

Etudes scientifiques en espaces naturels

VALÉRIE FIERIS

Photo de couverture : *Pêche électrique*
dans la RN de l'Ile du Girard

(Photo : L. Terraz)

Etudes scientifiques en espaces naturels

CADRE MÉTHODOLOGIQUE POUR
LE RECUEIL ET LE TRAITEMENT DE
DONNÉES NATURALISTES

Lancée dans les années 70, la célèbre formule «bien connaître pour mieux gérer» n'a pas pris une seule ride. Les gestionnaires d'espaces protégés ne cessent de s'en inspirer pour identifier les objectifs de gestion des milieux naturels et semi-naturels. C'est d'ailleurs la même logique qui a prévalu à la réflexion méthodologique pour la mise en œuvre des plans de gestion des réserves naturelles, amorcée depuis 1987 par la commission scientifique de Réserves Naturelles de France. La poursuite de cette réflexion a naturellement conduit à la réalisation d'un programme de recueil d'informations et d'expériences relatives aux suivis scientifiques et techniques au sein du réseau des réserves naturelles et des réserves naturelles volontaires, lancé en 1999. Le présent document constitue le premier tome d'un ensemble de publications consacrées aux méthodologies des études scientifiques.

Les études menées dans les espaces naturels portent sur différents compartiments abiotiques et biotiques, ainsi que sur les facteurs sociaux. La collecte de données est souvent longue et fastidieuse et, dans la mesure où il n'est pas possible de tout suivre par manque de moyens, tant financiers qu'humains, il importe que les différents suivis soient définis en appui à des objectifs et à une politique de gestion.

Le présent document est destiné en priorité aux organismes gestionnaires d'espaces naturels bénéficiant d'un plan de gestion ou d'un document d'objectifs, désireux de mettre en place des études pour une meilleure connaissance du patrimoine naturel et de son état de conservation. Son ossature est basée sur un cadre méthodologique alimenté de conseils et d'exemples pris dans la bibliographie et les expériences des réserves, qui guideront le gestionnaire dans les choix qu'il aura à faire pour mener à bien une étude. Ces choix méthodologiques devront être définis avec la plus grande attention et en amont de la phase de collecte, afin de disposer de données permettant une analyse pertinente.

Pour mieux évaluer les résultats, il semble désormais une priorité de constituer des états de référence à l'échelle de chaque espace protégé ou pour chaque type d'habitat, mais également à l'échelle nationale voire européenne. Cela nécessite une harmonisation de certains protocoles, dans un but multiple de valoriser les suivis menés dans les espaces protégés à travers des études diachroniques et synchroniques, d'approfondir la connaissance du fonctionnement et de la dynamique à long terme des écosystèmes, d'évaluer l'impact des changements globaux sur la biodiversité, d'évaluer les pratiques de gestion interventionniste et non interventionniste, et d'évaluer les opérations de restauration écologique.

L'intérêt des suivis scientifiques pour la gestion des espaces naturels sensibles n'est plus à démontrer, et le recueil d'informations sur la composition spécifique, la structure et le fonctionnement des écosystèmes devrait être affirmé comme une mission prioritaire sous la responsabilité des gestionnaires. Cependant, les résultats pertinents permettant d'orienter ou de conforter les orientations de gestion ne sont souvent disponibles, au mieux, qu'au bout d'une dizaine d'années. Un des problèmes majeurs que rencontre alors les gestionnaires est la pérennité des opérations de suivis qui, basés sur des budgets d'investissement et non de fonctionnement, ne sont pas garanties d'un financement sur le long terme, conformément à la logique des plans de gestion.

Frédéric BIORET

Président de la Commission Scientifique de RNF jusqu'en 2002.
Membre du bureau du Conseil d'administration de RNF.

Document rédigé par Valérie FIERs (Réserves Naturelles de France) à partir de diverses sources bibliographiques et en étroite collaboration avec le groupe de pilotage de la Commission Scientifique de Réserves Naturelles de France.

Merci aux personnes suivantes qui ont pris le temps de relire le document et d'y apporter des corrections :

Les membres du comité de pilotage :

- Bernard BAL
- Franck BEZANNIER
- Pascal DUPONT
- Jean-Michel FATON
- Guillaume LEMOINE
- Christian SCHWOEHRER
- François SIORAT
- Luc TERRAZ
- Philippe KNIBIELY
- Alain MORAND

L'équipe de l'ATEN : Jacques CLAUDIN, Naïk FAUCON, Jean-Marie PETIT, Véronique PETIT-UZAC et Michelle SABATIER.

Les membres de l'équipe de RNF : Dominique AUBONNET et Jean ROLAND.

Merci également à Alain CHIFFAUT (consultant en environnement) et Pascal GAULTIER (RN Prats de Mollo-la-Preste) pour leurs remarques.

La rédaction de cet ouvrage a été financée par : Le Ministère de l'écologie et du développement durable (MEDD) et Fondation Electricité de France (EDF)

Merci d'utiliser le référencement bibliographique suivant :

FIERs V. *et coll.*, 2003. Etudes scientifiques en espaces naturels. Cadre méthodologique pour le recueil et le traitement de données naturalistes. Cahiers techniques de l'ATEN n°72. Réserves Naturelles de France. Montpellier : 96 p.

Préambule

Les termes d'inventaire, de surveillance et de suivi sont bien souvent utilisés de manière approximative. Ils ont pourtant chacun une signification propre, des définitions claires, qui permettent de ne pas les confondre.

Qu'est-ce qu'un inventaire, une surveillance, un suivi ?

LESTERMES EN ANGLAIS

Inventaire = Survey
Surveillance = Surveillance
Suivi = Monitoring

Exemples :

- Inventaire de la flore et de la faune sur les fonds rocheux de l'archipel des Sept-Iles .
- Cartographie des associations végétales et estimation de leur surface dans les réserves naturelles ou les sites Natura 2000.
- Estimation de la population de chiroptères dans une grotte.

Exemples :

- Surveillance de routine, observations de terrain pour être à l'écoute du site (nouveaux problèmes, nouvelles espèces...),
- Surveillance continue sur des stations de référence, pour mesurer quantitativement, sans présupposer une évolution (potentielle),
- Comptage annuel du nombre de pieds fleuris d'une espèce végétale rare,
- Relevés climatologiques journaliers,
- Comptages mensuels de canards durant la saison hivernale,
- Cartographie annuelle des formations végétales, etc.

Inventaire :

C'est quoi ?

Un inventaire est un «ensemble d'observations quantitatives et qualitatives et de mesures utilisant des protocoles normalisés, réalisées en une période de temps limitée» (HELLAWELL, 1991). On peut ajouter que les inventaires sont effectués selon des dispositifs d'échantillonnage représentatifs. FINLAYSON (1996) précise que cet exercice est effectué «sans idées préconçues quant à la teneur des résultats». LHONORE (2000) propose une définition proche : «recensement le plus exhaustif possible d'un ensemble de données taxonomiques sur une aire géographique précise et durant une période de temps limitée». Un inventaire correspond donc à une campagne de collecte de données.

A quoi ça sert ?

Un inventaire vise à fournir des connaissances de base bien définies dans le temps et dans l'espace «permettant ultérieurement un suivi scientifique et une gestion écologique» (LHONORE, 2000). La donnée minimum que l'on tire d'un inventaire est de type présence-absence comme la présence de taxons végétaux, dans un endroit donné et à un moment donné. Des informations quantitatives (effectifs, poids...) ou qualitatives (comportement...) peuvent compléter cette donnée minimum. Ces informations sont généralement utiles pour la rédaction de la partie «Analyse descriptive du site» d'un plan de gestion de site (RNF, 1998).

Surveillance :

C'est quoi ?

Une surveillance est un «programme étendu d'inventaires systématiquement mis en œuvre afin de fournir des séries temporelles d'observations et de mesures» (HELLAWELL, 1991). La surveillance consiste donc en «une série de collectes de données (série d'inventaires) répétées dans le temps» (FINLAYSON, 1996), sans hypothèse particulière, sans question préalable et sans idée préconçue sur l'évolution des paramètres mesurés. C'est le cas des données météorologiques ou des comptages d'oiseaux par exemple. L'objectif est principalement descriptif : disposer des données de base. On emploie parfois le terme de surveillance continue.

A quoi ça sert ?

La surveillance est «destinée à vérifier l'importance de la variabilité et/ou de la gamme de valeurs de certains paramètres, permettant d'estimer les modifications et les évolutions sur le long terme» (HELLAWELL, 1991 ; FINLAYSON, 1996).

Suivi

C'est quoi ?

Face à un problème bien identifié, le suivi repose sur une série de collectes de données répétées dans le temps. Il est basé sur la surveillance et consiste

à recueillir systématiquement dans le temps des données et autres informations. Il diffère de la surveillance en ce sens qu'il est plus précis et vise des cibles ou buts spécifiques et que l'on a une raison spécifique pour recueillir les données et informations. Il est mis en oeuvre pour «vérifier le niveau de conformité avec une norme ou position prédéterminée, en référence à un standard prédéterminé (ex. : état de référence) ou à un état recherché» (HELLAWELL, 1991 ; GOLDSMITH, 1991 ; FINLAYSON, 1996).

A quoi ça sert ?

Le suivi aborde la question générale du changement ou de l'absence de changement dans le temps et dans des sites particuliers. Il est établi pour détecter des tendances présumées dans l'évolution des milieux, des espèces, des facteurs écologiques... ou pour répondre à des questions claires. C'est le cas de l'évaluation d'une opération de gestion. Ainsi l'interprétation des données pourra se faire en référence à un modèle choisi et prédéterminé au début de la mise en place du suivi (placette témoin pour la végétation par exemple).

Derrière les mots parfois la confusion

Au vu des définitions précédentes, on constate qu'inventaire et surveillance diffèrent du suivi propre. La distinction entre un inventaire, une surveillance et un suivi porte essentiellement sur la durée et la finalité de l'opération.

- Exemples :**
- Suivi finalisé, pour vérifier que l'évolution de la population, ou du phénomène, va dans la direction souhaitée ou reste dans des normes souhaitées ... et sinon réagir,
 - Suivi scientifique de la gestion : suivi de l'effet du pâturage sur la végétation (on connaît l'état initial de la végétation grâce aux inventaires).
 - Mesures régulières des taux de nitrates et phosphates d'une lagune littorale fortement eutrophisée pour tester l'efficacité des mesures prises dans le bassin versant et réduire les apports.
 - Mesures des paramètres chimiques de l'eau pour vérifier la pollution...

Tableau n°1 : Synthèse des définitions		
Inventaire	Surveillance continue	Suivi
Ensemble d'observations qualitatives ou quantitatives.	Programme étendu d'inventaires systématiquement mis en oeuvre.	Basé sur la surveillance (besoin des données de base). Recueil systématique dans le temps des données et autres informations.
Sans idée préconçue quant aux résultats.	Sans idée préconçue quant aux résultats, sans hypothèse a priori, sans idée précise sur l'évolution des paramètres mesurés.	Cible des objectifs bien précis. Il y a toujours une hypothèse de départ. On a une idée, même vague, des résultats que l'on pense obtenir.
Permet d'accumuler des données de base.	Fournit des séries temporelles d'observations et de mesures (données de base) pour estimer des tendances.	Vérifie le niveau de conformité avec une norme ou position prédéterminée. Permet de détecter des tendances présumées dans l'évolution des milieux, des espèces, des facteurs écologiques. Les résultats du suivi permettent de définir des actions de gestion.
Bien défini dans l'espace et le temps (une période limitée). Court terme (souvent une seule fois).	Moyen ou long terme (même permanent).	Moyen ou long terme, mais avec finalisation.
Les données sont recueillies sans raison autre que la connaissance de base.		On a une raison pour recueillir les données et autres informations.

Source : d'après PERENNOU et al., 1999.

Si la différence entre inventaire ou suivi est évidente, il est beaucoup moins évident de faire la différence entre les termes de surveillance et de suivi qui sont pourtant deux choses différentes, bien que souvent confondues par les gestionnaires (la confusion domine aussi dans la littérature). L'amalgame est souvent fait entre ces deux termes car les opérations qui en découlent sont étroitement liées. Un programme de suivi peut d'ailleurs résulter de l'analyse d'une surveillance continue (PERENNOU et al., 1999). Le passage de l'un à l'autre n'est pas automatique. ROBERTS (1991) pense que surveillance et suivi ne sont pas réellement différents. Le suivi consiste habituellement à surveiller dans le temps. Ce n'est rien d'autre qu'une série de surveillances répétées pour détecter des changements. Il précise que si on en connaît suffisamment

UNE ÉTUDE C'EST...

Dans le présent document on regroupera sous le terme «étude» les notions d'inventaires, de surveillance et de suivi. Une étude est «une application méthodologique de l'esprit cherchant à apprendre et à comprendre quelque chose ou à en approfondir la connaissance. Il s'agit d'un effort intellectuel orienté vers l'observation. Etudier signifie chercher à acquérir la connaissance de.» (Dictionnaires Petit Robert, 1991 et Petit Larousse, 2001).

sur la façon dont chaque surveillance a été réalisée, cette dernière peut être convertie en «suivi». Mais ce ne sera pas toujours le cas. Par exemple, des données d'un programme de surveillance de la flore d'un site pâturé, même précises, fréquentes et accumulées pendant des années, ne permettront pas automatiquement de répondre à une question précise formulée *a posteriori* : seul un programme de suivi élaboré autour de cette question (et donc postérieur à sa formulation) le permettra.

Et la recherche dans tout ça

Un programme de recherche, bien plus qu'un suivi, vise avant tout à réaliser des recueils de données dans des conditions bien particulières afin de vérifier les hypothèses de départ, après traitement statistique des données et analyse des résultats. En ce sens, les échantillons peuvent être soumis à des contraintes particulières de type expérimental (par exemple étude de la germination d'une plante à partir de la collecte de graines à des profondeurs variées de sol et soumises en laboratoire à différentes conditions de milieu). La recherche fait partie des opérations à programmer dans le cadre du plan de gestion (RNF, 1998). Sauf cas particuliers, la mise en œuvre de programmes de recherche n'est pas de la responsabilité du gestionnaire, mais s'associer avec des chercheurs (laboratoires de recherche, réalisation de thèses) permet de mieux comprendre le fonctionnement du site et d'utiliser des moyens qui ne sont pas à la portée de petites structures, donc hors du cadre «plan de gestion» (modélisation d'un bassin versant par exemple). Certains organismes gestionnaires de réserves naturelles participent d'ailleurs à des programmes de recherche.

Démarche méthodologique à suivre pour mener à bien une étude

AVANTAGES À UTILISER UN CADRE MÉTHODOLOGIQUE

- établir un protocole logique et systématique de planification du suivi.
- être un outil pour le gestionnaire et le planificateur.
- permettre la collaboration entre gestionnaires (les décideurs) et scientifiques (les connaissances).
- être un processus itératif, pour à la fois adopter une approche scientifique rigoureuse et remplir les objectifs de gestion.
- faciliter le travail quand le personnel change (document de travail).
- présenter un cadre standardisé.

d'après PERENNOU *et al.*, 1999.

D'après FINLAYSON (1991), le cadre de la conception d'une étude peut se résumer en plusieurs phases importantes indiquant la démarche à respecter (voir Figure n°1). Ces étapes induisent notamment une série de questions auxquelles le gestionnaire se trouve confronté et auxquelles il doit tenter de répondre. Chaque question est importante et devrait être résolue avant de démarrer toute étude (USHER, 1991 ; ROBERTS, 1991). Les plus immédiates sont :

- 1. «Quels sont mes objectifs ?» :**
Quel est le but de l'étude ? Quelles sont les données requises ?
- 2. «Que dois-je suivre ?» :**
Quelles espèces ? Quelle échelle ? Qu'est-ce qui peut être obtenu par la lecture d'études existantes ? Quelle est la taille de l'échantillon, etc...
- 3. «Comment vais-je procéder ?», «Quand ?», «Avec quelle fréquence ?» :**
Comment l'objectif peut-il être atteint ? Comment obtenir les données souhaitées ? Quelle méthode utiliser ? Combien de stations de prélèvement ? Comment choisir les aires d'échantillonnage ? Combien cela va coûter (temps, argent) ? Quelles sont les sources de biais ? Comment les résultats vont être enregistrés ? Cela implique de décider des techniques d'échantillonnage et de relevés sur le terrain.
- 4. «Est-ce que les méthodes sont suffisantes ?»**
Est-ce que l'on a besoin de mesurer d'autres variables ?
- 5. «Comment fonctionne l'analyse ?»**
Est-ce que la taille des échantillons est suffisante ? Sous quelle forme se présenteront les données qui seront collectées périodiquement ? Quelles méthodes statistiques sont facilitées par l'utilisation de l'ordinateur ?
- 6. «Que signifieront les données ?»**
- 7. «Quand l'objectif visé sera-t-il atteint ?»**

L'élaboration d'une méthode scientifique implique donc une série de choix ou de décisions ayant toutes des répercussions les unes sur les autres. Ces différentes phases, plus ou moins détaillées dans les chapitres qui suivent fixent des principes généraux et des recommandations pour aider le gestionnaire dans sa démarche de mise en place d'un programme d'inventaire, de surveillance ou de suivi dans l'espace naturel qu'il gère.

➡ Pour plus d'information consultez Tomàs Vives (1996) «Suivi des zones humides méditerranéennes, MedWet».

Toute action à réaliser par le gestionnaire pour mener à bien une étude se place ainsi dans trois grandes catégories :

- Le travail préparatoire, avant de se rendre sur le terrain,
- La collecte des données qui correspond à la phase de terrain,
- L'analyse des données et l'exploitation des résultats qui a lieu après la phase de terrain,
- A celles-ci s'ajoute la valorisation des résultats.

Ces grandes catégories d'actions sont détaillées dans les chapitres A à D du présent document.

Relations entre études scientifiques et plan de gestion

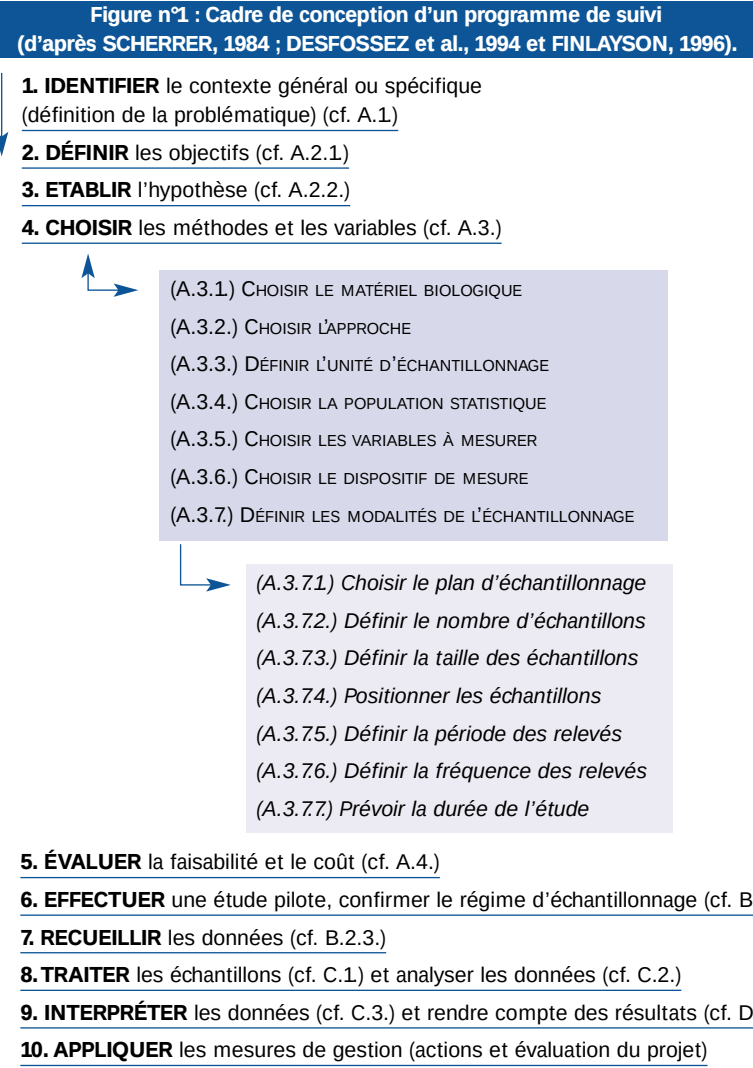
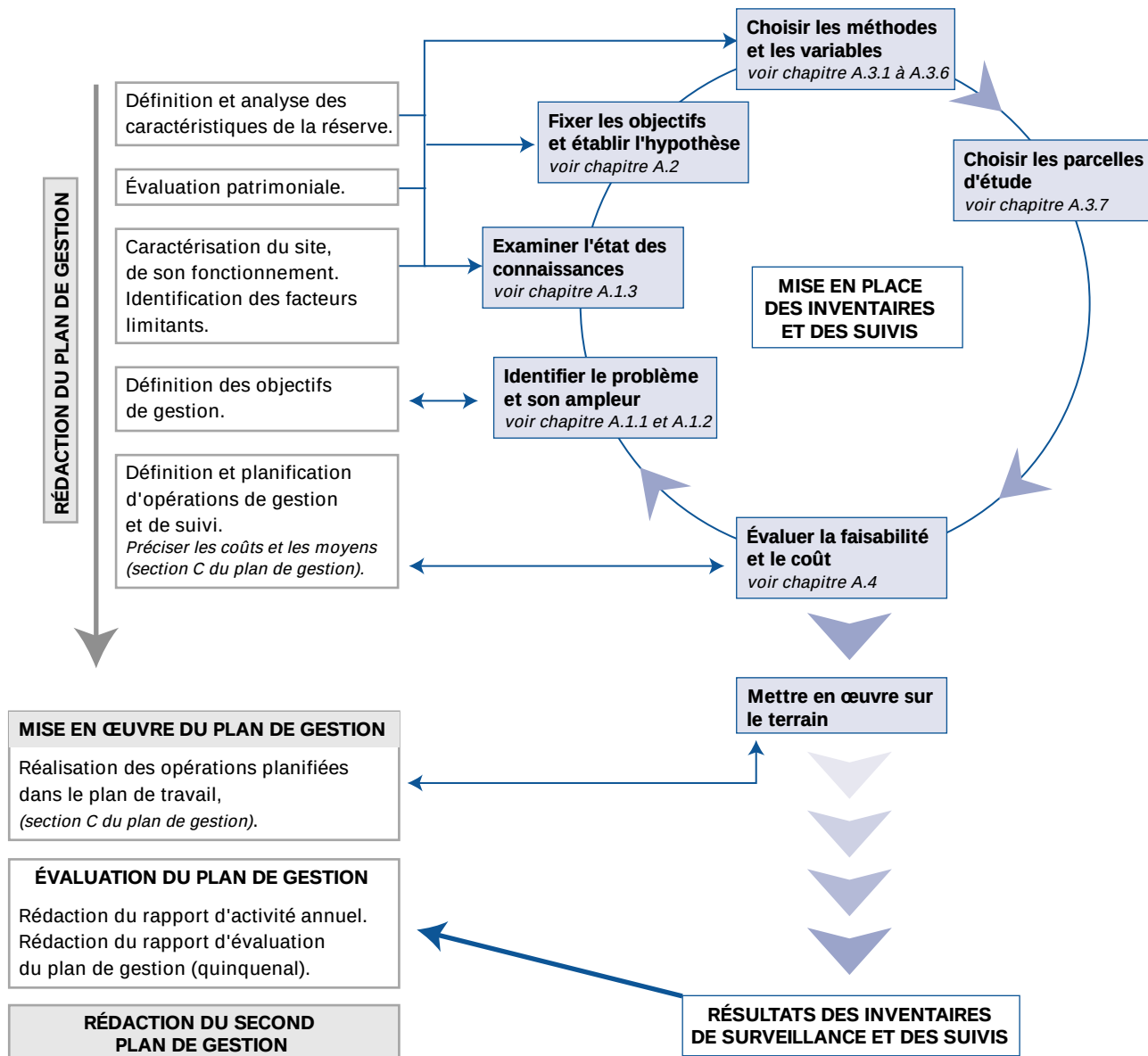


Figure n°2 : Relation entre le plan de gestion d'une réserve naturelle et les étapes d'un programme de suivi



Ce guide méthodologique est destiné en priorité aux organismes gestionnaires d'espaces naturels bénéficiant d'un plan de gestion ou d'un document d'objectifs (abouti ou en cours de rédaction) et dont un des rôles est d'améliorer la connaissance du patrimoine naturel et d'évaluer son état de conservation. La connaissance que le gestionnaire a acquis en réalisant le plan de gestion du site (RNF, 1998) est utile dans les différentes étapes de la réflexion visant à définir des choix pour mettre en place une étude (voir chapitre A.3. page 19). Inversement, de nombreuses données recueillies sur le terrain servent de base de connaissance pour la rédaction du plan de gestion. Aussi, les résultats des études menées permettent de répondre aux questions restées en suspend lors de la réalisation du plan de gestion. Il existe ainsi un lien étroit entre plan de gestion et études menées dans les sites, lequel correspond à une succession d'étapes bien identifiées qui peuvent être mises en relation (voir Figure n°2).

Analyse descriptive

Un des objectifs du gestionnaire est de réaliser un état zéro du site, sorte de situation de référence (état initial, état des lieux) à partir duquel il sera en mesure d'évaluer les changements liés à la dynamique des populations, aux contraintes d'origine anthropique ou encore aux opérations de gestion. Dans les espaces naturels, les inventaires sont donc essentiels et répondent avant tout à un souci de connaissance du patrimoine naturel (espèces et habitats), étape préalable indispensable à la mise en place d'un suivi ou d'une surveillance. Leurs résultats sont indispensables à l'élaboration du plan de gestion (section A : Analyse descriptive du site) et à la définition des opérations visant au bon état de conservation de ce patrimoine naturel. Cette connaissance est aussi précieuse pour orienter les prospections sur le terrain (DUPONT *et al.*, 1997), et notamment définir les modalités de l'échantillonnage (connaissance du milieu pour choisir le plan d'échantillonnage, etc.).

Evaluation patrimoniale et définition des objectifs

L'évaluation patrimoniale et fonctionnelle, réalisée dans le cadre de la rédaction du plan de gestion, est souvent l'outil de base utilisé par le gestionnaire pour définir les objectifs et les priorités de suivi ou de surveillance. En effet, le gestionnaire concentrera ses efforts (parce que ses moyens sont limités) sur les espèces ou habitats les plus caractéristiques, les plus menacés ou pour lesquels le site a une responsabilité plus ou moins importante en matière de conservation. Pour permettre une évaluation fine de cette valeur patrimoniale le gestionnaire doit au préalable avoir réalisé l'inventaire le plus complet possible des espèces présentes sur le site. La surveillance (série d'inventaires réalisés à intervalles réguliers) permet d'établir des cartes de répartition dont les données contribuent à apprécier l'évolution spatiale et temporelle des populations ou des habitats.

Planification de la gestion

La section C du plan de gestion (Description des opérations de gestion) permet de planifier les opérations d'inventaire, de surveillance ou de suivi dans le temps et dans l'espace. Leur faisabilité au moment de la mise en œuvre des actions programmées est alors à mettre en relation avec le budget qui a été défini dans le plan de gestion. Inversement, l'analyse des résultats des études menées peut servir à définir de nouvelles actions de gestion.

Evaluation du plan de gestion

Les nouvelles données recueillies par les diverses études menées sur les sites servent à évaluer le plan de gestion. La rédaction des objectifs de gestion implique, dans la majeure partie des cas, la réalisation de suivis permettant de savoir, à plus ou moins long terme et notamment lors de l'évaluation, si les objectifs que se fixe le gestionnaire de l'espace naturel ont été atteints ou non, ou pour connaître leur degré de mise en œuvre (section D «Évaluation du plan de gestion»). Ils sont donc utiles pour évaluer l'efficacité des opérations de gestion (DELANOË, 1998 ; RNF, 1998).

LE POURQUOI DES INVENTAIRES

Tout programme d'inventaire, de surveillance ou de suivi n'a d'intérêt que si les informations recueillies servent à optimiser les actions de gestion entreprises dans la réserve. Au départ, les inventaires sont indispensables pour déterminer la valeur patrimoniale de l'espace protégé (partie B.1. du plan de gestion) et définir les limites des conditions de vie acceptables pour une espèce. L'évaluation périodique de composantes physiques ou biotiques est la base sur laquelle doivent s'appuyer certaines décisions concernant la gestion, telles que, par exemple, la réorientation des objectifs ou la révision des techniques de gestion.

Source : DESFOSSEZ *et al.* (1994).

Etudes scientifiques en espace naturels

CADRE MÉTHODOLOGIQUE POUR LE RECUEIL ET LE TRAITEMENT DE DONNÉES NATURALISTES

A

Travail préparatoire au terrain *Définir des choix pour la collecte des données*

A.1. Identifier le contexte	11
A.1.1. Définir clairement et sans ambiguïté la problématique	11
A.1.1.1. Un besoin de connaissance pour le plan de gestion	11
A.1.1.2. Un besoin de résoudre un problème observé	11
A.1.2. Estimer l'ampleur du problème et ses causes probables	13
A.1.2.1. Identifier l'ampleur du problème	13
A.1.2.2. Identifier les causes	15
A.1.3. Regrouper les données disponibles	15
A.1.3.1. Recenser les documents et informations disponibles	15
A.1.3.2. Identifier l'état initial, la situation de référence	16
A.1.3.3. Définir les lacunes et les besoins	17
A.2. Définir les objectifs et établir l'hypothèse	
A.2.1. Définir les objectifs	17
A.2.2. Etablir l'hypothèse	18
A.3. Faire des choix	
A.3.1. Choisir le matériel biologique	19
A.3.1.1. Intégrer la notion de niveau de biodiversité	19
A.3.1.2. Identifier l'objet de l'étude	21
A.3.1.3. Identifier les facteurs déterminants	24
A.3.2. Choisir l'approche	26
A.3.3. Définir l'unité d'échantillonnage	27
A.3.4. Choisir la population statistique	28
A.3.5. Choisir les variables à mesurer	29
A.3.6. Choisir le dispositif de mesure	31
A.3.6.1. Eléments pour le choix ou l'élaboration d'une méthode	31
A.3.6.2. Utiliser des méthodes standardisées	34
A.3.7. Définir les modalités de l'échantillonnage	37
A.3.7.1. Choisir le plan d'échantillonnage	38
A.3.7.2. Définir le nombre d'échantillons	41
A.3.7.3. Définir la taille des unités d'échantillonnage	43
A.3.7.4. Positionner les échantillons	44
A.3.7.5. Définir la période des relevés	45
A.3.7.6. Définir la fréquence des relevés	48
A.3.7.7. Prévoir la durée de l'étude	49
A.4. Evaluer la faisabilité et le coût	
A.4.1. Faisabilité liée à la méthode	50
A.4.2. Faisabilité liée aux ressources	51
A.4.2.1. Ressources humaines	51
A.4.2.2. Ressources matérielles	53
A.4.2.3. Ressources financières	54
A.4.3. Faisabilité liée aux espèces	55
A.4.3.1. Détermination des espèces	55
A.4.3.2. Nécessité de capture	55
A.4.4. Faisabilité liée aux sites	56
A.4.4.1. Accessibilité du site	56
A.4.4.2. Statut foncier et réglementaire	56
A.4.5. Adapter la méthode aux moyens	57

Mise en œuvre sur le terrain *Collecte des données*

B.1. Tester la méthode	59
B.2. Mettre en œuvre la méthode	59

B

C

B.2.1. Définir le cahier des charges	60
B.2.1.1. Pourquoi un cahier des charges ?	60
B.2.1.2. Contenu du cahier des charges	60
B.2.2. Penser aux modalités pratiques	60
B.2.2.1. Planification des opérations	60
B.2.2.2. Commande ou fabrication du matériel	61
B.2.2.3. Installation des repères permanents	61
B.2.2.4. Préparation d'une fiche de relevé	63
B.2.3. Recueillir des données	63
B.2.3.1. Vérifier les conditions de réalisation	63
B.2.3.2. Observer, contacter les espèces, prélever les échantillons	64
B.2.3.3. Localiser les observations sur une carte	64
B.2.3.4. Conserver les échantillons	66
B.2.4. Considérer les erreurs d'acquisition de données	67
B.2.4.1. Erreurs dues à l'observateur	67
B.2.4.2. Erreurs dues à l'espèce	68
B.2.4.3. Erreurs dues au milieu	70

Exploitation des données

Traitement, analyse et interprétation

C.1. Traiter les échantillons	71
C.1.1. Fournir les échantillons aux spécialistes	71
C.1.1.1. Faire déterminer les échantillons récoltés sur le terrain	71
C.1.1.2. Faire valider les données par des spécialistes	71
C.1.2. Evaluer les données	71
C.1.2.1. Évaluer la pertinence de l'inventaire	71
C.1.2.2. Tenir compte de la pression de prospection	72
C.1.3. Saisir les données	72
C.1.4. Organiser les données	73
C.1.4.1. Définir la nature des observations	74
C.1.4.2. Caractériser le jeu de données	74
C.1.4.3. Construire la matrice des données	75
C.1.4.4. Type de tableau obtenu	75
C.2. Analyser les données	78
C.2.1. Représenter graphiquement les données	78
C.2.1.1. Représentation graphique des distributions de série à 1 ou 2 variables	78
C.2.1.2. Représentation graphique de séries statistiques multidimensionnelles (analyses factorielles)	80
C.2.2. Effectuer le calcul des paramètres de distribution	82
C.2.2.1. Calcul des paramètres de séries statistiques simples	83
C.2.2.2. Calcul des paramètres de séries statistiques doubles	83
C.2.2.3. Calcul des paramètres de séries statistiques multiples	84
C.2.2.4. Calcul de l'intervalle de confiance	84
C.2.3. Effectuer des tests statistiques pour comparer les échantillons	85
C.2.3.1. Choisir un test statistique	85
C.2.3.2. Quelques exemples de tests de comparaison d'échantillons	86
C.3. Interpréter les résultats	87

D

Rendre compte des résultats Utilisation et valorisation

D.1. Utiliser les résultats	89
D.1.1. Evaluer le patrimoine naturel	89
D.1.1.1. Evaluer l'état de conservation des espèces et des habitats	89
D.1.1.2. Evaluer la contribution de la réserve à une plus grande échelle	89
D.1.2. Evaluer la gestion	90
D.1.2.1. Stopper ou réorienter un suivi ?	90
D.1.2.2. Définir des actions de gestion	91
D.2. Valoriser les résultats	91
D.2.1. Mettre à jour les données du plan de gestion	91
D.2.2. Communiquer les résultats	91
D.2.2.1. Réaliser un rapport	91
D.2.2.2. Communiquer aux réseaux	92

E

Bibliographie	93
---------------	----

Travail préparatoire au terrain

Définir des choix pour la collecte des données

Qu'il s'agisse d'un inventaire, d'une surveillance ou d'un suivi, la première étape consiste à identifier le contexte dans lequel l'étude se positionne. C'est-à-dire qu'il sera nécessaire d'identifier la problématique, donc les questions auxquelles on veut répondre, d'estimer son ampleur et ses causes, et de faire le bilan des connaissances actuelles qui pourraient permettre de répondre, au moins en partie, à la ou aux questions posées.

CONSEIL

Le gestionnaire s'efforcera de formuler explicitement la ou les problématiques. Il faudra se contenter de focaliser sur les principaux aspects de la problématique si celle-ci soulève de nombreuses questions liées au fonctionnement du site, c'est-à-dire celles que le gestionnaire de l'espace naturel pourra appréhender.

Définir la problématique est de la responsabilité du gestionnaire. Cette étape est importante, notamment si l'étude qui en découle doit être confiée à un prestataire extérieur.



Photo n°1 : Mesure de la qualité de l'eau dans la RN de St Quentin en Yvelines. © Photo : SYNDICAT BASE DE LOISIRS.

Pour certains sites situés en zone humide, les principales problématiques sont liées à la qualité de l'eau superficielle ou dans le sol.



Photo n°2 : Vue aérienne de la RN de l'île du Girard. © Photo : L. TERRAZ.

Pour certains sites alluviaux, la problématique sera liée à la préservation d'une dynamique fluviale, dépendante de l'aménagement de l'ensemble de la vallée où se situe l'espace naturel.

A.1. Identifier le contexte

A.1.1. Définir clairement et sans ambiguïté la problématique

Définir la problématique consiste à identifier :

- les questions restées en suspend dans la rédaction du plan de gestion, et notamment les besoins nouveaux de connaissance (inventaires) et de surveillance du patrimoine naturel du site et des facteurs extérieurs qui agissent sur les populations et les habitats, résultant de la nécessité de mieux comprendre le fonctionnement du site. Comprendre le fonctionnement permet de repérer les menaces éventuelles, dont d'anticiper et d'agir,
- les nouvelles questions liées à la gestion du site (évaluation des opérations),
- les phénomènes observés sur le terrain, résultant d'un écart entre une situation ou un résultat actuel et une situation ou un résultat attendu ou souhaité.

A.1.1.1. Un besoin de connaissance pour le plan de gestion

La plupart des problématiques liées à la gestion d'un espace naturel géré sont identifiées au cours de la rédaction du premier plan de gestion, le gestionnaire étant amené à faire le bilan des études existantes et à évaluer les manques en matière de connaissance du milieu. Au cours de cette rédaction, de nombreuses questions restent généralement en suspend quant à la compréhension du fonctionnement écologique, notamment si les études préalables (inventaires) sont peu nombreuses.

Le gestionnaire a comme objectif d'avoir une bonne connaissance du patrimoine naturel et du milieu dont il a en charge la gestion.

Définir la problématique est donc à relier avec la définition des objectifs de gestion du site puisque cela revient à définir les actions à entreprendre pour une meilleure connaissance du site et donc la stratégie des études à mener : identifier le ou les domaines à étudier en priorité (par exemple un groupe taxonomique caractéristique d'un habitat particulier ou les espèces ou les habitats les plus remarquables).

Pour répondre aux questions sur le fonctionnement du site, le gestionnaire aura parfois recours à la recherche (partenariat avec un laboratoire universitaire ou un organisme de recherche) pour lui permettre de caractériser, par exemple, un fonctionnement hydrologique.

Si le niveau des connaissances sur la réserve s'avère suffisant pour comprendre le fonctionnement du site, le gestionnaire se contentera de s'assurer de la présence de populations ou d'habitats à des effectifs ou des surfaces satisfaisants (et d'évaluer la représentativité des populations du site par rapport aux effectifs nationaux), d'où la nécessité de mettre en place une surveillance continue.

A.1.1.2. Un besoin de résoudre un problème observé

Dans les espaces naturels protégés, des facteurs liés à des tendances naturelles ou induites par l'homme pèsent généralement sur les sites (dynamique de la végétation, fréquentation humaine, activités de gestion...).

Travail préparatoire au terrain

Ces facteurs externes ou internes au site naturel sont identifiés lors de la rédaction du plan de gestion. Définir la problématique consistera aussi à se poser les questions pour tenter de résoudre les phénomènes observés et plus ou moins difficiles à expliquer dans un premier temps. Cela consistera à identifier une série de problèmes dont les éléments sont liés les uns aux autres. Dans les réserves naturelles, les objectifs sont souvent liés à un besoin de démontrer l'évolution d'une population en lien avec les variations de certains paramètres. Par exemple : présence de plantes et taux de salinité ou niveau de l'eau ; dérangement de la faune et fréquentation humaine, etc.).

Evolution naturelle

Les populations d'espèces ou la répartition des habitats peuvent subir des évolutions naturelles (dynamique végétale spontanée (Photo n°3), changements climatiques par exemple). Le gestionnaire peut participer à des études à long terme pour mesurer l'impact de certains phénomènes écologiques intervenant dans les écosystèmes. Mais la détection des changements écologiques globaux par la mesure de paramètres indicateurs nationaux est souvent peu pertinente pour le gestionnaire de terrain (il s'agit le plus souvent d'objectif d'organismes ou de conventions internationales, etc.). Le gestionnaire doit en priorité s'attacher à appréhender l'évolution des habitats et de certaines espèces remarquables du site dont il a la responsabilité, même si par ailleurs il doit tenter d'avoir une démarche globale (voir page 13, chapitre A.12.1).

Dans les écosystèmes, il y a souvent trois types de changements :

- **Processus lents** (changements successifs) qui peuvent être extrêmement longs, donnant l'impression d'une stabilité (dynamique des populations qui ont une vie longue, développement du sol, etc.). Mais la succession est un processus écologique normal qui résulte dans un changement graduel des communautés et la disparition ou l'apparition éventuelles d'espèces.
 - **Événements rares ou phénomènes épisodiques** : perturbations de type : incendie, inondation, température excessive ou anormalement basse, sécheresse, tempête, développement d'espèces invasives, etc. Certains de ces événements peuvent avoir un effet bénéfique à long terme mais les conséquences immédiates sont souvent destructrices.
 - **Changements cycliques**, processus subtils et phénomènes complexes : ce sont ceux qui changent dans le temps, par exemple : acidité de l'eau. A court terme, ils peuvent être très dramatiques dans leurs effets, mais contribuent habituellement à la persistance des populations. Cela inclut les relations prédateurs - proies.
- Dans la réalité les trois phénomènes peuvent être simultanés ou se superposer.

Fréquentation humaine

Une des problématiques du gestionnaire consiste à concilier protection de la nature et accueil du public (Photo n°4). Le but de la plupart des suivis qui découlent de cette problématique est d'en mesurer l'impact. Certains éléments recueillis lors de la rédaction du plan de gestion permettent de caractériser les activités humaines et ainsi d'identifier certaines problématiques qui y sont liées (exemple : conservation des espèces d'oiseaux et activités de chasse, ski hors piste ou raquette et population de Grand Tétras).

Evaluation de la gestion

Aussi, la mise en œuvre du plan de gestion fera naître de nouvelles problématiques découlant du besoin d'expliquer les effets de certaines pratiques. Les influences majeures sur l'écosystème sont souvent causées par des activités humaines *in situ* ou *ex situ* ou leur abandon (colonisation des ligneux suite à l'arrêt du pâturage) dans certaines pelouses calcaires, parfois par manque de berger.

TYPES DE CHANGEMENTS ÉCOLOGIQUES

- changement de superficie : perte d'habitat, changement d'habitat, fragmentation.
- changement du régime hydrologique : assèchement, drainage, etc.
- changement de la qualité de l'eau : eutrophisation, pollution chimique, etc.

D'après PERENNOU *et al.*, 1999.

Voir aussi HOLLIS et FINLAYSON (1996).
Changements écologiques dans les zones humides méditerranéennes.



Photo n°3 : La colonisation des pelouses calcaires par des espèces ligneuses a conduit le gestionnaire de la réserve naturelle du Ravin de Valbois à engager un chantier de défrichage. © Photo : DOUBS - NATURE - ENVIRONNEMENT.

Source : d'après HELLAWELL (1991) et LIKENS (1987)



Photo n°4 : Pratique du kayak dans la RN des Gorges de l'Ardèche. © Photo : C. CHAUVET.



Photo n°5 : Le pâturage évite la fermeture des milieux herbacés. Ici un berger dans la RN Coussouls de Crau.
© Photo : J. BOUTIN / DIREN PACA.

Dans la RN du Lac Luitel, une des problématiques est le changement de la végétation des tourbières suite à la pollution engendrée par le salage des routes (la salinité crée un changement de la végétation). Le fait d'identifier cette problématique de manière claire en se posant un certain nombre de questions permet de se fixer des objectifs en terme de suivi : que faut-il suivre et comment pour montrer l'impact négatif de cette pollution ?



Photo n°6 : la RN de l'Île du Girard en pleine crue.
© Photo : L. TERRAZ.

Le gestionnaire mettra en place des programmes de suivi pour mettre en évidence les liens entre résultats obtenus et mode de gestion et l'atteinte ou non d'un objectif de gestion (réponse d'une espèce aux aménagements de son biotope, réponse d'un habitat prairial à une gestion par le pâturage, etc...). Si le gestionnaire a changé de mode de gestion avec l'intention de s'assurer un résultat particulier, il est envisageable de suivre la progression vers ce résultat. Le gestionnaire continuera à gérer une partie du site comme précédemment (parcelle témoin) et réalisera une analyse comparative des résultats obtenus dans la parcelle gérée et dans la parcelle témoin. Lorsque l'objectif formulé est la non-intervention, un suivi peut être entrepris, destiné à mesurer la fourchette dans laquelle les milieux ou les populations varient. A terme, les informations recueillies permettront d'identifier des limites en deçà ou au delà desquelles une intervention du gestionnaire est souhaitable pour le bon fonctionnement écologique de l'espace naturel.

Evènement particulier

La problématique de l'étude peut aussi être liée à une conjoncture particulière. Par exemple, une modification subite du milieu par des facteurs non maîtrisables, des événements rares ou phénomènes épisodiques (inondation, incendie, tempête, crues (Photo n°6)...). Le gestionnaire est alors confronté à une nouvelle problématique et il devra mettre en place des études visant à la compréhension du phénomène observé à la suite de cet événement. Il peut par exemple s'agir de «Suivre la recolonisation de la végétation après incendie ou pollution de diverses natures». Il peut également s'agir de déterminer si oui ou non certains événements ont lieu et de mener des études visant à prouver les effets de certains facteurs. Par exemple, la plupart des suivis de l'eau sont réalisés pour détecter si une pollution a eu lieu.

A.1.2. Estimer l'ampleur du problème et ses causes probables

Cette étape consiste à définir la zone d'étude c'est-à-dire l'aire sur laquelle le problème se pose, et à définir les facteurs pouvant avoir une influence sur la problématique.

A.1.2.1. Identifier l'ampleur du problème

Identifier l'ampleur du problème consiste à préciser si la problématique est interne à l'espace naturel concerné (problématique locale), si elle concerne d'autres sites ou si elle s'intègre dans un contexte plus global, comme par exemple le suivi d'une population d'espèces à l'échelle nationale, ou le suivi de l'eau à l'échelle d'un bassin versant.

Il s'agit de l'échelle sur laquelle le phénomène est observé :

- aire potentielle pour une espèce à inventorier,
- espace géré si le suivi concerne l'évaluation de la gestion,
- espace fréquenté si le suivi concerne la fréquentation humaine,
- bassin hydrologique s'il s'agit de suivre les niveaux d'eau ou de réaliser l'inventaire du fonctionnement hydrique, etc.

Avoir une approche globale

Dans les réserves naturelles la problématique est souvent bornée aux limites administratives (parce que les moyens ne sont pas suffisants), notamment s'il s'agit du suivi d'espèces patrimoniales, bien qu'une connaissance plus large soit souvent utile à l'analyse et à l'interprétation des données. Le gestionnaire devra cependant avoir l'approche la plus globale possible de la problématique. Il tentera de ne pas se limiter à collecter des informations dans la seule réserve, mais aussi dans l'ensemble de l'écosystème, en recueillant notamment les données d'autres études, menées par exemple sur d'autres espaces naturels protégés et en s'intéressant aux utilisations de l'espace en dehors du site géré. Cela peut être particulièrement intéressant lorsqu'il s'agit de mesurer les pressions extérieures (voir Figure n°3).

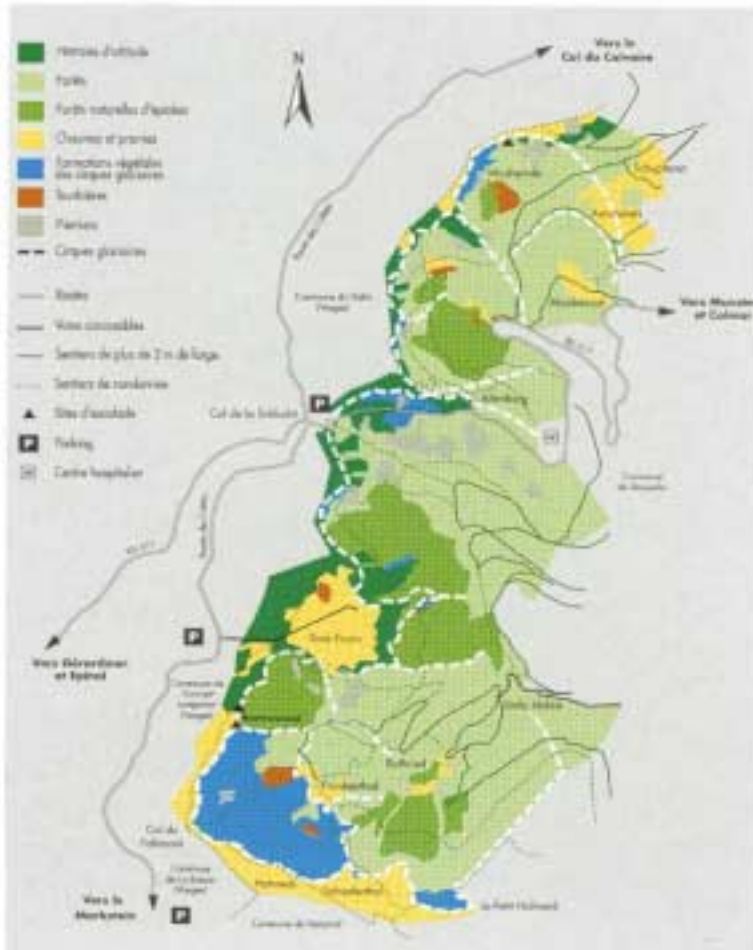


Figure n°3 : Exemple d'inventaire des accès automobiles et itinéraires piétonniers de la Réserve Naturelle de Frankenthal, carte extraite du livre «A la découverte des Réserves Naturelles de France», (NATHAN, 2001).

Cependant, étendre l'aire d'étude ne signifie pas forcément tout étudier. Dans le cas de vastes réserves, en montagne par exemple, il est indispensable de limiter l'étude à quelques secteurs représentatifs.

Apprécier l'ampleur spatio-temporelle du problème

La recherche historique réalisée généralement dans le cadre du premier plan de gestion permet, s'il existe des cartes de répartition anciennes ou plusieurs campagnes de photographies aériennes, d'apprécier de manière plus fine l'ampleur spatio-temporelle du problème (évolution plus ou moins rapide et plus ou moins étendue d'un habitat dans l'espace). Les photographies aériennes et l'exploitation qui en est faite permettent notamment d'apprécier la colonisation d'un espace ouvert par les ligneux (voir Figure n°4). Le gestionnaire peut aussi avoir une idée de l'aire de répartition concernée et de la vitesse d'évolution d'une espèce envahissante juste par la connaissance qu'il a du terrain, ou les photographies qu'il a pu prendre en période de floraison.

Penser à l'échelle d'exploitation des données

Le gestionnaire devra également préciser l'échelle d'exploitation des données :

- stationnelle : au niveau d'une parcelle d'étude.
- locale : au niveau de secteurs écologiques ou géomorphologiques.
- par entités bio-géographique de vaste étendue (programmes interrégionaux) : suivi de vautours, gypaètes et grands prédateurs dans la massif montagneux pyrénéen ; Réseau alpin des espaces protégés ; suivi du Grand Tétrás dans les massifs montagneux...
- par regroupement de sites ayant les mêmes problématiques (réseaux de

CONSEIL

Le suivi scientifique et la surveillance devraient, si les moyens financiers le permettent, ne pas correspondre exclusivement aux limites administratives mais s'appliquer à une entité écologique.

Par exemple, la surveillance des populations de Flamant rose en Camargue ne se limite pas à l'étude des individus de la réserve naturelle (limites administratives), mais à l'ensemble du milieu camarguais.

