

- 50 Rasmont, P., 1993.** Méthodologie et outillage de la cartographie écologique des invertébrés. pp.28-50 *in*: J.Lhonoré, H.Maurin, R.Guilbot & P.Keith, *Comptes-rendus du séminaire sur l'inventaire et la cartographie des invertébrés comme contribution à la gestion des milieux naturels français*, S.F.F., Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 214 pp.

# MÉTHODOLOGIE ET OUTILLAGE DE LA CARTOGRAPHIE ÉCOLOGIQUE DES INVERTÉBRÉS

par Pierre RASMONT

Laboratoire de Zoologie  
Université de Mons-Hainaut  
Avenue Maistriau  
B-7000 Mons (Belgique)

**Résumé :** La cartographie écologique est une technique nécessitant peu de moyens matériels. Par contre, elle requiert des investissements très lourds en temps de travail. L'auteur examine les difficultés et chausse-trapes des études de cartographie écologique.

Parmi les principales pierres angulaires de ce type d'étude, on relève :

- l'organisation d'un réseau de correspondants locaux ou régionaux en collaboration avec une banque de données institutionnelle ;
- la publication de documents de base en langue française ;
- la nécessité du respect rigoureux d'un code de déontologie respectant la propriété intellectuelle ;
- l'informatisation la plus poussée possible des données ;
- une organisation extrêmement rigoureuse du logiciel en ce qui concerne les contraintes d'intégrité ;
- la recherche d'une standardisation poussée des fichiers et des documents cartographiques
- un "feed-back" encourageant pour les correspondants.

Parmi les obstacles majeurs aux opérations de cartographie écologique, on peut distinguer les suivants:

- la tendance générale à une sous-estimation considérable des contraintes citées plus haut et de la complexité de l'organisation nécessaire ;
- l'indifférence ou même, le cas échéant, l'hostilité des autorités administratives, économiques ou politiques ;
- la totale méconnaissance du grand public envers les techniques d'inventaire biogéographique ;
- les diverses législations et règlements de "conservation de la nature" qui compliquent ou interdisent le travail du biogéographe sur le terrain, sans pour autant freiner les implantations touristiques ou de loisir.

Cette dernière catégorie d'obstacles est particulièrement dangereuse car elle peut servir d'instrument pour une politique délibérée ou inconsciente de désinformation écologique.

**Mots-clés :** Cartographie écologique, conservation des espèces échantillonnage.

## INTRODUCTION

Le travail du biogéographe, ou de l'écologue de terrain est largement méconnu du grand public. Pour la plupart, les scientifiques qui pratiquent ce type d'étude ont l'apparence de personnages folkloriques. Actifs et curieux, ils parcourent les paysages avec un filet à papillons ou d'autres pièges biscornus mais ils n'arrivent pas à la "vraie" connaissance. Pour d'autres, ceux qui sont assidus aux émissions de télévision naturalistes, les écologistes de terrain sont des explorateurs sans peur et sans reproche, dénonçant sans relâche les braconniers, les chasseurs de baleine et les pollueurs.

Combien ont une vue un tant soit peu réaliste de ce type d'étude? Probablement moins d'une dizaine de milliers de personnes pour toute l'Europe française.

Beaucoup d'entre nous ont déjà passé du temps au détour d'un fossé à expliquer leur travail à des badauds plus ou moins ébahis. Dans la plupart des cas, aucun de ces badauds n'avaient jamais imaginé que ce type d'étude existât. Nous avons pris l'habitude de devoir répondre à une question universelle : "A quoi ça sert?".

Je vais essayer de répondre ici à cette question. Je vais aussi tenter de chiffrer les coûts réels d'une enquête de cartographie écologique. Il sera utile de définir les étapes les plus coûteuses et les facteurs limitants de ce type d'études. Ces passages obligés nous permettront de fixer les facteurs auxquels les biogéographes devront toujours être attentifs pour maximiser la rentabilité socio-économique de leur travail. Enfin, je passerai rapidement en revue, les obstacles épistémologiques que nous rencontrons auprès du public, des administrations, des investisseurs.

## 1. POURQUOI LA CARTOGRAPHIE ÉCOLOGIQUE ?

Il existe en Europe française environ 50.000 espèces animales, dont plus de 90% d'invertébrés. La plupart n'ont pas de nom vernaculaire de telle sorte que ces animaux n'existent pas pour le grand public.

Notre monde occidental évalue tout objet en terme d'utilité ou de nuisibilité. On connaît depuis longtemps la nuisibilité de certains invertébrés, justifiant ainsi leur étude. Toutefois, ce n'est que depuis peu qu'on se rend compte de l'utilité de beaucoup d'espèces. Malgré que les biologistes aient contesté depuis longtemps ce manichéisme écologique, le public et les agents économiques conservent ce schéma. C'est donc aussi dans des termes utilitaristes qu'il nous faut justifier les moyens scientifiques consentis.

La cartographie écologique est bien souvent le premier stade de la constitution rapide d'un corpus de connaissances consacrées à un taxon. On peut subdiviser l'utilité de cette discipline en 6 grandes catégories:

- (1.) La première utilité de la cartographie écologique est l'évaluation des richesses du territoire. Elle permet de détecter, parmi la diversité des espèces du territoire, celles qui pourraient avoir un quelconque intérêt économique. C'est une utilité de type "prospection géologique".

Parmi les succès de ce type de démarche, il faut citer la domestication récente de *Bombus terrestris*. Ce bourdon n'a pu être domestiqué que parce que, en plus des études éthologiques de longue date, le Dr.R.de JONGHE et moi-même avons découvert des populations méditerranéennes particulières, et cela à l'occasion de la surveillance des bourdons de France et de Belgique (RASMONT, 1988). *Bombus terrestris* est maintenant utilisé dans toutes les cultures sous verre (plusieurs milliers d'ha). Il procure du travail à plusieurs centaines de personnes avec un chiffre d'affaire qui représente plus de 50 millions de FF.

- (2.) Une deuxième utilité de la cartographie écologique du territoire est de type "météorologique". La régression ou l'expansion anormale d'une espèce, même discrète, peut être le premier signe d'un phénomène de grande gravité.

La découverte, par J.-P.LUMARET de la toxicité pour les bousiers d'une nouvelle famille d'helminthocides du bétail (ivermectines et dérivés) est un exemple de ce type d'utilité (LUMARET *et al.*, sous presse). Si personne n'avait surveillé les bousiers lors de l'introduction de cette gamme de produits, il est possible qu'on ne se serait rendu compte de leur rôle néfaste qu'après une catastrophe écologique majeure : une disparition des bousiers entraînerait de très fortes réductions de la productivité des pâtures et des parcours à bestiaux.

- (3.) Une troisième utilité est la surveillance des épidémies ou épizooties infectieuses transmises par des agents animaux.

Cette utilité semble bien mal appréciée de nos jours. A-t-on affecté des ressources financières et humaines significatives à la surveillance des tiques vecteurs de la Maladie de Lyme en Belgique? Un programme de surveillance des Phlébotomes vecteurs de la Leishmaniose a-t-il été lancé à la suite à la forte recrudescence de cette maladie dans les PACA? Les réponses sont, hélas, décourageantes.

- (4.) Une quatrième utilité, probablement la mieux connue est la surveillance des animaux nuisibles à l'agriculture, avec avertissements des dégâts. C'est ici que les résultats les plus spectaculaires existent. Toutefois, le grand public en est fort mal informé.

- (5.) Une cinquième utilité, majeure, est celle de la valorisation du patrimoine. Il est net qu'un patrimoine dont l'inventaire est connu et évalué est plus précieux que celui dont les ressources sont inconnues. Cette valorisation tend à produire des retombées économiques de type symbolique (image de marque d'un pays) ou de type touristique. Parmi les touristes qui viennent en France et participent à ce secteur économique florissant, beaucoup choisissent ce pays pour y pratiquer une activité

- (6.) Enfin, l'utilité ultime de la cartographie écologique est à raccrocher à l'avancement du savoir humain. Il n'est pas concevable que des pans de la science soient trop en retard. Même des taxons a priori sans utilité et sans valeur démonstrative ou pédagogique doivent faire l'objet d'études. On peut tolérer que seule une faible fraction des ressources scientifiques leur soit consacrée mais ils ne peuvent rester "*terra incognita*".

## **2. MÉTHODOLOGIE DE LA CARTOGRAPHIE ÉCOLOGIQUE**

On peut réduire les méthodes de surveillance biogéographique à quatre grandes familles.

- (1.) Enquêtes par méthodes cartographiques :  
Ce sont les enquêtes requérant l'utilisation de méthodes classiques de cartographie : topographie, photogrammétrie, télédétection. Ces méthodes ont surtout été utilisées pour la cartographie des végétations ou des cultures. En général, elles ne sont pas utilisables pour la cartographie des espèces et sont tellement chères que seules de grandes institutions nationales peuvent en prendre l'initiative à l'occasion de programmes prioritaires d'aménagement du territoire.
- (2.) Enquêtes publiques :  
J'entends par là une surveillance d'espèces au moyen d'une enquête parmi le grand public en employant les médias majeurs traditionnels. Les enquêteurs sont dans ce cas des personnes n'ayant aucune compétence particulière.
- (3.) Enquêtes institutionnelles :  
Ce sont les surveillances d'espèces organisées par une institution : Secrétariat de la Faune et de la Flore, Fédération des Banques de Données Biogéographiques de Belgique, laboratoire universitaire, etc... L'enquête est pratiquée grâce aux collectes et observations des espèces sur le terrain par le personnel rémunéré des institutions.
- (4.) Enquêtes indépendantes :  
Il s'agit là de surveillances d'espèces organisées et pratiquées par des personnes morales ou physiques non rémunérées (amateurs). Les enquêteurs sont des personnes bénévoles compétentes travaillant durant leurs loisirs.

## **3. ESTIMATION DU COÛT D'UNE ENQUÊTE**

### **3.1. Enquêtes par méthodes cartographiques :**

Le premier type d'enquête peut être écarté du présent propos. Ces enquêtes ne permettent pas la cartographie d'espèces, sauf dans des cas très limités.

### **3.2. Enquêtes publiques :**

On imagine souvent que le grand public peut fournir une aide considérable à des enquêtes de cartographie d'espèces. J'en ai déjà rêvé : si chaque maire de France et de Belgique m'envoyait ne fut-ce qu'un seul bourdon collecté dans sa commune, je recevrais 38.000 spécimens avec une couverture géographique exceptionnelle. Toutefois, comme seuls des personnes inexpérimentées participeraient à une telle enquête, on pourrait s'attendre à ce que seules les espèces banales et plus ou moins synanthropes soient collectées.

