

La cartographie écologique en Haute-Normandie : Synthèse méthodologique et analyse des premiers résultats

par Jérôme CHAÏB^(*)

1. Introduction

Pour représenter la répartition des espèces, certains auteurs se limitent à localiser les aires de répartition en dessinant les aires générales. La représentation est améliorée lorsque sont ménagées, au sein de ces aires, des zones blanches. En revanche, elle devient très peu fiable quand les auteurs extrapolent les données de quelques stations à une aire générale.

D'autres auteurs choisissent de représenter ponctuellement les stations d'une espèce. Bien qu'il s'agisse de la transcription la plus fine des observations, le traitement des données qui lui est associé est particulièrement lourd, et constitue un facteur limitant à son emploi généralisé. En outre, elle peut mettre en péril certaines stations vis-à-vis de collectionneurs indéclicats qui sévissent encore çà-et-là.

Depuis une trentaine d'années, la réalisation de plusieurs atlas biogéographiques a été entreprise au niveau national ou international sur la base d'un carroyage à plus ou moins grande résolution.

DUPONT (1962) jetait, le premier, les bases de ce travail d'un type nouveau sur l'ensemble du territoire national. Après la publication de plusieurs pré-atlas, un atlas d'environ 660 taxons sur les 6 000 que comporte la flore française vient seulement d'être publié (DUPONT, 1990). Ceci montre l'ampleur d'une telle entreprise, mais aussi sa démesure.

L'Institut floristique franco-belge publie depuis 20 ans le résultat des prospections menées en Belgique, au Luxembourg, sur une partie des Pays-Bas et, plus important pour nous, sur la moitié nord de la France. Cette entreprise la plus riche par l'expression de ses résultats se heurte aussi à certaines difficultés.

L'étendue du territoire prospecté entraîne fatalement certaines lacunes dans les informations. Le traitement manuel d'une masse considérable de données y a trouvé ses limites. Le recours à l'informatique est désormais indispensable, mais lourd à mettre en oeuvre à ce stade.

Bien qu'elle ne repose pas sur un système de carroyage, la banque de données SOPHY, développée à l'Université de Strasbourg par BRISSE et

(*) J. C. : 8, impasse Guéville, 76 960 NOTRE-DAME-DE-BONDEVILLE.

GRANDJOUAN, est un bel outil tirant parti des techniques les plus sophistiquées de l'informatique. Les résultats obtenus sont prometteurs, mais comportent aussi quelques limites. L'information traitée ne prend en compte que les relevés phytosociologiques et dépend donc de la dynamique de chaque région dans cette discipline et la manière dont celle-ci transmet l'information. On peut regretter que l'ensemble des données phytogéographiques ne soit pas pris en compte dans ce travail.

Un constat s'impose : la volonté de faire remonter directement l'information en un unique point de traitement, obligatoirement éloigné du terrain, possède l'ambition de faire apparaître les résultats les plus significatifs, mais se heurte en même temps à la difficulté de maîtriser une telle entreprise, difficulté qui augmente avec l'étendue à prospecter.

Nous avons vu que ceci entraînait fatalement des lacunes dommageables à l'interprétation des cartes, mais on peut regretter aussi le vieillissement des données entre leur recueil et leur présentation.

La fiabilité de l'information biogéographique repose sur l'exploitation des données locales, le département ou la région, si elle est petite, constituant de bonnes entités. C'est dans cette perspective que ce sont orientés plusieurs associations ou laboratoires d'Université : PROVOST et LECOINTE à Caen, VILKS à Limoges, ...

C'est aussi le constat qui a été fait par le Secrétariat de la Faune et de la Flore au Museum national d'histoire naturelle de Paris, qui dispose sans doute d'un des outils les plus performants pour le traitement des informations. Le SFF publie régulièrement, de façon incitative, des atlas locaux et est susceptible de faire des synthèses sur une plus grande échelle.

Seules les bonnes synthèses d'observation effectuées à l'échelon local sont susceptibles d'alimenter des atlas à un niveau plus élevé.

Les thèmes cartographiés d'une région à l'autre sont très divers. Les vertébrés, oiseaux et mammifères ont fait l'objet du plus grand nombre de publications, du fait de l'étendue des réseaux d'observateurs existant généralement dans ces disciplines et aussi du fait d'un nombre de taxons assez limité. La flore supérieure est également étudiée mais a souvent une orientation vers la flore remarquable, les orchidées par exemple, ou des groupes taxonomiques restreints, les fougères ... La lichénologie, la bryologie se heurtent à l'absence d'un nombre de spécialistes suffisant. La mycologie se heurte soit aux réticences mycophagiques qui "interdisent" de divulguer les bons coins mais aussi aux problèmes de rétention scientifique dans le contexte du remaniement taxonomique d'une science en pleine ébullition.

En entomologie, les spécialistes ne sont pas légion et l'ordre de loin le mieux cartographié est celui des lépidoptères.