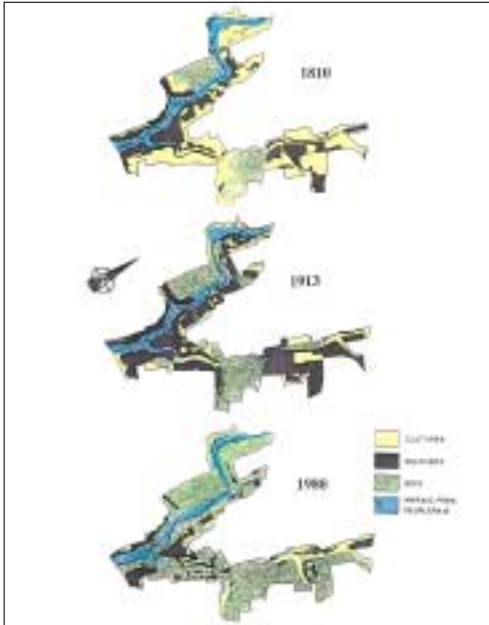


Figure n°4 : Cartes montrant l'évolution des paysages végétaux de la réserve naturelle de Grand'Pierre et Vitain entre 1810 et 1980.

Source : Extrait du Plan de gestion (BEZANNIER F. 1999).

*CRBPO : Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (Muséum National d'Histoire Naturelle).

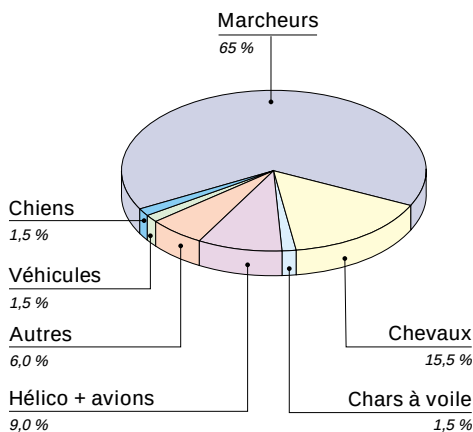


Figure n°5 : Les différentes causes d'envol des oiseaux dans la réserve naturelle au cours des mois de juillet et août.

Source : Extrait du rapport d'activité de la RN de la Baie de Somme.

CONSEIL

Il est important d'être familiarisé avec le système ou les facteurs à étudier avant d'initier une quelconque étude. Cela comprend non seulement la connaissance de l'historique du site (historique de la gestion de la réserve par exemple), mais aussi, si c'est possible, la compréhension de la structure et des fonctions du système (LIKENS, 1987).

sites et d'observateurs) : suivi des limicoles côtiers dans le cadre du réseau des réserves naturelles estuariennes, suivi de la végétation des îlots marins dans les réserves naturelles,...

- nationale : réseaux nationaux de recueil de données. Programme STOC (Suivi Temporaire des Oiseaux Communs) du CRBPO* par exemple ; Plan de restauration nationaux ; réseau hydrologique piscicole national...
- international : suivi des oiseaux d'eau (programme Wetlands International)...

A.1.2.2. Identifier les causes

Identifier la ou les causes d'un problème ne concerne que des opérations de suivi (entreprises pour comprendre et évaluer les changements observés sur le terrain). Dans la majorité des cas, pour les réserves naturelles, les causes ont été identifiées lors de la rédaction du plan de gestion (chapitre B3 : facteurs pouvant avoir une influence sur la gestion).

Les causes de changements écologiques observés sur le terrain sont parfois connues, voire évidentes. D'après PERENNOU *et al.* (1999), il peut s'agir de :

- l'exploitation non durable des ressources : surpâturage, sur-chasse, sur-fréquentation touristique...
- l'introduction d'espèces exogènes : plantes, poissons, tortue de Floride...
- la gestion et la restauration : la colonisation des milieux ouverts par les ligneux est généralement liée à l'abandon des pratiques du pâturage (Photo n°3), etc.

Si les causes sont connues on cherchera à mieux définir les relations de cause à effet. Il est parfois difficile de les corréler avec des modifications observées sur des populations d'espèces animales, les causes de régression pouvant être diverses : fréquentation humaine en période hivernale ou estivale, modification du milieu et régression des zones à myrtilles pour le Grand Tétrás. Dans la RN de la Baie de Somme une étude a été réalisée pour mettre en évidence les causes de dérangement des oiseaux manifesté par leur envol (voir Figure n°5).

Si elles ne sont pas connues, il faudra définir une méthode de suivi dont un des objectifs sera de les rechercher. Le gestionnaire tentera d'identifier si les causes sont internes ou externes au site.

A.1.3. Regrouper les données disponibles

Avant de recueillir de nouvelles données, que ce soit pour des inventaires mais plus encore pour des suivis, le gestionnaire devra centraliser les données existantes qui lui seront utiles.

A.1.3.1. Recenser les documents et informations disponibles

Certaines méthodes nécessitent d'avoir des données de base suffisamment fiables. La carence en données de base peut être liée au manque d'études existantes. Il s'agit dans cette étape de :

- faire le bilan et l'évaluation des données déjà en possession de l'organisme gestionnaire : les études réalisées sur le site,
- faire des recherches bibliographiques complémentaires.

Recherche historique

De véritables recherches en «écologie historique» permettent d'identifier (plus précisément) les impacts des utilisations humaines d'un passé relativement récent (T. DUTOIT, Forum des gestionnaires d'espaces naturels, 2003). Ce sont en effet les utilisations agricoles, artisanales et industrielles, etc.) qui pourront être responsables de la structuration et du fonctionnement des écosystèmes actuels ainsi que de la présence et de l'abondance de certains taxons. La recherche historique passe par la l'iconographie (gravures, cartes, tableaux anciens), les consultations d'archives (livre, cadastre...). Cette

Travail préparatoire au terrain

recherche est généralement effectuée au moment de la rédaction du premier plan de gestion d'une réserve naturelle (voir Figure n°6).

Recherches bibliographiques

Une recherche bibliographique sur le sujet visé par la problématique est un gain de temps si elle répond à certaines questions, évite de refaire des travaux déjà effectués, et aide au choix des bons indicateurs. Il s'agit de recenser les données disponibles et d'y accorder du temps pour dresser un bilan des connaissances en lien avec le sujet de l'étude et recueillir des données variées et de diverses sources sur des situations similaires dans d'autres sites, y compris dans d'autres pays.

Il est important de rechercher des informations sur les facteurs et dynamiques qui peuvent influencer la présence d'une espèce ou d'un habitat. Les articles scientifiques nationaux et internationaux publiés dans diverses revues complètent souvent les ouvrages de référence (penser à demander des tirés-à-part aux auteurs par exemple). Il n'est pas toujours facile d'en avoir connaissance, les moyens informatiques actuels peuvent faciliter leur recherche (bases de données sur sites internet...).

Il existe également des banques de données réalisées par les réseaux d'espaces naturels, comme par exemple le document «Références scientifiques sur la conservation d'un réseau représentatif et fonctionnel de forêts naturelles» édité par le WWF en partenariat avec RNF et disponible sur CD (voir Figure n°7). De la même façon il existe à RNF une base de données bibliographique sur les études scientifiques réalisées dans les réserves naturelles. La documentation informatique est de plus en plus abondante par le biais des sites internet : de nombreuses associations de gestion ont développé le leur.

Contacter certaines personnes

Avant de lancer toute opération associée à une étude, assurez-vous auprès de scientifiques ou naturalistes locaux que de telles opérations n'ont pas déjà été effectuées. Une recherche auprès de personnes connaissant le site depuis longtemps peut également avoir un intérêt. Les anciens «usagers» et les personnes âgées peuvent fournir des renseignements précieux et précis sur les activités passées (sylvo-pastorales, etc.) et sur des observations mémorisées (grottes occupées, zones inondables) afin de relever des potentialités de présence ou de retour d'une espèce. Cette recherche a normalement été réalisée lors de la rédaction du premier plan de gestion d'une réserve naturelle.

Prendre connaissance des réseaux existants

Notez que la documentation est faible ou inexistante sur beaucoup de groupes d'espèces et d'habitats. Toutefois il ne faut pas négliger les réseaux d'échanges de données et de suivis qui peuvent être une aide précieuse pour la recherche d'informations (groupes thématiques de RNF, pôles relais du plan d'action sur les zones humides, groupes de travail par habitat de la Fédération des Conservatoires régionaux du patrimoine naturel, réseau de sites Natura 2000, Observatoire des Galliformes de montagne, Observatoire des Invertébrés de l'OPIE, ...). Ainsi certaines données sont déjà disponibles au sein même des réseaux des réserves naturelles ou des conservatoires régionaux, qui peuvent alors jouer leur rôle d'échange entre gestionnaires (voir Figure n°8).

A.1.3.2 Identifier l'état initial, la situation de référence

L'état initial ou état de référence est un témoin indispensable pour évaluer l'impact de la gestion ou d'une dynamique sous influence d'un ou de plusieurs facteurs anthropiques ou naturels.



Figure n°6 : Les cartes postales anciennes nous livrent une image du site tel qu'il était autrefois. Ici une carte postale du Marais de Bouquelon au début du XX^e siècle. Coll. Th LECOMTE.



Figure n°7 : Contenu du CD-Rom réalisé par le WWF en partenariat avec RNF.



Figure n°8 : Une étude réalisée par le Cemagref de Bordeaux permet de connaître les réserves naturelles concernées par les plantes envahissantes.

L'enquête réalisée par RNF sur les protocoles de suivis permet de connaître les réserves qui réalisent déjà des études sur tel ou tel espèce ou habitat. Il est donc possible pour un gestionnaire ayant une problématique de gestion en lien avec une espèce de consulter ses collègues et de recueillir des informations sur les méthodes de suivi et les premiers résultats.



Photo n°7 : *Marsilea strigosa*. © Photo : RNRH.

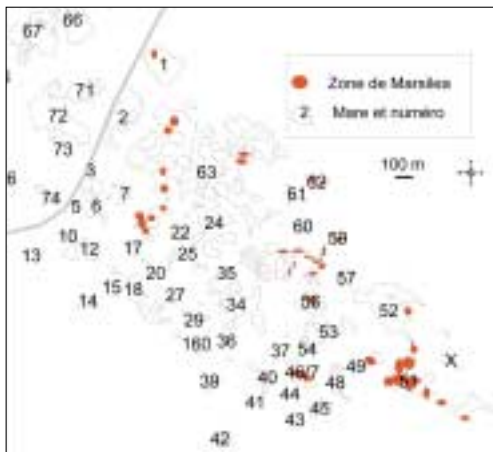


Figure n°9 : Carte de localisation de *Marsilea strigosa* en 2001 à la RN de Roque-Haute (Hérault).

Source : Rapport d'activité 2001 AGRN-RH

Dans la RN de Roque-Haute (Languedoc-Roussillon), l'objectif du suivi de l'évolution de la végétation des mares et des pelouses à Isoètes est de connaître son évolution naturelle, d'apprécier les résultats des opérations de gestion du milieu et d'identifier les menaces qui pèsent sur le groupement.

Dans cette même réserve, le suivi du Sénéçon du Cap a pour objectif de déterminer si l'espèce est capable de coloniser les mares. Le suivi général a pour objectif de déterminer si cette espèce est en expansion ou pas, et si les mesures d'arrachage doivent être poursuivies ou non.

Les outils servant à identifier l'état de référence sont de nature diverses :

- IL PEUT S'AGIR D'UNE LISTE D'ESPÈCES OU D'HABITATS.

Issue d'un inventaire cette liste constitue un état initial, de référence qui sert au plan de gestion (avant l'application de toute gestion) et est un préalable indispensable à la mise en place de tout suivi.

- IL PEUT S'AGIR DE CARTES OU DE PHOTOGRAPHIES.

Une carte des habitats donne par exemple une situation de référence à partir de laquelle il est possible d'évaluer les modifications. La situation de référence peut être une carte de répartition de l'espèce dans des quadrats de maille «x» (cas du suivi des espèces envahissantes dans la RN de Nohèdes) ou dans les mares (cas du suivi d'une espèce protégée à la RN de Roque-Haute, voir Photo n°7 et Figure n°9).

Le suivi doit être construit sur des bases de connaissance solide, sans lesquelles il sera difficile d'évaluer les changements observés. Une des conditions de la participation au réseau de suivi des Rhopalocères dans les réserves naturelles est par exemple d'avoir réalisé un inventaire de tous les papillons et de savoir les reconnaître à vue. La situation de référence pour un suivi des espèces doit si possible intégrer des variables complémentaires à la seule présence de celles-ci (effectifs, nombre de contacts, aire de répartition...), car une population peut régresser sans que l'espèce ne disparaisse. Il faudra vérifier que de telles données existent.

L'état de référence est généralement celui décrit dans le plan de gestion du site (Section A : Approche descriptive et analytique du site (RNF, 1998)).

A.1.3.3. Définir les lacunes et les besoins

A la suite du bilan précédent et au vu des besoins pour une compréhension de la problématique, le gestionnaire doit être en mesure de lister les manques en matière de connaissance (pas d'information existante sur l'écologie de telle espèce à forte valeur patrimoniale pour le site par exemple), et de fixer des objectifs à atteindre pour améliorer cette connaissance. Les études nécessaires pour combler ces lacunes sont intégrées dans les actions du plan de gestion pour les réserves naturelles (voir aussi le chapitre A.1 «Identifier le contexte» page 11).

A.2. Définir les objectifs et établir l'hypothèse

A.2.1. Définir les objectifs

Selon HELLAWELL (1991), des études sont parfois mises en place avec une vague idée des objectifs, et l'espoir que les données récoltées sur le terrain, sans protocole particulier, seront utilisables par la suite pour élaborer des analyses statistiques. Les études sont souvent planifiées à l'envers, sur le principe du «collecte maintenant» (les données) et «pense plus tard» (aux questions utiles). La définition des objectifs est pourtant une étape essentielle pour identifier les éléments et paramètres à suivre, et préparer la stratégie d'échantillonnage qui conditionne l'ensemble de l'étude. Les objectifs constituent la base de la collecte de l'information car la manière de recueillir les données sera fonction de ce que l'on souhaite obtenir.

Il ne s'agit pas ici de définir les objectifs du plan de gestion (car cela correspond à la problématique, voir page 11), mais les objectifs de l'étude à mener, les buts de la collecte des données. Définir les objectifs revient à clairement identifier le type de résultat que l'on souhaite recueillir. Ils découlent de la problématique et sont liés à son ampleur, et consistent souvent à vérifier les hypothèses ou les suppositions émises.

Travail préparatoire au terrain

L'objectif de l'étude à mener doit être défini de manière claire et précise, notamment parce qu'elle peut être confiée à un prestataire, et avant que le protocole ne soit mis en œuvre, car cela conditionne les choix en terme de méthode (voir chapitre A.3. page 19).

Ils doivent être définis par le gestionnaire qui peut s'entourer de l'aide de scientifiques.

Les objectifs des études à mener seront opérants dans la mesure où ils possèdent huit attributs principaux :

- **conformes à la problématique** analysée,
 - **spécifiques** pour donner une réponse unique,
 - **explicites** pour être accessibles à tous (énoncé précis),
 - collectivement **exhaustifs et cohérents** pour faciliter l'interprétation de l'ensemble des résultats et obtenir une explication unique,
 - **compatibles** pour que l'atteinte d'un objectif n'empêche pas la réalisation d'un autre,
 - **réalistes** pour permettre une adéquation entre les ressources disponibles et les buts visés,
 - **réalisables** dans un délai raisonnable (pour le gestionnaire),
 - et enfin, **hiérarchisés** pour obtenir un ordre de priorité dans leur réalisation.
- Ces objectifs doivent également être **précis et évaluables**. C'est-à-dire que l'on doit être capable, au vu des résultats, de dire s'ils ont été atteints ou non. Ils doivent donc mentionner l'état de référence (voir page 16).

A.2.2. Etablir l'hypothèse

L'hypothèse est un énoncé explicite qui sous-tend l'objectif.

Une nécessité pour les suivis

L'hypothèse est nécessaire dans le suivi où elle indique le degré de conformité avec une norme ou un standard prédéterminé. Le gestionnaire devra alors se doter des informations nécessaires pour établir des hypothèses sur les causes des changements observés (GRILLAS, 1996). La connaissance que le gestionnaire a du milieu et des facteurs qui agissent sur son fonctionnement permet d'établir des hypothèses en terme de résultats.

mais pas pour la surveillance ou les inventaires

Il n'est pas nécessaire de définir une hypothèse pour des programmes de surveillance continue. Le gestionnaire se basera sur les niveaux de population d'espèces ou surfaces d'habitats identifiés dans un premier temps (état de référence), et la collecte des données devra permettre de vérifier si les effectifs des populations ou la répartition des habitats ont régressé ou augmenté (évaluation des tendances).

L'hypothèse n'est pas nécessaire dans les inventaires. Il est cependant possible, si on connaît les habitats du site, de réaliser une liste d'espèces végétales potentiellement présentes, à partir des cahiers d'habitats par exemple (voir page 89), et partir de l'hypothèse que l'on va trouver ces espèces par le biais de l'inventaire.

Par exemple, si l'objectif est de montrer un gradient de végétation, les placettes seront disposées le long d'un transect. Par contre, si l'objectif est d'inventorier les habitats, les placettes seront disposées selon un protocole d'échantillonnage aléatoire (voir chapitre A.3.7.1 page 38).

De la même façon, les méthodes seront différentes selon si l'objectif est d'avoir un effectif absolu ou relatif de la population. Dans le premier cas on utilisera des méthodes absolues (bague par exemple) et dans le second des méthodes dites relatives (points contacts répartis le long de transects).

Un inventaire des libellules dans la Réserve Naturelle du Mas Larrieu (Pyrénées-Orientales) a pour objectif :

- d'établir une liste des principales espèces présentes sur la RN,
- de présenter une liste d'espèces par milieu,
- d'aborder une approche quantitative des principales espèces,
- de mentionner les espèces protégées se trouvant sur le territoire de la RN, et de préciser le rôle qu'elle joue pour la sauvegarde des populations d'espèces et notamment des espèces d'intérêt patrimonial,
- d'apporter des éléments de réflexion pour la gestion des milieux et le maintien, voire la sauvegarde des odonates de la RN.

A la suite d'un recensement des espèces d'amphibiens présents dans la RN de la Truchère-Ratenelle, il est apparu que cette faune présentait ni la diversité, ni l'abondance attendues. Une des hypothèses émises pour expliquer les absences ou les faibles effectifs de certaines espèces suppose que l'acidité de l'eau est trop élevée pour permettre le développement des embryons et des têtards. Une étude a donc été réalisée avec comme objectif de caractériser les mares par des mesures physico-chimiques et par la réalisation d'un suivi expérimental de croissance de population-test de têtards. JOLY (1992) proposait plusieurs hypothèses :

- la première relative à l'acidité de l'eau,
- la seconde prend en compte la présence d'une forte densité de poissons chats,
- la troisième est relative aux stades avancés d'atterrissement de petits sites aquatiques,
- enfin, la quatrième est une conséquence de la présence de la départementale constituant un obstacle lors des migrations.

Le gestionnaire de la RN du Lac Luitel (Isère) peut par exemple émettre l'hypothèse que la régression de la végétation inféodée à la tourbière est liée aux sels de déneigement déposés sur les routes en amont de la zone humide.

CONSEIL

L'hypothèse doit tenir compte de l'objectif et doit être testable (sur la base des données recueillies) et quantifiée (idéalement).

A.3. Faire des choix

LA BIODIVERSITÉ,

Un mot à la mode, mais souvent mal compris. Le mot biodiversité ou diversité biologique désigne la diversité du vivant : variété de la vie végétale, animale et bactérienne qui existe dans un espace déterminé et à un moment donné.

DÉFINITION DE RÉFÉRENCE :

Variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces, entre espèces ainsi que celles des écosystèmes.

Source : Convention sur la Diversité Biologique. Article 2. PNUD 1992.

CONSEIL

C'est principalement la diversité spécifique et la diversité des habitats qui intéressent le gestionnaire d'espaces naturels.

Des études génétiques sont effectuées pour certaines espèces dans les réserves. C'est le cas de la plante Hibiscus à cinq fruits, Kosteletzkya pentacarpos, à la RN de l'Etang de Biguglia (Corse).



Photo n°8 : Dans la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio (Corse), le suivi de la population des mérous en lien avec l'impact de la fréquentation humaine montre un changement de comportement des mérous entre eux et avec les plongeurs sous-marins fréquentant le secteur alors que parallèlement la population est en hausse.

© Photo : O.E.C..

Le principal but pour un gestionnaire d'espace protégé est de maintenir les éléments essentiels à la vie des espèces et des habitats qu'ils doit maintenir dans un état de conservation favorable, et donc d'identifier les paramètres à surveiller (voir chapitre A.3.5. page 29). Mais inventorier et suivre tous les paramètres est impossible dans la pratique, par manque de ressources (temps, argent, matériel, expertise, personnel). Pour cela, la collecte de données est forcément sélective et nécessite de faire des choix.

A.3.1. Choisir le matériel biologique

Choisir le matériel biologique revient à identifier ce que l'on veut étudier. Il s'agit en fait de l'objet de l'étude.

A.3.1.1. Intégrer la notion de niveau de biodiversité

La plupart des auteurs distinguent trois niveaux de biodiversité : diversité génétique, diversité spécifique (diversité des espèces) et diversité écosystémique (HINTERMAN & WEBER, 1999). D'autres auteurs distinguent également un autre niveau : la diversité des paysages. Du fait de la complexité de la biodiversité, il est nécessaire de préciser à quel niveau de biodiversité on se situe car cela conditionne le choix de la méthode de collecte des données. Ce choix est lui-même conditionné par les objectifs.

Le texte qui suit ne constitue pas réellement une aide au choix d'un niveau de biodiversité mais apporte quelques définitions qu'il est utile de rappeler ici. DELANOE (1998) a cherché à synthétiser, pour chaque niveau de biodiversité, les données requises et les méthodes d'évaluation (Tableaux n°2 à n°5).

Diversité génétique

La diversité génétique correspond à la diversité des gènes au sein des espèces. Elle représente la variation au sein d'une espèce ou entre les espèces d'une population. De nouvelles combinaisons génétiques se produisent à la suite de mutations affectant les gènes ou les chromosomes, combinaison qui peuvent se répandre rapidement au sein d'une population, en particulier via la reproduction sexuée.

La diversité génétique, située au niveau infraspécifique (phénologie, morphologie...), a une signification capitale pour le maintien de la biodiversité. Elle peut s'éroder ou disparaître avant qu'une espèce ne s'éteigne complètement. La réduction du nombre d'individus d'une population entraîne inévitablement une réduction de la diversité génétique (ou de la variété des caractères) de cette espèce. Le seuil de disparition total varie selon les espèces, mais de toute manière, la diminution des individus de l'espèce fragilise les survivants qui n'ont pas forcément toute la gamme des gènes de l'espèce à disposition. Les études s'appliquent à une espèce en particulier, à une population ou à des métapopulations. Travailler à l'échelle de la diversité génétique aura des incidences sur les choix des méthodes et des partenaires. Pour étudier ce type de diversité, le gestionnaire devra la plupart du temps faire appel à des spécialistes, des laboratoires de recherche (étudiant en thèse...).

Diversité spécifique

La diversité spécifique est la diversité en espèces (richesse spécifique) présentes sur un territoire donné. Le niveau spécifique est généralement considéré comme le meilleur niveau pour apprécier la diversité qui se présente sous deux aspects :

- un aspect qui concerne le nombre d'espèces par unité de surface, c'est la richesse spécifique,
- un aspect qui se rapporte à la diversité «taxonomique» c'est-à-dire à la classification des espèces.

Tableau n°2 : Exemples de données requises et de méthodes d'évaluation pour étudier la diversité génétique.	
Données requises	Méthodes d'évaluation
- Données biochimiques et moléculaires, dans le cas d'analyses génétiques. - Connaissance sur la biologie des espèces, notamment sur la biologie de la reproduction (phénologie). - Données simples sur la variabilité des individus (morphologie) issues d'observations sur le terrain. - Données issues de la surveillance des populations qui apportent des données importantes pour la caractérisation de la rareté et des degrés de menace.	- Evaluation moléculaire. - Méthodes permettant de modéliser les concepts de populations viables et des métapopulations et de définir des seuils en dessous desquels l'extinction des espèces devient inéluctable. - Méthodes d'évaluation des populations (populations minimales viables et analyse de la viabilité des populations) qui nécessitent d'intégrer un grand nombre de facteurs et de développer des modèles de populations permettant de lier la variation des paramètres démographiques à la fréquence et l'amplitude de variations environnementales et génétiques. - Méthodes de marquage-recapture afin d'estimer la taille d'une population. Cette méthode nécessite beaucoup de travail de terrain, de logistique et d'analyse statistique. - Méthodes de radio-tracking utilisées pour suivre les mouvements de grandes espèces de mammifères ou de grands oiseaux.

Source : DELANOE, 1998.

La biodiversité est souvent assimilée à la diversité spécifique. Elle ne peut être décrite que si les changements sont étudiés sur trois niveaux :

- LA DIVERSITÉ ALPHA (diversité à l'intérieur d'un habitat), voir Photo n°9, Elle correspond au nombre d'espèces coexistantes dans un habitat uniforme de taille fixe. On doit donc calculer séparément la diversité alpha pour un habitat forêt et un habitat marais, et tenir compte de la surface totale échantillonnée.
- LA DIVERSITÉ BÉTA (diversité à l'intérieur d'une mosaïque d'habitats), Elle correspond au taux de remplacement des espèces dans une zone biogéographique donnée.
- LA DIVERSITÉ GAMMA (diversité dans une région biogéographique ou dans un pays). Elle correspond au taux d'addition d'espèces lorsque l'on échantillonne le même habitat à différents endroits. On doit donc la calculer séparément pour les marais et la forêt de chaque zone.

Les inventaires dans les espaces protégés visent la diversité alpha et bêta. La surveillance concerne l'ensemble des espèces présentes dans le site géré, ou plus souvent un groupe taxonomique, une partie de ces espèces. Le suivi cible généralement les espèces protégées, espèces rares, espèces bio-indicatrices, etc.



Photo n°9 : De nombreuses espèces coexistent dans les habitats rocheux de la RN Iroise.
© Photo : Ch. HILY. BRETAGNE VIVANTE/SEPNB.

Tableau n°3 : Exemples de données requises et de méthodes d'évaluation pour étudier la diversité spécifique.	
Données requises	Méthodes d'évaluation
- Inventaires des espèces de la flore et de la faune. - Clés de détermination des espèces et fiches descriptives des espèces aidant à l'identification sur le terrain. - Données sur la répartition et la phénologie des espèces et des populations. - Atlas de répartition des espèces. - Données issues de la surveillance des espèces permettant de suivre l'évolution du statut d'une espèce ou d'un nombre d'espèces sur un site donné.	- Méthodes d'identification et d'évaluation de la dynamique d'espèces «clés de voûte». - Méthodes de surveillance des espèces invasives allochtones. - Méthodes d'identification et de surveillance d'espèces indicatrices. - Méthodes d'identification et de surveillance d'espèces ciblées pour la conservation. - Inventaire et surveillance des espèces ressources pour l'homme. - Surveillance des espèces typiques ou représentatives ne faisant pas partie des catégories précédentes et pouvant contribuer au caractère typique d'un paysage étendu. - Méthodes d'inventaire de groupes taxonomiques. - Méthodes d'évaluation intensive (inventaires détaillés de la faune et de la flore sur certains sites).

Source : DELANOE, 1998.

Diversité des écosystèmes

C'est la diversité des unités écologiques constituées par des communautés d'organismes interagissant avec leur milieu physique (Photo n°10). Elle met en relation la diversité génétique et spécifique, avec la diversité structurelle et



Photo n°10 : La RN de la Truchère-Ratenelle a cette particularité d'abriter des habitats radicalement différents : une zone de dunes continentale, et sans transition à quelques mètres de ce milieu désertique, une tourbière boisée gorgée d'eau. Un étang vient compléter cette mosaïque naturelle. © Photo : C. NIEDERLENDER.

fonctionnelle des écosystèmes tels que l'abondance des espèces, les structures en classes d'âges des populations et les processus biologiques, comme l'interdépendance des espèces dans la chaîne alimentaire. L'évaluation quantitative de la diversité au niveau de l'écosystème, des habitats est difficile à appréhender. L'utilisation de ce niveau de biodiversité implique de sérieux problèmes d'ordre méthodologique, puisqu'il est extrêmement difficile de délimiter un habitat de telle manière que les résultats soient reproductibles et que la marge d'erreur de la méthode choisie soit suffisamment faible. Ceci du fait que la définition même d'un écosystème, un habitat ou une communauté est assez délicate dans la mesure où on doit tenir compte non seulement de la diversité génétique ou spécifique, mais également des variables abiotiques telles que le climat, le sol, etc. Il n'existe donc pas d'indice fiable de la diversité des écosystèmes, ce qui pose un problème fondamental lorsqu'il convient d'attribuer un rang à divers écosystèmes plus ou moins menacés. Il est en effet plus facile de travailler avec le niveau spécifique. Ce sera possible, cependant, si on travaille avec des échantillons de ces habitats (quadrats...) ou si certains sont regroupés dans des ensembles pertinents.

Tableau n°4 : Exemples de données requises et de méthodes d'évaluation pour étudier la diversité des habitats.	
Données requises	Méthodes d'évaluation
- Inventaire et typologie des habitats. - Clés d'identification de certains habitats et fiches descriptives (cahiers d'habitats). - Correspondance entre espèces prioritaires pour la conservation et «habitats d'espèces». - Cartographie des habitats présents. - Données issues de la surveillance des habitats.	- Méthode d'évaluation appliquée à la diversité d'un type de milieu. - Cartographie des habitats. - Utilisation d'indicateurs pour évaluer l'état de conservation d'un habitat et pour mettre en place un protocole de surveillance qui permet de mesurer l'évolution de l'état de conservation des habitats en utilisant toujours les mêmes indicateurs au cours du temps. Le suivi doit permettre d'évaluer à terme l'efficacité des mesures mises en place pour la conservation ou le rétablissement des habitats.

Source : DELANOE, 1998.

Tableau n°5 : Exemples de données requises et de méthodes d'évaluation pour étudier la diversité des paysages.	
Données requises	Méthodes d'évaluation
Listes, inventaires et cartographies des grands types de milieux, des régions biogéographiques.	- Méthodes d'évaluation au niveau global et biogéographique. - Méthodes d'évaluation de grands types de milieu : observatoires des grands types de milieux. - Méthodes intégratives au niveau des espaces naturels : observatoire d'espaces naturels. - Utilisation d'outils comme la télédétection, la photo-interprétation et les SIG.

Source : DELANOE, 1998.

Diversité des paysages (au sens écologique)

Il est également possible de se situer au niveau des paysages. Un espace naturel est un milieu complexe renfermant une mosaïque de formes de paysages, d'écocomplexes, de types de végétation, et de types d'usages. Les paysages contiennent tous les niveaux de la hiérarchie biologique, depuis les écosystèmes jusqu'aux espèces et aux gènes qui sont ciblés par les inventaires.

A.3.1.2. Identifier l'objet de l'étude

Cette étape consiste à identifier le ou les objets les plus pertinents, les composantes-clés qui découlent directement des objectifs de conservation (HELLAWELL, 1991), sur lesquels doivent être mesurés les paramètres (variables). L'objet de l'étude peut être une composante abiotique (climat, eau, sol...) ou se situer à un des niveaux de biodiversité cités plus haut. La gamme d'indicateurs pouvant être utilisés dans le cadre d'un programme de suivi est en effet très large (grande diversité d'indicateurs à des échelles variées), allant du niveau du paysage à celui de la molécule (GRILLAS, 1996).



Photo n°11 : La RN de Nohèdes comme de nombreuses réserves de montagne présente une diversité de paysages. © Photo : M. SABATIER.

Travail préparatoire au terrain

Une donnée de la problématique

Dans de nombreuses études, le matériel biologique est une donnée de la problématique. C'est le cas le plus courant et cela supprime toute notion de choix à ce sujet. Par exemple, si la problématique est de surveiller la population de Grand Tétràs ou encore de Narcisse des Glénan (Photo n°12), le matériel biologique sera l'espèce elle-même.

dépendant des objectifs

Si le matériel biologique n'est pas une donnée de la problématique, le choix s'avère très dépendant des objectifs visés. D'après GRILLAS (1996), le choix des objets à mesurer est dépendant des objectifs de l'étude : portent-ils sur des valeurs quantitatives ou qualitatives ? Dans le cas de valeurs quantitatives, on s'intéresse principalement à des questions de disparition ou de modification de populations d'espèces (diversité spécifique) ou de surface d'habitats, quelles qu'en soient les origines. Il faut alors être en mesure d'expliquer ces disparitions ou modifications de population. Dans le cas de valeurs qualitatives on s'intéressera à des questions de comportements d'individus.

d'un intérêt patrimonial

Dans de nombreux cas, les objets mesurés dans les espaces naturels sont les espèces patrimoniales et les habitats d'intérêt communautaire. Les textes et listes d'espèces et d'habitats inscrites aux conventions, lois et règlements associés aux espaces protégés orientent bien souvent les activités de surveillance qui y sont mises en oeuvre (DELANOË, 1998). Certains groupes d'espèces ou espèces peuvent nécessiter un suivi particulier s'ils relèvent d'une perspective européenne (FROM *et al.*, 1997). Ces objets à étudier peuvent être identifiés, pour une réserve naturelle, lors de la rédaction du plan de gestion. Ils résultent alors de l'évaluation patrimoniale.

ou des indicateurs

Lorsqu'il y a beaucoup d'espèces et que l'objectif est de préciser les informations apportées par une liste ou des données d'abondance des espèces rencontrées, on utilise quelques espèces cibles qualifiées d'indices biotiques ou biologiques (GRILLAS, 1996). Cela peut être la présence d'espèces rares, en danger, les communautés caractéristiques des différents milieux. Trois raisons peuvent inciter à suivre une espèce cible (KEDDY, 1991) :

- l'intérêt particulier de l'espèce pour sa rareté,
- l'aspect indésirable de l'espèce (espèce exogène),
- l'intérêt de l'espèce comme indicateur de conditions de milieu. Dans la RN de la Dune Marchand, la restauration des bas-marais alcalins est suivie par le retour (qualitatif et quantitatif) des espèces caractéristiques de l'habitat. Il s'agit de *Parnassia* et *Epipactis palustris*, *Sagina nodosa*, *Carex trinervis*. Au niveau des habitats, l'indicateur se situe souvent au niveau d'une ou de plusieurs espèces. Dans le cas des roselières, l'objet mesuré pour qualifier leur état de santé est le roseau lui-même. De la même façon, le suivi des forêts alluviales dans les réserves naturelles s'attache à mesurer une série de paramètres sur chacun des arbres présents sur une placette échantillon. Il est risqué de se limiter à une seule espèce en tant que choix d'indicateur.

Cela peut poser des problèmes :

- aucune information sur les causes de variations,
- difficulté d'interprétation (manque de références, causes multiples, mobilité...), etc.

sans pour autant négliger les espèces communes

L'utilisation d'espèces cibles «rares», en tant qu'indicateurs peut poser des problèmes : si une espèce devient rare, elle risque à plus ou moins long terme de ne plus être observée par un grand nombre de personnes. Faut-il alors choisir des indicateurs parmi les espèces communes ? Leur dynamique, cependant, est souvent plus lente.



Photo n°12 : Narcisse des Glénan.

© Photo : R.P. BOLAN / SEPNE.



Photo n°13 : Miniopère de Schreibers.

© Photo : CPEPESC.

Quelques espèces cibles suivies dans les réserves naturelles :

- le Fou de Bassan
- le Grand Tétràs
- le Miniopère de Schreibers
- le Phoque veau-marin
- le Narcisse des Glénan, etc.

CONSEIL

Le gestionnaire de réserve naturelle est de plus en plus souvent sollicité par le Ministère en charge de l'environnement pour suivre les espèces dites «remarquables» ou «patrimoniales» sans qu'il y ait d'ailleurs de consensus sur ces termes. Pourtant il ne faut pas négliger des espèces plus communes qui peuvent être de bons indicateurs permettant de répondre à un objectif particulier. Le gestionnaire devra donc également s'interroger

sur les processus à mettre en œuvre pour avoir des informations sur les espèces non rares qui peuvent apporter de nombreuses informations. Le programme STOC (Suivi Temporel des Oiseaux Communs) du CRBPO (Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux) permet de suivre des espèces d'oiseaux nicheurs communs pour connaître de grandes tendances d'évolution des populations.

Dans le cadre de l'étude expérimentale visant à caractériser les facteurs limitant les amphibiens dans la RN de la Truchère-Ratenelle (voir exemple page 18), le choix s'est porté sur une espèce commune qui se reproduit précocément, présente en abondance dans la réserve.

Les Tricoptères ou les Coléoptères sont de meilleurs indicateurs que les Odonates pour le suivi de la qualité des milieux humides, mais leur suivi n'est pas réalisable par les gestionnaires d'espaces protégés

TROIS EXIGENCES POUR LA SÉLECTION DES INDICATEURS

1. Être adaptés aux problèmes et permettre de tester l'hypothèse de départ.
2. Permettre de détecter un changement et d'en évaluer l'importance.
3. Permettre d'identifier la(les) cause(s) du problème observé.

D'après PERENNOU C. et al., 1991.

CONSEIL

Pour définir des priorités en terme de groupes taxonomiques à inventorier, on choisira :

- un ou des groupes dont on a suffisamment de connaissance sur la systématique, la biologie, l'écologie,
- un groupe ayant un lien avec l'habitat étudié,
- un groupe ayant une large diversité spécifique, etc.

☞ *Pour obtenir davantage d'informations relatives aux indicateurs, le gestionnaire pourra se référer à la bibliographie sur le sujet, dont l'article rédigé par GRILLAS (1996) dans le document «Suivi des zones humides méditerranéennes» (TOMAS VIVES, 1996).*

Il faudra veiller à ce que le suivi porte également sur des espèces plus communes, notamment pour dégager des tendances nationales d'évolution des effectifs des populations. Il existe en France, pour les oiseaux nicheurs, un programme de suivi temporel des oiseaux communs (voir page 35) auquel participent plusieurs réserves naturelles.

pour choisir l'indicateur le plus pertinent

Par sa présence, chaque espèce ou groupe d'espèces apporte des informations sur la situation écologique d'une zone donnée et peut apporter des éléments sur le niveau de stress auquel est soumis l'écosystème. Il se peut que plusieurs composantes indicatrices puissent être suivies pour répondre à un même objectif.

Le gestionnaire devra évaluer le choix de possibilités offertes comparé aux caractéristiques désirées. Le choix du matériel biologique revient en fait à choisir l'indicateur le plus pertinent par rapport à ce que l'on veut mesurer, c'est-à-dire celui qui est susceptible d'apporter un maximum de données pour répondre à l'objectif, tout en restant réalisable quant aux moyens dont dispose le gestionnaire. Si l'indicateur est au niveau spécifique, les différentes espèces choisies doivent être caractéristiques d'un certain type de milieu et sensibles à l'évolution de ce dernier.

Certains indicateurs ou espèces cibles sont déjà utilisés dans les espaces naturels. Le gestionnaire pourra donc choisir parmi les composantes sur lesquelles des études sont susceptibles d'être menées dans d'autres sites naturels (espèces ou habitats rares et menacés suivis à une échelle nationale par exemple) ou sur lesquels des données sont disponibles à une échelle plus large que celle de l'étude.

Lorsque le suivi porte sur l'impact des opérations de gestion, les indicateurs doivent se rapporter le plus étroitement possible aux changements physiques ou biologiques dus à la gestion et concerner les différents compartiments de l'écosystème aux divers niveaux d'organisation. La mesure doit donc être réalisée à partir d'indicateurs provenant de diverses disciplines (faune, flore, paramètres abiotiques...), une mesure de gestion pouvant être favorable à un groupe d'espèces et défavorable à un autre.

L'indicateur ne se situe pas forcément au niveau spécifique, mais au niveau de l'ensemble de la population d'espèces (niveau supraspécifique). Les indicateurs identifiés à un niveau relativement élevé d'organisation (population, communauté, écosystème) ne permettent pas de donner une alerte rapide mais traduisent une évaluation globale du stress ou de la dynamique auquel est soumis l'écosystème (GRILLAS, 1996). C'est pourquoi le gestionnaire utilise la plupart du temps des «groupes d'espèces» végétales ou animales comme bio-indicateurs de la qualité d'un site (par exemple les Lépidoptères Rhopalocères pour le suivi des milieux ouverts dans les réserves naturelles). Ils peuvent être composés d'espèces appartenant à plusieurs familles ou ordres mais ayant des caractéristiques communes (cas des macrophytes par exemple) ou ce sont des espèces appartenant à une même famille ou ordre : les Chiroptères, les Rapaces ou les Orthoptères (voir Tableau n°6 page 24)... Par ailleurs, le groupe taxonomique retenu doit être bien connu sur le plan systématique, bioécologique et en termes de répartition (DOMMANGET, 2000).

Un indicateur idéal ?

Les caractéristiques énoncées dans l'encadré ci-dessous sont les caractéristiques nécessaires que doit posséder un taxon pour être considéré comme un indicateur «idéal». Elles imposent évidemment en préalable que le taxon soit effectivement «sensible», c'est-à-dire qu'il ait des exigences précises et connues relatives à son environnement et des sensibilités avérées vis-à-vis des éventuelles perturbations qu'il pourrait subir.

Tableau n°6 : Taxons indicateurs (orthoptères) de l'état de santé des milieux humides (RN Grand'Pierre et Vitain)			
Chorthippetum	Conocephaletum dorsalis		
Prairie humide, pacagée ou fauchée (hauteur ≤ 50 cm)	Friche marécageuse haute, sous-pacagée (hauteur : 50 à 110 cm)	Végétation dense et très haute (phragmitaie, etc.)	Ripisylve
Chorthippus albomarginatus Chorthippus p. parallelus Chorthippus b. biguttulus Chorthippus d. dorsatus Gryllus campestris			
Mantis religiosa Metrioptera roeselii Chrysochraon d. dispar			
Conocephalus fuscus			
	Pholidoptera griseoptera Tettigonia viridissima		
	Conocephalus dorsalis Phaneroptera falcata		

Attributs souhaitables pour les bio-indicateurs :

- **biologiquement pertinents** : en reflétant des changements de la biodiversité pour des habitats ou des communautés devant être évalués ;
- **prévisibles** : leur réponse aux changements devrait refléter des tendances ;
- **faciles à échantillonner** : c'est-à-dire sans qu'il y ait besoin de plusieurs opérateurs ni de matériel coûteux, et quantitatifs ;
- **faciles à identifier** (taxonomie non contestée et détermination aisée) et à mesurer, ayant une réponse facilement identifiable même si des réponses similaires ont lieu avec d'autres facteurs (les incertitudes taxonomiques peuvent compliquer l'interprétation des données) ;
- **associés à d'abondantes données** sur écologie des espèces ;
- **suffisamment sensibles** pour fournir une information anticipée de changement ; ils accumulent facilement les polluants ; leur cycle de vie est suffisamment long pour être des «intégrateurs biologiques» ;
- **répartis sur une grande zone géographique** (large distribution), donc largement applicable ; ils ont une aire de répartition cosmopolite ; cependant un taxon rare ou endémique peut être le meilleur indicateur de la restauration positive de son habitat ;
- **présentent une faible variabilité**, à la fois en termes de génétique et de rôle (niche) qu'ils occupent dans la communauté biologique afin d'avoir la même réponse sur leur aire de répartition face à des facteurs similaires.
- **abondants numériquement et de grande taille** (tri) ;
- **peuvent être accessoirement cultivés ou élevés** en laboratoire. Ils sont utilisables en expérimentation ;
- peuvent revêtir une **importance économique** en tant que ressource ou problème, par exemple : les plantes invasives, les écrevisses allochtones,...

CONSEIL

Les oiseaux sont généralement à un niveau élevé dans la chaîne alimentaire et sont ainsi sensibles aux changements de leur environnement. Ils semblent donc être des indicateurs valables de ces changements. De par leur mode de vie et l'utilisation de micro-habitats, les insectes sont pressentis comme d'excellents «bio-indicateurs». Mais le manque de connaissances actuelles sur leur biologie et le manque de recul pour interpréter leur dynamique de population ne nous permet pas, dans de nombreux cas, de les utiliser seuls comme indicateurs de gestion (NOBLECOURT, 1998). C'est en fait le cas de la plupart des indicateurs biologiques. D'après DOMMANGET (1989), il est difficile, voire illusoire d'utiliser les Odonates sur le plan spécifique («espèces indicatrices») ; par contre, la composition des populations (du point de vue qualitatif et quantitatif) d'un milieu aquatique reflète bien les caractéristiques générales du milieu (structure, microbiotopes, ...), ainsi que la situation géographique.

Sources : DELANOË (1998) ; JOHNSON *et al.* (1993) à partir des travaux de ROSENBERG et WIENS (1976) ; GRILLAS (1996) à partir de HELLAWELL (1986) ; VALENTIN-SMITH *et al.* (1998).

A.3.1.3. Identifier les facteurs déterminants

Certains facteurs déterminent la présence d'une espèce ou d'un habitat sur un site, car il existe des interactions entre toutes les espèces d'un même site, qu'elles soient rares ou communes, en lien avec les conditions du milieu (sol, niveau ou qualité de l'eau, etc.). Parmi ces éléments dits déterminants, le gestionnaire devra identifier ceux sur lesquels des mesures doivent être effectuées (voir chapitre A.3.5. «Choisir les variables à mesurer») et sera amené à s'interroger sur ce qui permet de décrire leurs fluctuations.



Photo n°14 : Suivi de la qualité de l'eau à la RN de l'Estagnol. © Photo : M. ROUX.

Exemples de facteurs déterminants :

- le niveau de l'eau pour la végétation des mares temporaires de la RN de Roque-Haute,
- la qualité de l'eau et le maintien d'une dynamique fluviale pour les populations d'Apron du Rhône dans les réserves fluviales,
- la tranquillité pour la reproduction du Grand Tétrás dans les réserves vosgiennes

Les éléments déterminants peuvent être définis pour chaque niveau des objectifs :

- Paysage : hétérogénéité de l'écosystème.
- Ecosystème : paramètres du milieu, ou habitats. Pour les habitats, le facteur déterminant leur état de conservation peut être la présence de certaines espèces s'y reproduisant, comme par exemple le Grand Tétràs dans les forêts vosgiennes. On peut alors considérer que si l'espèce se maintient dans des conditions acceptables, alors l'habitat fonctionne bien.
- Espèces : il s'agit des facteurs qui conditionnent leur développement. Par exemple le facteur déterminant la présence de la plupart des espèces floristiques des zones humides est souvent le niveau d'eau ou sa qualité (Photo n°14). Pour des espèces faunistiques cela peut être la présence de tel ou tel habitat ou sa structure (voir Figure n°10). Par exemple, l'élément qui détermine la présence du Lézard ocellé est le degré d'ouverture des milieux. Dans ce cas, on peut suivre l'espèce en mesurant simplement ce degré d'ouverture (par suivi aérien par exemple). Ils peuvent parfois être liés à l'histoire du site (pratique culturelle...).

Ces facteurs ou éléments déterminants sont tout aussi importants à suivre qu'une espèce ou un habitat et seront nécessaires à l'interprétation des résultats. Sans leur prise en compte, il sera difficile d'interpréter correctement les données recueillies sur le terrain, d'en mesurer les évolutions et d'évaluer si les changements observés (augmentation ou régression d'une population par exemple) sont liés à la gestion ou s'ils sont liés à des facteurs extérieurs (pollution ou conditions climatiques par exemple).

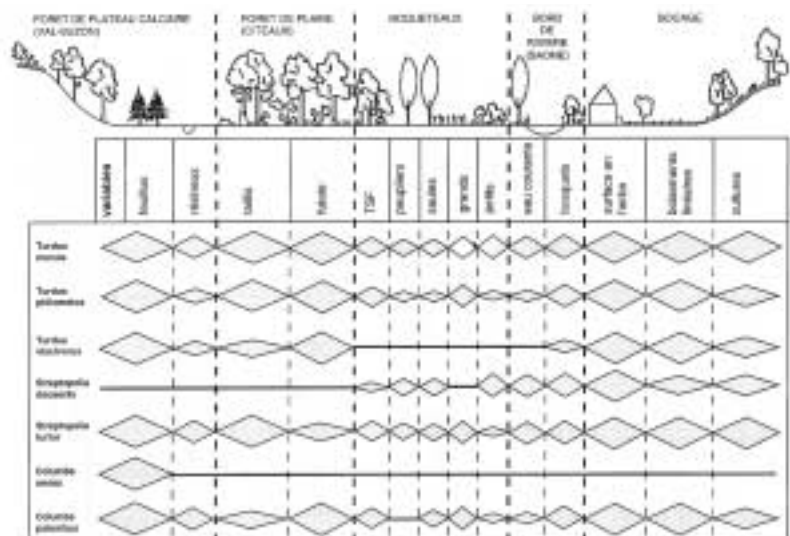


Figure n°10 : Importance des différentes variables du milieu pour les différentes espèces de Turdinae et de Columbidae.

Source : HERMANT et FROCHOT, 1997.

FACTEURS DÉTERMINANTS POUR LA VÉGÉTATION AQUATIQUE :

- LA LUMIÈRE, essentielle à la photosynthèse.
- LES VARIATIONS des périodes d'inondations selon les années, car l'inondation est le premier facteur important pour les plantes aquatiques ; elle conditionne la biomasse produite dans les zones humides et une ségrégation des espèces dans l'espace selon la durée d'inondation.
- LA QUALITÉ de l'eau.
- LE GAZ CARBONIQUE DISSOUS nécessaire à la photosynthèse. Plus la température est élevée, moins il est soluble dans l'eau et donc plus difficile à obtenir pour les plantes. De plus le pH de l'eau influence fortement la disponibilité du CO_2 pour les plantes. A l'inverse, plus la température augmente, plus le métabolisme des plantes augmente (les bordures des lacs d'altitude sont pauvres en végétation !).
- LA SALINITÉ qui conditionne la répartition de certaines espèces en influençant leur capacité de germination et de croissance.

Il s'agit donc d'un complément au suivi des espèces ou des habitats. Une baisse d'un niveau d'eau ou une pollution accidentelle peut par exemple expliquer la chute des effectifs d'une espèce végétale ou animale. Si le gestionnaire ne fait que suivre la répartition spatiale de l'espèce en question, il ne sera pas en mesure d'interpréter les données recueillies, et il ne pourra pas le faire *a posteriori* !

Les caractéristiques physiques du milieu

Certaines sont déterminantes car elles conditionnent la présence de certaines espèces ou d'un habitat à un endroit donné. L'enregistrement de ces données complémentaires permet d'enregistrer à long terme des facteurs de l'environnement influant sur le patrimoine (climatologie, niveau ou qualité de l'eau, lumière, salinité, nature du sol, pH de l'eau etc.) et la réponse du milieu à des facteurs liés à la gestion (durée d'inondation pour un niveau d'eau maximal fixé, composition floristique pour une date de fauche, etc.).

Travail préparatoire au terrain

Les caractéristiques physiques permettent d'expliquer beaucoup de choses. Le gestionnaire devra lister ceux qui sont essentiels pour l'objet de l'étude. A titre d'exemple, la RNR de la Tourbière de Vred (Nord) bénéficie d'un suivi météorologique très fin, et d'un suivi des niveaux d'eau (suivi piézométrique). Ces suivis permettent de mettre en évidence la corrélation entre les micro-variations climatiques et la présence de l'avifaune (activité).