En 1980-1982, C.DELMOTTE a ainsi pris contact avec une grande partie des casernes de pompiers de Belgique. A chaque intervention pour l'enlèvement d'un nid de guêpes, ces derniers ont accepté de ranger quelques spécimens dans une enveloppe et de les transmettre à Gembloux. L'enquête eut quelques succès et, très rapidement, environ 2000 colonies furent reçues. Il s'agissait presque exclusivement des espèces *Vespula vulgaris*, *Vespula germanica* et de quelques *Dolichovespula sylvestris* et *D.saxonica*. Aucune *Polistes* ne fut envoyée. L'enquête n'eut pour intérêt que de confirmer la rareté momentanée du frelon en Belgique et les très fortes densités de nids dans les agglomérations (7 nids/ha enlevés dans la ville de Namur) (LECLERCQ *et al.*, 1984).

Les résultats d'une enquête publique seront donc a priori décevants et ne pourront que très exceptionnellement être utiles.

### 3.3. Enquêtes institutionnelles ou professionnelles :

C'est probablement cette méthode d'enquête qui est la plus répandue.

A l'intérieur d'une institution, un scientifique juge intéressant de pratiquer une enquête menant à la cartographie écologique d'un groupe d'espèces. Il exécute lui-même les collectes sur le terrain. Il complète son information d'une étude exhaustive des données de la littérature et du matériel conservé dans les musées et les collections privées. Il dispose du temps qui lui est laissé par ses besoins administratifs ou pédagogiques. Ses fonctions lui donnent accès à des moyens informatiques corrects. En outre, ses nombreux contacts à l'étranger lui permettent d'étendre une part importante de son étude au delà des frontières. Comme il est obligé de publier pour obtenir des crédits, ses publications seront nombreuses et on peut s'attendre à la parution d'un ou plusieurs ouvrages de synthèse de portée générale.

Voici une estimation du coût des données de bourdons, objets d'une enquête en cours (les salaires pris en compte correspondent au barème belge ; les charges patronales y sont très élevées).

#### (1.) Collectes personnelles

##### (1.1.) Coût de la collecte sur le terrain

50 à 100 km parcourus par jour (75km en moyenne) à 1,2*75 FF/km .....	90 FF
1 jour de salaire d'assistant à 700 FF/jour (brut).....	700 FF
soit .....	790 FF
50 à 100 spécimens collectés par jour (75 de moyenne)	
soit .....	<b><u>10,53 FF/bourdon</u></b>

Les bourdons ne peuvent être collectés efficacement au moyen de pièges. Le seul moyen est de les capturer au filet sur les fleurs. Cela permet aussi d'associer des informations sur les fleurs butinées.

##### (1.2.) Coût de la mise en collection

rédaction des notes de récoltes, 1000 bourdons/jour .....	0,70 FF/bourdon
amortissement matériel informatique* (1 jour à 10FF).....	0,01 FF/bourdon
piquage des insectes, 500 bourdons/jour .....	1,4 FF/bourdon
confirmation de l'identification, 300 bourdons/jour .....	2,33 FF/bourdon
rangement (100FF pour une boîte de 200 bourdons).....	0,50 FF/bourdon
soit .....	<b><u>4,94 FF/bourdon</u></b>

\* amortissement matériel informatique : 1 ordinateur + 1 imprimante (ca 12.000FF), durée de vie 4 ans, utilisation 300 jours par an soit 10 FF/jour

#### (2.) Matériel de musée

##### (2.1.) Coût de l'identification

En travaillant 12h, je peux identifier, étiqueter et fichier 100 bourdons/jour,	
soit.....	<b><u>7,00 FF/bourdon</u></b>

##### (2.2.) Coût des déplacements

Le déplacement dans les musées, les colis et le logement sont des frais très variables et difficile à évaluer. Je peux généraliser que chaque 1000 bourdons m'a obligé à un déplacement d'au moins une journée et une nuit à un musée, par exemple à Paris ;

- 1 nuit et un repas (300 FF): .....	0,30 FF/bourdon
- 1 trajet aller-retour en voiture (600*1,2 km à 1,2 FF/km, soit 720 FF): .....	0,72 FF/bourdon

On peut faire quelques économies en se faisant envoyer du matériel par la poste mais alors les colis coûtent un prix prohibitif. Il est plus rentable et plus sûr d'organiser soigneusement des déplacements.

Soit .....	<b><u>8,02 FF/bourdon</u></b>
------------	-------------------------------

(3.) Matériel de correspondants

De bons correspondants amateurs envoient des données personnelles. On pourrait imaginer que ces données sont gratuites mais c'est une simplification abusive (voir plus loin),

soit (données collectées dans la nature) ..... **7,18 FF/bourdon**

Quant aux données fournies par les correspondants professionnels sur la base de leurs propres collectes, j'utilise une estimation semblable au coût de mes propres données.

(4.) Données issues de la littérature

Une simple relecture est nécessaire (500 données relues par jour) soit..... **1,40 FF/bourdon**

(5.) Saisie et gestion des données

(5.1.) Saisie des données

Une bonne dactylographe, dotée d'un logiciel *ad hoc* (Microbanque Faune-Flore) saisit à mon laboratoire les données concernant 40000 spécimens/an à raison d'un tiers-temps (50000 FF/an) ..... 1,20 FF/bourdon

Amortissement matériel informatique..... 0,02 FF/bourdon

(5.2.) Gestion des données

Nécessité de relire soi-même le fichier obtenu

(500 spécimens/jour) ..... 1,40 FF/bourdon

Soit au total ..... **2,62 FF/bourdon**

(6.) Coût synthétique des données de professionnels

Coût moyen de l'information recueillie sur le terrain

$10,53 + 4,94 + 2,62 = \dots\dots\dots 18,09$  FF/bourdon (a.)

Coût moyen de l'information recueillie dans les musées

$8,02 + 2,62 = \dots\dots\dots 10,64$  FF/bourdon (b.)

Coût moyen de l'information issue de correspondants amateurs (collectes sur le terrain).....  $7,18 = 7,18$  FF/bourdon (c.)

Coût moyen de l'information extraite de la littérature

$1,40 + 2,62 = \dots\dots\dots 4,02$  FF/bourdon (d.)

(7.) Exemple de coût global d'une enquête sur les bourdons de France et de Belgique :

Données de type a:39.440	spécimens, soit 713.470 FF	50,8%
Données de type b:54.981	spécimens, soit 584.998 FF	41,7%
Données de type c: 4.880	spécimens, soit 35.038 FF	2,5%
Données de type d:17.495	spécimens, soit 70.330 FF	5,0%
Grand total	116.796 spécimens	1.403.836 FF
Coût moyen par spécimen :		12,02 FF

**3.4. Enquêtes indépendantes ou d'amateurs :**

Un grand nombre d'enquêtes sont entreprises par des amateurs ou par de petites associations sans but lucratif, en tout cas avec le seul appui de bénévoles.

Ce genre d'enquête bénéficie de peu de subsides. Les contacts internationaux des participants sont réduits. Il en résulte que, la plupart du temps, l'enquête se limitera au territoire national. Le nombre de publications sera réduit. Enfin, la production d'ouvrages de synthèse sera peu probable.

Quelles sont les différences entre le prix de revient d'une données d'amateur et d'une donnée de professionnel?

On pourrait estimer que le travail d'amateur est par essence gratuit. Ce n'est pas le cas. Ce travail est exécuté en guise de loisir mais le temps consacré aux travaux de biogéographie ne le

sera pas à des tâches domestiques diverses dont certaines sont très rentables (mécanique automobile, plomberie, peinture, menuiserie, jardinage, petit élevage). Ces travaux nécessaires devront alors être exécutés par un homme de métier, avec un coût élevé. Je vais partir de l'idée que le travail de loisir coûte le quart du travail professionnel, soit 170 FF/jour.

L'utilisation d'ordinateur et d'instruments d'optique sera tout aussi nécessaire que pour un professionnel. Toutefois, l'amortissement sera beaucoup plus lourd. Il est hors de question d'imaginer, par exemple, qu'un ordinateur soit utilisé 300 jours complets par an comme je l'ai calculé précédemment. 50 jours par an doivent être considérés comme un maximum, soit un amortissement de 60 FF/jour. En outre, alors que l'amortissement du matériel optique pour le professionnel est négligeable (la durée de vie d'une loupe binoculaire est de plus de 25 ans), pour un amateur, l'immobilisation de capital est grande. La loupe la moins chère coûte environ 7.000 FF. Pour un amateur, le coût des déplacements est identique à celui des professionnels

Estimons le coût hypothétique des données de bourdon issue d'amateur.

(1.) Collectes personnelles

(1.1.) Coût de la collecte sur le terrain

50 à 100 km parcourus par jour (75 km en moyenne) à 1,2\*75 FF/km..... 90 FF  
 1 jour de travail à 170 FF/jour..... 170 FF  
 soit ..... FF  
 50 à 100 spécimens collectés par jour (75 de moyenne)  
 soit..... **3,47 FF/bourdon**

(1.2.) Coût de la mise en collection

rédaction des notes de récoltes, 1000 bourdons/jour ..... 0,17 FF/bourdon  
 amortissement matériel informatique\* (1 jour à 10FF)..... 0,06 FF/bourdon  
 piquage des insectes, 500 bourdons/jour ..... 0,34 FF/bourdon  
 confirmation de l'identification, 300 bourdons/jour ..... 0,57 FF/bourdon  
 rangement (100FF pour une boîte de 200 bourdons)..... 0,50 FF/bourdon  
 soit..... **1,64 FF/bourdon**

\* amortissement matériel informatique : 1 ordinateur + 1 imprimante (ca12.000FF), durée de vie 4 ans, utilisation 50 jours par an soit 60 FF/jour

(2.) Matériel de musée

(2.1.) Coût de l'identification

En travaillant 12h/jour, on peut identifier, étiqueter et fichier 100 bourdons,  
 soit..... 1,70 FF/bourdon

(2.2.) Coût des déplacements

Un déplacement dans les musées, avec logement, par 1000 bourdons, par exemple à Paris ;

- 1 nuit et un repas (300 FF): ..... 0,30 FF/bourdon  
 - 1 trajet aller-retour en voiture  
 (600\*1,2 km à 1,2 FF/km, soit 720 FF) :..... 0,72 FF/bourdon  
 Soit..... **2,72 FF/bourdon**

(5.) Saisie et gestion des données

(5.1.) Saisie des données

Un amateur sera très certainement moins performant qu'une dactylographe toutefois, il aura tendance à faire moins d'erreurs. J'estime son travail au quart du coût de celui de la dactylo, soit..... 0,30 FF/bourdon  
 Amortissement matériel informatique..... 1,20 FF/bourdon

(5.2.) Gestion des données

Nécessité de relire soigneusement soi-même le fichier obtenu (300 spécimens/jour)  
 ..... 0,57 FF/bourdon  
 Soit au total ..... **2,07 FF/bourdon**

(6.) Coût synthétique de l'information d'amateurs

Coût moyen de l'information recueillie sur le terrain par les amateurs

$3,47 + 1,64 + 2,07 = \dots\dots\dots 7,18$  FF/bourdon (a.,c.)

Coût moyen de l'information recueillie dans les musées par les amateurs

$2,72 + 2,07 = \dots\dots\dots 4,79$  FF/bourdon (b.,d.)

