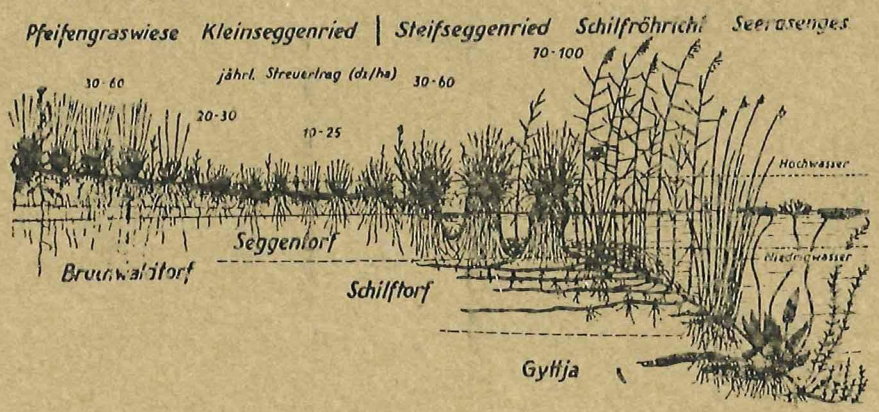
INSTITUT DE ZOOLOGIE
UNIVERSITÉ DE FRIBOURG
PÉROLLES
1700 FRIBOURG

4.3.

PROF. D. MEYER, V. ANTONIAZZA
J.-C. BOURDIER ET C. ROULIER

LES INCENDIES DANS LA GRANDE CARIÇAIE 1982

ETUDE D' IMPACT SUR LA FLORE ET LA FAUNE



RAPPORT MANDATÉ PAR LA COMMISSION CANTONALE DE LA PROTECTION DE LA NATURE ET DU PAYSAGE, FRIBOURG

INHALTSVERZEICHNIS

I. Einleitung

II. Beschreibung der Brände

III. Zu lösende Probleme

IV. Impact du feu sur la végétation

1. Méthodes utilisés

2. Résultats

3. Commentaires du tableau de végétation

4. Autres observations

5. Conclusion générales pour la végétation

V. Der Einfluss des Brandes auf die wirbellosen Kleintiere

1. Koordination der zoologischen mit den botanischen Untersuchungen

2. Untersuchung der wirbellosen Kleintiere

2.1. Kleintiere im Steifseggenried

2.2 Kleintiere im Schwertried-Röhricht

2.3 Kleintiere im Kopfbinsenried

2.4 Kleintiere an Trockenstellen

3. Generelle Bedeutung des Brandes für die wirbellosen Kleintiere

VI. Impact du feu sur les vertébrés

1. Oiseaux

2. Batraciens

3. Reptiles

4. Mammifères

VII. Schlüsse

VIII. Vorschläge

IX. Literatur

Fig. 1

Zahllose verbrannte Kleintiere, hier zum Beispiel die Hainschnirkelschnekke, *Cepaea nemoralis*, erinnern trotz der Regeneration vieler Pflanzen an den Flächenbrand im Frühling. Aufnahme im Aug. 1982.

I. Einleitung

Die kantonale Kommission für Natur- und Landschaftsschutz hat den Instituten für Botanik und Zoologie der Universität Freiburg den Auftrag erteilt, einen kurzen Bericht über die biologischen Folgen der Brände am Neuenburgersee-Südufer vom April 1982 zu verfassen. Dieses Problem ist sehr vielschichtig, und es erwies sich als unmöglich, Teilbereiche wie Flora, Fauna oder Oekologie gesondert zu behandeln.

Deshalb entschieden wir uns für eine einheitliche Projektleitung (D.M.) und für den Beizug mehrerer ausgewiesener Fachleute. So wurde es möglich, interdisziplinär zu arbeiten. Allerdings ist der Bericht damit etwas ausführlicher als vorgesehen, und zweisprachig, ausgefallen.

II. Beschreibung der Brände

Le 17 avril 1982, un incendie dû à la négligence a détruit environ 50 hectares de marais entre Portalban et Gletterens. Ce secteur appartient au grand complexe riverain Chevroux-Portalban, le plus riche et le plus étendu de la rive sud du lac de Neuchâtel.

Le 25 avril 1982, 3 hectares de prairies à laiches embroussaillées prennent feu à 3 heures du matin à Yverdon (plage). Le feu est bouté intentionnellement en deux endroits.

Le 29 avril 1982, le feu détruit un hectare de roselière et 3 hectares de peupleraie et aulnaie à Yvonand, l'origine du feu est probablement la négligence.

Im Folgenden wird der Brandschaden zwischen Portalban und Gletterens untersucht. Da die Brandwirkung bis auf die Torfschicht hinunter reichte (siehe Fig.1), muss es sich in diesem Fall um ein sogenanntes "heisses" Feuer gehandelt haben (Schiefer, 1982). Das Feuer entstand tatsächlich am Ende einer extremen Trockenperiode, mit langanhaltender Bisenlage und niedrigem Seewasser-Stand. Die verbrannten Flächen sind in Fig.2 schraffiert eingetragen.

Am Waldrand erfasste das Feuer jeweils isoliertes Gebüsch und den ganzen sogenannten Waldmantel (Ellenberg, 1978), der noch reich an Seggenstreue war. Der Wald selber blieb vom Brand weitgehend verschont, mit der Ausnahme von 2 ha Buschwald in der Nähe der Pumpstation von Portalban.

Dans le marais situés entre Yverdon et Yvonand, vingt sinistres ont été recensés de 1962 à 1982. Tous ces incendies ont eu lieu entre les mois de février et juillet, avec un taux de 50% en mars. Après enquête, un seul responsable a été connu; les 19 autres cas se sont terminées par des non-lieux.

Il ressort des rapports consultés que dans la majorité des cas, les moyens de lutte antifeu sont surdimensionnés en hommes . Les possibilités de pénétration dans les roselières pour les véhicules sont très limitées. La lutte actuelle se borne à protéger les habitations et à contrôler l'avance des incendies. Le coût des opérations echoit à l'Etat et aux Communes, à l'assurance RC du coupable si ce dernier est connu.

III. Zu lösende Probleme

Auftrag. Wir hatten den Auftrag herauszufinden, ob durch den erwähnten Flächenbrand zwischen Portalban und Gletterens den naturnahen Lebensräumen kurz- oder langfristig Schäden biologischer Art zugefügt wurden. Um dies festzustellen, muss man zunächst die generellen Schutzziele für das betroffene Naturschutzgebiet kennen. Diese lauten gemäss Rollier et al. (1981):

- Erhaltung der bestehenden naturnahen Seeuferlandschaft.
- langfristige Erhaltung der grossen Moorflächen in ihrer heutigen Vielfalt und in ihrer gegenwärtigen Ausdehnung.
- Erhaltung einer zusammenhängenden Seeufervegetation, Erhaltung der direkten Verbindungen zum Hinterland.
- Schutz der Oekosysteme des Sees und der Ufer.

Durch den Brand sind hauptsächlich die folgenden Pflanzen- (und Tier-) gemeinschaften betroffen:

- Steifseggenried, Prairie à laiche élevée, (Caricetum elatae).
- Schwertried-Röhricht, Prairie à marisque, (Cladietum marisci).
- Kopfbinsenried, Prairie à chaîn noirâtre (Schoenetum nigricantis).
- Mantel des Erlenbruchwaldes, und an einigen Stellen der Wald selbst.
- Trockenstandorte (Dünen, Dämme).

Das Schilfröhricht (roselière, Phragmitetum) wurde vom Brand kaum betroffen.

Die erste zu behandelnde Frage lautet demnach: werden die verschiedenen naturnahen Artengemeinschaften nach den Bränden weiterhin erhalten bleiben, oder sich verändern?

Zu den erwähnten Pflanzengemeinschaften gehört jeweils eine bestimmte Gemeinschaft von Kleintieren. Diese wiederum sind die Nahrung für verschiedene Vogelarten, Brutvögel und Durchzügler. Die zweite zu behandelnde Frage lautet demnach: gibt es bestimmte seltene Tier- oder Pflanzenarten, deren Existenz am Neuenburgersee durch den Brand in Frage gestellt ist?
Für die Untersuchung stand uns nur wenig Zeit zur Verfügung. Die aufgeworfenen Fragen können eigentlich zuverlässig nur durch mehrjährige Experimente am gesamten Lebensraum beantwortet werden. Wir haben uns aber bemüht, durch die geeignete Auswahl von Untersuchungsmethoden wenigstens zu qualitativen Ergebnissen zu kommen.

Valeur naturelle de la zone étudiée.

L'incendie d'avril 1982 a touché la partie est du plus vaste complexe naturel de la rive sud du lac de Neuchâtel : la zone s'étendant de Chevroux à Portalban.

Sur le territoire de la commune de Chevroux, les prairies à grandes laiches (inondées) alternent avec les surfaces d'eau libre (étangs intérieurs). La frontière cantonale Vaud-Fribourg partage la baie d'Ostende, vaste crique d'eau calme entourée de roselières lacustres.

Après les chenaux artificiels creusés pour le complexe touristique de Gletterens, de vastes prairies à laiches homogènes s'étendent jusqu'au village de Portalban. Par sa dimension - la ceinture marécageuse (forêt et marais) avoisine par endroit 1000 mètres de largeur - par la qualité et la diversité de ses milieux, la région Chevroux - Portalban constitue le coeur de la rive sud du lac de Neuchâtel.

Ces qualités exceptionnelles permettent d'expliquer la présence d'espèces animales exigeant de vastes territoires intacts pour leur reproduction; la baie d'Ostende constitue le dernier lieu de nidification en Suisse du héron pourpré. D'autres espèces rares telles le busard cendré, la mésange à moustaches, le butor blongios et la marouette poussin possèdent, dans cette zone, le "centre de gravité" de leur répartition le long de la rive, voire en Suisse.

Les marais et les forêts riveraines compris entre Chevroux et Portalban constituent une entité indissoluble et fragile. Toute atteinte, de quelque nature qu'elle soit, doit y être évitée à tout prix.

IV. Impact du feu sur la végétation

1. Méthodes utilisées :

Six parcelles d'études (8 x8 mètres) ont été délimitées sur le terrain dans les groupements végétaux typiques. Ils sont matérialisées à l'aide de piquets (voir fig.2).Ces parcelles ont été repérées à l'aide d'une boussole et d'une chevillère, parfois en comptant les pas.

La méthode du relevé de végétation de Braun - Blanquet et Pavillard, 1928 (Vocabulaire de sociologie végétale) a permis la comparaison objective de la composition végétale de groupements végétaux brûlés ou non brûlés.

