LE
GROUPE
D'ETUDE
des INVERTEBRES
ARMORICAINS

Gretia

Conseil Général
Côtes d'Armor

SUIVI 2000 DES POPULATIONS DE
L'AZURÉ DES MOUILLÈRES

(*Maculinea alcon alcon*)

AUX CAPS D'ERQUY ET DE FRÉHEL

Réalisation : Julien PETILLON

Encadrement : Jacques LHONORÉ et Muriel CHEVRIER

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier Jacques Lhonoré pour la confiance qu'il m'a accordée et pour ses indispensables conseils.

Merci à Philippe Fouillet, qui a identifié les fourmis récoltées lors de ce stage.

Un grand merci à Muriel Chevrier, pour son aide précieuse, sa disponibilité et sa patience (enfin, ça dépend !).

Je remercie également Gilles Camberlein et les Brigades Vertes pour leur disponibilité et leur efficacité.

J'adresse de vifs remerciements à Yves Constantin et à l'équipe du Syndicat des Caps pour leur aide matérielle et, surtout, pour leur accueil chaleureux.

Merci aussi à la famille Jacopin pour le prêt de la mobylette !

Enfin, mes remerciements vont à Benoît Morazé, pour m'avoir accompagné sur le terrain.

SOMMAIRE

INTRODUCTION **1**

I. Rappel sur la biologie de l'Azuré des mouillères et de ses espèces hôtes **2**
I.1. Le papillon : *Maculinea alcon alcon* 2
I.2. La plante hôte : *Gentiana pneumonanthe* 3
I.3. L'insecte hôte : *Myrmica spp* 3

II. Sites d'étude **4**
II.1. Erquy 4
II.2. Fréhel 5

III. Matériel et Méthodes **7**
III.1. Suivi des populations de l'Azuré des mouillères 7
III.1.1. Capture-Marquage-Recapture 7
III.1.2. Transects linéaires 8
III.2. Suivi des populations de Gentiane pneumonanthe 9
III.3. Détermination des espèces de fourmis et localisation des fourmilières 10

IV. Résultats **11**
IV.1. Suivi de l'Azuré des mouillères 11
IV.1.1. Captures-Marquages-Recaptures au Cap d'Erquy 11
IV.1.2. Transects linéaires au Cap Fréhel 13
IV.1.3. Observations sur la biologie de l'Azuré des mouillères 16
IV.2. Suivi des populations de Gentiane pneumonanthe et comptages d'œufs 16
IV.2.1. Dynamique des plants de Gentiane 16
IV.2.2. Résultats des comptages d'œufs 18
IV.2.2.1 Evolution des pontes de *Maculinea alcon* 18
IV.2.2.2. Répartition des pontes sur les plants de Gentiane 19
IV.3. Récolte de fourmis et localisation de fourmilières 21
IV.3.1. Cap d'Erquy 21
IV.3.2. Cap Fréhel 21

V. Discussion **23**
V.1. Phénologie et sex-ratio du papillon 23
V.1.1. Cap d'Erquy 23
V.1.2. Cap Fréhel 23
V.2. Taille des populations 24
V.2.1. Cap d'Erquy 24
V.2.2. Cap Fréhel 26
V.3. Recherche des fourmis au Cap d'Erquy 27
V.4. Propositions de modalités de gestion 27
V.4.1. Cap d'Erquy 27
V.4.2. Cap Fréhel 28

BIBLIOGRAPHIE **30**

ANNEXES **32**

INTRODUCTION

L'Azuré des mouillères, *Maculinea alcon* Denis et Schiffermüller, 1775, est un Lépidoptère relativement rare en France. Ceci s'explique par un cycle de développement complexe, faisant intervenir une plante de milieu humide, la Gentiane pneumonanthe elle-même peu commune et une espèce de fourmi rouge du genre *Myrmica*.

Le papillon bénéficie d'une protection légale au niveau national (décret du 22/07/1993). Cependant, de telles dispositions ne suffisent pas au maintien des populations. Une connaissance précise de la biologie, de l'écologie et de la démographie de l'espèce est en effet indispensable pour permettre une gestion des milieux appropriée.

Le Conseil Général des Côtes d'Armor a donc proposé, par convention avec le Groupe d'Etude des Invertébrés Armoricains (GRETIA), un suivi qualitatif et quantitatif de l'Azuré des Mouillères aux Caps d'Erquy et de Fréhel sur une période de 5 ans à la suite d'une étude préliminaire réalisée par Philippe Fouillet et Jacques Lhonoré de 1996 à 1998. Lors de la première année de ce programme, Olivier Quris a réalisé un suivi plus soutenu des populations du Cap Fréhel. Le suivi 2000 des populations de *Maculinea alcon* s'inscrit dans la continuité des études précédentes, avec un effort particulier porté sur le site d'Erquy.

I. Rappel sur la biologie de l'Azuré des mouillères et de ses espèces hôtes

I.1. Le papillon : *Maculinea alcon alcon*

L'Azuré des mouillères est un papillon de jour (Lépidoptère Rhopalocère) appartenant à la famille des Lycaenidés. Cette famille est surtout représentée par de petites espèces bleues. *Maculinea alcon* se distingue des autres espèces d'Azurés par sa taille relativement grande et par la ponctuation du revers de ses ailes. Cette espèce possède un cycle de développement complexe et original, qui constitue un « système biologique » irremplaçable (LHONORE, 1998), puisqu'il nécessite la présence obligatoire de deux partenaires : la Gentiane pneumonanthe et une espèce de Fourmis rouges (*Myrmica sp*).

La femelle de *M. alcon*, une fois fécondée, pond ses œufs sur la corolle de la Gentiane pneumonanthe. La chenille se nourrit des graines en cours de formation durant ses trois premiers stades de développement (figure 1). Suit une phase de recrutement par des ouvrières de Fourmis rouges qui confondent la larve du papillon avec l'une de leurs propres larves. La chenille poursuit alors son développement grâce à la nourriture « régurgitée » que lui apportent les fourmis par trophallaxie (cleptocommensalisme) et effectue sa nymphose à l'intérieur de la fourmilière. Les imagos émergent vers le 20 juillet dans les stations bretonnes et possèdent une période de vol d'un mois environ (QURIS, 1999).

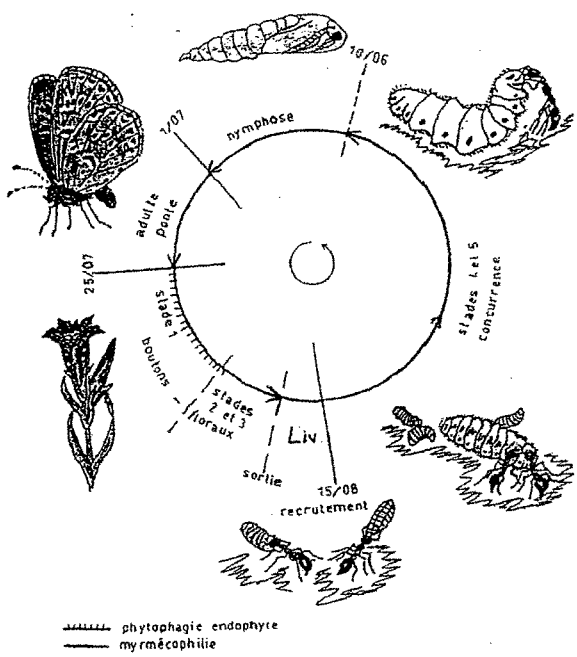


Figure 1 : Cycle de développement de l'Azuré des mouillères

I.2. La plante hôte : *Gentiana pneumonanthe*

La Gentiane pneumonanthe (famille des Gentianacées) est une plante mésohydrophile, héliophile, poussant dans divers milieux humides : parcelles marécageuses, tourbières, prairies et landes humides. La germination de cette gentiane est optimale sur sol nu et produit des tiges vivaces de 10 à 60 cm. La souche hypogée peut vivre 20 à 25 ans, si le pied reste dans des conditions favorables : végétation basse et peu recouvrante.
La Gentiane pneumonanthe est une plante relativement répandue, mais localisée du fait de ses exigences écologiques.

I.3. L'insecte hôte : *Myrmica spp*

Plusieurs espèces de fourmis rouges (*Hymenoptera, Myrmicidae*) sont susceptibles d'héberger les chenilles de *Maculinea alcon*. Toutes appartiennent au genre *Myrmica* : *M. scabrinodis* (Nylander, 1846), *M. laevinodis* (Nylander, 1846) (=*M. rubra* (Linné)), *M. ruginodis* (Nylander, 1846). Parmi ces trois espèces, *M. scabrinodis* semble permettre le meilleur taux de survie des chenilles de l'Azuré des Mouillères, au moins en condition d'élevage (LHONORE, 1998).
Ces fourmis ont une large distribution (BERNARD, 1968) :

- *M. scabrinodis* se rencontre dans les plaines de toute l'Europe
- *M. laevinodis* est très commune dans les régions basses de l'Europe
- *M. ruginodis* possède une abondance et une aire géographique identiques à celles de *M. laevinodis.*

D'après SKINNER & ALLEN (1996), ces espèces ne semblent pas présenter d'exigences écologiques très strictes. Cependant, il est possible d'attribuer aux espèces présentes dans l'aire étudiée des affinités écologiques différentes : *M. scabrinodis* semble limitée aux milieux assez humides, alors que *M. ruginodis* fréquente indifféremment les zones mésophiles comme les tourbières à sphaignes (P. FOUILLET, comm. pers.).

La présence d'une de ces trois espèces de *Myrmica* est indispensable au développement de l'Azuré des mouillères. Ainsi, il existe des stations de Gentiane pneumonanthe sans colonie de fourmis rouges, donc sans papillon (FOUILLET & LHONORE, 1998).

II. Sites d'étude

Il existe quatre stations de ce papillon dans les Côtes d'Armor (FOUILLET & LHONORE, 1998) :

- les landes littorales des caps d'Erquy et de Fréhel,
- la lande de Plédéliac,
- la tourbière de Stang Prat ar Mel (commune de Lescouët-Gouarec).

Une station située sur la commune de Glomel a été découverte en 2000 par N. GABORIT (Association pour la Mise en Valeur des landes de Lan Bern).

II.1. Erquy

La station d'Azuré des mouillères se trouve au lieu-dit le Camp de César (annexe 1). Les gentianes sont situées en bordure du chemin qui traverse la lande, avec des densités variables (annexe 2).

La zone fauchée pendant l'hiver 1996-1997 abrite également des tiges de Gentiane, en particulier dans de petites cuvettes inondables et sur la sente qui borde cette zone au nord.

Enfin, la partie incendiée (à l'ouest du chemin de César) contient de nombreuses gentianes, dont la majorité ont sans doute poussé pour la première fois depuis 1992 (J. LHONORE, comm. pers.). Cette zone a été fortement inondée durant le mois de juillet et le début du mois d'août 2000 (figure 2).

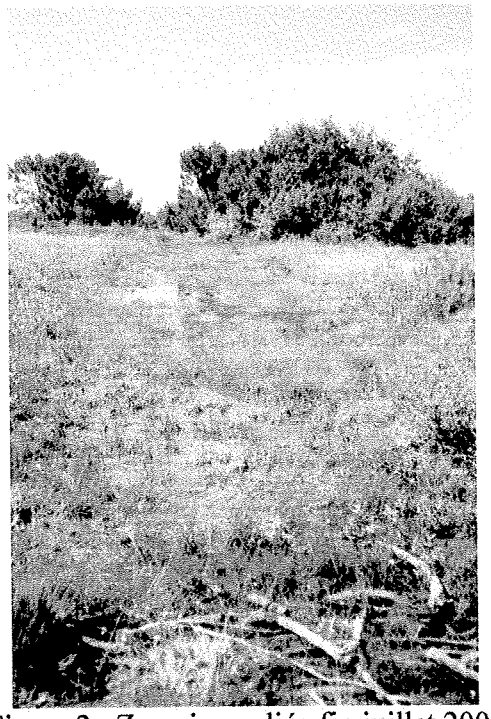


Figure 2 : Zone incendiée fin juillet 2000 (Camp de César)

II.2. Fréhel

Les sites suivis durant l'été 2000 sont les mêmes que ceux des années précédentes (annexe 1).