(7.) Coût hypothétique de l'enquête sur les bourdons de France et de Belgique

On peut rêver de ce qu'aurait coûté l'inventaire des bourdons de France et de Belgique s'il avait été entièrement réalisé par des amateurs.

Données de type a :	39.440 spécimens, soit	283.179 FF	42,6%
Données de type b :	54.981 spécimens, soit	263.359 FF	39,6%
Données de type c :	4.880 spécimens, soit	35.038 FF	5,3%
Données de type d :	17.495 spécimens, soit	83.801 FF	12,6%
-----			
Grand total	116.796 spécimens	665.377 FF	
Coût moyen par spécimen :	5,70 FF		

Il est donc clair que, si elle avait été possible, une enquête entièrement indépendante aurait coûté beaucoup moins cher : 2 fois moins selon la présente estimation grossière (figures 1 et 2).

**Conclusion n°1 : les données coûtent très cher.**

**Conclusion n°2 : l'intégration d'amateurs dans un réseau permet de réduire notablement le coût des données.**

Figure 1. Ventilation des coûts pour une donnée élémentaire de bourdon. Coût réel.

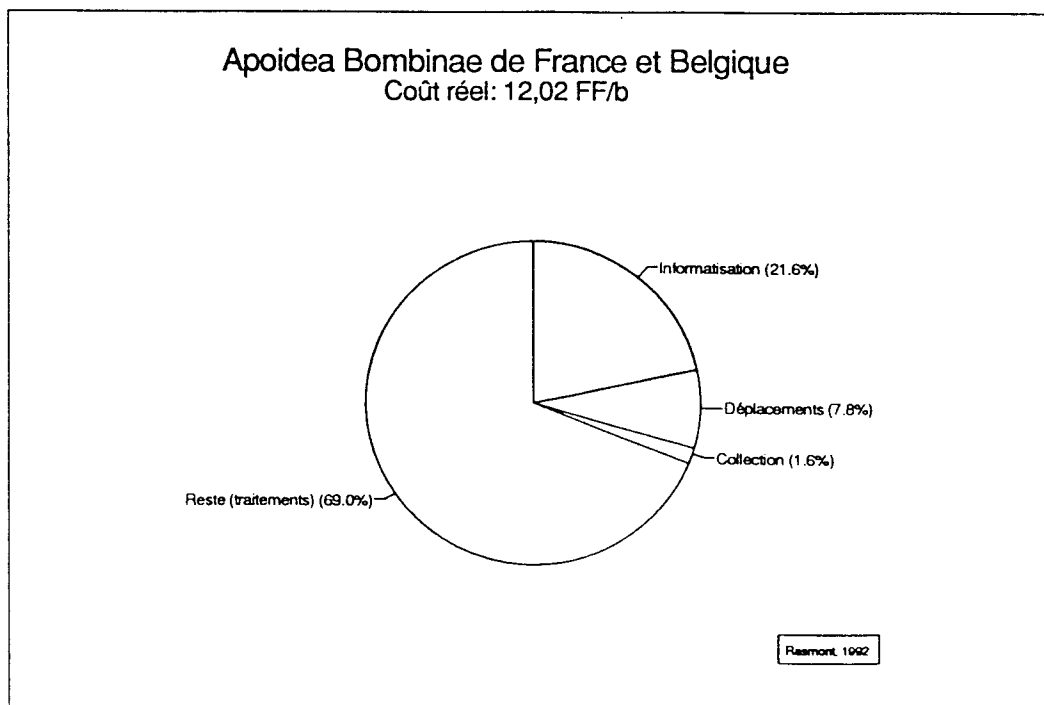
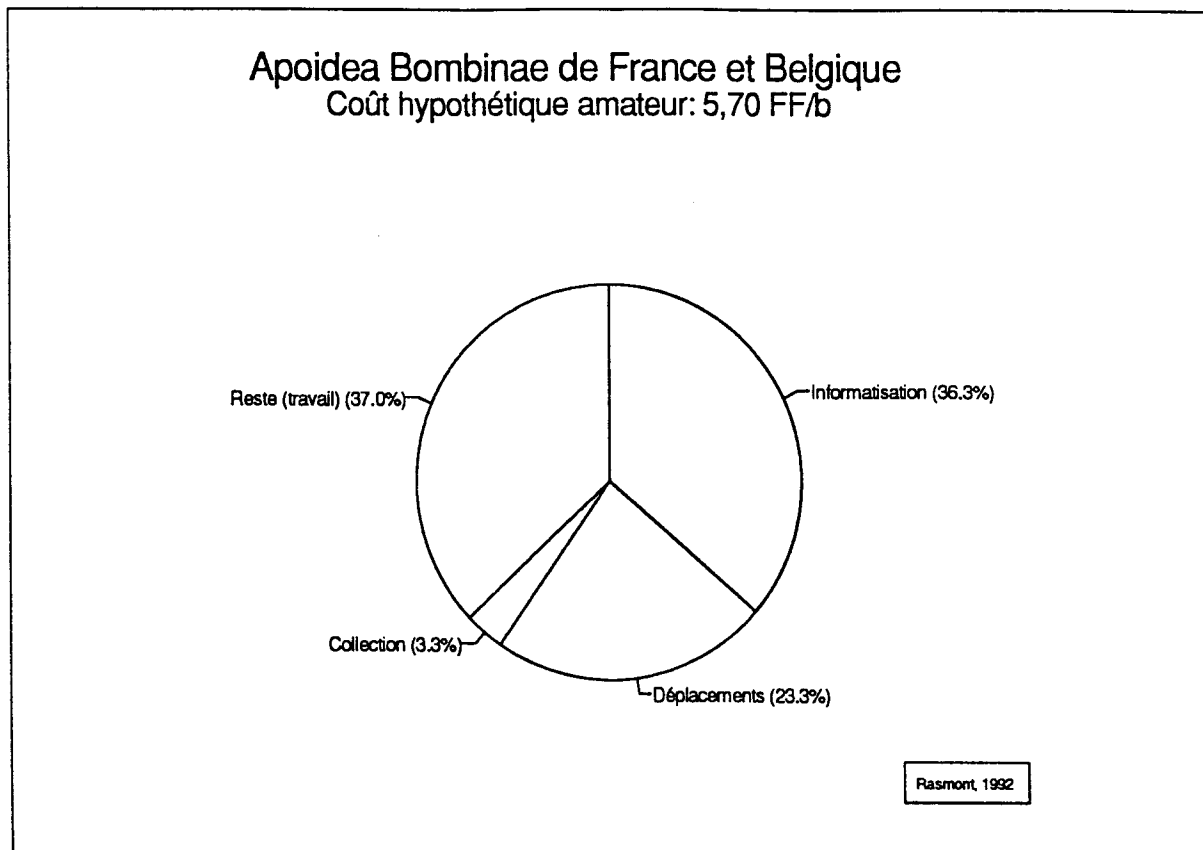




Figure 2. Idem. Coût hypothétique au cas où toute l'enquête aurait été faite par des amateurs.



### 3.5. Quels coûts peut-on réduire ?

Les postes les plus chers concernent les déplacements et les traitements. Toutefois, les frais de route ne peuvent être fortement réduits. Quant aux appointements, à moins de compter sur une très large part de travail d'amateurs, on ne peut fortement réduire leur coût.

Le seul poste sur lequel on a pu faire des économies substantielles est celui de la saisie et de la gestion des données (informatisation).

Ainsi, à Gembloux, on informatisait environ 100.000 spécimens par an en 1984. On utilisait pour cela 3 plein-temps de niveau dactylographe et un mi-temps d'ingénieur, soit 467.000 FF/an, soit 4,67 FF/bourdon. Quant au matériel informatique, il s'agissait d'un mini-ordinateur qui revenait à 2 FF/bourdon. Le prix de revient global de l'opération d'informatisation était alors de 6,67 FF/spécimen (ce qui représente 30,1% d'une donnée de terrain  $[=6,67/(10,53+4,94+6,67)*100]$  et 45,4% d'une donnée de musée  $[=6,67/(8,02+6,67)*100]$ ). De plus, le système de base de données employé ne permettait pas de test d'intégrité. On s'est ainsi aperçu que 15% des enregistrements comportaient alors des erreurs gênant fortement leur utilisation.

Depuis la mise au point du logiciel Microbanque Faunique (RASMONT & BARBIER, 1989-1990) puis Microbanque Faune-Flore (RASMONT, BARBIER & EMPAIN, 1993), le

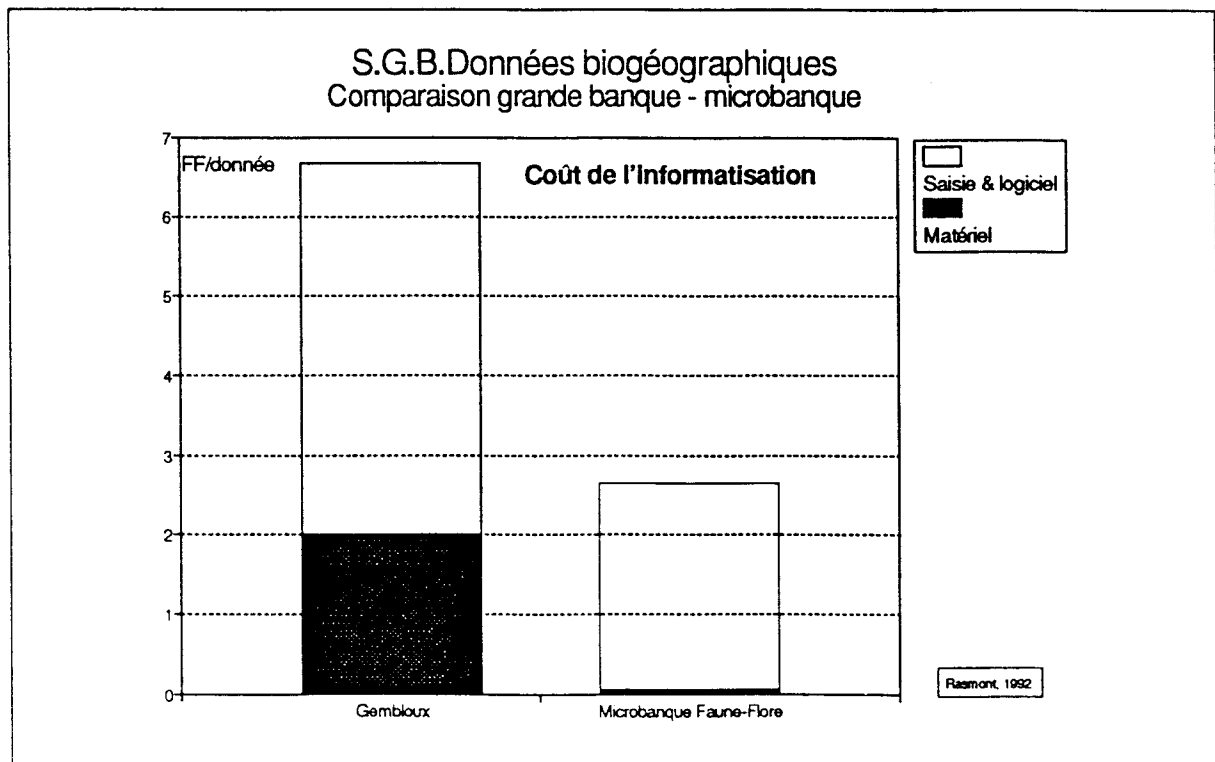
coût est considérablement tombé (Fig.3). On arrive maintenant à 2,62 FF/spécimen en intégrant un amortissement beaucoup plus faible (utilisation de micro-ordinateurs). Ce coût représente maintenant 14,5% d'une donnée de terrain et 24,6% d'une donnée de musée. Les données informatisées sont aussi beaucoup plus fiables du fait des vérifications continues de l'intégrité.