Rappelons que ce procédé consiste à recenser la totalité des plantes vasculaires situées dans une surface représentative; puis chaque espèce est accompagnée de deux indices traduisant :

son recouvrement	et	sa sociabilité
r : 1-2 ind. sur la surface		1 : pieds isolés
+ : quelques individus		2 : groupes
1 : recouvrement inférieur à 5%		3 : troupes
2 : recouvrement : 5 - 25%		4 : petites colonies
3 : " : 25 - 50%		5 : peuplements
4 : " : 50 - 75%		
5 : " : 75 - 100%		

La réunion de plusieurs relevés permet la confection d'un tableau de végétation comme celui présenté à la page suivante (tab. 1)

2. Résultats :

Les résultats présentés dans ce chapitre ne sont que des constatations préliminaires qui devraient être approfondies au cours d'études plus importantes et systématiques.

Par ailleurs, ces résultats ne traduisent que la réaction à court terme de la végétation et de la flore. Les changements constatés devraient également être mis en parallèle avec l'évolution des conditions écologiques (lumière, composition chimique du sol, etc.) résultant de l'incendie.

Tab. 1
TABLEAU DE VEGETATION

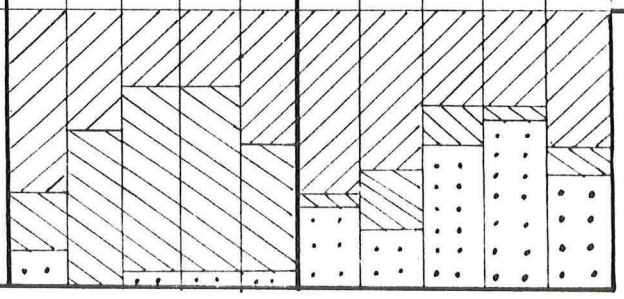
	NON BRÛLÉ					BRÛLÉ					
Date (1982)	9.9	17.9	24.6	24.6	17.9	9.9	17.9	24.6	24.6	17.9	
Surface (m2)	64	64	50	40	64	64	64	50	40	64	
Numéro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Assoc. végétale	CE	CM	CM/ SN	SN	SN	CE	CM	CM/ SN	SN	SN	%
Nbre espèces	14	18	14	6	10	17	19	15	9	11	
Groupe 1											
Phragmites communis vert	2.2	1.1	1.1	1.1	+°	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	100
" " sec	2.2	1.1	1.1	1.1	+						50
Groupe 2											
Cladium mariscus	1.3	3.3	3.3	+	2.2	1.3	3.2	2.2	+		90
Schoenus nigricans		3.3	3.3	5.5	5.5		3.3	3.3	4.5	4.5	80
Molinia coerulea		+	1.1	1.1	+°		1.1	1.1	1.1	2.3	80
Carex elata	5.5		r		+°	4.4		r	r		60
Juncus subnodulosus		1.1					1.2	+			30
Groupe 3											
Galium palustre	1.1	+	1.1		+	2.2	+.2	1.1		+	80
Hydrocotyle vulgaris		1.1	1.1			+.2	1.1	2.2		+	60
Lysimachia vulgaris	1.1	+				2.2	+	+			50
Utricularia intermedia	2.3					2.3				1.3	30
Thalictrum flavum	r					r		+			30
Mentha aquatica		r				1.1	+				30
Carex panicea			+.2							1.1	20
Calamagrostis sp.						r					10
Potamogeton sp.						r					10
Cirsium sp.							1.3				10
Epilobium parviflorum							r				10
Orchis palustris								(r)			10
Taraxacum palustre										r	10
Groupe 4											
Lythrum salicaria	1.1	1.1	+	+		+	+.2			+	70
Scutellaria galericulata	1.1	1.1	+.2		1.2	2.2		1.1			60
Senecio paludosus	r		r			+.2					30
Orchis latifolia		r	r								20
Peucedanum palustre	2.2										10
Epilobium palustre		r									10
Angelica silvestris			r								10
Groupe 5											
Monocotyledoneae sp. (semi)	1.2	r			+		2.2	1.1	1.1	+	70
Dicotyledoneae sp. (")		r					+	1.1	+		40
Carex elata (")		+°				1.2	1.1				30
Mentha aquatica (")	r					+					20
Scutellaria galericulata (semi)						1.1					10
Lythrum salicaria (semi)						+					10
Carex panicea (")							+				10
Cirsium sp. (")							1.3				10
Juncus sp. (")							r				10
Groupe 6											
Frangula alnus (rejet)						r			r		20
Alnus incana (")								r			10
Groupe 7											
Mousses indéterminées	1.3	1.1			2.2	+	2.2			3.3	60
Champignons indéterminés								r	+		20
Algues : Characées ind.							+				10

Recouvrement de la végétation

Végétation vivante

Végétation morte

Sol ou eau libre



Voir figure No.:	3	4	-	-	5	3	4	-	-	5

3. Commentaires du tableau de végétation

Cinq paires de relevés ont été effectués dans les trois groupements végétaux les plus représentatifs de la zone incendiée. Il s'agit des:

- Caricetum elatae (CE dans le tableau) ou prairie à laiche élevée
- Cladietum marisci (CM) ou prairie à marisque
- Orchio-Schoenetum nigricantis (SN) ou prairie à choin noirâtre.

Les endroits de relevé ont été déterminés de manière à ce que les résultats soient comparables. Les relevés correspondants portent les numéros x, et x + 5 (exemple : CM non brûlé : No. 2, CM brûlé : No. 7). Les espèces ont été réunies en groupe selon leurs caractéristiques communes.

Le groupe No. 1 ne comporte que le roseau (Phragmites communis). Cette espèce est présente partout. Le feu a détruit les tiges des années précédentes sans que la densité et la qualité de cette graminée soient modifiées. A noter que les pousses de l'année n'ont pas été endommagées. Si tel avait été le cas, on sait que le roseau aurait drageonné sous la forme de nombreuses tiges issues du pied central.

Le groupe No. 2 est constitué des espèces dominantes des associations végétales citées plus haut. Ces espèces déterminent la physionomie et la structure des prairies humides. Exceptée la canche bleue (Molinia coerulea), ces espèces ont des degrés de recouvrement inférieurs ou égaux dans les parties brûlées. Les recouvrements inférieurs sont dûs à la disparition de la litière sèche après l'incendie. Ces espèces ne semblent pas souffrir de l'incendie au début de la période de végétation. Molinia coerulea en profite même, comme en témoigne par endroit l'augmentation de son recouvrement et de son nombre de fructifications.

Le groupe No. 3 rassemble les espèces semblant, du moins en apparence, profiter de l'incendie pour augmenter leur recouvrement, voire peut-être même de coloniser les surfaces brûlées où elles n'étaient pas présentes auparavant. Cette réaction peut s'expliquer par la moindre concurrence

des espèces du groupe No. 2 après l'incendie. En effet, l'incendie met en lumière une certaine proportion de sol nu, de vase ou d'eau entre les touffes ou les souches des plantes dominantes. Ces plages, momentanément dénudées de la couche de litière sèche, permettent :

- le développement des espèces du groupe No. 3
- l'implantation massive de semis divers (groupe No. 5)
- l'implantation éventuelle des semis d'essences ligneuses (à prouver).

Des observations en d'autres endroits de la rive permettent de penser que l'écuelle d'eau (Hydrocotyle vulgaris) est systématiquement favorisée par toute perturbation ou tout changement artificiel de condition en prairie humide (feu, fauchage, piétinement). La présence des 6 espèces n'apparaissant que dans la zone brûlée est peut-être due à l'hétérogénéité de la composition des surfaces-échantillons.

Les espèces du groupe No. 4 réagissent de manière contraire aux précédentes. Des études plus approfondies permettraient probablement d'expliquer cette réaction (réveil printanier plus hâtif, sensibilité à la chaleur ?).

Le groupe No. 5 caractérise clairement l'effet le plus important de l'incendie sur la végétation. Le phénomène est expliqué plus haut. La conséquence de l'implantation massive des semis est l'occupation systématique des espaces entre les touffes ou les souches des espèces dominantes. Les plantes formant les groupements végétaux abandonnent leur répartition en taches au profit d'une répartition homogène couvrant toute la surface du sol. Comme après le fauchage, la structure de la végétation évolue. La présence des buissons du groupe No. 6 seulement dans la zone brûlée tient à l'hétérogénéité des surfaces-échantillons.

Les végétaux inférieurs du groupe No. 7 n'ont pas été déterminés. Si elles ne sont pas brûlées, il est possible que les mousses et les algues bénéficient momentanément de l'afflux supplémentaire de lumière.

Recouvrement de la végétation (c.f. tab. 1)

L'expression graphique de la modification du recouvrement

de la végétation est frappante. En moyenne, on constate que :

- la végétation vivante et morte couvre le 95% de la surface du sol dans les zones non brûlées;
- suite à l'incendie, la végétation vivante et la litière qui n'a pas brûlé ne couvrent que 60% de la surface;
- les 40% de sol nu permettent d'expliquer le développement des espèces des groupes No. 3 et 5.

Par ailleurs, cette modification de la structure de la végétation va influencer également le peuplement faunistique. A cet égard, deux exemples peuvent être évoqués :

- les oiseaux nichant dans les prairies humides ne trouvent guère de sites de nidification favorables dans les zones brûlées vu l'absence de litière sèche. Si l'étendue brûlée est de faible surface, ils se répartissent autour de la zone dénudée (c.f. chap. VI). Si elle est de grande surface, des vides sont créés dans la répartition de ces espèces;
- les vertébrés inférieurs (reptiles, amphibiens) sont beaucoup moins masqués lors de leurs déplacement. Ils sont donc plus facilement repérables pour leur prédateurs. Il est probable que cet élément ait toute son importance lors de la migration des batraciens en mars et avril.

Nombre d'espèces

La moyenne du nombre d'espèces présente dans les relevés donne les résultats suivants :

zone non brûlée : 12,4 espèces par relevé

zone brûlée : 14,2 espèces par relevé.

On constate donc une légère augmentation dans la saison même qui suit l'incendie. Ce résultat, qui devrait être pondéré par l'hétérogénéité éventuelle des surfaces-échantillons, dénote tout de même une tendance à l'enrichissement des zones brûlées en nouvelles espèces. Cette tendance n'est pas forcément favorable car elle aboutit à la création de mélanges de végétation. Les associations végétales perdent leur pureté floristique. Notons qu'un fauchage répété aboutit, à long terme, au même résultat.