En Haute-Normandie, la cartographie des mammifères a donné lieu à une publication de synthèse par le Groupe mammalogique normand (1989), celle des oiseaux par le Groupe ornithologique normand est en cours de publication. Les lichens épiphytes ont été cartographiés par LEROND (1981).

Les axes de recherche lancés depuis 6 ans par la Société des amis des

sciences naturelles de Rouen l'ont été en fonction des spécialités susceptibles d'intéresser les observateurs disponibles dans cette association, mais aussi dans celles qui ont souhaité collaborer à ce travail, à savoir l'Association entomologique d'Evreux, la Société d'étude des sciences naturelles d'Elbeuf, la Société linnéenne du Havre.

L'atlas le plus avancé actuellement, grâce notamment à un financement de la DRAE de Haute-Normandie, est celui des phanérogames et cryptogames vasculaires.

L'atlas mycologique constitue la deuxième entreprise du genre. Il est à souligner qu'il constitue le premier exemple régional en la matière et s'inscrit parfaitement dans un programme de cartographie des champignons au niveau national et international lancé en 1990.

En entomologie, certaines cartes de distribution de papillons ont déjà été publiées à travers quelques articles.

2. Pourquoi cartographier ?

Jusqu'à une époque récente, l'habitude la plus commune - qui se perpétue d'ailleurs encore - consistait à publier des listes d'observations s'accumulant au fil des années, sans que des synthèses soient faites, le tout formant à terme un ensemble inexploitable en l'état. Les bulletins de toutes les associations scientifiques sont remplis de telles listes. 1200 articles consistant en des listes de plantes ont été recensés pour la Normandie (CHAÏB, BARDAT, LECUIT, 1991). La cartographie constitue le seul débouché véritablement exploitable de ce type d'informations.

Elle est aussi l'occasion de mettre en forme la multitude de données inédites qui risquent de sommeiller à jamais dans les carnets de naturalistes, ou de mettre en valeur telle ou telle observation isolée.

Quand il a fallu réfléchir à l'élaboration d'une liste de plantes à protéger en Haute-Normandie, chaque botaniste avait bien des idées sur la répartition précise de certaines plantes bien connues, bien peu en fait par rapport aux 1800 taxons que comporte la région. Les cartes déjà réalisées ont été alors d'un précieux secours dans cette entreprise, faisant bien apparaître la régression historique de telle ou telle espèce.

Outre cet usage appliqué à la conservation du patrimoine naturel, la cartographie des espèces est une base essentielle pour progresser dans la connaissance écologique des espèces ou des formations auxquelles elles participent. Nous verrons au chapitre 4 tout l'intérêt que revêt la cartographie des plantes comparée à celle des climats régionaux. Cet intérêt s'accroît lorsque les caractéristiques d'un climat particulier peuvent être corrélés à plusieurs groupes faunistiques ou floristiques, ainsi la relation entre odonates, lichens, champignons, fougères et phanérogames apparaissant simultanément dans des zones marquées par un climat d'affinité boréo-montagnarde. De ce fait, la cartographie écologique devient un outil prévisionnel pour la recherche de certaines espèces.

3. Comment cartographier ?

Nous avons vu que la cartographie reposait sur les données du réseau d'observateurs le plus étendu, celles-ci étant nécessairement validées pour être fiables. Pour qu'un tel réseau fonctionne, il est nécessaire d'utiliser le système le plus performant, mais surtout le plus simple, et de l'entourer de tous les outils susceptibles d'améliorer les conditions de recueil et de traitement de l'information. Il n'y a rien de pire que d'avoir d'interminables bordereaux à remplir, à vérifier, à saisir pour décourager des collaborateurs souvent bénévoles en ne produisant pas de résultats assez rapidement.

Il faut savoir se contenter du minimum. A ce titre, les bordereaux mis au point par l'Institut floristique franco-belge pour noter les plantes sur le terrain sont particulièrement exemplaires. Le succès de cette entreprise a sans doute reposé pour une bonne part sur cette démarche. Les informations nécessaires et suffisantes sont le nom d'espèce, une référence géographique fiable et la date d'observation.

Pour collecter l'information, un bordereau similaire à celui de l'IFFB (initiales des taxons) a été mis au point en s'appuyant sur une liste taxonomique issue du dépouillement de la littérature scientifique régionale.

Le second point consiste à choisir une base cartographique pour le relevé des données, avec une résolution suffisamment large pour maîtriser le traitement de l'information, qui ne doit pas être trop précise sur la localisation des stations, mais aussi suffisamment pertinente pour fournir le maximum d'enseignements par la suite.

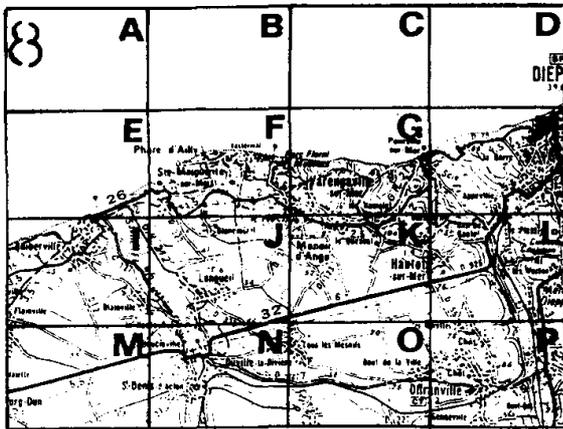
Les différents systèmes de partition de l'espace donnent encore lieu à de nombreuses controverses et de nombreux atlas ne reposent pas sur la même base de carroyage.