Site 1 : Il s'agit d'une petite station située au sud-ouest du chemin reliant la D16 et la D34a. Les gentianes, peu nombreuses, sont situées :

- au sud de la mare, entre les touradons de Molinie et les massifs d'Ajonc d'Europe,
- de part et d'autre d'une clôture de barbelés qui délimite la station à l'est.

Site 2 : le transformateur.

Ce site est composé de deux zones séparées par la route partant de la D16 et menant au Fort la Latte.

Au sud de cette voie, les rares gentianes se trouvent en bordure d'un sentier débouchant sur le transformateur. Ce sentier, en l'absence de fauche, est de plus en plus envahi par la végétation, en particulier par les Fougères aigles.

La partie nord du site, appelée site 2', abrite également une faible population de gentianes, dont les tiges sont plus clairsemées que celles de la partie sud.

Site 3 : la mare

Ce site est une lande de grande superficie située à l'est de la D16. La plupart des gentianes se concentrent le long du chemin qui traverse la lande en son milieu. Les autres tiges se trouvent :

- soit dispersées dans la lande
- soit regroupées entre des touradons de Molinie au sud-est du site.

La population de gentianes de ce site est importante.

Site 4 : Il s'agit d'une petite portion de lande au bord de la D34a. Ce site, traversé par une sente piétonnière qui permet de rejoindre le GR 34, est très fréquenté mais dispose d'une signalétique efficace pour la préservation de la lande.

Les gentianes sont situées :

- principalement dans une zone délimitée à l'est par un massif de saules,
- le long de deux petites sentes (interdites au public), partant à gauche du chemin (quand on se dirige vers le GR 34),
- de manière dispersée (quelques tiges) dans la lande.

Malgré la faible superficie du site, cette station abrite une population importante de Gentiane pneumonanthe.

III. Matériel et Méthodes

III.1. Suivi des populations de l'Azuré des mouillères

Cette année, deux techniques ont été utilisées pour le suivi des populations de l'Azuré des mouillères : la méthode de Capture-Marquage-Recapture au Cap d'Erquy et celle des Transects linéaires au Cap Fréhel.

III.1.1. Capture-Marquage-Recapture

Matériel :

- filet à papillon,
- feutres indélébiles à pointe ultra-fine,
- fiches de marquage et de recapture (annexes 3 et 4).

Principe :

La méthode de Capture-Marquage-Recapture (C.M.R.) utilisée dans cette étude permet une estimation journalière de la taille de la population suivie.

Le matin, un maximum de papillons (formant un total N1) est capturé et marqué selon un code prédéfini.

L'après-midi, le site est à nouveau parcouru et l'on distingue parmi les N2 individus rencontrés :

- un nombre R de papillons marqués le matin,
- un nombre (N2-R) de papillons sans marquage ou portant le code d'une séance précédente.

Comme on estime que la proportion d'individus recapturés parmi les papillons capturés l'après-midi est égale à celle des individus marqués le matin par rapport à la population totale ((N1/P)=(R/N2)), la taille de la population est obtenue par la relation de Lincoln-Peterson (DESCIMON & NAPOLITANO, 1990):

$$P = [N1*(N2+1)] / (R+1)$$

Pour une estimation correcte de la taille de la population, au moins deux paramètres doivent impérativement être respectés :

- une durée constante des séances de capture et de recapture (ici, deux heures)

- un intervalle de temps entre les deux séances assez long pour permettre un mélange des papillons marqués au reste de la population, mais suffisamment court afin que la taille de la population ne varie pas (pas de mortalité, ni d'émergence).

Par vent fort, il ne faut pas hésiter à faire décoller les papillons, accrochés aux parties basses de la végétation, en parcourant continuellement le site.

Le marquage utilisé lors de ces manipulations permet de distinguer un papillon capturé d'un papillon recapturé et de connaître la longévité des individus. Le code adopté est le suivant :

- marquage sur le revers des ailes postérieures, gauche le matin et droite l'après-midi
- une couleur par semaine
- un point de couleur lors de la 1ère séance, deux lors de la 2nde, ...

Les horaires des séances de capture et de recapture ont été adaptés aux conditions météorologiques. L'intervalle entre les séances était compris entre deux et trois heures. Le calendrier des manipulations est présenté en annexe 5.

III.1.2. Transects linéaires

Matériel :

- piquets en bois (de 60 cm en terrain découvert, de 1 m si végétation haute),
- filet à papillon (facultatif),
- fiche de terrain (annexe 6).

Principe :

Un parcours matérialisé par des piquets en bois est préalablement défini. Le tracé des parcours est adapté à la configuration du site étudié et doit répondre à deux exigences principales :

- une durée de parcours identique sur les sites suivis (pour obtenir des résultats directement comparables),
- un tracé permettant de rencontrer un maximum de papillons.

Lors des séances, le site est parcouru à vitesse constante ; tous les papillons situés à environ trois mètres de part et d'autre de l'observateur sont comptabilisés. Cette distance correspond à notre distance maximale d'identification de l'espèce.

Cette technique nous donne donc une densité d'individus par surface prospectée, et non pas une estimation de la taille de la population.

III.2. Suivi des populations de Gentiane pneumonanthe

La dynamique des plants de gentiane a été suivie à quatre endroits du Camp de César au Cap d'Erquy (annexe 2) :

- 2 quadrats étaient situés sur le chemin,
- 1 quadrat dans la zone fauchée,
- 1 quadrat dans la zone incendiée.

Matériel :

- piquets en bois de 60 cm,
- décamètre,
- mètre de couturière,
- bobines de laine rouge et bleue,
- fiche de comptage d'œufs (annexe 7).

Principe :

Les quadrats de 10 mètres sur 2 mètres ont été établis pour permettre un suivi de 25 tiges de gentiane par surface.

Différents paramètres de croissance des plantes ont été relevés :

- ✓ la taille de la tige,
- ✓ le nombre de fleurs,
- ✓ l'état phénologique de l'inflorescence (bouton floral, fleur épanouie, fleur sèche).

De plus, les œufs de l'Azuré des mouillères sont comptés et leur localisation sur la plante est notée.

La tige des gentianes suivies est entourée par de la laine rouge si des œufs ont été pondus, et les gentianes sur lesquelles aucune ponte n'a été observée sont marquées de laine bleue.

Il n'a pas été possible de suivre correctement les gentianes du site 2, en raison de leur très faible densité et de leur floraison tardive.

III.3. Détermination des espèces de fourmis et localisation des fourmilières

Matériel :

- pinces souples,
- épendorfs hermétiques,
- alcool à 70°,
- sucre.

Principe :

Sur les caps d'Erquy et de Fréhel et en dehors des plages horaires d'étude du papillon, les différents sites ont été prospectés. Cela a permis, en particulier, de capturer des individus de *Myrmica* par chasse à vue. A chaque récolte, la date du relevé et la localisation précise des individus sur le plan du site sont notées.

Un effort particulier a été entrepris sur Erquy :

La présence d'espèces de *Myrmica* à l'échelle d'un quadrat peut directement déterminer la ponte des femelles de l'Azuré des mouillères sur les gentianes, et ceci par l'intermédiaire de signaux chimiques (LOISON, 1997). Des morceaux de sucre ont donc été disposés sur les quadrats contenant les gentianes. Les fourmis sont récoltées ½ heure après la pose du piège attractif.

Les fourmilières sont également recherchées par :

- une fouille dans des micro-milieux favorables. Ce sont soit des solariums situés dans les touradons de Molinies, soit deux petits orifices à la surface du sol en terrain sec et assez découvert (ELMES & THOMAS, 1987 *in* LHONORE, 1998).
- le repérage des fourmilières lors de l'émergence des formes sexués de *Myrmica* qui a lieu en soirée durant le mois de juillet (J. LHONORE, comm. pers.).

L'identification des fourmis été réalisée par Philippe FOUILLET à l'aide des ouvrages suivants : BERNARD, 1968 ; BOLTON & COLLINGWOOD, 1975 ; CHERIX & MADDALENA-FELLER, 1988 ; DE BISEAU & COUVREUR, 1994 .

IV. Résultats

IV.1. Suivi de l'Azuré des mouillères

IV.1.1. Captures-Marquages-Recaptures au Cap d'Erquy

Les résultats des différentes Captures-Marquages-Recaptures effectuées au Camp de César (commune d'Erquy) sont présentés dans le tableau 1.

Le nombre d'individus rencontrés est obtenu par la somme des papillons marqués le matin et capturés l'après-midi moins les individus recapturés. Dans la majorité des cas, il n'a pas été possible d'estimer la taille de la population à l'aide de la relation de Lincoln-Peterson.

Tableau 1 : Résultats des Captures-Marquages-Recaptures au Cap d'Erquy

	MARQUAGE (matin)			CAPTURE (après-midi)			RECAPTURE (après-midi)			Nbre ind. comptés	Population estimée
DATES	m	f	Total	m	f	Total	m	f	Total	N =	P =
20/07/00	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	?
23/07/00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	?
28/07/00	0	2	2	0	1	1	0	0	0	3	?
30/07/00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	?
02/08/00	0	0	0	1	1	2	0	0	0	2	?
03/08/00	1	0	1	3	1	4	1	0	1	4	?
06/08/00	1	0	1	6	2	8	0	0	0	9	?
08/08/00	2	0	2	4	7	11	1	0	1	12	12
11/08/00	9	7	16	6	10	16	2	5	7	25	34
15/08/00	5	9	14	2	3	5	2	3	5	14	14
Totaux	13	9	22	20	23	43	4	5	9	56	

Ces résultats permettent d'apprécier l'évolution dans le temps de la taille de la population de l'Azuré des mouillères, représentée dans la figure 3.

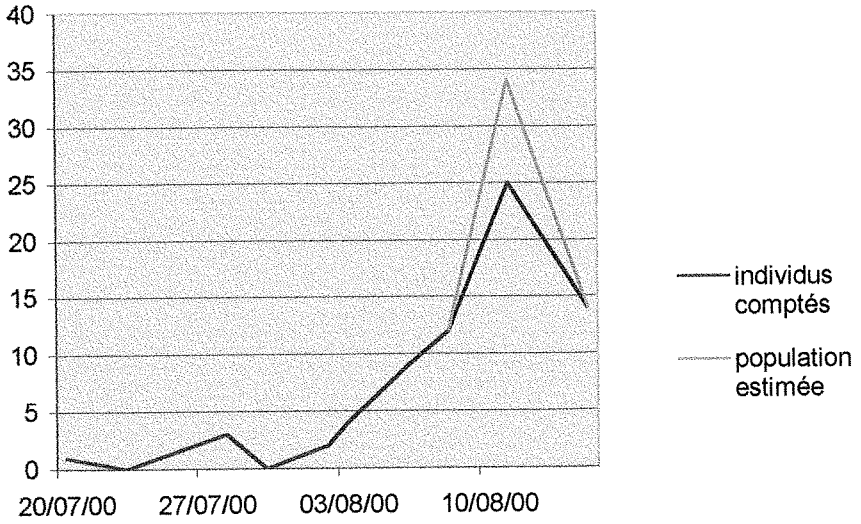


Figure 3 : Evolution du nombre d'individus comptés et de la taille estimée de la population du Cap d'Erquy

La population d'Azuré des mouillères d'Erquy se caractérise d'abord par la faiblesse de ses effectifs : le nombre maximum d'individus rencontrés est en effet de 25, ce qui correspond à une estimation d'une population de 34 individus. Le pic d'émergence des papillons se situe aux alentours du 11 août, que l'on considère le nombre d'individus rencontrés ou la population estimée.