4. Autres observations

Réaction de quelques espèces herbacées

Des observations ponctuelles permettent de faire les constatations suivantes :

Carex elata forme des buttes de matière organique constamment humides. Ces dernières ne sont pas endommagées par le feu. Le 17 avril, les jeunes pousses de ce carex ont été brûlées. Le simple drageonnement des pousses a rapidement redonné au Caricetum elatae son aspect habituel. A noter que, dans ce groupement souvent inondé, ce sont les plantes aquatiques qui profitent de l'afflux supplémentaire de lumière parvenant entre les touffes après l'incendie.

Chez Cladium mariscus, espèce à croissance probablement continue tout au long de l'année, la souche est protégée par les anciennes graines foliaires pourries et gorgées d'eau. Après l'incendie, les souches de 20 à 30 centimètres de hauteur étaient bien visibles.

Réaction des espèces et groupements ligneux

Ce problème pourrait constituer à lui seul un sujet d'étude. A première vue, il semble que si la plupart des forêts riveraines ont été épargnées, c'est parce que la strate herbacée n'était pas assez fournir pour conduire le feu. Les 2 hectares de taillis touchés étaient suffisamment clairsemés pour permettre le développement des herbes (surtout les graminées et les cyperacées), herbes qui permettent la propagation du feu. Dans ce milieu, la strate buissonnante a péri sur une hauteur de 2 à 3 mètres.

En lisière de ripisylve, le manteau forestier (arbustes de la lisière fermant la forêt entre 0,5 et 5 mètres de hauteur) a été systématiquement touché. La hauteur dénudée, variant entre 2 et 5 mètres, est fonction de la quantité de matière sèche accumulée au pied des buissons (fig.6).

Les buissons et arbustes isolés au sein des prairies ont tous péri. A ce propos, on pourrait penser que l'incendie constitue un remède au problème de l'embroussaillement des prairies à laiches. Cette question ne peut être tranchée actuellement; on constate que, après l'incendie (fig. 7) :

- il reste les vieux troncs à demi-calcinés
- les rejets de souche croissant à partir du pied central du buisson originel sont très nombreux. Un comptage de quelques rejets a abouti aux résultats suivants :

Ex. : Frangula alnus

Nombre de pieds originels	Nombre de rejets
1	7
1	9
2	13
2	19
2	9

On constate donc que le nombre des tiges est quasiment 10 fois plus élevé suite à l'incendie. Par ailleurs, leur croissance est très rapide. Le 24 juin, les rejets de Frangula atteignaient déjà 50 à 60 centimètres de hauteur (rejets de Alnus incana : seulement 20 centimètres à la même époque). On peut également observer que les racines de Frangula, débarrassées de la litière qui les recouvrait, rejettent également des souches. Certaines essences, telles Betula pendula, ne semblent rejeter de souches que difficilement ou tardivement.

Sensibilité spécifique des essences

Les quelques observations ci-dessus, bien que ponctuelles et non systématiques, semblent démontrer que la sensibilité des essences face au feu est différente. A première vue, la résistance des ligneux semble dépendre :

- de l'espèce
- de l'épaisseur et de la structure de l'écorce
- du diamètre du tronc (= de l'âge).

L'observation des buissons d'une lisière uniformément brûlée a permis de déterminer deux classes de sensibilité:

Espèces sensibles (rejets seulement de la base non brûlée du tronc)	Espèces peu sensibles (rejets sur le tronc et les branches brûlées)
Frangula alnus	Betula pendula
Salix cinerea	Rhammus catharctica
Salix purpurea	Fraxinus excelsior
Alnus incana	Pinus silvestris
Alnus glutinosa	Quercus sp.

Il est curieux de constater que les 5 espèces sensibles sont toutes des essences pionnières, alors que, chez les

espèces peu sensibles, seul Betula est pionnier. Les 4 autres essences composent la forêt "en place" depuis plusieurs décennies.

5. Conclusions générales pour la végétation

Le feu a une action immédiate sur la composition et la structure de la végétation. L'influence à long terme n'a pas été déterminée au cours de cette trop succinte étude.

Chez les groupements herbacés, on assiste très rapidement à l'augmentation du nombre de plantes par unité de surface, parallèlement à l'augmentation du nombre des espèces.

Chez les groupements ligneux, la réaction variable des espèces au feu est propre à modifier les lisières, les sous-bois et les buissons isolés, tant dans leur composition (espèces sensibles) que dans leur structure (augmentation du nombre des tiges).

Le feu ne constitue pas une mesure d'entretien même si certaines conséquences sur le milieu sont proches de celles d'un débroussaillement ou d'un fauchage. L'impact du feu sur les écosystèmes est insuffisamment connu.

V. Der Einfluss des Brandes auf die wirbellosen Kleintiere

1. Koordination der zoologischen mit den botanischen Untersuchungen

Verschiedene Pflanzengesellschaften können auf Brände sehr unterschiedlich reagieren (Schiefer, 1982). Ueberdies wirken sich die Jahreszeit des Brandes, Feuchtigkeitsverhältnisse, Windgeschwindigkeit sehr unterschiedlich aus. Wir haben deshalb nur Brand- und Kontrollparzellen der gleichen Pflanzengemeinschaft und in Nachbarschaft miteinander verglichen. Es handelt sich um dieselben Parzellen, welche schon für die Vegetationsanalyse verwendet wurden (Tab. 1; Fig. 3-5).

2. Untersuchung der wirbellosen Kleintiere

Innerhalb der Untersuchungsquadrate wurden Rechtecke von 1 x 2 Metern ausgesteckt, in welchen nach Tieren gesucht wurde. Damit die Ergebnisse nicht durch lokale Einwanderung beeinträchtigt werden, mussten die zu vergleichenden Versuchsflächen in einem Abstand von 10 bis 50 Metern von der Brandgrenze weg gewählt werden. Die Parzellen wurden ohne besondere Werkzeuge von Hand auf lebende Tiere über dem stehenden Wasser abgesucht. Nur Tiere von mehr als 2 mm Grösse wurden berücksichtigt. Die Moos- und Streueschicht wurden auseinandergezupft, der darunterliegende Boden dagegen nicht. Für Parzellen im Brandgebiet wurden dafür je 40 Min., im Kontrollgebiet je 80 Min. (Streue!) aufgewendet. Schnecken wurden bis zur Art bestimmt, andere Wirbellose bis zur Ordnung oder Familie.

2.1. Kleintiere im Steifseggenried (prairie à laiche élevée).

Im Schilfröhricht (roselière;Phragmitetum communis) stand im Frühling 1982 das Wasser noch so hoch, dass durch den Brand die Bodenschicht und der Wurzelbereich nicht betroffen wurde.Es ist deshalb nicht zu erwarten, dass der Brand im Schilfröhricht die Pflanzenzusammensetzung verändert. Dagegen sind Brutvögel, und die in toten Schilfhalmen überwinternden Insekten vom Brand betroffen.

Im Steifseggenried (Fig.3) stand während des Brandes ebenfalls noch Wasser, aber die herausragenden Steifseggenbülten wurden teilweise vom Feuer vernichtet und Pflanzen abgetötet. Der Einfluss des Brandes auf wirbellose Tiere war daher eine Untersuchung wert. Die Ergebnisse sind in Tabellen 2 und 3 zusammengestellt.

Tabelle 2. Kleintiere der Untersuchungs-Parzellen im Steifseggenried (prairie à laiche élevée). Erhebungen vom 22. und 23.Aug.1982.

Festgestellte Kleintiere	Brandparzelle	Kontrollparzelle intakt
Landschnecken:		
Oxyloma pfeifferi	0	
Wasserschnecken:	nicht gezählt	nicht gezählt
Spinnentiere:		
Araneina (klein)	26	41
Opiliones	0	2
Insekten:		
Psyllidae	4	6
Gerridae	7	0
Formicidae	1	0
Apidae	0	1
Staphilinidae	2	2
Alleculidae	0	5
Nematocera	8	6
Stratiomyidae	1	0
Lepidoptera,Larve	0	1
Total Gruppen pro 2 m^2:	7	9
Total Individuen pro 2 m^2:	49	66

Tabelle 3. Untersuchung der Kleintiere in toten Schilfhalmen (phragmite) des Steifseggenriedes (prairie à laiche élevée).

12 stehende,tote Schilfhalme wurden gesammelt.Sie waren ein-oder mehrjährig (Farbe gelb oder grau).Sie wurden geöffnet und auf Ueberreste von wirbellosen Tieren (Kokkons,Kot,Löcher) untersucht. Wirbellose Tiere können in Schilfhalmen überwintern,Nachkommen haben oder übernachten.

Geschätzte Zahl toter Schilfhalme pro m^2 :	40
Untersuchte Zahl toter Halme :	12
Anzahl Stellen mit Ueberresten von Tieren:	4
Umgerechnet auf 1 ha ergäbe dies Stellen:ca.	10^6
Bei einer angenommenen Ziffer von 10 mg Tieren pro Stelle mit Ueberresten ergäbe dies in kg pro ha : ca.	10

Im abgebrannten Steifseggenried wurde eine geringe Reduktion der Anzahl von wirbellosen Kleintieren festgestellt. Die Diversität (= Anzahl festgestellter systematischer Gruppen) hat sich nicht nachweisbar verändert. Ob bestimmte Gruppen unter dem Brand besonders litten, liess sich nicht feststellen.

Der Brand führte im Steifseggenried zu einer deutlichen Reduktion der für wirbellose Tiere wichtigen toten Schilfhalme. Aber zuverlässige quantitative Angaben sind nicht möglich. Der Mähvorgang entfernt tote Schilfhalme ebenfalls, lässt aber offene Stoppeln zurück.

Ueber ein oder mehr Jahre hinweg kann mit einer Regeneration des urprünglichen Zustandes im abgebrannten Steifseggenried in Bezug auf wirbellose Tiere gerechnet werden.

2.2. Kleintiere im Schwertried-Röhricht (prairie à marisque).

Die Ergebnisse unserer Untersuchung sind in Tabelle 4 dargestellt. Die Untersuchungs-Parzellen sind in Fig. 4 abgebildet.

Tabelle 4. Kleintiere der Untersuchungs-Parzellen im Schwertried-Röhricht (prairie à marisque).Erhebungen vom 9. Juli und 23.Aug. 1982.