Tableau n°7 : Les paramètres du milieu relevés par chaque placette durant le suivi des hydrophytes dans la RNR de l'étang St Louis.	
Paramètres	Notation
Indice de recouvrement	%
Profondeur moyenne	cm
Profondeur maximale	cm
Pourcentage d'eau libre de végétation	%
Largeur du cours d'eau	m
Hauteur des berges	m
Densité de la ripisylve	0 = absente 1 = clairsemée 2 = dense 3 = très dense
Vitesse d'écoulement	0 = nulle 1 = faible
Transparence de l'eau	0 = transparente 1 = trouble 2 = opaque
Nature du substrat	Sa = sable V = vase MO = matière organique peu décomposée

L'inter-dépendance des espèces

Il faudra tenir compte des interactions qui peuvent exister entre espèces : présence d'une plante particulière pour les espèces phytophages par exemple. La reproduction de chaque papillon du genre *Maculinea* dépend étroitement de la présence d'une fourmi et d'une plante hôte. Le suivi mis en place dans la RN des Marais de Lavours ne repose donc pas uniquement sur le suivi du *Maculinea* mais également sur le suivi de la population de cette plante et de la présence des fourmis. Cela peut être aussi la relation entre un prédateur et sa proie. Par exemple, dans la RN de la Baie de Somme, l'abondance de coques a une influence sur les effectifs des populations de l'Huïtrier pie (voir Figure n°11).

A.3.2. Choisir l'approche

Il s'agit de définir si l'objet de l'étude et la réponse aux objectifs nécessite de mettre en place une approche descriptive ou expérimentale (voir encadré ci-contre). Le choix de l'approche conditionne la mise en œuvre de l'étude donc le choix d'une unité et du plan d'échantillonnage et de la méthode de relevé. Elle est elle-même conditionnée par les objectifs, l'objet étudié et l'état d'avancement des connaissances.

Dans la grande majorité des cas, les études menées dans les espaces naturels relèvent d'une approche descriptive : on observe et on récolte des données sur le terrain par échantillonnage puis on les analyse. L'approche expérimentale est rarement à la portée des gestionnaires. En fonction des opportunités, le gestionnaire peut être sollicité par un chercheur pour utiliser l'espace naturel comme site «laboratoire». Elle peut parfois être supportée par les têtes de réseau d'espaces naturels. Par exemple, le programme Life piloté par RNF sur l'Apron du Rhône est une approche expérimentale visant à mieux comprendre la biologie de cette espèce de poisson (Photo n°15). Toutefois, il est possible dans certains cas de s'en approcher, notamment si la connaissance initiale du site est bonne et si l'étude vise à évaluer l'effet d'une gestion ou de certains paramètres comme les niveaux d'eau. Le cas le plus simple pour comparer des modes de gestion consiste à constituer deux



Photo n°15 : L'Apron du Rhône et son milieu de vie. L'Apron du Rhône est une espèce fragile dont la survie dépend de la qualité de son milieu de vie. Pour connaître comment évoluent ses populations, il est indispensable de réaliser un suivi de l'eau. © Photo : X. DESMIER.

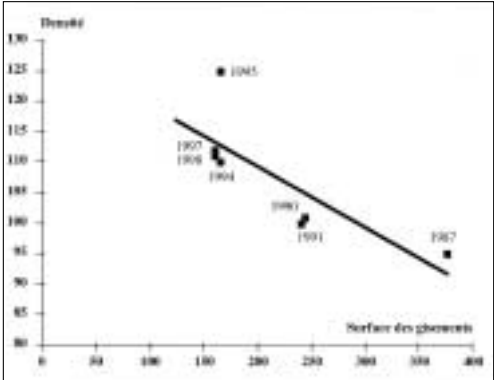


Figure n°11 : Relation entre la densité d'Huîtres-pies et la surface des gisements de coques dans la Réserve Naturelle de la Baie de Somme. Source : Alauda 67(2), 1999.

L'APPROCHE EXPÉRIMENTALE

Elle consiste à observer, dans des conditions contrôlées, l'effet de la variation d'un ou plusieurs paramètres sur l'état d'un phénomène étudié. Par modification plus ou moins progressive de la valeur des facteurs dont on cherche l'effet, on observe la variation correspondante du phénomène étudié.
Par exemple, le lien entre pollution et évolution de la végétation requiert davantage une approche expérimentale que descriptive.

L'APPROCHE DESCRIPTIVE

Elle consiste à obtenir une image aussi précise et fidèle (absence de biais ou biais constant) que possible d'une situation ou d'un phénomène particulier.

Afin de vérifier l'hypothèse que l'acidité des eaux est trop élevée pour le développement des embryons et têtards d'amphibiens (voir exemples page 18 et 23), une étude expérimentale a été réalisée dans la RN de la Truchère-Ratenelle. La croissance et la survie des têtards ont été étudiées par l'installation de cages contenant 5 têtards (3 cages pour chacun des 5 sites). En fin d'expérience, le stade de développement larvaire de chaque têtard a été déterminé.

L'ÉLÉMENT OU UNITÉ D'ÉCHANTILLONNAGE

est une entité concrète, comme un individu, ou abstraite, comme une association végétale, une relation comportementale, etc., sur laquelle on mesure ou on observe les variables propres (SCHERRER, 1984).



Photo n°16 : Exuvie de *Anax Imperator* dans la RN du Ravin de Valbois. © Photo : F. RAVENOT.



Photo n°17 : Œuf et poussin d'*Ædicnème criard* dans la RN du Val de Loire. © Photo : J.-L. CLAVIER.

groupes, l'un expérimental (sites tests), l'autre témoin. Par exemple des parcelles de terrain sélectionnées aléatoirement et divisées : un lot fauché ou pâturé et un lot témoin ni fauché ni pâturé.

A.3.3. Définir l'unité d'échantillonnage

L'unité d'échantillonnage est l'élément (de l'objet étudié) sur lequel vont se porter les mesures des variables. Cela revient en fait à dire si l'on souhaite mesurer les variables par exemple pour une espèce, sur les adultes, les jeunes, les mâles chanteurs, les individus nicheurs, ou travailler à partir des traces (crottes, pas...), ou pour un habitat sur une surface, etc. Cet élément doit être défini a priori pour être identifié sans ambiguïté.

Une entité biologique clairement définie

Dans la majorité des études réalisées dans les espaces naturels, l'unité d'échantillonnage correspond à un individu ou à une entité biologique clairement définie, comme un nid, un œuf, une colonie d'oiseaux, une tige de roseau, etc. Le choix de l'unité d'échantillonnage ne présente alors aucune difficulté. S'il s'agit d'un groupe d'espèces, le gestionnaire devra lister les espèces appartenant à ce groupe, et notamment les espèces cibles ou indicatrices (voir aussi page 22). Pour le même objet d'étude, les recensements seront plus ou moins fiables selon l'élément choisi. D'après DOMMANGET (*com. pers.*) le comptage des exuvies d'odonates permet par exemple des recensements beaucoup plus fiables que celui des adultes (voir Photo n°16). Ce choix dépend souvent des objectifs. Ainsi, pour une étude portant sur la mortalité de Fou de Bassan après naissance dans une colonie donnée, l'élément sur lequel se porteront les comptages sera «les individus jeunes». Alors que pour une étude sur le succès de la reproduction, on considérera les couples reproducteurs, les œufs, les poussins (Photo n°17) et les jeunes à l'envol. Une étude portant sur le Grand Tétrás pourra centraliser les investigations sur les mâles chanteurs si l'objectif est le suivi de la population reproductrice.

La nature de l'élément choisi peut être dépendant de conditions de milieu ou de facteurs climatiques. Si on étudie par exemple les traces du Grand Tétrás (plus difficilement visibles par temps de neige), on constatera que les emplacements précis des traces dépendent de la date de la dernière chute de neige qui effacera les traces ultérieures. Si on travaille sur les exuvies d'odonates, il faut savoir qu'il sera plus difficile d'en trouver après une forte pluie ou une crue.

Un habitat

Si l'objet d'études est un habitat, la situation s'avère beaucoup plus ambiguë et nécessite de déterminer une surface, un quadrat par exemple, et un intervalle de temps (voir aussi chapitre A.3.7.3. «Définir la taille des unités d'échantillonnage»). L'élément doit alors être choisi pour apporter une signification à l'ensemble. Par exemple, le choix d'une parcelle de 1 m² pour étudier la densité de grands ongulés est inapproprié, car la signification de la variable relative au nombre d'individus par parcelle s'avérerait nulle à cette échelle d'observation. En revanche, pour une étude de densité d'insectes ou de flore, cette taille est beaucoup plus appropriée (voir Photo n° 18).

L'indétermination ou la variation des limites de l'élément (par exemple un habitat) soulève parfois des problèmes. Lorsque les limites de l'élément s'avèrent floues, ou lorsqu'il sert d'unité de dénombrement, il doit être choisi et défini pour minimiser les erreurs de décision relatives à l'inclusion ou à l'exclusion des composantes situées en bordure. Par exemple, pour un peuplement végétal on évitera d'effectuer des mesures en zone de transition.

Penser à la reproductibilité de la méthode

L'élément sur lequel se porteront les mesures doit pouvoir être trouvé chaque année (voir aussi chapitre B.2.2.3. page 61).

Travail préparatoire au terrain

Comme l'élément fait l'objet d'un prélèvement pour constituer l'échantillon, il doit être :

- accessible,
- dénombrable,
- collectable,
- et en assez grande quantité.

Penser aux statistiques en amont

Les analyses statistiques (voir chapitre C2) exigent habituellement un système d'information cohérent dont toutes les données se révèlent compatibles. Pour assurer la cohérence du système, le moyen le plus sûr consiste à ne définir qu'un seul type d'élément et à faire en sorte que toutes les variables s'y reportent. Par exemple :

- Un oiseau sur lequel on mesure le poids, la taille, la longueur d'alaire...
- Un roseau sur lequel on mesure la hauteur, le diamètre de la tige, l'état sanitaire...

A.3.4. Choisir la population statistique

Il ne s'agit pas là de définir la surface sur laquelle le problème se pose, (voir chapitre A.1.2. page 13), mais de choisir, au sein de la zone concernée par la problématique, la population ou la surface que l'on va étudier. Cela dépend directement de l'objectif à atteindre, du temps dont on dispose, de la taille et des caractéristiques écologiques du périmètre à étudier et de son intégration dans l'ensemble de l'écosystème.

Un choix dépendant de l'objet étudié

Il peut s'agir de la population présente dans l'espace naturel ou de toute autre entité géographique. Les populations statistiques se confondent parfois avec l'unité de gestion définie administrativement : il s'agit par exemple de la population de bouquetins du PN de la Vanoise. Mais ce n'est pas toujours le cas, notamment s'il s'agit d'oiseaux qui se déplacent en dehors des limites de l'espace naturel pour se nourrir. Dans certaines circonstances, le choix de la population statistique est prédéterminé par la nature du sujet. C'est le cas des espèces à aire de répartition limitée, comme le Narcisse des Glénan dans la réserve naturelle de St-Nicolas des Glénan (voir Photo n°19).

Un choix dépendant de l'échelle d'observation de l'objet étudié

Plus l'échelle d'observation sera grande, plus la population statistique le sera. En revanche, plus elle sera petite, plus on devra la réduire. Par exemple, l'étude des populations biologiques de micromammifères ne peut généralement se faire à la même échelle d'observation que celle des grands ongulés. Les populations statistiques qui s'y reportent sont habituellement d'étendue différente. Il faudra veiller à travailler à une échelle qui permette d'évaluer la dynamique d'un habitat ou d'une population d'espèces. En effet, il se peut que les associations végétales d'un site évoluent au sein d'une population statistique définie sans que, à un niveau d'observation supérieur, des changements soient observables au sein, par exemple, d'une unité écologique. Il faut alors travailler à l'échelle des associations végétales pour identifier des changements, une cartographie des unités écologiques étant ici suffisante.

Un choix dépendant de la variabilité des facteurs étudiés

Plus l'amplitude de la variation des facteurs étudiés est grande au sein de la population statistique, plus leur effet sur le phénomène étudié sera tangible (voir aussi A.3.1.3. page 24). Il est préférable de sélectionner des populations statistiques caractérisées par une grande variabilité des facteurs étudiés. Par exemple, on ne peut mettre en évidence l'effet du pH des lacs sur le succès de reproduction d'un poisson si tous les lacs de la population statistique ont approximativement le même pH. Malheureusement, une telle variabilité apparaît généralement sur les populations étendues nécessitant des ressources plus grandes pour l'échantillonnage (SCHERRER, 1984). Cela



Photo n°18 : Quadrat de végétation dans la RN de l'Étang de Biguglia. © Photo : S. RAVETTO/RNEB.

LA «POPULATION STATISTIQUE»

a été définie par SCHERRER (1984) comme étant une collection d'éléments possédant au moins une caractéristique commune et exclusive, permettant de l'identifier et de la distinguer sans ambiguïté de toute autre. Un échantillon est un sous-ensemble extrait de cet ensemble plus vaste qu'est la population statistique, en tenant pour acquise l'applicabilité de certaines lois de probabilité.



Photo n°19 : RN de St-Nicolas des Glénan, site abritant la plus belle population du Narcisse des Glénan.

© Photo : Photothèque RNF.

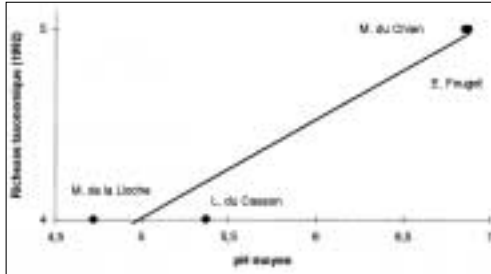


Figure n°12 : Cette figure permet de mettre en relation le pH moyen des mares avec la richesse taxonomique observée pour quatre mares étudiées (voir exemples page 18 et 29). Il est possible de distinguer deux groupes de sites (voir Figure n°13) : les plans d'eau à pH proches de la neutralité, et ceux à pH acide.

Source : PALANQUE, 1998.

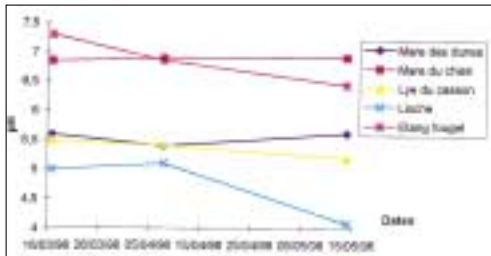


Figure n°13 : Évolution du pH moyen pendant la durée de l'expérience (RN de la Truchère-Ratenelle).

consiste à sélectionner plusieurs populations statistiques présentant différents niveaux sur le facteur étudié. Par exemple, choisir diverses mares présentant divers niveaux d'eau ou de pH (voir Figures n°12 et n°13) ou des degrés de salinité différents, etc.

Un choix dépendant des moyens disponibles et des contraintes

Les moyens sont parfois limités (voir aussi chapitre A.4.2. «Faisabilité liée aux ressources»). Il est possible dans ce cas de «stratifier» la population statistique sur le secteur étudié, ce qui a pour effet d'accroître la variation de ce dernier au niveau de l'échantillon sans augmenter de façon importante l'effort d'échantillonnage (voir page 39 : «Echantillonnage stratifié»). Par exemple, étudier une population fréquentant un habitat particulier ou vivant dans des tranches d'altitude bien définies.

Le choix de la population statistique dépend en dernier ressort des contraintes d'ordre théorique et pratique. Ainsi, l'accessibilité ou la proximité de la population statistique s'avèrent souvent des facteurs de choix déterminants (GOUNOT, 1987). Cela dépend aussi de la configuration du site (grandes unités ou mosaïques de milieux) et surtout de sa taille.

Il faudra veiller à ne pas entreprendre systématiquement des études si elles entraînent une perturbation dans un écosystème protégé (dérangement, destruction des échantillons prélevés). On peut alors envisager de les réaliser dans d'autres cadres ou sur des sites similaires proches. Pour l'inventaire des arthropodes dans la RN de la Forêt de la Massane, le piégeage lumineux n'a pas été réalisé sur le site lui-même mais sur la zone qui le prolonge, et les résultats obtenus en sont extrapolés sans grand risque.

A.3.5. Choisir les variables à mesurer

Une fois défini l'objet à étudier, le gestionnaire doit s'attacher à définir les mesures à effectuer. Il liste alors les variables ou paramètres à mesurer pour chaque unité d'échantillonnage. Les variables doivent correspondre exactement à la problématique et se reporter à l'objet et son unité d'échantillonnage.

Un choix étroitement dépendant des objectifs

Un ensemble de variables sera complet et pertinent si l'information apportée permet de décrire toutes les situations possibles pour répondre à l'objectif.

Plus les objectifs sont généraux, plus il est difficile de sélectionner les variables. Si les objectifs ne sont pas suffisamment précis, toutes les informations restent pertinentes et l'étude devient irréalisable. En outre, si l'on conserve toutes les variables qu'on a une bonne raison de garder, on risque de manquer le but de l'opération.

Les variables «propres»

Elles se rapportent directement à l'objet. Au minimum, la variable à mesurer est la présence/absence de l'élément à étudier à un endroit donné. Mais pour la plupart des espèces se déplaçant facilement par le vol, la simple observation n'est pas suffisante pour les intégrer à l'inventaire. Il est important dans ce cas de savoir comment elles exploitent la réserve (zone de repos, de nidification, etc.) de connaître leur statut biologique (reproducteur, migrateur, hivernant). Un des paramètres importants à connaître pour les espèces animales est le succès de reproduction des espèces les plus caractéristiques des milieux du site ainsi que leur abondance, obtenu à partir de l'observation de nids, d'écoute de mâles chanteurs, etc. Par exemple, pour les Odonates en eau stagnante, une liste d'espèces ne suffit pas : il faut savoir, parmi les espèces présentes, lesquelles se reproduisent et fréquentent régulièrement le site d'une année à l'autre (DOMMANGET, *com. pers.*). En règle générale, la présence effective d'un insecte est confirmée sur un site quand on trouve au

UNE VARIABLE

D'après SCHERRER (1984) une variable est une caractéristique mesurée ou observée sur chacun des éléments de l'échantillon ou sur des entités prédéfinies qui se rattachent aux unités d'échantillonnage.

En effet, il peut s'agir d'un attribut de l'élément comme la taille, le poids d'un animal, on parlera alors de variables propres. S'il s'agit d'une composante particulière de son environnement comme la quantité de nourriture disponible, la température ambiante, etc., on parlera alors de variable associée, car elle n'est pas mesurée sur l'élément proprement dit.

Les variables peuvent être de nature qualitative ou quantitative.

Une variable, est de nature qualitative si elle ne peut être mesurée tout en demeurant susceptible de classement, comme la classe d'âge (adulte ou immature), le sexe, la race, l'espèce...

Une variable est de nature quantitative si elle peut être mesurée, comme la hauteur d'un arbre, le poids d'un micromammifère, son nombre de parasites,... (voir aussi chapitre C.14.1 page 74 : «Définir la nature des observations»).

Travail préparatoire au terrain

même endroit la larve (ce qui confirme la reproduction), l'adulte et l'exuvie dans le même milieu (MASSELOT, *com. pers.*). Plus secondairement, dans le cadre d'une surveillance de population, il sera possible de recueillir d'autres données sur le comportement, la structure des populations, etc... mais cela ne concernera généralement qu'un groupe d'espèces, voire une espèce particulière.

Les variables «associées»

On complètera aussi le jeu de données en relevant des variables sur les objets identifiés comme facteurs déterminants la présence de telle espèce ou tel habitat comme les conditions météorologiques, de sol, d'humidité... Le paramètre à mesurer peut être le pH pour une étude portant sur la qualité de l'eau en lien avec une espèce végétale ou animale. Pour reprendre l'exemple de l'étude réalisée dans la RN de la Truchère-Ratenelle, consistant à caractériser les facteurs limitant le peuplement d'amphibiens (voir aussi page 18), sont mesurés :

- le pH,
- la température,
- et la concentration en oxygène des eaux.

D'après SCHERRER (1984), ces variables sont pertinentes dans la mesure où leur effet sur la dynamique des populations est probable. Elles sont valides car elles reflètent certaines conditions physicochimiques de l'eau. Elles ne sont pas redondantes car elles fournissent une information différente. Elles ne soulèvent pas de problème de manque à gagner car le coût de leur mesure est minime.

Autre exemple, dans le cadre du protocole de suivi des roselières dans les réserves naturelles, les paramètres à mesurer sont des variables propres aux roseaux, comme la taille et le diamètre des tiges, ainsi que leur nombre dans un quadrat de 25 cm x 25 cm ; mais aussi des variables associées comme la salinité de l'eau, les niveaux d'eaux de surface et souterraines. Il s'agit de données quantitatives (voir Figure n°14).

Choisir un nombre pertinent de variables

Il faudra veiller à ne pas mesurer des variables inutilement et évaluer le bien fondé de l'ajout d'une nouvelle variable en fonction de l'information additionnelle qu'elle apporte, c'est-à-dire l'absence de redondance qu'elle peut avoir avec les variables déjà sélectionnées. L'ajout de la mesure d'une nouvelle variable nécessite des moyens supplémentaires et se fait généralement au détriment d'une autre partie de l'étude, car les moyens sont souvent limités. Il est par exemple inutile de mesurer le poids et le volume d'une quantité d'eau (SCHERRER, 1984).

Parmi les variables qu'il est possible de mesurer sur un objet, il faudra sélectionner en priorité celles mesurables par le gestionnaire lui-même sans nécessiter des moyens lourds et si possible sans faire appel à un spécialiste.

Figure n°14 : Choix de variables dans le cadre du suivi des roselières.

Objectif	Suivi de l'état de santé des roselières.
Matériel biologique	Le roseau (<i>Phragmites australis</i>).
Facteurs déterminants	Présence d'eau, salinité...
Unité d'échantillonnage	Chaque pied.
Population statistique	La roselière en eau de la réserve naturelle.
Variables à mesurer	Taille, nombre de pieds dans le quadrat, hauteur de la première tige...pour le roseau Niveau d'eau dans le piézomètre, conductivité de l'eau...
Taille de l'échantillon	Un carré de 25 x 25 cm.

VARIABLES POUR UN HABITAT, UN MILIEU

En écologie il est très difficile de trouver une variable qui représente exactement l'hétérogénéité du milieu. Cette dernière peut être de nature très variée, apparaître sur un plan horizontal, vertical ou même temporel, et même s'avérer changeante selon l'échelle d'observation.

Pour suivre le développement des amphibiens dans la RN de la Truchère-Ratenelle (voir aussi exemples pages 23 et 27), le paramètre le plus efficace est la longueur. Ici le poids frais serait moins pertinent du fait du métabolisme hydrique instable chez les grenouilles. Le poids sec est un excellent estimateur, mais il est destructeur (PALANQUE, 1998).



Photo n°20 : Le suivi de l'état de santé des roselières implique de considérer chaque pied dans un échantillon.
© Photo : J. TROTIGNON.



Photo n°21 : Transect de végétation en milieu herbacé.
RN Ramières du Val de Drôme. © Photo : J. ROLAND.



Photo n°22 : Observation d'oiseaux à la jumelle sur des points fixes déterminés à l'avance dans la RN de Moëze-Oléron. © Photo : LPO MOËZE-OLÉRON.

CONSEIL

La méthode choisie sera d'autant plus précise que :

- la superficie du site est petite,
- les objectifs principaux sont patrimoniaux,
- le temps disponible est important.

A.3.6. Choisir le dispositif de mesure

Choisir le dispositif de mesure signifie sélectionner une méthode de relevé, une technique de prélèvement des données sur le terrain.

Les méthodes à mettre en œuvre sont différentes à la fois par la technique d'échantillonnage (nombre d'échantillons, localisation, fréquence des relevés) et par la méthode de recueil employée (observations le long d'un transect (Photo n°21) ou à points fixes (Photo n°22), piégeage simple ou par capture-marquage-recapture...). Aucune méthode ne peut à elle seule fournir toutes les données souhaitées sur un site. Le gestionnaire doit par conséquent connaître un certain nombre de méthodes qui peuvent être utilisées dans différentes situations (WELSH, 1985) pour répondre à certains objectifs.

Dans la plupart des cas, il s'agit de méthodes standardisées dont les méthodologies sont à rechercher dans la littérature (voir chapitre A.3.6.2 page 34). Mais le gestionnaire peut adapter ces méthodes ou en inventer d'autres pour répondre à un objectif particulier. Ce fut le cas de la méthode de baguage «STOC roseau» partie de l'expérience d'un gestionnaire puis reprise par le CRBPO (Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux) pour l'adapter à des études à plus grande échelle. Il se peut qu'il n'existe pas de protocole standardisé pour l'objet d'étude visé. Dans ce cas, le gestionnaire, assisté par un scientifique, devra définir lui-même une méthode de recueil des données et la tester.

A.3.6.1. Éléments pour le choix ou l'élaboration d'une méthode

Les facteurs influençant le choix de la méthode et du protocole de mise en œuvre sont multiples et ont tous besoin d'être considérés pour le succès de l'étude.

Le choix de l'une ou l'autre des méthodes dépend :

1. Des questions posées, donc de l'objectif de l'étude (quel est le degré d'exactitude recherché...), et des objets à mesurer (les habitats, la partie de la population de l'espèce qui intéresse...). La méthode est adaptée à ce que l'on souhaite obtenir comme donnée :
 - liste d'espèces, richesse spécifique,
 - et/ou abondance, effectifs absolus ou relatifs,
 - et/ou succès de la reproduction, comportement des espèces...,
 - et/ou évaluation de la gestion, etc.
2. Des ressources disponibles : temps et moyens humains dont on dispose (éventuellement partenariats envisageables), moyens financiers et matériels à disposition du gestionnaire. Les moyens mis à disposition du gestionnaire conditionnent la reproductibilité de la méthode.
3. Du mode d'analyse des données.
4. Des biais et imprécisions tolérables.
5. De la configuration du site, sa taille.

Un choix largement conditionné par les objectifs

Le gestionnaire choisira la méthode la plus appropriée par rapport à la question qu'il se pose.

L'inventaire des habitats est par exemple, selon le degré de finesse souhaité (grand types de milieu ou association végétale), effectué de diverses manières (voir Tableau n°8).

Dans la plupart des cas, les méthodes dites relatives sont utilisées pour un suivi global des populations alors que les méthodes absolues sont utilisées pour la mesure de l'effectif réel ciblant généralement une population d'une espèce caractéristique (voir Tableau n°9).

Travail préparatoire au terrain

Tableau n°8 : Choix d'une méthode d'inventaire des habitats en fonction des objectifs		
Données que l'on souhaite obtenir	Niveau de correspondance dans le code Corine Biotope (exemple)	Méthodes les plus utilisées
Grandes unités écologiques ; grands types de milieux	34 Pelouses calcicoles sèches et steppes	Cartographie à partir de photographies aériennes
Habitats	34.3 Pelouses péréennes denses et steppes médio-européennes	Relevés de végétation (liste d'espèces) sur des quadrats ou transects et utilisation de la documentation de référence (cahiers d'habitats par exemple)
Associations végétales	34.32 Pelouses calcaires semi-sèches subatlantiques	Relevé phytosociologique de Braun-Blanquet

Tableau n°9 : Choix d'une méthode de suivi des oiseaux en fonction des objectifs			
Objectifs	Evaluation de la gestion	Etude de la répartition spatiale	Suivi d'espèces patrimoniales
Objet	Passereaux	Passereaux	Gorge bleue
Elément	Individus nicheurs	Individus nicheurs	Individus
Variables	Présence et Abondance	Présence en chaque point échantillon	Effectifs absolus
Méthode	IPA	Plans quadrillés	Baguage

Un mode de prélèvement adapté à l'objet étudié

Le gestionnaire se limitera généralement à un seul mode de prélèvement adapté à l'objet étudié et aussi à la structure spatiale du milieu que l'on veut inventorier (LOTT *et al.*, 1996). Les comptages à vue par exemple sont particulièrement adaptés au comptage des oiseaux rassemblés sur un espace assez vaste et facilement observables (voir Photo n°24). Ils ne peuvent être appliqués qu'à certaines espèces coloniales (laridés, ardéidés...) ou à certains grands oiseaux dont la nidification isolée est particulièrement bien suivie (aigles, cigognes, cormorans...) (YEATMAN-BERTHELOT *et al.*, 1994). Pour les espèces difficilement observables (reptiles, micromammifères, passereaux...) des protocoles particuliers doivent être mis en place avec notamment des techniques de piégeage ou d'observation adaptées (observation sous les pierres ou les souches pour les reptiles, écoute tôt le matin pour les passereaux, écoute et prospection nocturne pour les amphibiens...). Il existe des pièges plus sélectifs que d'autres, comme les pièges à phéromones ou ceux utilisant un appât alimentaire (pour les insectes). Si une méthode vise une espèce particulière, elle doit être sélective (dans la mesure du possible). Par exemple, les communautés piscicoles peuvent être évaluées selon différentes techniques d'échantillonnage qui présentent soit une grande sélectivité aussi bien pour ce qui est des tailles que des espèces capturées, soit au contraire une absence de sélectivité (GAUDIN *et al.*, 1995). De la même façon, la taille des pièges est adaptée à la taille des micromammifères.

Associer les méthodes pour s'adapter au mode de vie des espèces

Il faut bien avoir à l'esprit qu'une seule méthode permet en général de collecter l'information au niveau d'une seule famille et permet rarement une bonne estimation des effectifs des espèces du groupe taxonomique que l'on veut étudier. Le gestionnaire doit associer les différentes méthodes directes (soit par des observations visuelles ou auditives, soit par l'intermédiaire du piégeage) ou indirectes (par le relevé d'indices de présence) pour «contacter» les espèces de ce groupe. Les méthodes d'observation indirectes permettent



Photo n°23 : La capture au filet est adaptée au suivi des papillons ou des odonates.
© Photo : G. LEMOINE.



Photo n°24 : Les oiseaux d'eau se prêtent bien aux comptages à vue sur de vastes espaces. Ici des Sternes naines et pierregarin, dans la RN du Val de Loire. © Photo : J.L. CLAVIER.

Dans la RN des Landes de Versigny, la vérification de la présence de certaines espèces remarquables et la précision de leur occupation sur le site est possible par des recherches ciblées utilisant plusieurs méthodes :

- l'utilisation de la repasse au magnétophone pour l'Engoulevent,
- des prospections crépusculaires pour la Bécasse des Bois,
- des observations à des points fixes en journée pour les rapaces diurnes.

CONSEIL

Les mammifères sont difficiles à inventorier car la plupart restent très discrets. Les données peuvent être collectées grâce à des observations visuelles, auditives ou la présence de traces : observation de jour pour les grands mammifères, observation au crépuscule pour les micromammifères, utilisation nocturne de détecteur d'ultrasons pour les chiroptères,...

Des méthodes auxquelles sont associées la localisation des espèces par GPS ne sont pas envisageables partout et sont plus difficiles à mettre en œuvre en milieu forestier et en montagne, par exemple dans la RN des Hauts-Plateaux du Vercors.

PRINCIPALES PROPRIÉTÉS DU DISPOSITIF DE MESURE

D'après SCHERRER (1984), pour chacune des variables retenues (nombre de tiges fleuries, nombre de couples...), un dispositif de mesures doit être élaboré et posséder quatre propriétés principales :

- La fidélité. Un dispositif de mesure s'avère fidèle si la multiplication des mesures du même élément (objet) dans des conditions rigoureusement semblables fournit des résultats identiques.
 - La justesse. Un dispositif de mesure se rapporte à l'absence de biais ou d'erreurs systématiques. Les valeurs obtenues ne sont donc pas systématiquement surestimées ou sous-estimées.
 - La sensibilité du dispositif de mesure se rapporte au pouvoir de résolution de la méthode, c'est-à-dire à la plus petite différence de valeur détectable (un pied ou une espèce par exemple).
 - Pour intégrer en une seule caractéristique la justesse, la fidélité et la sensibilité, le concept de précision a été développé. Il indique l'intervalle dans lequel la valeur exacte d'une mesure a de très fortes probabilités, généralement 95 % des chances, de se trouver.
- L'efficacité correspond quand à elle au rapport de la précision d'une mesure sur son coût.

notamment de localiser plus précisément l'habitat de l'individu (outil privilégié qui peut servir à mener des études complémentaires sur la biologie des espèces : régime alimentaire, etc...). Par exemple, compte tenu du mode de vie des oiseaux et de la diversité des familles, une seule méthode ne suffit pas pour appréhender la population avienne dans sa globalité sur un espace naturel. Il est évident que les techniques d'inventaire des passereaux (espèces de petite taille difficilement observables mais dont le chant facilite la détermination) diffèrent des techniques d'inventaire des rapaces (espèces de grande taille identifiables en vol). Pour les insectes, fréquentant des milieux et ayant des modes de vie différents, on peut subdiviser les techniques en deux grandes catégories : les techniques de chasse (observation avec ou sans capture, battage ou fauchage de la végétation) et les techniques de piégeage (utilisation de filets, de pièges lumineux ou attractifs...). Pour les insectes le fonctionnement des pièges types pots Barber ne dépend que de l'activité des animaux et les réponses sont très différentes selon le diamètre du pot (LUFF, 1975 ; SOUTHWOOD, 1978 ; DRACH *et al.*, 1981). Aussi, il n'existe pas de méthode standardisée d'étude de l'herpétofaune car le comportement et le rythme d'activité des espèces diffèrent d'une espèce à l'autre.

Une méthode qui marche pour un groupe taxonomique ne donne pas forcément le même type d'information pour un autre groupe taxonomique. Par exemple, pour les chiroptères capables de déplacements importants et qui n'ont pas un comportement territorial aussi fort que les oiseaux, les transects ne sont que des images de la diversité des espèces présentes à un moment donné et ne fournissent pas d'informations sur l'occupation de leur territoire. Il sera donc difficile de comparer dans le temps l'augmentation (ou la diminution) de la diversité des espèces présentes en fonction des milieux (CHAUTAN, 1998).

Des méthodes adaptées aux conditions de milieu

Il se peut que la morphologie du milieu ait une incidence sur le choix de la méthode. Parfois, l'accessibilité du site est difficile (voir page 56), notamment dans les marais. Des techniques de recueil de données par survol aérien (ULM par exemple) sont alors envisageables notamment pour une cartographie des grands types de milieux. L'observation de certaines espèces peut aussi être liée à la nature du relief : le suivi de la reproduction de rapaces en falaise nécessite une observation à l'aide de longues-vues. Le choix de certaines méthodes peut être lié à la structure de la végétation et à son homogénéité. Les relevés phytosociologiques par la méthode de Braun-Blanquet pour les habitats, les plans quadrillés ou encore les Indices Kilométriques d'Abondance (IKA) pour les oiseaux, par exemple, sont applicables sur des échantillons localisés sur des surfaces les plus homogènes possible.

Choisir des méthodes «douces».

Le gestionnaire devra veiller à choisir des méthodes non destructrices, ne perturbant pas les animaux. Les techniques d'observation/contact doivent être les moins dérangeantes possibles pour les espèces et les plus sélectives possibles. Le protocole doit tenir compte de la «discrétion» dont doit faire preuve l'observateur. Ce dernier pouvant causer de graves perturbations si l'observation n'est pas faite avec la plus grande précaution. Pour une grande majorité des espèces, les pièges ne sont pas sélectifs. Les dates et les lieux de piégeage doivent donc être très réfléchis.

Les opérations de marquage destinées à obtenir une estimation absolue de la densité et à étudier la dynamique de certaines populations, notamment d'espèces patrimoniales (voir Photo n°26), peuvent occasionner des dérangements. Il se peut que les captures ou marquages affectent le comportement et ainsi la chance de recapture, comme cela a été prouvé pour quelques papillons (SINGER et WEDLAKE, 1989 ; MORTON, 1984 in GREFF,

Travail préparatoire au terrain

1998). D'après DOMMANGET (*com. pers.*) 50% des espèces d'Odonates qui sont capturées puis relâchées seront prédatées car leur système de vision aura été endommagé. Le marquage par ablation d'une ou plusieurs phalanges des amphibiens ou reptiles (lézards) ou des marquages sur les nageoires des poissons sont particulièrement traumatisants pour les animaux. De même le marquage sous-cutané à l'aide de puce électronique (utilisées pour le marquage des amphibiens) peut avoir un effet très négatif (déchirement de la peau). Ces méthodes doivent être réservées à des travaux en collaboration avec des chercheurs dans le cadre de programmes nationaux. C'est encore plus vrai lorsqu'il s'agit de méthodes polluantes comme, par exemple, des marquages d'insectes à l'aide de radioéléments, marquages qui servent à les retrouver et à repérer leurs déplacements, ou à estimer leurs populations par capture-recapture. Plus l'espèce est rare, plus les précautions doivent être importantes.

Etre pragmatique

Le choix d'une méthode dépend des objectifs. Mais parfois la méthode permettant le mieux d'atteindre l'objectif est trop lourde à mettre en place par le gestionnaire.

Si plusieurs méthodes sont pertinentes au regard des objectifs, le gestionnaire choisira la plus simple et la moins coûteuse, liée à la facilité qu'il aura à récolter des données sur le terrain, à les analyser, à les interpréter et à communiquer les résultats. Mais le gestionnaire ne devra pas réaliser des études «trop simples» dans un souci d'économie si elles finissent par fournir des données non pertinentes et difficilement exploitables.

Avant tout, le protocole de mesures doit être viable c'est-à-dire reproductible. Pour être reproductibles, les méthodes doivent être indépendantes de l'observateur (DELANOË, 1998). Par exemple, les résultats de la cartographie des territoires des oiseaux (plans quadrillés) peuvent différer entre les observateurs et entre les analyseurs. Il est donc conseillé de ne l'utiliser que pour l'étude de la territorialité des espèces.

Il est souvent recommandé que le protocole soit applicable chaque année par la même personne pour minimiser l'influence de la «variable humaine» et des biais dus à l'observateur (voir chapitre B.2.4.1 page 67).

S'il n'est pas possible pour diverses raisons de faire intervenir un spécialiste, le choix d'une méthode peut être déterminé en relation avec les compétences du gestionnaire (voir page 53). Par exemple, en matière de reconnaissance des espèces (plus particulièrement pour les invertébrés et certaines familles de la flore difficiles à identifier) il existe des techniques qui ne nécessitent pas forcément une détermination jusqu'au taxon et peuvent se limiter au genre voire à la famille, plus faciles à identifier, ou du moins pour lesquels il existe des clés de détermination (cas des IBGN pour l'étude des invertébrés aquatiques, ou encore de la description de la végétation par des méthodes physiognomiques).

Tenir compte des méthodes d'analyse des données

La façon de recueillir les données a des implications sur le traitement statistique et vice-versa. D'après CLARKE (1986), l'analyse des données doit faire partie intégrante du projet. Le gestionnaire devra donc savoir comment il va utiliser les données avant de choisir la méthode pour les récolter. Sans cette démarche il est possible que les données recueillies sur le terrain soient inexploitables. Dans ce cas le gestionnaire aura perdu du temps et de l'argent (DESFOSEZ *et al.*, 1994).

A.3.6.2. Utiliser des méthodes standardisées

S'il existe des méthodes standardisées d'inventaire ou de suivi scientifique, cela ne résout en rien le problème du gestionnaire qui se trouve souvent démuné pour faire un choix. Le document rédigé sur le sujet par Réserves



Photo n°25 : L'observation des oiseaux dans un affût limite leur dérangement. © Photo : RN CAMARGUE.



Photo n°26 : Marquage de la Cistude d'Europe à l'aide de peinture sur la carapace.

Le numéro est visible de loin à la jumelle et permet un suivi sans recapture de l'individu marqué.

© Photo : V. FIERES.

CONSEIL

Il n'existe pas de méthode simple d'observation pour obtenir la densité absolue d'une population d'insectes. Cela suppose dans la majorité des cas de mettre en place des méthodes de capture-marquage-recapture, lourdes à mettre en œuvre dans un espace naturel.



Photo n°27 : Bagueage d'un oiseaux dans la RN de l'île du Girard. © Photo : L. TERRAZ.

CONSEIL

Il est important dans le cadre d'une surveillance ou d'un suivi de procéder chaque année de la même manière, quelle que soit la méthode retenue, afin de réaliser des comparaisons inter-annuelles. Il est extrêmement important que le gestionnaire développe un protocole clair, concis, reproductible et simple, qui statue explicitement toutes les hypothèses dans le détail, et définisse comment mettre en œuvre l'étude. Il devra décrire précisément la méthode d'échantillonnage et de relevé à utiliser (lieu, période, fréquence, variables...).

Les gestionnaires d'espaces naturels peuvent être sollicités pour participer à divers inventaires nationaux initiés par des organismes ou associations de protection de la nature en relation avec le Ministère en charge de l'Environnement :

- Programme INVOD (Inventaire des Odonates) de la SFO (Société Française d'Odonatologie) pour la collecte des données sur les Odonates.
- Programme STOC (Suivi Temporel des Oiseaux Communs) du CRBPO (Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux) pour la collecte de données sur les oiseaux communs, avec deux volets : un suivi par capture, pris en charge par les bagueurs du CRBPO, et un suivi par points d'écoute, ouvert à toute la communauté ornithologique.
- Observatoire des Galliformes de montagne (OGM) et Groupe Tétràs Vosges (GTV) pour le suivi du Grand Tétràs auquel participent les réserves naturelles vosgiennes, alpines et pyrénéennes.
- Méthodes pour les chiroptères dans le cadre du plan de restauration des chiroptères (1999-2003).
- Dénombrements internationaux d'oiseaux d'eau (DIOE) qui ont lieu depuis les années 50 et sont coordonnés depuis 1967 par Wetlands International (anciennement nommé BIRIOE). Il s'agit de recensements des populations d'oiseaux d'eau sur plusieurs continents (Europe, Afrique et Asie), en particulier en région méditerranéenne.
- etc.

Naturelles de France (FIERS V. *et coll.*, à paraître) aidera en partie le gestionnaire à faire ce choix puisque les méthodes les plus couramment utilisées en écologie y sont décrites.

Recherche de protocoles communs

Les espaces protégés sont des sites de référence au niveau national et il est important que des protocoles communs soient développés pour que les données nationales aient toutes la même valeur scientifique. L'emploi de méthodes standardisées est recommandé dans les espaces naturels car elles permettent un gain de temps et fournissent des données dont les résultats sont comparables. Ce sera notamment le cas pour des méthodes actuellement bien éprouvées comme les IPA pour les oiseaux ou la méthode phytosociologique de Braun-Blanquet pour les associations végétales.

Des réseaux de collecte de données existent et ont développé des méthodes spécifiques. Il semble intéressant de disposer de ces méthodes générales et utilisées sur un grand nombre de sites en France pour comparer les résultats obtenus avec les autres espaces naturels, ou entre différentes années, ou encore entre différents écosystèmes. Plusieurs réserves naturelles sont par exemple intégrées aux suivis organisés dans le cadre du Groupe Tétràs Vosges ou le suivi de populations d'oiseaux par la méthode du STOC-EPS piloté par le CRBPO.

Certaines expériences sont réalisées dans le réseau des réserves naturelles (groupes de travail thématiques) ou dans d'autres réseaux d'espaces naturels. Il est important que le gestionnaire s'en informe pour l'aider à choisir les méthodes qu'il pourra utiliser sur la réserve dont il a la gestion. Ces groupes de travail ont pour objectif de promouvoir les démarches expérimentales des gestionnaires et de contribuer à une meilleure diffusion des résultats des expériences menées.

Méthodologies développées et mises en œuvre dans le cadre des groupes thématiques du réseau des Réserves Naturelles de France.

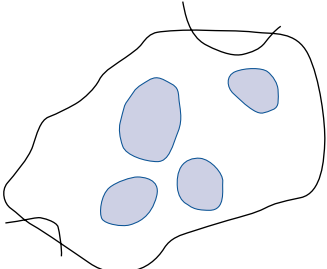
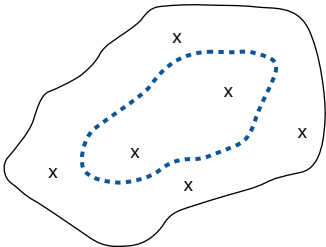
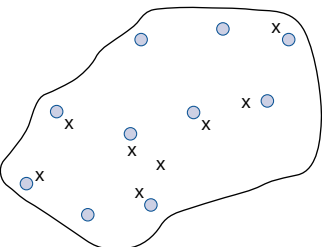
- Expérimentation d'un cadre méthodologique pour caractériser l'évolution des milieux alluviaux en se basant sur les macrophytes et les odonates (groupe «Réserves naturelles fluviales»), RNF (en cours).
- Mise en place d'un réseau de suivi des forêts alluviales (ripisylves) (groupe «Réserves naturelles fluviales»), CLUZEAU *et al.* (1997).
- Mise en place d'un réseau de suivi des oiseaux limicoles côtiers (groupe «Oiseaux»), CAILLOT (2003).
- Adaptation du programme STOC-EPS pour les réserves naturelles (groupe «Oiseaux»), JULLIARD (2001).
- Expérimentation d'une méthode de suivi des milieux herbacés par l'intermédiaire des Lépidoptères Rhopalocères (papillons diurnes), (groupe «Invertébrés»), DEMERGES (2002).
- Développement d'une méthodologie pour l'identification et la gestion des forêts à caractère naturel (groupe «forêt»), GILG (à paraître).
- Mise en place d'une méthodologie pour suivre la structure des roselières, (groupe «Rézo du rozo»), SINNASSAMY *et al.* (2001).
- Méthode de suivi de la végétation des îlots marins, (groupe «Ilots marins et milieu sous-marin»), BIORET *et al.* (1998).

Connaître les avantages et inconvénients

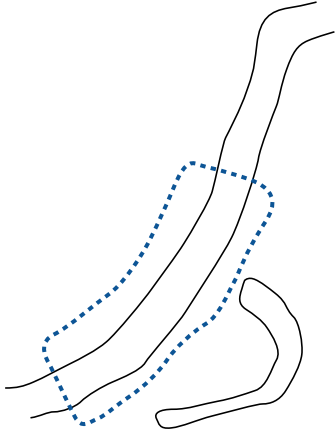
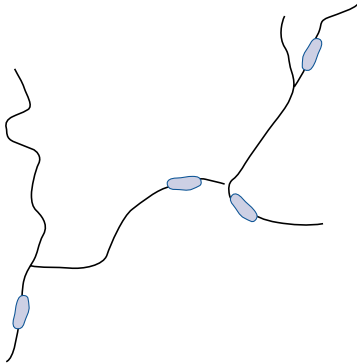
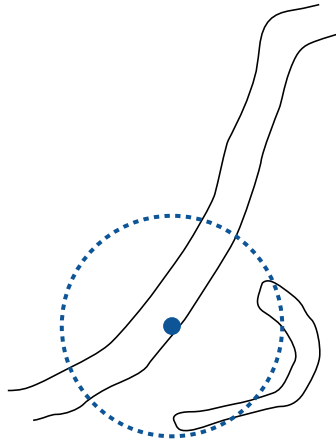
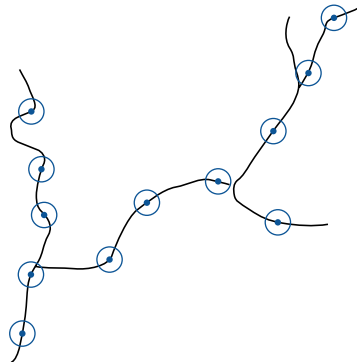
Avant de faire le choix d'une méthode il est important d'en connaître les avantages et les inconvénients. Le gestionnaire choisira des méthodes qui permettent de limiter les sources d'erreur (voir chapitre B.2.4. page 67). Il pourra réaliser un comparatif des données et résultats qu'il est possible d'obtenir pour répondre aux objectifs au regard du temps à passer.

Travail préparatoire au terrain

Par exemple, dans le tableau n°10, un comparatif est fait entre trois méthodes qui permettent de suivre la reproduction des oiseaux (BIBBY *et al.*, 1992). Il en résulte que la méthode par la cartographie des territoires (plans quadrillés) est la plus lente, mais aussi la plus précises. Elle s'avère mieux appropriée pour étudier la distribution et/ou l'habitat d'une ou plusieurs espèces que la méthode des IPA ou IKA. Mais elle est très coûteuse en temps d'observation, donc implique de ne recenser que des quadrats de superficie modérée, et n'assure pas une excellente comparabilité des résultats, car l'intensité de la prospection varie d'un site étudié à l'autre. La description d'un site peut être plus rapide à partir des points contacts (IPA), mais le nombre d'enregistrements d'oiseaux sera aussi le plus faible. La méthode des IPA est recommandée si les associations végétales ont été étudiées, ou s'il y a un problème d'accessibilité rendant la méthode des transects (IKA) difficile, bien qu'elle permet de collecter moins de données sur les oiseaux. Les IKA sont particulièrement difficiles à faire si la végétation est dense. Le tableau n°11 compare également deux méthodes de dénombrement des oiseaux nicheurs.

Tableau n°10 : Trois méthodes différentes de suivi en période de reproduction (hypothèse d'une forêt de 20 ha de chêne).			
Méthode	Suivi cartographique d'une espèce (plan quadrillé)	Comptage le long d'un transect (IKA)	Points contacts (IPA)
Echantillonnage	a) Cartographie par espèce 	b) Un parcours de 1 km suivant un chemin existant (transect) est parcouru en une heure d'enregistrement environ. 	c) 10 points contacts (o) distants d'au moins 150 m l'un de l'autre doivent être sélectionnés au hasard. 
Temps nécessaire	10 visites sont nécessaires et prendront 10 matinées . Une personne peut compter 4 relevés dans une saison.	Avec deux visites par transect, il faudra 2 heures pour chacun. Un observateur peut enregistrer environ 40 transects en une saison (suffisamment rapprochés pour permettre d'en réaliser deux par matinée). Cela lui prendra donc en tout 40 heures .	Cela prendra une matinée pour compter ces points, en incluant la mesure des caractéristiques des habitats dans un cercle de 25 m autour d'eux. En visitant chacun 2 fois, cela permet de compter 20 échantillons par une personne en un été : 2 matinées
Données obtenues	Environ 150 territoires devraient être cartographiés pour toutes les espèces. Les enregistrement fournissent les descriptions les plus détaillées des oiseaux de ces sites, ce qui permet la comparaison avec une carte de la gestion passée ou des caractéristiques des habitats.	Dans une forêt, environ 150 enregistrements d'oiseaux (x) ont été générés.	Chacun va générer environ 120 enregistrements d'oiseaux.

Source : d'après BIBBY *et al.*, 1992.

Tableau n°11 : comparaison de deux principales méthodes de dénombrement des oiseaux nicheurs en rivière			
Technique	Échantillonnage	Description du milieu	Traitement des données
Quadrats 5km 	Limité à des tronçons de rivières. 	Plan détaillé des lieux.	Petites populations. Pas de statistiques.
Points d'écoute 5, 10, 20 mn 	Applicables à – un cours d'eau – un bassin versant. 	Caractérisation du paysage.	Grandes populations. Tests statistiques. Analyses factorielles et multivariées.

Source : ROCHE, 1991 et d'après ROCHE et FROCHOT, 1991.

UN ÉCHANTILLON

C'est une petite partie de la population que l'on va examiner. C'est le fragment d'un ensemble pour juger de cet ensemble (COLIN, 1970), une collection d'éléments prélevés d'une façon particulière de cette population statistique afin de tirer des conclusions sur cette dernière (voir aussi chapitre A.3.3. «Définir l'unité d'échantillonnage» page 27).