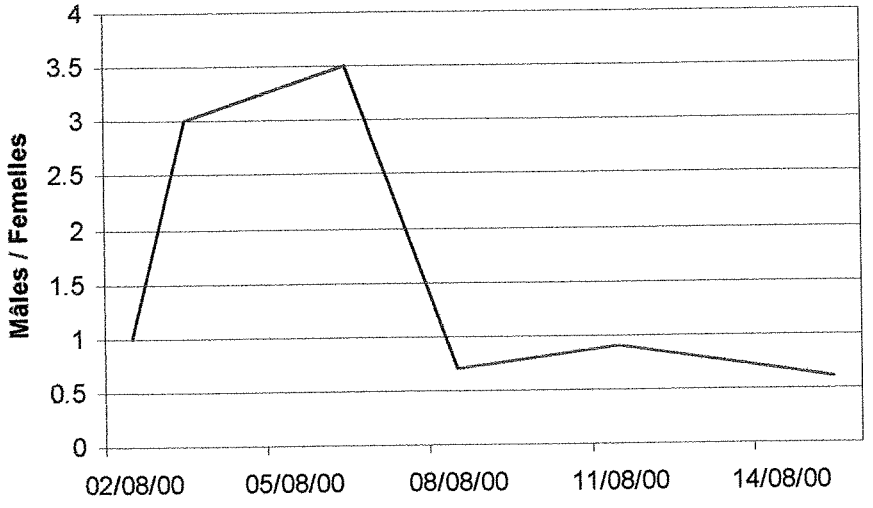


Figure 4 : Evolution du sex-ratio au Cap d'Erquy

Etant donnée la faiblesse des effectifs capturés à Erquy, les valeurs et l'évolution du sex-ratio doivent être manipulées avec précaution. En particulier, les effectifs des 20/07/2000

et 28/07/2000 (respectivement de 1 et 3 femelles) n'apparaissent pas sur la figure 4. On observe au début du mois d'août (jusqu'au 6 août environ) un rapport nettement en faveur des mâles.

A partir des résultats de C.M.R., il est possible d'estimer la longévité des individus. Les résultats sont présentés dans le treillis de Fischer-Ford (annexe 8). L'âge maximum a été de 6 jours pour les mâles et de 7 jours pour les femelles. L'individu mâle âgé de 6 jours a été capturé et marqué à quatre reprises et portait lors de sa dernière capture 7 points de couleur. L'utilisation de marqueurs indélébiles ne semble donc pas affecter la survie des individus.

IV.1.2. Transects linéaires au Cap Fréhel

Les résultats présentés dans les tableaux 2, 3, 4 et 5 ont été obtenus lors de parcours d'une trentaine de minutes. Deux sites étaient parcourus le même jour : les sites 1 et 4 d'une part et les sites 2 et 3 d'autre part. Les parcours suivis sont découpés en tronçons (annexes 9a, 9b, 9c et 9d).

Site 1

Tableau 2 : Résultats des transects linéaires sur le site 1 du Cap Fréhel (parcours de 30 mn)

Dates	Nombre d' individus	Sexe	Tronçon
27/07/00	1	♂	13
01/08/00	5	♀	2
		♂	3
		♂	chemin 10-9
		♀	chemin 10-9
		♂	chemin 2-1
07/08/00	2	♀	6
		♂	13
14/08/00	1	♂	chemin 10-9

Les effectifs les plus importants se situent pour le site 1 le 1er août et le 7 août 2000 (tableau 2). La majorité des observations de papillons se sont faites sur les tronçons : 2-3, 10-9, 13.

On observe, comme au Camp de César, une majorité de mâles entre la fin du mois de juillet et le début du mois d'août. Cependant, il faut là aussi relativiser l'interprétation du sex-ratio par les faibles effectifs rencontrés.

Site 2

Tableau 3 : Résultats des transects linéaires sur le site 2 du Cap Fréhel (parcours de 30 mn)

Dates	Nombre d' individus	Sexe	Tronçon
29/07/00	0		
04/08/00	0		
10/08/00	2	♀	1
		♂	7'
14/08/00	3	♂	chemin
		♂	5'
		♀	7

Le site 2 se caractérise par la faiblesse de ses effectifs et par le retard des émergences. Ainsi, les premières observations d'imagos ont eu lieu le 10/08/00 (tableau 3), sans cependant de visite du site entre le 04 et le 10 août.

Site 3

Tableau 4 : Résultats des transects linéaires sur le site 3 du Cap Fréhel (parcours de 30 mn)

Dates	Nombre d' individus	Sexe	Tronçon
29/07/00	2	♀	5
		♀	12
04/08/00	10	♂	1
		♀	5
		♂	5
		♀	5
		♂	5
		♂	6
		♀	7
		♂	7
		♂	12

		♀	chemin
10/08/00	6	♀	1
		♂	5
		♂	6
		♀	12
		♀	12
		♂	12
17/08/00	4	♂	2
		♂	7
		♀	7
		♀	10

Un maximum de 10 individus a été observé le 4/08/00 (tableau 4). La population du site 3 est, sur la base de ces résultats, la plus importante des sites de Fréhel et se distingue également des autres sites par un pic d'émergences relativement précoce. L'évolution du sex-ratio est la suivante : un petit nombre de femelles fin juillet, une proportion plus forte de mâles pendant les premiers jours d'août et enfin un taux mâles /femelles à peu près équilibré.

On remarque aussi la fréquentation plus importante de certaines zones par les papillons. En particulier les tronçons 5, 7 et 12.

Site 4

Tableau 5 : Résultats des transects linéaires sur le site 4 du Cap Fréhel (parcours de 30 mn)

Dates	Nombre d' individus	Sexe	Tronçon
27/07/00	2	♀	8
		♂	8
01/08/00	6	♀	5
		♀	7
		♀	10
		♂	11
		♀	11
		♂	11
07/08/00	4	♂	7
		♂	8
		♀	11
		♂	11
14/08/00	1	♂	11

On observe une majorité de femelles volant le 01/08, puis la tendance s'inverse avec un ratio en faveur des mâles lors des transects des 7 et 14 août (tableau 5). Le nombre

d'individus rencontrés est maximum au début du mois d'août, situation identique à celles des sites 1 et 3.

Les rencontres ont eu lieu principalement sur les zones 7, 8 et 11, qui concernent 11 des 13 observations d'Azurés.

IV.1.3. Observations sur la biologie de l'Azuré des mouillères

Ponte :

Sur le Camp de César, une femelle très fraîche appliquait à plusieurs reprises son abdomen contre des tiges de l'Ajonc de Le Gal (*Ulex galii*), déposant des œufs à la base des épines de l'ajonc. Ce comportement a été observé le 20 juillet, date à laquelle il n'y avait pas encore de boutons floraux de Gentiane disponibles sur Erquy.

Les premières pontes ont été constatées le 27 juillet sur le Cap Fréhel (site 4), alors que les pontes sur Gentiane pneumonanthe ont débuté le 5 août sur Erquy.

Nutrition :

A plusieurs reprises, des individus d'Azuré des mouillères ont été observés déroulant leur trompe pour se nourrir de liquides floraux. Deux espèces végétales au moins conviennent à la nutrition des femelles de *Maculinea alcon* : la Bruyère tétragone (*Erica tetralix*) et l'Ajonc de Le Gal (*Ulex galii*). Des femelles ont également été observées déroulant leur trompe à l'intérieur de corolles de Gentiane pneumonanthe (*Gentiana pneumonanthe*).

La nutrition des imagos se limite-t-elle aux femelles, qui ont de plus grands besoins énergétiques que les mâles ? L'Azuré des mouillères ne peut-il se nourrir que d'un nombre restreint de plantes ? Ou bien le choix de *M. alcon* se porte-t-il sur les espèces en floraison lors de la ponte et abondantes sur la lande ?

IV.2. Suivi des populations de Gentiane pneumonanthe et comptages d'œufs

IV.2.1. Dynamique des plants de Gentiane

Les résultats de suivi des différents quadrats de *Gentiane pneumonanthe* (contenant chacun 25 tiges) sont présentés dans les tableaux 6, 7, 8 et 9.

Quadrat 1

Tableau 6 : Suivi des plants de Gentiane pneumonanthe du quadrat 1 (Cap d'Erquy)

	09/08/00	13/08/00	16/08/00
Hauteur moyenne des tiges (cm)	8,4 ± 3,2	8,9 ± 3,4	9,1 ± 3,7
Nombre moyen de boutons / tige	2,2 ± 1,3	2,2 ± 1,2	2,3 ± 1,0
Nombre moyen de fleurs / tige	0,3 ± 0,6	0,4 ± 0,6	0,4 ± 0,6

Quadrat 2

Tableau 7 : Suivi des plants de Gentiane pneumonanthe du quadrat 2 (Cap d'Erquy)

	09/08/00	13/08/00	16/08/00
Hauteur moyenne des tiges (cm)	5,2 ± 2,9	4,7 ± 3,0	4,4 ± 3,1
Nombre moyen de boutons / tige	0,4 ± 0,5	0,7 ± 1,0	0,7 ± 1,2
Nombre moyen de fleurs / tige	0,04 ± 0,20	0,04 ± 0,20	0,04 ± 0,20

Quadrat 3

Tableau 8 : Suivi des plants de Gentiane pneumonanthe du quadrat 3 (Cap d'Erquy)

	09/08/00	13/08/00	16/08/00
Hauteur moyenne des tiges (cm)	5,8 ± 2,6	6,2 ± 2,8	5,7 ± 3,0
Nombre moyen de boutons / tige	0,8 ± 0,9	1,0 ± 1,2	1,0 ± 1,0
Nombre moyen de fleurs / tige	0	0,04 ± 0,20	0,04 ± 0,20

Les hauteurs moyennes décroissantes observées pour les gentianes des quadrats 2 et 3 s'expliquent par un piétinement des sites qui a eu lieu entre le 9 et le 13 août 2000. Ceci a entraîné un suivi de nouvelles tiges. Un changement de protocole est cependant à éviter, l'introduction de nouvelles mesures empêchant une comparaison pertinente des paramètres aux différentes dates.

Quadrat 4

Tableau 9 : Suivi des plants de Gentiane pneumonanthe du quadrat 4 (Cap d'Erquy)

09/08/00	13/08/00	16/08/00

Hauteur moyenne des tiges (cm)	5,6 ± 2,8	5,6 ± 2,8	6,0 ± 2,8
Nombre moyen de boutons / tige	0,7 ± 0,8	0,7 ± 0,8	0,7 ± 0,8
Nombre moyen de fleurs / tige	0,04 ± 0,20	0,04 ± 0,20	0,04 ± 0,20

Les gentianes du quadrat 1 se distinguent de celles des trois autres quadrats par leur taille plus élevée, associée à un nombre de boutons et de fleurs plus important.

La floraison des plants suivis est tardive, en particulier sur les quadrats 2, 3 et 4, puisque pour 25 plants au 16 août 2000, les gentianes comptaient en moyenne moins d'un bouton floral pour une moyenne d'une fleur épanouie pour 25 plants au 16 août 2000.

IV.2.2. Résultats des comptages d'œufs

IV.2.2.1 Evolution des pontes de *Maculinea alcon*

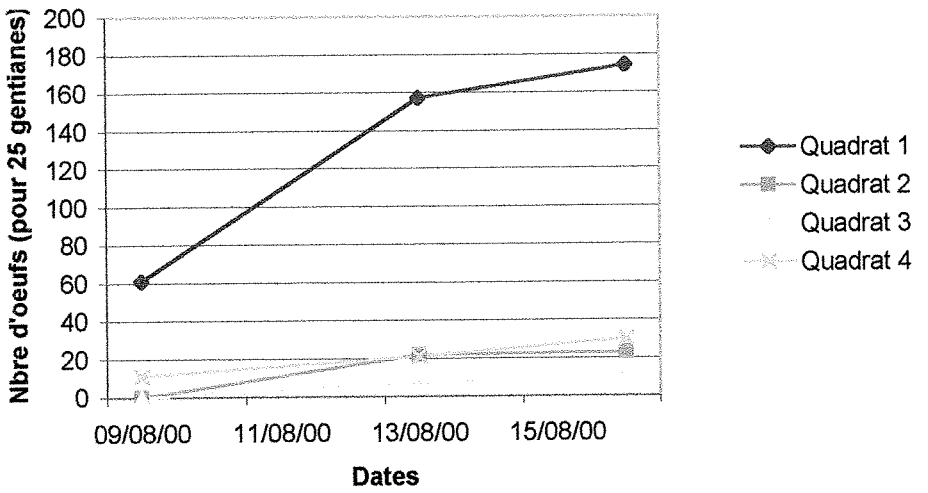


Figure 5 : Comparaison des pontes totales sur les gentianes des quatre quadrats (Cap d'Erquy)

Le nombre d'œufs sur les gentianes du quadrat 1 est très nettement supérieur à ceux des quadrats 2, 3, et 4 et ceci aux trois dates de comptages (figure 5).

Sur les quadrats 1 et 2, les pontes ont été plus importantes entre les deux premiers comptages qu'entre les deux derniers. Quatre jours séparent les deux premiers relevés contre trois jours seulement entre les deux derniers relevés. Cette différence peut suffire à expliquer les pontes plus importantes entre le 9 et le 13 août sur les gentianes du quadrat 2, mais pas l'évolution des pontes au sein du quadrat 1.

