les modifications de limites résultant des travaux sur le terrain. Extrait échelle 1:2'000

-  Limites de végétation reprises des photos aériennes
-  Limites de végétation tracées sur le terrain
-  Limites de végétation non reprises des photos aériennes

Fig. 1: Photo aérienne infrarouge avec limites de végétation possibles, extrait échelle 1 : 2000



5.2.2

Analyses et interprétations:

Le SIG permet de réaliser facilement des analyses et des interprétations, p.ex. la réalisation de cartes ciblées. Le calcul des contributions à l'exploitation est présenté ici comme exemple d'application.

Suivant le type de végétation, le fauchage de la litière est plus ou moins difficile. C'est pourquoi les contributions à l'exploitation (Fr./m²) varient en fonction des unités de végétation. La carte de végétation avec les contributions correspondantes a été superposée au parcellaire de manière à permettre le calcul des contributions à l'exploitation pour chaque parcelle (voir fig. 5 et tab. 1). D'autres facteurs (p.ex. fossés et obstacles) doivent également être pris en considération.

Parcelle	Association	Surface en ares	Contribution Fr./are	Contribution en francs
114	10	0.7	6.-	4.10
	22	1.5	6.-	8.90
	31	9.1	6.-	54.70
	34	6.5	6.-	39.30
	51	0.4	6.-	2.50
	72	0.3	16.-	4.40
	73	4.1	9.-	36.90
Total		22.6		150.80

Fig 4: Extrait de la carte de végétation définitive, échelle 1 : 2000

	Parcelles affermées avec poteaux limites
	Arbres isolés, haies
	Surfaces d'eau
	Associations végétales

Tab. 1: Contributions à l'exploitation d'une parcelle concrète calculées sur la base du SIG

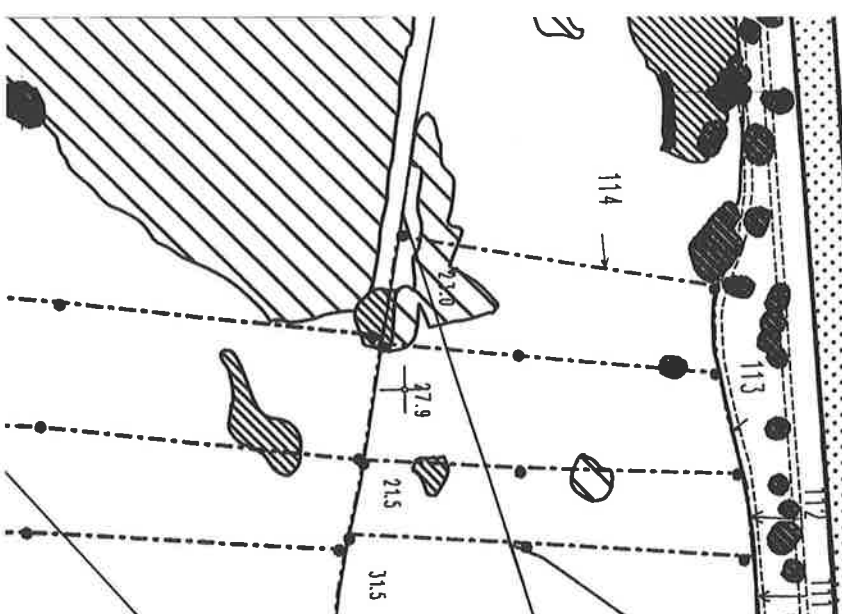


Fig 5: Plan de contributions, extrait échelle 1 : 2'000

	Contributions à la surface Fr. 6.-/a
	Contributions à la surface Fr. 9.-/a
	Contributions à la surface Fr. 16.-/a

4 COUTS APPROXIMATIFS

Les frais énumérés dans le tableau 1 donnent uniquement un ordre de grandeur et s'appliquent exclusivement au projet présenté. Ils peuvent être extrêmement différents dans d'autres cas. Certaines étapes de travail ont été traitées plus en détail que cela n'est généralement nécessaire et un certain volume de travail de mise au point a aussi été effectué dans le cadre de ce projet. Les zones plus étendues peuvent être traitées d'une manière plus rationnelle, ce qui abaisse la proportion des frais de base. En outre, les frais sont influencés de manière déterminante par la dimension moyenne des surfaces.

Les coûts pour l'élaboration et l'interprétation d'une carte de végétation doivent être comparés avec d'autres tâches des pouvoirs publics, p.ex. le versement annuel de contributions à l'exploitation. Pour une contribution moyenne estimée à Fr. 10.-/a pour le Schmeriker Allmeind, ce montant atteint un ordre de grandeur de Fr. 30'000.- par an.