**Conclusion n°3 : un bon logiciel de gestion des données, tournant sur micro-ordinateur, permet de réduire les coûts.**

Il est à noter que le coût informatique représente une part nettement plus importante pour les amateurs : 28,8% d'une donnée de terrain et 43,2% d'une donnée de musée (en utilisant Microbanque Faune-Flore). Les amateurs devront donc être particulièrement attentifs aux possibilités d'économies sur ce poste et, par exemple, auront de grands avantages économiques à confier l'informatisation des données à une institution.

**Conclusion n°4 : les amateurs ont un intérêt économique à s'allier à une institution pour l'informatisation de leurs données**

**Figure 3. Comparaison du coût de l'informatisation d'une donnée élémentaire dans une grande banque de données et par le moyen du logiciel Microbanque Faune-Flore (Rasmont, Barbier & Empain, 1993)**



#### **4. ESTIMATION DES EFFORTS DE COLLECTE REQUIS**

On a vu que ce poste est le plus cher d'une enquête.

##### **4.1. Méthode de collecte :**

Les moyens de collectes diffèrent très fortement selon les taxons étudiés.

##### **Collecte directe :**

Les taxons floricoles (Rhopalocères, Cetonidae, Apoidea) se récoltent très facilement au filet. Certains de ces taxons tombent dans des pièges mais la collecte au filet reste la plus efficace. Toutefois, certaines espèces sont très vives et extrêmement difficile à capturer. Ces espèces seront sous-échantillonnées (les Anthophoridae, par exemple).

Beaucoup d'insectes ne peuvent être collectés que par ramassage d'individus dispersés. Les plus discrets seront sous-représentés.

##### **Collecte par piégeage :**

Certains taxons, comme les Hyménoptères fouisseurs, sont beaucoup mieux collectés en utilisant des pièges tels le piège Malaise ou les bacs jaunes à eau. L'utilisation du filet modifie exagérément l'échantillonnage.

Les espèces courant au sol (Carabidae, par exemple) peuvent être récoltées par des pièges d'interception comme les pièges à fosse.

Les taxons hypogées (Acariens, Collemboles) doivent être extraits du sol au cours d'une opération laborieuse nécessitant du matériel et du temps.

Certains taxons comme les bousiers sont le mieux collectés en disposant des pièges alimentaires spécifiques.

##### **4.2. Saison de collecte :**

Certains taxons comme les bourdons et surtout les carabes se collectent durant une grande partie de l'année. Il existe bien entendu des différences phénologiques spécifiques mais il est possible en une ou deux opérations de collecte sur le terrain de détecter la présence de la grande majorité des espèces.

Pour les bourdons, par exemple, toutes les espèces de France peuvent être observées durant les mois de juin ou juillet (fig.4). Si une seule sortie est possible, une campagne d'observation durant ces mois permettra un bon échantillonnage. Si deux sorties sont possibles, les espèces plutôt printanières seront recherchées en fin mai - début juin et les espèces estivales en fin juillet - début août. Soit au moins une sortie et de préférence deux.

D'autres taxons, comme les Apoidea Anthophorinae, ont une phénologie très étroite (fig.5). La plupart des espèces ne sortent que durant 2 à 4 semaines. Pour échantillonner correctement ce groupe dans le sud de la France, il faudrait au moins une sortie en fin février - début mars, une sortie en avril, une sortie en fin mai - début juin, une sortie en juillet, une sortie en fin août - septembre, soit au total au moins 5 sorties. L'effort de collecte pour ce groupe sera forcément 3 à 5 fois plus intense que pour les bourdons.

<p><b>Conclusion n°5 : il est indispensable de prévoir un étalement suffisant des séances de collecte pour couvrir la phénologie des espèces</b></p>
--

Figure 4. Phénologie de deux espèces de bourdons (Apoidea, Apidae, Bombinae) dans la région française.

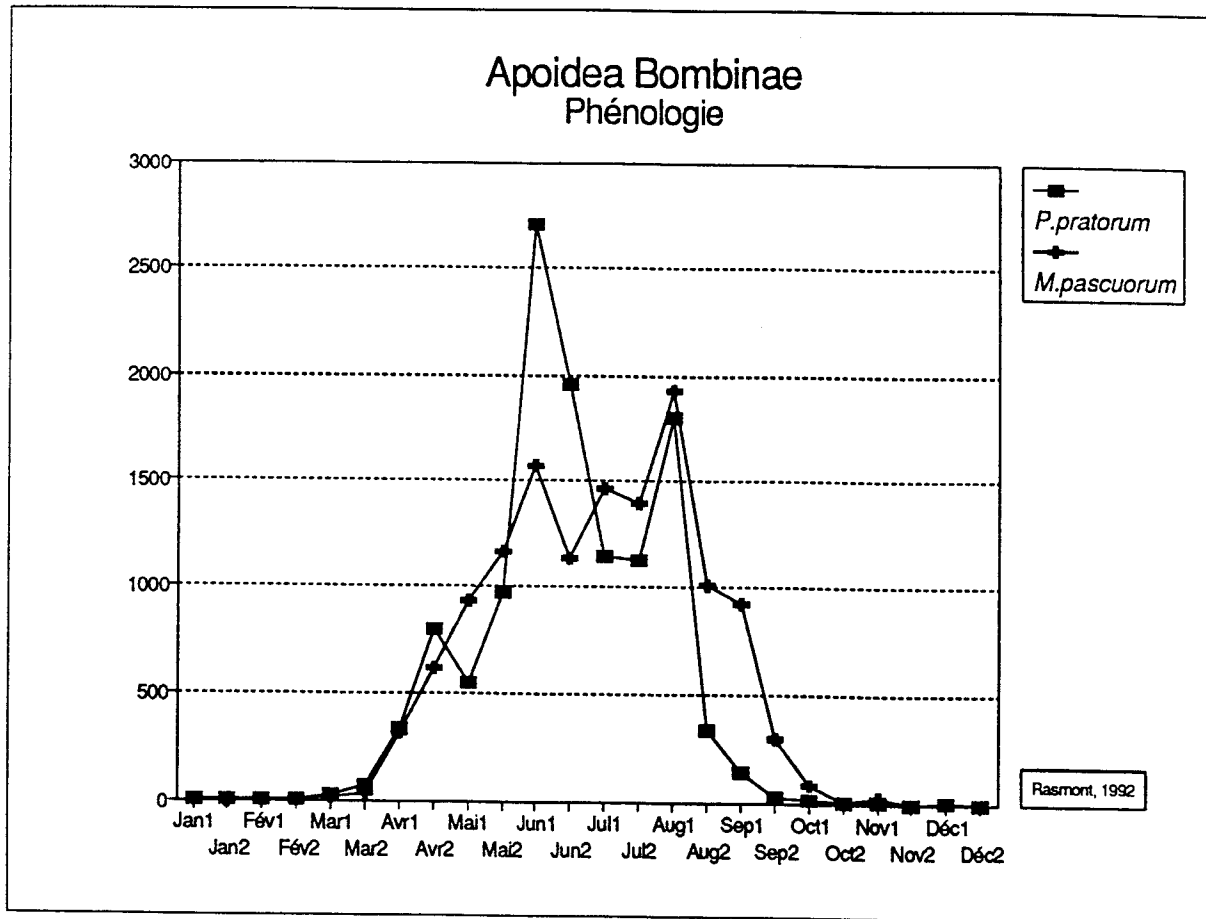
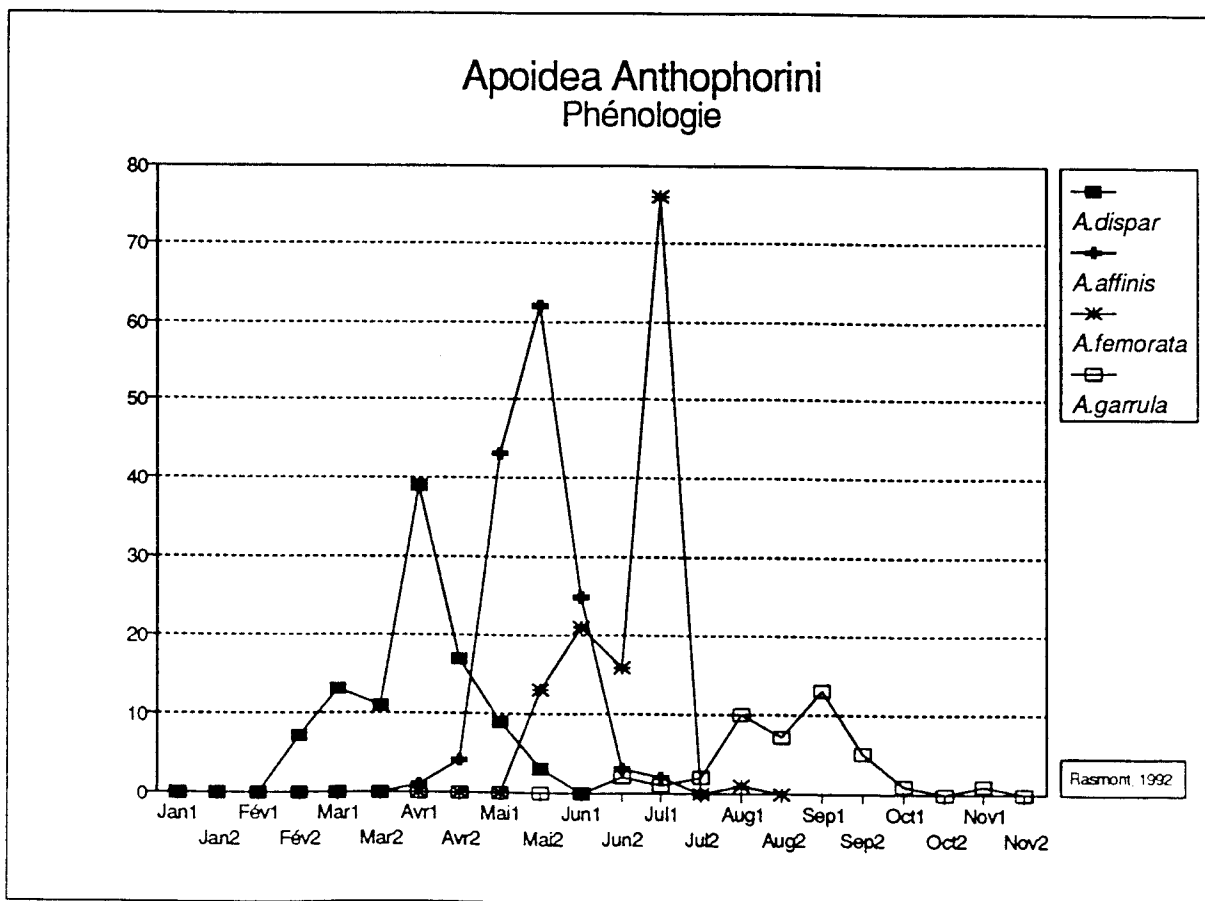


Figure 5. Phénologie de quatre espèces d'anthophores (Apoidea, Anthophoridae, Anthophorini) dans la région française.