La période comprise entre le 9 et le 13 août correspond donc, au moins pour les gentianes du quadrat 1, à une période de ponte maximale pour l'Azuré des mouillères.

IV.2.2.2. Répartition des pontes sur les plants de Gentiane

Quadrat 1

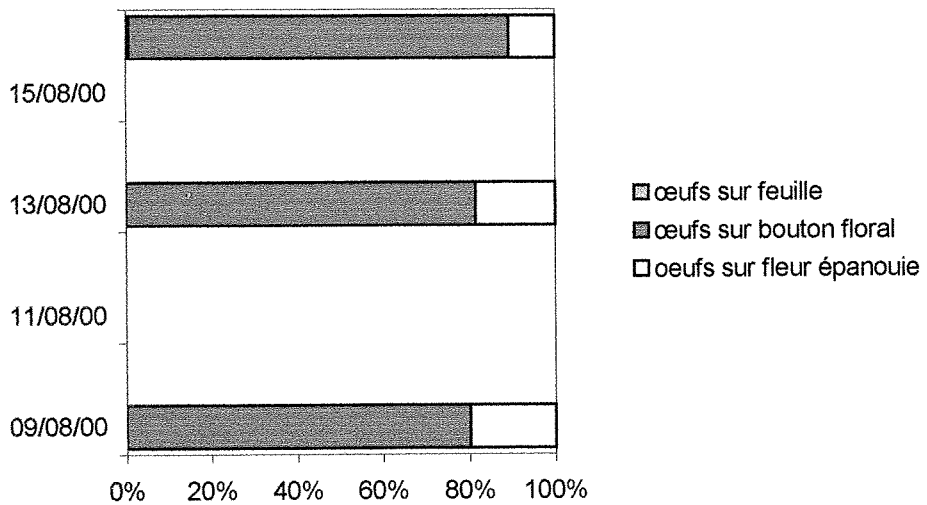


Figure 6 : Répartition des pontes sur les gentianes du quadrat 1 (25 tiges)

Quadrat 2

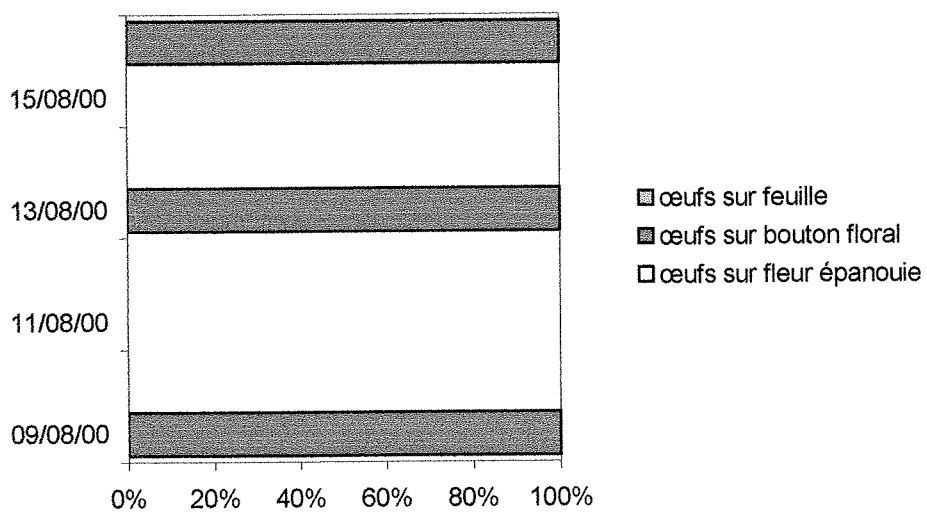


Figure 7 : Répartition des pontes sur les gentianes du quadrat 2 (25 tiges)

Quadrat 3

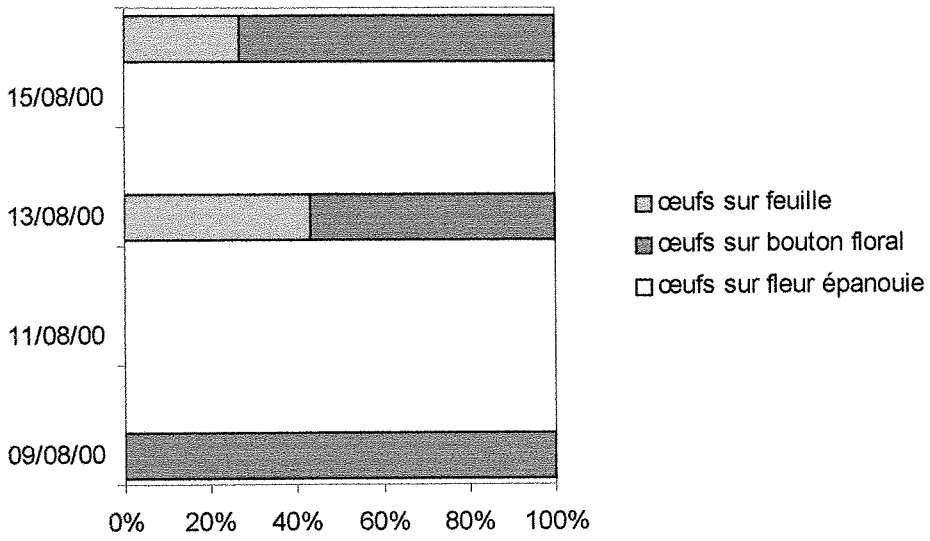


Figure 8 : Répartition des pontes sur les gentianes du quadrat 3 (25 tiges)

Quadrat 4

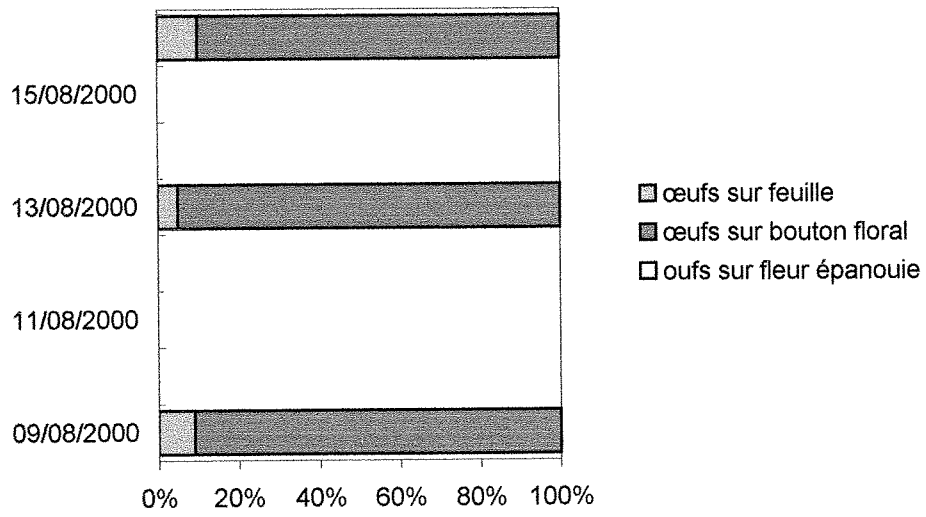


Figure 9 : Répartition des pontes sur les gentianes du quadrat 4 (25 tiges)

Sur le quadrat 1 (figure 6), le nombre d'œufs sur fleur épanouie est à mettre en relation avec une floraison plus précoce des Gentianes sur ce quadrat.

Les pontes sur les Gentianes du second quadrat sont concentrées sur les boutons floraux (figure 7).

Les quadrats 3 et 4 se distinguent par un pourcentage non négligeable d'œufs pondus sur des feuilles de Gentiane pneumonanthe (figures 8 et 9). Ce pourcentage atteint même plus de 40 % des pontes au 13 août 2000 pour le quadrat 3.

IV.3. Récolte de fourmis et localisation de fourmilières

IV.3.1. Cap d'Erquy

Tableau 10 : Fourmis récoltées en chasse à vue au Camp de César

Espèce	Localisation	Date de récolte	Remarques
Lasius niger	souche sèche	19/07/00	3 ouvrières
Lasius niger	quadrat 2	17/08/00	3 ouvrières
Leptothorax sp	quadrat 3	17/08/00	2 ouvrières + 2 femelles ailées
Leptothorax unifasciatus	souche sèche	19/07/00	1 ouvrière
Myrmica ruginodis	**quadrat 3**	17/08/00	6 ouvrières
Myrmica sabuleti	léger virage	06/08/00	4 ouvrières
Myrmica sabuleti	quadrat 1	17/08/00	3 ouvrières
Myrmica sabuleti	quadrat 4	17/08/00	30 ouvrières

Espèces en gras : espèces hébergeant la chenille de *Maculinea alcon*

Le tableau 10 montre une capture importante d'ouvrières de *Myrmica sabuleti*, espèce qui n'abrite pas la chenille de l'Azuré des mouillères. De même, la quasi-totalité des fourmilières recensées appartiennent à l'espèce *M. sabuleti* (tableau 11). La position des fourmilières dans le Camp de César est présentée en annexe 2.

Tableau 11 : Fourmilières recensées par chasse à vue au Camp de César

Espèce	Localisation	Date de récolte	Remarques
Myrmica sabuleti	chemin César	18/07/00	dans la végétation
Myrmica sabuleti	écriteau	30/07/00	sous une pierre
Myrmica sabuleti	chemin César	08/08/00	sous une pierre
Myrmica sabuleti	chemin César	09/08/00	sol nu
Myrmica scabrinodis	**bosquet pin**	23/07/00	petit monticule d'aiguilles de pin
Myrmica sp	dans souche	02/08/00	dans une souche

Espèces en gras : espèces hébergeant la chenille de *Maculinea alcon*

IV.3.2. Cap Fréhel

Tableau 12 : Fourmis récoltées en chasse à vue sur les sites du Cap Fréhel

Espèce	Localisation	Date de récolte	Remarques
Myrmica sabuleti	site 1	19/07/00	1 ouvrière
Myrmica sabuleti	site 3	22/07/00	3 ouvrières
Myrmica sabuleti	site 1	01/08/00	2 ouvrières
Myrmica sabuleti	site 2	10/08/00	1 ouvrière
Myrmica sabuleti	site 2	17/08/00	2 ouvrières
Myrmica scabrinodis	**site 3**	29/07/00	1 ouvrière

Espèces en gras : espèces hébergeant la chenille de *Maculinea alcon*

Là encore, la grande majorité des fourmis récoltées appartiennent à l'espèce *Myrmica sabuleti* (tableau 12). Le seul représentant de *M. scabrinodis* au Cap Fréhel a été prélevé sur le site 3.

V. Discussion

V.1. Phénologie et sex-ratio du papillon

V.1.1. Cap d'Erquy

Il existe chez l'Azuré des mouillères un phénomène de protérandrie (LHONORE, 1998). Le pic de mâles observé au début du mois d'août correspond-t-il alors au début de l'émergence de *Maculinea alcon* ? Les premiers individus rencontrés (à partir du 20 juillet 2000) étant des femelles, cette hypothèse semble peu probable. Les mâles étaient probablement déjà sortis avant nos premières observations, mais les mauvaises conditions météorologiques empêchaient ou limitaient le vol des papillons (seulement 4 individus observés en trois séances de C.M.R. entre le 20 et le 28 juillet 2000).

L'estimation maximale de la population du Camp de César est pour cette année de 34 individus le 11/08/00. En 1999, sur deux séances de Capture-Marquage-Recapture, QURIS (1999) est parvenu à une estimation de 36 individus le 23 juillet. Si l'on suppose que cette estimation correspond au pic d'émergence, il y aurait donc un décalage de plus de deux semaines dans la période de vol des papillons entre 1999 et 2000.

V.1.2. Cap Fréhel

En ce qui concerne l'évolution du sex-ratio, seules les données du site 3 peuvent être prises en compte, le nombre de papillons rencontrés étant trop faible sur les autres sites. Le sex-ratio des individus du site 3 ressemble à celui du Camp de César : un petit nombre de femelles fin juillet, une proportion plus forte de mâles pendant les premiers jours d'août et enfin un taux mâles/femelles à peu près équilibré. Le début de l'émergence et le phénomène de protérandrie qui l'accompagne ne sont pas visibles, peut-être pour les mêmes raisons que celles évoquées pour le Camp de César.