Tab. 2: Ordre de grandeur des coûts probables

Etapas de travail / Bases	Montant Fr./ha	Surface en ha	Montant total
Planification du projet / Préparatifs	10.-	80	800.-
Plan cadastral			200.-
Relevé d'informations sur le terrain	60.-	30	1'800.-
Etablissement de la clé de cartographie: planification, relevés de végétation (hypothèse 60), interprétation, comparaisons avec la littérature	300.-	30	9'000.-
Photos aériennes	mises à disposition gratuitement dans le cas présent		
Mise à jour et complément du fond de plan	30.-	80	2'400.-
Délimitation stéréoscopique des surfaces	15.-	30	450.-
Interprétation photogrammétrique des surfaces délimitées et réalisation des bases cartographiques avec le SIG	40.-	30	1'200.-
Cartographie sur le terrain (tests, étalonnage, cartographie, contrôle et correction du plan de terrain)	150.-	30	4'500.-
Digitalisation du plan de terrain avec le SIG et impression de la carte de végétation	40.-	30	1'200.-
Impression d'une carte des contributions avec calcul par parcelle	40.-	30	1'200.-
Total			22'750.-

5 DISCUSSION

5.1 Généralités

- Les fonds de plans écologiques, comme les cartes de végétation, les cartes des stations, etc., seront toujours plus importants à l'avenir.
- La question d'élaborer une carte de végétation précise pouvant être interprétée de diverses manières constitue une décision fondamentale. Cette carte est un document d'actualité qui permet des comparaisons ultérieures.
- Les différentes méthodes doivent être coordonnées les unes avec les autres. Une carte de végétation qui doit reproduire la végétation aussi fidèlement que possible implique une clé de cartographie spécifique, un fond de plan précis et une cartographie détaillée.

5.2 Utilisations de photos aériennes

- Le report d'aides à l'orientation sur le plan (p.ex. fossés, arbres, buissons, limites de parcelles) s'est avéré très précieux et a permis une cartographie précise et rapide.
- Les limites de végétation tracées au préalable se sont avérées judicieuses. La délimitation préalable était souvent plus détaillée que la cartographie de la végétation sur le terrain, si bien que certaines limites ont pu être supprimées et qu'il a rarement été nécessaire d'en tracer de nouvelles.
- Il est souvent possible d'utiliser des photos aériennes existantes, si bien qu'il n'est pas nécessaire d'effectuer des vols spécifiques.
- L'interprétation de photos aériennes permet une cartographie précise et efficace.

5.3 Utilisation d'un SIG

Le SIG peut être utilisé de différentes manières pour les cartographies de la végétation et les concepts de protection:

- Cartographie directe sur une photo aérienne non traitée ou déjà stratifiée (sans SIG).
- Cartographie sur un plan cadastral où les données relevées sur les photos aériennes et sur le terrain sont reportées à l'aide du SIG. Cela évite d'avoir à digitaliser le plan cadastral tout en fournissant une

Autres exemples de projets utilisant les photos aériennes et le SIG dans le cadre de la protection des marais

Les régions suivantes ont été traitées ou sont en cours de traitement avec la même méthode. Les conditions, étapes et exigences quant aux résultats varient toutefois fortement.

Régions (avec périmètre global):

- Hauts-marais de l'Oberland bernois (800 ha)
- Hohgant, Oberland bernois (2'450 ha)
- Lac de Lauerz SZ (380 ha)
- Plaine de Magadino TI (300 ha)
- Muottas da Pontresina/Schlarigna GR (54 ha)
- Schwändital GL (110 ha)

Un procédé semblable a été utilisé pour les cartographies phytosociologiques des réserves de l'ALA (mandat 1986).

bonne base de cartographie. Les autres utilisations sont toutefois limitées.

- Cartographie sur un fond de plan entièrement digitalisé (p.ex. Schmeriker Allmeind). Les autres utilisations sont multiples.

Les avantages d'une utilisation totale du SIG peuvent être résumés comme suit:

- Les compléments et mises à jour sont faciles.
- Les combinaisons de données et recouvrements de surfaces sont illimités.
- Les compilations (généralisations) sont rapidement effectuées.
- Les échelles et les extraits peuvent être choisis à volonté.
- La détermination automatique des surfaces et les traitements statistiques des données sont faciles et économisent de coûteux planimétrages à la main.
- Les données enregistrées dans le SIG peuvent être utilisées pour de nouvelles tâches.

Application	But/Contenu	Utilisation des données enregistrées dans le SIG
Contributions à l'exploitation	Calcul des contributions par parcelle avec des taux différents en fonction des unités de végétation	Recoupement des surfaces du cadastre et de la carte de végétation
Plan d'entretien	Illustration de mesures comme p.ex. fréquence de coupe, période de coupe, débroussaillage, entretien des fossés	- Fond de plan - Unités de végétation: regroupement des surfaces à entretien semblable
Cartes de répartition de certaines plantes. (p.ex. gentiane des marais)	Détermination de parcelles à coupe particulièrement tardive (octobre)	- Fond de plan - Carte de végétation: extrait des unités de végétation dans lesquelles une espèce peut être présente
Carte de l'évolution	Représentation des modifications de la végétation au cours du temps, définition des mesures nécessaires	- Fond de plan - Recoupement des surfaces des cartes de végétation de deux années

Tab. 3: Exemple d'utilisation efficace d'un SIG

Il faut en outre tenir compte des remarques suivantes:

