

CRPF



La cartographie des stations : méthodes et conseils



Version 1.6.
Novembre 2004

Nicolas BAZIN
Sylvain GAUDIN

La cartographie des stations est une opération encore peu pratiquée en forêt privée. S'il apparaît rapidement qu'il existe des freins financiers pour sa mise en place, ils ne sont pas nécessairement les seuls à intervenir.

C'est pour cela que le CRPF de Champagne-Ardenne a décidé, il y a quelques années, d'initier un travail sur les méthodes de cartographie des stations, avec notamment le test d'une méthode de cartographie rapide par zonage préalable (stage BTSA Gestion Forestière de Nicolas BAZIN). Les rapports des études qui ont été conduites sont disponibles, sous forme électronique (fichiers sur CD-Rom), sur simple demande au CRPF.



Désormais, après avoir présenté les résultats de ses expérimentations, le CRPF a choisi de rédiger des fiches à destination des gestionnaires et techniciens forestiers. Elles ont pour finalité de les guider pratiquement dans leur approche de la cartographie des stations. Elles pourront être mises à jour en fonction de l'évolution des connaissances et des pratiques.

Liste des fiches



Fiche A

La cartographie des stations : une pratique à développer



Fiche B

Quels outils utiliser pour cartographier les stations forestières ?



Fiche C

Cartographier les stations avec une méthode systématique



Fiche D

Cartographier les stations avec une méthode par transects



Fiches E1 à E4

Cartographier les stations avec une méthode par zonage préalable



Fiche F

Quelle méthode de cartographie des stations choisir ?



Fiche G

Quelles méthodes employer en Champagne-Ardenne ?

Document édité dans le cadre du programme pilote sur la typologie des stations forestières, financé par le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires Rurales (DGFAR). Circulaire DERF/SDF/C2002-3020 du 18 octobre 2002.





Même si l'étude des stations est une discipline maintenant assez ancienne, elle est actuellement peu utilisée en forêt privée. Plus particulièrement, les cartographies des stations sont très rares à la différence de ce qui est pratiqué en forêt publique.

S'il est clair qu'une cartographie des stations n'est pas à réaliser systématiquement en forêt privée, dans de nombreux cas, son établissement permet de résoudre bon nombre de problèmes et d'améliorer la gestion forestière au quotidien.

Mieux cibler l'intérêt des études de stations, maîtriser les pratiques de cartographie et raisonner leur mise en œuvre font partie des objectifs des présentes fiches.

Les freins à la cartographie des stations en forêt privée

- L'étude des stations est une activité assez difficile qui mobilise des compétences variées (connaissance des sols, des humus, de la flore...). Peu de gestionnaires maîtrisent toutes ces disciplines et en ont une pratique fréquente. Ils sont donc peu enclins à réaliser des cartes de stations.
- Les catalogues des stations ou les guides simplifiés aident à réaliser un diagnostic stationnel. Malheureusement, il n'existe pas d'outils de ce type pour toutes les régions naturelles. Lorsqu'ils existent, ils sont parfois d'abord difficile ou leur prise en main par les gestionnaires n'a pas toujours été accompagnée.
- L'utilisation des méthodes usuelles de cartographie prend du temps et est donc onéreuse. Cela limite donc fortement les réalisations.

Les pistes d'amélioration

- + De manière globale, il est souhaitable de voir évoluer le niveau de compétence et de pratique dans le domaine de l'étude des stations. Des sessions de formation peuvent y aider. La parution de nouveaux outils (guides simplifiés), abordables, ergonomiques et fonctionnels doit également favoriser les réalisations.
- + Dans de nombreuses régions, des aides à la cartographie des stations permettent de diminuer le coût de ces opérations, et donc de les favoriser.
- + Des méthodes adaptées de cartographie ayant un bon rapport qualité/prix doivent être proposées aux gestionnaires.



Une cartographie des stations apporte de très nombreuses informations...

En cas de **reboisement**, la carte des stations est fondamentale pour choisir convenablement les essences. Par exemple, la parcelle 3 présente trois stations différentes. Les choix du sylviculteur devront donc être adaptés à ces conditions de milieu.



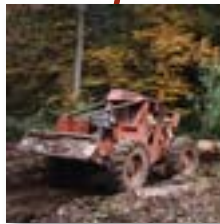
Connaître la station aide à optimiser le **dosage des essences** lors des **travaux sylvicoles** (dégagement, dépressage...).



En martelage, la connaissance des stations permet de **doser localement le mélange des essences**. Trois compositions différentes pourront être recherchées sur la parcelle 12.

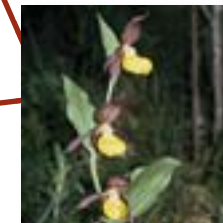


Certains sols (par exemple ceux à texture limoneuse) sont plus **fragiles** que les autres. Leur localisation grâce à la carte des stations permet d'adapter les opérations de **débardage** et de préserver le potentiel de production de la forêt.



Le nord des parcelles 5 et 6 est très peu productif (sol calcaire très superficiel). La carte des stations permet de classer les parcelles selon leur **fertilité**. Ainsi les programmes de coupes et de travaux tiendront compte de ces informations pour, par exemple, concentrer les investissements sur les zones les plus productives.

La carte des stations permet de localiser les **zones à forts enjeux patrimoniaux**. Il est alors possible d'adapter la gestion en tenant compte des éventuelles préconisations pour les préserver.



De plus en plus souvent, la connaissance et la cartographie des stations vont être demandées aux propriétaires forestiers dans le cadre des **engagements de gestion durable**.



Pour cartographier les stations, certains outils sont utiles, voire indispensables. Mieux connaître ces outils permet de définir leurs intérêts mais aussi de connaître leurs limites.