Le système IFFB (5 x 5 km) repose sur un découpage en coordonnées Lambert des cartes. Il nécessite l'utilisation de cartes disponibles auprès de l'initiateur de ce travail. En fait, l'observateur de terrain ne peut disposer que de tirages monochromes dont la qualité n'offre pas une grande facilité de lecture.

D'autres sont partisans du découpage UTM (10 x 10 km). Ce système offre l'inconvénient d'introduire dans les fonds de cartes des "coins" permettant d'adapter la trame de carroyage à la projection conique réelle. L'AFFO (Association faune flore de l'Orne) a pu en percevoir les effets dans le département de l'Orne qui justement abrite un "coin".

Enfin, existe le découpage de l'espace en grades, sur lequel est fondé l'édition des cartes de l'IGN. C'est ce système qui est préconisé par le Secrétariat faune-flore même s'il n'est pas toujours suivi. Grâce à une partition plus ou moins poussée de l'espace, cette trame de carroyage permet toutes les compatibilités à petite ou grande échelle. Outre cet intérêt, c'est encore la facilité de mise en oeuvre de ce système qui nous a fait pencher pour lui.

La Haute-Normandie est couverte par les cartes IGN au 1/100000e (série verte) n° 3, 7, 8 et 18 que chaque observateur peut acquérir pour une somme modique. A partir des coordonnées en grades figurant sur ces cartes, il reste



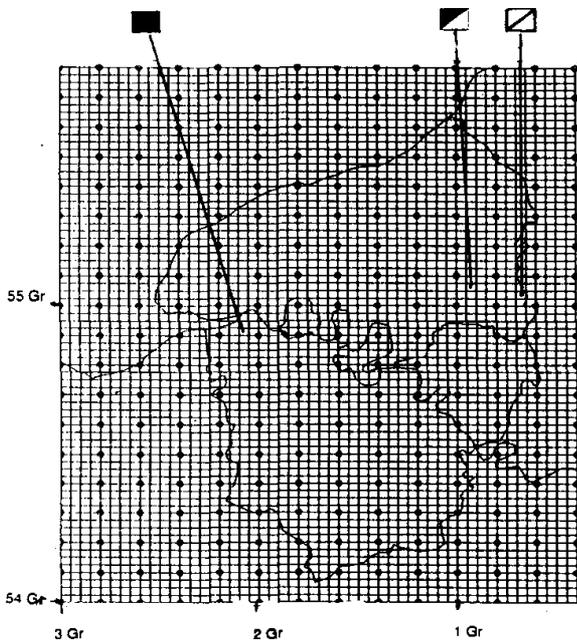
Fond de carte 1/100 000e avec carroyage

Espèce	Maille	Date
<i>Drosera rotundifolia</i>	8E	1952
<i>Drosera intermedia</i>	8E	1884
<i>Epipactis palustris</i>	8E	1988
<i>Genista anglica</i>	8E	1989
<i>Erica tetralix</i>	8E	1989
<i>Triglochin palustris</i>	8E	1990
<i>Orchis laxiflora</i>	52P	1988
<i>Pinguicula lusitanica</i>	52P	1988
<i>Triglochin palustris</i>	52P	1988
<i>Drosera intermedia</i>	52P	1988
<i>Genista anglica</i>	52P	1982
<i>Baldellia ranunculoïdes</i>	52P	1988
...		

Saisie des données brutes

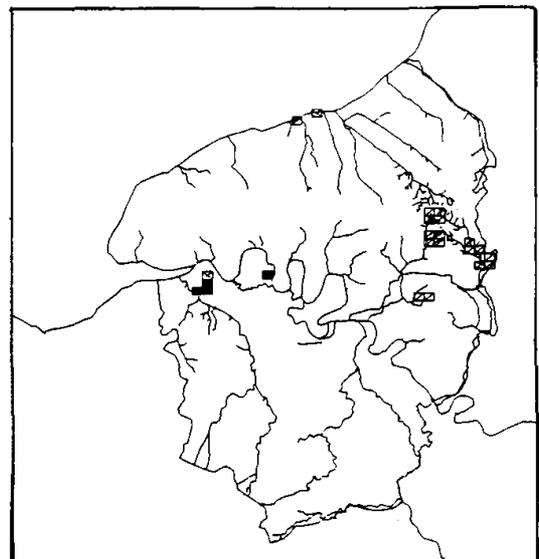
Espèce	Maille	Date
<i>Drosera intermedia</i>	8E	1884
<i>Drosera intermedia</i>	52L	1896
<i>Drosera intermedia</i>	52O	1896
<i>Drosera intermedia</i>	52P	1896
<i>Drosera intermedia</i>	52P	1924
<i>Drosera intermedia</i>	54F	1924
<i>Drosera intermedia</i>	54J	1924
<i>Drosera intermedia</i>	54K	1887
<i>Drosera intermedia</i>	62C	1988
<i>Drosera intermedia</i>	62D	1896
<i>Drosera intermedia</i>	62D	1988
<i>Drosera rotundifolia</i>	7P	1966
...		