#### **4.3. Distribution géographique de la collecte :**

La France et la Belgique font ensemble plus de 580.000 km<sup>2</sup>, soit 5.800 carrés de 10 km de côté. Au stade actuel de l'enquête, 2.169 carrés comportent au moins une donnée d'espèce. Ce qui ne veut absolument pas dire qu'ils sont tous bien explorés. Un peu plus du tiers du territoire étudié a donc fourni des données. Si cette couverture était uniformément répartie, on pourrait s'estimer heureux. Ce n'est pas du tout le cas : de vastes régions à l'ouest du Massif Central ne comportent aucune donnée, tout particulièrement les départements vendéens. Il existe même un carré de 100 km de côté qui ne comporte aucune donnée : celui qui inclut le nord de la Charente-Maritime, le sud de la Vendée et l'ouest des Deux-Sèvres. Dans le nord-est de la France, l'Aube et la Haute-Marne sont aussi très pauvres en données.

**Conclusion n°6 : il est impossible d'espérer avoir une couverture uniforme pour tous les carrés.**

Il est plus réaliste d'explorer un nombre bien plus restreint de carrés.

Comment alors dimensionner l'effort d'exploration ?

On peut penser qu'une exploration de 1 carré sur 4 serait un bon objectif à la condition d'avoir une distribution régulière et opportune des carrés choisis, soit environ 1400 carrés pour la Belgique et la France.

Une bonne manière de dimensionner son effort serait de répartir l'effort en fonction de la diversité de la végétation. Il faut pour cela utiliser une carte de végétation. Je propose d'utiliser la carte de végétation du Conseil de l'Europe (NOIRFALISE, 1987) plutôt que la Carte de végétation de la France éditée par le C.N.R.S., malgré sa haute qualité. Certes, cette dernière donne une bien meilleure précision mais elle s'arrête aux frontières. Toutefois, en raison de sa grande qualité et de son détail, elle devrait être préférée pour les projets régionaux.

Combien d'unités végétales sont reconnues par NOIRFALISE (1987) pour la France et la Belgique ?

L'examen de la Carte de la Végétation Naturelle (NOIRFALISE, 1987) montre une moyenne de 4,8 types de végétation par département ou province (en regroupant Paris et les départements 78, 90, 91, 92, 93 et 94 et en regroupant Bruxelles avec le Brabant, soit 100 unités administratives). Il y a donc 480 unités végétation x département.

On peut proposer que, dans chaque département, au moins 3 stations choisies dans chacun des types de végétation soient explorées, de préférence dans 3 carrés séparés. De cette façon, une moyenne de 15 carrés seraient explorés dans chaque département. Les départements les plus diversifiés (Savoie, Alpes-Maritimes, Pyrénées-Orientales) comportent chacun une dizaine de types de végétation. Ils devraient recevoir de ce fait une exploration proportionnellement plus intense, soit environ une trentaine de carrés.

Toutefois, les régions montagneuses devraient idéalement recevoir un surcroît d'attention. En effet, les effets de versant y sont accentués et diversifient fortement le spectre d'espèces.

**Conclusion n°7 : 3 carrés explorés par type de végétation et par département devraient permettre d'obtenir une couverture suffisante, soit environ 1500 carrés de 10km de côté pour la France et la Belgique**

#### **4.4. Intensité numérique de la collecte ;**

Lorsqu'on étudie un groupe comprenant 4 à 5 espèces également abondantes, une collecte de quelques individus dans une station pourrait suffire pour y vérifier la présence d'une majorité d'espèces.

Bien évidemment, lorsque le nombre d'espèces étudiées augmente, l'échantillonnage doit augmenter en proportion.

Il est clair, par exemple, que pour échantillonner les bourdons, qui comportent 49 espèces en France et en Belgique, une collecte de 4-5 individus ne peut donner qu'une idée absurdement tronquée de la faune de la station.

Lorsque les espèces sont d'égale abondance, il faudra collecter moins de spécimens pour connaître une part déterminée de la faune que si les espèces sont d'abondance très inégale. Pour proportionner l'effort de récolte, il faudra donc tenir compte du nombre d'espèces de la faune étudiée et de sa diversité.

Ici encore, je prendrai le cas des bourdons. Ce sont des espèces sociales, à phénologie assez étalée et dont l'alimentation est assez peu spécialisée. Il en existe 49 espèces en France et en Belgique. A titre de comparaison, j'utiliserai les Anthophorini. Ce sont des Apoïdes solitaires, à phénologie très étroite et à alimentation spécialisée. Il en existe 40 espèces en France. J'utiliserai aussi les Pompilidae. Ce sont des Hyménoptères Vespiformes prédateurs d'araignées. Il en existe environ 150 espèces en France. Il se récoltent de manière tout à fait différente des Apoïdes : le meilleur moyen de collecte est un piégeage par piège Malaise ou par bacs à eau jaunes. Les données m'ont été aimablement communiquées par M. R. WAHIS.

Examinons la diversité faunique des carrés les mieux échantillonnés.

**Tableau I. Caractéristiques fauniques des carrés les mieux échantillonnés (triés par indice de HURLBERT décroissant) :**

**a. Bourdons (Apoidea, Bombinae)**

UTM (Province, localité)	Nb. de spécimens	Nb. d'espèces	diversité I <sub>Shannon</sub>	diversité I <sub>HURLBE</sub> RT nb.esp. espéré. ds 100 spéc.	Nb.spécimens à collecter pour obtenir un nb. d'espèces espéré = 2/3 du nb. d'espèces observé (méthode de HURLBERT)
DH20 (F66, Mont-Louis)	3716	33	4,31	23,40	75
LQ17 (F05, Briançon)	1037	34	4,27	23,09	93
LQ10 (F04, Allos)	569	28	4,17	20,75	64
LP19 (F04, Colmars)	555	28	4,14	20,70	64
FJ89 (F84, Mont-Ventoux)	526	24	3,57	16,72	85
DG29 (F66, Err)	269	22	3,53	15,78	77
EJ25 (F34, Les Rives)	830	24	3,49	15,49	116
EJ16 (F12, L'Hospitalet)	924	18	3,37	14,12	50
GJ29 (F04, Signal Lure)	117	15	3,23	12,84	36
DJ81 (F34, Pardailhan)	228	13	3,12	11,53	26
ES93 (Bruxelles)	270	15	2,66	10,54	81
DJ71 (F34, Col Usclats)	138	12	2,80	10,21	37
FS81 (Liège, Liège)	239	13	2,64	10,20	48
FS10 (Namur, Gembloux)	1902	18	2,67	9,59	304
FS20 (Namur, Walhain)	723	12	2,73	8,81	55
FR15 (Namur, Dourbes)	1171	15	2,15	7,42	425
EJ72 (F34, Montpellier)	312	8	2,11	6,00	45
EJ73 (F34, Montpellier)	625	7	0,62	3,89	225
KN89 (F83, Les Mayons)	1550	7	1,02	3,72	306
KP80 (F83, Gonfaron)	801	6	1,58	3,55	208
MOYENNE	825	17.6	2.91	12,42	121

M = 66

M = 224

### b. Anthophores (Apoidea, Anthophorini)

UTM (Province,localité)	Nb. de spécimens	Nb. d'espèces	diversité <sup>I</sup> Shannon	diversité <sup>I</sup> HURLB ERT nb.esp. espéré. ds 100 spéc.	Nb.spécimens à collecter pour obtenir un nb. d'espèces espéré = 2/3 du nb. d'espèces observé (méthode de HURLBERT)
KN89 (F83, Les Mayons)	209	15	2,16	10,73	79
KP80 (F83, Gonfaron)	174	14	2,75	11,67	42
LU87(F67,Bischoffsheim)	132	7	2,12	6,21	21
FS20 (Namur,Gembloux)	125	2	0,78	2,00	21
KP70 (F83, Flassans)	98	10	2,49	---	28
EJ72 (F34, Montpellier)	87	13	2,90	---	30
MOYENNE	137	10,2	2,20	---	36,8

### c. Pompiles (Pompilidae)

UTM (Province,localité)	Nb. de spécimens	Nb. d'espèces	diversité <sup>I</sup> Shannon	diversité <sup>I</sup> HURLB ERT nb.esp. espéré. ds 100 spéc.	Nb.spécimens à collecter pour obtenir un nb. d'espèces espéré = 2/3 du nb. d'espèces observé (méthode de HURLBERT)
LP11 (F83 Fréjus)	170	47	5,00	33,47	84
DH47 (F11 Preixan)	367	47	4,66	28,47	133
FJ54 (F13 Eygalières)	159	37	4,56	27,86	71
FK22 (F07 St-Thomé)	297	40	4,61	27,82	88
LP01 (F83 Le Muy)	182	38	4,49	27,21	81
ES92 (Bruxelles)	372	40	4,58	26,99	97
EH05 (F11 Leucate)	856	49	4,54	26,54	200
FS80 (Liège, Beaufays)	886	36	4,24	25,49	84
FS82 (Liège, Visé)	987	38	4,23	23,33	136
KP80 (F83, Gonfaron)	184	28	3,80	19,90	82
FR15 (Namur, Treignes)	557	28	3,96	19,77	81
KN89 (F83, Les Mayons)	273	30	3,40	18,27	128
LP08 (F04, Peyresq)	163	23	3,71	17,57	64
NL18 (F20, Bonifacio)	833	25	3,07	14,85	149
ER58 (Hainaut, Boussu)	304	18	3,31	14,23	50
MOYENNE	436	34,9	4,14	23,45	101,9

Pour les bourdons, les carrés parmi les mieux échantillonnés sont repris dans le tableau I.a. On constate immédiatement qu'il existe deux catégories de faunes : une faune hautement diversifiée qu'on trouve dans les collines, les montagnes et les villes ; une faune faiblement diversifiée qu'on trouve dans les plaines cultivées du nord et dans la région méditerranéenne.