Le décalage supposé de la population du Camp de César semble également exister au Cap Fréhel. En 1999, les populations étaient maximales aux alentours du 25 juillet, sauf sur le site 2 où seules deux séances de C.M.R avaient été réalisées (QURIS, 1999). Cette année, les densités maximales d'individus rencontrés se situent, pour les sites 1, 3 et 4, au début du mois d'août. Pour le site 2, la densité maximale est de 3 individus le 14 août 2000. Il semble donc

exister un retard dans l'émergence du papillon d'environ une semaine entre 2000 et les années précédentes et d'environ deux semaines entre les sites 1-3-4 et le site 2 d'autre part.

V.2. Taille des populations

V.2.1. Cap d'Erquy

La taille de la population du Camp de César semble très faible cette année puisqu'elle est estimée au mieux à 34 individus (le 11 août 2000). Les suivis des années précédentes indiquaient déjà un faible nombre de papillons volant au Cap d'Erquy. En particulier, QURIS (1999) estime par Capture-Marquage-Recapture la population à 36 individus le 23 juillet 1999.
Plusieurs hypothèses, non exclusives, peuvent être émises pour expliquer la faiblesse des effectifs du Cap d'Erquy.

Il s'agit de fluctuations inter annuelles « normales » des effectifs. Les populations animales présentent en effet des variations, parfois très importantes, de leurs effectifs. Ces variations, qualifiées d'aléatoires, sont dues à des phénomènes démographiques et /ou génétiques qu'il est difficile d'estimer. On parle alors de stochasticité environnementale (FRONTIER & PICHOD-VIALE, 1998). Cette hypothèse reste à vérifier puisque la population de *Maculinea alcon* du Camp de César n'a pas fait l'objet d'un suivi continu sur plusieurs années. Les prochains suivis de population avec un effort porté sur le Cap d'Erquy pourraient permettre de tester cette hypothèse. Toutefois, en dehors de fluctuations inter annuelles, il est indéniable que la population du Camp de César est fragile.

L'importance des pressions de prédation sur les effectifs de *Maculinea alcon* a déjà été formulée pour les populations du Cap d'Erquy par FOUILLET & LHONORE (1998) et pour les populations en Brenne par LOUVEAUX *et al.* (2000).
La lande du Camp de César est en effet survolée en permanence par plusieurs espèces d'Oiseaux insectivores, comme par exemple le Faucon hobereau (*Falco subbuteo*) qui se nourrit de Lépidoptères (GEROUDET, 1965) ou le Traquet pâtre (*Saxicola torqata*) également prédateur de papillons (GEROUDET, 1963). Plusieurs libellules sont également présentes sur le site et ont été observées chassant à proximité de zones d'émergence de

l'Azuré des mouillères. Parmi ces espèces, certains Odonates sont connus pour prédater les insectes à l'émergence (MILLER, 1995), comme l'Aeschne bleue (*Aeshna cyanea*) ou l'Anax empereur (*Anax imperator*), fréquemment observés cet été au Camp de César. Enfin, une prédation des adultes au sol existe en particulier lors de l'émergence ou lorsque des conditions venteuses maintiennent les papillons dans la strate herbacée de la végétation. FOUILLET & LHONORE (1998) mentionnent les reptiles comme prédateurs actifs de l'Azuré des mouillères. Deux espèces de reptiles ont été observées : l'Orvet (*Anguis fragilis*) et le Lézard vivipare (*Lacerta vivipara*). Ces espèces contribuent peut-être à limiter les effectifs de *Maculinea alcon* sur le Camp de César.

L'existence de fluctuation inter-annuelles des effectifs et des pressions de prédation sont des hypothèses qui peuvent expliquer, quelque soit l'année d'étude, la faiblesse des populations du Camp de César. Cette espèce peut également souffrir de conditions météorologiques défavorables qui peuvent avoir un effet sur les estimations de population et sur les différents stades de développement.

Les conditions climatiques changeantes ont probablement souvent entraîné un nombre de papillons volant différent entre le matin et l'après-midi. Or, la méthode de C.M.R. implique un nombre de papillons, susceptibles d'être capturés, identique lors de la capture et de la recapture. La méthode d'estimation de la population est donc incompatible avec des conditions météorologiques changeantes. Les séances de C.M.R. des 28 et 30 juillet et des 02, 03 et 06 août se sont déroulées avec des conditions changeantes (annexe 5) et il n'a pas été possible d'estimer la taille de la population à ces dates (tableau 1). Il semble donc que l'impossibilité d'estimer les populations de *Maculinea alcon* à plusieurs reprises soit due à la météorologie de cet été 2000. FOUILLET & LHONORE (1998) signalaient déjà dans un faible taux de recapture des papillons marqués au Camp de César pour le suivi 1998 sans retenir d'explication satisfaisante.

Enfin, les conditions météorologiques de l'été 2000, vent soutenu et fortes précipitations, ont eu des effets défavorables sur les effectifs des adultes d'Azuré des mouillères. La date du pic d'émergence, situé autour du 11 août au Cap d'Erquy semble confirmer l'action néfaste de la météo sur la population. De plus, un vent fort empêche ou limite le vol des papillons, réduit les rencontres de papillons et donc les possibilités

d'accouplement. La pluie entraîne aussi une mortalité importante des individus, surtout si les mauvaises conditions se prolongent (FOUILLET & LHONORE, 1998).

Par ailleurs, les fortes précipitations ont retardé la floraison des gentianes puisque le 16 août 2000, on ne comptait que 13 fleurs épanouies sur les 100 tiges suivies. COLOMBO (2000) souligne l'importance des conditions climatiques dans la dynamique du système *Maculinea alcon / Gentiana pneumonanthe*.

V.2.2. Cap Fréhel

La méthodologie utilisée ne permet pas la comparaison avec les estimations de population obtenues lors des études précédentes, puisque, cette année, des densités d'individus ont été calculées. Cependant, une comparaison des sites entre eux reste possible.

Sur la base du nombre total d'individus comptés lors des quatre transects linéaires (soit pendant une durée de deux heures), le site 3 possède la plus forte population d'Azuré des mouillères du Cap Fréhel (22 individus), suivi, par population décroissante, des sites 4 (13 individus), 1 (9 individus) et 2 (5 individus). Le très faible nombre d'individus rencontrés sur le site 2 s'explique au moins en partie par des conditions météorologiques défavorables puisque aucun parcours n'a été réalisé dans de bonnes conditions (pas de vent, ni de pluie) (annexe 5). Cependant, les transects linéaires sur le site 3 se sont déroulés dans les mêmes conditions et le nombre total d'individus est le plus important des quatre sites. En dehors des conditions météorologiques lors des transects, la population du site 2 est donc en 2000 la plus faible des populations du Cap Fréhel.

QURIS (1999) obtenait par Capture-Marquage-Recapture des résultats similaires. Ainsi, la population du site 3 était la plus forte avec une estimation de 203 individus le 24 juillet et celle du site 2 était la plus faible avec une estimation de 59 individus le 25 juillet.

FOUILLET & LHONORE (1998) ont eux aussi constaté une population forte sur le site 3 (estimation de 531 individus par C.M.R. le 10 août 1998), mais également sur le site 2 (estimation de 403 individus par C.M.R. le 10 août 1998).

L'ensemble de ces résultats permet de conclure à une apparente bonne santé de la population 3. Les sites 1 et 4 semblent abriter une bonne population d'Azuré des mouillères. Mais ces populations méritent d'être surveillées attentivement, en particulier celle du site 1 car la fermeture du milieu par des saules menace la germination des plants de Gentiane. Enfin,

la situation est catastrophique sur le site 2, dont les estimations de population chutent chaque année et sur lequel seules 48 tiges de Gentiane pneumonanthe portant 14 œufs ont été recensées le 18 août 2000.

V.3. Recherche des fourmis au Cap d'Erquy

L'intérêt des fouilles dans des endroits favorables préconisées par ELMES & THOMAS (1987) est évident : par simple chasse à vue, il devient possible de recenser des fourmilières sur un site. Cependant, le repérage des fourmilières lors de l'émergence des formes sexuées ne s'est révélé efficace que pour des fourmis noires (non identifiées).

La capture majoritaire de *Myrmica sabuleti* par chasse à vue sur le Camp de César peut s'expliquer par une prospection dans des milieux trop secs. En effet, *M. ruginodis* et *M. scabrinodis*, espèces abritant la chenille de *Maculinea alcon*, se rencontrent respectivement dans des zones mésophiles et dans des milieux plutôt hydrophiles (P. FOUILLET, comm. pers.). La capture de 6 ouvrières de *M. ruginodis* a lieu dans le quadrat 3, situé dans une zone relativement humide. Il est donc nécessaire de récolter par chasse à vue les individus de *Myrmica* dans des habitats diversifiés.

La recherche de fourmis au sein des quadrats doit être réalisée à plusieurs reprises lors de l'été. Le lien qui existe entre les gentianes et les nids de fourmis serait ainsi précisé sur les sites suivis. Des études ont en effet montré qu'il existait une corrélation spatiale entre ces deux facteurs (STOECKEL *et al.*, 2000).

V.4. Propositions de modalités de gestion

V.4.1. Cap d'Erquy

Le maintien de la population d'Azuré des mouillères passe par une protection des plants de Gentiane pneumonanthe. Celle-ci ne peut être obtenue dans les endroits fréquentés comme le chemin de César que par une signalétique discrète mais efficace. La délimitation des sentes par fil de fer installée par l'équipe des Brigades Vertes semble réduire le piétinement des zones sensibles. Pourquoi ne pas l'étendre à l'ensemble du Camp de César ?

Etant données les exigences écologiques de la Gentiane, il est important de maintenir au Cap d'Erquy des parcelles de végétation ouvertes et protégées du piétinement. La zone incendiée constitue par sa superficie et par ses conditions hydrologiques une surface très importante pour la population de gentianes du Cap. Un fauchage en quadrat avec une alternance tous les deux ans, proposé par FOUILLET & LHONORE en 1998, pourrait éviter une colonisation de cette zone par les saules qui s'y développent.

J. LHONORE préconisait au printemps 2000 un nivellement de la pente qui se dirige vers la fontaine du Lourtuais. Cette réalisation limiterait les écoulements d'eau en direction de la côte et augmenterait l'hydrométrie de zones favorables aux plants de Gentiane pneumonanthe, en particulier autour de la parcelle fauchée en 1996/1997 par l'O.N.F.. Ceci nécessiterait une étude topographique préalable.

Il existe pour se rendre du parking du Camp de César au Lourtuais trois petites sentes parallèles. Une fréquentation en alternance de ces trois chemins, par exemple tous les 3 ans, permettrait une réouverture du milieu par piétinement, donc création de conditions favorables à la germination de la Gentiane, suivie d'une période d'arrêt de la perturbation pour le développement des gentianes.

Enfin, FOUILLET & LHONORE (1998) proposent pour favoriser l'implantation de fourmilières de placer des solariums artificiels en bois ou en tuile plate avant l'essaimage.

V.4.2. Cap Fréhel

La population de gentianes du site 1 est très menacée par l'envahissement des bords de la mare par des saules. Une réouverture de cette cuvette, déjà préconisée à plusieurs reprises par J. LHONORE, est donc urgente.

La population d'Azuré des mouillères du site 2 semble cette année être d'une taille critique. Ceci est probablement directement dû à la très faible densité de Gentiane pneumonanthe en 1999 (31 gentianes recensées par QURIS, 1999) et en 2000 (48 gentianes le 18 août). Un fauchage des fougères qui commencent à recouvrir complètement la zone située

autour du transformateur est impératif, surtout si l'on considère la forte croissance des populations de cette espèce.

BIBLIOGRAPHIE

BERNARD F., 1968. Les Fourmis (Hymenoptera Formicidae) d'Europe occidentale et septentrionale. Faune de l'Europe et du bassin méditerranéen, Vol. 3. Masson, Paris. 411 p.

BOLTON B. & COLLINGWOOD C.A., 1975. Hymenoptera Formicidae. Handbooks for the identification of British insects, Vol. 6, Part 3(c). Royal Entomological Society of London, Londres. 33 p.

CHERIX D. & MADDALENA-FELLER C., 1988. De la fourmi domestique à la fourmi des bois, petit guide myrmécologique à travers la ville de Lausanne. Les cahiers de la forêt Lausannoise, Vol. 3. Musée cantonal de zoologie, Lausanne. 42 p.