Tri par espèces



Insertion des "blocs" sur la trame de carroyage

	Avant 1800
	1800-1899
	1900-1959
	1960-1979
	Depuis 1980



Carte définitive

ensuite, très simplement, à diviser régulièrement ces grandes mailles, en mailles élémentaires (système au demi-décigrade). Les mailles élémentaires mesurent 2,5 km de hauteur sur environ 3,5 km de largeur, celle-ci variant avec la latitude.

Chaque maille est repérée par un nombre et une lettre. Un nombre de 1 à 117 est attribué à des ensembles de 16 mailles élémentaires, lesquelles sont repérées par une lettre de A à P. La Haute-Normandie est couverte par environ 1800 mailles.

La finesse de ces cartes permet sans problème de situer, sur le terrain, une station dans une maille et donc d'associer aux listes d'espèces relevées en un site un code alphanumérique. Si besoin était, notamment dans la localisation de données anciennes, les cartes IGN au 1/25000e peuvent être utilisées.

Le traitement des données de terrain, des données inédites ou des données issues de la littérature fait appel ensuite à l'utilisation de l'informatique, qui se révèle aussi d'une extrême simplicité. N'importe quel logiciel de "tri de fichiers" ou de "bases de données", même le plus rudimentaire, est à même d'être utilisé.

Le fichier ou les fichiers créés sous ce logiciel ne comporteront pour chaque fiche que les "champs" nécessaires afin d'améliorer les performances de saisie (250 fiches par heure environ). Ces champs sont : l'espèce, le code de la maille, l'année d'observation. Il est à remarquer qu'à ce stade rien n'interdit de créer des champs pour les mailles IFFB et UTM, ce qui permet une compatibilité entre tous les systèmes.

Station après station, les taxons sont saisis, ainsi que leur année d'observation. Le fichier une fois constitué, il suffit de demander un tri alphabétique sur les espèces et ainsi obtenir la liste des mailles afférant à une espèce. "

Il ne reste plus alors qu'à reporter ces données sur les fonds de cartes destinées à constituer l'atlas. Plusieurs solutions peuvent être envisagées.

La première, entièrement manuelle, consiste à reporter les données sur un fond de carte tramée à l'identique des cartes de terrain. Seul inconvénient, la trame de carroyage est permanente et ne permet pas d'associer à la carte d'autres informations, sous peine de perdre en lisibilité.

La deuxième fait appel à l'informatique, et en particulier au logiciel de DAO. Nous avons choisi le logiciel de dessin vectoriel AUTOCAD dans sa version 10 (PC-AT 286) ou 11 (PC-AT 386). Ce logiciel est le plus diffusé au monde, il est très puissant et peut être utilisé dans de nombreuses applications dont cartographiques. De plus, les organismes de formation peuvent l'obtenir à 20 % de son prix public, ce qui est d'un intérêt non négligeable pour les associations.

Sur le plan technique, ses fonctions "zoom" sont particulièrement intéressantes et surtout, il permet la superposition des "calques" les plus pertinents, permettant de faire des corrélations entre la répartition des espèces, le sol, le climat, les précipitations, ... Cette possibilité permet en outre de faire disparaître la trame de carroyage après saisie et de placer des éléments cartographiques comme le réseau hydrographique, les forêts, ...

L'usage du logiciel de DAO peut se faire dans un contexte manuel de saisie des "blocs" correspondant aux données de répartition grâce à un "digitaliseur".

Bien que très satisfaisante, la saisie manuelle peut être avantageusement remplacée par une cartographie automatique des données récupérées dans le fichier de la base de données. Pour cela, le développement d'un programme en BASIC est nécessaire, pour mettre les données du fichier de la base de données au format DXF récupérable par AUTOCAD. Le programme permet notamment de convertir le code des mailles en coordonnées XY correspondant aux points d'insertion des blocs dans la trame de carroyage.

Il est à noter que dans le système informatisé, une approximation est faite dans la réalisation du fond de carte et de la trame de carroyage qui lui est associée. En Haute-Normandie, chaque maille élémentaire mesure exactement 3,5 km de large, ce qui est la dimension moyenne dans cette région.

Les symboles portés sur les cartes correspondent à des périodes d'observation qui s'échelonnent sur deux siècles, et rendent compte à la fois des époques de prospection et des grandes phases d'anthropisation du milieu.

Avant 1800, quelques données sont mentionnées et devaient être prises en compte pour montrer, par exemple, la très faible anthropisation régnant alors aux abords immédiats de Rouen.

Entre 1800 et 1899, c'est la période qui correspond aux grands inventaires régionaux, et à une époque où la nature était relativement intacte.