Festgestellte Kleintiere	Brandparzelle	Kontrollparzelle intakt
Landschnecken,lebend:		
Oxyloma pfeifferi	0	2
Zonitoides nitidus	0	2
(Cepaea nemoralis)	1 verbrannt	0
Wasserschnecken,lebend:		
Tropidiscus planorbis	3	8
Lymnaea palustris	0	1
Spinnentiere:		
Aranea,klein	16	29
Krebstiere:		
Isopoda	0	2
Insekten:		
Blattidae,Larve	0	1
Psyllidae	0	11
Carabidae	0	1
Silphidae	2	0
Staphilinidae	1	0
Coleoptera nicht best.	0	6
Nematocera	0	2
Muscidae	0	2
Lepidoptera	0	1
Total Gruppen pro 2 m^2 :	4	13
Total Individuen pro 2 m^2:	23	68

Im abgebrannten Schwertried-Röhricht wurde eine ganz deutliche Reduktion der Anzahl wirbelloser Kleintiere und deren Diversität festgestellt. Da während des Brandes kein stehendes Wasser die Moosschicht schützte ,wurde diese zerstört.Sie ist ein wichtiges Rückzugsgebiet für feuchtigkeitsliebende Tierarten.

2.3. Kleintiere im Kopfbinsenried (prairie à choin noirâtre).

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen sind in Tabelle 5 dargestellt. Die Untersuchungsparzellen sind in Fig. 5 zu sehen.

Tabelle 5. Kleintiere der Untersuchungs-Parzellen im Kopfbinsenried (prairie à choin noirâtre). Erhebungen vom 18. Juli und 33.Aug. 1982.

Festgestellte Kleintiere	Brandparzelle	Kontroll-parzelle intakt
Wasserschnecken (lebend):		
Tropidiscus planorbis	1	24
Lymnaea palustris	0	2
Bythinia tentaculata	0	4
Oligochaeta:		
Lumbricidae	2	5
Spinnentiere:		
Aranea (klein)	16	36
Insekten:		
Blattidae ,adult	0	1
Dytiscidae	0	2
Carabidae	0	1
Cyclorhapha	2	0
Trichoptera,Gehäuse	0	5
Total Gruppen pro 2 m^2:	4	9
Total Individuen pro 2 m^2:	21	81

Im abgebrannten Kopfbinsenried wurde eine ganz deutliche Reduktion der Anzahl wirbelloser Kleintiere und deren Diversität festgestellt. Da während des Brandes keine stehende Wasserschicht die Bodenschicht schützte, wurde die Moosschicht zerstört, die ein wichtiges Rückzugsgebiet für feuchtigkeitsliebende Tierarten während Trockenperioden ist. Die zahlreichen toten Gehäuse von Wasserschnecken in beiden Parzellen weisen auf periodische Vermehrung und Verminderung der Wasserschneckenpopulationen hin.

2.4. Kleintiere an Trockenstellen (Dünen, Dämme)

Obwohl in diesen Gebieten keine Untersuchungen gemacht wurden, fallen sofort die grossen Verluste von Cepaea nemoralis, einer Landschneckenart, ins Auge (siehe Fig. 1).

Fig. 8 lässt die Vermutung zu, dass auch Pflanzenassoziationen sich nach dem Brand mindestens vorübergehend verändern.

3. Generelle Bedeutung des Brandes für die wirbellosen Kleintiere

Der Brand führte in verschiedenen Pflanzengemeinschaften zu einer geringen bis sehr deutlichen Reduktion der Anzahl wirbelloser Tiere und deren Diversität. Dies ist nicht allein auf das Verbrennen der Individuen zurückzuführen, sondern auch auf den Verlust ihrer Klein-Lebensräume (Mooschicht, tote Schilfhalme).

Wirbellose Tiere des Seeufers sind die Nahrungsgrundlage für eine ganze Anzahl von zum Teil seltenen Vogelarten (Limikolen, Singvögel u.a.). Durch den Brand wurden ganze Nahrungsketten gestört, allerdings ist das Ausmass der Störung noch nicht quantitativ abzuschätzen. Die rein wasserlebenden Kleintiere (Libellen, Köcherfliegenlarven, Wasserkäfer etc.) hatten z.B. nur wenig unter dem Brand zu leiden. Einzelne Ameisenkolonien waren ein bis zwei Tage nach dem Brand noch aktiv,was darauf hinweist, dass die im Boden lebenden Tiere vor der Brandwirkung geschützt waren.

VI. Impact du feu sur les vertébrés

1. Oiseaux

Méthode utilisée :

Trois recensements des oiseaux chanteurs effectués à intervalle d'une semaine (le 29 avril et les 5 et 14 mai) ont permis de localiser les couples restés cantonnés après l'incendie. Par comparaison avec les densités obtenues par M. Antoniazza (Les oiseaux nicheurs des marais non-boisés de la rive sud-est du Lac de Neuchâtel [1979]), nous avons essayé de déduire les conséquences de l'incendie pour chaque espèce.

Résultats : (voir fig.9)

Mésange à moustaches:

Pour cette espèce, l'essentiel des couples (~30) se reproduit dans la région des étangs de Chevroux et de la baie d'Ostende. Dans la zone brûlée, qui comptait habituellement une dizaine de couples nicheurs, les premières nichées ont été détruites (2 nids trouvés calcinés dont 1 avec les oeufs), et seuls deux couples sont restés cantonnés après l'incendie; néanmoins les adultes ont peut-être trouvé refuge dans la région de la baie d'Ostende. La population de mésange à moustaches aurait été sérieusement menacée si l'incendie s'était propagé jusqu'à Chevroux.

Locustelle luscinioïde:

Les 9 couples restant se sont concentrés dans la zone non brûlée (étangs et roselières inondées) située en face de la station de pompage. On peut estimer à une quinzaine le nombre de couples déficitaires pour l'ensemble de la zone.

Locustelle tachetée :

L'espèce s'est concentrée dans les zones de prairie à choin qui avaient brûlé en 1981 ainsi que dans les clairières de la forêt riveraine. Il est ainsi resté 9 couples sur 18 recensés en 1978 sur l'ensemble de la zone.

Bruant des roseaux :

C'est une des espèces qui a été le plus touchée par l'incendie; il n'est resté que 8 couples sur les 35 que doit compter habituellement l'ensemble de la zone.Il ne semble pas que

cette espèce soit susceptible de se concentrer dans les dernières zones non brûlées.

Rousserolle turdoïde :

Un couple seulement alors qu'il y en avait 3 couples recensés en 1978 pour l'ensemble de la zone.

Rousserolle effarvatte :

Pour cette espèce, les zones favorables se situent dans les roselières entre le canal de Gletterens et la station de pompage. Cette année, seule la zone non brûlée en face de la station de pompage a pu être colonisée et on peut estimer à plus de 100, les couples qui n'ont pas pu nicher, les zones brûlées restant inoccupées même après la repousse de la végétation car l'espèce a besoin d'au moins deux générations de roseaux pour pouvoir construire son nid.

Canard colvert :

C'est l'espèce qui a le plus souffert de l'incendie : environ 15 nids détruits, dont 6 avec les oeufs. Il n'est resté que 3 couples qui ont effectué une nichée de remplacement (1 nid trouvé avec 5 oeufs le 5 mai).

Râle d'eau :

Forte concentration dans la zone non brûlée avec un minimum de 7 chanteurs cantonnés. Le déficit pour cette espèce doit être de l'ordre de 6-7 couples.

Marouette poussin :

Deux couples présents lors des recensements effectués en 1978. Absence de l'espèce cette année.

Poule d'eau :

Espèce sensible à l'incendie; deux nids détruits (1 avec les oeufs) ont été trouvé après l'incendie et il n'est resté aucun couple cantonné sur 7-8 couples que doit compter l'ensemble de la zone.

Blongios nain :

Deux couples recensés en 1978. Absence de l'espèce cette année.

Grèbe castagneux :

Deux couples cantonnés sur les 4-5 couples que compte l'ensemble de la zone.

Grèbe huppé et foulque macroule :
Ces deux espèces, étant cantonnées dans les roselières lacustres, n'ont pratiquement pas été touchées par l'incendie.

Vanneau huppé :
Les 4-5 couples présents sont restés cantonnés après l'incendie et si la première nichée a été détruite, les couples ont entrepris une nichée de remplacement (parades, alarmes des adultes). A plus long terme, l'incendie est favorable à l'espèce qui affectionne les prairies basses non embroussaillées.

Bécassine des marais :
Un adulte chevrote le 5 mai mais n'a pas été réobservé par la suite.

Traquet pâtre :
Un couple présent juste après l'incendie et disparu par la suite alors qu'il y avait trois couples nicheurs en 1978.

Bergeronette printanière :
1 couple nicheur trouvé le 1er juillet; c'est la première fois que l'espèce est trouvée nicheuse dans cette partie de la rive sud. Sans doute l'incendie a joué un rôle favorable pour l'installation de l'espèce.

Lusciniole à moustaches :
Un mâle chanteur repéré le 29 avril n'a pas été réobservé par la suite.

Observations suite à l'incendie de la baie d'Yvonand (1976)
Avant d'aborder les conclusions pour l'avifaune, voici encore quelques résultats concernant deux incendies tardifs soit le 12 mai et le 14 juin 1976 où M. Antoniazza a étudié le nombre de couples nicheurs avant et après l'incendie. La surface totale brûlée est d'environ 6-7 hectares donc plus réduite que la surface brûlée ce printemps à Portalban.

Nombre de couples avant et après l'incendie
(surface étudiée 2,4 hectares)

Espèces :	Nbre de couples avant :	Nbre de couples après :
Locustelle luscinioïde	2,25	2,25
Bruant des roseaux	2	1,25
Linotte mélodieuse	1,5	1
Rousserolle effarvatte	--	14
Merle noir	1,5	1
Total passereaux	(+ 14 effarvattes)	
	21,75	19,5
Râle d'eau	2	1
Poule d'eau	1,5	1,5
Canard colvert	1	1
Foulque macroule	1	1
Coucou	1	1
Total général	28,25	25

L'incendie de la baie d'Yvonand a entraîné la disparition de quelques couples nicheurs, mais la majorité d'entre eux (25 sur 28) sont demeurés dans la région incendiée, se contentant de se déplacer quelque peu. On peut faire à ce propos trois remarques :

- les oiseaux quittent les zones brûlées et n'y reviennent pas même après que la végétation ait repoussé; ces zones restent donc inutilisées par les oiseaux;
- ils se réfugient en majorité dans les zones épargnées les plus proches; ont ainsi niché avec succès à l'étang : 1 couple de colvert, 1 de foulque, 1 de râle, 1 de poule d'eau, 1 de merle noir, 1 de locustelle luscinioïde et 5 couples de rousserolles effarvattes, ce qui représente en tout 11 couples nicheurs sur 0,16 ha, soit une densité peu ordinaire de 68,75 couples pour 1 ha;
- les oiseaux n'abandonnent pas forcément leurs nids lorsqu'ils se trouvent à proximité de l'incendie et qu'ils ne sont pas détruits : ainsi nous avons observé un couple de pouillots fitis nourrir ses jeunes une heure après l'incendie, dans un massif de saule cendré qui avait été entièrement entouré par les flammes et même partiellement brûlé.