Sur cette fiche, les outils ont été classés en trois grandes catégories :

- Ceux qui sont utilisés lors d'un travail **préliminaire** (avant d'aller sur le terrain). Ils permettent de rassembler des informations, de choisir la méthode de cartographie la plus adaptée et de préparer la phase de terrain.
- Ceux qui servent sur le **terrain**. Il s'agit d'outils au sens propre (tarière pédologique, couteau, fiole d'acide chlorhydrique...) ou au sens figuré (flores, guides botaniques...).
- Ceux qui facilitent la **restitution** et aident à la rédaction de la carte (fonds de carte existants, logiciels spécifiques d'aide à la cartographie...).

Il existe de plus des outils spécifiques d'une ou plusieurs régions naturelles qui peuvent être utilisés à toutes les phases du projet. Ce sont les catalogues des stations ou les guides simplifiés pour le choix des essences.

Les outils permettant le travail préliminaire



Les cartes topographiques

Pour établir une carte des stations, il est nécessaire d'utiliser divers documents cartographiques de référence. Le **cadastre** ou la carte au 1:25 000 de l'**IGN** aident à construire le fond de carte. La carte au 1:25 000 est également très importante car elle fournit les courbes de niveau et le réseau hydrographique. Comme pour toute opération de cartographie, un bon fond de carte, le plus précis possible, évitera de perdre beaucoup de temps sur le terrain.



Les cartes géologiques

Quand elles existent sur la zone d'étude, il faut toujours privilégier les cartes au 1:50 000 du **BRGM**². En effet, les cartes au 1:80 000 sont plus anciennes et nettement moins précises. En particulier, elles ne représentent pas les formations superficielles (couvertures limoneuses, colluvions...) qui sont fondamentales pour la cartographie des stations.

De manière générale, l'information géologique est en relation avec la couverture pédologique et donc avec la station. Dans certaines conditions naturelles, les liens sont très forts et la carte géologique aide fortement à la cartographie des stations. Le plus souvent, les informations géologiques collectées ne permettent pas d'aller jusqu'au type de station, mais elles peuvent aider à limiter les investigations et présentent les grandes lignes de ce qui sera rencontré sur la forêt.

Selon les régions naturelles qu'elles couvrent et les auteurs qui les ont établies, les cartes géologiques sont d'une aide variable pour le forestier. De plus, il faut toujours avoir en tête que l'extrapolation à une échelle plus grande de données cartographiées initialement au 1:50 000 n'est pas sans danger.

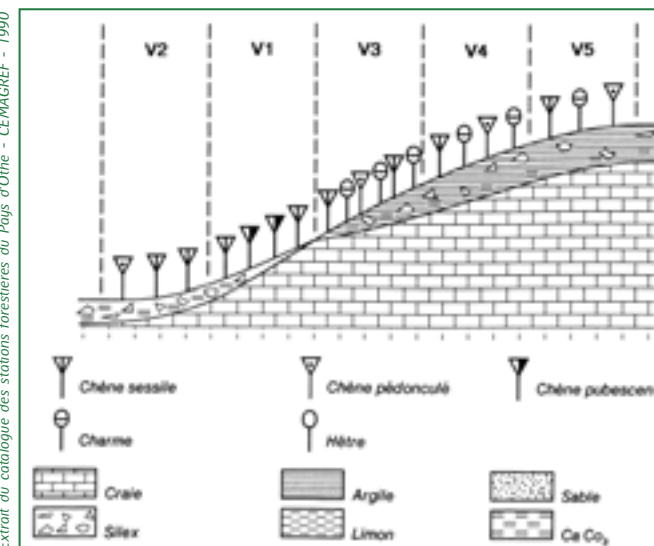


Les catalogues de stations et les guides simplifiés

Les catalogues de stations sont bien entendu des outils de terrain, mais ils peuvent aussi rendre de grands services lors des phases préparatoire et de restitution. En effet :

- ils présentent une **synthèse** des caractéristiques écologiques de la région naturelle,
- ils indiquent souvent la **logique de répartition** des types de stations (voir schéma ci-dessous),
- ils permettent parfois d'**anticiper** et de **prévoir** partiellement quelles seront les stations rencontrées sur le terrain.

Extrait du catalogue des stations forestières du Pays d'Othe - CEMAGREF - 1990



Lire le catalogue avant la phase de terrain permet de gagner ensuite un temps précieux. En l'absence de catalogue ou de guide simplifié, la cartographie des stations devient plus difficile et nécessite un effort de synthèse supplémentaire (définition locale de types de stations).

1: Institut Géographique National - 2: Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

Les outils de terrain



Les outils pédologiques

Pour toute étude des stations, il est nécessaire d'emporter sur le terrain un minimum de matériel: **tarière pédologique**, **couteau**, **acide chlorhydrique** (sur sol calcaire ou marneux). La réalisation de fosses pédologiques est rare lors des phases de cartographie des stations forestières.



Les catalogues et guides simplifiés

Le **catalogue** ou le guide simplifié de la zone concernée est bien entendu fondamental sur le terrain. Il pourra être complété, si besoin, par un guide de reconnaissance des humus, par des **flores** (en particulier la Flore Forestière Française) ou des guides botaniques.



Le fond de carte et la fiche de terrain

Le **fond de carte** est nécessaire pour s'orienter et positionner les relevés. Parfois les catalogues ou les guides prévoient une **fiche type de relevé** adaptée qui permet de réaliser de manière efficace les relevés. Sinon, un modèle standard peut convenir.



Les outils de positionnement

Le cheminement et le positionnement peuvent se faire avec les outils usuels que sont la **boussole** et le **mesureur à fil perdu** (topofil). De plus en plus souvent, les récepteurs de positionnement par satellite (**GPS**) sont utilisés (quand les conditions sont favorables).