- Il est probable que des fonds de plans vont être fournis par les Mensurations cadastrales sous forme digitale dans un proche avenir. L'utilisation d'un SIG permettra ainsi d'éviter l'étape de la digitalisation.
- Dans le présent projet, la possibilité d'interpréter un modèle topographique digital n'a pas été examinée. Cela peut s'avérer très utile pour des cartographies aux étages collinéen et montagnard.
- La précision fournie par la photogrammétrie et un SIG dépasse de loin celle obtenue par une cartographie sur le terrain. Une grande précision est requise dans le calcul des surfaces et le paiement des indemnités qui y est lié.
- La collaboration avec un bureau spécialisé nécessite un travail pluridisciplinaire. Cela offre la possibilité d'apprendre à connaître d'autres points de vue et de nouvelles méthodes. D'un autre côté, cela implique une planification à long terme et la dépendance d'autres facteurs et installations techniques.
- L'utilisation d'un SIG déplace en principe le lieu de travail. Le travail sur le terrain est réduit et la proportion du travail à l'écran augmentée.
- Les coûts sont plus élevés que pour l'élaboration traditionnelle d'une carte. Le coût supplémentaire doit être considéré comme un investissement pour l'avenir, comme une prestation préliminaire pour les mises à jour et interprétations futures.
- L'utilisation des photos aériennes et du SIG se justifie plutôt pour les grandes régions que pour les petites, étant donné que certains frais de base se répartissent sur une plus grande surface.

REMERCIEMENTS

Nous remercions A. Grünig et H.P. Gautschi pour leurs conseils et M. Bischofberger, Dr Jacques Burnand et H. Scherrer pour leur relecture critique du manuscrit et leurs propositions.

ADRESSE DES AUTEURS

Peter Bolliger
Stefan Liechti
Ingenieurschule ITR
Abt. Landschaftsarchitektur
8640 Rapperswil

TRADUCTION

Yves Berger
Ingénieur forestier EPFZ / SIA
Chemin Montant 14
2017 Boudry

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2/1995

Expériences de cartographie de la végétation à l'aide de photos aériennes dans le canton de Berne

5.2.3

1 BUTS DE LA CARTOGRAPHIE

La protection des hauts-marais se fonde sur l'Ordonnance sur les hauts-marais du 21 janvier 1991 et sur l'Inventaire fédéral des hauts-marais et des marais de transition d'importance nationale (Inventaire des hauts-marais). Les indications relatives à la végétation et à ses perturbations ne suffisent pas pour les tâches d'exécution cantonales prévues par l'Ordonnance sur les hauts-marais. Les cantons ont besoin de cartes phytosociologiques supplémentaires répondant à des exigences élevées.

Dans le canton de Berne, les cartes de végétation des plus de 100 hauts-marais sont établies à l'aide de l'interprétation analytique des photos aériennes (voir volume 1, contribution 5.2.1). Le but de ce procédé consiste à élaborer les cartes de végétation des hauts-marais et de leurs zones de contact pour servir de base aux travaux d'exécution. Ces cartes fournissent une image détaillée de la végétation. Elles présentent en particulier une grande précision géométrique, constituent une base solide pour la détermination des contributions à verser et offrent une base précieuse pour un futur suivi des mesures.

1

MANUEL

CONSER-
VATION
DES
MARAIS
EN
SUISSE

2. EXPERIENCES POSITIVES

La cartographie de la végétation à l'aide d'une interprétation analytique des photos aériennes est aujourd'hui considérée dans le canton de Berne comme un procédé standard pour le relevé de la végétation. Ce procédé repose entre autres sur celui décrit par SCHERRER et al. (1996) (voir volume 1, contribution 5.2.1 et fig. 1).

Les expériences réalisées dans le canton de Berne avec la cartographie de la végétation à l'aide de photos aériennes peuvent être résumées comme suit:

- Les marais peuvent être facilement cartographiés sur la base de photos aériennes CIR. Les différents types de végétation marécageuse se distinguent nettement du reste de la végétation grâce à l'intensité de leur couleur et à leur structure typique.
- Les perturbations décisives comme le piétinement, l'érosion, l'embroussaillage, les drainages, etc. se reconnaissent bien à l'échelle des photos aériennes choisie. Les différentes formes d'exploitation peuvent, elles aussi, être facilement différenciées.
- Il s'est avéré judicieux de faire effectuer la délimitation des surfaces de végétation et les relevés sur le terrain par la même personne. L'important potentiel d'informations relatif à la végétation peut ainsi être le mieux mis en valeur.
- Les cartes de végétation établies à l'aide de l'interprétation analytique des photos aériennes offrent une excellente base pour les travaux de mise sous protection. L'impression en couleur sur les plans d'ensemble à l'échelle 1 : 5'000 permet de localiser et d'identifier facilement les unités de végétation sur le terrain.
- Les pourparlers avec les personnes concernées (propriétaires fonciers, exploitants, communes) montrent que les bases cartographiques sont bien acceptées. Les décisions relatives aux délimitations et aux restrictions d'exploitation peuvent être prises de manière compétente et avec la précision nécessaire.
- Les cartes détaillées en noir et blanc à l'échelle 1 : 2'000 constituent une grande aide pour l'élaboration de plans d'entretien. Elles fournissent une base pour d'éventuels travaux de régénération ou de réhydratation.

Le temps nécessaire pour les travaux sur le terrain lorsqu'on travaille avec une interprétation analytique des photos aériennes est nettement moins important que pour une cartographie traditionnelle: Les limites de végétation sont déjà dessinées, l'orientation sur le terrain est grandement facilitée et l'on peut se rendre directement dans les surfaces importantes, étant donné que leur position est connue. Une surface de 1 - 2 km² par jour peut être traitée suivant sa diversité et l'expérience du cartographe.