A.3.7. Définir les modalités de l'échantillonnage

L'échantillonnage est fondamental et résulte de l'impossibilité de collecter des données sur tous les éléments d'une population ou d'une surface, souvent pour des raisons pratiques, techniques ou économiques. L'échantillonnage permet alors d'étudier le tout par le biais des statistiques. Il est pourtant d'après SCHERRER (1984), l'un des aspects les plus négligés de la biostatistique, c'est ce qu'on peut constater aussi dans les espaces naturels.

La partie de la population que l'on va examiner s'appelle l'échantillon. Définir les modalités de l'échantillonnage consiste à définir la localisation, le nombre et la taille des échantillons de la population statistique.

Le recours à un spécialiste est souvent nécessaire pour aider le gestionnaire à définir la localisation et la densité des échantillons, la périodicité et la durée de l'échantillonnage. Il faut également se soumettre aux contraintes budgétaires et trouver un échantillon optimal pour baisser le coût des collectes et augmenter la précision des résultats.

Travail préparatoire au terrain

A.3.7.1. Choisir le plan d'échantillonnage

Choisir le plan d'échantillonnage consiste à choisir de quelle manière les données seront recueillies sur le terrain (en certains endroits choisis au hasard, dans tous les habitats fréquentés par l'espèce visée...) donc choisir une méthode pour localiser les échantillons. Il conditionne aussi le mode de traitement des données et donc les résultats. Les modalités de l'échantillonnage sont souvent déjà incluses dans les protocoles standards. Par exemple : écouter les oiseaux en parcourant un transect de 3 km à vitesse constante avec la méthode des IKA.

Selon le but visé et les contraintes rencontrées, plusieurs plans d'échantillonnage sont disponibles et répondent à des besoins particuliers. Les trois principaux types sont l'échantillonnage aléatoire simple (au hasard), l'échantillonnage systématique et l'échantillonnage stratifié (GOLDSMITH, 1991). Mais il en existe d'autres : à probabilités inégales de sélection des unités, subjectif, mixte et par degré, que l'on ne détaillera pas ici.

Echantillonnage au hasard

L'échantillonnage aléatoire simple est une méthode qui consiste à prélever au hasard et de façon indépendante «n» unités d'échantillonnage d'une population de «N» éléments (voir Figure n°15). Les échantillons sont répartis au hasard. Chaque point dans l'espace étudié a donc une chance égale d'être échantillonné. Les données ainsi récoltées ne sont pas biaisées. A partir d'une carte ou d'une photographie aérienne, l'œil humain ne sait pas choisir les échantillons. Une pratique largement utilisée consiste à utiliser une grille pour les choisir de manière plus aisée. Une méthode garantissant sécurité et représentativité consiste à dresser la liste complète et sans répétition des éléments de la population, à les numéroter, puis à tirer au sort «n» d'entre eux à l'aide d'une table de nombres aléatoires ou de tout autre système générant des chiffres aléatoires. Chaque élément sélectionné peut être remis dans la population après son tirage pour éventuellement être choisi une deuxième fois : on parle alors d'échantillonnage avec remise. Cette méthode se prête aux analyses statistiques, mais elle demande de prélever un grand nombre d'échantillons.

Echantillonnage systématique (Figure n°16)

Ce type d'échantillonnage consiste à répartir les échantillons de manière régulière (tous les «x» mètres par exemple). Il est moins demandeur en temps qu'un échantillonnage aléatoire. On utilise habituellement un quadrillage (souvent positionné sur la photographie aérienne du territoire étudié). Les points d'échantillonnage sont ainsi faciles à localiser à chaque relevé, c'est un avantage considérable dans le cadre d'un suivi permanent. Si les espèces nichent au même endroit tous les ans, le comptage devient plus facile avec le temps. Le gestionnaire réalise aussi un échantillonnage systématique lorsqu'il privilégie les inventaires dans les secteurs les plus susceptibles d'abriter les espèces (habitats potentiels). Il porte alors une plus grande attention aux milieux répondant à leurs exigences écologiques. L'étude des orthoptères et des coléoptères coprophages de la RN de Prats-de-Mollo repose par exemple sur l'échantillonnage systématique des principaux biotopes (PUISSANT *et al.*, 1998). Il peut s'agir d'une aire de nidification (gîtes, colonies de reproduction...), d'une zone de repos (dortoirs) ou de nourrissage des oiseaux, d'une zone d'hibernation ou d'estivage des chauves-souris. Par exemple, pour les chauves-souris, le gestionnaire cherchera en priorité dans les grottes mais aussi les galeries, mines, bâtiments, ponts, tunnels, arbres creux (voir Figure n°17). La recherche des amphibiens nécessite de prospecter deux milieux. Ils exploitent en effet des habitats terrestres (sites d'hivernage ou de vie durant l'été) et aquatiques (sites de reproduction). Pour certaines espèces il faut prospecter le long des cours d'eau ou près des lacs pour la capture au filet. En termes de résultats, une recherche systématique par secteur fournit des cartes d'occupation des territoires par espèce.



Photo n°28 : Récolte d'échantillons dans la RN de Müllembourg. © Photo : G. BENTZ.

UN ÉCHANTILLON ALÉATOIRE

Un échantillon est qualifié d'aléatoire lorsque chaque élément de la population étudiée a une probabilité connue et non nulle d'appartenir à l'échantillon. Aléatoire ne signifie pas «n'importe comment» (FRONTIER, 1982) et la procédure suppose que l'on connaisse au départ la population que l'on va étudier.

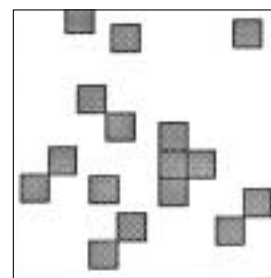


Figure n°15 : Echantillonnage au hasard.

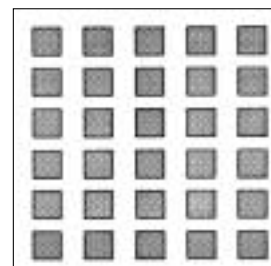


Figure n°16 : Echantillonnage systématique.

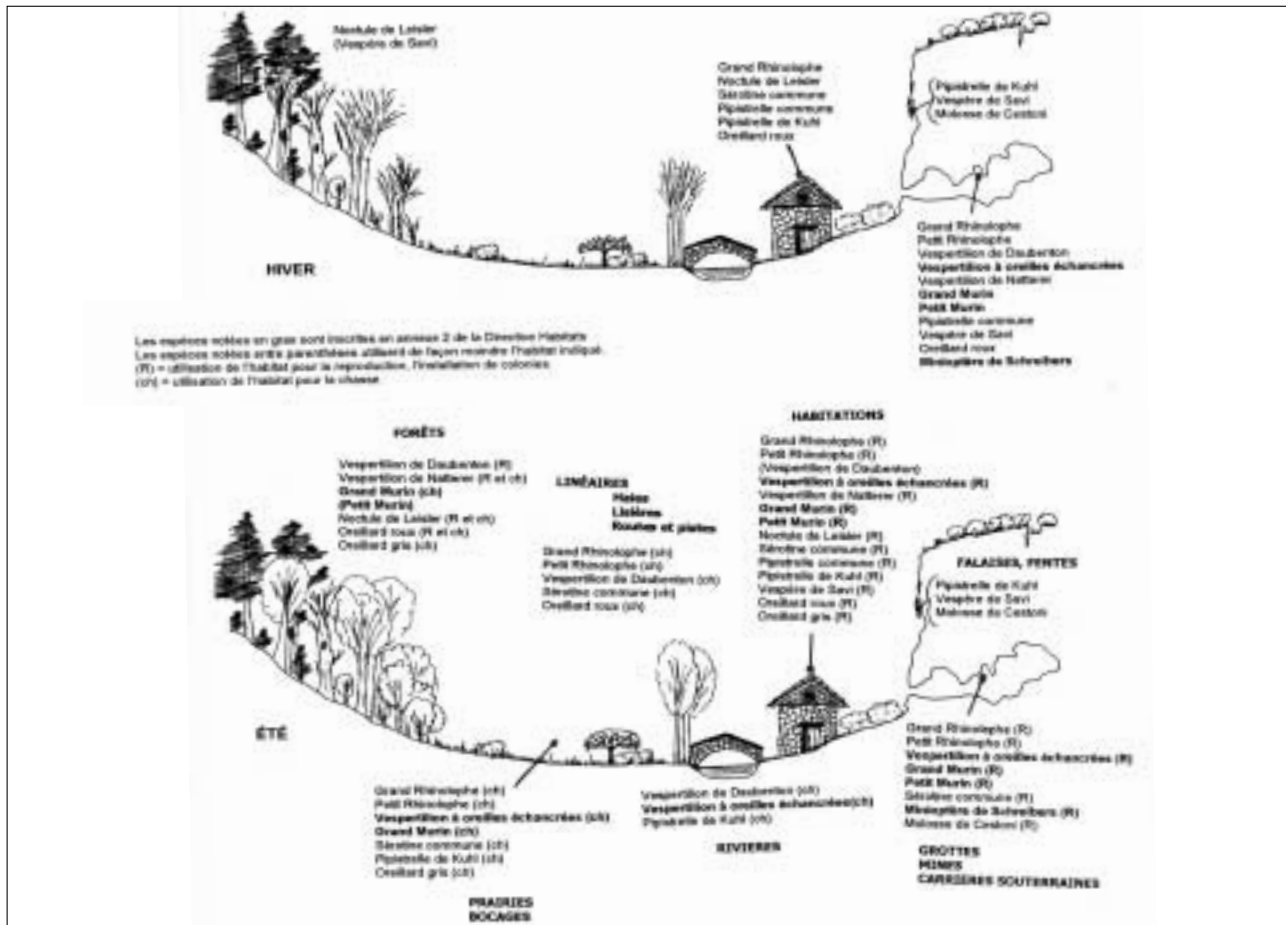


Figure n°17 : Fréquentation théorique de différents habitats par les chiroptères signalés dans le massif Madres Coronat

Source : LETSCHER, 2001 d'après Hercent, 1997 ; Schober et Grimmberger, 1991.

Le positionnement des pièges pour les espèces difficilement observables (invertébrés ou encore mammifères) est souvent fait de manière systématique sur un secteur donné ou le long de gradients. La figure n°18 nous montre comment sont localisés et répartis les pièges de micromammifères le long d'un transect dans une réserve naturelle.

Echantillonnage stratifié (Figure n°19)

Il est particulièrement utilisé quand l'aire étudiée est divisée en zones différenciées. Les strates peuvent correspondre à des divisions administratives, des unités de gestion, à des zones à topographie ou accessibilité différente... Il consiste à subdiviser une population hétérogène en sous-populations ou strates plus homogènes. La stratification s'impose lorsque les résultats sont recherchés au niveau de chacune des sous-populations. Le gestionnaire répartit alors les échantillons au sein des strates (en procédant éventuellement par un échantillonnage au hasard) avec un nombre proportionnel à l'aire de chacune. L'échantillonnage stratifié au hasard inclut les avantages d'un échantillonnage systématique (meilleure couverture de l'espace et meilleure exactitude des résultats). Le gestionnaire pourra utiliser toutes les connaissances acquises sur la végétation et le milieu pour découper la zone à étudier en sous-zones plus homogènes qui seront échantillonnées séparément. Un pré-échantillonnage est possible, notamment à l'aide de la cartographie (cartes géologique, géomorphologique, pédologique, topographique (Figure n°20)...), ou de photographies aériennes. Dans un premier temps, la carte de la végétation réalisée dans le cadre du plan de gestion peut permettre de cibler les secteurs à échantillonner.

Dans le cas de mosaïque de milieux, il peut être souhaitable de réaliser des relevés à chaque changement de végétation.

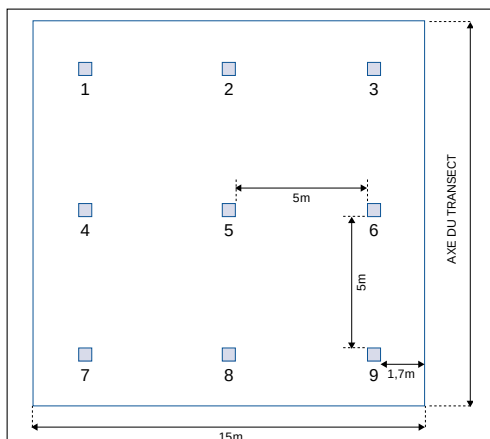


Figure n°18 : Positionnement des pièges de micromammifères le long d'un transect dans la RN du Platier d'Oye.



Autres modes d'échantillonnage

- L'ÉCHANTILLONNAGE SUBJECTIF est la forme la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage. L'observateur juge les emplacements représentatifs des conditions du milieu et choisit comme échantillons les zones qui lui paraissent particulièrement homogènes et représentatives d'après son expérience. Cette façon de procéder, très dépendante de la représentation conceptuelle d'un habitat (conforme à l'image de l'habitat typique par exemple), de la perception du milieu donné et de l'itinéraire de l'observateur, n'a rien d'aléatoire ni par conséquent, de représentatif. Ce type de méthode est donc à éviter.
- Les études bibliographiques montrent que l'on peut combiner plusieurs types d'échantillonnages pour les adapter à leur situation sur le terrain. On parle alors d'ÉCHANTILLONNAGE MIXTE.
- Il existe aussi une méthode dite d'ÉCHANTILLONNAGE À CHOIX RAISONNÉ. Par exemple pour l'étude d'un lac, les prélèvements seraient au niveau de l'endroit le plus profond. Malgré la puissance des techniques d'analyses multidimensionnelles, cette stratégie d'échantillonnage possède de sérieuses limites.
- Il existe aussi l'échantillonnage au jugé ou encore par degré (en grappe)...

Quel type d'échantillonnage choisir ?

Le choix du mode d'échantillonnage dépend de ce que l'on recherche. Chaque méthode possède ses propres caractéristiques techniques de mise en place et d'analyse des résultats.

La plus grande rigueur appelle un ÉCHANTILLONNAGE ALÉATOIRE, particulièrement un échantillonnage au hasard qui fournit un échantillon représentatif de la population statistique, dont les données seront plus faciles à analyser, et s'avère être l'instrument par excellence de l'approche descriptive (voir chapitre A.3.2. pages 26 et 27). Si l'aire d'étude est trop grande, on choisira de travailler sur des unités échantillonnées au hasard, la donnée sera extrapolée à l'aire totale de l'étude.

Dans plusieurs cas cependant, les exigences de coût et de temps disponibles et de moyens humains peuvent rendre un ÉCHANTILLONNAGE SYSTÉMATIQUE de meilleur rapport qualité-prix. Généralement, un plan d'échantillonnage systématique donne le maximum de résultats. Plus rapide à utiliser, il est intéressant, mais il faut bien choisir le maillage (l'intervalle entre les échantillons). Dans le cas d'une étude de la végétation, le point de départ et la direction du transect peuvent être localisés au hasard, mais les échantillons individuels le long d'un transect disposés systématiquement.

Photo n°29. © Photo : M.S. PNC

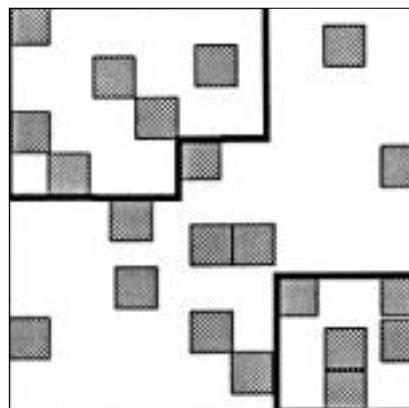


Figure n°19 : Échantillonnage stratifié

Pour évaluer l'importance des populations de grands herbivores, le Parc national des Cévennes a été divisé en 5 strates correspondant aux différents types de végétation. Dans chaque strate, des itinéraires échantillons ont été répartis régulièrement selon les principes de l'échantillonnage systématique. A partir de la superficie de chaque strate et de la surface du couloir, on déduit le nombre de lignes possibles.

Une technique utilisée par LECOMTE et LE NEVEU (1986) consiste à mettre en place des relevés de type phytosociologique non pas régulièrement tous les «x» mètres, mais à chaque modification du tapis végétal. L'intérêt de cette méthode est qu'elle intègre l'hétérogénéité de la végétation et qu'elle permet de suivre les évolutions spatiales de la végétation au cours du temps.

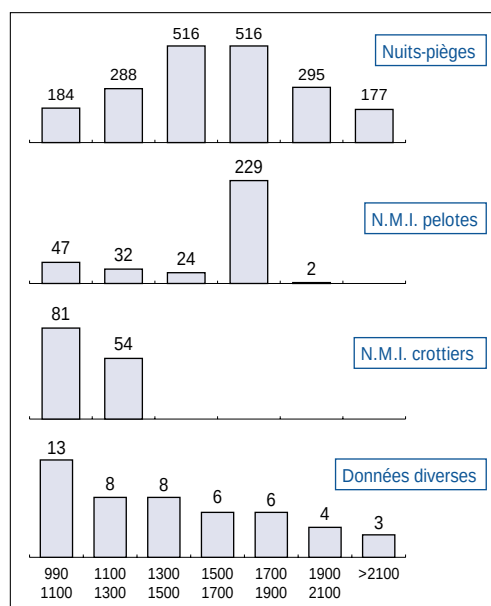


Figure n°20 : Répartition de l'effort d'échantillonnage par tranche d'altitude dans la RN de Nohèdes.

Source : LETSCHER, 1998.

LE TYPE D'ÉCHANTILLONNAGE

L'échantillonnage aléatoire demande plus d'échantillons que l'échantillonnage stratifié, la répartition systématique étant intermédiaire (voir pages 38 à 40).

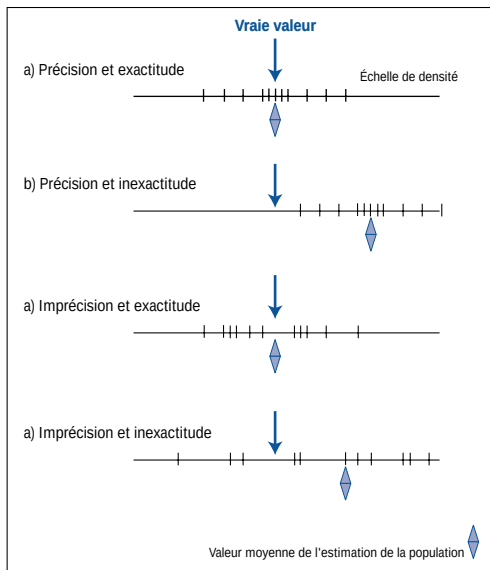


Figure n°21 : Notions de précision et d'exactitude.
Source : BIBBY et al., 1992.

Si par exemple on peut faire sans risque quelques prélèvements de 0,25 m² dans la Réserve Naturelle de Nohèdes (Pyrénées orientales) qui fait plus de 2 000 ha, il faut être très prudent quand il s'agit d'opérer sur la végétation des pelouses à Isoetes de la Réserve Naturelle de Roque-Haute car elles contiennent trois plantes rares qui ne couvrent chacune que quelques dizaines de m².

L'ÉCHANTILLONNAGE STRATIFIÉ permet aussi de gagner du temps car les moyens disponibles ne permettent pas toujours de réaliser un inventaire sur l'ensemble ou un maximum des faciès de la végétation de l'espace naturel.

A.3.7.2. Définir le nombre d'échantillons

Le nombre d'échantillons peut être défini dans le temps et dans l'espace :

- des relevés peu fréquents (annuels par exemple) mais sur un nombre important de placettes,
- un certain nombre de relevés réguliers (un par semaine par exemple) sur peu de stations.

Dans tous les cas, le nombre et la répartition des stations à observer doivent être fixés dans le cadre d'un plan d'échantillonnage.

Tenir compte de la représentativité

La représentativité constitue la première qualité que doit posséder un échantillon. Pour que les résultats soient généralisables à la population statistique, l'échantillon doit être représentatif de cette dernière, c'est-à-dire qu'il doit refléter fidèlement sa composition et sa complexité et fournir une estimation précise et non biaisée des paramètres mesurés sur les objets dans une aire donnée, à un moment donné. C'est l'une des difficultés majeures de l'échantillonnage en écologie. En effet, pour beaucoup, un échantillon est représentatif lorsque le nombre d'espèces le composant n'augmente pratiquement plus avec un accroissement de l'effort d'échantillonnage (cas des aires minimales pour les habitats (voir page 43)). Ce critère empirique n'a pas grande valeur selon GOUNOT (1987), puisque la présence, dans un échantillon, de la quasi-totalité des espèces du milieu ne garantit aucunement la justesse de l'estimation de leur abondance. Le gestionnaire, éventuellement avec l'aide d'un spécialiste, doit trouver le nombre d'échantillons suffisants pour que cela soit représentatif de l'ensemble. La description d'un peuplement d'oiseaux doit, par exemple, compter un effectif d'IPA suffisamment important pour représenter la majeure partie des espèces et exprimer les abondances avec une certaine fiabilité, exprimée en particulier par un intervalle de confiance.

Tenir compte de la fiabilité et de la précision

Les résultats d'une étude sont d'autant plus fiables que le nombre de données à traiter est important. Ce dernier dépend de l'intensité des prélèvements, donc du nombre d'échantillons.

Plus le nombre d'échantillons est important, plus les résultats seront fidèles à la réalité, plus la valeur estimée s'approche de la valeur réelle. Le résultat devient plus précis (voir Figure n°21). Si le nombre d'échantillons est insuffisant, dans le domaine des analyses de pollution par exemple, on peut être amené à déclarer qu'il n'y a pas d'impact alors que l'on n'a pas la quantité d'échantillons nécessaire pour certifier ce «non impact» (SHEPPARD, 1999). Vouloir augmenter la précision prend plus de temps. En effet, l'amélioration de la précision n'est pas proportionnelle à l'effectif de l'échantillon mais à sa racine carrée. Ainsi, quand «n» devient grand, il faut de fortes augmentations de l'effectif pour obtenir un accroissement substantiel de la précision. Par exemple, pour doubler la précision obtenue à partir de 10 échantillons cela nécessite d'en prendre 30 nouveaux. Pour la doubler à nouveau, il faudra en prendre 120 autres. Cela devient rapidement irréaliste ! La valeur de la précision doit donc être corrélée avec le temps disponible et les objectifs. Sur une aire fixe de petite taille, la question de la précision n'est pas la même. L'étude peut être réalisée sur l'ensemble du terrain. Mais le résultat ne peut pas être généralisé et appliqué ailleurs.

Prendre en compte la taille des unités d'échantillonnage et du site

Plus les unités d'échantillonnage sont petites, plus elles doivent être

Travail préparatoire au terrain

nombreuses (voir aussi chapitre A.3.3. page 27), pour les habitats notamment. Quand la possibilité est offerte, il vaut mieux définir des éléments de petite taille et constituer un échantillon de grande taille que l'inverse. De plus, plus la taille est petite moins le gestionnaire aura de temps à passer par échantillon. Cela permet, par exemple, d'utiliser davantage de quadrats pour une étude de la végétation, ce qui augmente l'exactitude des estimations (GOLDSMITH, 1991).

Le nombre d'échantillons dépendra de la taille du site, de leurs nature, hétérogénéité et diversité ou de la population statistique.

Tenir compte des recommandations des méthodes standardisées

Dans les méthodes standardisées (voir chapitre A.3.6.2. page 34) le nombre exact d'échantillons nécessaires n'est généralement pas précisé, car celui-ci peut varier d'un site à l'autre, mais des indications sont données au gestionnaire. Avec la méthode des plans quadrillés (cartographie des territoires d'oiseaux), le nombre et la durée des visites ne sont ni définis, ni limités. Ils doivent être assez importantes pour que l'observateur atteigne, à la fin du printemps, une connaissance quasi exhaustive du peuplement d'oiseaux ayant niché sur le quadrat. Avec cette méthode, un test fait sur l'espèce la moins bien représentée permet d'évaluer le nombre de visites nécessaires. Toutefois, il est recommandé de réaliser un nombre minimum de 8 visites en milieu ouvert et de 10 en milieu fermé.

Tenir compte des besoins pour l'analyse et l'interprétation des données

Le nombre d'échantillons doit être suffisamment élevé pour une analyse statistique pertinente des résultats. Classiquement, le nombre d'échantillons minimum proposé est de 30, par exemple pour des analyses factorielles (voir page 81). Cependant, les statistiques non paramétriques (voir page 85) permettent de travailler avec un nombre d'échantillons plus faible.

Il n'est pas évident de démontrer (statistiquement) des changements significatifs dans le temps pour des espèces qui ont une fréquence faible dans les relevés (FROM *et al.*, 1997). Pourtant si on veut montrer des variations il est important que ces variations apparaissent entre les échantillons. Le gestionnaire définira un nombre d'échantillons suffisant pour mettre en évidence les changements dans le temps ou dans l'espace, par exemple un gradient entre les différents types de végétation étudiés le long d'un transect (voir Figure n°22). Si les densités de population sont basses, le nombre d'individus détectés lors d'un comptage est faible. Afin d'obtenir un jeu de données plus conséquent, il est nécessaire de procéder à une répétition des comptages sur chacun des sites de prospection.

Avec la méthode des IPA (oiseaux) il n'y a pas un nombre de points idéal, mais l'expérience montre qu'il faudra au moins une douzaine d'IPA pour représenter correctement un milieu homogène. Il en faut davantage si l'on recherche une plus grande précision ou pour étudier des milieux complexes.

Dans le cadre du suivi des roselières dans les réserves naturelles, le nombre d'échantillons nécessaire à une étude statistique a été fixé à 50.

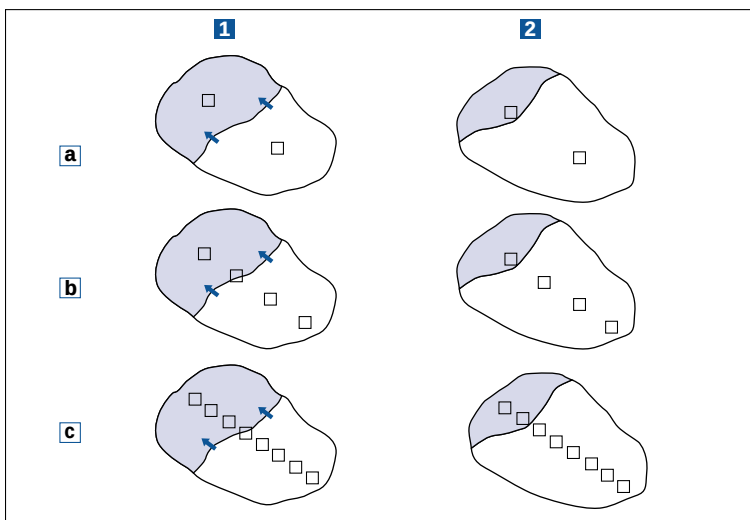


Figure n°22 : Utilisation de quadrats fixes placés dans des aires représentatives de deux communautés végétales. Dans la figure 22(a) les limites entre deux communautés se déplacent dans une direction Nord-Ouest. Tant qu'il n'y a pas de changement prononcé dans le quadrat de droite, il se peut que rien ne soit détecté pendant plusieurs années. Dans la figure 22(b) un quadrat supplémentaire, placé sur la limite originelle, peut fournir une indication de ce changement. Le mieux, cependant, serait de mettre un transect (ou une ligne de petits quadrats) tout au long de l'interface entre les deux communautés (figure 22c). De cette façon les changements mais aussi la vitesse de changement peuvent être mesurés.

Source : BIBBY *et al.*, 1992.

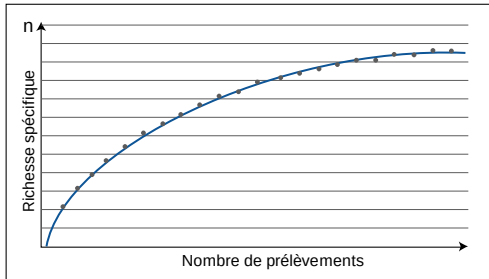


Figure n°23 : Évolution théorique de la richesse spécifique estimée d'une station à partir du nombre de prélèvements.

CONSEIL

Certaines méthodes, de capture notamment, peuvent affecter la faune ou la flore. Le gestionnaire devra veiller à ce que le nombre d'échantillons soit non destructeur (et/ou non perturbant). Une ligne de pièges à Coléoptères type «Barber» constituée par exemple d'un piège tous les 10 m sur un transect de 100 m peut être à long terme terriblement ravageur, ce qui est à proscrire sur une réserve naturelle (EMERIT, non daté).

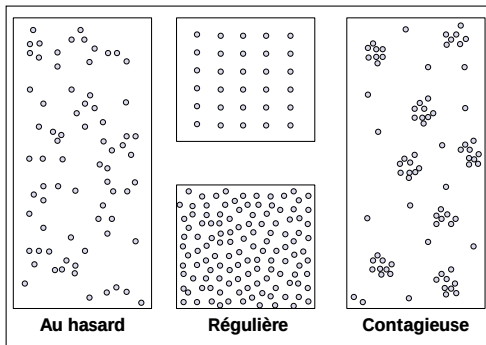


Figure n°24 : Les différents modes de répartition spatiale des individus, a) au hasard, b) régulière et c) contagieuse. Source : ELLIOTT, 1971 in FAGOT, 2000.

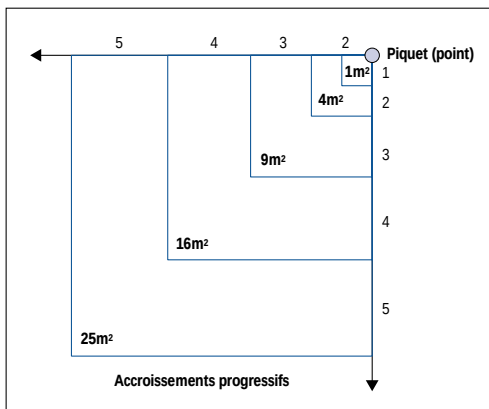


Figure n°25 : Technique de détermination de l'aire minimale (FAURIE et al., 1998)

Utiliser les résultats des inventaires

Un moyen de connaître le nombre d'échantillons est de construire la courbe cumulée de la richesse totale (voir Figure n°23). Les relevés effectués sur le terrain permettent de construire cette courbe en fonction de l'effort d'observation (nombre de relevés). Le rapport - nombre d'espèces présentes dans tous les relevés (E) / nombre de relevés (R) - fait apparaître le nombre théorique de relevés supplémentaires nécessaires pour ajouter une nouvelle espèce à la liste. Par exemple si on obtient 0,1 il faudra effectuer 10 relevés supplémentaires pour obtenir une nouvelle espèce. La richesse cumulée devient alors très proche de la richesse réelle.

Dans la RN des Marais de Müllembourg, la richesse totale de la zone échantillonnée représentative des milieux rencontrés est de 26 espèces. L'asymptote de la courbe cumulée montre que c'est au terme des 6 premiers quadrats que le gestionnaire connaît, avec suffisamment de précision, la composition qualitative du peuplement. Le rapport E/R montre qu'il aurait fallu 6 relevés supplémentaires pour ajouter une nouvelle espèce à la liste (avec E = nombre d'espèces de fréquence 1 et R = nombre total de relevés).

A.3.7.3. Définir la taille des unités d'échantillonnage

Les unités d'échantillonnage ont été définies dans le chapitre A.3.3. La taille des échantillons ne pose pas de problème lorsqu'il s'agit d'une espèce. Elle est plus problématique quand on a affaire à une communauté végétale puisque cela nécessite généralement de délimiter des quadrats.

Un choix dépendant du mode de répartition de l'objet.

La surface d'échantillonnage va dépendre avant tout du mode de répartition de la variable étudiée, qui peut, dans le cas d'une espèce, être divisée en trois cas (voir Figure n°24) :

- répartition au hasard,
- répartition régulière,
- répartition contagieuse.

Le gestionnaire choisira la surface qui minimisera les fluctuations d'échantillonnage. Dans le cas d'une répartition contagieuse, par exemple, le quadrat doit englober, au moins en partie, un groupe d'individus. La taille du quadrat doit être définie pour que la plupart d'entre eux incluent un ou plusieurs des individus à plus large répartition.

Un choix dépendant du nombre et de la fréquence des espèces présentes

C'est en fait le principe de la courbe de biodiversité qui est utilisée pour déterminer la taille des placettes à échantillonner, au cours de la première année de suivi (définition de l'aire minimale). L'aire minimale (voir Figure n°26) peut être définie comme la plus petite surface qui rende compte d'une association végétale. Pour la définir le gestionnaire réalisera des relevés de surface de plus en plus grande jusqu'à ce que le nombre d'espèces n'augmente plus (augmentation progressive (voir Figure n°25) ou en hélice (Figure n°26).

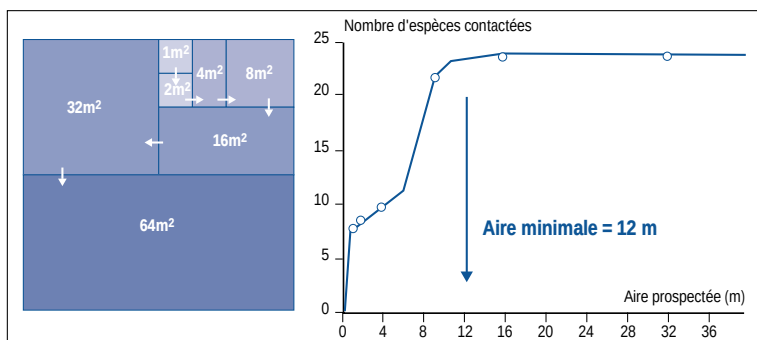


Figure n°26 : Détermination de l'aire minimale dans la RN de la Tourbière de Venec.

Travail préparatoire au terrain

La taille d'un quadrat peut être recherchée à partir des fréquences des espèces dans celui-ci. Idéalement la plupart de ces espèces doit avoir une fréquence de 20-70 % sur l'ensemble des relevés. Si une ou plusieurs ont des valeurs de 100 %, la taille du quadrat est probablement trop grande. A l'inverse, si un nombre important de quadrats a une fréquence très faible en espèces, cela signifie que la taille du quadrat doit être augmentée.

La taille de l'unité d'échantillonnage peut être mise en relation avec la variation du nombre d'individus enregistrés entre deux comptages consécutifs. Cette variation devrait, si possible, suivre la règle des 95 % d'intervalle de confiance. Si des variations inacceptables sont trouvées, il faut alors étendre l'aire d'échantillonnage jusqu'à ce que le nombre d'individus comptés se stabilise et que la variation soit réduite au niveau le plus bas (DAVIS, 1982).

Conditions affectant le choix

Il se peut que les surfaces soient définies par la méthode de relevé. Par exemple, en ce qui concerne la méthode des plans quadrillés (cartographie des territoires pour les oiseaux), la superficie de la zone d'étude doit être un biotope (le plus homogène possible) considéré comme représentatif d'une zone bien plus vaste par la suite. On choisit de petites parcelles (10 à 30 ha en général) lorsque l'on travaille sur de petites espèces d'oiseaux ou bien en milieu forestier, et des grandes parcelles (50 à 200 ha ou 40 à 100 ha selon les références bibliographiques) pour les espèces à vastes territoires ou dans un milieu ouvert.

D'après FRONTIER (1982), contrairement à une croyance assez répandue, la taille de l'échantillon n'affecte pas la représentativité, car elle ne fait que varier l'intervalle dans lequel la vraie valeur d'un paramètre de la population a de fortes chances de se trouver. Cependant, pour des études comparatives, il est impératif de standardiser la taille et la forme des échantillons.

La taille des quadrats pour l'analyse de la végétation doit en principe être la plus petite possible pour limiter le temps à y passer, mais pas trop car sinon le nombre de contacts avec les espèces végétales sera trop faible. Souvent un carré de 1 m² est utilisé en milieu ouvert. Des carrés plus petits sont utilisés pour des micro-habitats, comme les mousses ou des habitats monospécifiques comme les roselières (la taille du quadrat peut alors être de 25 x 25 cm).

Un certain allègement de la méthode consiste à réduire la liste des espèces recensées, dans un quadrat par exemple, ce qui permet d'optimiser sa taille et aussi les dates des visites de terrain (à condition de bien choisir les espèces retenues).

A.3.7.4. Positionner les échantillons

Une fois la taille et le nombre définis, il s'agit de positionner les échantillons (disposition spatiale des pièges dans l'espace par exemple).

Localisation

La localisation des échantillons a une très grande importance car elle est peut-être à l'origine d'une interprétation biaisée des résultats (voir Figure n°27).

Les quadrats, généralement représentatifs d'une mosaïque de communautés végétales, semblent être inappropriés si on s'attend à détecter des changements dans l'extension de la répartition de ces communautés.

La localisation des stations peut être dépendante de la relation observateur-méthode. Pour certaines méthodes, comme les IPA par exemple, le même observateur doit utiliser les mêmes points tous les ans. Si l'observateur change, le parcours doit être considéré comme nouveau.

INFLUENCE DE LA FORME ET DE LA SURFACE

La définition des limites de la surface d'une placette de végétation est toujours délicate et plus ou moins subjective. Les cercles, qui ont le périmètre minimal pour une surface donnée sont plus avantageux que les carrés par rapport aux «effets de bordure», eux-même plus avantageux que les rectangles. Les grands quadrats réduisent les effets de bordure.

Par contre, les rectangles de faible largeur sont plus commodes à étudier sans piétiner la surface, ce qui est important si l'on doit refaire des mesures au même endroit ultérieurement (placettes permanentes). D'un point de vue statistique, CLAPHAM (1952) et BORMANN (1953) préconisent les rectangles, car expérimentalement la variance s'y révèle plus faible.

D'après GOUNOT, 1987.



Photo n°30 : S'il s'agit de suivre une opération de gestion, comme l'étrépage dans la RN de la Tourbière de Venec, la taille du quadrat suivi est celle de la parcelle étrépee.

© Photo : D. PESQUER / SEPNE.

CONDITIONS DE POSITIONNEMENT DES QUADRATS

Lors du positionnement du quadrat, certaines conditions doivent être remplies :

- la facilité de localisation sur le terrain (on peut s'aider à l'aide de photographies aériennes),
- la discrétion (curiosité, vandalisme),
- l'absence d'attractivité ou de gêne pour certains animaux,
- l'absence d'effets nocifs sur la végétation.

Figure n°27 : La figure 27(a) montre qu'un quadrat placé dans le centre d'une population ou d'un habitat peut ne révéler aucun changement avant que la situation ne devienne critique.

L'inverse est illustrée par la figure 27(b). Là, le quadrat fixe placé dans le centre peut révéler un déclin de la densité, mais l'étendue vers l'extérieur d'une population constante n'est pas détectée. On pourrait alors conclure, à tort, que la population décline. Il se peut, par exemple, que certaines espèces nichent à côté d'une station donnée les années suivantes sans modifier ses effectifs.

Source : d'après BIBBY et al., 1992.

CONSEIL

Certains modes d'échantillonnage entraînent un appauvrissement de la population étudiée. Lors d'un suivi à long terme, d'insectes par exemple, sur des stations limitées en nombre, éviter des prélèvements répétés aux mêmes endroits.

Figure n°28 : Sur les RN du Massif du Avre Giffre et des Contamines (Rhône-Alpes), les sites choisis pour le suivi des papillons de jour l'ont été en fonction de la faisabilité des suivis envisagés (en terme d'accessibilité). Sur chaque site, des parcelles de suivi ont été délimitées en fonction de :

- la faisabilité de la méthode des transects,
- la représentativité et l'homogénéité de l'habitat,
- la valeur patrimoniale potentielle : présence potentielle d'une certaine diversité spécifique en papillons, voire d'espèces rares ou menacées.

C'est le cas pour la localisation et la délimitation des parcelles de suivi des papillons de jour dans la RN de Sixt (c'est l'effet de pente qui donne l'impression que la surface du Seslerion est plus petite).

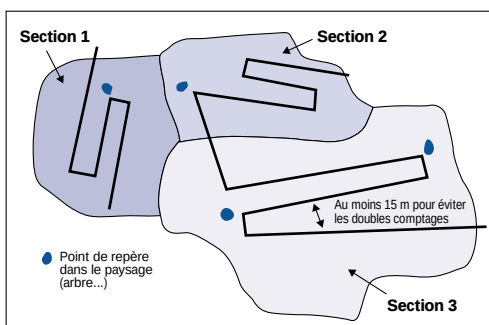
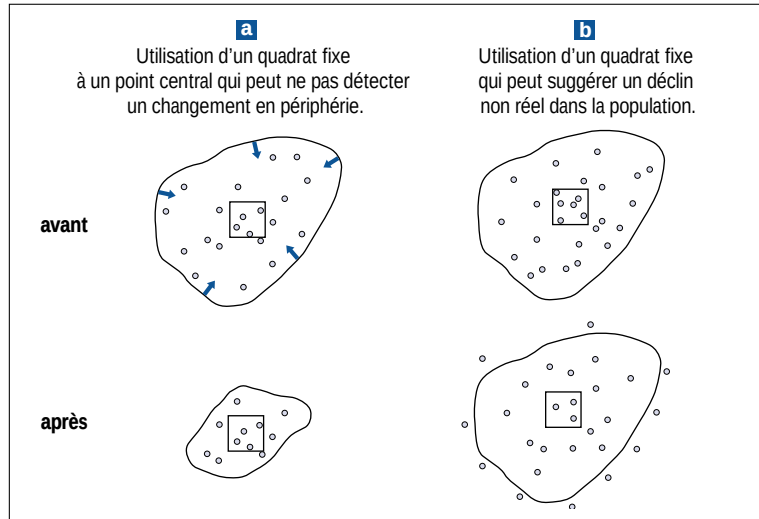


Figure n° 29 : Localisation du transect avec la méthode du Butterfly Monitoring

Source : POLLARD et YATES, 1993.



Contraintes liées au contexte

Le choix de la localisation des stations dépend aussi du milieu et des besoins liés à la méthode. Par exemple, le transect à parcourir pour le suivi des Lépidoptère Rhopalocères dans les réserves naturelles (par la méthode adaptée du Butterfly monitoring, POLLARD et al., 1993), doit traverser les principaux milieux du site étudié (voir Figure n°29). De la même façon, les IKA doivent être positionnés dans des secteurs homogènes. Le suivi de la qualité de l'eau dans la RN des Marais de Bruges (Aquitaine) est effectué par le Cemagref sur des stations choisies de manière à recouvrir l'ensemble de la réserve et en tenant compte des résultats obtenus en 1996.



A.3.7.5. Définir la période des relevés

La période est avant tout fonction de l'objet étudié et, s'il s'agit d'une espèce, de sa phénologie. Pour la grande majorité des espèces, le prélèvement des échantillons peut se faire au cours d'une grande période de l'année.

En fonction du groupe étudié

Au cours d'une année, on choisira la période de plus grande activité des animaux correspondant généralement à la période de reproduction, le début du printemps pour la plupart des espèces, juillet ou la première quinzaine d'août pour les chiroptères, à partir de février pour les amphibiens dans la RN de Roque-Haute, au sud de la France (voir Figure n°30). Cette période de forte activité des animaux se manifeste par le chant ou certains comportements. Il

Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
							inactivité				inact.
reproduction - œufs - larves - juvéniles											
					émigration				immigration		

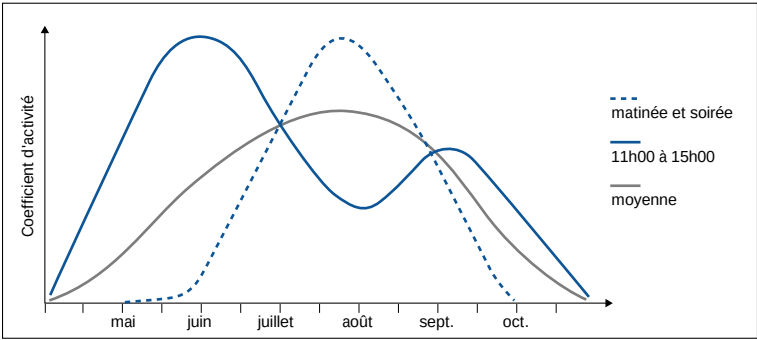


Figure n°30 : Représentation schématique du cycle de vie annuelle de la population de Triton marbré dans la réserve naturelle de Roque-Haute (Hérault).
Source : d'après le rapport annuel d'activité 2001. AGRN-RH.

s'agit par exemple de la période de présence des poules de tétras sur les places de chant. Au printemps, les reptiles s'exposent davantage au soleil car leurs besoins thermiques après l'hibernation sont importants. La probabilité de trouver des reptiles sous les pièges est d'ailleurs inversement proportionnelle à leur activité (voir Figure n°31).

En fonction de la phénologie de l'espèce sur le site étudié

La première année, la période peut être fixée à l'aide de la courbe des observations. C'est pourquoi, tout suivi ne peut être engagé sans avoir validé des inventaires au préalable. Elle est essentielle à connaître pour évaluer la période de recueil des données et les résultats. A la fin de la période de vol d'une espèce de papillon par exemple, une série de comptages est obtenue pour chaque section et transect. Durant la période de vol d'une génération, le nombre d'individus augmente en première phase (émergence et immigration) pour diminuer ensuite (mort et émigration). On obtient donc un graphique (voir Figure n°32) sur lequel on a le pic de présence, ici le 27 juin. Certaines espèces d'insectes sont bivoltines, c'est-à-dire qu'elles ont deux générations et donc deux périodes de vol, comme par exemple *Apatura ilia* (voir Figure n°53 page 72).

En fonction du lieu

Cette phénologie n'est pas identique sur tout le territoire et varie d'une région géographique à l'autre. Il faut donc la rechercher. Cela implique l'établissement d'un calendrier avec le spécialiste concerné. Dans les Pyrénées, la période de présence des poules de Grand Tétras sur les places de chant correspond aux deux dernières décades du mois de mai : à l'est elle est plus précoce qu'à l'ouest, par ailleurs, elle est également fonction de l'altitude. Dans les autres massifs, la période optimale semble être la première décade du mois de mai. L'observateur peut aussi adapter les dates définies dans les méthodes standards au climat régional, les deux dénombrements saisonniers de chaque point IPA par exemple peuvent être décalés de quelques jours, voire de quelques semaines en montagne.

GREFF, (1998), a observé que la période de vol et le pic d'abondance des papillons sont parfois plus tardif d'un marais à l'autre, liés peut-être à la gestion du site (voir Figure n°33). L'explication de ces différences de phénologie de la plante hôte pouvant être liée à une différence de chaleur au sol due à l'ouverture ou non du milieu. La période de vol des papillons semble se caler à la période d'apparition des plantes.

En fonction des objectifs

La période est aussi fonction des objectifs. Pour un même objet, les prospections peuvent avoir lieu en différentes périodes de l'année selon les objectifs visés par le gestionnaire.

Figure 31 : Activité des reptiles dans la RN de la Truchère-Ratenelle. La présence des reptiles dans les pièges correspond généralement aux périodes de moindre activité (latence, digestion, gestation) et aux conditions thermiques extrêmes qui obligent les reptiles à chercher un abri.
Source : NIEDERLENDER, 1996 / CSNB.

PHÉNOLOGIE

Etude des variations du phénomène périodique de la vie végétale et animale.

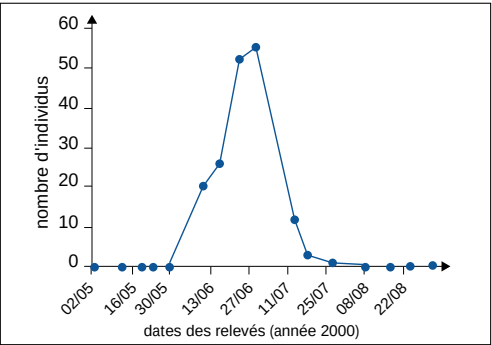


Figure n°32 : Exemple de relevé dans la RN de l'Île de la Platière : individus comptabilisés de *Melanargia galathea* en 2000.

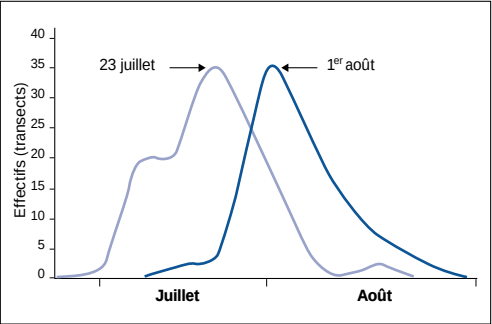
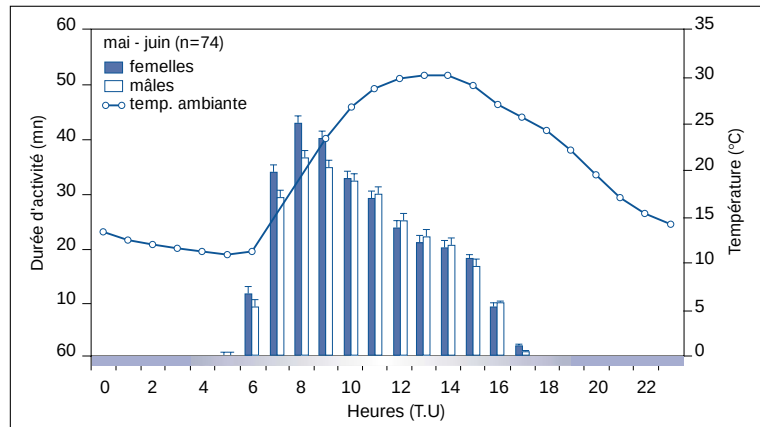


Figure n°33 : Évolution démographique des populations de *Maculinea telejus* sur les marais de Broues et des Bidonnes en 1998. Source GREFF, 1998.

L'inventaire partiel de la Chevêchette d'Europe dans la RN des Hauts-Plateaux du Vercors nécessite des prospections en automne. Les effectifs sont mesurés lors de prospections de printemps.

Figure n°34 : Rythme d'activité de la Tortue d'Hermann dans le massif des Maures.
 Au cours d'une journée, chaque espèce a un rythme d'activité qui lui est propre. C'est le cas notamment de la Tortue d'Hermann, mais aussi des oiseaux, des insectes...
 Source : LYET *et al.*, 1998, d'après HUOT-DAUBREMONT et GRENOT, 1997.



SAISONNALITÉ

Pour la plupart des insectes, les observations ont lieu durant le printemps et l'été. Pour les orthoptères, la période d'inventaire est plus tardive, l'idéal se situant vers la fin de l'été, début septembre dans beaucoup de cas (PUISSANT *et al.*, 1998).

Pour la majorité des poissons d'eau douce, le printemps est une période privilégiée. Bien souvent, les prospections ont lieu au moment du frai. Les suivis des grosses espèces marines peuvent être effectués toute l'année (cas du Mérout dans la RN du Parc international des Bouches de Bonifacio).

En fonction du moment de la journée

Le moment pour effectuer le relevé dans la période définie est fonction de l'activité territoriale des animaux, en relation avec la période du jour (voir Figure n°34), les conditions météorologiques et les habitats. On observe par exemple les reptiles le matin ou le soir de préférence, au moment où ils ont le plus besoin de chaleur. Certaines méthodes peuvent cependant s'appliquer en dehors des périodes de forte activité (comme la reproduction) : cas des IKA pour les oiseaux par exemple, ou encore du baguage.