De 1900 à 1959, les effets de l'aménagement du territoire commencent à se faire sentir.

De 1960 à 1979, l'aménagement du territoire se manifeste sans contrainte ; l'agriculture, la sylviculture sont fortement intensifiées. Les milieux non intensifiables sont abandonnés.

Depuis 1980, l'activité productiviste des décennies antérieures aboutit soit à une poursuite de l'intensification, soit à un abandon sans précédent des milieux, notamment dans le cadre de la politique agricole commune de la CEE.

Sur le plan de la représentation, les données les plus récentes recouvrent les données antérieures. Une donnée à cheval sur deux mailles, "allume" les deux. Enfin, les cartes obtenues ne prétendent pas à l'exhaustivité et sont susceptibles d'être complétées par la suite.

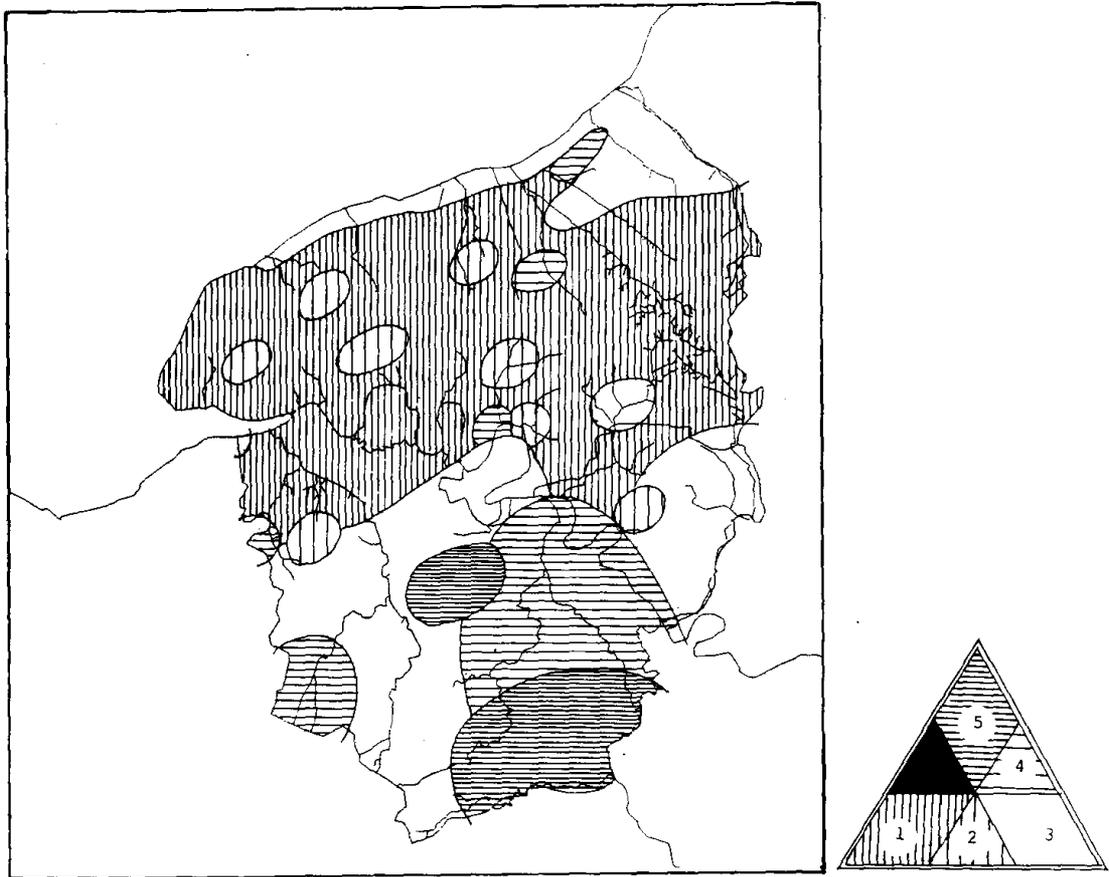
4. Interprétation chorologique

La finalité de toute entreprise cartographique devrait être l'interprétation de la répartition des espèces. En Haute-Normandie, elle constitue une des principales motivations de l'ensemble des collaborateurs, des résultats particulièrement probants ayant déjà été mis en évidence (CHAÏB, 1992).

L'étude chorologique permet de mettre en évidence l'axe de pénétration que constitue la Seine pour certaines plantes d'affinité littorale (*Aster tripolium* subsp. *tripolium*) ou encore la propagation vers l'ouest d'espèces ayant une distribution continentale (*Senecio paludosus*).

Les résultats les plus intéressants ont été obtenus avec la superposition d'une carte des climats de Haute-Normandie avec les cartes de distribution.

L'étude du régime des températures ou des précipitations permet déjà de mettre en évidence les disparités qui existent, du fait de la topographie, entre le



- 1: Régime maritime (AHPE)
- 2: Régime maritime atténué (AHEP)
- 3: Régime maritime à empreinte continentale (APHE, AEHP)
- 4: idem 3 + influences méridionales (APEH)
- 5: Influences méridionales (PAEH, PEAH)

Climats locaux

sud-est de l'Eure, le littoral du Havre à Fécamp et le reste de la région.