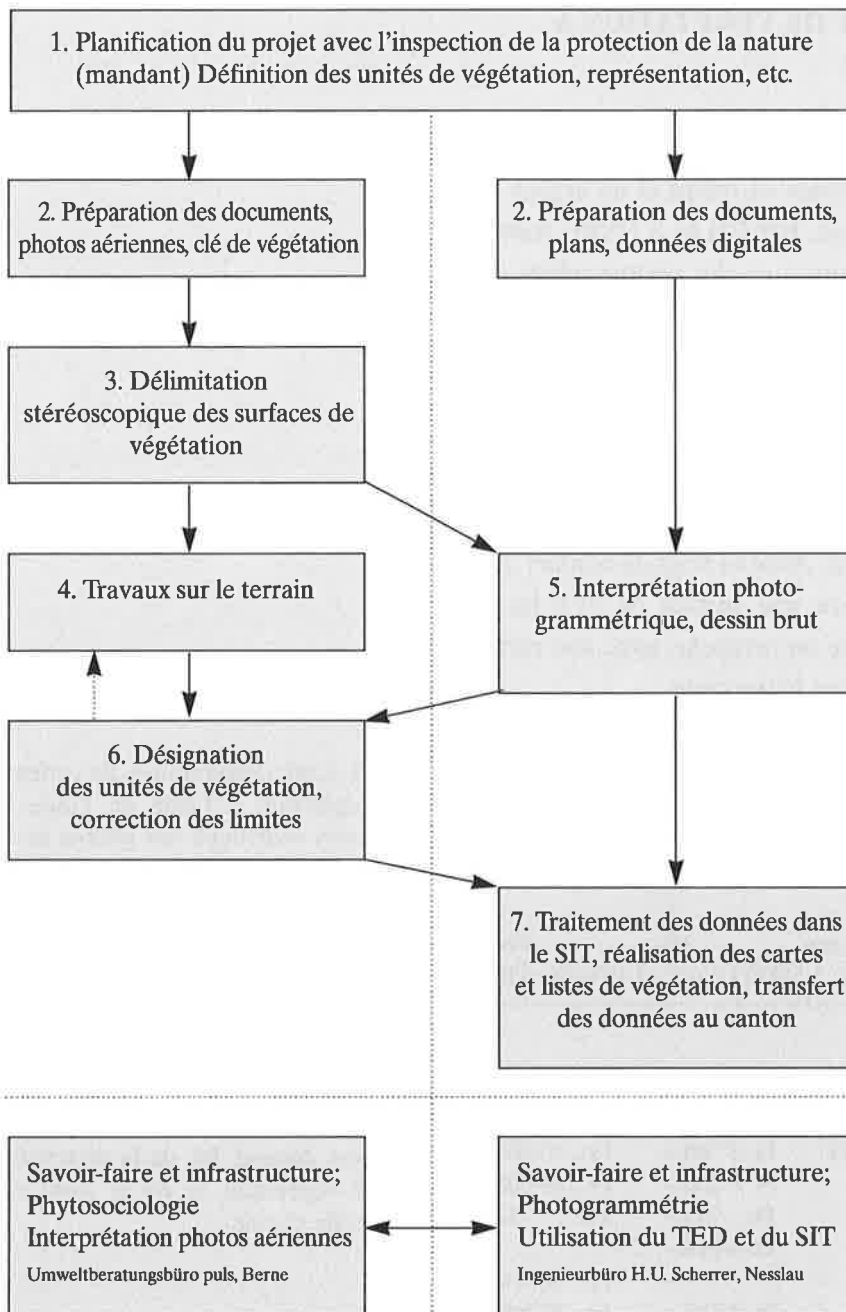


Fig. 1: Déroulement de la cartographie de la végétation des hauts-marais du canton de Berne à l'aide de photos aériennes. Les travaux exigent l'engagement de spécialistes de différents domaines (phytosociologie, interprétation des photos aériennes, photogrammétrie, SIG). C'est pourquoi l'Inspection de la protection de la nature du canton de Berne a mandaté deux bureaux spécialisés pour réaliser ce projet (parties gauche et droite). La répartition des tâches nécessite une collaboration pluridisciplinaire étroite de tous les participants.

Source: Diagramme des auteurs

3 COUT D'UNE CARTOGRAPHIE DE VEGETATION A L'AIDE DE PHOTOS AERIENNES

Les cartographies de végétation étendues à l'aide de l'interprétation de photos aériennes sont moins coûteuses en temps et en argent que les cartographies usuelles sur le terrain. BIERHALS (1988) conclut, sur la base de différentes comparaisons, que des cartographies spatiales des biotopes peuvent être réalisées en moins d'un quart du temps nécessaire pour une cartographie effectuée uniquement sur le terrain.

Les coûts pour l'établissement de cartes de végétation à l'aide de l'interprétation analytique des photos aériennes sont illustrés sur la base de deux régions du canton de Berne (voir tab. 1). Le haut-marais de Schalenberg est de petite dimension. Avec sa zone de contact qui a également été cartographiée, il couvre une surface de 21,8 ha. La réserve naturelle de Hohgant constitue en revanche, avec une surface de 23 km², une zone d'un seul tenant très importante.