En conclusion, il semble que cet incendie en pleine période

de nidification n'ait pas eu des conséquences aussi fâcheuses que la saison pouvait le faire craindre. Si passablement de nids ont été détruits, il semble que la majorité des couples aient pû s'établir non loin de leurs territoires brûlés et y entreprendre à nouveau des nidifications, semble-t-il réussies.
A cet égard, les espèces coloniales semblent favorisées dans ce type d'accident, car elles sont susceptibles de nicher en nombre élevé sur de petites surfaces.

Conclusions pour l'avifaune :
Si l'incendie de la baie d'Yvonand n'a eu que des conséquences minimes pour l'avifaune, il n'en est pas de même de l'incendie de Portalban où la surface brûlée était beaucoup plus importante (50 hectares). Ainsi plusieurs espèces (traquet pâtre, poule d'eau) ont totalement abandonné les zones brûlées, et d'autres (blongios, marouette poussin) n'ont pas pu s'y installer. Pour d'autres espèces (canard colvert, bruant des roseaux, mésange à moustaches), la plupart des couples ont abandonné les surfaces incendiées ou n'ont pas pu s'y cantonner (rousserolle effarvatte, turdoïde). Seules deux ou trois espèces (locustelle, râle d'eau) ont pu en partie se concentrer dans les surfaces épargnées par le feu.

En conclusion, pour l'ensemble de la zone, la saison de nidification a été en grande partie compromise. A plus long terme, par contre, les conséquences pour l'avifaune sont probablement négligeables.

2. Batraciens

Rainette verte :
Espèce tardive, les premiers couples sont arrivés aux étangs environ 1 à 2 semaines après l'incendie et n'ont donc pas été perturbés. La plus grande partie de la population (~400 chanteurs) est située dans les étangs derrière la zone des chalets (sur la dune de Portalban). 4-5 couples ont même colonisé le chenal à poissons situé en face de la station de

pompage, ce qui semble montrer que l'incendie aurait plutôt une influence favorable pour cette espèce pionnière.

Grenouille verte :

L'essentiel de la population (plus de 200 mâles chanteurs) est cantonnée dans les étangs situés en face de la station de pompage. Ceux-ci ayant été épargnés par le feu, la grenouille verte n'a pas souffert de l'incendie.

Crapaud commun :

Après l'incendie, nous avons observé de nombreuses pontes ainsi que des milliers de têtards dans les étangs situés en face de la station de pompage ce qui semble montrer que la ponte était terminée au moment de l'incendie. L'espèce ne semble donc pas avoir souffert, peut-être quelques couples ont-ils péri lors de la migration de retour ? Nous n'avons cependant retrouvé aucun cadavre après l'incendie.

Genouille rousse :

Nombreux têtards observés dans les étangs; comme pour le crapaud commun, la ponte était terminée au moment de l'incendie.

Tritons :

Nous n'avons aucune donnée pour ce groupe difficile à observer en dehors de la période de migration.

Conclusion pour les batraciens :

La plupart des espèces ne semblent donc pas avoir été affectées par l'incendie. Celui-ci aurait peut-être eu des conséquences graves s'il avait eu lieu lors de la migration (aller en mars).

3. Reptiles

Nous ne possédons que très peu de données pour ce groupe difficile à observer.

Couleuvre à collier :

Plusieurs observations d'individus ainsi qu'une éxuvie trouvée semble montrer que l'espèce reste abondante dans la zone brûlée et n'a pas souffert de l'incendie.

Lézard des souches et Orvet :
Cantonné essentiellement dans la forêt riveraine, ces deux espèces n'ont vraisemblablement pas souffert de l'incendie.

Conclusion :
Comme pour les batraciens, il semble que les reptiles n'aient pas souffert de l'incendie, sauf peut-être dans quelques hectares de taillis brûlés entre la station de pompage et le village de Portalban.

4. Mammifères

C'est au niveau des micromammifères qu'il y a eu le plus de dégâts : plusieurs nids trouvés calcinés après l'incendie dont 2 ou 3 de rat des moissons.
Chevreuil :
Plusieurs individus venant se nourrir dans les prairies à laiche une semaine seulement après l'incendie.
Sanglier :
Plus de 5 individus cantonnés sur la dune (août 82) en face de la station de pompage.

VII. Schlüsse

Aus unseren Untersuchungen geht hervor, dass nach den erwähnten Frühlingsbränden in der Grande Caricaie deutliche biologische Schäden eingetreten sind. Dabei fällt der Entzug von Nahrung (Kleintiere) für verschiedene in der Schweiz gefährdete Vogelarten ins Gewicht. Brutvögel und die seltene Zwergmaus wurden überdies in ihrem Brutgeschäft zum Teil stark behindert, einige Nester verbrannten. Ob bestimmte Arten wie die Bartmeise durch den Brand sogar ihr einziges Brutareal in der Schweiz verloren haben, kann erst die mehrjährige Beobachtung weisen.

Die Regeneration der vor Sonnenlicht und Austrocknung schützende Moosschicht und der Bodenstreue ist die Voraussetzung für den Wiederaufbau einer individuenreichen Kleintier-Fauna und die Wiederherstellung der ursprünglichen Pflanzengemeinschaft. Dieser Prozess wird zum Teil viele Jahre in Anspruch nehmen.

Hat der Flächenbrand auch positive Auswirkungen gezeitigt? Da Büsche und Waldmäntel verbrannten, wurde die unerwünscht rasch fortschreitende Verbuschung scheinbar gestoppt. Aber ein kräftiger, vielfacher Stockausschlag, der schon im nächsten Jahr nicht mehr mit Mähmaschinen beseitigt werden kann, macht diesen Vorteil zunichte. Entbuschungsmassnahmen werden dementsprechend im Brandgebiet genau gleich viel Arbeitsaufwand beanspruchen wie anderswo. Im Gegenteil: verschiedenen Samen, von Pappel, Erle, wird die Keimung im Brandgebiet womöglich noch erleichtert.

Streuemahd ist als Massnahme gegen die Verlandungs- und Verbuschungsprozesse in den Pflegeplänen des Gebietes vorgesehen. Auch das Mähen entfernt Streue, exponiert nackte Bodenstellen dem Sonnenlicht, entfernt Ueberwinterungsstellen und Brutgelegenheiten für Insekten und Vögel. Aber beim Mähvorgang bleibt die Moosschicht, die Bodenstreue und die Stoppeln zurück. Gemäht wird überdies in kleinen, mosaikartig angeordneten Parzellen. Der untersuchte Brand war deshalb in diesem Gebiet in keiner Weise ein Ersatz für die Mahd.

Wir verzichten auf eine Diskussion kontrollierter, kleinflächiger "kalter" Feuer im Herbst als möglichen Ersatz für die Mahd, und verweisen auf Schiefer (1982). Aus technischen und psychologischen Gründen käme eine solche Pflegeart zum Vorneherein kaum in Frage.

VIII. Vorschläge

Wir schlagen vor, dass der Kanton Freiburg sofort Massnahmen zur Verhinderung von Flächenbränden in der Grande Caricaie trifft (z.B. Merkblätter an Anwohner, und Gemeinden, Hinweistafeln, Verbote, Mähen von Schutzstreifen). Solche Massnahmen rechtfertigen sich schon allein aus Gründen des Arten- und Biotopschutzes.

Un plan d'intervention en cas d'incendie doit sans tarder être mis sur pied pour l'ensemble des zones naturelles situées entre Cheyres et Cudrefin. Actuellement, un tel plan n'existe que pour les zones naturelles situées entre Yverdon et Yvonaud.

IX. Literatur

M. ANTONIAZZA, 1979. Les oiseaux nicheurs des marais non boisés de la rive sud du lac de Neuchâtel. Travail de licence. Université de Neuchâtel.

H. ELLENBERG, 1982. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ulmer Verlag, Stuttgart.

M. ROLLIER, M. ANTONIAZZA, C. ROULIER, 1981. Plan de protection de la rive sud- est du lac de Neuchâtel. LSPN, Basel.

C. ROULIER, 1980. Etude phytosociologique et dynamique de la végétation de la rive sud du lac de Neuchâtel. Travail de licence. Université de Neuchâtel.

J. SCHIEFER, 1982. Kontrolliertes Brennen als Landschaftspflegemassnahme? Natur und Landschaft 57, 7: 264-268.

Prof.D. Meyer, Universität Fribourg;
J.-C. Bourdier, V. Antoniazza,
C. Roulier,Pro Natura Helvetica.