COLOMBO J.B., 2000. Biologie de la conservation de Maculinea alcon D.&S. (Lepidoptera, Lycaenidae). Etude en Brenne des facteurs conditionnant le succès de sa reproduction. Mémoire de stage en entreprise, Maîtrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes. Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay. 21 p.

DESCIMON H. & NAPOLITANO M., 1990. L'étude quantitative des populations de Papillons (Lepidoptera). *Alexanor*, **16** : 413-426.

DE BISEAU J.-C. & COUVREUR J.-M., 1994. Fourmis (Formicidae). Faune de Belgique. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Bruxelles. 56 p.

FOUILLET P. & LHONORE J., 1998. Rapport sur deux Lépidoptères protégés en Côtes d'Armor : Euphydryas aurinia et Maculinea alcon alcon. Rapport de synthèse pour le Conseil Général des Côtes d'Armor. GRoupe d'Etude des Invertébrés Armoricains, Rennes. 48 p.

FRONTIER S. & PICHOD-VIALE D., 1998. Ecosystèmes : Structure, Fonctionnement et Evolution. Dunod, Paris. 447 p.

GEROUDET P., 1963. Les Passereaux, tome II : des mésanges aux fauvettes. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. 297 p.

GEROUDET P., 1965. Les Rapaces diurnes et nocturnes d'Europe. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. 415 p.

LHONORE J., 1998. Biologie, écologie et répartition de quatre espèces de Lépidoptères Rhopalocères protégés (Lycaenidae, Satyridae) dans l'Ouest de la France. Rapports d'études pour le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Vol. 2. Office Pour l'Information Eco-entomologique, Guyancourt. 80 p.

LOISON S., 1998. Suivi 1997 et contribution à l'étude des populations d'une espèce de Lépidoptère Rhopalocère protégé (Maculinea alcon), dans les landes de Lessay. Rapport de stage B.T.S. « Gestion des espaces naturels ». Centre Permanent d'Initiatives à l'Environnement du Cotentin, Lessay. 37 p.

LOUVEAUX A., ABBE P. & MAINGUET A.M., 2000. Observations préliminaires à une étude des interrelations Maculinea alcon, Gentiana pneumonanthe, Myrmica sp. dans le PNR de Brenne. Rapport préliminaire à l'étude 2000. Laboratoire Ecologie des Populations et des Communautés, Université de Paris Sud. 16 p.

MILLER P.L., 1995. Dragonflies. Naturalists' Handbooks 7. Richmond Publishing, Slough. 118 p.

QURIS O., 1999. L'Azuré des mouillères aux caps de Fréhel et d'Erquy : suivi des populations 1999. Rapport pour le Conseil Général des Côtes d'Armor. GRETIA, Rennes. 19 p.

STOECKEL S., MERCIER J.L., LOUVEAUX A., LHONORE J. & DUMEIGE B., 2000. Maculinea alcon (Lepidoptera, Lycaenidae) en Brenne. Analyse stationnelle des facteurs liés à la fourmi hôte Myrmica scabrinodis (Hymenoptera, Formicidae) pouvant conditionner le succès de sa reproduction. *In* Résumés du colloque « Biodiversité et Gestion des Invertébrés » Premières rencontres entomologiques du Centre le 28/10/2000, Orléans : p.3.

ANNEXES

Annexe 1 : Localisation des sites d'étude

Annexe 2 : Schéma du Camp de César (Cap d'Erquy)

Annexe 3 : Fiche de marquage

Annexe 4 : Fiche de recapture

Annexe 5 : Calendrier des activités

Annexe 6 : Fiche de Transect linéaire

Annexe 7 : Fiche de comptage d'œufs

Annexe 8 : Treillis de Fischer-Ford (Camp de César)

Annexe 9a : Schéma du site 1 (Cap Fréhel)

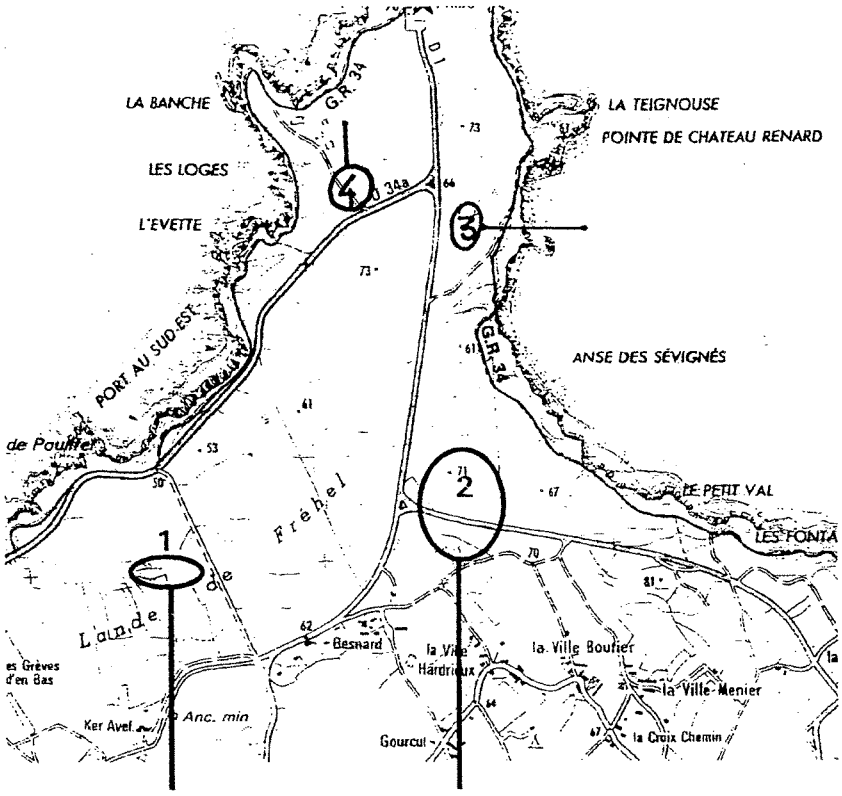
Annexe 9b : Schéma du site 2 (Cap Fréhel)

Annexe 9b' : Schéma du site 2' (Cap Fréhel)

Annexe 9c : Schéma du site 3 (Cap Fréhel)

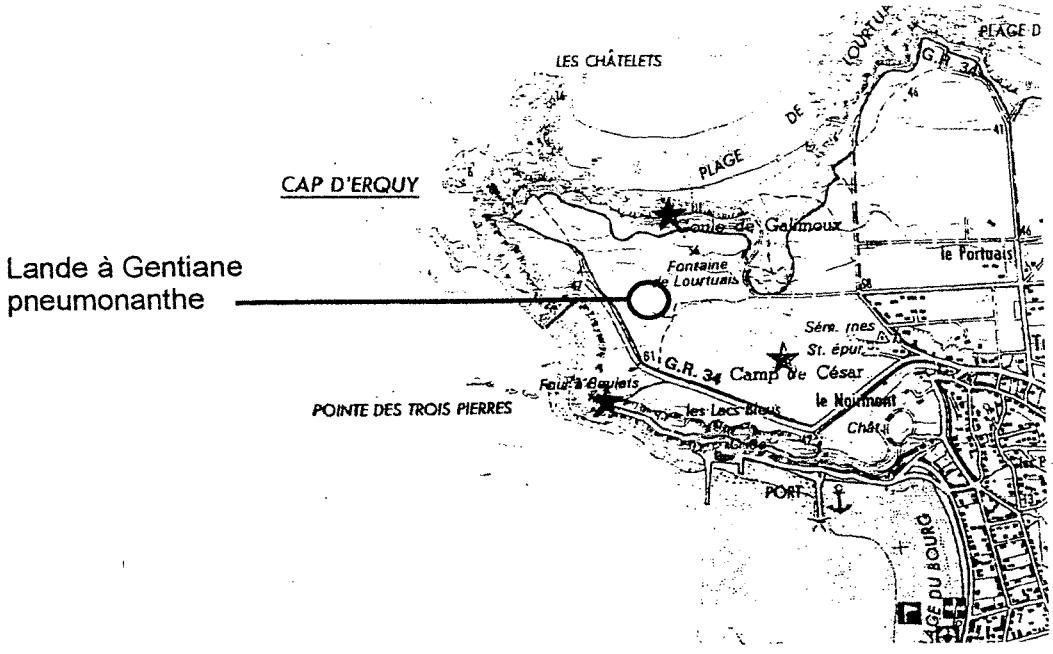
Annexe 9d : Schéma du site 4 (Cap Fréhel)

ANNEXE 1 : Localisation des sites d'étude



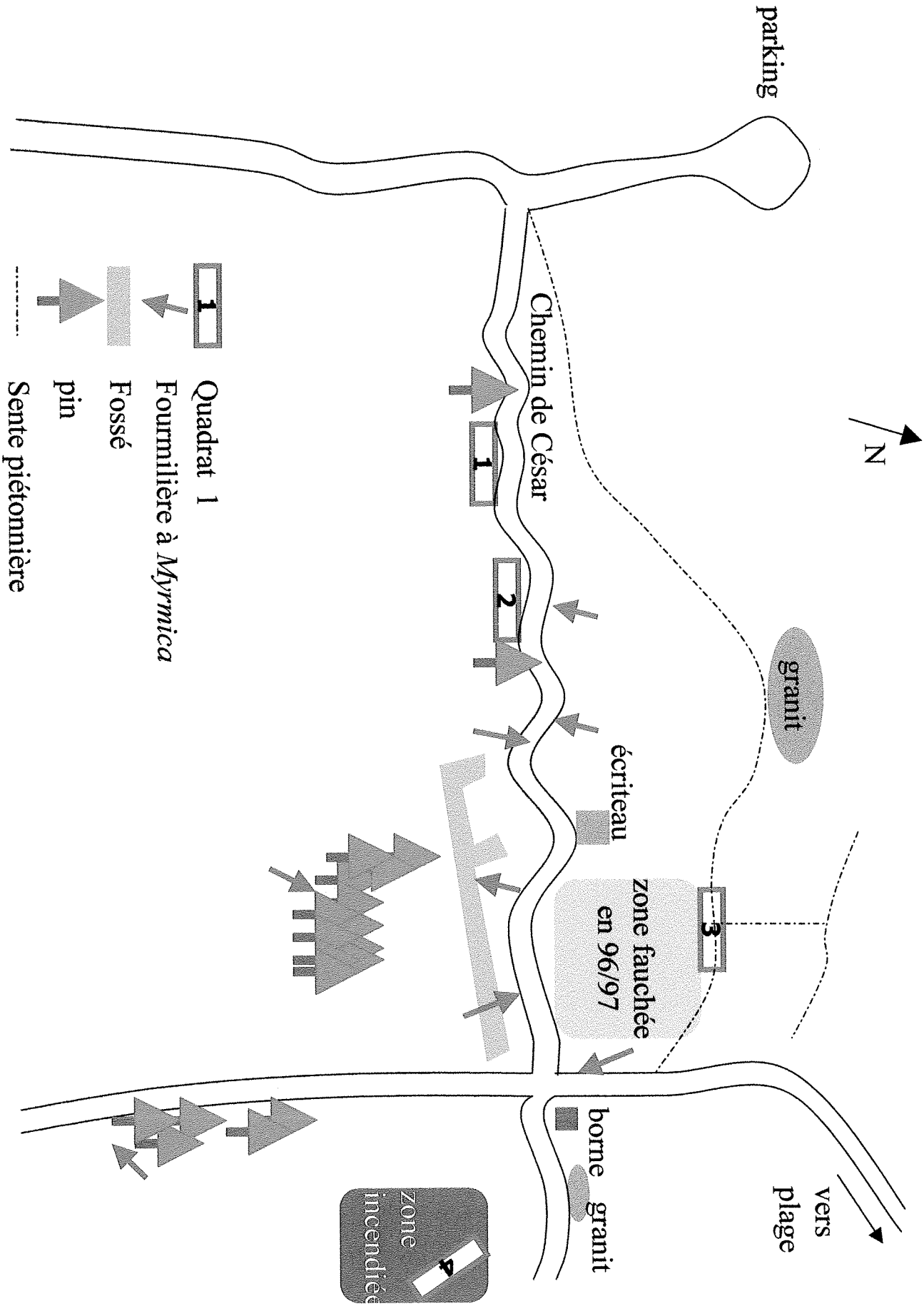
Landes à Gentiane pneumonanthe

Localisation des populations d'Azurés des mouillères des landes du Cap Fréhel.