L'application de la méthode MUSSET (1934) aux résultats de 103 stations météorologiques de 1976 à 1985 a permis de mettre en évidence divers districts climatiques fortement contrastés.

La plus grande partie de la Seine-maritime, excepté sa frange littorale, est soumise à un régime climatique de type océanique marqué toutefois par des zones à plus forte continentalité.

Le deuxième ensemble climatique est caractérisé par un régime climatique océanique à empreinte continentale, ceci sur une bande littorale de Fécamp au Tréport, au nord-est de la Seine-Maritime, dans le sud du pays de Bray, le Vexin, la forêt de Lyons, le sud-ouest de l'Eure. On trouve dans ces secteurs des plantes d'affinités boréo-montagnardes, comme *Cardamine bulbifera*, *Anemone ranunculoides* subsp. *ranunculoides*, *Maianthemum bifolium*, *Cynoglossum germanicum*, *Parnassia palustris* subsp. *palustris*, *Herminium monorchis*, *Thelypteris*

phegopteris, *Gymnocarpium dryopteris*, *Thelypteris limbosperma*, *Vaccinium oxycoccos*, *Geum rivale*, *Impatiens noli-tangere*, *Aconitum napellus*, *Polygonum bistorta*, *Cirsium oleraceum*, ...

La troisième influence climatique marquante est liée à l'existence d'un régime climatique de type méridional très marqué dans le sud-est de l'Eure et se signalant avec moins de netteté plus au nord ou dans le pays d'Ouche. La flore bien connue des coteaux calcicoles de la vallée de la Seine en amont de Rouen, de la vallée d'Eure est à ce titre très représentative. Des plantes aquatiques réputées thermophiles comme *Nuphar lutea*, quoique en situation plus tamponnée sur le plan thermique, trouvent dans les rivières du sud-est de l'Eure la température favorable à leur installation (en moyenne de 2° C supérieure à celle des rivières du nord-est de la Seine-Maritime). Pour la faune, c'est l'aire de *Mantis religiosa*, *Cicadetta montana*, *Lacerta viridis*, ...

Ce travail mériterait évidemment d'être affiné. 103 stations de mesures météorologiques ne permettent pas de rendre compte de certains climats stationnels. Toutefois, la corrélation de certaines espèces aux affinités climatiques bien connues à des aires bien typées permet des extrapolations à des stations où ces cortèges se manifestent .

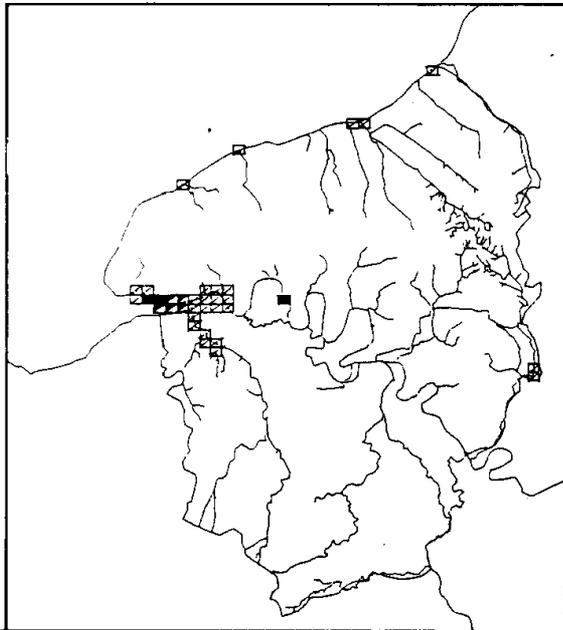
5. Conclusions

Cette étude élargie à l'ensemble des régions de plaine du nord-ouest de la France enrichirait sans doute cette approche et nous souhaitons vivement qu'elle puisse y être entreprise systématiquement. L'originalité biogéographique du Perche, par exemple, ouvre de larges perspectives à cette étude. Les découvertes récentes en Picardie de *Lilium martagon*, *Fritillaria meleagris* subsp. *meleagris*, *Cypripedium calceolus* (confirmant la découverte du sabot de Vénus en forêt d'Eu au siècle dernier), mériteraient d'être reliées à une étude chorologique complète montrant que ces localisations ne sont sans doute pas fortuites.