Fribourg und Yverdon-les-Bains,
den 4.11.1982

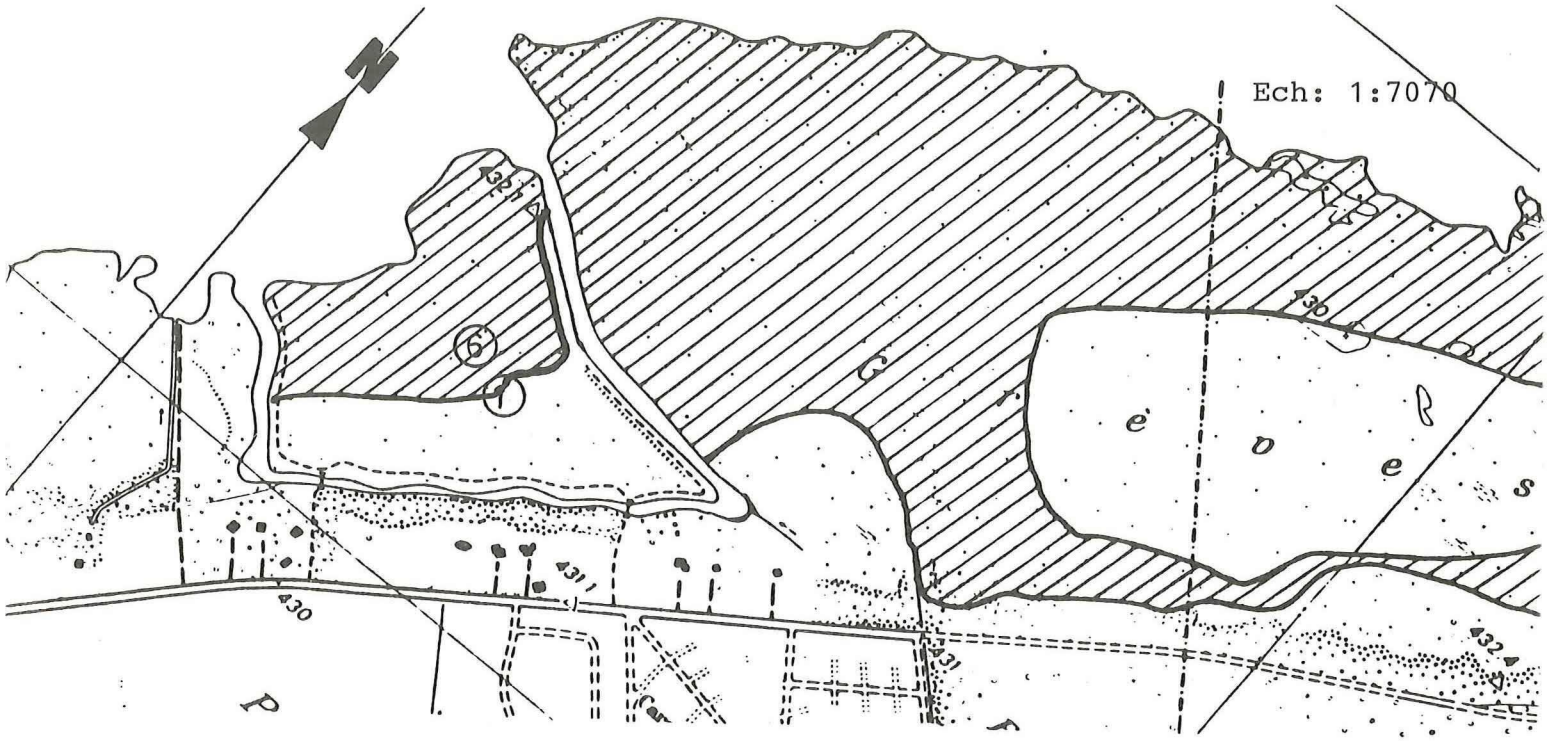


Fig.2. BRANDFLAECHEN 1982 SCHAFFIERT

▨	Brand 17.4.82	Ⓦ	Inspizierte Waldränder
① ⑥	Untersuchungs-Parzellen im Steifseggenried (prairie à laiche élevée)- Nr. der Vegetationsaufnahme		
⑤ ⑩	Untersuchungs-Parzellen im Kopfbinsenried (prairie à choin noirâtre)- Nr. der Vegetationsaufnahme		
② ⑦	Untersuchungs-Parzellen im Schwertried-Röhricht (prairie à marisque)- Nr. der Vegetationsaufnahme		

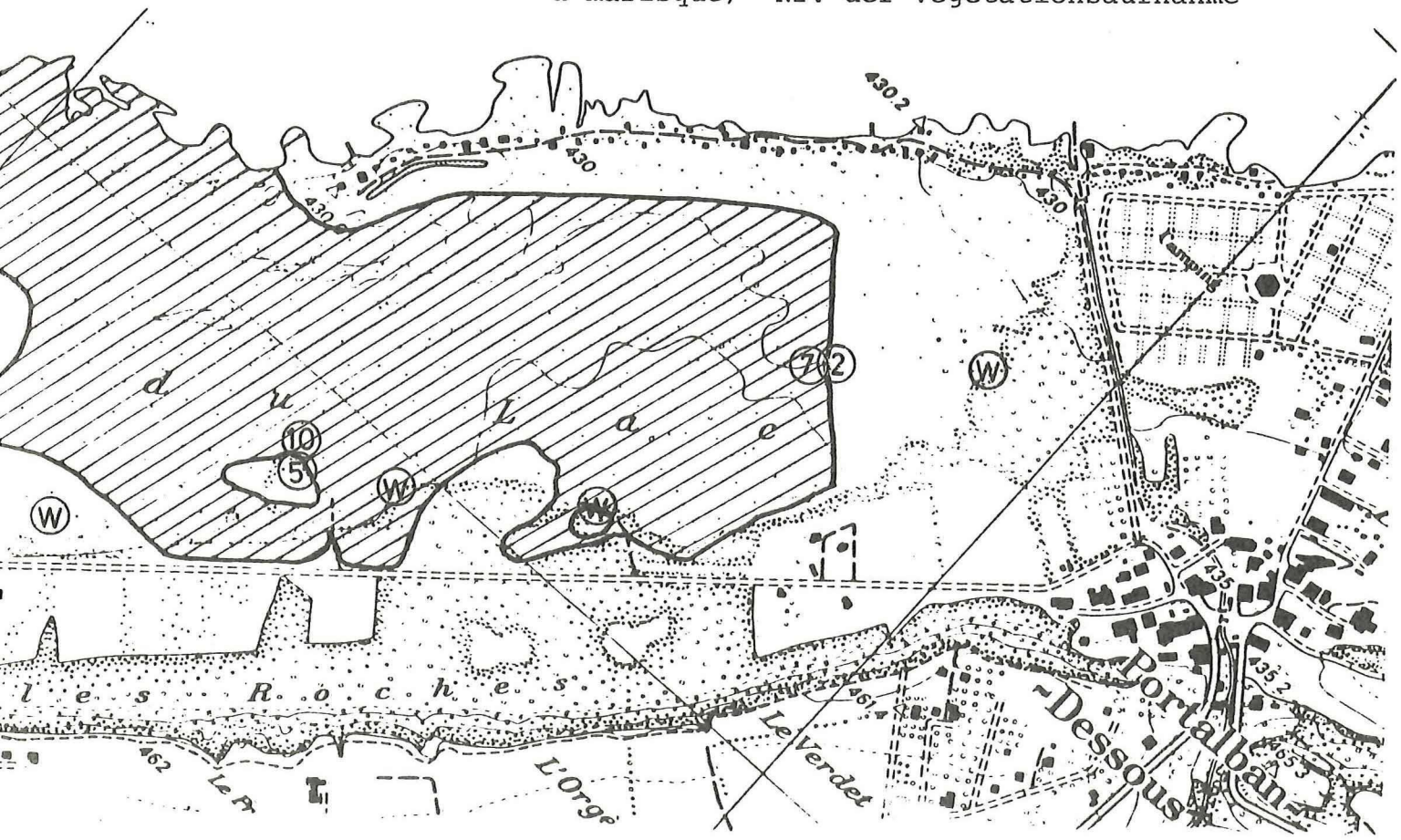


Fig. 3

a) Brandparzelle b) Kontrollparzelle
im Steifseggenried (prairie à laiche élevée).

Fig.4
a) Brandparzelle und b) Kontrollparzelle
im Schwertried-Röhricht (prairie à marisque).

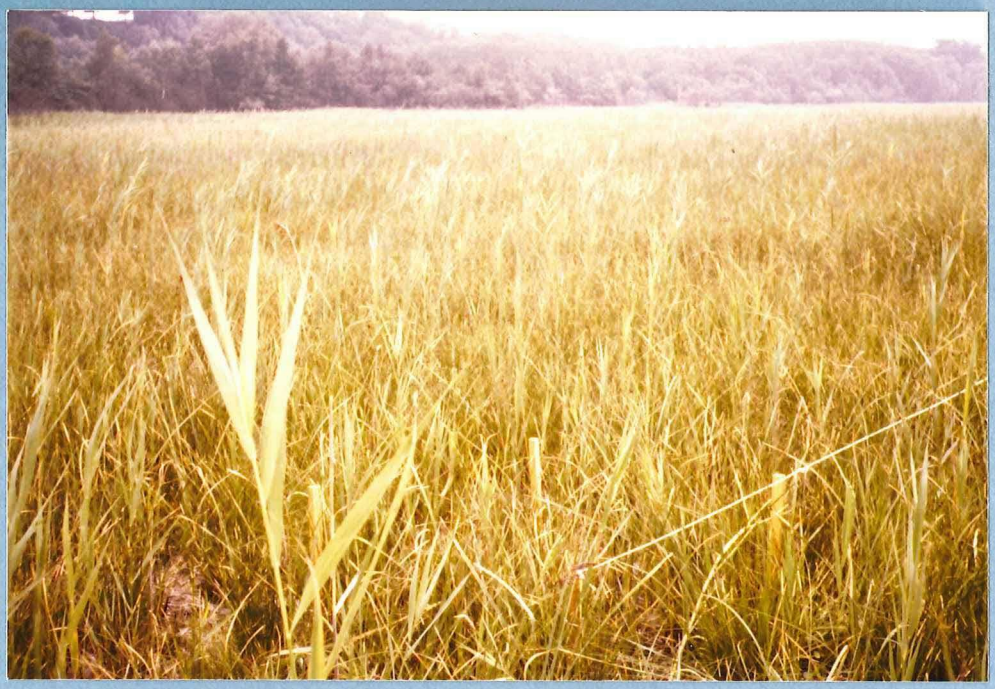


Fig. 5

a) Brandparzelle b) Kontrollparzelle
im Kopfbinsenried (prairie à choin noirâtre).