Dans les zones fortement diversifiées, le nombre d'espèces espéré dans une prise aléatoire de 100 spécimens est de 10.20 à 23.40 espèces (méthode de HURLBERT,1971). Pour que le nombre d'espèces espéré atteigne 2/3 du nombre total d'espèces observé, il faut un nombre moyen de 66 spécimens collectés. Raisonnablement, dans ces régions, des prises d'une centaine de spécimens par carré UTM offrent une bonne efficacité.

Dans les zones faiblement diversifiées, le nombre d'espèces espéré dans une prise aléatoire de 100 spécimens varie de 3,55 à 9,59. Le nombre de spécimens nécessaire pour pouvoir espérer un nombre d'espèces équivalent à 2/3 du nombre total d'espèces est de 224. Raisonnablement, des prises de 250 à 300 spécimens devraient offrir une efficacité suffisante. Encore faut-il ne pas collecter tous les individus au même point du carré. Il est opportun d'atteindre cet effectif souhaité en collectant dans au moins 3 stations situées dans des milieux les plus différents possible. En montagne, il faut veiller à échantillonner les différents étages en adret et en ubac.

En tenant compte du temps nécessaire pour collecter (moyenne de 75 bourdons/jour), une grosse journée est nécessaire pour échantillonner un carré d'un milieu riche et 3 à 4 jours pour les milieux pauvres.

En ce qui concerne les Anthophores (Tableau I.b.), l'échantillonnage est actuellement beaucoup moins complet. Le nombre d'espèces par carré est plus faible (10,2 espèces au lieu de 17,6 chez les bourdons). Les anthophores sont plutôt des espèces méridionales. Les différences de diversité correspondent donc à un gradient biogéographique attendu. Le nombre de spécimens à collecter pour obtenir un nombre d'espèces espéré équivalent à 2/3 du nombre observé varie entre 21 et 79 avec une moyenne de 37. Un échantillonnage de 50 à 70 spécimens semble donc adéquat.

Il faut beaucoup plus de temps pour collecter des anthophores que des bourdons (5 à 10 anthophores/jour). Il faut donc près d'une semaine pour échantillonner correctement un carré (deux jours dans les milieux pauvres). Toutefois, il faut tenir compte de la phénologie très étroite des espèces d'anthophores. La meilleure stratégie sera probablement de consacrer quelques jours par mois à explorer rapidement une dizaine de carrés, de telle façon qu'au bout de la saison, une moyenne de plusieurs jours ait été consacrée à chacun.

Pour ce qui est des Pompilidae (Tableau I.c.), l'échantillonnage est très complet, l'atlas de France étant en voie d'achèvement. Le nombre d'espèces par carré est plus élevé que pour les bourdons et beaucoup plus élevé que pour les Anthophores, soit une moyenne de 34,9 espèces par carré. On remarque que, bien que beaucoup d'espèces soient méridionales, les carrés nordiques sont riches en espèces. L'indice de HURLBERT montre que la récolte d'une centaine de spécimens permet d'espérer la collecte de toujours plus de la moitié et, en moyenne, de 2/3 des espèces.

La récolte des Pompilidae se fait surtout au moyen de pièges. Le piège Malaise permet de collecter 10 à 20 pompiles/jour. Toutefois, celui-ci ne peut rester sans surveillance. Les bacs à eau (récipient à lasagnes pour congélateur) peints en jaune sont presque aussi efficaces et sont beaucoup plus discrets. Comme ils n'ont qu'une valeur marginale, ils ne sont pas dérobés<sup>1</sup>.

Une station de piégeage compte 5 à 10 bacs à eau. Chaque station de piégeage permet de collecter un total d'une centaine de spécimens en moins d'une semaine. La majorité des espèces se capturent en juillet-août (et septembre dans les régions méditerranéennes). Seules certaines espèces du genre *Priocnemis* échappent à un relevé estival. Il est ainsi possible d'organiser l'échantillonnage de 5 carrés en une semaine (15 stations de piégeage), soit une moyenne de 1 carré / jour.

**Conclusion n°8 : une stratégie de collecte est nécessaire. Celle-ci doit tenir compte du nombre d'espèces espéré, de la diversité moyenne, de la phénologie et des modes de collecte efficaces**

Si on considère l'objectif défini ci-dessus de 1500 carrés pour réaliser un atlas, on peut estimer l'effort global d'échantillonnage.

Pour les bourdons, à raison de 1 carré /jour et de 90 jours disponibles par an, il faudrait 16,7 ans pour achever un atlas par le seul moyen de collectes sur le terrain.

<sup>1</sup> Leur remplissage avec une solution à 25% de monoéthylène-glycol additionnée de quelques gouttes de détergent permet d'espacer considérablement les relevés. J'espère éviter la consommation accidentelle de ce contenu par les animaux domestiques en le dénaturant par une très faible concentration de benzoate de dénatonium (1 ppm).



Pour les Pompilidae, l'estimation est à peu près semblable mais avec des moyens très différents.

Ces chiffres peuvent paraître décourageants. Ils montrent surtout qu'un travail d'équipe est indispensable, divisant le temps requis par le nombre de participants au réseau.

**Conclusion n°9 : seule la constitution de réseaux de correspondants locaux permettrait de constituer des atlas avec une couverture homogène dans un délai raisonnable**

Pour les anthophores, à raison de 10 carrés / an, il faudrait 150 ans.

La seule solution vraisemblable est de ne considérer leur étude que comme un sous-produit de celle d'un autre groupe avec lequel on les collecte, les bourdons par exemple. Il est toutefois illusoire de constituer une cartographie complète et de les utiliser comme espèces indicatrices.

**Conclusion n°10 : certains taxons ne peuvent pas être considérés comme des espèces indicatrices en raison de la difficulté de collecter l'information les concernant**

## **5. PRÉ-REQUIS POUR L'ORGANISATION D'UN RÉSEAU DE CORRESPONDANTS**

### **5.1. Publication de documents de base en langue française :**

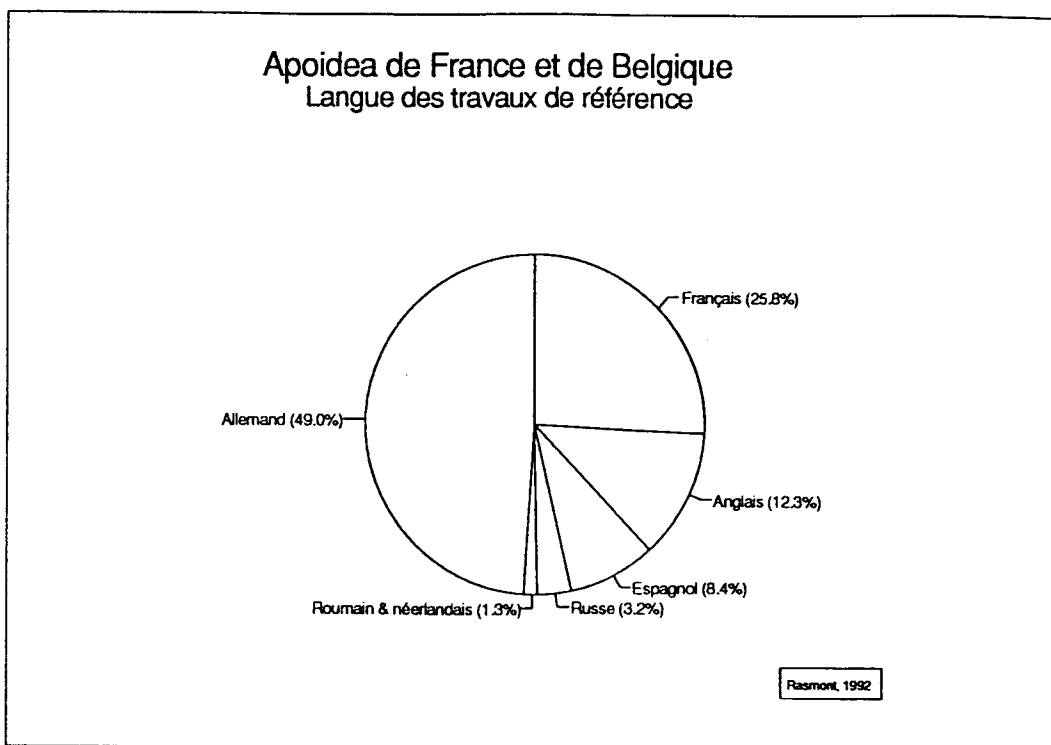
N'en déplaise à certains, même dans les couches les plus cultivées de la population, la très grande majorité des gens ne maîtrise correctement que leur langue maternelle.

S'il est vrai que le rayonnement de la culture française passe par la publication de certains travaux dans une langue internationale, la diffusion de la science dans la jeunesse et dans le grand public nécessite la publication de documents de base en français.

Si je peux me permettre un parallèle historique, lorsque les érudits du 18ème siècle ont massivement abandonné l'usage du latin pour la publication d'ouvrages de base en langue vernaculaire (français, anglais, allemand), il s'en est suivi une popularisation de la science et l'émergence de nombreuses vocations. Le latin est resté alors la langue requise pour les échanges internationaux et pour la rédaction de certains travaux encyclopédiques.

L'anglais parlé et écrit par les scientifiques modernes a encore moins de rapport avec la langue de Shakespeare que le latin de Lapeletier n'en a eu avec celui de Virgile. S'il peut, et doit, être utilisé dans les rapports internationaux, nous n'attirerons pas de jeunes naturalistes avec un tel sabir. C'est le choc esthétique causé par des oeuvres de qualité écrites dans la langue maternelle qui emporte le sentiment et détermine les vocations. Buffon et Fabre ont à leur actif d'innombrables vocations de naturalistes. Jacob et Monod ont attiré de nombreux jeunes vers la biologie moléculaire et cellulaire. En revanche, combien d'entre nous ont ressenti leur vocation par la lecture dans le texte des oeuvres de Darwin, de Mayr ou d'E.O. Wilson? Même les traductions de ces oeuvres ne procurent pas le choc esthétique indispensable.

Figure 6. Langues de publication des travaux de référence pour l'étude des Apoïdea de la faune de France et de Belgique.



Le problème se complique de toute façon de manière singulière dans l'étude des invertébrés. La connaissance de l'anglais est insuffisante pour étudier la taxonomie de la plupart des groupes entomologiques. A titre d'exemple, j'ai relevé la dispersion des langues employées dans les 155 travaux de base indispensables pour identifier les Apoïdes de France (fig.6).

Le cas des Apoïdea est un bon exemple. On manque tout d'abord de travaux de synthèse. Le résultat est que, pour déterminer les 900 espèces de France et de Belgique, on a besoin de se procurer 155 travaux, dont la plupart sont difficiles à trouver.

Près de la moitié des travaux sont rédigés en langue allemande, pas toujours accessible aux naturalistes. Certains taxons ne peuvent même être identifiés qu'au moyen de travaux en russe ou en néerlandais, langues généralement inconnues des scientifiques amateurs ou professionnels. Par bonheur, il existe quelques travaux en anglais, espagnol ou roumain, et même en français.