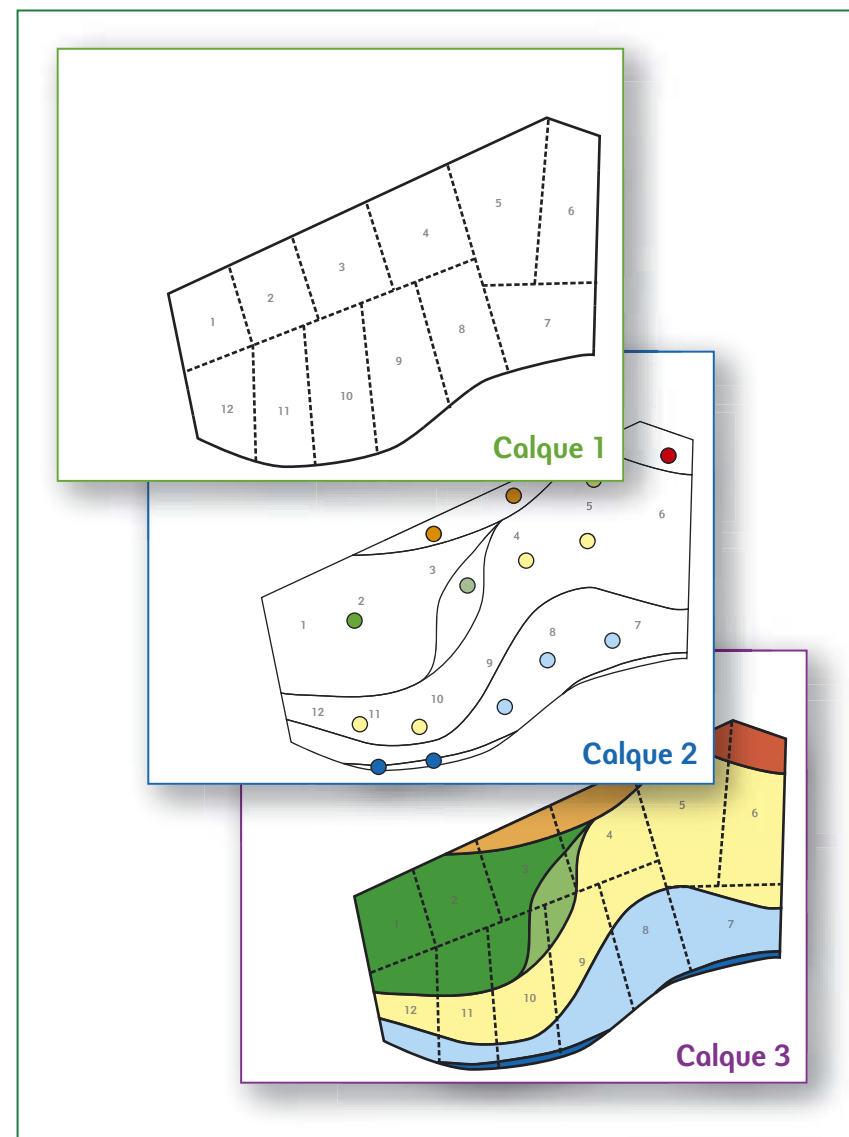
Les outils d'aide à la restitution

De nombreux outils déjà cités interviennent également dans la phase de restitution. Par exemple, la carte géologique, tout comme les courbes de niveau issues de la carte topographique, peuvent aider à affiner les limites entre stations. De même, le catalogue des stations, en aidant à mieux comprendre la logique de répartition topographique des types de stations, autorise plus de finesse dans le rendu cartographique.

S'il est toujours possible de réaliser les cartes manuellement, les logiciels de **dessin vectoriel** ou les **systèmes d'information géographique (SIG)** apportent de nombreuses facilités:

- superposition des informations sur différentes couches (ou calques),
- tracés plus précis qu'avec une méthode manuelle et possibilité de les modifier autant de fois que nécessaire,
- calcul des surfaces, tri des informations cartographiées, coloration automatique des zones,
- traitement facilité des informations issues d'un récepteur GPS,
- croisement possible des données avec d'autres informations cartographiques (types de peuplements, par exemple),
- facilité de reproduction sous forme électronique ou sur papier à différentes échelles des cartes obtenues...

Bien entendu, le SIG est utilisable dès le début du projet de cartographie et il peut intervenir dans toutes les phases.



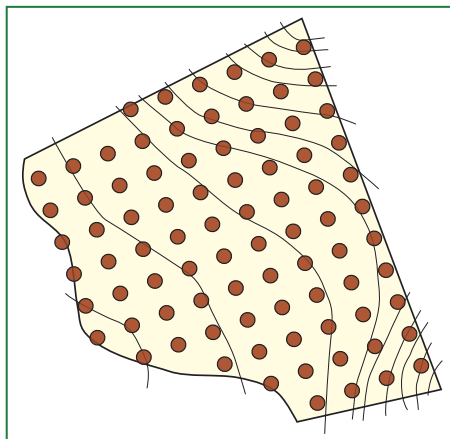


Cartographier les stations avec une méthode systématique

C

Le principe des cartographies systématiques

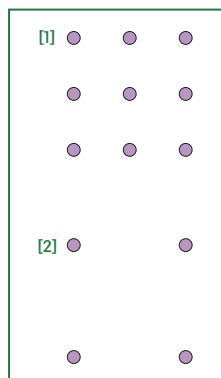
Les cartographies systématiques s'appuient sur un parcours de la forêt selon une grille régulière. L'opérateur chemine entre les points et note à chaque nœud de la grille le type de station. Le cheminement peut se faire à l'aide d'outils classiques (topofil et boussole) ou bien grâce à un récepteur GPS. La grille peut être réalisée grâce à un SIG.