Valeurs de référence	HM Schalenberg	RN Hohgant
Surface en ha	21.8	2'300
Echelle des photos aériennes CIR	1:4'000	1:9'000
Nombre de paires de photos interprétées	1	23
Nombre de surfaces sur la carte de végétation	80	6'600
Echelle de la carte de végétation couleur/nb	1:5'000/1:2'000	1:10'000/1:5'000
Coûts		
Phytosociologie, interprétation des photos aériennes	Fr. 2'500.-	Fr. 55'000.-
Photogrammétrie, interprétation TED/SIG	Fr. 3'700.-	Fr. 45'000.-
Coûts totaux	Fr. 6'200.-	Fr. 100'000.-
Coûts par ha	Fr. 285.-	Fr. 43.-
Subventions fédérales (72% moins 10%)	Fr. 4'018.-	-
Subventions fédérales (65% moins 10%)	-	Fr. 58'500.-
Coûts totaux pour le canton de Berne	Fr. 2'182.-	Fr. 41'500.-

Tab. 1: Coût d'élaboration de cartes de végétation à l'aide de l'interprétation analytique des photos aériennes. Le calcul des coûts présenté part du principe que les photos aériennes sont mises gratuitement à disposition du canton. Les coûts par hectare dépendent surtout de l'échelle des photos aériennes et des cartes, ainsi que de l'étendue de la zone considérée et du nombre de surfaces délimitées. Le nombre de surfaces dépend, lui, de la diversité de la végétation et de la surface minimale choisie.

4 PERSPECTIVES

La saisie et l'interprétation digitale de données évoluent constamment. Ce n'est toutefois pas une raison pour attendre avant de réaliser des cartes de végétation à l'aide de photos aériennes. Il est aujourd'hui garanti que la méthode de cartographie à l'aide de l'interprétation analytique des photos aériennes peut être intégrée dans cette évolution.

La cartographie de la végétation à l'aide de photos aériennes aura sa place à l'avenir dans la protection de la nature pour différentes raisons. Les photos aériennes sont des illustrations archivables fidèles à la réalité de l'état de l'environnement. Avec l'importance croissante de l'observation du territoire, la valeur des documents de cette espèce augmentera également.

Le suivi des mesures de protection et de régénération constitue une partie essentielle de la protection des marais qu'il s'agit encore de développer. Il se référera aux cartographies existantes basées sur les photos aériennes et aux données digitales.

Les informations relatives aux mensurations, à l'aménagement et à l'utilisation du territoire seront à l'avenir gérées sous forme digitale. Une saisie et un traitement correspondants des données de protection de la nature assurent ainsi les liaisons nécessaires au niveau technique.

BIBLIOGRAPHIE

BIERHALS, E. (1988): CIRLuftbilder für die flächendeckende Biotopkartierung. Inform. d. Naturschutz Niedersachs., Nr. 5, 77-104, Hannover.

SCHERRER, H.U. / WORTMANN, M. / SCHMIDTKE, H. / GAUTSCHI, H. (1996): Cartographie des marais à l'aide de photos aériennes. Série L'environnement pratique. Berne, Office fédéral de l'environnement, de la forêt et du paysage, 50 p.

ADRESSES DES AUTEURS

Dr Martin Urech
puls
Mühlemattstrasse 45
3007 Berne

Hans Ulrich Scherrer
Scherrer Ingenieurbüro AG
Hauptstrasse 581
9650 Nesslau

Dr Ruth Schaffner
Naturschutzinspektorat
Kramgasse 68
3011 Berne

Dr Kathrin Peter
puls
Mühlemattstrasse 45
3007 Berne

TRADUCTION

Yves Berger
Ingénieur forestier EPFZ-SIA
Chemin Montant 14
2017 Boudry

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2/1995

Utilisation de l'informatique dans la conservation des marais

1 INTRODUCTION

L'application du traitement électronique des données dans le domaine de la conservation des marais a fortement augmenté ces dernières années, notamment dans la protection des biotopes et des espèces. Le nombre toujours croissant d'inventaires existants, d'articles faunistiques, floristiques et autres articles scientifiques exige un soutien du traitement électronique des données optimal pour assurer un travail efficace. Les services fédéraux, cantons, organisations privées de protection de l'environnement et écobureaux utilisent par conséquent des solutions du traitement électronique des données sous forme de systèmes d'information géographiques (SIG) ou de banques de données pour l'exécution des mesures de protection de la nature et du paysage et leur planification (ANTHOS, 1993; GLATT-HARD, 1996). L'équipement technique ainsi que la structure des données disponibles et des modes d'utilisation diffèrent aujourd'hui considérablement. Le niveau de formation du personnel pour l'utilisation de ces instruments de travail est très hétérogène. Afin que les données disponibles à la place de travail puissent être transformées en informations appropriées, elles doivent aussi être accessibles à l'utilisateur. L'utilité de telles applications du traitement électronique des données dépend d'une part de la disponibilité des données et d'autre part d'un accès facile pour l'utilisateur avec un service conseil propice. Aujourd'hui encore, les applications complexes exigent souvent l'intervention d'un spécialiste.