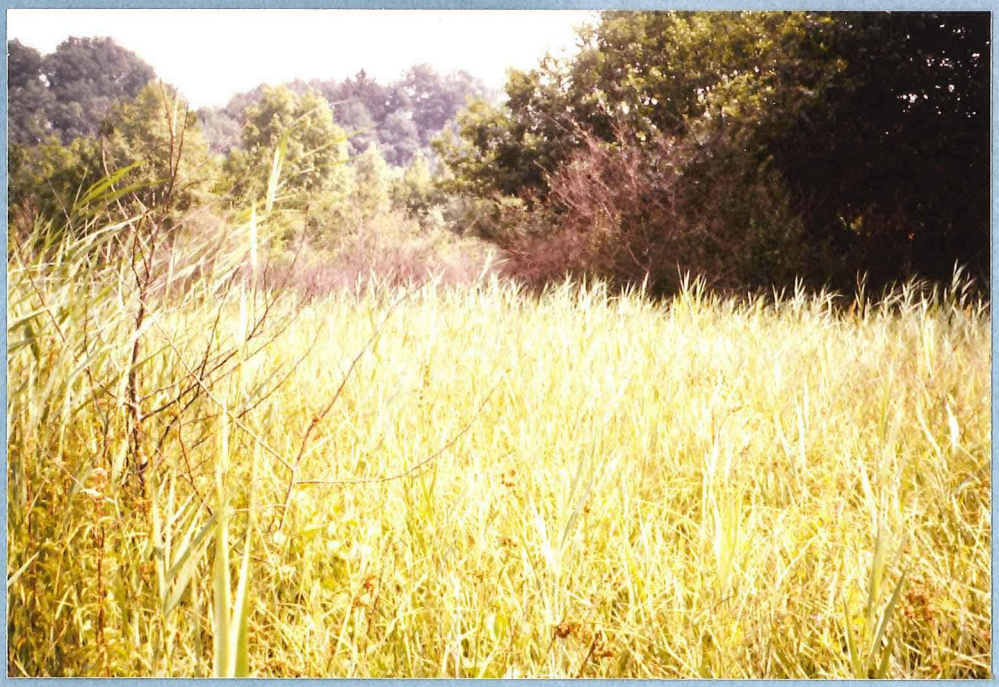
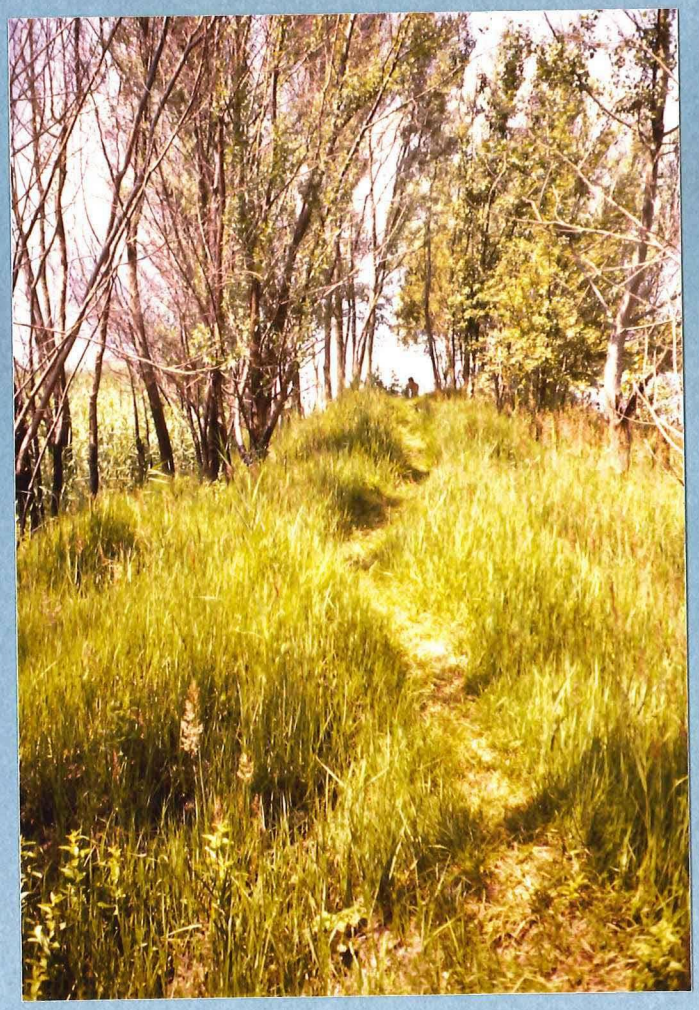


Fig. 6 Nur der Waldmantel ist verbrannt, der Bruchwald blieb weitgehend intakt.

Fig. 7

Kräftiger Stockausschlag nach Brand. Faulbaum (bourdaine).



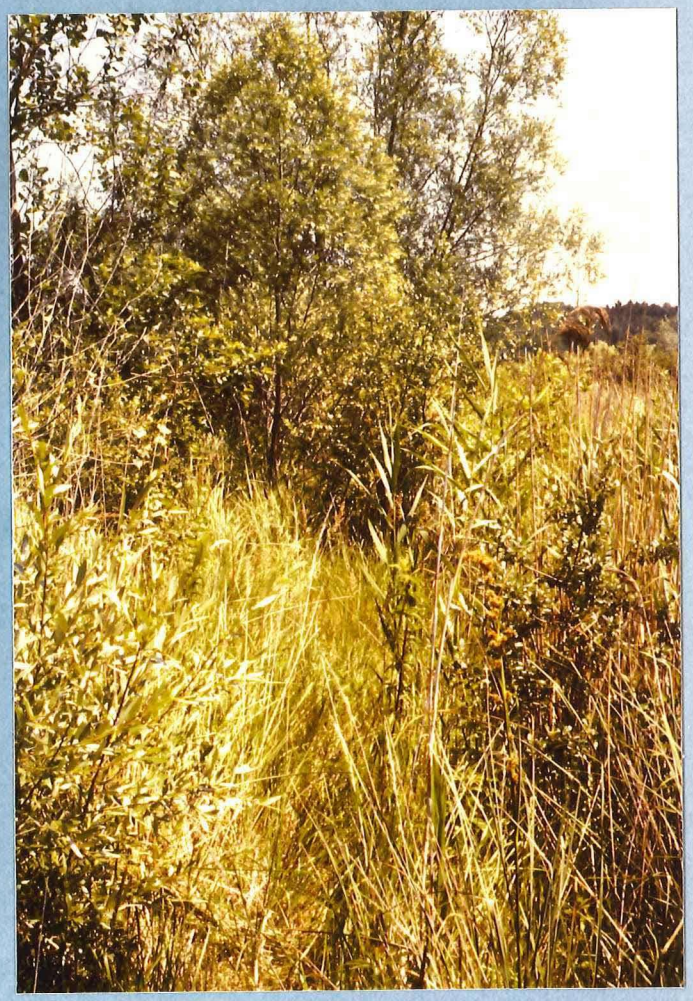


Fig. 8

a) Damm nach Brand b) Damm intakt.
Baie d'Ostende in Gletterens.