Mise en œuvre et variantes de la méthode

1-Choisir la grille adaptée

Pour une méthode systématique, une étape importante réside dans le choix de la grille. Celle-ci peut être **régulière** (par exemple 50 m x 50 m) ou elle peut **privilégier un axe** par rapport à un autre (par exemple 50 m x 100 m).



Par ailleurs, la **densité des points** est très importante car elle va conditionner fortement la **précision** et les **rendements** (donc le coût). Une grille à pas faible (50 m x 50 m, c'est-à-dire un point par quart d'hectare [1]) va induire une cartographie précise, mais va impliquer de nombreuses journées de travail dès que le massif est grand. Une grille à pas plus élevé (100 m x 100 m, c'est-à-dire un point par hectare [2]) permettra de couvrir plus rapidement la surface, mais au détriment de la précision. En règle générale, plus le massif à cartographier est grand, plus le pas retenu pour la grille est élevé. Cela implique que la précision recherchée est moins grande pour les massifs de grande superficie.

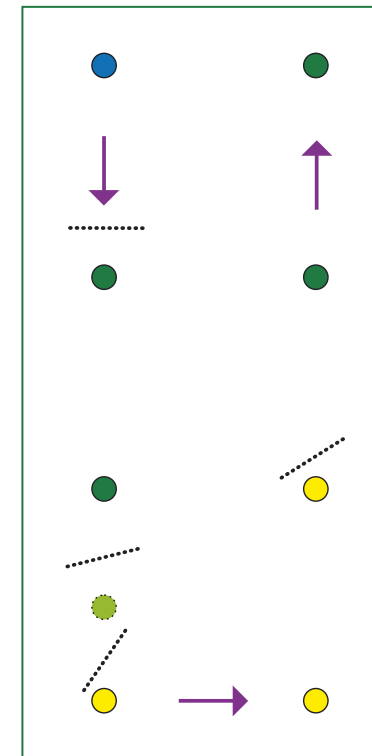
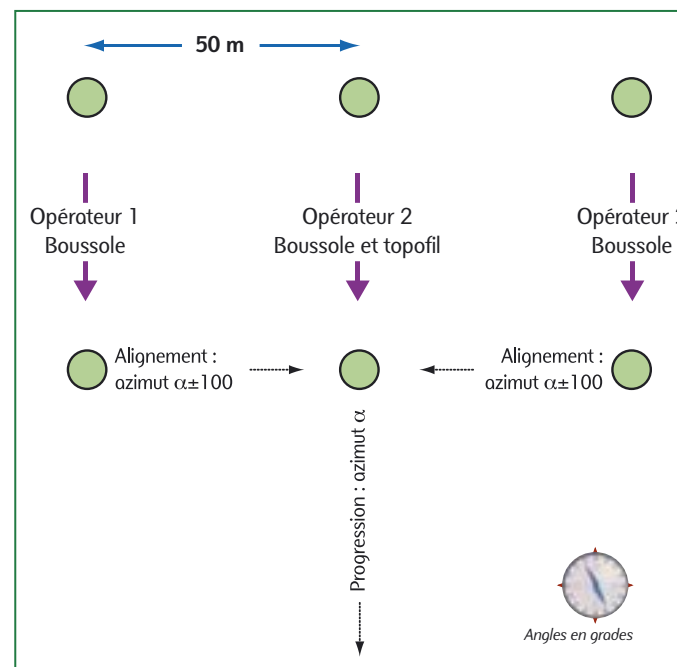
Dans certains cas, les inventaires stationnels sont groupés avec des **inventaires dendrométriques** (inventaire statistique par placettes temporaires ou permanentes, inventaire typologique). Il est alors souhaitable d'utiliser la même grille. Elle doit alors satisfaire aux exigences des deux types d'inventaire (peuplement et station).

2-Noter les variations intermédiaires

Lors du cheminement sur le terrain, les changements de types de stations doivent être notés. Cela permet d'améliorer la précision de la carte et de faciliter le travail de tracé des contours stationnels. D'autres types de stations peuvent apparaître entre deux points de la grille, en particulier lorsque le pas retenu est important (par exemple, 100 m). Leur localisation permettra également d'apporter une meilleure précision et augmentera la qualité des résultats.

3-Parfois travailler en équipe

Lorsque le pas de grille est petit (50 m), il est possible de travailler en équipe de deux ou trois personnes. Dans ce cas, seul l'opérateur situé au centre doit se soucier de la distance parcourue, les autres pouvant s'aligner sur lui à la boussole (visée à angle droit).



Sur cette carte, le parcours de l'opérateur est symbolisé par les flèches violettes. Des pointillés représentent les changements de types de stations tels qu'ils ont été identifiés sur le terrain. Un relevé intermédiaire (en vert-clair) a été effectué car l'opérateur a repéré un autre type de station lors du cheminement.