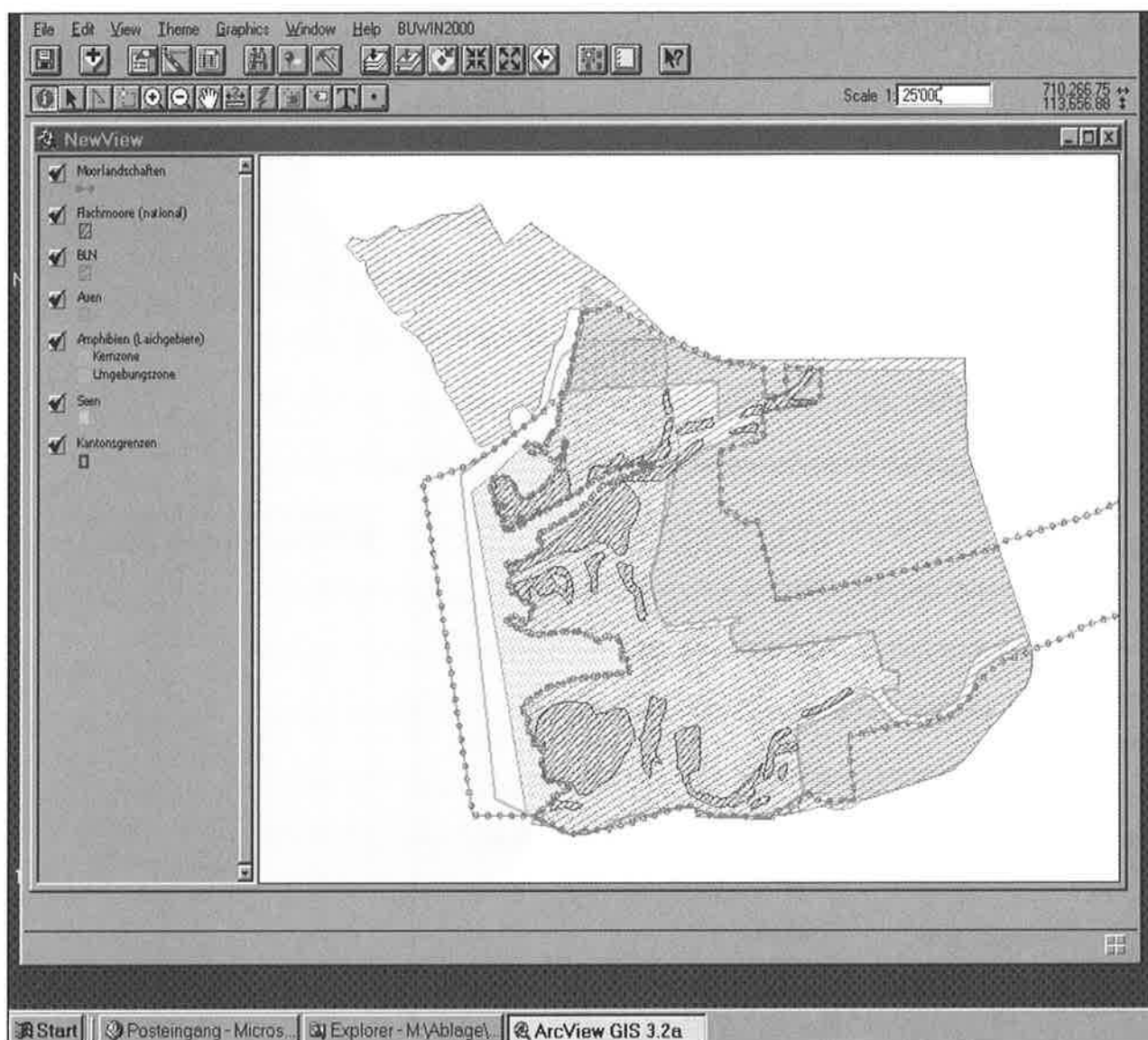
2 UTILISATION DE SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUES

Une tâche importante de la banque de données consiste à visualiser des données géographiques sous forme de cartes ou de tableaux affichés à l'écran ou imprimés. Outre différents logiciels de cartographie, on utilise également des systèmes d'information géographiques (SIG) pour cette tâche. La gamme de produits ArcInfo – ArcView de la société ESRI est la plus répandue à la Confédération, dans les cantons et les écobureaux. Alors qu'ArcInfo est assez coûteux et difficile à manier en raison de ses nombreuses possibilités d'utilisation, le produit desktop ArcView permet, même aux écobureaux et aux petites unités administratives, un travail efficace avec des données SIG.

2.1 L'application BUWIN

Depuis septembre 1991, les divisions protection de la nature et paysage de l'OFEFP utilisent régulièrement un système SIG (ArcInfo) pour le traitement des inventaires de la Confédération et les recherches dans le cadre de leurs projets. Pour permettre aux responsables un accès facile aux données, sans connaissances spéciales d'ArcInfo, une surface d'utilisateur a été développée permettant de consulter à l'écran des sélections d'inventaires ou de les imprimer comme carte. Comme point central, l'utilisateur peut sélectionner une partie de carte, en ayant plusieurs possibilités à disposition. Il peut choisir soit des régions définies au préalable (p. ex. la Suisse, des cantons, des communes ou des pages de la carte nationale), soit des extraits choisis individuellement, par l'indication de coordonnées angulaires ou centrales, et de l'échelle (cf. fig. 1).

Cette application est actuellement remplacée par un nouveau produit "BUWIN2000". Il s'agit d'une extension du produit ArcView qui a repris de l'ancienne application les fonctions du menu, avant tout le choix de la sélection. Le passage à ArcView permet de mettre l'application directement à disposition, à la place de travail des différentes personnes responsables. Il n'est ainsi plus nécessaire d'accéder comme auparavant à une place de travail centrale (pool).