La période la plus propice à l'étude des habitats est évidemment le printemps, lorsque les plantes sont en fleur. Pour la végétation, l'idéal est d'effectuer un relevé par an, toujours au même stade d'avancement de la végétation. Si des méthodes cartographiques à l'aide de photographies aériennes sont utilisées, la période est choisie en fonction de la possible distinction des unités de végétation vues d'en haut. Il sera plus facile de distinguer certains habitats ou certaines essences arborées selon les couleurs des feuilles à l'automne ou des bourgeons au printemps (cas des saules). Pour faciliter le repérage de l'état d'avancement de la végétation, on peut choisir une ou deux espèces indicatrices, de préférence plutôt bien visibles, dont la floraison, par exemple, indiquera le moment auquel il faut faire le relevé.

Tenir compte des espèces fragiles

La période choisie doit également tenir compte des éventuelles perturbations liées à la présence de l'homme (piétinement, dérangement).

Il convient d'effectuer les comptages en respectant la phénologie de reproduction des espèces. En règle générale, un recensement durant l'incubation, juste avant les premières éclosions, est la période idéale pour le suivi d'une population d'oiseaux d'eau coloniaux (effectifs maximaux). Mais dans tous les cas, les espèces animales sensibles doivent être dénombrées sans dérangement (cas des colonies de sternes pour la RN du Val de Loire par exemple). Dans cette réserve, la phase d'installation des reproducteurs et la couvaison sont les périodes les plus sensibles, pendant lesquelles tout dérangement doit absolument être évité. Les études porteront sur les adultes en fin d'incubation ou sur des poussins (à partir de fin mai pour les sternes). Certains individus peuvent se reproduire plus tardivement que d'autres. Il faut donc faire les visites de préférence un peu tardives quitte à rater la nidification des individus les plus précoces. C'est préférable à une visite précoce qui pourrait perturber les individus qui ne sont pas encore installés.

Penser à la fiabilité des résultats

D'après les recommandations de Wetlands International pour le recensement des oiseaux d'eau, plus la période de recensement est

Afin d'éviter tout dérangement des téttras, la méthode développée par l'Observatoire des Galliformes de montagne (OGM) se limite exclusivement au recensement des effectifs du chant printanier.



Photo n°31 : La période de couvaison est une période sensible durant laquelle il est préférable de ne pas déranger les animaux. Ici un Grèbe huppé dans son nid.
 © Photo : S. BOUTINOT.

Travail préparatoire au terrain

restreinte, plus les résultats seront fiables (risques réduits de doubles comptages) et comparables d'une année ou d'un mois à l'autre. Dans le cas d'un suivi, il est important d'effectuer les sorties toujours à la même période de l'année.

A.3.7.6. Définir la fréquence des relevés

Le choix d'une méthode conditionne la fréquence des relevés. La fréquence est déterminante dans la compréhension des phénomènes régissant l'évolution de la dynamique des populations ou des habitats. De la fréquence des observations dépend l'interprétation des données :

- fluctuations interannuelles de population (sur un même habitat),
- fluctuations saisonnières,
- fluctuations de population en relation avec l'évolution du milieu.

On distinguera alors :

- la fréquence de chaque prélèvement au cours d'une année (liée à la méthode),
- la fréquence pluriannuelle ou encore pas de temps entre deux campagnes de suivi, qui va dépendre de l'objectif poursuivi.

La fréquence des observations est aussi fonction de l'intérêt de l'espace naturel pour le groupe étudié et de la présence ou non d'espèces remarquables à surveiller. Pour atteindre de nombreux objectifs, un suivi annuel est suffisant.

Une fréquence adaptée à la vitesse d'évolution de l'objet étudié

Le pas de temps entre deux années de comptage dépend de l'objet étudié et de sa durée de vie ou vitesse d'évolution. Pour les espèces animales ce pas de temps est variable selon la biologie (notamment de la reproduction) mais aussi la durée de vie de l'espèce (ou du groupe d'espèces) considérée. Pour les oiseaux ou encore la flore, il aura lieu tous les 1 à 5 ans, voire davantage selon les objectifs visés. Pour les insectes le pas de temps est annuel avec, durant la période préconisée, une fréquence de mesure élevée correspondant généralement à la semaine. Ceci est lié au cycle de vie et à la vitesse d'évolution des individus. Pour un habitat, plus il se modifie et évolue rapidement, plus l'intervalle entre deux campagnes de suivi sera courte. Les données climatiques évoluent rapidement. Il faudra donc les relever avec une fréquence quasi journalière (voir Figure n°35). La pose d'une station météo permet de recueillir un grand nombre de données sans se déplacer.

Pour ne pas faire courir des risques aux espèces

La fréquence du recueil des données au cours d'une même campagne de relevé peut être liée au risque que la méthode fait courir aux individus.

CONSEIL

Chaque point IPA doit faire l'objet d'au moins deux dénombrements, l'un au début du printemps avant fin avril, l'autre en fin de printemps avant fin juin. La première visite permet de contacter d'abord les nicheurs précoces, la seconde les migrateurs ou nicheurs tardifs.



Photo n°32 : Tortue d'Hermann (*Testudo Hermann*).
Pour les tortues, un suivi tous les 10 ans semble suffisant (CHEYLAN, com. pers.). © Photo : V. FIERIS.

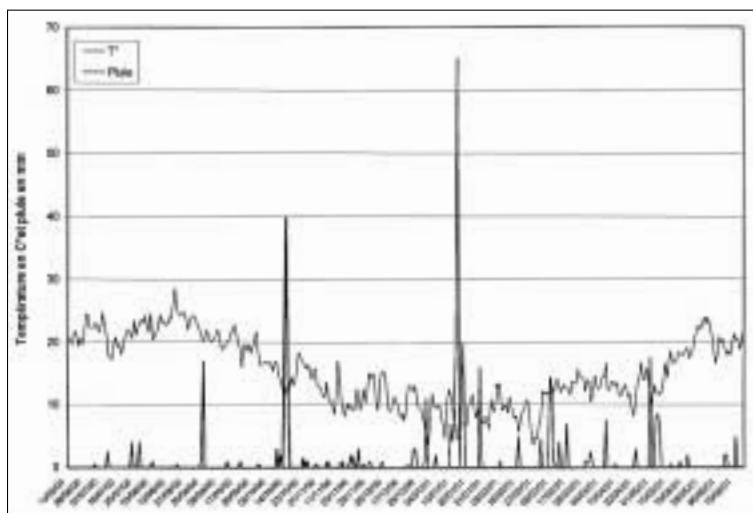


Figure n°35 : Évolution de la pluviométrie et de la température moyenne journalière du 19/06/00 au 19/06/01 dans la RN de Roque-Haute.

Source : Rapport d'activité 2001, AGRN-RH.

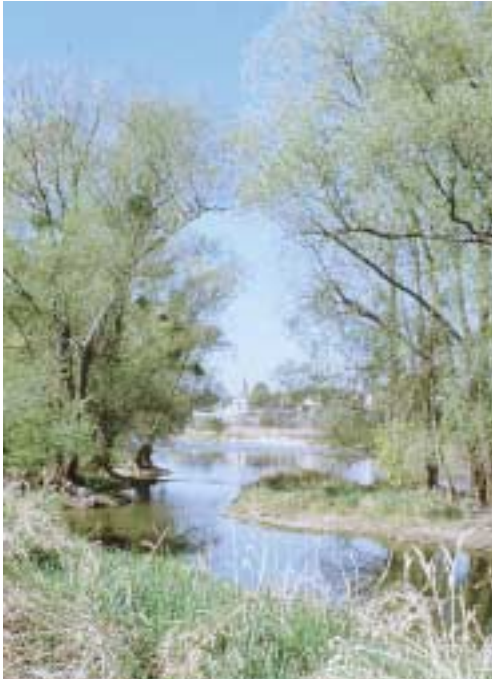


Photo n°33 : Dans le réseau des réserves naturelles, le suivi de la dynamique de la végétation des forêts alluviales est réalisé avec un pas de temps de 10 ans. RN de l'Île de St Privat-St Mesmin.

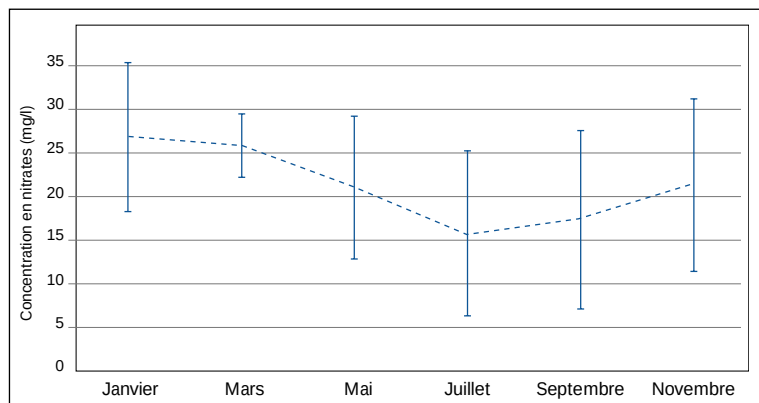
© Photo : M. CHANTEREAU.

Figure n°36 : Evolution de la concentration en Nitrates (en mg/L) de 10 rivières de la Somme (Agence de l'Eau Artois-Picardie, 1995) entre janvier et novembre 1995. Source : Extrait de FAGOT (2000).

Il faudra éviter les prélèvements trop fréquents qui destructurent les populations. L'utilisation de captures par piégeage nécessite une visite régulière des pièges pour éviter la mortalité (oiseaux dans les filets, mammifères dans les cages, amphibiens et reptiles dans les seaux ...) et la dégradation du matériel biologique pour la détermination (les invertébrés dans le liquide des pots-pièges ...). La récolte des insectes dans les pièges colorés se fait généralement deux fois par semaine. En ce qui concerne le baguage des oiseaux, le temps séparant deux visites au même filet ne devra pas excéder 1h15. Une fréquence de 45 min convient à la plupart des situations, mais ce laps de temps sera adapté en fonction des conditions climatiques, du risque de prédation, de la richesse en oiseaux... Pour l'inventaire des micromammifères, les pièges doivent être posés durant la nuit et inspectés tôt le matin, voire aussi après le coucher du soleil pour réduire le nombre de victimes (DAVIS, 1982).

Pour détecter des phénomènes épisodiques

Si le suivi est mis en place pour détecter certains événements, comme une pollution dans une rivière par exemple, une courte fréquence est alors nécessaire. La fréquence des suivis pour détecter de tels changements de concentration de polluants dans l'eau dépendra du débit du courant de la rivière mais sera nécessairement quotidienne voire d'heure en heure (USHER, 1991). En dessous d'une certaine fréquence, il sera impossible de relier à un pic de pollution la disparition de certaines espèces ou la réduction de la densité de population d'autres. Pour détecter un tel incident, le temps entre deux relevés (temps entre deux collections successives de données) ne doit pas être inférieur à la moitié du temps durant lequel les effets de l'incident peuvent être perçus (DAVIS, 1982). La figure n°36 nous montre une chute de nitrates qui a lieu durant un été. Pour détecter une telle évolution, les relevés doivent être, au minimum, mensuels.



A.3.7.7. Prévoir la durée de l'étude

Pour tout suivi mis en place, il est important de considérer les problèmes d'échelle de temps.

Intégrer les fluctuations annuelles

La durée et la fréquence des suivis scientifiques doit intégrer le fait que les populations, plus particulièrement d'insectes, sont fluctuantes d'une année sur l'autre (voir Figure n°37). Il est donc nécessaire d'opérer sur un pas de temps suffisant pour être en mesure d'obtenir des données interprétables. Une étude doit être suffisamment longue pour que plusieurs cycles des processus qui entrent en jeu (période de nidification par exemple) soient inclus. Pour les insectes, il est important de prendre en compte leur cycle d'apparition (cas des hannetons qui ne sortent massivement que tous les quatre ans par exemple). Aussi, réaliser des inventaires sur plusieurs années est important pour prétendre à l'exhaustivité. Selon DOMMANGET (com).



Figure n°37 : Courbes de fluctuation de populations de papillons dans la RN de l'Île de la Platière.

B. PONT, com. pers.

Travail préparatoire au terrain

pers.), deux à trois années consécutives sont nécessaires avant de prétendre avoir une liste quasi complète des Odonates sur un site. Ceci est valable aussi pour les autres insectes (Lépidoptères...). Il est aussi probable que les espèces végétales d'un site ne pourront toutes être détectées en une seule année d'inventaire du fait d'une phénologie très étalée dans le temps nécessitant de nombreuses visites.

Intégrer les éléments extérieurs

Outre les fluctuations annuelles de populations, des phénomènes extérieurs peuvent avoir une incidence sur les résultats. La durée doit permettre au gestionnaire d'observer des phénomènes qui peuvent être importants pour le milieu (baisse des niveaux d'eau par exemple). Une étude doit être suffisamment longue pour qu'elle ne prenne pas en compte que des phénomènes transitoires : inondations, pics de pollution ou fluctuations interannuelles de population en fonction des aléas climatiques...

Dans le cas de suivi des actions de gestion, la durée doit cependant être suffisamment courte pour ne pas intégrer les changements liés à l'évolution naturelle du milieu.



Photo n°34 : Azuré de la Sanguisorbe dans la RN du Marais de Lavours. © Photo : F. DARINOT / EID.

A.4. Evaluer la faisabilité et le coût

Toute méthode a sa propre échelle géographique et ses besoins de précision, mais chacune est concernée par la limitation des ressources humaines et financières : compétences (nécessité ou non d'intervention de partenaires scientifiques pour la détermination des espèces, l'analyse des données,...), temps (se déplacer sur le terrain pour réaliser les relevés) et matériel spécifique (pose de quadrats,...). Dans les espaces naturels, il est important de faire la part des choses entre objectifs et moyens à engager. Les méthodes utilisées devront permettre un bon échantillonnage du site tout en mettant en œuvre les moyens disponibles. Il est donc nécessaire d'évaluer si les moyens dont dispose le gestionnaire sont suffisants, et si ce n'est pas le cas, d'évaluer les moyens nécessaires en complément. L'évaluation de la faisabilité permet de cerner les facteurs influençant le programme d'échantillonnage. On évalue alors :

- s'il est possible d'entreprendre le programme sur une base régulière et continue,
- quels sont les facteurs qui influencent le programme d'échantillonnage,
- si les coûts sont compatibles avec le budget.

Si nécessaire il est important de réévaluer l'hypothèse et/ou les méthodes et variables.

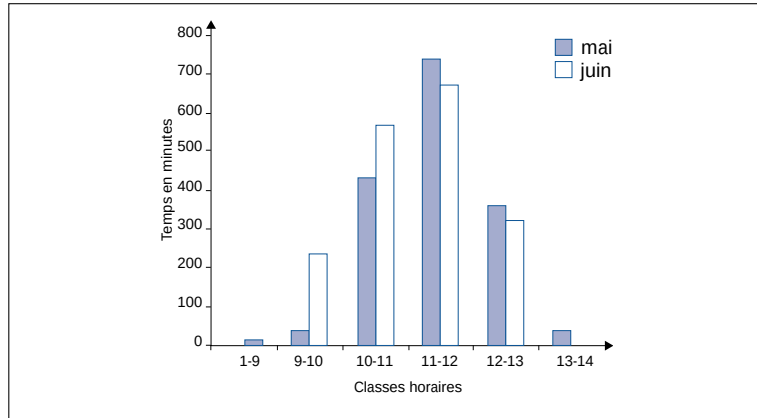
A.4.1. Faisabilité liée à la méthode

Prendre en compte le temps à passer

Il est important avant d'entamer toute étude de s'interroger sur le temps que va prendre le prélèvement des échantillons. Le gestionnaire peut l'estimer à partir du nombre et de la taille des échantillons et des paramètres qu'il faut relever pour la méthode choisie. Certaines méthodes prennent plus de temps que d'autre. Pour la flore par exemple, les méthodes par points où le nombre de contacts de chaque espèce est noté (points quadrat selon la méthode de Daget et Poissonnet par exemple), prennent généralement plus de temps que les méthodes par surface (quadrat selon la méthode Braun-Blanquet par exemple). La répartition horaire de la présence nécessaire sur le terrain peut être planifiée. Un calendrier horaire a par exemple été respecté lors des prospections pour la recherche de la Tortue d'Hermann dans le massif des Maures (Figure n°38).

Bien que contraignant, un relevé hebdomadaire est idéal dans le cadre du suivi des Lépidoptères Rhopalocères dans les réserves naturelles. Au total, et dans le cas d'une période s'étalant du 1^{er} avril au 30 septembre, ce sont donc 26 campagnes de prospections qui seront effectuées par an, ce qui représente une présence non négligeable sur le terrain, soit 78 h pour une moyenne de 3 h par sortie !

Figure n°38 : Répartition horaire de l'effort de prospection (en min.) sur deux sites tests (LYET et al., 1998).



D'autre part, il faut prendre en compte le temps nécessaire pour passer d'un échantillon à un autre. Lorsque les échantillons sont répartis sur toute la parcelle, ce temps est plus important que lorsque les échantillons sont alignés ou réduits à un carré.

CONSEIL

L'inventaire complet d'un groupe taxonomique peut se révéler lourd et fastidieux, car il nécessite un investissement important pour chaque famille et la présence sur le terrain de plusieurs spécialistes. C'est pourquoi, le plus souvent, les inventaires sont incomplets ou se réalisent sur plusieurs années.

Exemple pour les mammifères :

- inventaire des grands mammifères la première année (plus faciles à observer),
- inventaire des chiroptères en cas d'opportunité de réalisation avec un spécialiste,
- inventaire des micromammifères en dernier ressort (nécessite un investissement important en temps : piégeage).

Considérer les contraintes horaires

Il faut avoir conscience que le moment de la journée le plus propice pour le recueil des données sur le terrain peut être une contrainte. Le gestionnaire doit considérer cela pour la pérennité du suivi. Par exemple,

- pour les chiroptères il s'agit de les observer 45 min après le coucher du soleil et ce pendant 3 heures,
- les IPA doivent être réalisés dans les 3 à 4 heures qui suivent le lever du jour car il s'agit de la période où les oiseaux se manifestent le plus,
- certaines espèces nécessitent des comptages nocturnes.

Tenir compte des observateurs

Pour la mise en œuvre de la plupart des méthodes, il convient que les relevés soient réalisés par la même personne, de manière à limiter les erreurs dues à la subjectivité des observateurs et permettre les comparaisons sur le moyen et le long terme (voir aussi page 67).

L'influence des observateurs agit sur la précision des observations. Plus une méthode est précise, plus les observations sont minutieuses, et plus elles nécessitent de l'attention et de la rigueur de la part de l'observateur.

A.4.2. Faisabilité liée aux ressources

A.4.2.1. Ressources humaines

Pour mener à bien des inventaires ou des actions régulières de surveillance ou de suivi, l'organisme gestionnaire s'appuie sur son propre personnel (s'il en a les compétences) et/ou fait appel au concours d'organismes ou de personnes extérieures (scientifiques, universités, bureaux d'études...). Les méthodes peuvent nécessiter des moyens humains variables. Le gestionnaire doit se poser un certain nombre de questions :

- Dispose-t-on de personnel formé pour prélever et traiter les échantillons ? Sinon, il faut prévoir une formation ou embaucher du personnel déjà formé.
- Maîtrise-t-on les méthodes d'analyse et d'interprétation des données ? Sinon, peut-on obtenir l'avis d'experts ? ou suivre une formation ?... si c'est impossible, il faudra changer la méthode et les indicateurs.

Une démarche d'équipe

Il est important de faire participer tous les acteurs (personnel de la réserve, scientifiques, intervenants extérieurs) pour bénéficier de compétences et de connaissances les plus larges possibles et les impliquer dans les phases techniques, bien avant les discussions sur les mesures à prendre.

LES CONTRAINTES HUMAINES DU SUIVI SONT :

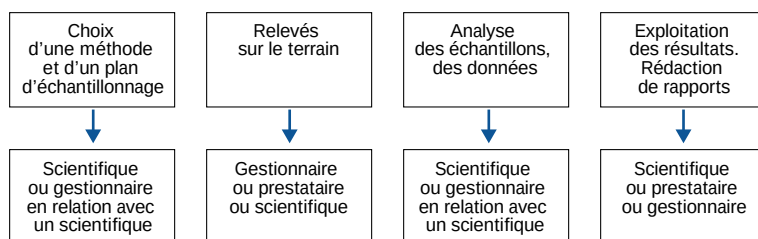
- la disponibilité souvent réduite des gestionnaires (manque de temps),
- l'absence de structure capable de mener des études spécialisées ou les budgets non disponibles,
- le manque de qualification des gestionnaires dans certains domaines,
- le manque de personnes ressources sur le terrain pour mener des opérations de suivi régulier (botaniques, ornithologiques, etc.),
- la difficulté d'impliquer et de responsabiliser des partenaires.

D'après PERENNOU et al., 1999.

Travail préparatoire au terrain

La connaissance du site est de la responsabilité du gestionnaire. Mais selon l'objet, la complexité et la méthode préconisée, le gestionnaire n'aura pas toutes les compétences pour mener l'étude dans sa globalité (voir page 53). Le gestionnaire pourra alors déléguer une partie ou la totalité de l'étude. Il devra alors s'adjoindre les services de spécialistes, soit pour réaliser l'ensemble de l'étude ou tout simplement pour l'aider à définir le plan d'échantillonnage et la méthode de recueil des données sur le terrain, ou encore pour analyser et interpréter les données. Dans l'idéal, la mise au point d'un programme de suivi devrait être un processus faisant appel à la collaboration entre les gestionnaires (qui prennent des décisions, donc définissent des besoins) et les scientifiques (qui fournissent des conseils d'experts et interprètent les données, donc recommandent les techniques les plus appropriées) (FINLAYSON, 1996). Par exemple, le suivi des densités de coques à la RN de la Baie de Somme est effectué par le Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux.

Figure n°39 : Partage des tâches entre gestionnaires et scientifiques



Une démarche individuelle

Il est préférable que le suivi des différentes phases du programme soit assuré par le concepteur de toute la méthodologie, c'est-à-dire le gestionnaire seul ou avec l'aide de spécialistes. Dans certains cas, quand le protocole d'inventaire est univoque et que les espèces sont facilement identifiables (détermination aisée), le gestionnaire pourra effectuer lui-même l'ensemble des opérations qui visent à échantillonner, recueillir et analyser les données (Figure n°39). Cependant il ne faut pas négliger les contacts avec des scientifiques locaux ni les sources bibliographiques avant de se lancer dans un inventaire, ou pour le valider.

Des compétences requises en matière de détermination

Pour être valides, les inventaires doivent être effectués par une personne qui a une bonne connaissance du groupe concerné, bénéficiant de compétences particulières en matière de détermination des espèces à vue ou au chant, et sans ambiguïté. L'étude des chiroptères ne nécessite pas, par exemple, de savoir reconnaître les animaux à vue, mais d'être familiarisé avec les sons émis par les différentes espèces susceptibles d'être présentes, ce qui n'est pas évident. Les problèmes liés à la détermination et au nombre important des espèces de certains groupes (les plantes, notamment au stade végétatif et/ou particulièrement certains groupes (mousses, lichens...), les invertébrés, nombreux et difficiles à identifier à l'œil nu et sans mise à mort...) rendent l'inventaire particulièrement difficile. Il sera parfois difficile de déterminer au delà du genre car le travail de détermination est trop fastidieux (voir aussi page 55).

Cette compétence peut se trouver au sein de l'organisme gestionnaire ou être recherchée à l'extérieur. Le plus difficile sera de trouver les spécialistes reconnus. On constate en France une insuffisance des structures et des professionnels. Il y a essentiellement des amateurs dont la disposition géographique est déséquilibrée. Du fait de la complexité taxonomique et des difficultés méthodologiques que présentent les insectes, les entomologistes

CONSEIL

Il est important de noter qu'une personne qui étudie la dynamique de population doit connaître le taxon et/ou l'habitat qu'il étudie et doit avoir connaissance des composantes de l'environnement qui l'influencent. La première phase d'une étude devrait débuter par la familiarisation avec le sujet d'étude.

Exemples pour les insectes :

La participation des spécialistes est très importante car ils sont souvent les seuls à posséder les ouvrages et les collections de référence permettant une détermination précise des espèces. Leur expérience est irremplaçable.

La Société Entomologique de France (SEF) édite un annuaire de ses membres (800 personnes inscrites. Certains annuaires sont réalisés à l'échelle régionale (OPIE Languedoc-Roussillon).

Vous pouvez contacter l'OPIE pour connaître les personnes les plus compétentes près de chez vous (réseau d'entomologistes). L'OPIE a également des délégations souvent très dynamiques dans une dizaine de régions.



Photo n°35 : Les scientifiques face à une mousse dans la RN de Grand Pierre et Vitain.

CONSEIL

La réalisation d'un inventaire et d'une carte des habitats peut être de la compétence du gestionnaire familiarisé avec les méthodes de relevés phytosociologiques. La carte des grandes unités écologiques est facilement réalisable par tout gestionnaire.

COMPÉTENCE EN MATIÈRE D'ENTOMOLOGIE

L'élargissement aux invertébrés, et plus particulièrement aux insectes, des études faunistiques, écologiques et environnementales, jusque là surtout consacrées aux plantes supérieures et aux vertébrés, engendre des difficultés qui sont plus ou moins bien maîtrisées par les demandeurs. Bien souvent, les gestionnaires ont peu d'expérience des invertébrés ou, s'ils sont entomologistes, ne sont pas forcément spécialistes du groupe en question. Par ailleurs il n'est pas toujours facile de choisir ou de trouver un interlocuteur scientifique compétent pour réaliser des études ou de simples déterminations sur tel ou tel groupe d'insectes.

D'après DOMMANGET, 1997.



Photo n°36 : Araignée Dolomède. RN de la Tourbière des Dagues. La détermination des araignées est particulièrement difficile et doit faire appel à des spécialistes. La plupart ne peuvent être déterminées au niveau spécifique que par l'examen des structures génitales des adultes. © Photo : CREN Limousin.



Photo n°37 : Le personnel de la réserve naturelle relève des échantillons dans les pièges (ici le piège Malaise dans la RN de la Vallée d'Eyne) afin de les envoyer à un spécialiste pour la détermination.

© Photo : V. FIERES.

ne sont compétents le plus souvent que sur un ordre, voire une famille. En France, il existe peu de spécialistes de chacun des différents groupes d'invertébrés. Par exemple, il existe peu de personnes compétentes pour les Diptères. Le gestionnaire pourra se renseigner auprès du Muséum national d'histoire naturelle, de l'ATEN, ou de RNF pour obtenir des contacts.

Il est déconseillé de faire réaliser les inventaires par des stagiaires qui n'ont aucune expérience dans le domaine concerné.

Un manque de temps ou de compétence de la part des gestionnaires

Il ne faut pas chercher à vouloir faire tout soi-même. Si la compétence n'existe pas au sein de l'organisme gestionnaire, il ne faudra pas forcément chercher à l'acquérir car l'auto-formation est longue (la mobiliser éventuellement par exemple dans le réseau des réserves naturelles). De plus, le manque d'expérience peut entraîner des confusions en matière de détermination des espèces. Elles sont fréquentes avec les amphibiens et les reptiles malgré le faible nombre d'espèces. Par conséquent il est prudent de s'adjoindre la collaboration et les conseils de naturalistes et scientifiques reconnus.

La surveillance continue de facteurs de l'environnement notamment climatiques implique une charge de travail importante pour le recueil des données, qui est souvent hors de portée des gestionnaires (ou réalisé par d'autres). Le gestionnaire devra en priorité rechercher ces informations auprès des partenaires (météorologie nationale, universités, etc.).

Le gestionnaire a rarement les compétences requises pour des analyses physico-chimiques. Dans ce cas, il devra faire appel à un laboratoire de recherche pour le choix de la méthode de prélèvement ainsi que du protocole d'échantillonnage, et surtout l'analyse des données. Cependant, le coût de l'opération est fortement réduit si le gestionnaire réalise lui-même les prélèvements pour les fournir ensuite au laboratoire qui traitera les échantillons et les données.

Les équipes de gestionnaires sont souvent réduites et leur charge de travail englobe toutes les parties du plan de gestion, donc aussi le suivi administratif. Une autre limite est donc la disponibilité du gestionnaire.

Les conditions de sécurité du personnel sont également importantes à respecter.

A.4.2.2. Ressources matérielles

Selon le groupe étudié et le type d'étude réalisée, le matériel est plus ou moins élaboré. Le gestionnaire doit se poser des questions sur la disponibilité et la fiabilité des matériels : a-t-on un matériel spécialisé fiable pour le prélèvement et l'analyse des échantillons ? Sinon, peut-on l'obtenir à l'université, dans un centre de recherche, un laboratoire ? Faute de quoi, il faudra changer la méthode et les indicateurs.

Le matériel adéquat

Les techniques de capture et de piégeage nécessitent l'utilisation d'un matériel bien spécifique plus ou moins spécialisé selon l'objet étudié :

- de simples jumelles ou des filets pour les oiseaux,
- différents types de pièges pour les micromammifères,
- un détecteur d'ultrasons pour les chiroptères,
- des pièges au sol ou un filet lesté pour les amphibiens,
- des pièges d'attraction pour les reptiles,
- des pots Barber, assiettes jaunes, filet à papillons, filet troubleau, piège Malaise (Photo n°37) ou encore parapluie japonais pour les invertébrés,
- station météorologique (Photo n°38) pour les températures, la pluviométrie, etc.

Travail préparatoire au terrain

Tableau n°12 : Stations de capture au filet dans la RN de Nohèdes (MEDARD, 1993)			
N°	Lieu-dit	Filets	Longueur totale =nbre nuits x longueur
1	Esquerdes	2x6m et 2x9m (vieux verger) 12m (pont sur rivière)	42 mètres
2	Conat-village	2 nuits : 9m et 9m (en travers de la rivière)	36 mètres
3	Bemouze (Nohèdes-village)	12m (chemin) 9m (en travers de la pente)	21 mètres
4	Jujols, 1km sous le village	2x9m et 6m (mares artificielles)	24 mètres

Le bricolage interne

Dans certains cas, le matériel peut être fabriqué de manière artisanale et donc revient à un moindre coût (cas de certains pots-pièges entomologiques réalisés à l'aide de gobelets en plastique ; ou des cages pour le piégeage des micromammifères). Le gestionnaire de la RN du Platier d'Oye a fabriqué des pièges à micromammifères de manière artisanale. Il s'agit d'une cage grillagée reposant sur un socle ou encore d'une succession de boîtes de conserves. Les pièges d'attraction pour les reptiles sont par exemple constitués de matériaux artificiels déposés sur le sol et destinés à faciliter les observations : des plaques de plastique blanc, de fibrociment ou des bâches noires que le gestionnaire pourra facilement se procurer.

Les fournisseurs et associés

Pour certaines mesures, notamment de paramètres physico-chimiques, les matériels doivent être achetés chez les fournisseurs spécialisés (voir aussi page 61). Ils sont souvent coûteux.

Le matériel est parfois difficile à utiliser par les gestionnaires (cas de certains appareils de mesures des relevés physico-chimiques par exemple). Il peut être avantageux de faire appel à un expert indépendant ou de s'associer avec un laboratoire ou tout autre partenaire. Pour la pêche électrique, le matériel comprend entre autres un groupe électrogène. L'association avec une société de pêche ou le Conseil Supérieur de la Pêche est alors indispensable. Le gestionnaire pourra se référer au document édité par RNF (FIERS et coll., à paraître) pour approfondir la question.

A.4.2.3. Ressources financières

Moyens humains et matériels nécessitent de raisonner en terme de coût car celui-ci varie énormément d'une méthode à l'autre et conditionne indirectement les résultats que l'on peut obtenir. Il faudra évaluer la compatibilité des coûts d'acquisition et d'analyse des données avec le budget disponible : a-t-on le support matériel et financier suffisant ? Sinon simplifier le programme ou l'abandonner mais ne pas en réduire la rigueur. La recherche de l'exhaustivité coûte très cher et ne semble pas devoir être généralisée à tous les recensements (uniquement pour un premier inventaire).

Il est certain que des méthodes, comme le baguage, sont précises mais coûteuses et longues : elles demandent des moyens humains importants (TAYLOR et al., 1985). Elles peuvent être mises en place par le personnel responsable de la gestion, mais en lien étroit avec des professionnels. Dans un espace protégé, elles ne se justifient que lorsqu'on a besoin d'identifier des individus ou de répondre à des objectifs particuliers.

Les moyens financiers nécessaires aux études ont normalement été prévus au budget dans le cadre de la rédaction du plan de gestion et planifiés pour les cinq ans du plan de travail (RNF, 1998).



Photo n°38 : Station météorologique de la RN de la Forêt de la Massane. © Photo : V. FIERS.

Dans la Réserve Naturelle de Nohèdes par exemple, le matériel utilisé pour l'inventaire des chiroptères est le suivant :

- un phare halogène pour les observations nocturnes directes,
- des détecteurs d'ultrasons pour déterminer les espèces, sinon le genre,
- des filets japonais pour les captures (voir Tableau n°12).

Dans la grande majorité des cas, l'entomologie nécessite une toute autre approche méthodologique que celle utilisée pour les vertébrés et demande un minimum de moyens : matériel optique (loupe binoculaire, microscope), instruments et dispositifs de prélèvement sur le terrain, outils de dissection, ouvrages et documentation spécialisés, conservation des spécimens à sec ou en alcool etc., dont le coût est en général élevé. Les moyens et les conditions (coût, durée, fréquence des échantillonnages, disponibilité importante, etc.) apportées à la réalisation de ces études sont rarement en rapport avec le but recherché.

D'après DOMMANGET, 1997 et 2000.



Photo n°39 : Le piège entomologique composite, développé par un universitaire, peut être fabriqué par le gestionnaire. Il a été utilisé dans la RN du Ravin de Valbois pour l'inventaire des invertébrés. © Photo : V. FIERS.



Photo n°40 : Pêche électrique dans la RN de l'île du Girard. © Photo : L. TERRAZ.



Photo n°41 : Formation ATEN sur le terrain. Détermination des Odonates. © Photo : J. ROLAND.

CONSEIL

Compte tenu du désintérêt actuel pour l'entomologie en France notamment sur le plan de la systématique et de la biologie, on assiste à une pénurie d'ouvrages de détermination, voire une inexistence pour certains ordres (Trichoptères par exemple). Ceux qui existent sont souvent anciens et sont alors plus ou moins conformes à la nomenclature actuelle. Le spécialiste a fréquemment recours à des ouvrages étrangers dont les limites géographiques ne couvrent pas forcément l'ensemble de notre pays ; il faut en outre une bonne connaissance des langues étrangères pour utiliser ces ouvrages (DOMMANGET *et al.*, 2000).

A.4.3. Faisabilité liée aux espèces

A.4.3.1. Détermination des espèces

La principale difficulté de la réalisation de l'inventaire réside dans la nécessité de reconnaître les taxons végétaux et animaux, et de les identifier par leur nom. Un élément très important est donc la détermination.

Utiliser des ouvrages de référence

Les guides de détermination grand public sont toujours incomplets et souvent inutilisables dans le cadre d'un inventaire (DUPONT, 1997). S'ils sont une aide précieuse pour valider la détermination de certaines espèces, les ouvrages naturalistes type Delachaux et Niestlé ne sont pas des ouvrages de détermination. Le gestionnaire devra se procurer les ouvrages dits «de référence», recommandés par les spécialistes.

L'utilisation de clés de détermination ne résoud pas tout. Il existe de nombreux problèmes de synonymie. Ils peuvent parfois être réglés par l'utilisation de listes d'espèces où figure la synonymie : Index synonymique de la flore de France, par exemple (KERGUELEN, 1994). De tels documents sont peu nombreux.

C'est la détermination des invertébrés qui pose le plus de problème. Si l'utilisation de clés dichotomiques est indispensable pour les non spécialistes, elles ne sont pas toujours faciles à manipuler. Les ouvrages de détermination des invertébrés aquatiques sont assez nombreux mais la plupart sont incomplets et peuvent ainsi conduire à des erreurs d'identification. Les clés de détermination des invertébrés sont le plus souvent séparées entre les espèces continentales et les espèces marines. Aussi la détermination des espèces trouvées dans les milieux saumâtres est parfois délicate. Il faut bien connaître la morphologie des insectes avant de se lancer dans leur détermination.

La détermination des habitats pose aussi un problème. Les relevés phytosociologiques permettent de déterminer les associations végétales mais ces méthodes sont assez peu accessibles à la plupart des gestionnaires et nécessitent une formation particulière. De plus il existe peu de documents de type «clé de détermination». Les cahiers d'habitats constituent cependant une aide précieuse et le gestionnaire ne doit pas hésiter à participer à des stages (type ATEN).

A.4.3.2. Nécessité de capture

Le gestionnaire n'est pas libre de faire ce qu'il veut sur un espace naturel protégé (ou sur les terrains à proximité) quand il met en œuvre une méthode de suivi nécessitant la capture et le marquage des animaux, surtout lorsqu'il s'agit d'espèces protégées. Une contrainte est liée aux règles de déontologie et à la réglementation en vigueur (espèces protégées...).

Précautions

Certaines espèces sont identifiables à vue, d'autres pas. Dans certains cas, principalement pour les invertébrés, l'identification à vue ou même avec capture et relâche n'est pas possible. La majorité des insectes et autres invertébrés (araignées, etc.) ne peut être déterminée que très sommairement sur le terrain et doit être minutieusement étudiée en laboratoire à la loupe binoculaire. La mort de l'individu est alors malheureusement indispensable.

Si les contraintes d'ordre déontologiques, ne permettent pas d'envisager la capture et la mise à mort des individus (pour la détermination des invertébrés notamment), il faudra se limiter à étudier les espèces ou groupes d'espèces qui sont identifiables à vue, ce qui peut rapidement mettre en cause la pertinence de l'étude menant à un réel problème quant à la mise en place d'une politique de conservation pertinente. D'après DUPONT (*com. pers.*), si on ne peut pas prélever, cela peut éventuellement poser des

Travail préparatoire au terrain

problèmes d'extinction de l'espèce si on n'a pas pu recueillir les données nécessaires à la connaissance pour mener à bien des mesures de conservation.

Autorisations

Les techniques de piégeage, qu'il y ait ou non mort de l'individu, nécessitent une autorisation ministérielle. Par exemple, le baguage des oiseaux ou le marquage des mammifères protégés dans les réserves naturelles relèvent de deux régimes d'autorisations distincts :

- le premier applicable sur l'ensemble du territoire national, relève d'une dérogation à la réglementation des espèces protégées. Les dérogations à ces textes sont prévues à l'article L 411-2 Code de l'environnement notamment pour les captures d'animaux et les prélèvements d'espèces à des fins scientifiques.
- le second s'applique uniquement dans les réserves naturelles. Il permet au Préfet de contrôler des activités de capture à des fins scientifiques à l'intérieur des RN, après avis du Comité Consultatif de la RN.

Les autorisations de capture ou de prélèvement d'espèces protégées à des fins scientifiques au titre de l'article L 411-1 Code de l'environnement (régime d'interdiction) relèvent maintenant de la compétence du Préfet (sauf pour les espèces dont la liste est fixée par l'arrêté interministériel du 9/7/99) et sont délivrées après avis du Conseil National de Protection de la Nature. Toutefois, l'avis du CNPN n'est pas exigé pour les autorisations de détention, d'utilisation ou de transport à d'autres fins qu'une réintroduction dans la nature d'animaux vivants d'espèces protégées, [...] par des personnes bénéficiant d'une autorisation préfectorale (les conditions de délivrance de ces autorisations sont définies par arrêté interministériel. Lorsque les autorisations concernent des espèces marines, elles relèvent d'une décision conjointe du ministre chargé de l'environnement et du ministre chargé de l'agriculture ou du ministre chargé des pêches maritimes. C'est la même chose pour les poissons d'eau douce des rivières de première et deuxième catégorie, grenouilles vertes et rousses, écrevisses (voir code rural modifié en 1998 sur l'exercice de la pêche).

Code de déontologie et entomologie

Une certaine éthique doit guider tout entomologiste aussi bien sur le plan de l'identification des espèces qui doit être réalisée avec une rigueur scientifique irréprochable, que sur celui du respect des habitats et des populations présentes (faune et flore). D'ailleurs, la plupart d'entre eux adhèrent à des associations nationales ou régionales respectueuses de la protection des espèces et des milieux et suivent des codes déontologiques stricts et précis.

D'après DOMMANGET et MASSELOT, 2000. Documents de formation professionnelle continue «Insectes aquatiques de l'OPIE»

CONSEIL

Dans la mesure du possible, le nombre de spécimens capturés doit être réduit au minimum de façon à limiter l'impact sur la faune.

CONSEIL

Pour les orthoptères, en principe, on ne tue pas les espèces. C'est un groupe dont on a une bonne connaissance écologique, tout comme les Lépidoptères.

☞ Voir aussi G.63 du guide administratif du gestionnaire de réserve naturelle (CHIFFAUT, 1992).

G.631 Les oiseaux

G.6311 Le diplôme de bagueur

G.6312 Les programmes (CRBPO)

G.632 Les mammifères

☞ Voir Arrêté interministériel du 9 juillet 1999 modifiant l'arrêté du 11 septembre 79 relatif aux autorisations exceptionnelles de capture et de prélèvement à des fins scientifiques d'espèces protégées (J.O. 28 août 1999).

☞ Voir Arrêté interministériel du 22 décembre 1999 fixant les conditions de demande et d'instruction des autorisations exceptionnelles d'opérations portant sur des spécimens d'espèces protégées (J.O. 31 décembre 1999).

☞ Voir aussi G.61 du guide administratif du gestionnaire de réserve naturelle (CHIFFAUT, 1992).

G.61 Rappels réglementaires de base

G.611 Dérogations à la loi

G.612 Réglementation

G.613 Conditions d'autorisation

A.4.4. Faisabilité liée aux sites

A.4.4.1. Accessibilité du site

Il se peut que certaines méthodes ne soient pas applicables sur certains sites à cause des difficultés d'accès liées à la nature du terrain : accès physique difficile aux sites d'échantillonnage. C'est le cas notamment des milieux tourbeux (Photo n°42).

A.4.4.2. Statut foncier et réglementaire

Les gestionnaires d'espaces naturels n'en sont généralement pas les propriétaires et peuvent avoir des difficultés d'autorisation pour mener des inventaires ou des études particulières. En règle générale cela concerne peu les réserves naturelles. On pourra citer un cas extrême de la RN de Roque-

Travail préparatoire au terrain

Haute (Hérault) pour laquelle 92 % de la surface appartient à deux propriétaires. Jusqu'en 1999, l'association de gestion créée en 1985 a pu intervenir sur ces terrains, puis la situation s'est dégradée. Un premier propriétaire a interdit l'accès de ses terrains au gestionnaire, aux scientifiques et au public, le deuxième a fait de même en 2001. Puis en 2002, seules les missions de police de la nature assurées par les gardes de la réserve y sont autorisées.

A.4.5. Adapter la méthode aux moyens

Pour un même objectif, un même objet d'étude, un même paramètre à mesurer, le gestionnaire peut éventuellement avoir le choix entre plusieurs méthodes. La méthode choisie devra être adaptée à la configuration du milieu, aux moyens humains (adaptation de la fréquence des relevés en fonction du temps dont dispose le gestionnaire), aux moyens financiers et matériels.

Il faut bien avoir en tête qu'on ne peut pas toujours réaliser une étude ou atteindre l'objectif sans y mettre les moyens nécessaires.



Photo n°42 : Dans la RN de l'Etang Noir les difficultés d'accessibilité aux berges rendent difficile le suivi des odonates.

© Photo : S.E.P.A.N. Landes.

La mise en œuvre

Collecte des données sur le terrain

Le test de la méthode, qu'il s'agisse d'une analyse chimique ou d'une identification biologique, s'applique dans le cas de la mise en place de programmes de surveillance et de suivi. C'est l'amorce du suivi en grandeur réelle, une sorte d'étude pilote. Ce test vise surtout à vérifier les conditions de réalisation, donc la faisabilité en lien avec les moyens tels qu'ils ont été définis et à identifier les difficultés que rencontrera le gestionnaire.

B.1. Tester la méthode

LE TEST DE LA MÉTHODE

Il a pour rôle :

- la vérification de sa mise en œuvre,
- la collecte d'informations requises au préalable,
- l'entraînement de l'observateur.

Cette phase permet de :

- affiner la méthode et tester le matériel,
- évaluer les besoins de formation du personnel,
- confirmer les moyens d'analyse et d'interprétation des données,
- établir des protocoles standards et les transmettre à tout le personnel concerné.

Source : PERENOU *et al.*, 1999.

Lancer une étude pilote ...

Souvent définie à partir de références bibliographiques et de méthodes standardisées, il se peut que la méthode d'échantillonnage et de recueil des données soit difficile à appliquer dans la pratique, car trop lourde à mettre en œuvre (manque de temps pour prélever les échantillons ou pour déterminer les espèces récoltées...). Avant de lancer un programme à grande échelle et éviter de perdre du temps et de l'argent, il est donc essentiel d'effectuer une étude pilote durant une première année de surveillance ou de suivi (ou 2 à 3 ans pour affiner la méthode) pour confirmer le protocole (nombre de sites, de répliquats, fréquence...).

Ces tests sont essentiels lorsque la méthode est nouvelle et que l'on a aucun recul en termes de résultats. Il y a globalement assez peu de recul sur des suivis à long terme dans les espaces naturels, si ce n'est sur des espèces suivies depuis longtemps comme les oiseaux. La plupart des études menées durant plusieurs années dans certains espaces naturels sont en fait de véritables tests grandeur nature, et il arrive parfois que des gestionnaires changent de méthode après 10 années de pratique !

Le gestionnaire pourra réaliser, sur un petit nombre d'éléments (d'unités d'échantillonnage), une étude préliminaire assujettie aux mêmes contraintes et au même plan de collecte de données que l'étude principale. A la suite de ce test, les modalités de collecte des données sur le terrain pourront être réorientées, les protocoles pourront être affinés (FINLAYSON, 1989). Si nécessaire, il faudra réévaluer l'hypothèse et/ou les méthodes et variables.

...éventuellement sur plusieurs sites

Les études menées sur d'autres espaces naturels avec les mêmes protocoles que ceux choisis par le gestionnaire peuvent être des références. L'idéal est de tester la méthode sur plusieurs sites, comme ce peut être le cas de méthodes développées au sein de la commission scientifique de RNF et testées dans plusieurs réserves. Le protocole de suivi des milieux ouverts à l'aide des papillons de jour (Rhopalocères) a été testé dans une dizaine de réserves naturelles.

et en pensant aux tests statistiques futurs

Le gestionnaire doit également tester les méthodes d'analyse des données. Il se peut que le type ou le nombre de données recueillies lors du test ne permettent pas d'effectuer des analyses statistiques correctes.

B.2. Mettre en œuvre la méthode

Une fois la méthode retenue, le gestionnaire lance l'étude dès qu'il a mis en place les moyens (tant humains que financiers) nécessaires, qu'il dispose du matériel, et que la période et les conditions météorologiques sont propices aux relevés.

B.2.1. Définir le cahier des charges

Définir un cahier des charges est important si le gestionnaire ne réalise pas lui-même l'étude.

B.2.1.1. Pourquoi un cahier des charges ?

Si le gestionnaire n'a pas toutes les compétences requises ou s'il n'en a pas le temps, il devra déléguer la mise en œuvre de l'étude. Mais il devra garder la maîtrise d'ouvrage et la responsabilité de :

- l'énoncé de la problématique de départ et de l'objectif,
- la coordination des diverses activités,
- la validation de chaque étape réalisée par un prestataire extérieur,
- la décision finale sur les choix des méthodes et des moyens.

En cas de délégation, le gestionnaire devra rester vigilant et éviter :

- la perte de décision,
- la dérive vers ce que le prestataire sait et/ou aime faire,
- la dérive vers ce qui demande le moindre effort.

L'instrument indispensable est alors le cahier des charges qui se traduit généralement par la signature d'une convention ou d'un contrat (commande contractuelle moyennant une indemnisation ou une rémunération) rédigé par le maître d'ouvrage (l'organisme gestionnaire) et adressé au prestataire (voir Figure n°40). Ce dernier peut être une personne physique, une association ou un laboratoire (DUPONT, 1997).

B.2.1.2. Contenu du cahier des charges

Le cahier des charges est un document simple et non équivoque. Le gestionnaire devra y rédiger des articles concernant des thèmes importants suivants :

- le contexte dans lequel s'inscrit le programme de suivi et la problématique étudiée,
- des clauses techniques précisant le résultat attendu pour répondre à la problématique (objet, procédures (réunions, présence sur le terrain...), le rendu et sa forme, les délais...),
- des clauses financières et administratives qui imposent :
- une enveloppe fixe ou des demandes de devis...
- des procédures administratives, recours...
- des clauses relatives au contexte «espace protégé» telles que :
- des critères stricts de déontologie,
- le respect de l'arrêté de création de la réserve naturelle,
- la propriété des données et du matériel biologique, et leur utilisation ultérieure,
- la méthodologie pour la récolte des données,
- le respect des règles de sécurité.

B.2.2. Penser aux modalités pratiques

B.2.2.1. Planification des opérations

Les protocoles d'inventaire et de suivi ne sont pas détaillés dans le guide méthodologique des plans de gestion (RNF, 1998). Il est important d'en avoir un descriptif en annexe du plan de gestion afin de permettre aux gestionnaires d'avoir les outils nécessaires pour évaluer la pertinence et l'efficacité des études mises en place. Pour la RN de l'île du Girard par exemple chaque protocole est inscrit dans le plan de gestion. Ce descriptif pourra reprendre :

- les objectifs,
- le choix du plan d'échantillonnage,
- la méthode de relevé,
- le matériel requis et les moyens humains nécessaires,
- les conditions de réalisation,
- les choix quant aux méthodes d'analyses,
- éventuellement la liste d'autres sites réalisant le même type d'étude, etc.

CONSEIL

Le cahier des charges est rédigé pour l'équipe gestionnaire ou le prestataire par le gestionnaire seul ou avec l'aide d'un scientifique. Il est nécessaire pour garder la mémoire du protocole et les objectifs visés.



Figure n°40 : Exemple de convention (première page uniquement) signée entre un organisme gestionnaire de la réserve naturelle et un groupe d'étude des invertébrés. Source : RN Grand-Pierre et Vitain.

Quelques exemples de fournisseurs :

- Biosystèmes France (piégeage des insectes).
- Etablissement Combrichon (Pièges micromammifères...).
- Société FAYNOT (Bornes métalliques), etc.

Dans les réserves naturelles fluviales réalisant un suivi de la dynamique des ripisylves, les détecteurs de métaux permettant de retrouver les bornes métalliques matérialisant l'emplacement des placettes «sont partagés» entre plusieurs réserves naturelles.

CONSEIL

Pour la méthode de cartographie des territoires d'oiseaux (plans quadrillés), il est important de réaliser une cartographie fine du milieu étudié disposant de suffisamment de repères naturels ou artificiels pour pouvoir être en mesure, sur le terrain, de localiser avec précision l'oiseau repéré.

CONSEIL

Quand les circonstances le permettent, les stations doivent être marquées physiquement avec du matériel non dégradable, et peu ou pas visible sur le terrain.

☞ Voir aussi *La Garance voyageuse* n°40 : p. 33.

B.2.2.2. Commande ou fabrication du matériel

Le gestionnaire devra trouver différents types de matériel de capture (pièges ou filets) ou d'observation (jumelles, longues-vue...) dans le commerce. Divers fournisseurs possèdent des catalogues et il est ainsi possible de commander le matériel. Quand un protocole de suivi concerne plusieurs sites, il est possible de partager le matériel avec des sites voisins. Dans certains cas, le matériel pourra être fabriqué par le gestionnaire (voir aussi chapitre A.4.2.2 «Ressources matérielles» page 53).