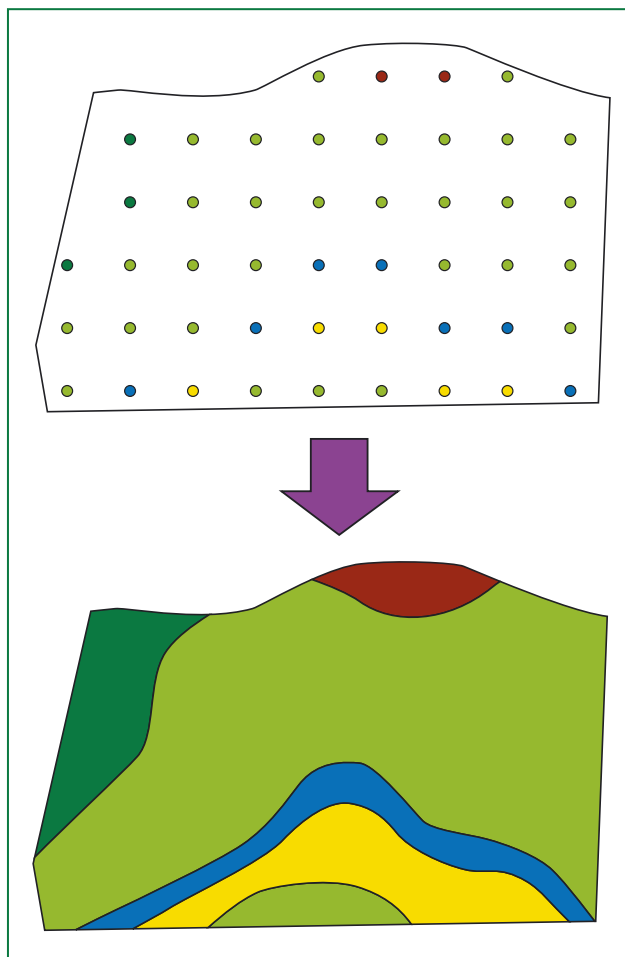
Ces informations de terrain permettront d'améliorer fortement le tracé des contours stationnels.

4-Tracer la carte

Une fois les relevés de terrain effectués, il faut transformer les données ponctuelles en zones. Cette opération est parfois délicate. Toutes les informations possibles sont à prendre en compte, en particulier :

- les **informations de terrain** qui ont été notées lors des relevés (limites entre types de stations visualisées par l'opérateur, résultats de sondages supplémentaires...),
- les **courbes de niveau** et le **réseau hydrographique** (certaines stations ne se trouvent que sur versant, d'autres suivent les cours d'eau),
- les limites **géologiques** telles qu'elles sont indiquées sur les cartes (certains types de stations sont liés à un substrat particulier).

Parfois aucune information ne vient aider l'opérateur pour tracer certaines limites entre stations. Dans ce cas, il ne reste plus qu'à effectuer un tracé harmonieux (en privilégiant les arrondis aux tracés anguleux) ou à retourner sur le terrain pour réaliser quelques observations supplémentaires.



Quels sont les rendements obtenus en cartographie systématique ?

Les rendements en cartographie systématique des stations sont très variables. Ils dépendent notamment de la **densité** de la grille de points, de la **facilité de parcours** de la forêt (pente, présence d'un sous étage...) et du **niveau de pratique** de l'opérateur. Le tableau ci-contre donne quelques indications (utilisation d'un catalogue des stations, opérateur formé à l'étude des stations).

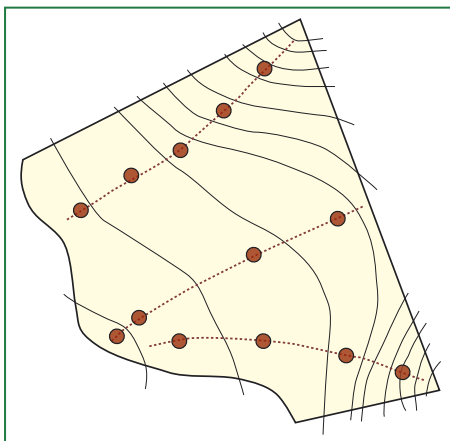
Densité	Points/jour	Surface/jour
Quart d'hectare (50 x 50 m)	20 à 60	5 à 15 ha
Demi-hectare (71 x 71 m)	12 à 40	6 à 20 ha
Hectare (100 x 100 m)	10 à 30	10 à 30 ha

+ Avantages	- Inconvénients
Les méthodes systématiques ne nécessitent pas d'étude préalable de la forêt. Elles sont assez faciles à mettre en œuvre.	Les placettes de relevé peuvent par le fruit du hasard se retrouver dans des zones de transition entre stations.
Comme les points sont répartis aléatoirement, les méthodes systématiques permettent d'obtenir des données statistiques sur la répartition des stations.	Les méthodes systématiques nécessitent un cheminement dans les peuplements qui n'est pas toujours facile (pentes marquées, sous-étage arbustif dense, zones de chablis, rémanents, ronciers...)
Quand une cartographie systématique des stations est couplée à un inventaire dendrométrique, les données obtenues permettent de facilement mettre en relation stations et peuplements et par exemple, d'analyser le comportement des essences.	Les stations rares ou couvrant une faible surface (les aulnaies, par exemple) peuvent être sous-échantillonnées , voire oubliées lors de la phase de terrain (en raison d'un écartement entre les points trop grand ou du positionnement de la grille).
	Le travail de l'opérateur devient rapidement répétitif et la multiplication des relevés dans les zones homogènes n'apporte aucune information supplémentaire.
	Pour obtenir une bonne précision, il faut multiplier les sondages ce qui entraîne un coût élevé. Cette méthode ne peut donc pas être très précise sur les grandes forêts. Au delà d'un point par hectare, elle ne donne plus qu'une vision statistique de la présence des stations et non une réelle cartographie.
	La restitution des cartes peut devenir fastidieuse en l'absence de SIG quand les relevés sont nombreux. Il n'est pas toujours facile de tracer les limites entre stations .



Le principe des cartographies par transects

Par définition, «un transect est un itinéraire rectiligne de prospection et/ou d'échantillonnage recouvrant une diversité maximale de situations topographiques, géologiques, géomorphologiques et végétales» (Vocabulaire en typologie des stations - Delpech et al., 1985). Ainsi, réaliser une cartographie par transects revient à définir des cheminements, à les parcourir en réalisant des relevés et en notant les changements stationnels, puis à synthétiser les informations sur une carte.