2.2 Toposkop™

Une application similaire est également possible avec le programme TOPOSKOP™ de l'Institut fédéral de recherches FNP (FISCHBACHER, 1993; LONGATTI, 1993), un produit conçu pour le matériel Macintosh. Le FNP a interrompu le développement de ce programme qui constitue toutefois un bon outil de travail pour les bureaux qui l'utilisent.

Fig. 1: Menu d'inventaire de la recherche "BUWIN2000"

3 ARTICLES DISPONIBLES

Pour l'utilisateur ou l'exploitant du SIG et des banques de données, la disponibilité des données nécessaires constitue le point le plus important. Dans l'application BUWIN, on peut accéder à tous les inventaires fédéraux établis selon la loi sur la protection de la nature et du paysage, et la loi sur la chasse. La recherche peut être effectuée séparément par biotopes, paysages et autres sites protégés, par différents articles du type faunistique ou floristique ainsi que par d'autres données scientifiques importantes (p. ex. cartographie de la végétation) (cf. tab. 1).

Inventaires fédéraux

Haut-marais	514 sites de l'ordonnance sur les hauts-marais
Bas-marais	1163 sites de l'ordonnance sur les bas-marais
Zones alluviales	227 sites de l'ordonnance sur les zones alluviales
Amphibiens	701 sites d'importance nationale et régionale
Prairies et pâturages secs (en cours)	1562 sites
BLN (inventaire des paysages et des monuments naturels d'importance nationale)	160 sites de l'ordonnance
Sites marécageux	88 sites de l'ordonnance sur les sites marécageux
Réserves d'oiseaux d'eau	28 sites de l'ordonnance
Districts francs fédéraux	41 sites de l'ordonnance
ISOS (Inventaires des sites construits à protéger de la Suisse)	4037 sites construits à protéger, sites de l'ordonnance (1994)

Tableau 1: liste des inventaires BUWIN (état janvier 2002)

Autres inventaires

Parc national	1 site
Bas-marais régionaux	2535 sites régionaux et locaux cartographiés
Ramsar	8 sites selon la liste de la Convention de Ramsar
Réserves biogénétiques	9 sites selon la liste du Conseil de l'Europe
UNESCO héritage culturel mondial	4 sites
Patrimoine naturel mondial de l'UNESCO	1 site
réserves de la biosphère	2 sites
Convention alpine délimitation	1 site
Colonies de bouquetins	45 colonies selon la loi sur la chasse

Comme base de la numérisation, on a utilisé d'une manière générale des cartes 1:25'000, ce qui correspond au standard de l'OFEFP. Les inventaires encore en cours d'élaboration sont continuellement complétés ou adaptés lors des révisions. Tous les inventaires fédéraux ayant la pleine efficience juridique sont accessibles au public et distribués par le service GEOSTAT de l'office fédéral de la statistique (OFS, 1992), selon leurs conditions de distribution.

GEOSTAT est aussi le fournisseur de différents articles fournissant des informations de fond d'un intérêt général. Il s'agit par exemple de la statistique des superficies (en grilles hectométriques) ainsi que des données cartographiques numériques généralisées avec frontières cantonales et communales. Par ailleurs, GEOSTAT distribue aussi d'autres articles (p. ex. relatifs à des lacs et à des cours d'eaux), créés au sein de l'administration fédérale.

Les modèles numériques d'altitudes, les frontières exactes des communes (GG25) ainsi que les cartes géographiques sous forme de données vectorielles ou de pixels sont élaborés et distribués par l'office fédéral de la topographie. Ils restent toutefois encore très peu répandus, surtout dans les bureaux privés, en raison de leur prix encore élevé et des conditions restrictives en matière de Copyright.

Renseignement GEOSTAT

Le manuel de l'utilisateur sur le site Internet de GEOSTAT renseigne sur les données disponibles et les conditions de distribution:
(<http://www.statistik.admin.ch/dienstle/elektron/dgeostat01.htm>).

4 BANQUES DE DONNÉES

A part la représentation de sites d'inventaire, on a aussi souvent besoin de renseignements sur les espèces, ou de références bibliographiques pour des recherches approfondies. Pour obtenir ce genre d'informations, il faut avoir recours à des banques de données qui existent déjà pour différents inventaires ou qui sont en train d'être élaborés par des services de coordination (cf. tab. 2).

Service de coordination de l'OFEFP pour la conservation des marais, Berne www.buwal-natur.ch	Indications sur les inventaires des hauts-marais, des bas-marais ainsi que des sites marécageux, pour les questions techniques administratives, et conseils pour la mise en œuvre et l'exécution.
Service conseil Zones alluviales, naturaqua, Berne / Service conseil Zones alluviales, Yverdon	Banque de données relative à l'inventaire des zones alluviales; conseils pour la mise en œuvre, cartographie et bibliographie.
Prairies maigres et pelouses sèches, ECONAT, Yverdon	Banque de données en train d'être restructurée dans le cadre du projet "inventaire des prairies et pâturages secs".
KARCH, service de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles www-nmbe.unibe.ch/karch	Banque de données du service conseil pour amphibiens et reptiles avec indications sur les espèces et leur survenance. Accent sur le service conseil dans le cadre de projets.
FNP, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, Birmensdorf www.wsl.ch	CDNP; Centre de données nature et paysage – banque de données centrale pour les inventaires fédéraux dans le domaine de la nature et du paysage ; gère des métadonnées, des données d'inventaire et des données relatives au contrôle du résultat obtenu par les inventaires fédéraux Banque de données bibliographique haut-marais
CSCF; Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel www.cscf.ch	Banque de données faunistiques centrale de la Suisse; gère toutes les données faunistiques accessibles, telles que l'atlas des mammifères, les données du KARCH sur les amphibiens et les reptiles, des données sur les chauves-souris, des données sur les insectes, etc.
CRSF, Centre du Réseau Suisse de Floristique www.cjb.unige.ch/rsf	Banque de données floristiques centrale suisse; gère toutes les données floristiques de manière analogue au CSCF.