B.2.2.3. Installation des repères permanents

Les unités d'échantillonnage doivent la plupart du temps être permanentes (notamment les quadrats de végétation) d'où la nécessité pratique de les matérialiser durablement sur le terrain.

Repères naturels

En milieu terrestre, à moins de se trouver en forêt ou sur le littoral, le repérage d'une station ne pose généralement pas de problème en raison de l'existence de repères géographiques fixes et visibles dans le paysage. Un quadrat peut être repéré grâce à trois «amers» (repères) pris à la boussole sur des éléments du paysage susceptibles de ne pas disparaître à moyen terme (arbre remarquable, maison, clocher, chemins, piquets de clôture, poteau électrique...). Une mesure supplémentaire au décamètre est effectuée à partir d'un de ces repères. De courts transects peuvent également démarrer ou se terminer à des points permanents facilement localisables (arbres par exemple).

Repères artificiels

Les points d'observation, quadrats ou encore ligne transect peuvent être matérialisés sur le terrain et/ou facilement repérables à l'aide de repères artificiels permanents. Il peut s'agir de piquets de bois matérialisant le coin d'un quadrat (voir Photo n°18 page 28). Un seul piquet peut être suffisant mais suppose l'orientation rigoureuse du quadrat dans une direction et donc l'utilisation d'une boussole. Dans la pratique, les cercles sont particulièrement faciles à matérialiser avec un piquet et une corde (ou une mire et un dendromètre), alors que les carrés et rectangles nécessitent des cadres souvent encombrants ou des mesures d'angles.

Des problèmes peuvent être rencontrés :

- les piquets peuvent avoir été renversés par les animaux qui pâturent ou par des engins d'entretien du milieu,
- ils attirent l'œil du public et font l'objet de malveillance.

Les repères métalliques (voir Figure n°41) assurent une meilleure pérennité du marquage que les piquets en bois, car il peuvent être enfoncés à ras du sol. Ces repères sont des tubes en acier galvanisé, d'une longueur de 10 à 20 cm et d'environ 2 cm de diamètre. Ils sont localisés grâce à un détecteur de métaux, (voir Figure n°42). Certains métaux sont détectés même s'ils sont totalement enfouis dans le sol. Dans tous les cas, même avec ce système, la localisation n'est pas toujours évidente. Il faut un plan papier de localisation avec numérisation des repères.



Figure n°41 :
Repères métalliques.

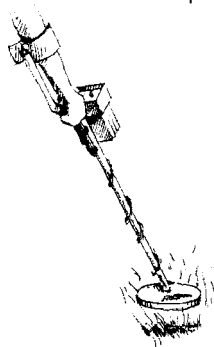


Figure n°42 :
Détecteur de métaux.
Le détecteur de balises magnétique avec chargeur et valise de transport utilisé dans les réserves fluviales pour le suivi des ripisylves coûte 2 280 € + 330 € pour la valise. Une balise coûte un peu moins de 8 €.

Cas particulier, en absence de repères

Dans un estuaire, il peut exister des repères géographiques comme des chenaux, dépressions, changement de faciès,... mais ces repères peuvent changer ou se déplacer rapidement, d'autres solutions sont alors à envisager. L'utilisation d'un compas et d'un odomètre (ou éventuellement un topofil) s'avère adaptée au domaine estuarien à condition que le relief ne soit pas trop accidenté et qu'il y ait des repères à l'horizon pour garder le cap (voir Figure n°43). Il faut choisir un repère à partir du cap souhaité et marcher avec l'odomètre dans cette direction. Les odomètres sont souvent robustes mais le sable et l'eau de mer écourtent leur durée de vie, malgré les abondants rinçages à l'eau douce dont ils font l'objet après utilisation (FAGOT, 2000).

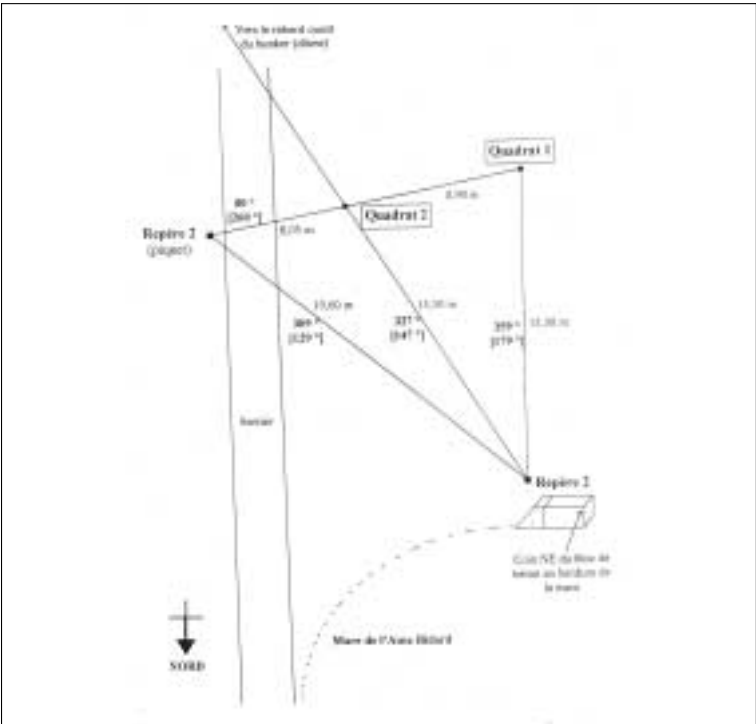


Figure n°43 : Schéma de localisation des quadrats de la zone à *Pedicularis palustris* dans la RN de la Baie de Somme.

Les systèmes de repérage par GPS (Global Positioning System)

Ils sont de plus en plus utilisés par les gestionnaires d'espaces naturels. L'utilisation d'un tel appareil permet de se situer en longitude et en latitude sur le globe grâce à des satellites. Les GPS classiques offrent la possibilité à quelqu'un qui ne connaît pas du tout le secteur de localiser la zone avec une précision moyenne de 30 à 50 mètres environ (FAUCON, 2000). Pour obtenir une meilleure précision, il faut faire appel à des GPS plus sophistiqués et coûteux dits «différentiels» qui, pour certains, peuvent avoir une précision centimétrique et donc permettre un suivi très précis de station. Certains commencent à être abordables en terme de coût (voir Photo n°43). Les GPS sont particulièrement utiles lorsqu'il s'agit de suivre une station dans un estuaire (RN de la Baie de Somme par exemple) ou encore en milieu marin (RN des Bouches de Bonifacio). La zone côtière française étant entièrement couverte, ils ont une précision théorique de 3 à 5 m. Le pôle cartographique commun du réseau des réserves naturelles de Franche-Comté vient de se doter de ce type de matériel pour cartographier les habitats, préciser les limites de la réserve sur le terrain et localiser les données issues de relevés sur le terrain (Photo n°43).

A la RN des Hauts de Villaroger, des clous oranges magnétiques, provenant des Pays-Bas permettent dans un terrain accidenté et soumis à de rudes conditions (milieu instable avec des chutes de pierres...), de repérer les espèces floristiques suivies, sans attirer l'œil du randonneur, dont le piétinement pourrait avoir des répercussions néfastes. Ces clous sont enfoncés dans le sol et sont repérés avec un détecteur de métaux. Cette technique permet de suivre l'évolution des stations d'une année sur l'autre. (LEFRANCOIS, 2000).

A la RNR de Wavrans-sur-l'Aa, les quadrats sont matérialisés à deux des angles diagonalement opposés par des tubes métalliques creux, enfoncés à fleur de sol. Un cadre mobile, en bois de 1 m², s'adapte aux deux tubes. L'emplacement des tubes est repéré par rapport à des repères fixes soit par mesure directe (topofil) soit par mesure à distance (odomètre), puis la localisation précise des tubes se fait grâce à un détecteur de métaux. L'avantage de ce système est qu'il ne modifie pas le comportement des animaux, et qu'il ne provoque aucune gêne esthétique.

CONSEIL

Si possible, une combinaison de plusieurs marques est recommandée pour localiser la station (repère naturel associé à un marquage métallique par exemple).



Photo n°43 : GPS utilisé dans les RN de Franche Comté. Ce modèle, avec une capacité de 1Mo, permet de stocker les données de une à deux journées de terrain. D'une précision de 1-5 mètres, il est compatible avec Map Info. Son coût est de 6 000 €. Un autre GPS est utilisé pour des relevés ponctuels (coût : 200 €).

© Photo : F. TAUPIN.

Formule de contact IPA pour les oiseaux. Le formulaire est divisé en plusieurs sections :

- En haut : Informations générales (Observation, Département, Date IPA, Code).
- À gauche : Liste des espèces d'oiseaux (par exemple, Alouette, Chardon, etc.).
- À droite : Liste des indices (par exemple, 1, 2, 3, etc.).
- En bas : Section pour les observations générales (Remarque, etc.).

Figure n°44 : Fiche type de contact IPA pour les oiseaux.



Photo n°44 : Relevé de données de baguage sur le terrain dans la RN de St-Quentin en Yveline.
© Photo : SYNDICAT BASE DE LOISIRS.

B.2.2.4. Préparation d'une fiche de relevé

D'une manière générale, lors de la collecte de données, il est conseillé d'utiliser des formulaires standardisés pour noter l'ensemble des contacts. Il s'agit d'une fiche de terrain préparée et préimprimée par le gestionnaire (fiches d'observation type) pour chaque technique mise en place. La figure n°44 illustre un exemple de fiche de relevé pour les oiseaux par la méthode des IPA.

Ces fiches contiennent toutes les informations à recueillir, dont un minimum est standard sur chaque échantillon comme la date, les conditions météorologiques, la localisation de l'échantillon, le nom du responsable, et un espace pour les observations générales sur l'aire échantillonnée. D'après une fiche type réalisée à la RN de Nohèdes (Pyrénées orientales) pour l'inventaire des mammifères, son utilisation doit, pour l'exemple cité, se conformer aux spécifications suivantes :

1. Date, heure et durée d'observation, nom de l'observateur.
2. Localisation : n° de relevé et lieu-dit. Coordonnées géographiques communes.
3. Données climatiques et géographiques (altitude d'observation, exposition générale du lieu, pente (nulle, légère, moyenne, forte, très forte), température approximative de l'air, météo dominante : soleil, nuages, pluie, brouillard, vent...).
4. L'espèce observée ou les indices relevés. Une fiche peut servir pour plusieurs espèces différentes si les éléments 1 à 3 sont inchangés.
5. Milieu d'observation : type et structure des peuplements végétaux.
6. Type d'indice et nombre. Le type d'indice (animal vu, fèces, poil, trace ou piste dans la neige ou la boue, ou autre type d'indice : cônes de pins, cadavres, reliefs de repas), codifié de A à H. La lettre est assortie du nombre d'individus concernés lorsque cela est possible. Par exemple : 3 pistes de sangliers dans la neige doit se noter 3E.
7. Remarque. Tout complément d'information doit être noté dans cet espace. Par exemple, lieu et type de dépôt, couleur et contenu de crotte, dimension d'empreintes, qualité de l'observation, etc...

Ces fiches de terrain doivent permettre la retranscription sous une forme de tableau pour faciliter le classement, l'archivage et ensuite le traitement informatique des données collectées. A chaque type de donnée saisie sur la fiche doit correspondre exactement un espace dans le tableau de saisie des données (dans excel par exemple), pour tous les échantillons.

Pour certains inventaires d'envergure régionale ou nationale, les fiches d'observation existent déjà. Le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) comme différentes associations naturalistes, conservatoires botaniques et spécialistes d'un groupe particulier, ont déjà mis en place leur propre fiche de recensement. Dans ce cas, il est préférable que le gestionnaire utilise les fiches déjà existantes (quitte à y ajouter des lignes spécifiques pour son propre compte) afin de pouvoir les transmettre sans réécriture lourde à l'organisme qui en fait une synthèse régionale (cas du programme de l'Observatoire des Galliformes de Montagne par exemple) et nationale (programme INVOD de la SFO, voir Figure n°45).

B.2.3. Recueillir les données

B.2.3.1. Vérifier les conditions de réalisation

Les comptages sont généralement limités à une saison donnée, une heure et un jour. Pour être interprétables, la plupart des méthodes doivent être effectuées toujours dans les mêmes conditions d'observation tout au long de l'étude : conditions de couvert végétal et météorologiques comparables. Les conditions météorologiques influent sur le comportement des animaux. Par exemple, à mesure que la température s'élève dans la journée, la plupart des

B

insectes deviennent de plus en plus mobiles et rapides et leur capture de plus en plus difficile. Aussi, la plupart des méthodes ne sont pas applicables par temps de pluie ou par grand vent (notamment pour les insectes), ou encore parce qu'il a neigé (trace de mammifères non visibles par exemple). La grande disparité concernant la période d'activité des différentes espèces, ainsi que leur étroite dépendance des conditions météorologiques peuvent rendre difficile l'échantillonnage. Le gestionnaire ne se rendra sur le terrain que si les conditions météorologiques sont favorables aux observations. Ces conditions de réalisation sont précisées pour chaque méthode standardisée.

B.2.3.2. Observer, contacter les espèces, prélever les échantillons

Certaines espèces sont facilement observables, d'autres le sont plus difficilement. Pour les espèces facilement observables (grands mammifères, certains oiseaux, espèces végétales), la collecte des données se fait généralement par la simple observation sur le terrain selon le protocole d'échantillonnage défini (le long d'un tracé ou sur une surface témoin) et à l'aide de la technique de relevé la plus pertinente. Le personnel doit être formé à toutes les méthodes d'échantillonnage et ces méthodes doivent être respectées strictement.

Plus un gestionnaire recueille d'informations sur un problème particulier, meilleure en est sa connaissance. Mais corrélativement, plus il accumule de données, plus il devient difficile de les traiter. Une pléthore d'informations peut donc s'avérer aussi embarrassante dans la compréhension d'un problème qu'une pénurie de données. Comme cela a été défini précédemment, le gestionnaire devra veiller à ne pas recueillir des données inutilisables ou des échantillons qui ne seront pas exploités.

Dans le cas de mesure de paramètres physico-chimiques, le gestionnaire peut être amené à recueillir les échantillons pour un laboratoire qui les analysera. Tous les échantillons doivent être étiquetés et accompagnés des informations suivantes : date, lieu, noms des personnes responsables, méthode de prélèvement, matériel utilisé, moyens de stockage et de transport, et tout changement ayant lieu dans les méthodes, ainsi que des autres données spécifiques à l'étude (température, heure de la journée, vitesse du vent, par exemple).

Le gestionnaire peut être amené, au cours de la même année d'observation, à visiter plusieurs fois les mêmes échantillons (transects, points contacts...) rendant la période d'observation plus ou moins étalée dans le temps. L'ordre de la visite doit être désigné de telle sorte que la saison de la visite, d'une année à l'autre, reste la même pour chaque échantillon. Par exemple si on a dix transects à visiter, on commencera toujours de 1 à 10 et non de 10 à 1, car les conditions d'enregistrements peuvent varier dans le temps qui s'écoule entre l'enregistrement du transect 1 et celui du transect 10.

B.2.3.3. Localiser les observations sur une carte

Sur le terrain, la personne qui collecte les données se doit de localiser les observations sur une carte ou noter le lieu exact sur la fiche de relevés standardisée (voir page 63). Une observation est localisée sur une carte à l'aide d'un point au minimum, mais d'autres signes peuvent être utilisés pour la «caractériser». Par exemple dans la méthode de cartographie des territoires d'oiseaux, chaque oiseau vu ou entendu, est figuré par un signe particulier.

Niveau de précision

Il peut s'agir d'une localisation exacte (point recueilli à l'aide d'un GPS ou point précis le long d'un transect) ou correspondant à un secteur ou un maillage (voir Figures n°46 et n°47). Les données peuvent être collectées en localisant les informations sur une grille surimposée à un support pertinent par rapport à l'échelle de travail et la taille de l'espace naturel. Par exemple, dans les réserves naturelles périphériques au Parc National des Ecrins, la

Figure n°45 : Fiche de relevé pour l'Inventaire des Odonates de France. SFO.

CONSEIL

Les inventaires de chiroptères hors grottes ne doivent pas être réalisés par temps de pluie ou à une t° inférieure à 8°C.

Les conditions météo favorables sont celles qui permettent aux oiseaux de chanter et qui assurent la visibilité. Les IPA oiseaux sont réalisés dans des contitions de dates, heures et météo- rologie très contrôlées.

En ce qui concerne les invertébrés, notamment les insectes volants, le climat a une grande influence sur l'observation des individus. Ils sont plus abondants dans des conditions clima- tiques chaudes.

CONSEIL

L'aide d'un professionnel est souvent nécessaire pour définir le protocole d'échantillonnage. Mais le gestionnaire peut effectuer lui-même les prélèvements donc réaliser les captures ou observations sur le terrain, à condition que le protocole ait été validé avec un spécialiste.



Photo n°45 : Recueil de données sur la flore dans la RN de François-le-Bail, Ile de Groix.
© Photo : Photothèque RNF.

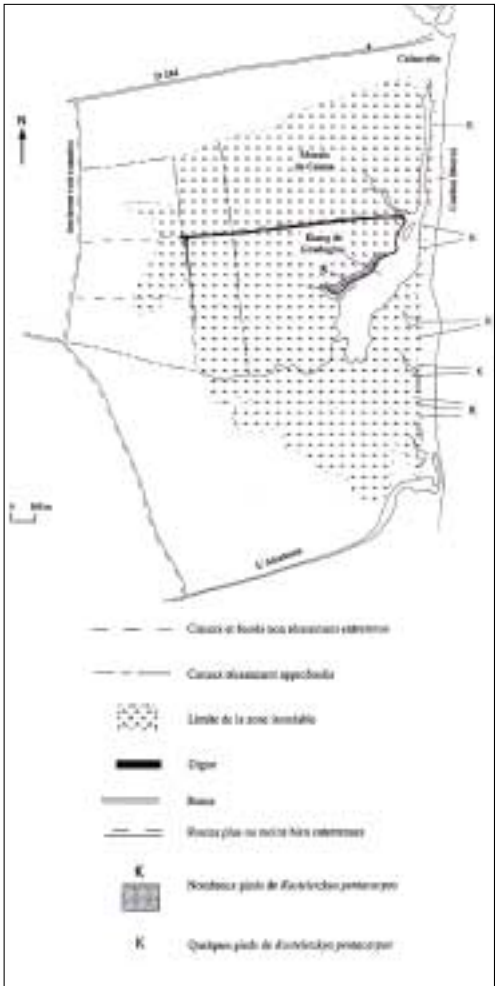


Figure n°46 : Localisation des stations de Kosteletzkya pentacarpos dans un étang de la RN de Biguglia.
Source : RAVETTO et al., 1997.

localisation des données se fait suivant un système géographique en grades. La localisation des données est rapportée à une maille qui est à l'échelle de 1 centigrade (cgr), 0,5 cgr ou 0,25 cgr. La localisation des points d'observation est fournie par les coordonnées x et y de l'angle inférieur gauche de la maille de 1 cgr, de 0,5 cgr suivant le degré de précision de localisation. Dans la Réserve Naturelle de Nohèdes (Pyrénées orientales) une grille est surimposée à la photographie aérienne couleur. Ce système de grille permet de préparer une série de cartes qui souvent font apparaître des relations intéressantes entre les variables suivies (voir Figure n°47).

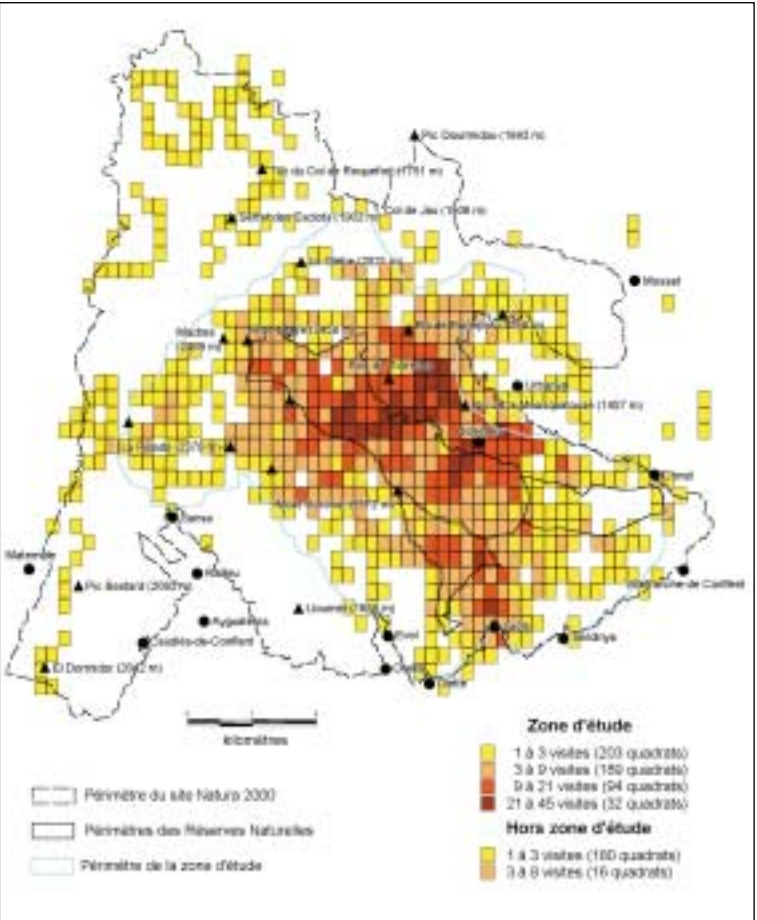


Figure n°47 : Localisation de la pression des inventaires dans la RN de Nohèdes (Pyrénées-Orientales).

Pour connaître avec précision la position de toute espèce contactée sur le terrain, il peut être utile, si la carte souhaitée n'existe pas, d'établir un plan du terrain le plus précis possible (généralement réalisé au début du plan de gestion pour une réserve naturelle). Ceci est valable aussi pour le choix des stations d'échantillonnage. Les cartes de bases habituellement requises pour localiser les informations écologiques, comme la distribution des espèces végétales ou animales, sont les cartes IGN TOP 25 au 1/25000^{ème}, celles de la réserve naturelle ou autres cartes réalisées dans le cadre du plan de gestion, ou encore des photographies aériennes. Sur ces supports le gestionnaire aura pris soin de localiser auparavant les placettes échantillons. Dans la RN de la Dune Marchand (Nord), la localisation se fait sur une carte au 1/2000^{ème} numérisée sur un SIG grâce à des orthophotoplans réalisés sur la base de photographies aériennes. Les infrarouges sont également utilisés. Sur le terrain, l'observateur pourra noter les contacts qu'il a eus avec les espèces sur la photographie aérienne (ou calque sur la photo).

Utilisation de cartes et de photographies aériennes

Les photographies aériennes sont particulièrement utiles pour le programme de suivi écologique. Il se peut, dans certains cas, qu'une photographie aérienne soit suffisante pour repérer les observations ou les échantillons. Des séquences de photos verticales peuvent être assemblées en mosaïque. Elles contiennent plus de détails que les cartes standard (IGN) et rendent plus facile l'identification des éléments du patrimoine (CLARKE, 1986). Le gestionnaire peut également commander une série de photographies aériennes réalisées à basse altitude à l'aide d'ULM (voir Photo n°46). Attention : la simple reproduction ou transcription de la photographie aérienne intègre les déformations car les photos prises en altitude sont toujours légèrement obliques sur les bords. Il y a donc un intérêt à réaliser des corrections informatiques en utilisant un couple de photos pour la stéréoscopie et en réalisant les corrections avec des orthophotoplans (vue rigoureusement verticale).

Limites

Certaines méthodes d'observation ou de capture permettent une localisation assez précise des espèces, correspondant alors à la localisation des stations ou des pièges ou du point d'échantillonnage (grotte pour une chauve-souris, source d'un cours d'eau pour une mesure physico-chimique). Par contre certains indices de présence ne sont pas des indicateurs fiables de la localisation (les plumes,...). L'utilisation des pelotes de rejection rencontre certaines limites quant à la localisation précise de l'habitat de la proie consommée par un rapace. En effet, la présence de la proie dans une pelote dépend du rayon de chasse du prédateur, du milieu qu'il utilise ainsi que des préférences de son régime alimentaire.

B.2.3.4. Conserver les échantillons

Précautions

Il se peut que certaines mesures de paramètres nécessitent la collecte de données sur le terrain pour une analyse en laboratoire. Dans ce cas, un certain nombre de précautions doivent être suivies pour conserver les échantillons. Il faut convenir avec le spécialiste de la manière dont il souhaite récupérer le «matériel». Pour certaines espèces, il faut traiter rapidement les échantillons et les conserver dans l'alcool. Dans le cadre d'une étude expérimentale à la RN de la Truchère (voir aussi page 18), les têtards sont récupérés et conservés dans l'alcool en vue d'une étude des stades larvaires en laboratoire. Si un paramètre physico-chimique n'est pas mesuré *in situ* (sur l'eau par exemple), pour éviter les interférences, il est nécessaire de respecter les éléments suivants :

- Le temps entre le prélèvement et l'analyse doit être le plus court possible.
- Il faut conserver les échantillons au frais et à l'abri de la lumière. Si l'échantillon ne peut pas être analysé rapidement, respecter les méthodes de conservation.
- Il faudra veiller à respecter la nature du flacon, qui dépend des substances analysées.

Collection de référence

Pour ce qui concerne les insectes, les collections de référence sont importantes pour des confirmations ultérieures et pour permettre d'ajuster les inventaires en fonction des progrès de la systématique (d'après DOMMANGET, 2000). Une espèce d'insecte échantillonnée difficile à reconnaître doit être présente dans une collection de référence. Attention, une collection de référence ne se réalise pas n'importe comment et doit répondre à un objectif de conservation. Pour obtenir des informations sur sa réalisation, il est conseillé de contacter l'OPIE (Office pour les insectes et leur environnement, basé à Guyancourt).

La photographie peut constituer une technique complémentaire indispensable



Photo n°46 : Photographie aérienne de la RN des Sept-Iles réalisée à partir d'un ULM. En blanc, la zone où nichent les fous de Bassan.
© Photo : J.-M. CATON / ENVERGURE.



Photo n°47 : Traces de pas d'oiseaux dans la RN du Val de Loire. © Photo : A. CHIFFAUT.
Les indices de présence comme les traces renseignent sur la fréquentation d'une espèce sur le site mais ne donnent pas d'informations précises sur l'utilisation de cet espace.

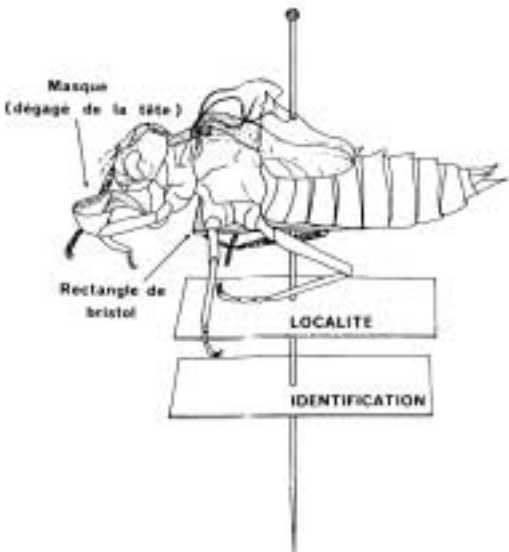


Figure n°48 : Pour intégrer une collection de référence, l'exuvie d'odonate est montée sur une épingle entomologique (DOMMANGET, 1981).



Photo n°48 : La photographie permet, pour certaines espèces, de constituer une collection de référence.
© Photo : A. CHIFFAUT.



Photo n°49 : Plusieurs observateurs recherchent des insectes dans la tourbière de Kerfontaine (Bretagne).
© Photo : M. MAGNIER / SEPNEB-BRETAGNE VIVANTE.

Source : d'après A. CANARD, 1981.

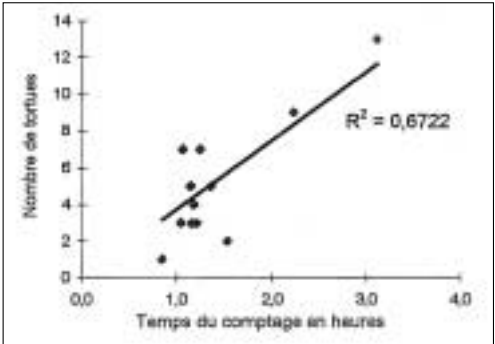


Figure n°49 : Nombre de tortues détectées en fonction du temps passé sur le transect (heures). Source : LYET et al., 1998.

Figure n°50 : Champ de détection visuel (fig. a) et auditif (fig.b) d'un observateur au point O.
Source : LYET et al., 1998.

pour la détermination et la «conservation» des espèces d'invertébrés, notamment pour fixer les couleurs, les comportements ou attitudes, mais elle ne remplace pas la collection de référence (DOMMANGET J.-L. et al., à paraître). La photographie est aussi utilisée pour reconnaître les individus d'espèces qui présentent des marques distinctives morphologiques donnant lieu à de véritables cartes d'identité (Sonneur à ventre jaune, phoques, mérours...)

B.2.4. Considérer les erreurs d'acquisition de données

Les limites de la méthode fixent la marge de manœuvre lors de l'interprétation des résultats. Il faut avoir conscience des biais possibles d'une méthode.

B.2.4.1. Erreurs dues à l'observateur

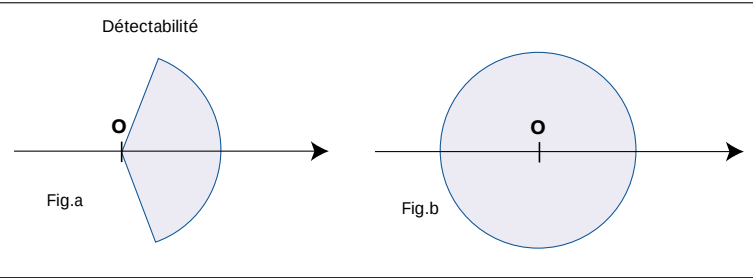
Il peut exister une différence entre les observateurs, et les effets de la période de la journée et du temps peuvent avoir une influence sur les comptages. Dans le tableau n°13, on voit que A capture deux fois plus d'araignées que B.

Tableau n°13 : Comparaison de résultats obtenus par deux opérateurs					
Familles d'araignées	Opérateur A		Opérateur B		Test t t ₉₅ =2,10 t ₉₉ =2,88
	moy	var	moy	var	
Thériidiidés	1,5	1,83	0,4	0,27	2,28
Erigonidés	13,7	66,5	6,9	13,9	2,28
Linyphiidées	8	13,3	3,2	8,6	3,07
Hahniidés	1	1,11	0,8	0,84	0,43
Lycosidés	2	2,2	1,7	4,5	0,35
Gnaphosidés	2,3	5,1	2,3	13,8	—
Clubionidés	7,3	19,1	3	6	2,57
Thomisidés	4,1	5,7	2,7	5,3	1,27
Salticidés	2,9	9,4	1,2	2,2	1,5
Autres familles	1,3	—	1,2	—	—
	44,1	210,3	23,4	46	3,88

D'après POLLARD (1981), il est nécessaire de savoir comment varient les comptages en fonction des différentes personnes sur le terrain, et d'être sûr que les variations ne sont pas importantes à différents moments de la journée et dans différentes conditions climatiques.

La vitesse de déplacement de l'observateur le long du transect va affecter de façon importante la détection. Une vitesse réduite (donc un temps de comptage plus long) va allonger le temps d'écoute et augmenter l'efficacité de balayage visuel, donc accroître les chances de contacter un individu, (voir Figure n°49).

Le long d'un transect, si la vision permet de couvrir un champ d'environ 140° (en procédant à un balayage par pivotement de la tête de gauche à droite), l'ouïe rend possible la détection de certains animaux quelle que soit leur position autour de l'observateur (Figure n°50).



Lorsque les analyses statistiques utilisent des données qui font appel à des observations subjectives (classement des espèces, estimation du recouvrement d'un relevé phytosociologique...) cela pose des problèmes de reproductibilité. Si l'analyse statistique de données issues de mesures subjectives n'est pas réalisée par la même personne à chaque fois, il sera difficile de minimiser les erreurs. Une variété de facteurs affecte les comptages, mais leur influence peut être petite en comparaison des variations observées dans la taille des populations. Un vent fort peut affecter l'activité des papillons, mais peut aussi réduire l'habilité d'un gestionnaire à voir les papillons dans la végétation en mouvement.

B.2.4.2. Erreurs dues à l'espèce

Si une espèce n'est pas observée suite à un inventaire, cela ne signifie par qu'elle est absente. La plupart des oiseaux sont habituellement des espèces discrètes. Dans l'intervalle de temps pendant lequel se déroule un comptage, seule une faible proportion de la population peut être contactée car une partie importante du temps est consacrée au repos. Seuls les individus actifs constituent la part de la population qu'il est effectivement possible de détecter (LYET, 1998).

Même si le gestionnaire se rend sur le terrain avec un protocole bien défini, il se peut qu'il ne puisse pas observer l'espèce recherchée, soit parce qu'il ne la voit pas ou ne l'entend pas, soit parce que le stade végétatif ou phénologique de l'espèce ne permet pas son observation. Il est par exemple improbable que tous les oiseaux nicheurs chantent ou volent en même temps, ce qui induit un biais inévitable qui ne dépend pas du nombre d'échantillons (Figure n°51 ci-contre).

Probabilité d'observation

Certains facteurs ont une influence sur la probabilité de détecter une espèce. Pour les oiseaux par exemple, l'observation visuelle ou auditive ne dépend pas seulement de l'espèce, mais aussi de son sexe, son âge, son stade dans le cycle de reproduction, de son cycle d'activité. La saison, les conditions météorologiques et le bruit peuvent aussi influencer.

Tableau n°14 : Le potentiel d'observation d'une population d'espèces végétales	
Problème rencontré avec l'espèce	Cause du problème
Vue mais non reconnue	L'observateur ne connaît pas l'espèce qu'il observe (problème de détermination).
Manquée	L'observateur n'a pas vu l'espèce alors qu'elle était présente.
Reconnaissance taxonomique	L'observateur est en présence d'une sous-espèce non reconnaissable.
Rencontre spatiale	L'observateur ne se trouvait pas dans l'aire de répartition de l'espèce (problème d'échantillonnage).
Lisibilité du taxon	L'observateur ne sait pas reconnaître l'espèce à son état végétatif.
Cycle phénologique	Le stade phénologique de l'espèce ne permet pas de la rencontrer.
Banque de sol	L'espèce est présente sous forme de graine dans le sol uniquement.

Source : V. BOULLET., intervention lors d'un colloque.

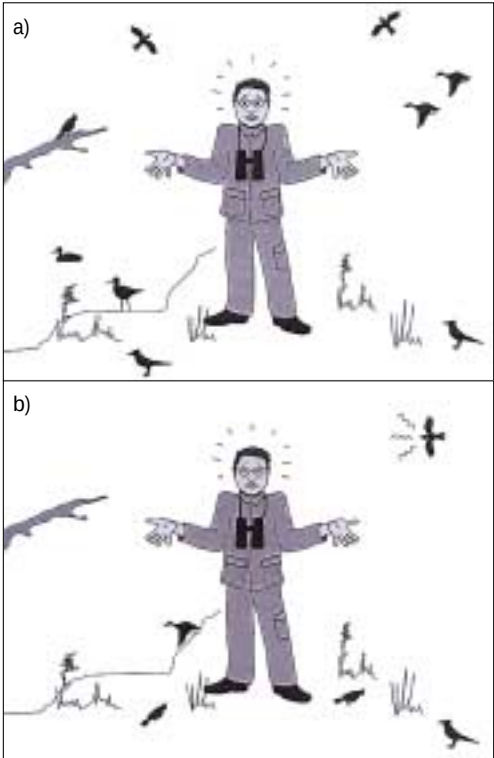
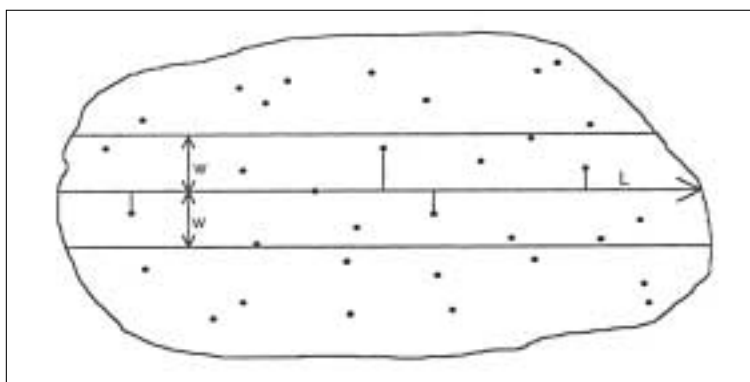


Figure n°51 : Une méthode biaisée d'échantillonnage. a) Un comptage de tous les oiseaux volant dans le ciel permet de dénombrer quatre oiseaux alors que huit sont présents. b) Un comptage des oiseaux chantant permet de dénombrer un oiseau alors que quatre autres sont silencieux. Les résultats seront toujours inférieurs au nombre réel d'oiseaux présents. Source : d'après BIBBY et al., 1992.

Le tableau n°14 permet d'illustrer différents cas de figures pour les espèces végétales. La banque du sol (graines...) ne doit pas être négligée et de nombreuses espèces peuvent être présentes sous forme végétative mais invisibles à cause des conditions climatiques (bulbe, rhizome,...). Une espèce rare peut être présente, mais sous forme de graines en dormance dans le sol uniquement !

Figure n°52 : Représentation schématique d'un transect linéaire de largeur finie w et de longueur L .

Le long d'un transect, seuls les objets compris sur une bande d'une certaine largeur ($2w$ ici) peuvent être détectés. Dans cet exemple, seulement 5 des 14 objets présents sur la bande sont détectés. Il s'agit donc d'une estimation et non d'un effectif absolu, ce qui n'est pas grave si cela sert uniquement à faire du suivi. Les points éloignés de la ligne ont une probabilité faible d'être détectés (LYET, 1998).



Détermination

Quand bien même une espèce est détectée, il se peut qu'elle soit difficile à déterminer. Certaines espèces ne sont d'ailleurs reconnaissables que par des spécialistes, comme les macrophytes ou les mousses. Pour certaines plantes, notamment les orchidées ou encore pour les amphibiens (tritons et principalement grenouilles vertes) il est possible de confondre les hybrides.

Il faut garder à l'esprit que le développement de certaines espèces se fait en plusieurs phases. Par exemple, pour les insectes aquatiques, les larves et les adultes ne vivent pas dans le même milieu. La présence d'un insecte à un endroit ne signifie pas forcément qu'il vit là à un autre stade. Pour les odonates, l'état larvaire est primordial pour valider la présence effective de l'espèce sur le site.

Sources d'erreurs lors des suivis d'oiseaux

Les fluctuations sont liées à de nombreux facteurs, notamment l'espèce considérée, le lieu étudié, les conditions atmosphériques, l'heure, la saison, les conditions d'observation et l'observateur lui-même (DESFOSSÉZ *et al.*, 1994).

- observateur :

chacun a sa propre acuité visuelle et auditive.

- méthodes :

elles présentent toutes des biais.

- protocole de l'étude :

le choix du plan d'échantillonnage conditionne la fiabilité de l'étude (sélection des sites, durée et période d'échantillonnage).

- habitat :

les comptages peuvent être biaisés par la composition et la structure de la végétation.

- oiseaux :

détectabilité différentes en fonction des espèces, du sexe, de la saison.

- conditions météorologiques :

il est souvent recommandé de standardiser les conditions climatiques pour effectuer les comptages d'oiseaux (beau temps).

- effet de lisière :

L'effet de lisière représente une hétérogénéité du milieu qui agit sur le peuplement d'oiseaux en affectant son abondance et sa richesse. Cependant certains espaces sont très hétérogènes et le protocole d'étude intègre cette particularité.

B.2.4.3 Erreurs dues au milieu

Le milieu peut affecter les potentialités d'observation. Une couverture végétale importante va considérablement diminuer la visibilité. Ainsi, par exemple, dans un maquis dense, il est impossible de détecter visuellement une Tortue d'Hermann au delà d'un rayon de 2,5 m (LYET, 1998).

Les caractéristiques du sol vont, quant à elles, principalement affecter les capacités de détection auditives des espèces qui se déplacent au sol. En effet, le déplacement d'un animal sur une litière de feuilles sèches est perceptible de très loin. Un sol nu ou enherbé va, au contraire, atténuer les sons et en diminuer la portée.



Photo n°50 : Manipulation d'échantillons au retour du terrain.

Exploitation des données

Traitement, analyse et interprétation

L'ensemble des informations collectées sur le terrain doit maintenant être traité. Dans un premier temps on validera les observations, puis les données seront saisies pour servir aux divers calculs et représentations graphiques nécessaires aux analyses.

C.1. Traiter les échantillons

C.1.1 Fournir les échantillons aux spécialistes

C.1.1.1 Faire déterminer les échantillons récoltés sur le terrain

Le gestionnaire a parfois un doute sur la détermination des espèces recueillies sur le terrain (invertébrés ou flore par exemple). Les échantillons seront alors envoyés à des spécialistes, d'où l'importance de les avoir impliqué en amont (voir section A).

Pour certaines espèces qui posent des problèmes de détermination à l'état larvaire (larves de *Sympetrum* sp. par exemple). Il est parfois plus simple d'élever les larves, afin d'obtenir les adultes dont la reconnaissance est plus aisée. L'élevage des larves permet également d'avoir des informations sur la biologie des espèces. Mais ces techniques sont utilisables dans des conditions bien particulières et dans tous les cas avec l'aide des spécialistes reconnus. Les techniques d'élevage sont parfois complexes (DOMMANGET, *com. pers.*) et il n'est pas possible de les énumérer ici. L'émergence des imagos de xylophages récoltés avec du bois mort peut prendre plusieurs années (LEMOINE, *com. pers.*).

La plupart des mesures de paramètres abiotiques (étude de sédiments, d'échantillons d'eau, etc...) sont effectuées en laboratoire, rapidement après le retour du terrain.

C.1.1.2. Faire valider les données par les spécialistes

Si le gestionnaire a réalisé lui-même le recueil des données et la détermination des espèces ou des habitats, il peut être utile, pour des groupes difficiles à déterminer comme les insectes par exemple, de faire valider la liste des espèces par un spécialiste avant d'effectuer tout traitement des données. Les fichiers informatiques peuvent être envoyés pour une première correction à un spécialiste qui contrôle la syntaxe, les espèces comptées, vérifie s'il n'y a pas d'identification douteuse ou aberrante, et renvoie les données pour confirmation et validation aux observateurs (DEMERGES, 2000).

La détermination des habitats au sens phytosociologique ne se fait pas sur le terrain, mais après avoir saisi les données dans un tableau de telle sorte à faire ressortir les espèces caractéristiques et associations végétales. Cette opération nécessite une certaine expérience et doit être validée (ou traitée) par un spécialiste.

C.1.2. Evaluer les données

C.1.2.1. Evaluer la pertinence de l'inventaire

Avant d'analyser les données, il faut savoir si le stock de données est pertinent. La pertinence de l'inventaire peut être liée à la nature des données recueillies. Il faut s'assurer que l'on possède toutes les données pour une bonne interprétation (variables propres et variables associées (voir pages 29 et 30).

Un inventaire est pertinent s'il respecte les fréquences, les périodes, les conditions climatiques, etc. définis dans le protocole. La fréquence des observations définie au départ ne pourra pas toujours être respectée. Il faut aussi vérifier que l'effort de prospection a été respecté, sinon tenir compte

VALIDITÉ DES DONNÉES

Statistiquement, il faut deux conditions pour qu'un comptage soit considéré comme valide. Dans le cadre notamment du suivi des Rhopalocères dans les réserves naturelles (DEMERGES, 2002) :

- Il faut au minimum un relevé effectué dans le milieu de la période de vol, c'est-à-dire à l'approche du pic d'émergence.
- Le temps entre deux visites consécutives ne doit pas être supérieur à la moitié de la période de vol totale d'une espèce.

des éventuelles données manquantes. Par exemple, il se peut pour diverses raisons (météo, disponibilité) qu'une donnée hebdomadaire vienne à manquer...

Une visite valide est une visite effectuée dans les périodes préconisées dans le protocole, et au cours de laquelle il a été possible d'enregistrer une espèce. Le gestionnaire devra vérifier que les dates d'inventaire correspondent bien à une période où il a eu toutes les chances d'observer la flore ou la faune de début et de fin de saison. Ainsi, une visite avant la date d'arrivée des oiseaux migrateurs est invalide (TAYLOR, 1985).

Une seule année d'observation n'est généralement pas suffisante pour prétendre réaliser un inventaire exhaustif (voir aussi page 50). Avant de traiter les données, le gestionnaire devra aussi se demander si le nombre d'années d'observation et de données a été suffisant par rapport à ce qu'il recherche.

C.1.2.2. Tenir compte de la pression de prospection

La pression de prospection influence le nombre de données et donc les résultats qui découleront de leur analyse. Elle peut varier dans le temps (Figure n°54) et dans l'espace (Figure n°55).

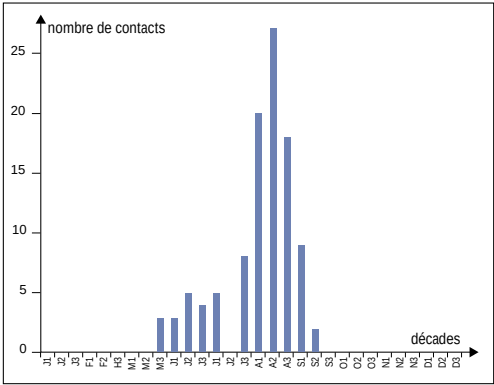
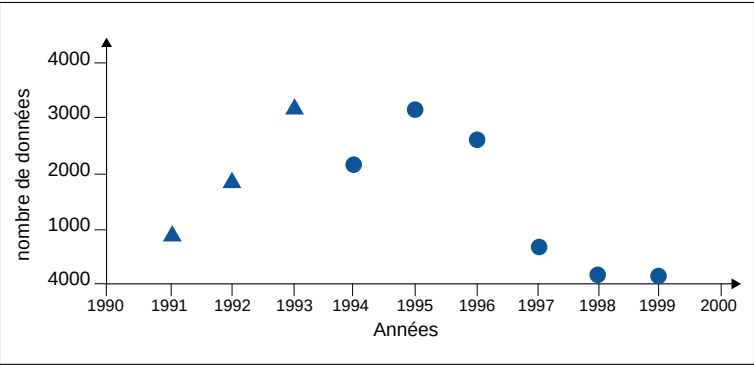


Figure n°53 : Nombre de contacts avec *Apatura ilia* par décade dans la RN de l'Ile de la Platière.
Source : PONT et al., 2000.
Ici, la seconde génération apporte près de 5 fois plus de contacts que la première : la pression de prospection fournie lors de la seconde génération d'une année particulière du suivi explique en partie ce déséquilibre.

Figure n°54 : Nombre de données sur les mammifères récoltées dans le massif du Madres Coronat par année de 1991 à 1999.
J usqu'en 1996, le nombre de prospections a été suffisamment élevé pour que le nombre de données sur les mammifères reste stable et important dans le massif du Madres Coronat (RN Nohèdes). Cependant, dès 1997, on observe une baisse du nombre de données et du nombre de visites. Parallèlement, le nombre d'espèces contactées a été réduit.

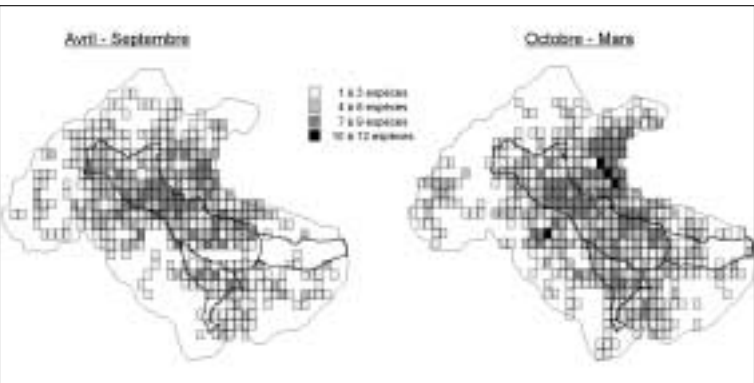


Figure n°55 : Aire de prospection à deux périodes de l'année dans le massif du Madres Coronat.
Source : AGRNN, 2000.
On observe un déplacement de «l'aire» de prospection tout au long de l'année : durant la période estivale (avril à septembre) les quadrats comprenant les sommets du massif sont visités, alors que d'octobre à mars, les observations se concentrent dans les secteurs plus accessibles (souvent inférieurs à 2000 m²).

C.1.3. Saisir les données

Le traitement informatique devient indispensable sitôt que le volume de données prend de l'ampleur, ou sitôt que l'on cherche à utiliser des techniques d'analyse statistique nécessitant beaucoup de calculs comme les analyses multidimensionnelles (SCHERRER, 1984). La saisie des données doit être réalisée de manière raisonnée pour permettre un traitement statistique si nécessaire. Le gestionnaire doit avant tout avoir une compréhension très claire de la façon dont chaque type de donnée sera analysé et résumé. D'où l'importance de la réflexion préalable à la constitution du fichier ou du logiciel de saisie.



Photo n° 51 : Personnel de la réserve de l'Ile de la Platière traitant les données recueillies sur le terrain.
© Photo : C. POMIER.

Au retour du terrain

On l'a vu dans le chapitre B.2.2.4. (voir page 63), les fiches de terrain sont une première «organisation» des données. Pour éviter de perdre des informations recueillies sur le terrain et optimiser leur exploitation et leur accessibilité par d'autres personnes, il est nécessaire d'organiser et de sauvegarder l'ensemble des données contenues sur ces fiches pour être en mesure d'en faire une utilisation statistique ou informatique.

A la fin de chaque saison de prospection, les observateurs rentrent et synthétisent leurs relevés dans un logiciel de base de données (type Access) ou un tableur (type Excel...). Si les informations sont abondantes, il devient rapidement ingérable de les traiter dans un simple tableur (voir Tableau n°15).

Tableau n°15 : Tableau de données brutes																	
N°	Date	Heure	T°	H cm	V cm/s	T	Substrat	Vég	Omb	pH	O2 mg/l	O2 %	C µS/cm	IP (mgd'O2/l)	NO3 mg/l (N)	NO2 mg/l (N)	
1	25/3	13h00	11,4	60	25	PT	S ; V	3	0	7,35	9,71	88,2	339	28	1,38	0,12	
2		14h30	15	100	0	TT	V	0,5	0	7,64	9,69	95,7	371	32	0,68	0,01	
3		14h40	12,1	80	2	TT	V	1	0	7,46	9,1	86,2	352	9	2,21	0,12	
4		15h15	16,6	100	0	T	V	0,5	4	7,88	10,8	109	396	13	0,02	0,00	
5		15h00	17,7	50	0	T	V ; DV	2	0	7,25	8,5	89	441	12	0,72	0,00	
6		16h15	11,3	50	5	T	V ; DV	0,5	3	7,48	9,08	82,6	351	9	1,78	0,18	
8		17h25	14,9	60	3	TT	V	0,5	0	7,6	11,4	113	343	8	1,51	0,10	
9		18h00	13,9	80	0	PT	V	3	0	7,45	11,34	108,6	390	13	1,72	0,09	
10		17h30	13,8	25	0	TT	V	0	4	7,2	9,06	87	358	10	0,68	0,10	
11			13,8	15	0	PT	V	5	1	7	4,76	46,4	327	36	0,68	0,02	
12			16h00	12,8	40	0	TT	V	0	2	7,38	10,06	94,4	304	36	0,68	0,02

Tableau n°15 : Ce tableau récapitulatif rassemble les données de paramètres abiotiques mesurés à la RN des Marais de Bruges (MERIGON et al., 1999).