Mise en œuvre et variantes de la méthode

1-Le positionnement des transects

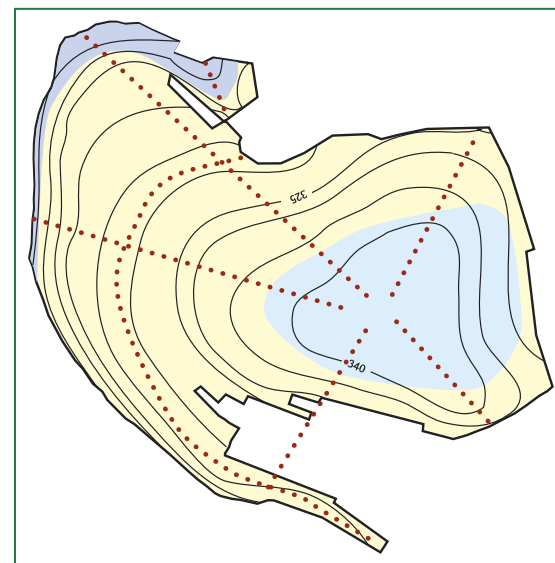
Pour que la cartographie des stations soit la plus exacte possible, les transects doivent être positionnés de manière à saisir la plus grande diversité possible. Ils sont donc le plus souvent perpendiculaires aux **courbes de niveau** (c'est-à-dire dans le sens de la plus grande pente). Ils doivent passer sur toutes les **formations géologiques**. Ils doivent également s'articuler par rapport au **réseau hydrographique** (ruisseaux, étangs).

Grâce aux informations préalables (carte topographique, carte géologique...), les transects peuvent être positionnés d'emblée. Il est cependant parfois utile d'en improviser d'autres sur le terrain quand cela semble nécessaire.

2-Le cheminement et les relevés

Afin de suivre les transects et de localiser les relevés, des outils d'orientation et de positionnement sont nécessaires (boussole, topofil, GPS). Quand les transitions entre les stations sont facilement appréhendables (changement de topographie, de type d'humus ou de cortège floristique, par exemple), les relevés peuvent être faits à chaque changement notable. En revanche, quand les modifications sont moins visibles (profondeur d'apparition de l'hydromorphie, par exemple), il est nécessaire de vérifier régulièrement qu'il n'y a pas de changement de station.

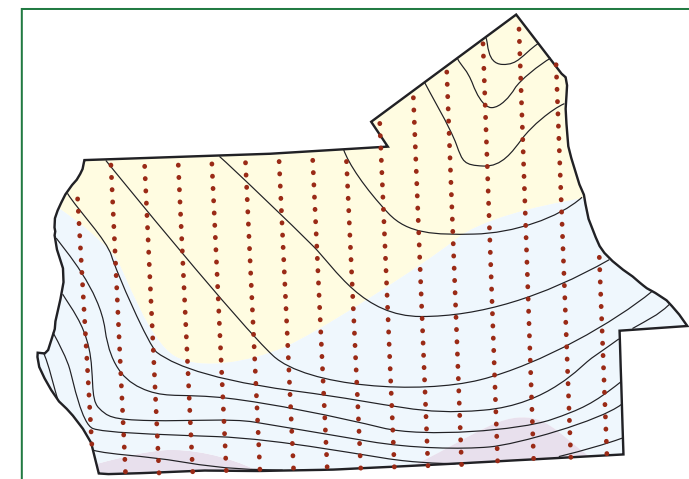
Sur les cartes ci-contre, seules les lignes des transects ont été figurées (en pointillés). Les points de relevés ne peuvent être décidés que sur le terrain, en fonction des changements observés.



Sur cette forêt, trois formations géologiques sont présentes. Elles sont toutes recoupées par au moins un transect (pointillés rouges). La plupart des transects sont orthogonaux aux courbes de niveau (d'où une disposition en étoile dans ce cas). Il est cependant utile (en particulier sur les fortes pentes) de réaliser des transects suivant les courbes de niveau afin de noter d'éventuels changements de types stationnels. Ces variations pourraient notamment être liées à l'exposition.

Quand les courbes de niveau ont la même orientation globale (comme en terrain relativement plat ou sur un versant), les transects peuvent être parallèles entre eux. L'écartement entre transects est alors soit fixe, soit variable. Plus les transects sont espacés, plus il y a de risque de ne pas cartographier des stations linéaires ou ponctuelles.

Une méthode par transects parallèles et régulièrement espacés se confond rapidement avec une méthode systématique.