Tab. 2: aperçu des banques de données existantes

4.1 CDNP – Centre de données nature et paysage

Le succès des projets de longue halène (p. ex. contrôle du résultat) dépend dans une large mesure d'une banque de données durable et consistante, bien documentée, qui permet de remonter aux sources. Alors que dans les domaines de la faune et de la flore, cette évolution est déjà en cours grâce à l'installation des deux banques de données (CSCF, CRSF), les données relatives aux divers inventaires fédéraux sont aujourd'hui encore enregistrées de manière décentralisée et sur différentes plates-formes.

Le Centre de données nature et paysage (CDNP) enregistre toutes les données relatives aux inventaires fédéraux selon la LPN, ainsi que d'autres articles élaborés par les divisions Nature et Paysage de l'OFEFP avec référence géographique. Les données à intégrer dans le cadre de ce projet proviennent des inventaires mentionnés ci-dessus et des projets de contrôle du résultat et comprennent:

- des métadonnées et des informations sur les processus d'élaboration de la base de données;
- des données géométriques et techniques (y compris tous les articles historiques);
- des données brutes provenant de la cartographie de terrain;
- des images et légendes.

Le CDNP développe en plus des interfaces de recherche, pour la partie SIG comme pour la banque de données, qui doivent permettre l'accès au CDNP via Internet, sous la forme productive planifiée. L'intégration des différents stocks de données dans un seul schéma de banque de données simplifie une gestion uniforme et consistante des données avec accès facilité et la détermination des droits d'accès direct sur le site de la banque de données.

Les deux premières années ayant été consacrées à l'élaboration du concept et à la création d'une version prototype de la banque de données, celle-ci a été testée en détail jusqu'à fin 2000 à l'exemple des réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs, également en matière de convivialité. D'éventuelles adaptations pourront être entreprises directement. La réalisation de la banque de données productive est prévue pour 2002.

4.2 Applications Internet

L'expansion croissante de l'Internet a fait naître le besoin de diffuser les données SIG par ce moyen. De nos jours, divers progiciels comme ArcIMS de la société ESRI sont à disposition pour couvrir ces besoins. Dans divers offices fédéraux de même que des banques de données suisses, on est en train de se demander comment utiliser ce potentiel. Certaines applications sont déjà réalisées. Pour les inventaires sur la protection de la nature, des prototypes sont en développement. Ces derniers pourront plus tard être utilisés par le CDNP et remplaceront le Toposkop™. En même temps, le projet d'une banque de données virtuelle a été lancé. Par la réunion des banques de données existantes dans le secteur de la protection de la nature, il a pour objectif de permettre une vue unique sur les banques de données reliées, sans devoir centraliser la banque de données. L'actuelle autonomie des banques de données n'en est pas compromise.

5 PERSPECTIVES

A l'heure actuelle, les inventaires fédéraux et les données scientifiques y relatives sont disponibles dans une large mesure sous forme électronique, et pour les inventaires ayant la pleine efficacité juridique, sous forme de couvertures ArcInfo. Comme pour la plupart des données de fond, la distribution est assurée par le service GEOSTAT de l'OFS. Par la nomination du KOGIS (service de coordination SIG de l'Office fédéral de la topographie) par le Conseil fédéral, l'administration fédérale est en train de rediscuter de l'utilisation du SIG et des conditions de distribution des données. L'expansion croissante de l'Internet, liée à l'apparition de nouveaux progiciels, a incité divers services fédéraux et grandes banques de données à considérer sérieusement ce moyen de communication pour la diffusion de leurs données. Des projets pilotes sont déjà en cours et seront annoncés en temps voulu sur les sites Internet correspondants.

BIBLIOGRAPHIE

ANTHOS (1993): CAD / GIS / digitale Bildverarbeitung. Zeitschrift für Freiraumgestaltung, Grün- und Landschaftsplanung. Themenheft 32 / 2, Zurich.

OFS (Office fédéral de la statistique, 1992): GEOSTAT, manuel de l'utilisateur, fichier pdf sur site Internet (www.admin.ch/bfs).

FISCHBACHER, U. (1993): Toposkop, Version 0.2.7 Manuel. FNP, Birmensdorf.

LONGATTI, P. (1993): Dataskop, la partie des données de Toposkop, Version 0.2.1 Manuel. FNP, Birmensdorf.

GLATTHARD, T. (1996): Geo-Informationssysteme im Dienste der Raumplanung. Association suisse pour l'aménagement national, cahier no 66, 93 p.

ADRESSE DE L'AUTEUR

Jürg Schenker, géogr. dipl.
OFEFP
Division protection de la nature
3003 Berne

TRADUCTION

Irène Ansermet
Bahnhofstrasse 11
8832 Wollerau

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2 / 1998