CONSEIL

Dans les réserves naturelles (et tout autre espace protégé), les données brutes sont généralement gérées dans des logiciels de bases de données ou tableur type Access, Paradox, FileMaker, Excel... La plupart des tableaux dynamiques croisés sont réalisés dans Excel.
Cette diversité, tant au point de vue des systèmes d'exploitaiton informatique et de gestion de bases de données que de la structure des tables montre rapidement ses limites quand il s'agit de transférer ces données sur le plan national.

CONSEIL

Quel que soit l'ordinateur (Mac ou PC) et le système d'exploitation (DOS, Windows...), il faut prendre l'habitude, si les données sont par exemple saisies dans des tableaux différents chaque année, de nommer les fichiers relatifs à un même dossier en gardant commune la partie «nom», notamment si ces fichiers doivent être repris par d'autres. Par exemple : stoc_eps2002.xls, stoc_eps2003.xls, odonates2001.xls, odonates2002.xls, etc...

Un logiciel pour les réserves naturelles

Au sein de RNF, un logiciel (projet SERENA) est en cours de développement pour permettre aux gestionnaires la saisie aisée et rigoureuse de données liées aux espèces, habitats et autres paramètres, pour tous types de sites et avec un format standardisé quelle que soit la méthode de recueil (qu'il s'agisse d'une donnée issue d'une simple observation ou d'un protocole particulier).

Il est vivement conseillé aux gestionnaires de réserves naturelles de travailler à partir de ce logiciel afin de favoriser le transfert des données sur le plan national (observatoire du patrimoine naturel).

On accordera une grande importance à l'utilisation de fichiers sources communs faisant référence. Un des objectifs du projet SERENA de RNF est de fournir aux réserves naturelles les listes de références (notamment taxonomiques) sans lesquelles on ne peut envisager une agrégation des données au niveau national.

Il faut y penser

Il ne faut pas négliger le temps de saisie des données. Il peut être important, notamment si la saisie n'est pas faite de façon régulière, mais la saisie permet un gain de temps par la suite.

Par ailleurs, il faudra sauvegarder toutes les données avant traitement sur un autre support que le disque dur de votre ordinateur (graver un CD-Rom par exemple et en conserver un exemplaire chez vous). Il est en effet facile de faire des erreurs de manipulations avec des données saisies sur un tableur de type Excel. De plus, il est arrivé que les bureaux d'un organisme gestionnaire subissent un incendie, détruisant ainsi toutes les données scientifiques.

C.1.4. Organiser les données

Tout traitement informatique ou manuel des données nécessite au préalable de connaître le type de jeu de données que l'on utilise. La première chose à faire est de parcourir les données pour juger de l'importance du travail à

effectuer, et découvrir quels types de variables entrent en jeu, quels traitements seront à effectuer. Le poids d'un individu, la couleur des pétales d'une fleur ne sont pas des données de même nature. Il est important de reconnaître les types de variables car «à chaque variable correspond ses calculs» (voir chapitre C.2. page 78).

C.1.4.1. Définir la nature des observations

Il est important de considérer la nature des données (observations) que l'on va traiter. Les observations peuvent être soit quantitatives, soit qualitatives.

Variables quantitatives

On désigne par le vocable variable quantitative toute série de chiffres se rapportant à une quantité.

Les données quantitatives comprennent les dénombrements (ou comptages) et les mesures (ou mensurations). Dans le cas des dénombrements, la caractéristique étudiée est une variable discrète ou discontinue, ne pouvant prendre que des valeurs entières non négatives (nombre de pétales par fleur...). Il suffit de compter le nombre d'individus affectés par chacune des valeurs (fréquences) de la variable.

Dans le cas de mesures, la variable est de nature continue (hauteur, poids, surface, concentration, température...). Les valeurs possibles sont illimitées mais du fait des méthodes de mesure et du degré de précision de l'appareil de mesure, les données varient toujours de façon discontinue.

Variables qualitatives

On désigne par le vocable variable qualitative toute série de chiffres se rapportant à des qualités (voir aussi encadré page 29). Les données qualitatives peuvent être assimilées au cas des variables discontinues, en supposant que les différentes variantes du caractère qualitatif sont rangées dans un ordre correspondant par exemple à la suite des nombres entiers positifs (différentes couleurs, différents degrés d'infection...).

C.1.4.2. Caractériser le jeu de données

Ensuite, il faudra chercher à caractériser l'ensemble des données car les traitements statistiques diffèrent d'un jeu de données à l'autre.

Série statistique simple

Une série statistique simple est un ensemble de données relatif à une variable mesurée sur un échantillon ou une population d'éléments (SCHERRER, 1984). Exemple : la taille des individus d'une espèce.

Série statistique double

Une série statistique double est un ensemble de couples de données relatif à la même mesure de deux variables sur un échantillon ou une population d'éléments. Comme ces deux variables peuvent être indifféremment qualitatives ou quantitatives, il est possible de distinguer trois cas de figure :

- les deux variables sont quantitatives. Il s'agit, par exemple, d'une série d'individus dont on mesure la taille et le poids,
- les deux variables sont qualitatives : par exemple le sexe et le comportement d'une série d'individus,
- une variable est qualitative et l'autre quantitative : poids et sexe d'une série d'individus. Par exemple lors d'un suivi d'oiseaux par baguage, on relève sa taille, son poids, la longueur alaire, mais aussi sa provenance (oiseau bagué)...

Série statistique multiple

Le nom de série statistique multiple est réservé aux séries comportant plus de deux variables. Il s'agit donc d'un ensemble de données relatives à la mesure de «p» variables sur un échantillon de «n» éléments ou une population de «N» unités.



Photo n°52 : Mesure de la taille du bec d'un Fou de Bassan dans la RN des Sept-Iles.

© Photo : LPO ÎLE GRANDE.

CONSEIL

Il existe de nombreuses méthodes numériques pour classer les données. Toutes ont pour objectif de réduire le nombre de données pour ne garder que les plus significatives, de les classer afin de décrire la structure de la communauté végétale ou animale et, si possible, d'établir des relations de causes à effets avec les facteurs environnementaux.

Liste des objets
étudiés
(espèces ou
habitants ...)

	N° des échantillons				
	1	2	3	...	n
A					
B					
C					
D					

Figure n°56 : Modèle général de construction d'une matrice de données.

données
brutes

CONSEIL

Pour les semaines où il n'aura pas été possible d'effectuer un relevé le jour choisi (météorologie médiocre, indisponibilité,...), celui-ci doit être réalisé le lendemain ou surlendemain. Sinon, on fait une estimation à partir de la moyenne arithmétique de la semaine précédente et de la semaine suivante. Les estimations ne seront pas valides si elles ont été effectuées pour des périodes supérieures ou égales à deux semaines (STEFANESCU, 2000).

Tableau n°16 : Répartition du Grand tétras en fonction de l'exposition dans le Massif du Madres Coronat (RN de Nohèdes).		
Exposition	Nombre de données (%)	Nombre d'indices observés (%)
ns	14.89	10,97
w	2.13	0.65
nw	1.06	0.65
n	28.72	35,16
ne	22.34	27,42
e	15.96	18,39
ese	1.06	0,32
se	6.38	3,55
s	7,45	2,9

Source : MOREAU, 1996

C.1.4.3. Construire la matrice des données

Lors de la collecte des données, les valeurs observées se trouvent évidemment sans ordre. Si le volume d'informations devient encombrant, il devient très vite difficile de dégager les caractéristiques ou les faits importants de cette accumulation de chiffres. L'ensemble des résultats bruts acquis et saisis dans la base de données doit être structuré pour faire avancer la compréhension d'un phénomène et réaliser des graphiques (voir chapitre C.2.1 page 78) et des tests statistiques (voir chapitre C.2.3. page 85).

Organiser les données

L'organisation des données dans un tableau sous un format particulier est nécessaire pour le calcul de divers indices ou encore la détermination des associations végétales par le regroupement et la comparaison des données issues de plusieurs relevés (tableaux phytosociologiques de Braun-Blanquet par exemple).

Le gestionnaire procèdera au regroupement ou au classement des observations, dans un tableau à double entrée appelé «matrice des données» (tableau de distribution de fréquence par exemple) à partir duquel il devient possible de les représenter graphiquement. Dans ce tableau, chaque ligne de résultats correspond aux caractéristiques d'un élément, et chaque colonne aux différentes variantes de chacune des variables (voir Figure n°56).

Recommandations

Ces tableaux peuvent être réalisés à l'aide du logiciel Excel, qui permet des analyses croisées de jeux de données (notamment après exportation des données à partir de la base de données servant à la saisie, notamment à l'aide du logiciel SERENA de RNF (voir page 73).

Dans la plupart des cas, il est nécessaire de procéder à un traitement préalable adéquat du tableau initial (codages particuliers...).

Si la fréquence d'observation n'a pas été respectée, il est possible de calculer les données des échantillons manquants (voir encadré ci-contre).

Si l'effectif de l'échantillon est faible, il n'y a pas d'inconvénient à conserver les données les unes à la suite des autres sans les classer.

C.1.4.4. Types de tableaux obtenus

Pour effectuer un tel classement, on distingue les séries statistiques simples des séries statistiques doubles, (voir chapitre C.1.4.2. page 74) (SCHERRER, 1984).

Le cas des séries statistiques simples

Dans le cas de séries statistiques simples, on réalise un tableau de distribution de fréquence. C'est un mode synthétique de présentation des données numériques, montrant comment les résultats enregistrés sur une variable se distribuent dans les différentes classes d'une échelle de valeurs ou dans différentes catégories qualitatives (SCHERRER, 1984). Pour préparer un tableau de distribution de fréquence, il faut déterminer des classes et compter le nombre d'éléments appartenant à chacune d'elles (voir Tableau n°16 et n°17). La construction des tableaux de distribution de fréquence nécessite donc le calcul de fréquences. C'est ce type de tableau qui est obtenu à partir de la plupart des données recueillies dans les réserves naturelles.

Tableau n°17 : Proportion des différents types d'indices récoltés, sur l'année et par saison.					
Type d'indice	abondance relative (%)				
	Année	Hiver	Printemps	Eté	Automne
animal vu	9,54%	7,63%	10,52%	16,66%	6,35%
crotte	44,68%	42,13%	53,11%	43,25%	41,68%
poils	0,06%	0,11%	0,05%	0,00%	0,00%
trace ou piste sur neige	20,34%	32,88%	7,72%	0,46%	26,12%
trace ou piste sur boue	4,73%	3,37%	6,51%	6,91%	3,66%
cadavres/os	0,17%	0,14%	0,20%	0,20%	0,16%
dégâts aux végétaux	4,90%	2,72%	4,86%	6,32%	7,97%
relief de repas	6,03%	5,30%	6,86%	7,24%	5,55%
activité sur sol	7,71%	5,08%	8,42%	14,02%	6,84%
terrier/habitat	1,40%	0,53%	1,15%	3,49%	1,62%
autre type d'indice	0,44%	0,11%	0,60%	1,45%	0,05%

Source : LETSCHER, 2001.

Dans ce type de tableau, on présentera éventuellement les variables par ordre décroissant. On pourra ainsi faire ressortir un effet de taille (voir Tableau n°24 page 84).

Le cas des séries statistiques doubles

Dans le cas des séries statistiques doubles avec deux variables quantitatives, on réalise un tableau dit de corrélation. Connaissant les bornes de chaque classe sur chacune des variables, on construit un tableau à double entrée portant les indices de classe de la variable x dans le sens horizontal et de la variable y dans le sens vertical. Pour chacune des cellules correspondant aux intersections des lignes et des colonnes, on dénombre les éléments appartenant à cette classe (SCHERRER, 1984).

Si on étudie simultanément deux caractéristiques qualitatives, les résultats sont classés en un tableau de contingence. Dans ce tableau à double entrée, les colonnes correspondent aux différentes catégories de classement de la première variable qualitative, et les lignes aux catégories de classement de la deuxième variable. Dans chacune des cellules coïncidant avec les intersections des colonnes et des lignes, on porte le nombre d'éléments appartenant aux catégories correspondantes (voir Tableau n°18).

LA FRÉQUENCE ABSOLUE D'UNE CLASSE
C'est simplement l'effectif où le nombre d'éléments appartenant à cette classe.

LA FRÉQUENCE RELATIVE D'UNE CLASSE
C'est le rapport de son effectif à l'effectif total de l'échantillon.

Tableau n°18 : Tableau de contingence. Bilan de prélèvements de sangliers dans la RN des Manneville (février 2002)			
Age	Mâles	Femelles	Total
Marcassin	0	0	0
6 mois - 1 an	11	7	18
1 an - 2 ans	1	2	3
2 ans - 3 ans	1	1	2
3 ans - 4 ans	0	3	3
4 ans et plus	0	1	1
Total	13	14	27

Source : Bilan 2002 de la réserve naturelle des Manneville.

Les données de séries statistiques doubles avec une variable qualitative, l'autre quantitative, sont elles aussi classées dans un tableau à double entrée, qui résulte de la combinaison d'un tableau de contingence et d'un tableau de corrélation (voir Tableaux n°19 et n°20).



Photo n°53 : Accenteur mouchet à la RN de l'Etang de la Mazière. © Photo : A. DAL MOLIN/L. JOUBERT.

Source : DAL MOLIN *et al.*, non daté.

Tableau n°19 : Tableau de synthèse des masses enregistrées chez l'Accenteur mouchet dans la RN de l'Etang de la Mazière.				
Masses enregistrées	Individus de 1A		Individus adultes	
15 grammes	2	0,35%	0	0,00%
16 grammes	14	2,43%	2	1,38%
17 grammes	81	14,08%	12	8,33%
18 grammes	148	25,74%	35	24,31%
19 grammes	141	24,52%	49	34,03%
20 grammes	108	18,78%	22	15,27%
21 grammes	45	7,82%	15	10,42%
22 grammes	16	2,78%	7	4,86%
23 grammes	15	2,61%	0	0%
24 grammes	3	0,52%	2	1,38%
25 grammes	0	0%	0	0%
26 grammes	2	0,35%	0	0%
	575		144	

Tableau n°20 : Distribution de fréquence des longueurs d'ailes de catégories différentes de sexe du Pipit spioncelle dans la RN de l'Etang de la Mazière.						
	81 mm	95 mm	96 mm	97 mm	98 mm	TOTAL
Femelles présumées	2 soit 0,21 %					2
Mâles présumés		35 soit 3,78 %	11 soit 1,19 %	5 soit 0,54 %	3 soit 0,32 %	54
						56 soit 6,06 %

Source : DAL MOLIN *et al.*, non daté.

Le cas des séries statistiques multiples

Les données issues de séries statistiques multiples qui feront l'objet de représentations graphiques (voir pages 80 et 81) sont elles aussi présentées sous forme matricielle, c'est-à-dire d'un tableau composé de «p» colonnes et de «n» lignes (SCHERRER, 1984) pour permettre une analyse factorielle (voir page 81). Le tableau n°21 est par exemple réalisé à partir du tableau de données brutes n°15 page 73.

Tableau n°21 : Matrice de corrélation entre les variables étudiées dans l'ACP1 à la RN des Marais de Bruges.																				
	MVS	HT	V	R	OMB	T*	PH	O2MG/L	O2%	C	IP	NO3	NO2	NH4	PO4	P	NK	CHL	PHEO	MES
MVS	1	-0,16	-0,06	0,04	0,13	-0,09	-0,02	-0,09	-0,06	-0,03	0,19	-0,04	0,04	0,21	-0,27	-0,2	0,39	0,54	0,61	0,89
HT	-0,16	1	-0,3	-0,22	0,26	-0,13	-0,09	-0,24	-0,29	-0,19	-0,34	0,18	0,19	0,09	0,41	0,25	-0,11	0,06	-0,09	-0,13
V	-0,06	-0,3	1	0,15	-0,1	0,07	-0,18	-0,26	-0,21	-0,03	-0,02	-0,07	-0,01	0,02	0,01	0,23	-0,04	-0,12	0,07	0,01
R	0,04	-0,22	0,15	1	-0,28	0,52	0,05	-0,36	0	-0,54	-0,25	-0,16	-0,18	-0,34	-0,02	-0,04	-0,21	-0,16	0,03	0,04
OMB	0,13	0,26	-0,1	-0,28	1	-0,01	0,09	-0,15	-0,15	-0,06	-0,22	-0,01	0,3	0,12	0,1	0,3	-0,22	0,27	0,18	0,07
T*	-0,09	-0,13	0,07	0,52	-0,01	1	0,43	-0,04	0,37	-0,56	-0,27	0,09	0,26	-0,36	0,12	0,14	-0,26	0,02	0,07	-0,13
PH	-0,02	-0,09	-0,18	0,05	0,09	0,43	1	0,47	0,59	-0,27	0,31	-0,03	0,34	-0,23	0	0,28	0	0,05	0	0,01
O2MG/L	-0,09	-0,24	-0,26	-0,36	-0,15	-0,04	0,47	1	0,65	0,36	0,4	-0,16	-0,03	0,16	-0,35	-0,22	0,15	0,03	-0,18	-0,02
O2%	-0,06	-0,29	-0,21	0	-0,15	0,37	0,59	0,65	1	0,03	0,17	-0,21	0,06	-0,06	-0,37	-0,22	-0,05	0,06	-0,07	-0,05
C	-0,03	-0,19	-0,03	-0,54	-0,06	-0,56	-0,27	0,38	0,03	1	0,26	-0,08	-0,12	0,21	-0,12	-0,11	0,28	0,07	-0,16	0,01
IP	0,19	-0,34	-0,02	-0,25	-0,22	-0,27	0,31	0,4	0,17	0,26	1	0,09	-0,13	0,09	-0,26	-0,32	0,55	0,05	-0,01	0,33
NO3	-0,04	0,18	-0,07	-0,16	-0,01	0,09	-0,03	-0,16	-0,21	-0,08	0,09	1	0,54	0,03	0,69	0,23	0,04	-0,31	-0,29	-0,04
NO2	0,04	0,19	-0,01	-0,18	0,3	0,26	0,34	-0,03	0,06	-0,12	-0,13	0,54	1	-0,17	0,46	0,53	-0,34	0,21	-0,06	0,06
NH4	0,21	0,09	0,02	-0,34	0,12	-0,38	-0,23	0,16	-0,05	0,21	0,09	0,03	-0,17	1	-0,14	-0,15	0,53	0,27	0,18	0,28
PO4	-0,27	0,41	0,01	-0,02	0,1	0,12	0	-0,35	-0,37	-0,12	-0,26	0,69	0,46	-0,14	1	0,67	-0,19	-0,31	-0,37	-0,23
P	-0,2	0,25	0,23	-0,04	0,3	0,14	0,28	-0,22	-0,22	-0,11	-0,32	0,23	0,53	-0,15	0,67	1	-0,27	-0,15	-0,14	-0,14
NK	0,39	-0,11	-0,04	-0,21	-0,22	-0,26	0	0,15	-0,05	0,28	0,55	0,04	-0,34	0,53	-0,19	-0,27	1	0,21	0,24	0,46
CHL	0,54	0,05	-0,12	-0,16	0,27	0,02	0,05	0,03	0,06	0,07	0,05	-0,31	0,21	0,27	-0,31	-0,15	0,21	1	0,58	0,59
PHEO	0,61	-0,09	0,07	0,03	0,18	0,07	0	-0,18	-0,07	-0,16	-0,01	-0,28	-0,06	0,18	-0,37	-0,14	0,24	0,58	1	0,6
MES	0,89	-0,13	0,01	0,04	0,07	-0,13	0,01	-0,02	-0,05	0,01	0,33	-0,04	0,06	0,28	-0,23	-0,14	0,46	0,59	0,6	1

Source : MERIGON *et al.*, 1999.

C.2. Analyser les données

L'analyse des données recouvre un grand nombre de méthodes qui ont pour objectif de décrire, synthétiser, expliquer l'information contenue dans les tableaux de données (voir pages 73 à 77). Le gestionnaire peut réaliser lui-même les analyses statistiques s'il exploite des séries de données simples ou à deux variables. Par contre les analyses statistiques deviennent compliquées dès lors que l'on est en présence de séries statistiques multiples (plus de deux variables). Si le volume de données est trop important il ne devra pas hésiter à faire appel à un statisticien.

C.2.1. Représenter graphiquement les données

C.2.1.1. Représentation graphique des distributions de série à 1 ou 2 variables

Les données de séries statistiques simples ou multiples relatives à un site peuvent être représentées graphiquement. Les séries statistiques à deux variables qualitatives ne sont généralement pas représentées graphiquement.

Les histogramme (diagramme en bâton)

Dans un histogramme, les effectifs des différentes classes sont reportées par des rectangles de hauteurs proportionnelles à chaque effectif. On peut représenter aussi bien des variables qualitatives que quantitatives. Les données issues du tableau n°16 page 75 ou encore du tableau n°19 page 77 peuvent être transcrites sous la forme de tels histogrammes (voir Figures n°57 et n°58). Les histogrammes peuvent représenter des effectifs absolus ou bien des pourcentages. On peut construire le même type de diagramme pour les effectifs cumulés.

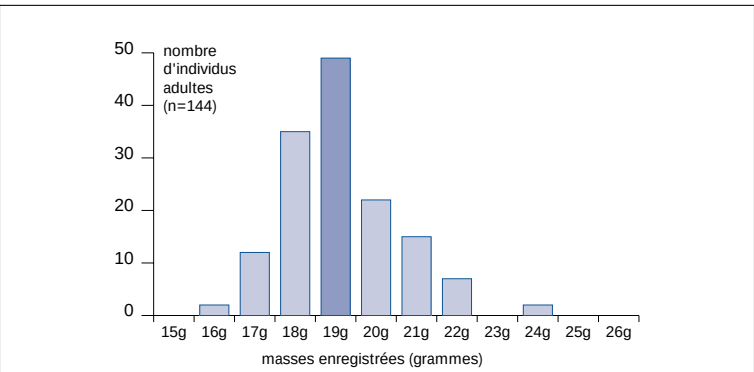


Figure n°57 : Histogramme des masses enregistrées chez l'Accenteur mouchet dans la RN de L'Etang de la Mazière. Source : DAL MOLIN et al., non daté.

Les polygones de fréquences

Dans ce type de graphique, les indices de classe de la variable sont portés en abscisse et les fréquences en ordonnée. Il convient surtout aux données continues des séries statistiques simples. On peut se représenter les polygones de fréquence par des lignes brisées qui relient les sommets des rectangles dans un histogramme. Le tableau n°19 page 77 (synthèse des masses enregistrées chez l'Accenteur mouchet) peut être représenté, par exemple, par un polygone de fréquence (voir Figure n°59).

Attention : ce type de graphique n'a de sens qu'avec des données numériques. Dans le cas de variables qualitatives, on peut au préalable classer les variables par fréquences décroissantes (ou croissantes) avant de réaliser le graphique.



Photo n°54 : Analyse de graphiques issus du suivi scientifique dans la RNR de la Toubière de Vred. © Photo : V. FIERES.

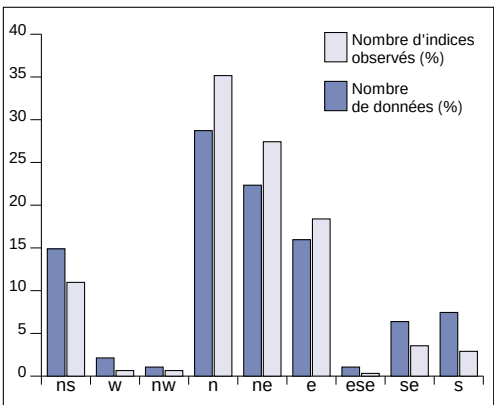


Figure n°58 : Histogramme de répartition du Grand tétras en fonction de l'exposition dans le massif du Madres Coronat. Source : MOREAU, 1996.

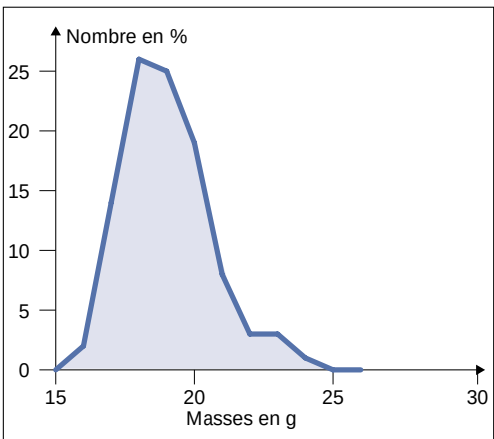


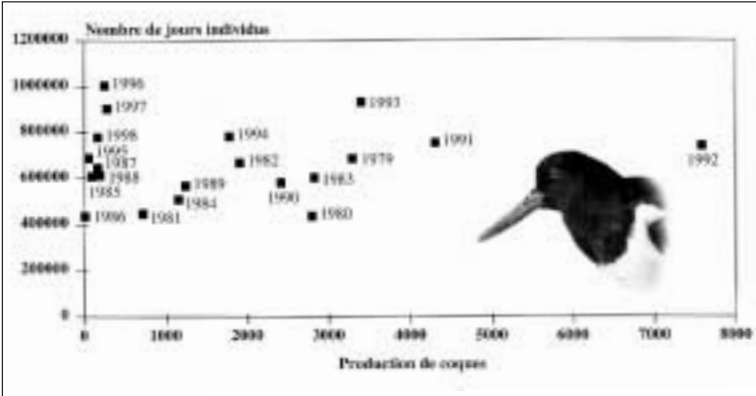
Figure n°59 : Polygone de fréquence des masses enregistrées chez l'Accenteur mouchet dans la RN de L'Etang de la Mazière. Source : DAL MOLIN et al., non daté.

Figure n°60 : Représentation du nombre de jours/individus d'Huîtrier pie en fonction de la population de coques commercialisables pour les hivers de la période 1979-1998 en Baie de Somme. Le nombre de jours/individus n'est pas lié à la production de coques. Les valeurs les plus élevées ont été obtenues au cours de la décennie 1990, quand les productions de coques sont parmi les plus faibles de la série.

Source : TRIPIET et al., 1999.

Les diagrammes de dispersion

Ils permettent de représenter des données quantitatives issues de séries statistiques doubles. Ce type de diagramme présente en abscisse la variable «x» et en ordonnée la variable «y» (voir Figure n°60). En plaçant chaque élément dans ce système de coordonnées, on obtient un nuage de points (lorsque les deux variables sont quantitatives).



Les diagrammes en secteurs

Dans un diagramme en secteur (appelé de façon familière «camembert»), les effectifs des différentes classes sont représentés par des secteurs d'angles proportionnels aux effectifs. On s'en sert généralement pour représenter les effectifs de variables qualitatives (voir Figure n°61).

Les courbes de fréquence

Les données issues de séries statistiques doubles avec une variable qualitative, l'autre quantitative, sont représentées graphiquement par une série de courbes de fréquence ou d'histogrammes (voir aussi page 78). Chaque courbe ou histogramme se rapporte alors à une catégorie de la variable qualitative. Par exemple, grâce à diverses données calculées (taille moyenne des pieds marqués, écart-type et taux d'accroissement moyen), on peut tracer le graphe des taux d'accroissement moyen des pieds de l'espèce *Kosteletzkya pentacarpus* dans 5 stations d'étude à Biguglia (Figure n°62).

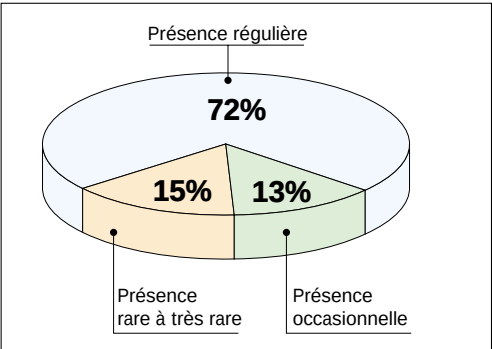
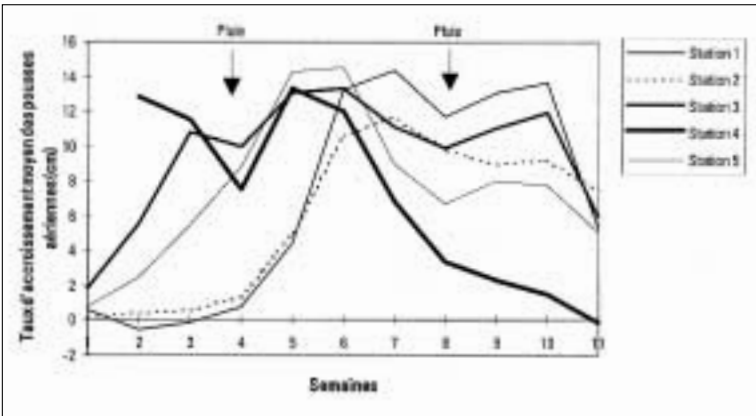


Figure n°61 : Graphe général des espèces recensées sur le site de la RN de la Mazière de 1969 à 1994.

Figure n°62 : Taux d'accroissement moyen des pousses aériennes de *Kosteletzkia pentacarpus* dans cinq stations d'étude de la Réserve Naturelle de l'Etang de Biguglia. Source : RAVETTO et al., 1997.



Dendrogrammes

Les dendrogrammes permettent d'illustrer les affinités des variables entre elles. Ces dendrogrammes sont établis à partir du calcul des distances de Jaccard (voir Figure n°63).

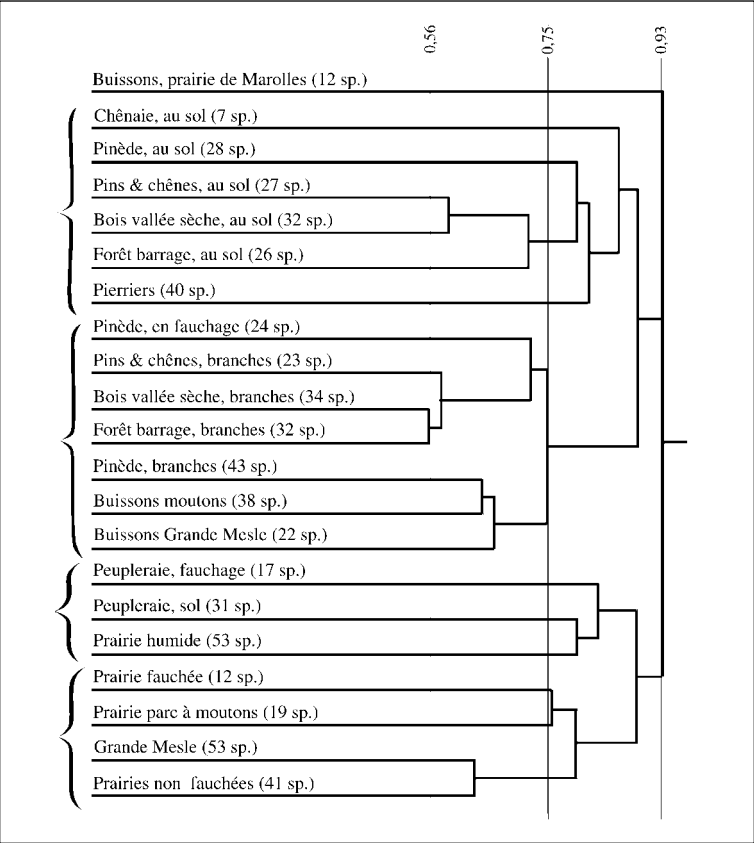


Figure n°63 : Affinités entre milieux pour les peuplements aranéologiques dans la RN de Grand Pierre et Vitain. Lors d'une étude du peuplement aranéologique de la RN, les scientifiques ont cherché à savoir quelles sont les affinités entre milieux. Le dendrogramme a été obtenu en calculant les stations par l'indice de Jaccard ($I = 1 - c / p + q - C$). Où «c» est le nombre d'espèces en commun entre 2 stations ; «p» le nombre d'espèces présentes dans la première station ; «q» le nombre d'espèces présentes dans la deuxième station. Cet indice va de 0 (identité parfaite) à 1 (aucun point commun) par construction ascendante hiérarchique et lien moyen (à chaque étape, le programme recherche la paire de stations dont la distance est la plus faible, puis recalcule les distances entre la paire créée et les autres stations en prenant la moyenne arithmétique des distances). Les milieux rencontrés se répartissent en 3 ensembles : - celui des pelouses sèches, - celui des forêts, et celui, par certains côtés intermédiaires, constitué par les prairies humides et par la peupleraie. Source : LEDOUX et EMERIT, 2000.

C.2.1.2. Représentation graphique de séries statistiques multidimensionnelles (analyses factorielles)

Au travers de techniques de visualisation, les méthodes factorielles permettent de résumer, de structurer et de synthétiser l'information contenue dans des masses volumineuses de données, ceci pour ne garder que les données les plus pertinentes.

Le type d'analyse dépend essentiellement de la nature des paramètres étudiés. Trois méthodes maintenant classiques constituent les outils de base des analyses factorielles. Ces différentes techniques ont des fondements théoriques communs. L'objectif général commun à ces différentes techniques d'analyse factorielle est de représenter de façon synthétique à l'aide de graphiques «l'information» contenue dans un tableau de données. L'idée générale est, à partir d'un tableau de données numériques, voir page 77 («n» lignes, «p» colonnes), de représenter ces données par un nuage de «n» points dans un espace de dimension «p» et par un nuage de «p» points dans un espace de dimension «n». Il convient de souligner qu'un graphique d'ACP ne se lit pas comme un graphique AFC.

L'analyse en composantes principales (ACP),

Ce type d'analyse traite de tableaux croisant les individus (lignes) et les variables numériques qui caractérisent ces individus (colonnes). L'ACP permet de déterminer les variables principales d'un échantillon. Par exemple la

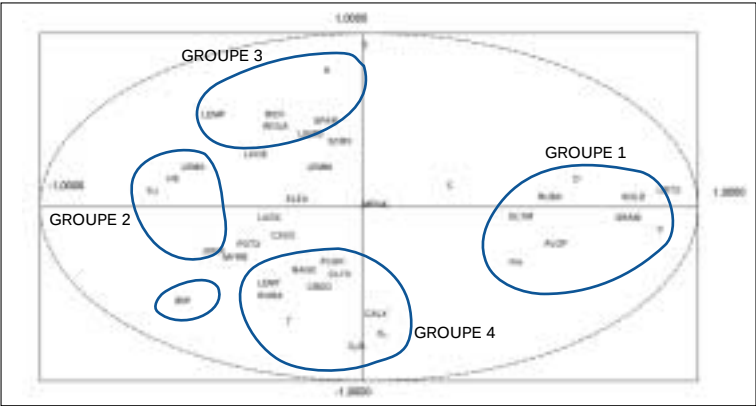
Figure n°64 : Analyse en Composantes Principales portant sur les paramètres physiques et physico-chimiques ainsi que sur les différents taxons répertoriés sur chacune des stations, dans le cadre d'une étude sur la qualité de l'eau dans la RN des Marais de Bruges.
Source : MERIGON et al., 1999.

Dans un premier temps les taxons ont été codés à l'aide de 4 lettres.
Cet ACP permet de distinguer grossièrement 5 groupes :
- L'ombre portée (O), la vitesse du courant (V), et le pH (PH) contribuent à l'axe 1 et semblent aller dans le même sens. Il en est de même pour certaines espèces de macrophytes aquatiques telles que *Solanum dulcamara* (SOLD), *Glyceria maxima* (GLYM), des ronces (RUBX), des orties (URTX), des algues filamenteuses (ALGF) et des graminées (GRAM).
- La turbidité (TU), l'épaisseur du substrat (HS), le genre *Lemna* (LEMX) et le genre *Juncus* (JUNX) contribuent aussi à l'axe 1 mais semblent être corrélés négativement avec le groupe précédent.
- Le troisième groupe est formé par les variables H (hauteur d'eau), SPAR (*sparganium erectum*), RICF (*Riccia fluitans*), WOLA (*Wolffia arrhiza*) et LEMP (*Lemna polyrhiza*) et contribue à l'axe 2.
- PLGH (*Polygonum hydropiper*), CERD (*Ceratophyllum demersum*), CLYX (*Calystegia* sp.), RANX (*Ranunculus* sp.), LEMT (*Lemna trisulca*), RORA (*Rorippa amphibia*), CALX (*Callitriche* sp.), T (température), O2 (Oxygène dissous) et O2% (taux de saturation de l'oxygène dissous) contribuent également à l'axe 2 mais semblent ne pas aller dans le même sens que le groupe précédent.
- IRIP (*Iris pseudacorus*) contribue à la fois aux axes 1 et 2.

Extrait de MERIGNON et al., 1999.

LES ANALYSES FACTORIELLES

Ce sont des méthodes dites multidimensionnelles en opposition avec les méthodes statistiques classiques descriptives qui ne traitent guère qu'une ou deux variables à la fois. Elles permettent donc la confrontation de nombreuses informations, ce qui est beaucoup plus riche en renseignements que leur examen séparé. Elles extraient les tendances les plus marquantes et éliminent les effets marginaux ou ponctuels qui perturbent la perception globale des faits.
Une analyse factorielle a par exemple pour but de mettre en évidence d'éventuelles relations entre la diversité spécifique et les paramètres physico-chimiques.
L'analyse factorielle est un sujet qui, au plan théorique, mobilise des outils mathématiques relativement sophistiqués.



distribution de paramètres physico-chimiques de l'eau permet de distinguer des groupes de variables (voir Figure n°64).

L'analyse factorielle des correspondances (AFC)

Ce type d'analyse traite des tableaux de fréquence, et de ce point de vue on peut considérer en première approche que c'est un mode de représentation graphique des tris croisés multiples. Les données récoltées dans la RN de Nohèdes et issues de l'analyse croisée entre mammifères et expositions permettent de réaliser une AFC (voir Figure n°65). C'est la méthode d'analyse numérique la plus fréquemment employée, notamment dans les réserves naturelles. Elle est particulièrement bien adaptée à l'analyse des variables qualitatives et aux tableaux de données quantitatives, si les valeurs du tableau sont positives. Elle permet de comparer des variables qualitatives entre elles et fait ressortir les différences relatives entre les variables. C'est une technique statistique très bien adaptée aux analyses phytosociologiques d'ordination des relevés et donc des groupements végétaux (GUINOCHET, 1973).

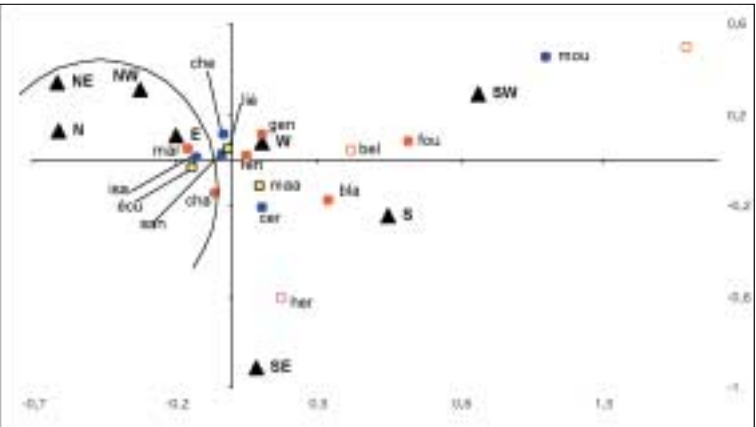


Figure n°65 : Relation entre espèces de mammifères et expositions dans la RN de Nohèdes. Analyse Factorielle des Correspondances à Variables Instrumentales. Axes 1-3.
Source : LETSCHER, 2001.

L'analyse des correspondances multiples (ACM).

Ce type d'analyse s'applique à des tableaux de valeurs codifiées. Par exemple, pour mesurer l'influence des paramètres de la nappe sur la répartition de *Kosteletzkya pentacarpos* dans la RN de l'Etang de Biguglia, une ACM a été réalisée. Dix variables sont choisies dont neuf quantitatives (durée de l'immersion du milieu, pH de l'eau, conductivité de l'eau, teneur en azote total, ions ammonium, nitrites, nitrates, phosphore total, phosphates) et une qualitative (la présence de l'espèce). Chaque variable a été divisée (codifiée)

en plusieurs modalités (au moins deux) qui diffèrent selon les stations. Pour les variables quantitatives, ces modalités sont les classes de valeurs (par exemple «NH4b» pour NH4 < 3 mg/l, «Di a» pour Durée d’immersion < 5 jours) tandis que pour les variables qualitatives ces modalités sont : absente, rare, présente ou abondante. On obtient ainsi un graphique (voir Figure n°66).



Photo n°55 : Kosteletzkya pentacarpos, une espèce végétale étudiée dans la RN de l'Étang de Biguglia
© Photo : S. RAVETTO/RN ÉTANG DE BIGUGLIA.

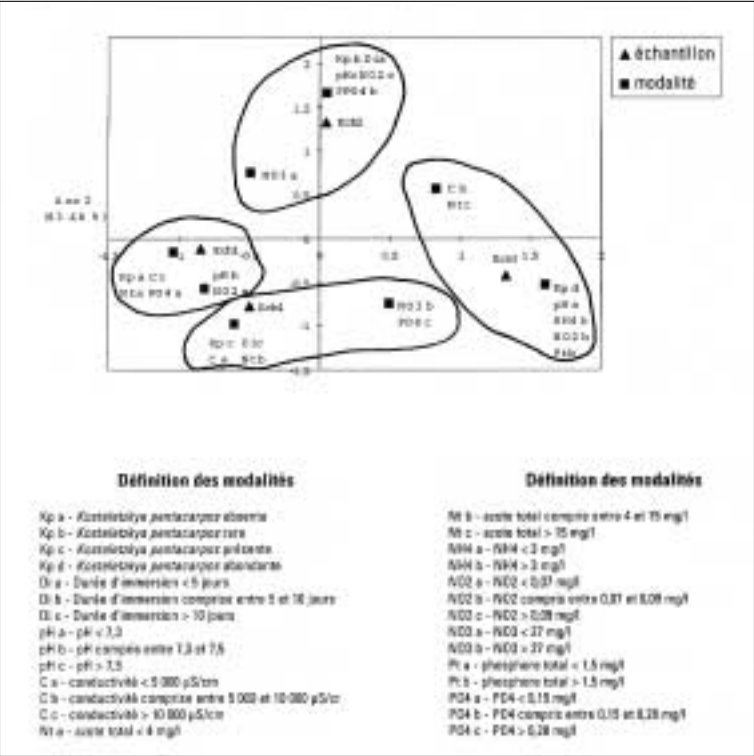


Figure n°66 : Regroupement des différentes modalités pour l'ACM sur les différents paramètres de la nappe dans la zone d'étude de Kosteletzkya pentacarpos au sud de l'étang de Biguglia.
Source : RAVETTO et al., 1997.

Tableau n°22 : Modalités corrélées à Kosteletzkya pentacarpos absente et présente dans la RN de l'Etang de Biguglia. Résultats de l'ACM.	
Modalités corrélées à Kosteletzkya pentacarpos absente	Modalités corrélées à Kosteletzkya pentacarpos présente
Durée d'immersion comprise entre 5 et 10 jours	~
Conductivité supérieure à 10 000 uS/cm	Conductivité comprise en tre 5 000 et 10 000 uS/cm
pH compris entre 7,3 et 7,5	pH inférieur à 7,3
Teneur en azote total inférieure à 4 mg/l	Teneur en azote total supérieure à 15 mg/l
~	Teneur en ions ammonium supérieure à 3 mg/l
Teneur en nitrites inférieure à 0,07 mg/l	Teneur en nitrites comprise entre 0,07 et 0,09 mg/l
~	Teneur en phosphore total supérieure à 1,5 mg/l
Teneur en phosphates inférieure à 0,15 mg/l	~

C.2.2. Effectuer le calcul des paramètres de distribution

Il s'agit ici de décrire les séries statistiques. Un paramètre de distribution est une caractéristique quantitative qui permet une représentation condensée de l'information contenue dans une série statistique simple, double ou multiple (voir page 74) obtenus à partir des tableaux de données classées (pages 75 à 77). Ce type de calcul est effectué quand les données se rapportent à un petit nombre de variables mesurées sur un grand nombre d'éléments (échantillons). On distingue les paramètres de position, de dispersion et de totalisation. La première chose à faire, après avoir parcouru les données est de séparer les variables quantitatives et qualitatives, puis de

A partir du graphique précédent (Figure n°66), il est possible de corrélér la présence ou l'absence de l'espèce étudiée en fonction des modalités du milieu (voir Tableau n°22)
Source : RAVETTO et al., 1997.

faire toutes les analyses univariées, c'est-à-dire de calculer toutes les moyennes, variances, écarts-types...

Les formules mathématiques des calculs ne sont pas détaillées ici. Le gestionnaire pourra se référer aux références bibliographiques pour en savoir plus, notamment l'ouvrage de biostatistiques de Bruno SCHERRER (1984) ou tout autre ouvrage de statistique.

C.2.2.1. Calcul des paramètres de séries statistiques simples

Pour une variable quantitative :

On indique le nombre de valeurs et on calcule les paramètres de position, les plus utilisés sont la moyenne (m) et la médiane, puis les paramètres de dispersion des variables qui renseignent sur l'étalement de la distribution. En effet, deux distributions peuvent avoir la même moyenne, la même médiane et le même mode et présenter des formes très différentes. Ces paramètres de dispersion sont l'étendue de la variation, la variance (V), l'écart-type (voir Tableau n°23) et le coefficient de variation. Il est également conseillé de fournir la valeur minimale et la valeur maximale.

Tableau n°23 : Conductivité moyenne et pH moyen mesurés dans les piézomètres des stations d'étude de Kosteletzky pentacarpos de la Réserve Naturelle de l'Etang de Biguglia.				
PIEZOMETRE	CONDUCTIVITE MOYENNE (en microS/cm)	Ecart-type	PH MOYEN	Ecart-type
P2 1	15 243	6441,42	7,368	0,1597
P2 2	5 025	1520,384	7,555	0,1115
P2 3	5 415	1663,661	7,288	0,1520
P2 4	1 107	242,813	7,465	0,1287
P5 3	5 005	1421,185	7,293	0,1445
P8 1	10 403	252,768	6,92	0,1033
P8 2	7 005	702,685	6,9	0,1846
P8 3	5 400	606,355	6,978	0,0900
P8 4	1 085	314,378	7,263	0,1021

Source : RAVETTO et al., 1997.

Pour une variable qualitative :

Avec les variables qualitatives un élément n'est pas caractérisé par une mesure quantitative mais par son appartenance à une catégorie définie a priori. Dans ce cas, la distribution de fréquence indique le nombre d'éléments relevant de chacune des catégories (voir Tableau n°19 ou n°20 page 77 par exemple). Pour de telles variables, le seul paramètre ayant une signification est le mode, qui correspond à la catégorie la mieux représentée, c'est-à-dire celle qui affiche la plus forte fréquence. Si on considère le tableau n°24, les espèces peuvent être considérées comme les différentes catégories ou réalisations possibles d'une variable qualitative. La catégorie la plus représentée est le Renard roux. Il s'agit donc de la classe modale qui, en écologie, s'appelle l'espèce dominante.

C.2.2.2. Calcul des paramètres de séries statistiques doubles

Les données relatives à une série statistique double sont représentées par un diagramme de dispersion (voir page 79) montrant la position, la forme et l'étalement du nuage de points. Pour rendre compte de l'étalement et de l'inclinaison du nuage de points, deux paramètres de dispersion sont nécessaires : la variance et la covariance.

LES PARAMÈTRES DE DISPERSION DE VARIABLES QUALITATIVES

Ce sont : la richesse, la diversité et la régularité.
La richesse globale est par exemple le nombre total d'espèces contactées sur l'ensemble des transects ou des points d'observation lors des sorties de terrain.
La richesse totale est le nombre d'espèces notées sur un transect.
La richesse moyenne est le nombre moyen d'espèces notées sur chaque faciès au sein d'un même transect ou point d'observation.

Tableau n°24 : Nombre de données (>10) récoltées par espèces dans la RN de Nohèdes.		
Espèces	Nombre de données	Proportion relative (%)
Renard roux	1723	19,3
Sanglier	1299	14,5
Lièvre commun	1071	12,0
Isard	1068	12,0
Chevreuil	896	10,0
Ecureuil roux	855	9,6
Cerf élaphe	831	9,3
Martre	477	5,3
Blaireau européen	250	2,8
Marmotte des Alpes	201	2,2
Mouflon de Corse	91	1,0
Genette	57	0,6
Fouine	54	0,6
Chat forestier	21	0,3
Belette	14	0,2
Hermine	11	0,2
Total	8919	100

LES CONCEPTS DE PRÉCISION ET D'EXACTITUDE

Ils sont très importants et doivent toujours être considérés dans les études de comptage (COLIN J.B).

Une erreur de précision peut venir du fait que l'on surveille seulement une petite partie de l'aire en question et que les oiseaux ne sont pas uniformément distribués (voir aussi Figure n°21 page 41).

Source : LETSCHER, 2001.

C.2.2.3. Calcul des paramètres de séries statistiques multiples

Le centre de gravité est l'extension, à une série bi- ou multidimensionnelle, du concept de moyenne. Il est donc à une série statistique double ou multiple ce que la moyenne est à une série statistique simple. L'écriture matricielle (voir Tableau page 77) est pratiquement toujours utilisée pour représenter les données et les paramètres des séries statistiques multiples. Pour en savoir plus le gestionnaire se référera à la bibliographie.

C.2.2.4. Calcul de l'intervalle de confiance

L'intervalle de confiance est la limite dans lesquelles un paramètre a «x» chances de se trouver. On fait appel à des tables pour trouver les intervalles de confiance. Plus l'intervalle de confiance est grand, meilleure sera l'estimation. L'intervalle de confiance peut être calculé pour la moyenne, la médiane, la variance, l'écart-type.

Dans les espaces naturels on recherchera surtout l'estimation la plus satisfaisante d'un paramètre mesuré sur un certain nombre d'échantillons. Elle devra être exempte de biais et posséder le plus petit intervalle d'incertitude pour le type d'échantillonnage pratiqué.

On pourra citer l'exemple de la RN de la Mazière dans laquelle le gestionnaire a cherché à savoir, par le biais d'une analyse statistique du millier

Tableau n°25 : Analyse de données biométriques relevées chez le Pipit spioncelle à la RN de la Mazière.			
Auteurs	Mâles supposés	Femelles supposées	Fourchette d'incertitude
Paul GEROUDET	87 / 94 mm	82 / 89 mm	87, 88, 89 mm
Lars SVENSSON	> 90 mm	< 88 mm	88, 89, 90 mm
Station SEMPACH	> 90 mm	< 88 mm	89, 90 mm
Glutz Von BLOTZHEIM	90 / 97 mm	83 / 90 mm	90 mm

Source : DAL MOLIN et al., non daté.

de données enregistrées pendant 3 ans – et réputées homogènes car relevées par deux personnes mesurant exactement de la même manière – s'il était possible de mettre en évidence la détermination présumée du sexe chez le Pipit spioncelle par la seule analyse de la longueur alaire. Les résultats obtenus (fourchette d'incertitude pour trois observateurs) paraissent confirmer cette possibilité (voir Tableau n°25).

C.2.3. Effectuer des tests statistiques pour comparer les échantillons

Il est nécessaire de disposer de méthodes permettant de définir les variations, les évolutions, les ressemblances ou les différences entre années, entre catégories, entre sites. Après saisie et organisation en tableau des données, et si les représentations graphiques n'apportent pas suffisamment d'éléments, des tests statistiques plus complexes pourront être utilisés.