Localisation de la population d'Azurés des mouillères

ANNEXE 2 : Schéma du Camp de César (Cap d'Erquy)



Marquage des papillons adultes : *Maculinea alcon*

Nom de l'observateur : J.Pétillon
Commune : Erquy
Site : Camp de César
Température ambiante :
Météo :

Code marquage :
Date :
Heure début :
Heure fin :
Durée totale obs. :

N° observ.	Heure	Mâle	Femelle	Fraîcheur	Météo	Marquage antérieur		Autres observations
						Aile	Couleur	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
Total :								

Annexe 3 : Fiche de marquage

Recapture des papillons adultes : *Maculinea alcon*

Nom de l'observateur : J.Pétillon
Commune : Erquy
Site : Camp de César
Température ambiante :
Météo :

Rappel du code :
Date :
Heure début :
Heure fin :
Durée totale obs. :

N° observ.	Heure	Mâle	Femelle	Fraîcheur	Météo	Non marqué	Marquage		Autres observations
							Aile	Couleur	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
Total :									

Annexe 4 : Fiche de recapture

ANNEXE 5 : Calendrier des activités

Date	Météo	Erquy				Sites 1 et 4		Sites 2 et 3	
		Prosp.	Gent.	Capture	Recapture	Prosp.	Line Transect	Prosp.	Line Transect
17-juil-00	ensoleillé ; vent assez fort	oui							
18-juil-00	ensoleillé ; vent faible	oui							
19-juil-00	ensoleillé ; vent faible	oui							
20-juil-00	ensoleillé ; vent faible	oui		*10h-12h*	*15h-17h*				
21-juil-00	ensoleillé ; vent faible					oui		oui	
22-juil-00	ensoleillé, puis nuageux ; vent fort	oui				oui		oui	
23-juil-00	ensoleillé ; vent assez fort	oui		*10h-12h*	*15h-17h*				
24-juil-00	fortes précipitations								
25-juil-00	fortes précipitations								
27-juil-00	nuageux, avec précipitations					oui	*14h-16h*	oui	
28-juil-00	variable, avec précipitations	oui		*10h-12h*	*15h-17h*				
29-juil-00	variable ; vent assez fort							oui	*14h-16h*
30-juil-00	variable ; vent assez fort	oui		*10h-12h*	*15h-17h*				
31-juil-00	ensoleillé ; vent faible		oui						
01-août-00	nuageux ; vent assez fort					oui	*14h-16h*		
02-août-00	nuageux ; vent fort	oui		*10h-12h*	*15h-17h*				
03-août-00	variable ; vent fort	oui		*10h-12h*	*15h-17h*				
04-août-00	ensoleillé ; vent assez fort	oui						oui	*14h-16h*
05-août-00	ensoleillé ; vent faible	oui	oui						
06-août-00	nuageux puis ensoleillé	oui		*10h-12h*	*15h-17h*				
07-août-00	nuageux ; vent faible					oui	*14h-16h*		
08-août-00	nuageux ; vent assez fort	oui		*11h-13h*	*15h-17h*				
09-août-00	ensoleillé ; vent faible	oui	oui						
10-août-00	nuageux ; vent faible							oui	*14h-16h*
11-août-00	ensoleillé ; vent assez fort	oui		*12h-14h*	*16h-18h*				
13-août-00	variable, avec précipitations	oui	oui						
14-août-00	nuageux ; vent fort					oui	*14h-16h*		
15-août-00	ensoleillé, puis nuageux ; vent assez fort	oui		*12h-14h*	*16h-18h*				
16-août-00	variable ; vent assez fort	oui	oui						
17-août-00	nuageux ; vent assez fort							oui	*14h-16h*
18-août-00	ensoleillé, puis nuageux		oui					oui	

Annexe 6 : Fiche de Transect linéaire

Méthode du Line Transect

Observateur : J.Pétillon	Heure début :
Commune : Fréhel	Heure fin :
Site :	Durée totale :
Date :	Météo :
Température ambiante :	

	Maculinea alcon			
N°	Sexe	Tronçon	Gauche	Droite
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
Total :				

Annexe 7 : Fiche de comptage d'oeufs

Comptage des œufs sur les pieds de *Gentiana pneumonanthe*

Nom de l'observateur : J.Pétillon
Commune :
Site :
Température ambiante

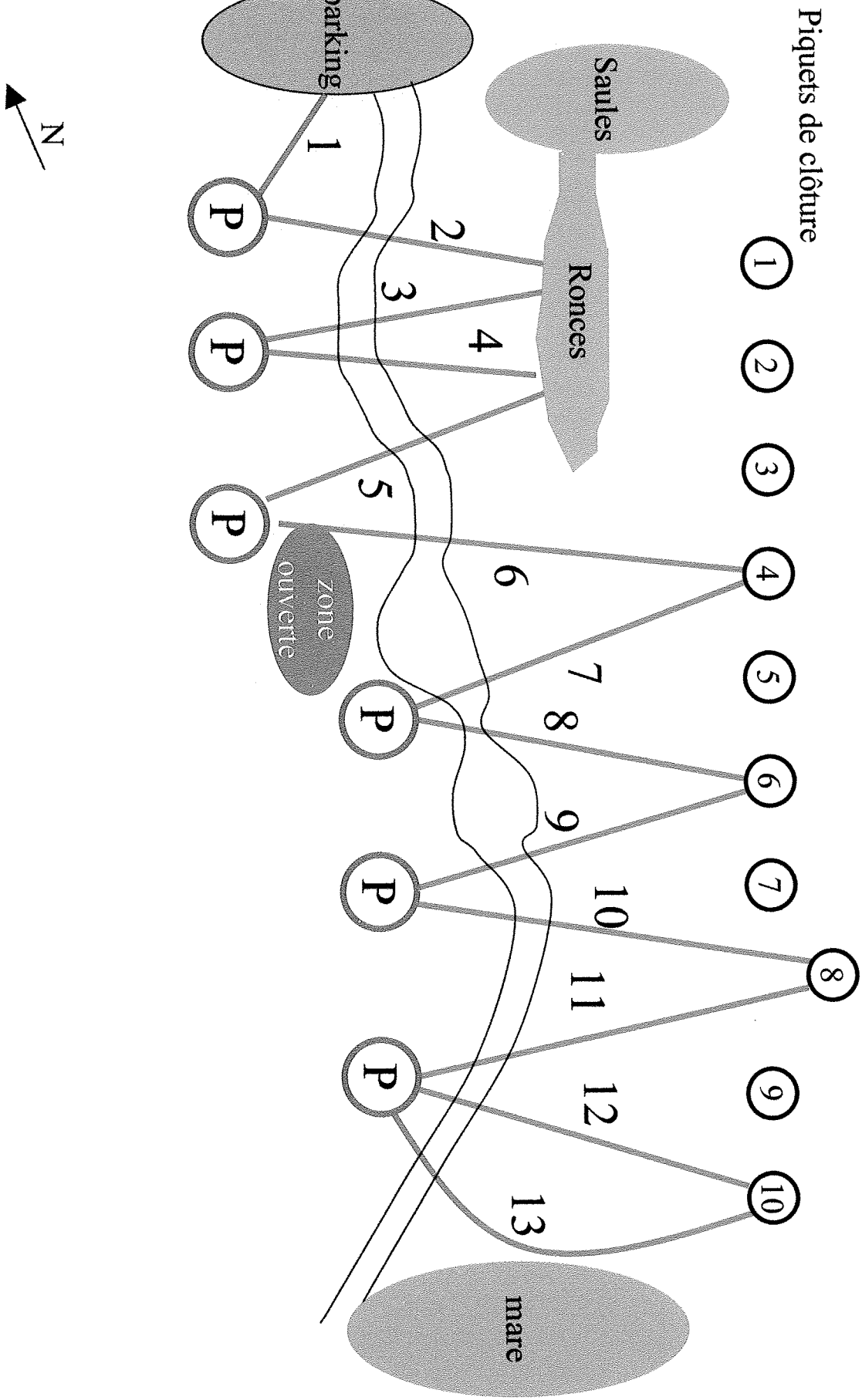
Date :
Heure début :
Heure fin :
Durée totale :

N° tige	Hauteur tige (cm)	Sur feuilles	Sur boutons floraux		Sur fleurs épanouies			Sur fleurs sêchées			Total par pied		Autres observations
		Nb œufs	Nb boutons	Nb oeufs	Nb fleurs	Nb œufs	Nb trous	Nb fleurs	Nb œufs	Nb trous	Nb œufs	Nb trous	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
Total:													

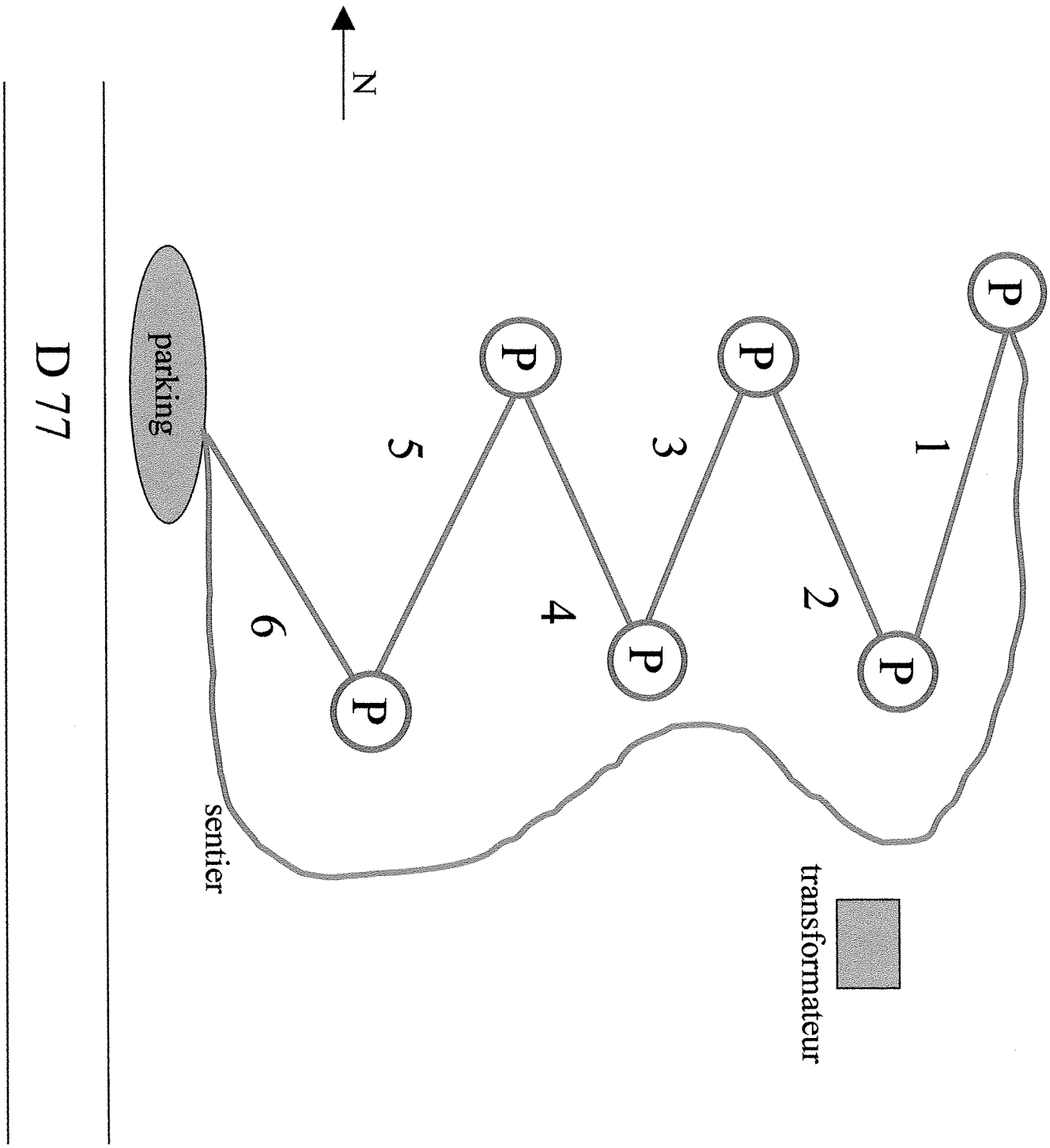
ANNEXE 8 : Treillis de Fischer-Ford (Camp de César)