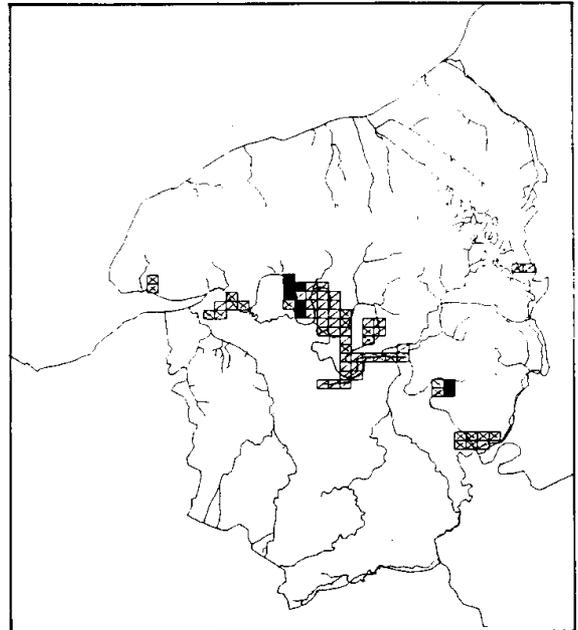
6. Bibliographie sommaire

- CHAÏB, Jérôme, 1992 - Flore et végétation aquatique et amphibie de Haute-Normandie : chorologie, phytosociologie, écologie, gestion. Rouen : Université de Haute-Normandie, 501 p., 65 p. d'annexes. Thèse.
- CHAÏB, Jérôme, BARDAT, Jacques, LECUIT, Sophie, 1991 - Etude géographique de la flore de Normandie : bibliographie. Rouen : CDM, 89 p.
- CHAÏB, Jérôme ; BARDAT, Jacques ; LEROND, Michel, 1991 - Gestion de l'espace et plantes protégées de Haute-Normandie, Rouen : CDM, 89 p.
- DUPONT, Pierre, 1962 - La flore atlantique européenne : introduction à l'étude du secteur ibéro-atlantique, Toulouse : Faculté des sciences, 414 p., Thèse.
- DUPONT, Pierre, 1990 - Atlas partiel de la flore de France. Paris : Secrétariat de la faune et de la flore, 442 p.

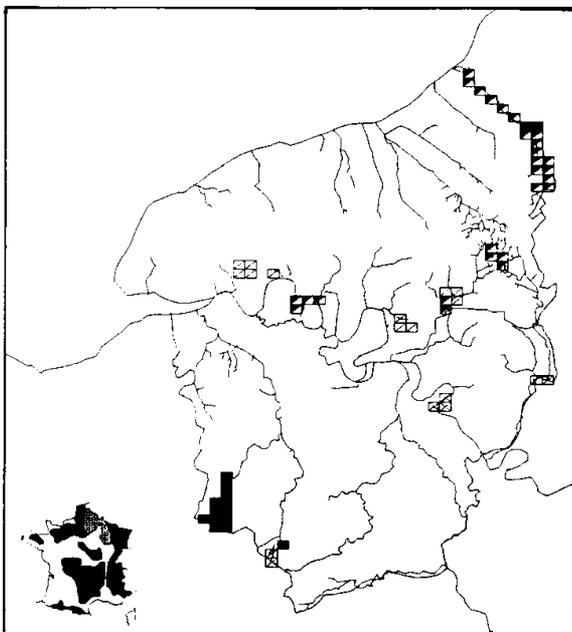
- GRANDJOUAN, Gilles, 1982 - Une méthode de comparaison statistique entre la répartition des plantes et la répartition des climats. Strasbourg : Université Louis Pasteur, 316 p. Thèse.
- Groupe mammologique normand, 1988 - Atlas des mammifères sauvages de Normandie : statut et répartition. Rouen. 276 p.
- LEROND, Michel, 1981- Cartographie des lichens épiphytes de Normandie orientale : distribution, sociologie, application à la cartographie de la pollution atmosphérique. *Actes du Museum de Rouen*, 1-2, 295 p.
- MUSSET, René, 1934 - Les régimes pluviométriques saisonniers dans l'ouest de la France et plus particulièrement en Normandie.- *Bull. de la Société linnéenne de Normandie*, 1934, p. 49-67.



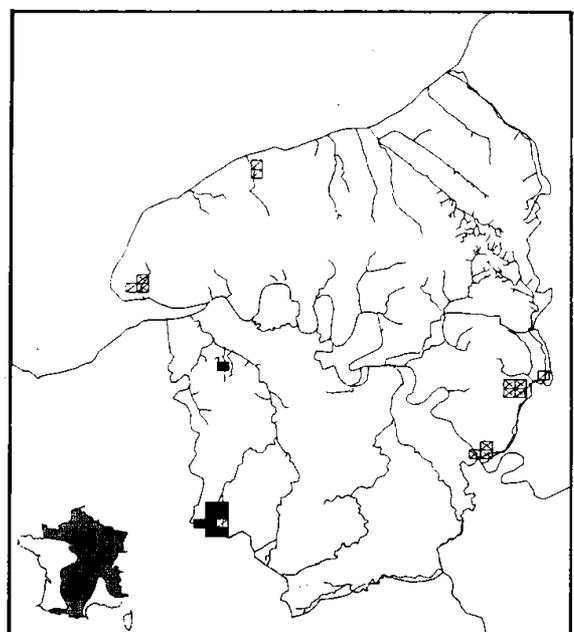
1 - *Aster tripolium* subsp. *tripolium*