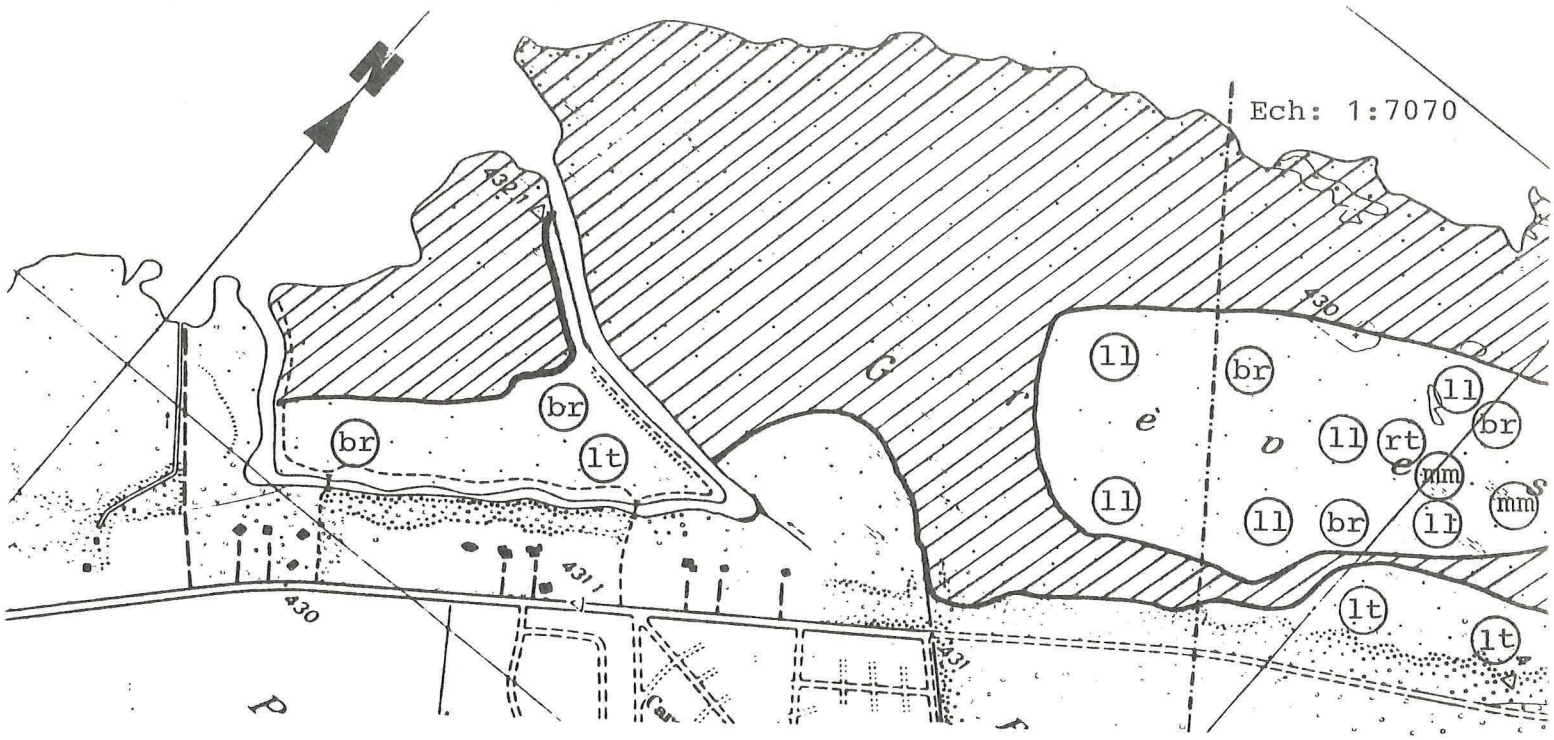


Fig.9. REPARTITION DES COUPLES D'OISEAUX NICHEURS APRES L'INCENDIE

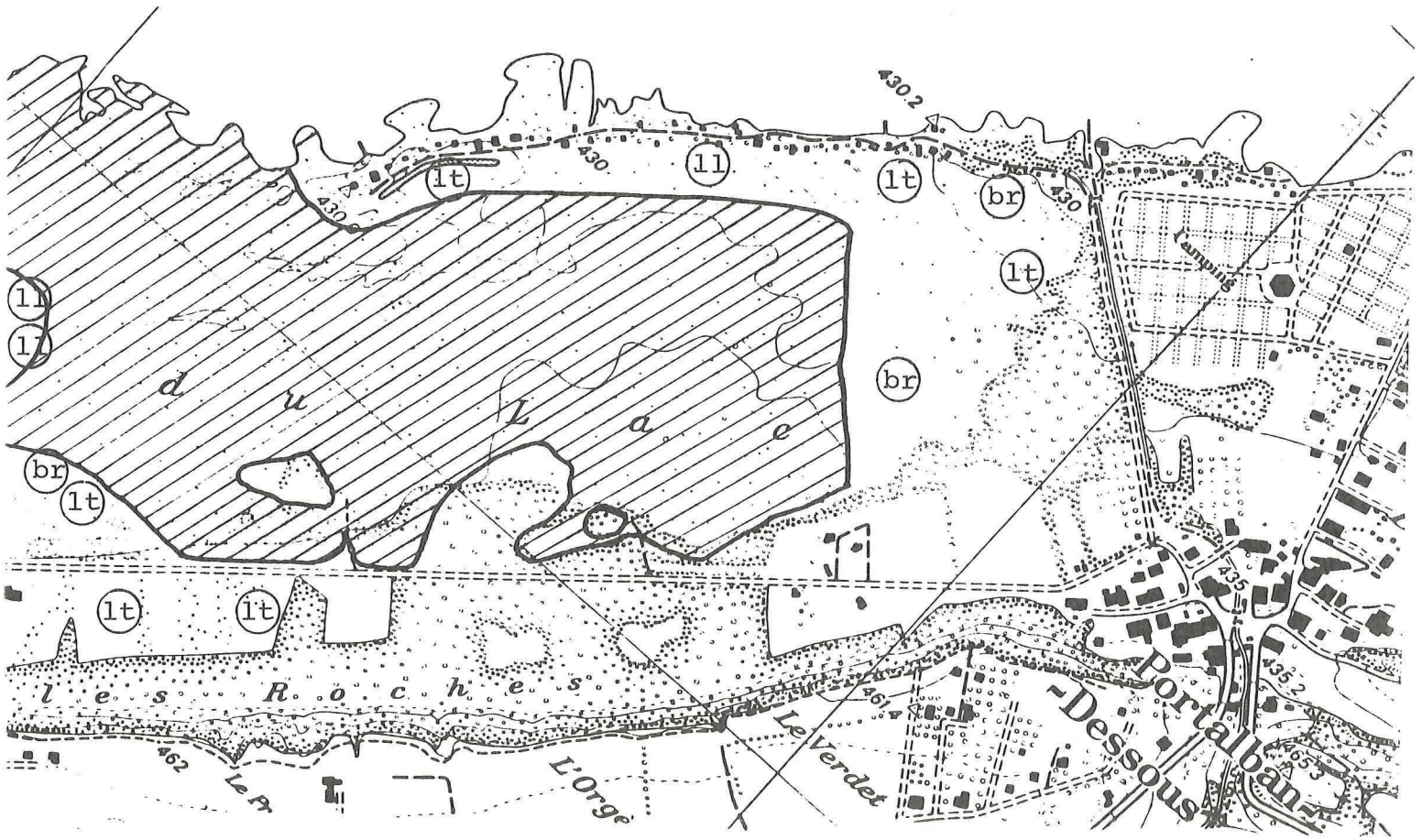
ll: locustelle luscinioïde

lt: locustelle tachetée

mm: mésange à moustaches

br: bruant des roseaux

rt: rousserolle turdoïde



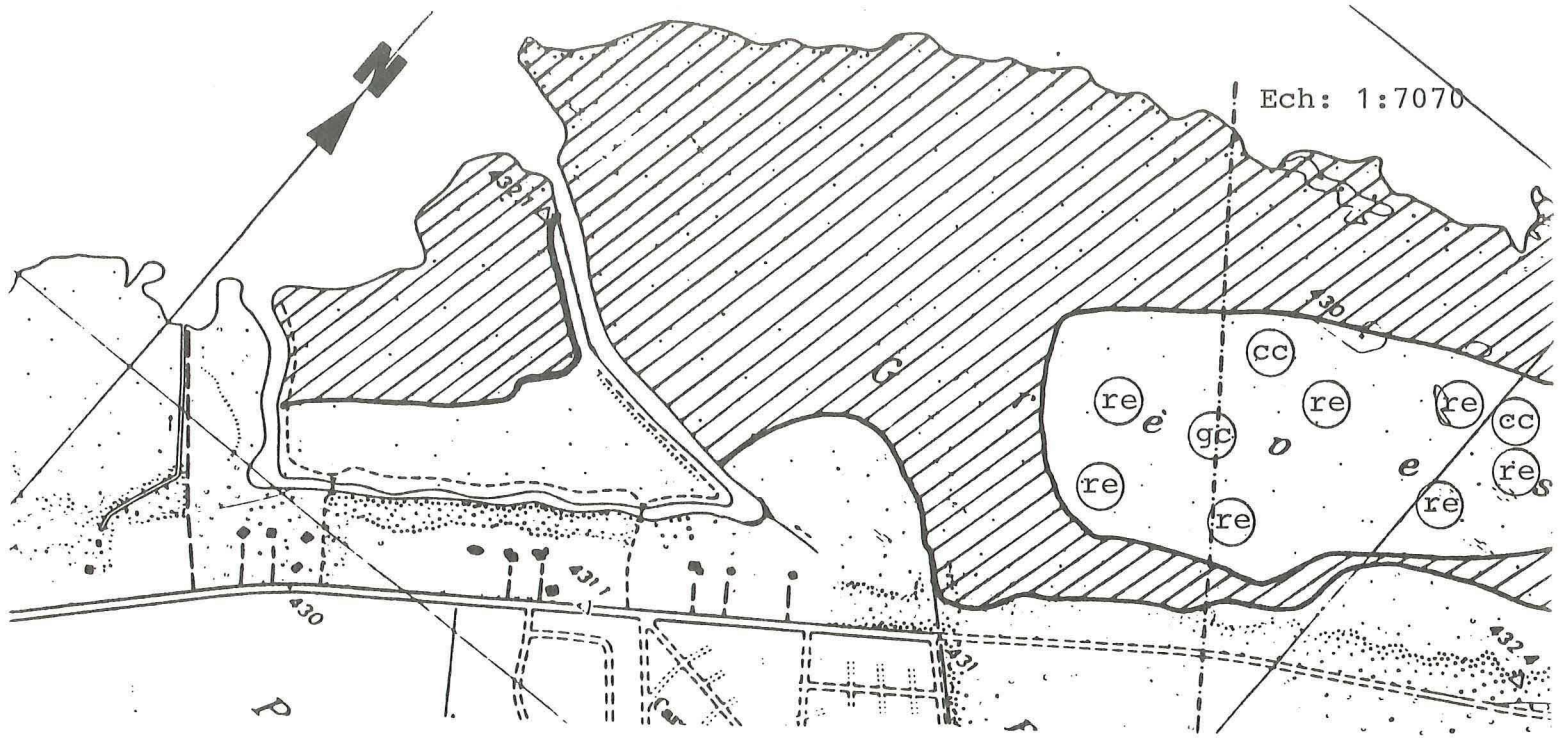
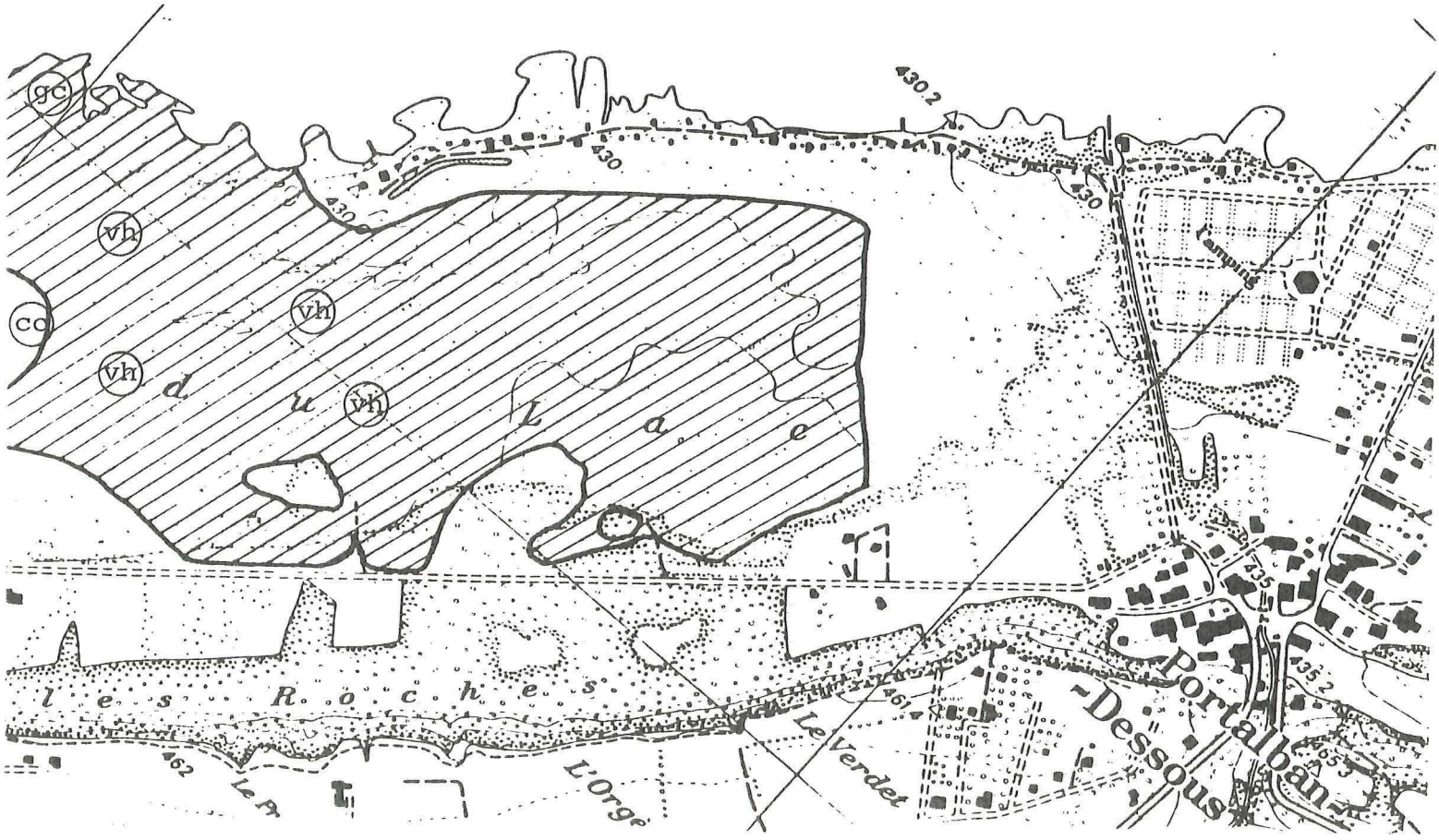


Fig.9.(suite). REPARTITION DES COUPLES D'OISEAUX NICHEURS APRES L'INCENDIE

cc: canard colvert

re: râle d'eau

gc: grèbe castagneux

vh: vanneau huppé