C.2.3.1. Choisir un test statistique

Les objectifs principaux auxquels peuvent répondre les tests statistiques sont :

- l'évaluation de la représentativité des répartitions observées par rapport aux valeurs connues pour l'ensemble de la population,
- la mesure de la significativité de la différence constatée sur les observations de deux groupes d'individus ou d'un même groupe pour deux variables observées,
- l'existence et l'intensité d'une liaison entre deux variables.

Ce type de test est utile dans les espaces naturels lorsque l'on veut par exemple établir si deux types de gestion sont différents ou si l'un est "meilleur" que l'autre. Dans tous les cas, le groupe qui a subi le traitement (un mode de gestion par exemple) est comparé à celui qui n'en a pas subi, ou qui a subi un traitement différent.

Le choix d'un test statistique s'avère tellement lié à celui du plan d'échantillonnage qu'il est souvent difficile de déterminer quel choix précède l'autre. En effet, beaucoup d'analyses factorielles nécessitent une collecte très particulière des données.

Il existe une multitude de tests utilisés pour comparer les échantillons entre eux, mesurer la ressemblance entre les échantillons et vérifier les hypothèses.

On distingue deux grandes catégories de tests : les tests paramétriques et les tests non paramétriques (voir encadré ci-dessous). On choisira les tests appropriés en fonction du type de mesure, de la forme de la distribution de fréquences et du nombre d'échantillons dont on dispose.

Tests paramétriques et non paramétriques (avantages et inconvénients)

TEST PARAMÉTRIQUE

Un test paramétrique s'applique aux analyses qui mettent en jeu des variables dont l'évolution est susceptible de suivre une loi statistique dont les paramètres sont «connus» ou du moins «estimables». En général, ces tests ne peuvent s'appliquer qu'aux variables numériques. Quand leurs conditions sont remplies, ils sont plus puissants que les tests non paramétriques.

TEST NON PARAMÉTRIQUE

Les tests non paramétriques s'appliquent quant à eux, à la fois aux variables numériques et qualitatives.

Un test non paramétrique est un test dont le modèle ne précise pas les conditions que doivent remplir les paramètres de la population dont a été extrait l'échantillon. Cependant certaines conditions d'application doivent être vérifiées. Les échantillons considérés doivent être aléatoires (lorsque tous les individus ont la même probabilité de faire partie de l'échantillon) et simples (tous les individus qui doivent former l'échantillon sont prélevés

CONSEIL

Les tests statistiques permettent essentiellement d'évaluer les répartitions obtenues pour savoir si elles sont dues au hasard ou si elles recèlent des informations intéressantes.

RÔLE DES STATISTIQUES

La statistique vise à décrire, à résumer et à interpréter des phénomènes dont le caractère essentiel est la variabilité. Elle fournit de la manière la plus rigoureuse possible des éléments d'appréciation utiles à l'explication ou à la prévision de ces phénomènes, mais elle n'explique ni ne prévoit aucun d'entre eux (VIGNERON, 1997).

Les statistiques partent de la réalité (ou en tout cas d'une description chiffrée de «la» réalité) pour donner une vue globale et tentent de synthétiser ou de modéliser en se servant des modèles théoriques issus des probabilités.

Il existe peu d'ouvrages de biostatistique complets en français. Un ouvrage semble faire l'unanimité, «Biostatistique» de Bruno SCHERRER (1984). Par contre cet ouvrage n'intègre pas des analyses en composantes principales et des analyses factorielles des correspondances (voir pages 80 et 81).

indépendamment les uns des autres), et éventuellement indépendants les uns des autres (emploi de tables de nombres aléatoires). Ces tests ne font pas référence à une répartition particulière de la population-mère. Ils peuvent donc s'appliquer à des petits échantillons. Les tests non-paramétriques sont utilisés dès que l'effectif «N» d'un échantillon est inférieur à 30, même pour des échantillons de taille très faible jusqu'à N=6. S'ils sont théoriquement moins puissants que les tests paramétriques, on peut quand même considérer qu'ils sont plus adaptés aux problématiques d'enquêtes. Des études ont d'ailleurs prouvé que leur exactitude sur des grands échantillons n'est que légèrement inférieure à celle des tests paramétriques, alors qu'ils sont infiniment plus exacts sur des petits échantillons. Ils sont plus faciles à apprendre et à appliquer que les tests paramétriques. Leur relative simplicité résulte souvent du remplacement des valeurs observées soit par des variables alternatives, indiquant l'appartenance à l'une ou à l'autre classe d'observation, soit par les rangs, c'est-à-dire les numéros d'ordre des valeurs observées rangées par ordre croissant. C'est ainsi que la médiane est généralement préférée à la moyenne, comme paramètre de position.

L'assistance de logiciels statistiques permet d'effectuer rapidement et avec une bonne fiabilité les calculs nécessaires à l'authentification des tests et à obtenir les paramètres nécessaires pour accepter ou rejeter les hypothèses.

C.2.3.2. Quelques exemple de tests de comparaison d'échantillons

Nous nous limiterons ici à énoncer les tests et démarches usuelles utilisés sans les détailler. Le but n'est pas de présenter l'intégralité des notions mais d'éclairer le gestionnaire. Pour en savoir plus le gestionnaire se référera à la bibliographie.

Le cas des échantillons isolés :

Pour savoir si la distribution des réponses de deux variables qualitatives est due au hasard ou si elle révèle une liaison entre elles, on utilise généralement le test du χ^2 dit «Khi-deux». Celui-ci mesure l'écart entre les valeurs observées et les valeurs théoriques attendues si l'hypothèse était bien vérifiée (l'association des espèces). Le χ^2 s'obtient grâce à un tableau croisé dit «tableau de contingence» (voir page 80). L'inconvénient de ce test consiste en une perte d'informations par la transformation d'une variable quantitative en variable qualitative. Il est donc à déconseiller dans les cas où l'on peut utiliser une variable quantitative. Ce test est disponible en standard dans EXCEL.

Lorsque l'on cherche à déterminer si deux variables numériques sont liées, on parle de corrélation. Les trois tests de corrélation les plus utilisés sont ceux de Spearman, Kendall et Pearson. Les deux premiers sont des tests non-paramétriques. Ces deux tests commencent par classer les valeurs observées pour chaque individu à chacune des deux variables. Ainsi, si on cherche à évaluer la corrélation entre l'âge et le poids d'un individu, la première étape du calcul évalue pour l'individu 1 puis 2, puis n, son classement en fonction de l'âge et celui en fonction du poids. Le test de Spearman se base sur la différence des rangs pour chaque individu, pour donner, à partir d'une formule particulière, la valeur du test (R de Spearman). Plus cette valeur est proche de 0 plus les 2 variables sont indépendantes. A l'inverse, plus il est proche de 1, plus elles sont corrélées.

Le cas de deux échantillons indépendants :

Les échantillons indépendants peuvent être extraits au hasard dans deux populations ou proviennent de l'assignation au hasard de deux traitements (deux modes de gestion par exemple) aux membres d'un échantillon. Lorsque l'on compare deux échantillons indépendants, ces deux échantillons ne

NORMALITÉ D'UN ÉCHANTILLON

On admet que la normalité est atteinte à partir de N =30.

En dessous de N=30, les tests nécessitent certaines hypothèses [normalité des distributions, égalité des variances, etc.]. Ceci est particulièrement vrai quand les effectifs sont très faibles.

LES COEFFICIENTS DE RESSEMBLANCE

Ils mesurent le caractère de similarité qui existe, ou non, entre deux échantillons, c'est-à-dire, si les compositions en espèces des deux relevés sont différentes ou non. Plusieurs coefficients peuvent être utilisés. Il s'agit des :

- coefficient de JACCARD (Sj) et de SORENSEN (Ss),
- coefficient de CZEKANOWSKI, etc.

doivent pas avoir nécessairement la même taille. Il est possible de faire des comparaisons de moyenne. Pour comparer deux moyennes, il faut habituellement employer le test «T» de Student, qui suppose la normalité des distributions et l'égalité des variances (test paramétrique), hypothèses invérifiables avec des effectifs faibles. Afin de déterminer si les échantillons proviennent de la même population ou de deux populations différentes, il est plutôt conseillé d'utiliser des tests non paramétriques : le test de Mann-Whitney ou le test de Kolmogorov-Smirnov.

Test U de Mann et Whitney	Comme ce dernier, il s'applique essentiellement sur une variable numérique (ou qualitative ordinale). Il commence par mettre ensemble les réponses des 2 groupes X et Y et à les classer. Le calcul porte ensuite sur le nombre de fois où un individu du groupe X précède un individu du groupe Y. La somme de ces éléments permet d'obtenir la valeur du test à comparer à la valeur critique dans la table de Mann-Whitney.
Test de Kolmogorov-Smirnov	Il recherche la plus grande déviation existante entre deux distributions cumulatives. Il faut réaliser la distribution cumulative de fréquence pour chaque échantillon, avec les mêmes intervalles pour les deux distributions. Pour chaque intervalle on calcule la différence entre les deux distributions et on recherche la plus forte de ces déviations.

Le cas de deux échantillons appariés :

Le test de Wilcoxon signé est aussi une alternative non paramétrique au test «T» de Student pour données appariées. Là aussi, les deux variables à tester doivent être numériques (ou assimilées). Les échantillons étant appariés, ils doivent nécessairement comporter le même nombre d'individus. On forme pour chaque paire d'observations la différence puis on classe ces observations en valeurs absolues croissantes, en mentionnant pour chacune si elle est positive ou négative (les différences nulles sont éliminées).

Le cas de plus de deux échantillons appariés :

Il existe un autre test non paramétrique permettant de comparer plus de 2 échantillons et qui est en fait la généralisation du test de Mann-Whitney. Il s'agit du test de Kruskal-Wallis. Ce test, très utile, permet d'analyser la liaison entre un caractère quantitatif et un caractère qualitatif à k classes (k >2). Ce test permet notamment d'effectuer des comparaisons multiples en testant ce que l'on appelle les rangs moyens. Il s'agit de la procédure la plus utilisée dans les tests non paramétriques.

C.3. Interpréter les résultats

LE BIAIS

Le biais est une erreur dont la valeur ne diminue pas avec l'augmentation du nombre d'échantillons. Les biais sont inévitables dans la plupart des méthodes de suivi des espèces animales.

Il ne faut pas oublier que toute étude est menée dans le but d'apporter des informations utiles à la compréhension d'une dynamique naturelle ou liée à la gestion du site. S'il est important de savoir calculer, il est tout aussi important de savoir interpréter les résultats obtenus (ou au moins proposer une interprétation). Il faut avoir le personnel et les compétences pour l'exploitation des résultats.

L'interprétation des résultats n'est pas toujours immédiate. Elle doit se faire dans le cadre des limites de la méthode, dans l'optique de répondre à l'objectif visé par le gestionnaire, et doit apporter des réponses aux hypothèses formulées au départ. Si la méthodologie a été minutieusement planifiée, une seule interprétation est possible et les sources d'erreurs sont nulles ou faibles (SCHERRER, 1984).

Les résultats du suivi permettent d'évaluer la pertinence de la gestion décidée et mise en place, c'est pourquoi leur interprétation doit être univoque et basée sur des données fiables. Il ne faut cependant pas sous-estimer les sources d'erreurs. Il y en a toujours, même avec les observateurs les plus expérimentés. Il faudra donc être prudent quant à l'analyse qui peut être faite des données (voir chapitre C.1.2. «Évaluer les données»). Le principal problème que risque de rencontrer le gestionnaire réside dans la difficulté de distinguer les fluctuations «naturelles» des tendances extérieures ou liées à la gestion.

Il faut aussi avoir connaissance de ce qui se passe en dehors des limites de l'espace naturel. Le gestionnaire doit être conscient que la mobilité des espèces, notamment des oiseaux, des chauves-souris ou encore des grands mammifères (carnivores principalement), rend parfois délicate l'interprétation de séries de données sur un site.

Un site bien géré pour des canards hivernants peut très bien voir leurs effectifs y décroître... si parallèlement d'autres sites proches deviennent encore plus attractifs.

Dans le cadre de l'étude expérimentale réalisée dans la RN de la Truchère-Ratenelle (voir aussi exemple page 18), une partie des résultats n'a pas été exploitée à cause de la faiblesse des effectifs d'amphibiens. Dans certaines cages les têtards ont complètement disparus. A l'inverse, d'autres se sont trouvées colonisées par des pontes allochtones. Cette erreur est principalement due à la carence d'étanchéité du couvercle des cages.

Suivi et surveillance continue, mythes et faits

- beaucoup de données ne signifie pas qu'on aura beaucoup d'informations ;
- utilisation d'instruments et méthodes complexes ne signifient pas suivi rigoureux ;
- un suivi (même bon) ne répond qu'à ce pour quoi il est conçu ;
- se méfier des liens de causalité trop rapides (exemple : augmentation des canards car bonne gestion) ;
- les protocoles de suivis sont souvent affectés par des facteurs extérieurs : un travail agréable est fait plus souvent (observation des oiseaux par exemple) ;
- bien évaluer les moyens requis par rapport à ceux disponibles. Si besoin : réduire ses ambitions, abandonner le programme, mais dans tous les cas ne pas pencher vers une rigueur moindre ;
- le gestionnaire est décideur. Il doit souvent agir sans avoir toutes les données souhaitables (pas possible de tout suivre).

D'après PERENNOU *et al.* (1999).

Rendre compte des résultats

Utilisation et valorisation

Traiter les échantillons collectés sur le terrain pour analyser les données permet d'obtenir des résultats qui, s'ils sont suffisamment exploitables, confortent (ou non) les choix de gestion du gestionnaire du site et orientent ses actions. Ces résultats sont davantage utilisables s'ils sont confrontés à d'autres résultats et servent de référents sur d'autres sites. Les faire connaître est donc important.

D.1. Utiliser les résultats

D.1.1. Evaluer le patrimoine naturel

D.1.1.1. Evaluer l'état de conservation des espèces et des habitats

De nombreuses études visent ou concourent à apporter des éléments pour évaluer l'état de conservation ou le « bon » fonctionnement d'une population d'espèces ou d'un habitat. Cette évaluation est un point important, mais il existe à ce jour encore peu de référence pour la réaliser. Les « cahiers d'habitats et d'espèces d'intérêts communautaires » édités par la documentation française sont un outil accessible au gestionnaire. D'après DUPONT (*com. pers.*), une solution consiste à établir une liste potentielle des espèces présentes sur le site. Si l'inventaire des habitats a été réalisé, il est possible, en utilisant les cahiers d'habitats, les atlas régionaux s'ils existent, ou en se référant aux scientifiques locaux, de dresser une première liste des espèces potentiellement présentes. Toutefois ces outils ne donnent que des indications générales et ne suffisent pas à répondre à la problématique. Ils permettent simplement d'obtenir certaines données pouvant orienter la démarche. D'après les travaux de SPEIGHT, on peut ensuite faire la comparaison avec l'inventaire réalisé :

- 0-25 % des espèces potentielles ont été rencontrées : mauvais état de conservation
- 25-50 % : état de conservation moyen
- 50-75 % : bon état de conservation
- 75-100 % : très bon état de conservation

Cela peut permettre de mettre en place une stratégie de conservation ou de restauration.

D.1.1.2. Evaluer la contribution de la réserve à une plus grande échelle

Les données obtenues sur le site géré doivent être comparées à celles recueillies à d'autres échelles et les résultats placés dans un contexte plus large, local, national voire international. Les évolutions observées dans

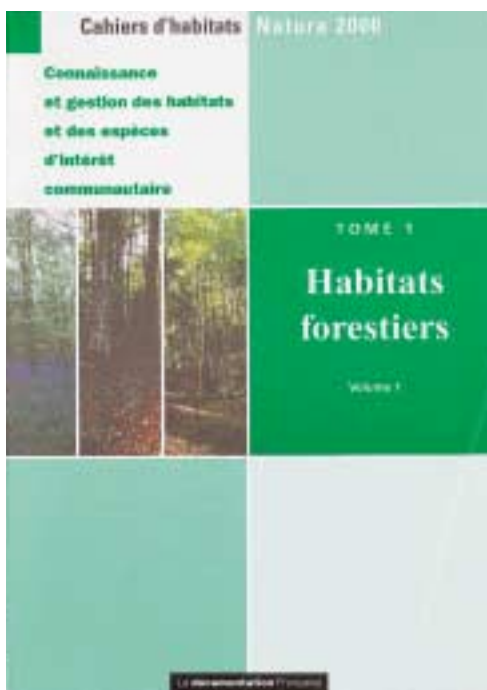


Figure n°67 :
Reproduction de la couverture d'un cahier d'habitats.

Exemples :

- Le Fou de Bassan à la RN des Sept-Iles (seule RN où l'espèce est présente, plus de 99 % des couples français y nichent).
- Le Phoque veau-marin à la RN de la Baie de Somme (plus de 80 % des effectifs nationaux y sont présents).

CONSEIL

Le gestionnaire devra également posséder ou consulter des documents de références pour une meilleure connaissance de la biologie, des effectifs et de la répartition sur les espèces et habitats visés : livres rouges, atlas, cahiers d'habitats, etc.

Photo n°56 : Fous de Bassan. © Photo : LPO Île Grande.



Rendre compte des résultats

l'espace naturel peuvent être confrontées aux évolutions sur de plus grands espaces afin de savoir si les espèces (et les habitats) évoluent de la même façon au niveau national ou s'il y a un effet lié à la protection de l'espace.

Pour un gestionnaire de RN, l'Observatoire du patrimoine naturel des réserves naturelles mis en place par RNF (FIERS *et al.*, 1998), est un outil qui aide à mesurer le niveau de responsabilité du site pour la conservation de certaines espèces ou habitats, et à se positionner par rapport au réseau national. Cet observatoire a permis d'identifier des espèces pour lesquelles le réseau RNF a une forte responsabilité.

Les comptages nationaux ou internationaux peuvent être utilisés par le gestionnaire pour l'évaluation de l'importance nationale ou internationale du site pour une espèce donnée. Schématiquement, et dans le cas des zones humides, on considère qu'un site présente une telle importance s'il héberge régulièrement au moins 1% de la population considérée : effectif national ou population biogéographique (par exemple Europe, ou Méditerranée...). Les valeurs d'indices annuels nationaux du programme national STOC du CRBPO servent également à une interprétation et évaluation des données locales de suivi.



Photo n°57 : Bruant des roseaux
© Photo : A. DAL MOLIN/L. JOUBERT-RN DE LA MAZIÈRE.

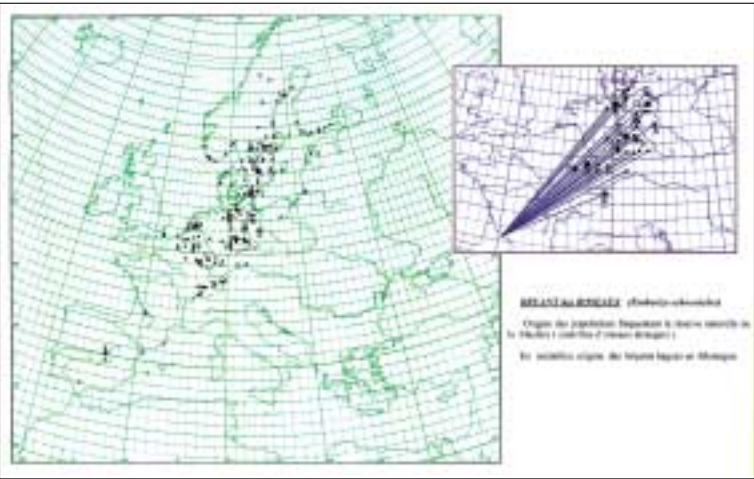


Figure n°68 : La contribution à une plus grande échelle peut être représentée de manière cartographique comme ici où les données issues de baguages permettent de mieux comprendre les déplacements du Bruant des roseaux dans la Réserve Naturelle de l'Etang de la Mazière. Le gestionnaire a réalisé une carte qui montre les origines des populations de Bruant des roseaux fréquentant la réserve naturelle (contrôles d'oiseaux étrangers).
DAL MOLIN *et al.*, 1997-1998.

D.1.2. Evaluer la gestion

D.1.2.1. Stopper ou réorienter un suivi ?

Toute personne s'engageant dans un programme de suivi doit dès le départ définir quand il devra être stoppé (voir aussi chapitre A.3.7.7. «Prévoir la durée de l'étude» page 49).

Le gestionnaire doit se poser un certain nombre de questions sur les raisons qu'il a de poursuivre ou non une collecte régulière de données (surveillance). Mais il n'est pas toujours aisé de savoir si un nombre suffisant de données ont été collectées ou si le protocole suivi est toujours pertinent.

Le suivi s'arrête lorsque le nombre d'années est considéré comme suffisant pour démontrer les hypothèses et que le but final est atteint (USHER,1991). Par exemple, dans le cadre du suivi des roselières dans les réserves naturelles, le suivi sera stoppé lorsque les données recueillies auront été jugées suffisantes pour caractériser la structure de la roselière en relation avec des données de niveaux d'eau, de salinité, etc.

Des évaluations intermédiaires (révisions périodiques des programmes) doivent être réalisées pour évaluer si le suivi permet bien d'atteindre les objectifs du programme. Si ce n'est pas le cas, le suivi peut être réorienté pour atteindre cet objectif. Ces évaluations peuvent également permettre de stopper le suivi même si le nombre d'années requises n'est pas atteint. Elles ont lieu tous les ans lors de la rédaction du rapport d'activité de la réserve naturelle.

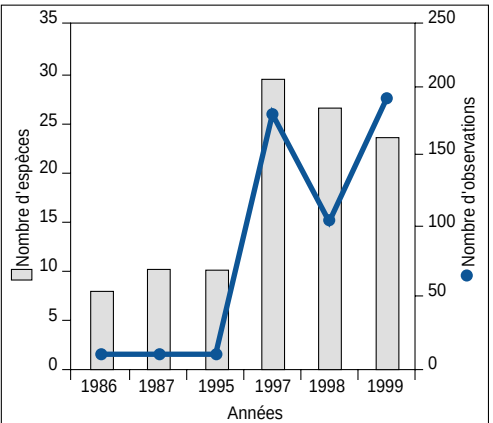


Figure n°69 : Évolution des peuplements d'Odonates dans la RNR de l'étang St Louis.
Le creusement des mares à l'automne 1996 a augmenté considérablement le nombre d'espèces.

D.1.2.2. Définir des actions de gestion

Les résultats de l'analyse des données fournissent une information qui doit être directement utilisable pour définir des actions de gestion (travaux programmés ou complémentaires, validés par un comité d'experts, les partenaires locaux...) et des recommandations y compris en termes de poursuite du suivi. Si l'élément clé est la présence d'une espèce dans des limites d'effectifs précises, le gestionnaire doit poser cette limite au delà de laquelle il décide d'intervenir.

D.2. Valoriser les résultats

Le suivi est utile pour le gestionnaire lui-même (vérifier la pertinence de sa gestion), mais aussi pour les partenaires scientifiques et financiers, pour les communautés locales,... Une bonne communication des résultats est donc importante.

D.2.1. Mettre à jour les données du plan de gestion

En fonction des résultats des inventaires et des suivis scientifiques, le gestionnaire modifiera les parties A et B1 du plan de gestion avec les nouveaux éléments patrimoniaux apparus. Il faudra également les intégrer dans les rapports d'activités réalisés annuellement (Figure n°70) et lors de l'évaluation du plan de gestion tous les cinq ans par les gestionnaires.

D.2.2. Communiquer les résultats

D.2.2.1. Réaliser un rapport

Un rapport peut prendre beaucoup de formes différentes. La forme du rapport (type, taille, style) sera en partie déterminée par la nature du problème et les objectifs du suivi (FINLAYSON, 1998) et aussi par la nature des destinataires.

Il n'est pas toujours nécessaire, ni même désirable, d'inclure tous les résultats et détails du programme, même si ceux-ci doivent rester facilement accessibles. Le rapport doit être succinct et concis (n'inclure que les résultats significatifs).

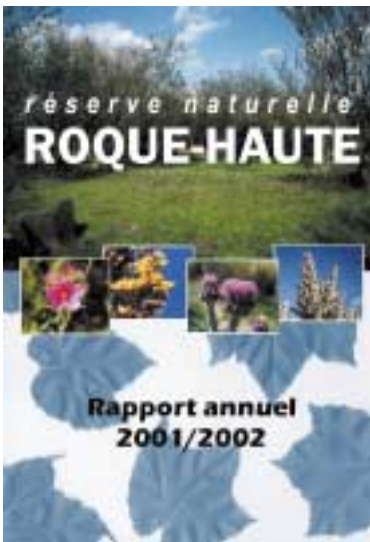


Figure n°70 : Rapport d'activité d'une réserve naturelle.



Figure n°71 : Localisation des contacts d'Apatura ilia dans la plaine alluviale dans la RN de l'Ile de la Platière.
Source : PONT et al. 1999.

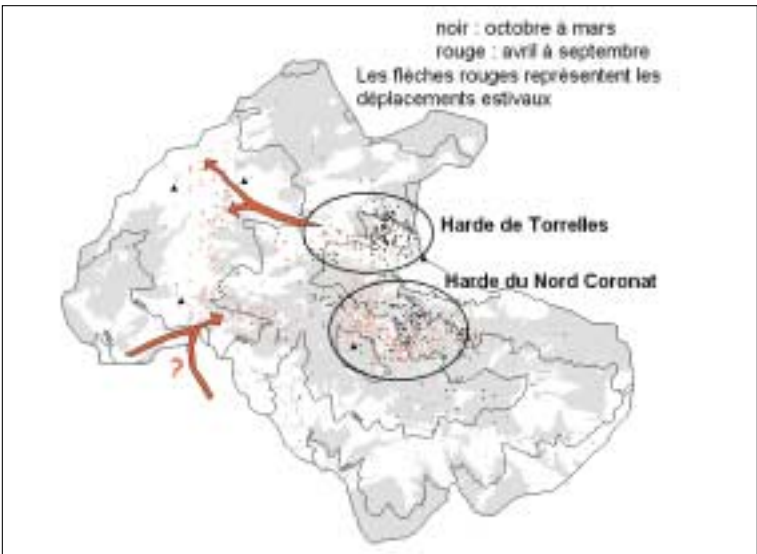


Figure n°72 : Localisation de l'Isard (Rupicapra pyrenaica) dans le massif du Madres Coronat. Source : AGRN Nohèdes, 2000.

Rendre compte des résultats

Il doit indiquer si oui ou non l'hypothèse a été vérifiée et si des mesures de gestion sont nécessaires, y compris sur la poursuite ou non du suivi.

Il devra comprendre des illustrations de qualité et compréhensibles par tous. Les graphiques doivent être clairs et réalisés de manière pertinente au vu de la nature des données (voir chapitre C.2.1 page 78).

Les cartes permettent de localiser les données recueillies sur le terrain, donc l'ensemble des contacts avec les espèces (voir Figure n°71) ou l'étendu d'un habitat. Les logiciels permettent de superposer plusieurs couches d'information, comme la répartition d'une espèce avec l'altitude (voir Figure n°72) ou encore les habitats naturels. Elles sont précieuses pour évaluer la dynamique des populations d'espèces ou des habitats.

D.2.2.2. Communiquer aux réseaux

Afin de favoriser les échanges d'expériences il est important de faire parvenir aux réseaux d'espaces protégés les rapports (méthodes et résultats) concernant les études menées dans les sites. Ces données peuvent ainsi nourrir des synthèses nationales et permettre la rédaction de guides méthodologiques sur des thèmes particuliers :

- guide de suivi des roselières (SINNASSAMY *et al.*, 2001), Figure n°73.
- guide de suivi des réserves fluviales (MICHELOT, 1996).
- etc.

Les gestionnaires de réserves naturelles peuvent également envisager de valoriser leurs expériences dans les revues spécialisées, et notamment dans la revue «Espaces Naturels», revue pour la conservation du patrimoine naturel éditée par l'ATEN (Figure n°74).

Selon les thèmes abordés, le gestionnaire pourra aussi envisager de communiquer les résultats d'une étude au cours du Forum des gestionnaires organisé chaque année par les réseaux d'espaces naturels, par le biais d'une présentation orale ou d'un poster.

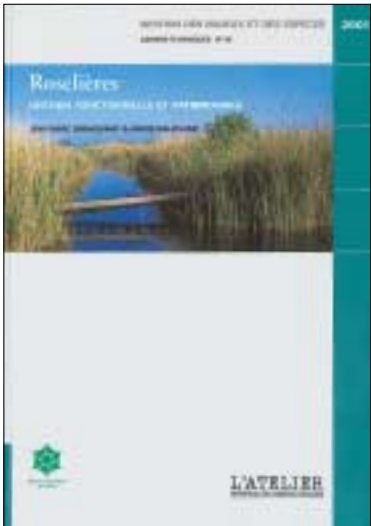


Figure n°73 : Couverture du guide «gestion et suivi des roselières» de RNF



Figure n°74 : Couverture du 2^{ème} numéro de «Espaces Naturels»



Photo n°58 : Le forum des gestionnaires est l'occasion de rassembler tous les ans les acteurs des espaces naturels.

© Photo : D. MULLER.

Principales références bibliographiques sur le sujet

- BIBBY C.J., BURGESS N.D. et HILL D.A., 1992. Bird Census Techniques. British Trust for Ornithology, Royal Society for the Protection of Birds. Academic Press, London : 257 p.
- BLONDEL J., 1969. Méthodes de dénombrement des populations d'oiseaux. In : Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des populations de vertébrés en milieu terrestre. Lamotte M. & Bourlière F., eds. Masson, Paris : 97-151.
- CHAUTAN M., 1998. Les comptages nocturnes pour le suivi des populations de mammifères sauvages : indices kilométriques ou échantillonnage des distances (Distance sampling) ? Actes du XXème Colloque Francophone de Mammalogie. Les techniques d'étude des Mammifères. Quels outils pour quels résultats ? SFEPM, Arvicola : 29-32.
- CHERRIERE K., 1997. Méthode de suivi de la végétation. Proposition d'un protocole d'étude de l'impact du pâturage sur la végétation dans les sites protégés. Fédération des Parcs Naturels de France, INRA Paris-Grignon.
- CLARKE R. (ed.), 1986. The Handbook of Ecological Monitoring. GMS/UNEP publication. Clarendon Press, Oxford : 298 p.
- DAVIS D.E. (ed.), 1982. Handbook of census methods for terrestrial vertebrates. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA : 397 p.
- DELANOË O., 1998. Evaluation et surveillance de la biodiversité dans les espaces naturels. IARE, ATEN : 145 p.
- DESFOSSÉ P. et VANDERBECKEN A., 1994. Le suivi scientifique. Fiche technique dans le « Manuel de l'agent de terrain des espaces naturels ». ATEN/ALFA. 189 p.
- DUPONT P. et LUMARET J.-P., 1997. Intégration des invertébrés continentaux dans la gestion et la conservation des espaces naturels. Analyse bibliographique et propositions. Ministère de l'Environnement, RNF : p.258.
- EMERIT, M. non daté. L'échantillonnage en réserves naturelles. Note de 12 pages. (objectifs et limites de l'échantillonnage).
- FIERS V. *et coll.*, à paraître. Etudes scientifiques en espace naturels. Principales méthodes existantes. Réserves Naturelles de France, Quétigny.
- FINLAYSON C.M., 1996. Cadre de conception d'un programme de suivi. In : Tomàs Vives P. (ed.), 1996. Suivi des zones humides méditerranéennes, Guide méthodologique. MedWet, Wetlands International, Slimbridge, Royaume Uni & ICN, Lisbonne, Portugal : 25-34.
- FROM S. et SODERMAN G., 1997. Nature Monitoring Scheme. Guidelines to monitor Terrestrial Biodiversity in the Nordic Countries. The Nordic Council of Ministers, Nord Environment, Copenhagen, 1997 : 62 p + annexes.
- FURNESS R.W. et GREENWOOD J.J.D. (eds.), 1993. Birds as monitors of environmental change. Chapman & Hall, London, UK : 356 p.
- GOLDSMITH, F.B. (ed.), 1991. Monitoring for Conservation and Ecology. Chapman & Hall, London, UK : 275 p.
- GOUNOT M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson : 314 p.
- GRILLAS P., 1996. Identification d'indicateurs. In « Tomàs Vives P. (Ed.), 1996. Suivi des Zones humides Méditerranéennes : Guide Méthodologique. MedWet, Wetlands International, Slimbridge, Royaume-Uni & ICN, Lisbonne, Portugal » : 35-55.
- HELLAWELL J.M., 1986. Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. Elsevier Applied Science Publishers, London, UK. : 546 p.
- HELLAWELL J.M., 1991. Development of a rationale for monitoring. In : Goldsmith F.B. (ed), Monitoring for conservation and ecology. Chapman & Hall, London : 1-14.
- HOLLIS G.E. et FINLAYSON C.M., 1996. Changements écologiques dans les zones humides méditerranéennes. In : Tomàs Vives P. (ed.), 1996. Suivi des zones humides méditerranéennes, Guide méthodologique. MedWet, Wetlands International, Slimbridge, Royaume Uni & ICN, Lisbonne, Portugal : 5-24.
- KEDDY P.A., 1991. Biological monitoring and ecological predictions : from nature reserve management to national state of the environment indicators. In F.B. Goldsmith (ed.). Monitoring for Conservation and Ecology. Chapman & Hall, London, UK : 249-267.
- LIKENS G.E., 1987. Long-Term Studies in Ecology. Approaches and Alternatives. Springer-Verlag, New-York.
- LHONORE J., 2000. Echantillonnages et inventaires. In BEZANNIER F. (Coord.), BOULONGNE R. (Réd.), 2000. La gestion des pelouses calcicoles. Actes du colloque de Blois des 27 et 28 novembre 1999. Recherches Naturalistes en région Centre. Nature Centre et Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Région Centre. CDPNE.
- PERENNOU C., TOMAS VIVES P. & JALBERT J., 1999. Concevoir le suivi des zones humides méditerranéennes. Module de formation, MedWet.
- ROBERTS K.A., 1991. Field monitoring : confessions of an addict. In F.B. Goldsmith, Chapman et Hall : 179-211.

Principales références bibliographique sur le sujet

- SCHERRER B., 1984. Biostatistiques. Ed. Gaetan Morin : 850 p.
- SHEPPARD C.R., 1999. How large should my sample be ? Some Quick guides to sample size and the power of tests. Marine Pollution Bulletin Vol. 38 N° 6 : 439-447
- SOUTHWOOD T.R.E., 1978. Ecological Methods, with particular reference to study of insect populations. Second edition. Methuen & Co Ltd, London, UK : 391 p.
- SPELLERBERG I.F., 1991. Monitoring ecological change. Cambridge University Press. Cambridge, U.K. : 334 p.
- TOMAS VIVES P., 1996. Suivi des zones humides méditerranéennes. Guide méthodologique. MedWet, Wetlands International, ICN : 150 p.
- USHER M.B., 1991. Scientific requirements of a monitoring program. In F.B. Goldsmith, Chapman et Hall : 15-32

Références bibliographiques citées en exemples

- BEZANNIER F. (Coord.), BOULONGNE R. (Réd.), 2000. La gestion des pelouses calcicoles. Actes du colloque de Blois des 27 et 28 novembre 1999. Recherches Naturalistes en région Centre. Nature Centre et Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Région Centre. CDPNE : 96 p. + annexes.
- DAL MOLIN A. et JOUBERT L., non daté. Evaluation de la fréquentation d'un milieu protégé en période de migration post-nuptiale par la technique du baguage (1988-1997). Ministère de l'Environnement, DIREN Aquitaine. RN Etang de la Mazière.
- LEDOUX J.C. et EMERIT M., 2000. Observations sur le peuplement aranéologique de la réserve naturelle des Vallées de Grand-Pierre et de Vitain. In BEZANNIER F. (Coord.), BOULONGNE R. (Réd.), 2000.
- LETSCHER R., 2001. Etude cartographique des mammifères dans le massif du Madres-Coronat. Rapport d'étude. Réserve Naturelle de Nohèdes (AGRNN), CPIE du pays catalan : 46 p + annexes.
- LYET A. (Red.), CHEYLAN M. (Dir.), 1998. La méthode des transects et son application à la Tortue d'Hermann. Mémoire de maîtrise de Biologie des populations et des Ecosystèmes. Univ. Montpellier II. EPHE : 13 p. + annexes.
- MERIGON M., DUTARTRE A. et CHEYROU D., 1999. Suivi scientifique de la réserve naturelle des Marais de Bruges. Analyse de la qualité des eaux (mars à décembre 1998). Etude n°39. SEPANSO, Cemagref.
- MOREAU T., 1996. Répartition écologique du Grand Tétraz (*Tetrao urogallus*) sur le massif du Madres Coronat. Gestion de la fréquentation touristique sur les étangs de Nohèdes, écologie des espèces sensibles de la petite faune de montagne et mesures de gestion. CPIE du Confluent.
- NIEDERLENDER C., 1996. Les reptiles de la réserve naturelle de la Truchère-Ratenelle. Protocole d'étude. CSNB, DIREN Bourgogne : 9 p + annexes.
- PALANQUE D., 1998. Caractérisation des facteurs limitant le peuplement d'amphibiens dans la réserve naturelle de la Truchère-Ratenelle. Rapport d'étude. Conservatoire des Sites Naturels Bourguignons, Université Claude Bernard Lyon I : 22 p. + annexes.
- PONT B., PISSAVIN S., SAUNIER A. et DELARBRE C., 1999. Contribution à la connaissance de l'écologie du Petit mars changeant (*Apatura ilia* D. & S.). Alexanor 21 (2) : 113-128.
- PUISSANT S., JAY-ROBERT P., VOISIN J.F. LUMARET J.P., 1998. Etude des peuplements d'orthoptères et de coléoptères coprophages de la réserve naturelle de Prats-de-Mollo (Pyrénées-orientales). Rapport final. OPIELR : 55 p.
- RAVETTO S., PARADIS G., BOULMER M. et LORENZONI C., 1997. Contribution à l'étude de la biologie et de l'écologie de *Kosteletzkyia pentacarpus* (L.) Ledeb. (Malvaceae) : espèce rare et protégée de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia. Travaux scientifiques de la réserve naturelle, Université de Corse : 60 p. + annexes.
- TRIPLET P., FAGOT C., BACQUET S., DESPREZ M., LENGIGNON A., LOCQUET N., SUEUR F., OGET E., 1998. Les relations Coque, Huïtrier-pie, Homme en Baie de Somme. SMACOPPE, GEMEL, Réserve Naturelle de la Baie de Somme : 148 p.

Autres Références citées

- CHIFFAUT A., 1992. Guide administratif du gestionnaire de réserve naturelle. CPRN.
- CLUZEAU C. (Red.) et PONT B. (Coord.), 1997. Suivi à long terme de la dynamique spontanée des forêts alluviales dans six réserves naturelles. Résultats de la première campagne de relevés. Ministère de l'Environnement, Réserves Naturelles de France : 43 p. + annexes.
- DEMERGES D., 2002. Proposition d'une mise en place d'une méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères et Zygaenidae dans les Réserves Naturelles de France. RNF, Quétigny : 29 p. et annexes.

Principales références bibliographique sur le sujet

- DOMMANGET J.-L., 1989. Utilisation des Odonates dans le cadre de la gestion des zones humides. INRA. In Beaufort F. et MAURIN H.. Utilisation des inventaires d'invertébrés pour l'identification et la surveillance d'espaces de grand intérêt faunistique. Inventaires de Fraune et de Flore, fasc. 53, SFF, Paris : 93-110.
- DOMMANGET J.-L., 1994. Inventaire Cartographique des Odonates de France. Programme INVOD. Buts, organisation et méthodologie. 2ème phase, mars 1994. pp 61-72.
- DOMMANGET et MASSELOT, 2000. Document de formation professionnelle continue « Insectes aquatiques ». OPIE.
- DUPONT P., 1997. Suivi permanent de l'entomofaune. Expériences européennes et étude prospective en France. OPIE, Ministère de l'environnement (DNP) : 48 p.
- FAUCON L., 2000. Le repérage et le suivi des plantes. La Garance Voyageuse 40 : 33.
- FIERS V. *et al.*, 1998. Observatoire du patrimoine naturel des réserves naturelles de France. Analyse et bilan de l'enquête 1996. Quétigny, Réserves Naturelles de France, Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement : 200 p.
- FIERS V. *et coll.*, à paraître. Etudes scientifiques en espace naturel. Catalogue des méthodes employées dans les réserves naturelles. Réserves Naturelles de France, Quétigny.
- FIERS V. *et coll.*, à paraître. Etudes scientifiques en espace naturel. Références bibliographiques. Réserves Naturelles de France, Quétigny.
- FROCHOT B. et ROCHE J. 1990. Suivi de populations d'oiseaux nicheurs par la méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA). Alauda 58(1) : 29-35.
- GILG O., à paraître. Forêts à caractère naturel. Caractéristiques, conservation et suivi. RNF. Cahiers techniques de l'ATEN.
- GREFF N., 1998. Guide méthodologique pour le suivi en Rhône-Alpes des Lépidoptères Rhopalocères protégés des zones humides.
- GUINOCHET M., 1973. Phytosociologie. Ed. Masson, Paris : 277 p.
- HINTERMANN & WEBER, 1999. Monitoring de la biodiversité en Suisse. Rapport sur l'état du projet à fin 1998.
- JULLIARD R., 2000. Contribution des études par capture-marquage-recapture de passereaux nicheurs à la gestion des espaces naturels. CRBPO : 38 p.
- LEFRANCOIS O., 2000. Une expérience de gestion originale : des clous pour la protection de la flore. La Garance voyageuse 51 : 32-34.
- MICHELOT J.-L. et BOUCHESEICHE C. (Red.), PONT B. (Coord.), 1996. Sources de données sur l'eau dans les réserves naturelles fluviales de France. Réserves Naturelles de France, Ministère de l'Environnement : 114 p.
- NOBLECOURT T., 1998. Proposition d'une méthode pour la réalisation d'inventaires entomologiques comparatifs. ONF Languedoc-Roussillon.
- POLLARD E., 1981. Monitoring population changes in butterflies. Nature Conservancy Council/Natural Environment Research Council contract report. London : Nature Conservancy Council.
- POLLARD E. et YATES T.J., 1993. Monitoring butterflies for Ecology and Conservation. Conservation Biology Series 1. Chapman & Hall, London, UK : 274 p.
- PONT B., 1994. Eléments bibliographiques en vue de la mise au point d'une méthode de suivi à long terme de la dynamique forestière spontanée des ripisylves. Réserves Naturelles de France : 15 p.
- PONT B., 1995. Suivi à long terme de la dynamique spontanée des ripisylves. Première phase : mise au point de la méthode et test sur 6 RN. Réserves Naturelles de France : 12 p + annexes.
- RNF, 1998. Guide méthodologique des plans de gestion des réserves naturelles. ATEN, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Montpellier : 100 p.
- ROBERT J.C., 1992. Le piège Entomologique Composite (P.E.C.) : une technique d'échantillonnage à large spectre de l'entomofaune terrestre circulante. Bulletin de la Société Entomologique Suisse 65 : 395-411.
- SINNASSAMY J.-M. & MAUCHAMP A., 2001. Roselières, gestion fonctionnelle et patrimoniale. Cahiers techniques de l'ATEN n°8 : RNF, ATEN : 98 p.
- VALENTIN-SMITH G. *et al.*, 1998. Guide méthodologique des documents d'objectifs Natura 2000. Réserves Naturelles de France / Atelier Technique des Espaces Naturels, Quétigny : 144 p.

Liste des sigles utilisés

ACM : Analyse en Composantes Multiples.	INVOD : Programme d'Inventaire des Odonates de France.
ACP : Analyse en Composantes Principales.	MEDD : Ministère de l'écologie et du développement durable.
AFC : Analyse Factorielle des Correspondances.	MNHN : Muséum national d'histoire naturelle
ATEN : Atelier technique des espaces naturels.	OGM : Observatoire des Galliformes de Montagne.
BIROE : Bureau international de recherche sur les oiseaux d'eau et les zones humides (aujourd'hui Wetlands International).	OPIE : Office pour l'information entomologique.
CRBPO : Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux.	RN : Réserve naturelle (Nationale : RNN).
CREN : Conservatoire régional des espaces naturels.	RNF : Réserve Naturelle de France.
DIOE : Dénombrements Internationaux d'Oiseaux d'Eau.	RNR : Réserve Naturelle Régionale.
GPS : Global Positioning System.	SEF : Société Entomologique de France.
GTV : Groupe Tétrás Vosges.	SERENA : Système de gestion et d'Echange de données des REserves NAturelles.
IBGN : Indice Biologique Global Normalisé.	SFO : Société Française d'Odonatologie.
IGN : Institut de Géographie National.	SIG : Système d'Information Géographique.
IKA : Indice Kilométrique d'Abondance.	STOC : Suivi Temporel des Oiseaux Communs
IPA : Indice Ponctuel d'Abondance.	STOC-EPS : Suivi Temporel des Oiseaux Communs par Echantillonnage Ponctuel Simplifié.
INV.ENT.FOR. : Inventaire entomologique forestier (programme associant scientifiques et gestionnaires).	WWF : World Wild Fundation

LES MEMBRES DE L'ATELIER TECHNIQUE DES ESPACES NATURELS



Ministère de l'Écologie et du Développement durable

20, avenue de Ségur
75302 Paris 07 SP
tel : 33 (0) 1 42 19 20 21
www.environnement.gouv.fr



Réserves naturelles de France

6bis, rue de la Gouge - BP 100
21803 Quetigny Cedex
tel : 33 (0) 3 80 48 91 00
e-mail : RNF@espaces-naturels.fr
www.reserves-naturelles.org



Fédération des Parcs naturels régionaux de France

9, rue Christiani
75018 Paris
tel : 33 (0) 1 44 90 86 20
e-mail : info@parcs-naturels-regionaux.tm.fr
www.parcs-naturels-regionaux.tm.fr



Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres

36, quai d'Austerlitz
75013 Paris
tel : 33 (0) 1 44 06 89 00
e-mail : conservatoire.littoral@espaces-naturels.fr
www.conservatoire-du-littoral.fr



Station biologique de la Tour du Valat

Le Sambuc
13100 Arles
tel : 33 (0) 4 90 97 20 13
e-mail : secretariat@tourduvalat.org
www.tourduvalat.org



Les Cévennes

Parc National

Château de Florac
48400 Florac
tel : 33 (0) 4 66 49 53 03
e-mail : cevennes@espaces-naturels.fr
www.parcs-nationaux.org/cevennes



Les Ecrins

Parc National

Domaine de Charance
05004 Gap
tel : 33 (0) 4 92 40 20 10
e-mail : ecrins-parcnational@espaces-naturels.fr
www.parcs-nationaux.org/ecrins



La Guadeloupe

Parc National

Habitation Beausoleil - Montéran - BP 13
97120 Saint-Claude
tel : 33 (0) 5 90 80 86 00
e-mail : guadeloupe-parc.national@espaces-naturels.fr
www.parcs-nationaux.org/guadeloupe



Le Mercantour

Parc National

23, rue d'Italie - BP 316
06006 Nice cedex 1
tel : 33 (0) 4 93 16 78 88
e-mail : mercantour@espaces-naturels.fr
www.parcs-nationaux.org/mercantour



Port-Cros

Parc National

Castel Sainte-Claire - Rue Sainte-Claire
83418 Hyères cedex
tel : 33 (0) 4 94 12 82 30
e-mail : port-cros@espaces-naturels.fr
www.parcs-nationaux.org/portcros



Les Pyrénées

Parc National

59, route de Pau - BP 300
65000 Tarbes
tel : 33 (0) 5 62 44 36 60
e-mail : pn.pyrenees@wanadoo.fr
www.parcs-nationaux.org/pyrenees



La Vanoise

Parc National

135, rue du Docteur-Julliand - BP 705
73007 Chambéry cedex
tel : 33 (0) 4 79 62 30 54
e-mail : parc.national@vanoise.com
www.parcs-nationaux.org/vanoise

L'ATELIER

technique des espaces naturels

*L'Atelier technique
des espaces naturels
développe et diffuse
les méthodes de gestion
patrimoniale
des espaces naturels*

GIP ATEN

Groupeement d'intérêt public
2, place Viala
34 060 Montpellier Cedex 2
Tél. 04 67 04 30 30
Fax 04 67 52 77 93
e-mail : aten@espaces-naturels.fr

Etudes scientifiques en espaces naturels

CADRE MÉTHODOLOGIQUE POUR LE RECUEIL ET LE TRAITEMENT DE DONNÉES NATURALISTES

Il est important que toute étude (inventaire, surveillance ou suivi) menée dans un espace naturel s'intègre dans une démarche logique. Cette rigueur est indispensable au suivi scientifique mais ne doit pas être négligée pour la réalisation d'inventaires. Toute action à réaliser par le gestionnaire pour mener à bien une étude se place ainsi dans trois grandes catégories :

- Le travail préparatoire, avant de se rendre sur le terrain,
 - La collecte des données qui correspond à la phase de terrain,
 - L'analyse des données et l'exploitation des résultats qui ont lieu après la phase de terrain,
- auxquelles s'ajoute la valorisation des résultats.

«Les études menées dans les espaces naturels portent sur différents compartiments abiotiques et biotiques, ainsi que sur les facteurs sociaux. La collecte de données est souvent longue et fastidieuse et, dans la mesure où il n'est pas possible de tout suivre par manque de moyens, tant financiers qu'humains, il importe que les différents suivis soient définis en appui à des objectifs et à une politique de gestion.

Le présent document est destiné en priorité aux organismes gestionnaires d'espaces naturels bénéficiant d'un plan de gestion ou d'un document d'objectifs, désireux de mettre en place des études pour une meilleure connaissance du patrimoine naturel et de son état de conservation. Son ossature est basée sur un cadre méthodologique alimenté de conseils et d'exemples pris dans la bibliographie et les expériences des réserves, qui guideront le gestionnaire dans les choix qu'il aura à faire pour mener à bien une étude. Ces choix méthodologiques devront être définis avec la plus grande attention et en amont de la phase de collecte, afin de disposer de données permettant une analyse pertinente». F. BIORET, cf préface p.2

Auteur : Valérie FIERs

Valérie FIERs est chargée de mission depuis neuf ans à Réserves Naturelles de France. De formation « généraliste de l'environnement » (DESS Espace et Milieux à Paris VII), elle a été embauchée, dans un premier temps, pour la mise en place de l'Observatoire du patrimoine naturel des réserves naturelles de France et des outils nécessaires à son fonctionnement (bases de données...). Elle assure également la coordination des projets de la Commission Scientifique de RNF. Son objectif est de partager et de diffuser des informations techniques utiles pour le réseau des réserves, et le plus souvent issues d'expériences du réseau. Plusieurs publications à paraître prochainement devraient permettre de prolonger ce cahier en compilant les principales méthodes de suivi scientifiques utilisées en France et particulièrement dans les réserves naturelles.

Conception graphique : Contrepoint (Montpellier).

Maquette : Compomakète (Nîmes).

Impression : De Rudder (Avignon).



20 €

ISBN 2-912801-63-X
Dépot légal : juillet 2003



GIP ATEN
Groupement d'intérêt public
ATELIER TECHNIQUE DES ESPACES NATURELS
2, place Viala
34 060 Montpellier Cedex 2
Tél. 04 67 04 30 30
Fax 04 67 52 77 93
e-mail : aten@espaces-naturels.fr