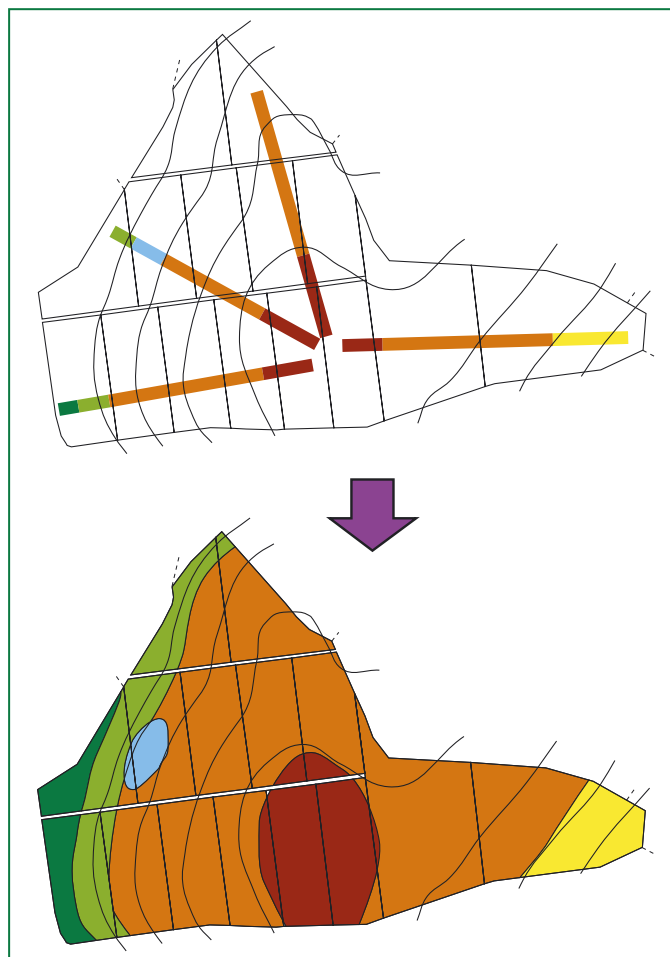


3-Tracer la carte

Traduire les transects en zones n'est pas toujours une opération facile. L'opérateur devra valoriser au mieux :

- les **courbes de niveau** et le **réseau hydrographique** (certaines stations ne se trouvent que sur versant, d'autres suivent les cours d'eau),
- les limites **géologiques** telles qu'elles sont indiquées sur les cartes (certains types de stations sont liés à un substrat particulier).

Quand les transects sont assez espacés, il n'est pas évident de tracer correctement les contours de stations ponctuelles (comme ceux de la station figurée en bleu, ci-contre). Dans ce cas, des relevés complémentaires sont parfois nécessaires.



Quels sont les rendements obtenus en cartographie par transects ?

Les rendements en cartographie des stations par transects sont extrêmement variables. La densité des transects est l'un des principaux critères qui fait varier le temps de la phase de terrain. Par ailleurs, du temps au bureau est également nécessaire pour préparer la phase de terrain et pour réaliser la carte ensuite.

Taille de la forêt	Terrain	Bureau	Total
30 ha	1 à 1,5	0,5 à 1	1,5 à 2,5
60 ha	1,5 à 3	0,5 à 1	2 à 4
100 ha	2 à 3,5	0,5 à 1	2,5 à 4,5
300 ha	3 à 4	1 à 1,5	4 à 5,5

Ordre de grandeur des temps passés en journées.

+ Avantages	- Inconvénients
Ce sont des méthodes rapides à mettre en œuvre. Elles sont donc peu coûteuses.	Le tracé des contours stationnels à partir des transects est parfois difficile.
Les méthodes par transects nécessitent une étude préalable (positionnement des transects) avant la phase de terrain, mais celle-ci n'est ni trop longue, ni trop complexe.	Les stations rares ou couvrant une faible surface (les aulnaies, par exemple) peuvent être sous-échantillonnées , voire oubliées lors de la phase de terrain (en raison d'un écartement entre les transects trop grand ou de leur positionnement mal adapté).
Ces méthodes fonctionnent bien dans les forêts sur fortes pentes (dans ce cas, les méthodes systématiques sont souvent laborieuses).	En règle générale, les méthodes par transects nécessitent une bonne maîtrise de l'opérateur , en particulier pour le positionnement des transects et la synthèse permettant de tracer la carte.
Il existe pour ces méthodes des possibilités d' adapter les relevés à ce qui est rencontré en forêt. Par exemple, s'il apparaît sur le terrain que certains transects ne sont pas pertinents, il est possible de les supprimer ou de les déplacer. De même, des transects supplémentaires pourront être réalisés pour bien appréhender toute la variabilité des stations.	



Le principe des cartographies par zonage préalable

Après avoir réalisé un certain nombre de cartographies, il apparaît fréquemment une logique dans la répartition des stations. Par exemple, certains types se retrouvent souvent dans le même ordre le long d'une pente (voir schéma fiche B). La géologie peut avoir également des implications sur les stations rencontrées et il existe alors une relation forte entre le sol et le sous-sol.

Partant de ces constatations, il est tentant de trouver la **logique de répartition** dans l'espace des types de stations pour **anticiper** leur présence sur le terrain. La cartographie par zonage préalable a pour fondement la définition *a priori* de zones homogènes du point de vue stationnel (en synthétisant toutes les informations utiles). La phase de terrain sert alors à valider ou à recadrer le découpage initial et à déterminer de manière précise les types de stations.

Pour que la cartographie par zonage préalable soit efficace, elle doit s'appuyer sur des informations fiables. Il existe des règles qui permettent une analyse préliminaire de la forêt à cartographier. Elles sont définies dans cette fiche. Cette méthode met également fortement à contribution les documents généraux qui peuvent être collectés (carte topographique, carte géologique, catalogue ou guide des stations, photographies aériennes...).

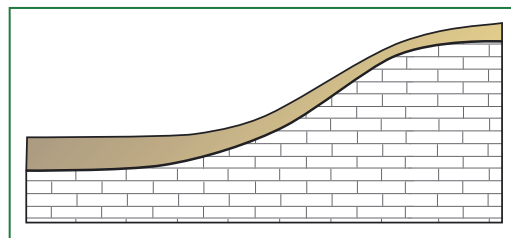
Les « lois » de répartition des sols

Les pédologues ont constaté un certain nombre de faits qui expliquent le fonctionnement et l'organisation des sols. Ces « lois » aident à mieux comprendre leur répartition. Elles aident au zonage préalable.

La loi des chaînes de sols

En règle générale, les eaux de ruissellement font que « les hauts nourrissent les creux ». Il y a ainsi des transferts de matière le long des pentes. Les sols des zones convexes sont soumis à des pertes de matière (lessivage, érosion, ruissellement) alors que les sols des dépressions connaissent un apport de matériaux (accumulation, lessivage, érosion karstique).