La première étape pour le lancement d'une enquête est la confection d'un catalogue comportant les références nécessaires à l'identification des taxons et rassemblant ce qui est connu sur leur distribution. Pour un groupe comme les Apoïdea, ce seul travail requiert déjà de longs mois.

Pour la confection de travaux de base en langue française, la solution provisoire choisie pour les Apoïdes est de traduire des morceaux choisis de l'énorme oeuvre "*Fauna S.S.S.R.*" (G.S. MEDVEDEVA, 1978). On a déjà traduit à Mons les chapitres concernant les Megachilidae, les Anthophoridae et on prépare la traduction des Andrenidae. Des travaux originaux sont en préparation pour les Apidae.

## 5.2. Informatisation des données :

On peut penser, dans un premier temps, qu'une informatisation des données n'est pas de première utilité. L'expérience me montre que dès que l'on dépasse un millier de données, il devient impossible de les gérer correctement sans informatisation. Il faut encore préciser que bien avant que ce nombre n'atteigne la dizaine de milliers, il devient impossible d'utiliser des logiciels de gestion de fichier ("*flat-file*"), un tableur ou un traitement de texte. Un SGBD (système de gestion de base de données) devient alors indispensable. Encore faut-il être assez exigeant sur le type de SGBD employé.

Seul un SGBD bâti sur un modèle relationnel permet de conserver à la fois l'intégrité des données (c'est à dire la cohérence entre tous les champs de la fiche) et les facilités d'accès. Hélas, l'établissement des relations est fastidieux. Il requiert plusieurs centaines d'heures de travail, même en utilisant des logiciels dits "conviviaux" tels que Foxbase ou Paradox.

**Conclusion n°11 : l'informatisation des données  
biogéographique est indispensable**

**Conclusion n°12 : cette informatisation doit recourir à un SGBD  
relationnel effectuant tous les test d'intégrité requis**

Quant aux fichiers de décodage (dictionnaire de localités, dictionnaire de la flore, etc...), leur maintenance est un travail désespérant, très largement au-delà des possibilités et de la motivation d'amateurs ou de professionnels isolés.

Enfin, la démonstration vient d'en être faite, une collaboration entre biogéographes est indispensable. Pour que cette collaboration puisse s'étendre au partage ou à l'échange de certains fichiers, il est indispensable que les données soient standardisées.

**Conclusion n°13 : les formats de fichiers doivent de préférence correspondre  
aux standards des grandes banques de données institutionnelles**

### **5.3. Collaboration entre institutions et biogéographes indépendants :**

On l'a vu plus haut, si les institutions ont intérêt à s'attacher la collaboration d'amateurs pour diminuer le coût de leurs enquêtes, ces derniers peuvent profiter des systèmes informatiques mis au point dans les institutions. L'informatisation est en effet un des coûts majeurs du biogéographe indépendant.

Toutefois, cette association ne peut être viable que si un respect attentif des obligations et intérêts réciproques est entretenu.

Le coût d'une donnée biogéographique est important. La part de ce coût imputable à l'expertise et au travail du contributeur indépendant est très grande. Cette part doit être reconnue par l'institution. Soustraire une donnée à son auteur serait une atteinte à sa propriété intellectuelle.

D'autre part, le fait pour le contributeur indépendant d'être aidé par une institution, notamment pour l'informatisation de ses données, implique des obligations. Il serait illusoire de croire que l'aide apportée par l'institution puisse être totalement gratuite. Cette dernière doit pouvoir utiliser une partie de l'information à la condition que cette utilisation aille dans le sens des intérêts communs. La situation à établir est comparable à celle qui lie un auteur (le contributeur) à son éditeur (la banque de données institutionnelle).

C'est cet ensemble de contraintes, liées à l'informatisation et à la liaison des banques de données avec leurs contributeurs, qui a poussé à la création de la Fédération des Banques de Données Biogéographiques de Belgique (F.B.D.B., 1990 ; DUFRENE *et al.*, 1992). Tous les intérêts liés aux banques de données biogéographiques ont coordonné leurs structures et leurs pratiques (code de déontologie). Ils ont en outre convenu d'un système de retour des droits d'auteurs lorsque les données participent à une étude rémunérée (exemple : étude de l'impact d'une grande infrastructure).

Quant au logiciel, il a paru indispensable d'en standardiser fortement les formats et de mettre à la disposition des membres un SGBD complet : *Microbanque Faune-Flore*

**Conclusion n°14 : la collaboration entre institutions et collaborateurs indépendants implique des obligations réciproques (code de déontologie)**

Une grande difficulté pour les réseaux de banques de données est le "feed-back". Il est extrêmement difficile de maintenir le contact en retour de la banque de données vers tous ses contributeurs. La raison en est simple : si les connections des collaborateurs isolés sont simples, celles des institutions sont multiples et complexes.

Hélas, le manque de retour est très décourageant pour les contributeurs. A une première phase de collaboration enthousiasmante, suit souvent une certaine impression de délaissement que même les relations d'amitié ne peuvent pas toujours compenser. Il est urgent d'améliorer ces relations en retour.

En réponse à ce problème, la F.B.D.B. a lancé un serveur accessible par lignes téléphoniques au moyen d'un modem. Ce serveur permet aux contributeurs de Mons et aux utilisateurs de Microbanque Faune-Flore de se connecter eux-même pour obtenir les nouvelles les plus fraîches et échanger l'une ou l'autre information. Ce procédé devrait modifier considérablement les relations. Dans la structure classique (postale), l'initiative du retour provient de l'institution ; dans cette nouvelle structure, l'initiative du retour proviendra du contributeur.

Les auteurs de Microbanque Faune-Flore espèrent ainsi réduire ou annuler le sentiment de frustration.

En France, l'habitude d'utilisation de la télématique (Minitel) devrait encore faciliter ce type de contacts.

**Conclusion n°15 : les banques de données institutionnelles doivent organiser un retour d'information vers les contributeurs. Les possibilités actuelles de la télématique devraient faciliter cette opération**

## **6. OBSTACLES ÉPISTÉMIOLOGIQUES**

### **6.1. Obstacles politiques et administratifs :**

On l'a vu, une enquête de surveillance de la faune ou de la flore se fait de façon optimale en unissant les énergies de professionnels et d'amateurs, collaborant à un système de banque de données institutionnel.

Il devrait donc être possible de lancer un grand nombre d'enquêtes couvrant la plupart des taxons à intérêt majeur et beaucoup d'autres. Il ne fait aucun doute que, malgré le prix assez élevé des données, les retombées économiques seraient significatives. Pensons simplement à l'industrie de la lutte biologique qui manque cruellement de renseignements sur les micro-hyménoptères, à la lutte contre les vecteurs de maladies infectieuses, à la surveillance des pollutions.

Devant l'intérêt économique, épidémiologique ou culturel des enquêtes biogéographiques, on peut être étonné de la difficulté de rassembler les fonds nécessaires et de la quasi-impossibilité d'engager un jeune chercheur sur ce thème.

Quelle est la cause de ce mystère?

Pour paraphraser Gaston Bachelard, je pense que c'est en terme d'obstacles épistémologiques qu'il faut chercher les raisons de ce paradoxe.

L'enquête biogéographique permet à l'enquêteur de réunir d'abondantes données de toutes natures sur la région qu'il étudie. Bien souvent, il accumule ainsi une connaissance du terrain souvent bien plus grande que celle des propriétaires, des gestionnaires ou des édiles

locaux. Il en résulte un sentiment de frustration chez ces derniers. Cette frustration peut être d'autant plus grande que les faits étudiés peuvent avoir des conséquences économiques et perturber les projets d'aménagement du territoire : distribution d'insectes vecteurs de maladies infectieuses, de ravageurs, espèces indicatrices de pollution, etc...

Pour reprendre des exemples récents, on peut citer la tendance à la sous-estimation des risques liés à l'épidémie de leishmaniose dans le Var et les Alpes-Maritimes ou encore l'oblitération quasi-totale de l'épidémie de maladie de Lyme en Belgique.

La connaissance gêne. Elle gêne tout particulièrement lorsqu'un spécialiste ou une administration centrale dispose de plus d'informations que le propriétaire ou le pouvoir local.

On pourrait penser que les administrations centrales ou les hommes politiques nationaux ou régionaux sont plus intéressés. Malheureusement, par essence, on ne peut prévoir les résultats d'une enquête. Celle-ci peut apporter des nouvelles bonnes, mauvaises ou indifférentes. Des résultats indifférents risquent d'être interprétés comme un gaspillage d'argent public. Des résultats alarmants apportent un nouveau lot de problèmes à résoudre. Seuls les résultats encourageants sont recherchés, de manière à donner ainsi une image positive du pouvoir. Donc sur 3 types de résultats possibles (positif, négatif ou indifférent), 2 sont inutilisables ou gênants pour les politiciens ou les administrations centrales. On comprend leurs réticences.

Hélas, pour accentuer encore ces obstacles, les biogéographes et écologistes ont pris la mauvaise habitude de prendre un ton alarmant (malheureusement souvent justifié). Ce qu'ils trouvent est toujours témoin d'une dégradation bien réelle et entraîne dénonciations et problèmes en cascades.

**Conclusion n°16 : les biogéographes ne doivent pas compter sur des ressources majeures accordées par les pouvoirs politiques ou administratifs**

### **6.2. Inorganisation, lassitude et abandon :**

L'enquête biogéographique est une opération de longue haleine, presque l'oeuvre d'une vie. Pour beaucoup, passé l'enthousiasme des premières années, la lassitude s'installe. L'inorganisation ralentit fortement l'acquisition des résultats. Il en résulte une accentuation de cette lassitude.

Il est primordial pour éviter ces phénomènes de s'attaquer d'abord à des objectifs limités : nombre de taxons raisonnable (une cinquantaine d'espèces par exemple), aire géographique restreinte (une région par exemple).

Le fait de publier les résultats au fur-et-à-mesure permet de ne pas perdre tous les efforts en cas d'abandon du projet avant terme.

L'inclusion des données dans un système de banque de données institutionnel (ou le dépôt périodique d'une copie des données originales) permet la survie des données en cas d'abandon du projet ou de disparition prématurée de son promoteur. Ces dernières opérations ne sont possibles que s'il y a standardisation poussée des données.

Enfin, la constitution de groupes de travail permet de créer le stimulant social indispensable pour éviter le découragement.

### **6.3. Obstacles réglementaires et légaux :**

Mise en défense :

Depuis une dizaine d'année, de nombreux terrains, sentiers, chemins et petites routes sont mis en défense. Leur accès est maintenant interdit ou limité à la saison de la chasse.

Ceci n'empêche pas le développement touristique de la région mais gêne considérablement l'acquisition des données.

Les administrations ont pour réponse qu'il suffit de demander une autorisation

expresse qui sera accordée automatiquement. Il est vrai en général que les agents des forces publiques sont extrêmement tolérants envers l'activité naturaliste sérieuse même en l'absence de documents *ad hoc*.