20/07	23/07	28/07	30/08	02/08	03/08	06/08	08/08	11/08	15/08
1♀	0	3♀	0	1♀+1♂	1♀+3♂	2♀+7♂	7♀+5♂	13♀+12♂	9♀+5♂
				1♂	1♂	1♀+1♂	3♀	1♀+5♂	
					1♂	1♂	1♀		
							1♀		

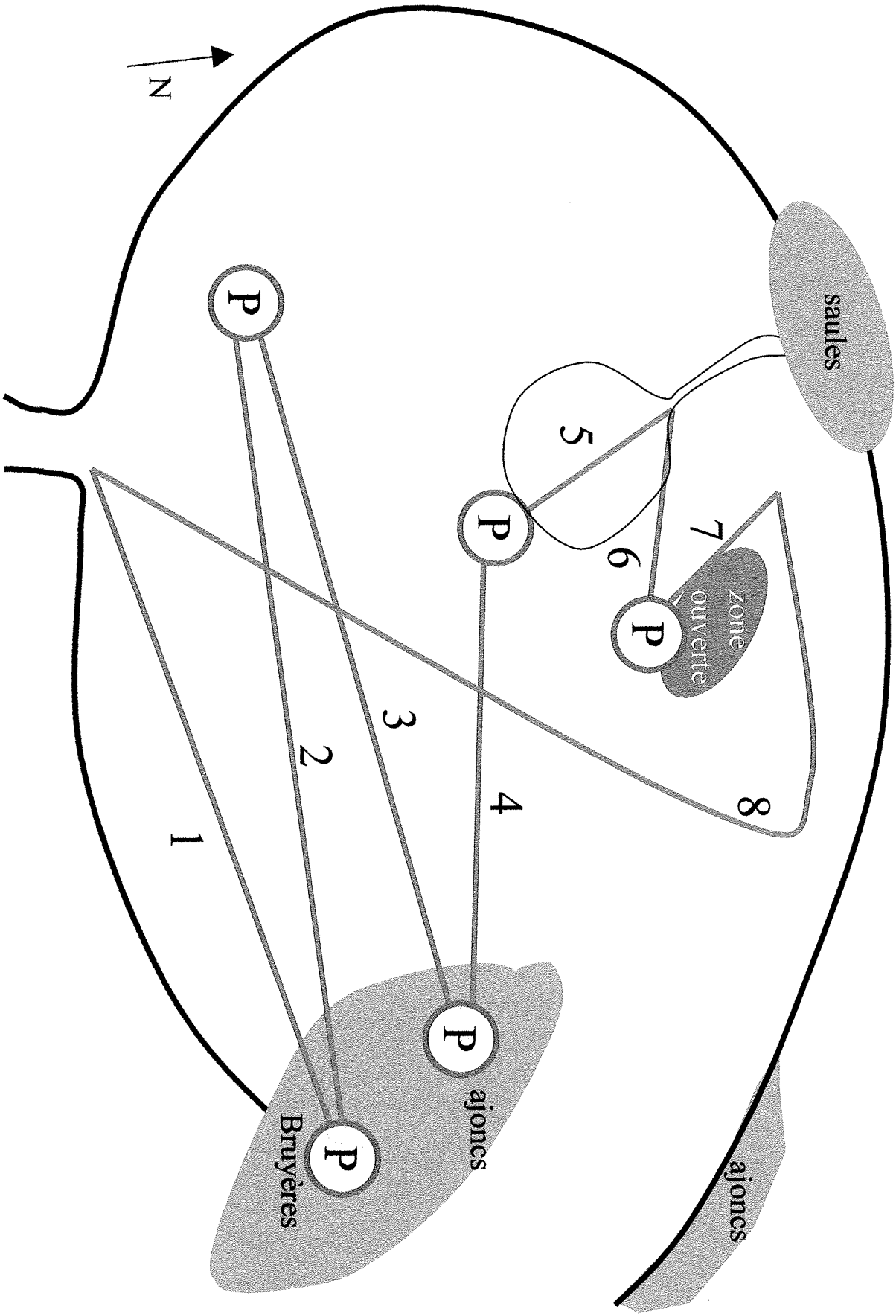
ANNEXE 9a : Schéma du site 1 (Cap Fréhel)



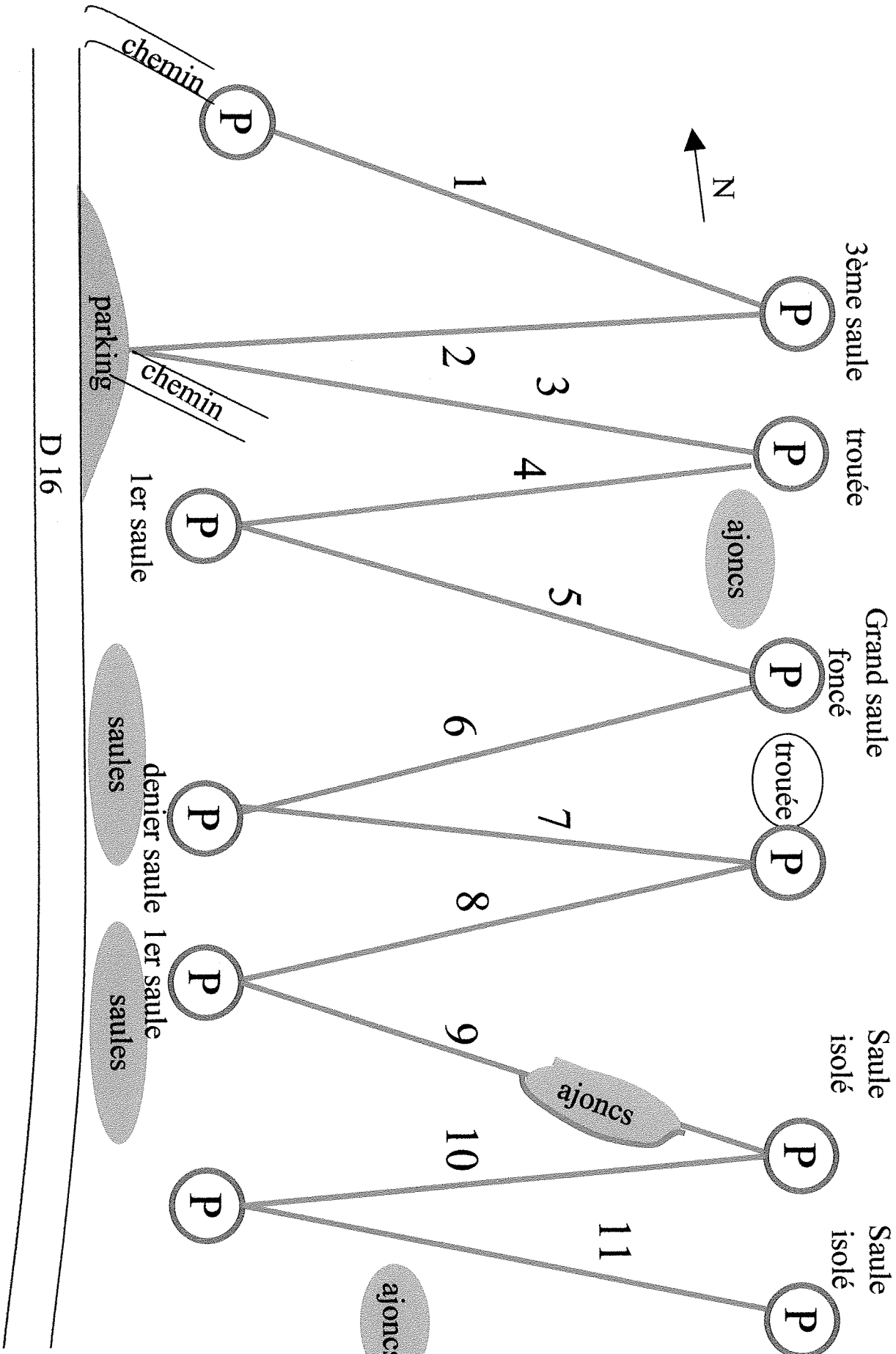
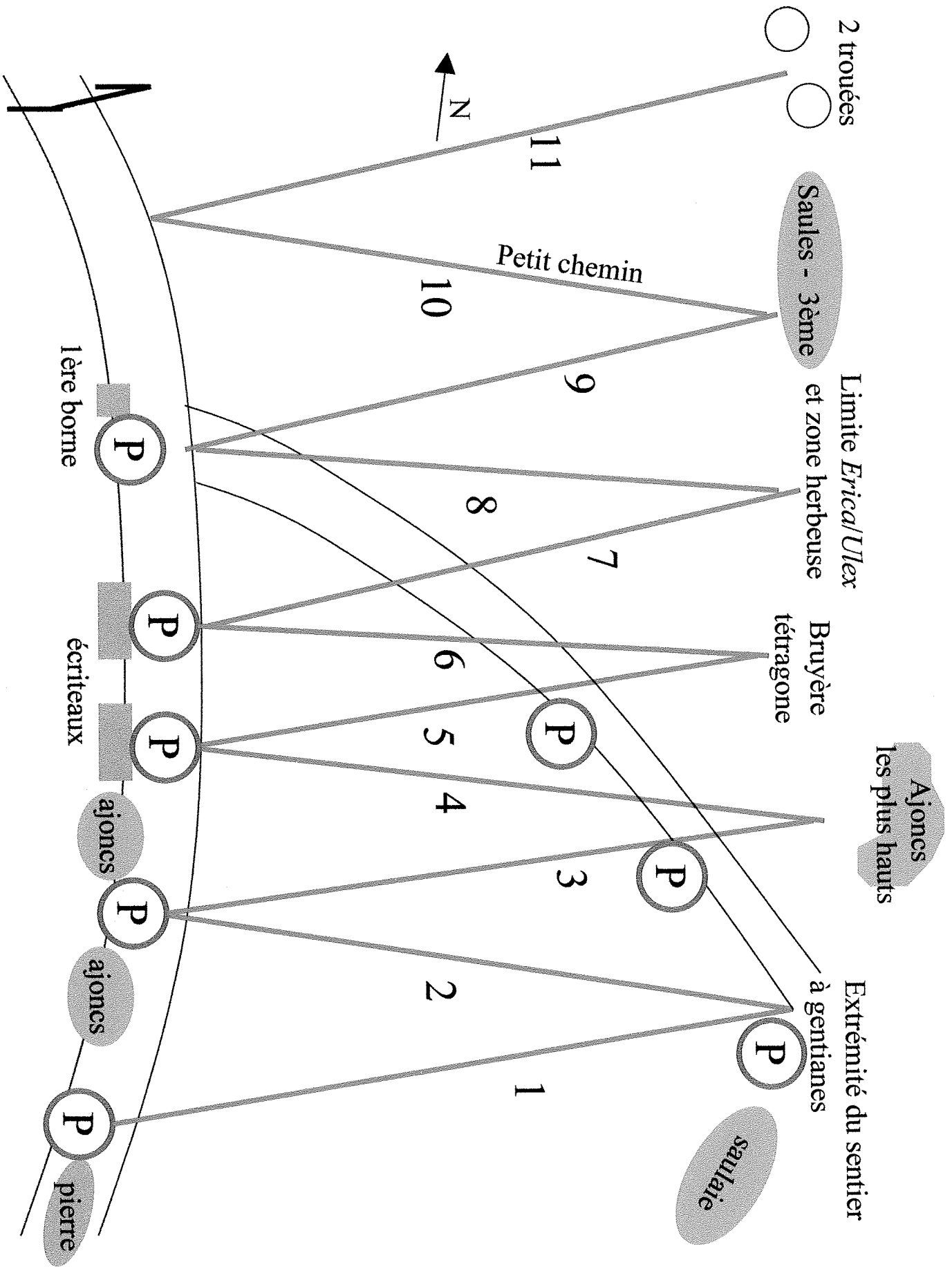
ANNEXE 9b : Schéma du site 2 (Cap Fréhel)



ANNEXE 9b' : Schéma du site 2' (Cap Fréhel)



ANNEXE 9c : Schéma du site 3 (Cap Fréhel)



ANNEXE 9d : Schéma du site 4 (Cap Fréhel)