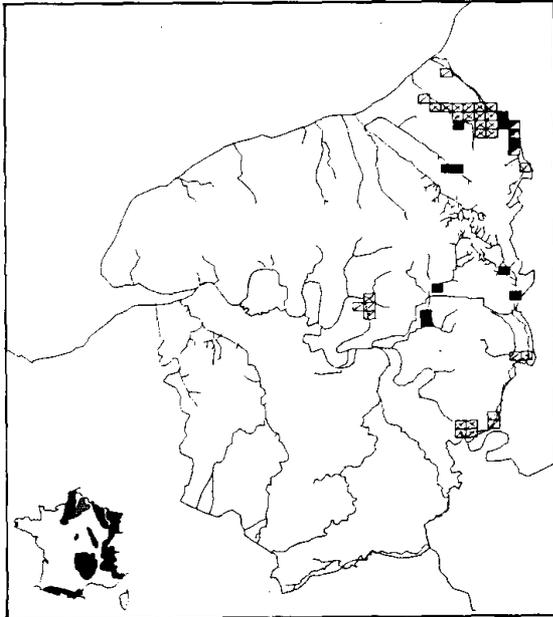
2 - *Senecio paludosus*



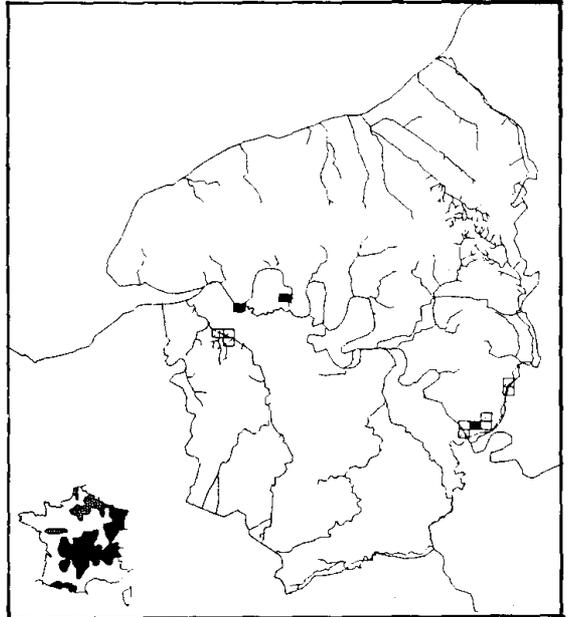
3 - *Polygonum bistorta*



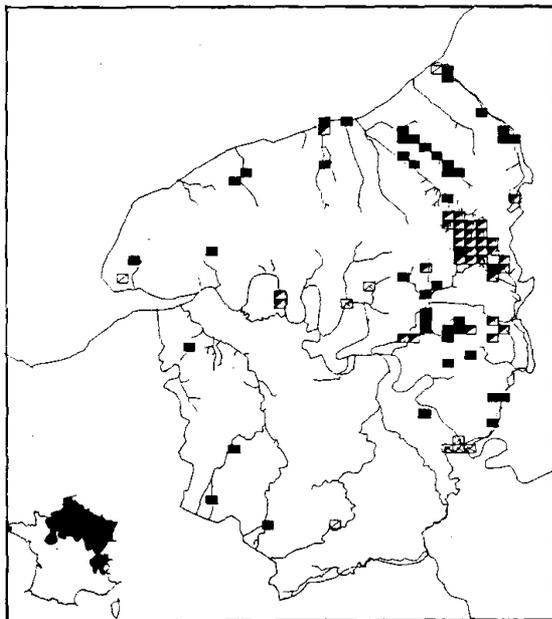
4 - *Aconitum napellus* subsp. *neomontanum* (Wulfen) Gayer



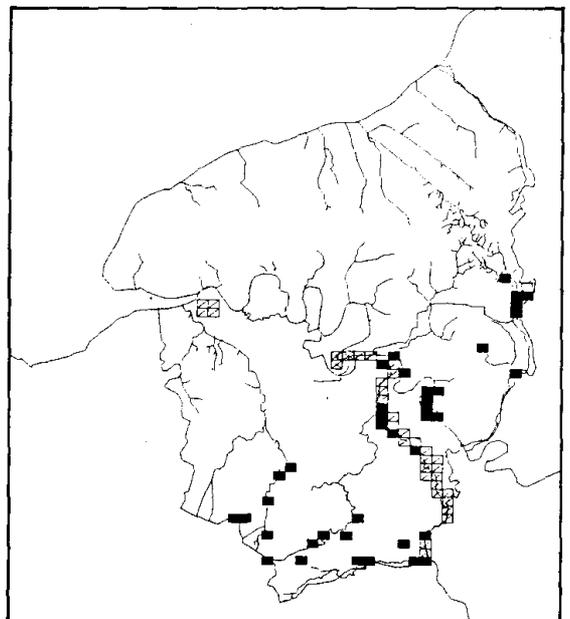
5 - *Geum rivale*



6 - *Impatiens noli-tangere*



7 - *Cirsium oleraceum*



8 - *Nuphar lutea*