Toutefois, le territoire est maintenant découpé en innombrables petits terrains clôturés. Il est impossible de pratiquer une exploration soignée d'une région étendue s'il faut préalablement faire toutes les demandes d'autorisations administratives requises. Le seul moyen pratique est d'ignorer les interdictions et de prendre le risque de sanctions.

Ne serait-il pas possible que le Ministère de l'Environnement délivre un document donnant une reconnaissance officielle aux naturalistes participants aux enquêtes biogéographiques (cela ne devrait pas excéder un millier de personnes)?

#### Protection intempestive :

Hélas, les naturalistes ont tendance à tresser eux-même les cordes pour les pendre. Dans un excès de sollicitude envers leurs protégés, ils poussent les états et les régions à la protection de listes impressionnantes de plantes et d'animaux.

Malheureusement, dans la plupart des cas, il n'est pas possible à un naturaliste même expérimenté (un professeur de Zoologie, par exemple) de reconnaître toutes les espèces protégées. Seul le naturaliste étroitement spécialisé peut réellement reconnaître certains taxons délicats.

Rappelons-nous, à ce sujet, que, en vertu du principe fondamental du droit à l'*invincible erreur*, les destructions *involontaires* de taxons protégés ne peuvent être poursuivies. Les lois de conservation sont ainsi faites que si un bulldozer, ou un tracteur, s'apprête à détruire un plant d'orchidée protégée, le conducteur ne peut être mis en accusation. Au contraire, le naturaliste passant par là et détarrant la plante condamnée pour la mettre en herbier, ou pour la transplanter, est, lui, condamnable.

On m'a demandé récemment mon avis à propos d'une protection éventuelle de certains Apoidea d'une région française. J'ai dû signaler qu'il n'existait aucun document en français permettant de reconnaître ces espèces et que seules deux personnes en Europe francophone sont capables de les identifier. Il en résulte que les seules personnes à pouvoir être poursuivies pour destruction ou détention illégale de ces taxons sont précisément ces deux spécialistes. Ce sont aussi les deux seules personnes à pouvoir être appelées comme experts par les tribunaux!

Le Dr. Martin SPEIGHT, président de la E.I.S.-C.I.E.-E.E.W., reconnaissait récemment la vanité de la forme actuelle de protection légale des invertébrés : on ne connaît aucun cas en Europe d'une réserve constituée pour la seule conservation d'un invertébré protégé (depuis cette déclaration, quelques petites réserves isolées ont été créées avec cet objectif). Par contre, on connaît des cas innombrables d'entomologistes qui se sont vu refuser l'accès à des réserves, ou même intimider physiquement, par l'invocation d'une telle protection.

#### **La protection *directe* des invertébrés est quasiment impossible par voie légale.**

Pour ce qui est des plantes, en dehors de certains taxons notables (le Lis martagon, par exemple), la situation est semblable. Ainsi, par exemple, *Astragalus massiliensis* est protégée en France. Pourtant, alors même que je connais assez bien les légumineuses (fleurs favorites des bourdons), je serais bien incapable d'identifier cette plante sur le terrain dans l'état actuel de mes connaissances. Pour la reconnaître, je devrais faire comme d'habitude, j'en collecterais un brin et je l'identifierais le soir en utilisant la Flore de Coste. Jusque là, je ne serais pas condamnable. Ce n'est qu'à partir de l'identification que je pourrais l'être (je ne peux donc conserver en herbier le précieux brin).

Nul ne peut ignorer la loi mais, dans le cas de taxons difficiles non immédiatement identifiables, l'apprentissage passe nécessairement par la récolte. N'importe quel professeur de botanique confirmera que la collecte est indispensable pour l'identification d'un grand nombre de taxons protégés. Si tous les citoyens veulent vraiment apprendre la loi, les peuplements de plantes protégées seront vite détruits !

**On a compris mon propos : les lois sur la protection des espèces ont pour effet pervers que seuls les naturalistes peuvent vraiment être poursuivis dans le cadre de leur application.**

Certains industriels ont appris à utiliser à leur profit les lois sur la protection des espèces. Ainsi, lorsque j'étais jadis employé d'une firme d'extraction minière, j'ai été chargé par mon patron de faire discrètement le relevé des espèces protégées d'un site charbonnier visé par un concurrent. Ceci devait permettre d'avoir des arguments pour des négociations : la présence d'espèces protégées sur un site extractif diminue sa valeur d'acquisition car elle augmente le risque de se voir refuser un permis d'exploitation. Il s'agit, bien entendu, d'une distorsion totale de l'esprit des lois de protection des espèces. La généralisation des études d'impact ou d'incidence et la sensibilité accrue du public entraîne malheureusement une extension de ce type de pratique.

#### **Réserves naturelles :**

En Belgique, l'essentiel des réserves naturelles dépend d'initiatives privées. Ceci mène ici et là à des pratiques curieuses. On assiste pour certains terrains à une surenchère immobilière entre associations concurrentes de conservation de la nature. Certains gérants de réserves naturelles en interdisent les accès à toute personne qui n'est pas de la famille ou des amis.

Le système français, assez centralisé et basé sur l'initiative publique, est peut-être parfois plus frustrant pour les propriétaires et les édiles locaux mais il apporte plus de garanties à long terme pour le respect d'une certaine déontologie. Ce système, s'il est probablement meilleur, présente ici et là le défaut d'accentuer la pression touristique. Si les activités naturalistes sont sévèrement réprimées dans les réserves, le développement touristique ne l'est en général pas. On a tendance à multiplier les sentiers et toutes les facilités d'accès. Un bon exemple est fourni par le cas des Pyrénées Centrales. Sur le versant français des Pyrénées, il y a un Parc National très étendu, des chemins larges et bien balisés, des cartes très détaillées, des refuges gardés, il en résulte un trafic touristique important. Sur le versant espagnol, il n'y qu'un parc de faible étendue (Ordesa), pas de larges sentiers balisés, pas de cartes détaillées, pas de refuges gardés, il en résulte que le trafic touristique est beaucoup plus réduit. Quant à l'activité naturaliste, elle n'y connaît pas d'autres entraves que la difficulté physique d'accès. Sur quel versant voit-on le plus d'isards et de vautours? Sur le versant espagnol!

#### **6.4. Obstacles philosophiques :**

Il existe une dérive notable de la conservation de la nature. Mal informé par les médias, le grand public pense que tous les animaux et les plantes peuvent être identifiés comme les oiseaux, au moyen d'une simple paire de jumelles et sans prélèvement. Il s'ensuit que l'activité des entomologistes ou des botanistes devient globalement suspecte.

Pour certains, le fait même que l'enquête biogéographique permettrait de découvrir de nouvelles espèces à domestiquer, de lutter contre certains vecteurs ou contre certains ravageurs, est une raison suffisante pour l'empêcher.

On glisse petit à petit vers une perception de la nature exclusivement contemplative. Le seul fait de vouloir *étudier* la nature est mal perçu par une fraction encore minoritaire mais croissante de la population.

**Conclusion n°17 : les mouvements de conservation de la nature peuvent constituer un frein important des enquêtes biogéographiques : les réserves naturelles compliquent le travail ; la protection des espèces est souvent intempestive et entrave en général l'activité naturaliste sans, pour autant, réduire significativement les causes majeures de destruction**

## 7. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les enquêtes biogéographiques coûtent cher. On peut toutefois en réduire le coût dans des proportions notables en associant le travail des amateurs sur le terrain à une informatisation assistée par les organisations institutionnelles. L'utilisation d'un logiciel de saisie et de gestion sur micro-ordinateur permet de réduire encore les coûts.

Un regroupement des efforts dans un groupe de travail permet une meilleure coordination et évite la lassitude des participants.

Une évaluation attentive des moyens à mettre en oeuvre et une adéquation avec les particularités biogéographiques et étho- et écologiques des taxons est à réaliser en priorité.

Malgré la rentabilité à moyen et à long terme des enquêtes biogéographiques lorsqu'elles sont attentives à leur objet et à leurs méthodes, elles ne peuvent attendre de grands soutiens des autorités administratives et politiques : soit la connaissance apportée est sans intérêt et alors l'investissement est difficile à justifier, soit l'information nouvelle est source de nouveaux problèmes et est alors gênante.

Quant à la mode de l'écologisme, elle agit plus comme un nouvel obstacle épistémologique que comme un facteur d'aide.

## 8. BIBLIOGRAPHIE :

- DUFRÈNE, M., P.LEBRUN & P.RASMONT, 1992. La Fédération des Banques de Données Biogéographiques (F.B.D.B.). *Mémoires de la Société royale Belge d'Entomologie*, 35:631-638.
- F.B.D.B. (ed.), (rédacteurs : P. RASMONT, M. DUFRÈNE, Ch. GASPAR, J. SAINTENOY-SIMON & N. MAGIS). 1990. *Présentation et Code de Déontologie de la Fédération des Banques de Données Biogéographiques*. Louvain-la-Neuve, 17 pp.
- HURLBERT, S.H., 1971. The nonconcept of species diversity : a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52(4) : 577-586.
- LECLERCQ, J., C.DELMOTTE, C.GASPAR, C.VERSTRAETEN & C.WONVILLE, 1984. Les guêpes sociales en Belgique et au Luxembourg, autrefois et maintenant. *Notes fauniques de Gembloux*, 9:1-38.
- LUMARET, J.-P., E.GALANTE, C.LUMBRERAS, CENAS, J.L. BERNAL, J. F. COOPER, N. KADIRI, M. BERTRAND & D. CROWE, *sous presse*. Field effects of antiparasitic drug ivermectin residues on dug beetles (Insecta, Coleoptera). *Journal of Applied Ecology*, ca. 10 pp.
- MEDVEDEVA, G.S. (ed.), 1978. *Fauna S.S.S.R. Opredelitel' nasekomykh evropejskoj chast SSSR. Tom.III.Pereponchatokrylye. Pervaya chast'*. Akademiya Nauk S.S.S.R., Leningrad.
- NOIRFALISE, A., 1987. *Carte de la végétation naturelle des Etats membres des Communautés européennes et du Conseil de l'Europe*. Conseil de l'Europe - Commission des Communautés Européennes, Luxembourg, 78 pp + 4 cartes.
- RASMONT, P., 1988. *Monographie écologique et zoogéographique des Bourdons de France et de Belgique (Hymenoptera, Apidae, Bombinae)*. 310 + LXII pp.
- RASMONT, P., & Y.BARBIER, 1989-1990. *Microbanque faunique version 1* (1989) et *version 2* (1990). Logiciel MS-DOS de gestion de banque de données fauniques.
- RASMONT, P., Y.BARBIER & A.EMPAIN, 1993. *Microbanque Faune-Flore. Logiciel de gestion de banques de données biogéographiques. Version 3.0*. Université de Mons-Hainaut, Jardin Botanique National de Belgique, Mons, Meise, XVI + 200 + 20 + 3 + 34 + 14 pp., 4 disquettes.