On arrive ainsi à la notion de chaîne de sols. Il existe des variations plus ou moins continues entre les points hauts et les creux (ce qui permet au cartographe d'anticiper les variations). Les sols colluviaux des positions basses présentent généralement une faible variabilité dans un contexte donné. Les relevés pourront y être limités.



La loi des compartiments

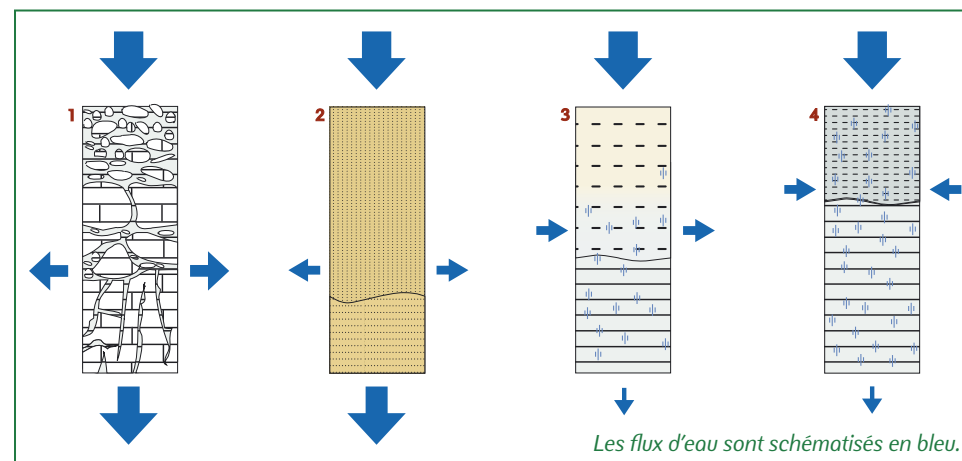
Le sol et les roches sous-jacentes ont des propriétés physiques propres. Ils ont donc localement un comportement différent en ce qui concerne **l'écoulement des eaux**, notamment en raison de leur porosité. Il est possible de distinguer quatre systèmes principaux :

1- Les systèmes drainants hyper-poreux. Ils correspondent à un réseau de pores très ouverts (roches fracturées). Les processus d'entraînement et d'érosion fortement favorisés y limitent l'épaisseur des sols.

2- Les systèmes drainants poreux. Le réseau poral y est grossier (roches fissurées, dépôts alluviaux anciens sablo-graveleux...). Les eaux s'infiltrent verticalement et les ruissellements latéraux épisodiques n'entraînent qu'une érosion modérée.

3- Les systèmes étanches ouverts. Dans ces systèmes, le réseau de pores trop fins limite l'infiltration et provoque l'apparition de nappes. Il s'agit soit de nappes perchées (en position de plateau), soit de nappes phréatiques (en plaine alluviale).

4- Les systèmes étanches fermés. Ils correspondent aux compartiments non drainants et aux cuvettes fermées. L'eau y est prisonnière car elle ne peut pas s'écouler.



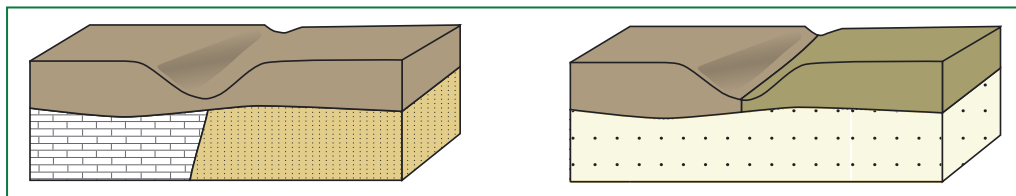
La détermination des systèmes potentiels se fait en analysant les cartes géologiques et topographiques, voire les photographies aériennes. Leur connaissance permet d'anticiper quelles seront les grandes familles de stations sur la forêt à cartographier.

À l'échelle d'une forêt, parfois un seul système est représenté. Dans ce cas, cette information reste importante (elle précise le fonctionnement des sols), mais elle ne permet pas de déduire des limites cartographiques.

La loi des buttes

Lorsqu'il existe un relief un peu marqué sur le massif à cartographier, il est possible de définir des zones convexes (buttes) et des dépressions. Ce modèle résulte de la circulation des eaux de ruissellement. Ces eaux ont tendance à progresser le long des **discontinuités** géologiques et dans les zones de partage entre matériaux (schéma ci-dessous).

Sachant cela, deux buttes voisines ont de fortes chances de présenter des stations différentes. Cette loi permet donc d'avoir une première approche focalisée sur les buttes pour estimer si elles présentent des différences significatives d'un point de vue stationnel. En revanche, la loi des chaînes de sols indique que les fonds varieront peu en raison du colluvionnement qui masque les formations sous-jacentes.

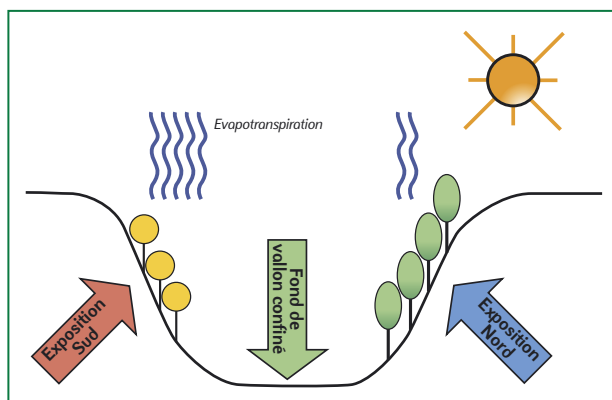


Sur le schéma de gauche, le vallon s'est créé dans une zone de transition géologique. Sur celui de droite, les eaux de ruissellement ont circulé en priorité dans la zone la plus fragile (changement de couverture pédologique).

L'exposition et l'altitude

En présence de pentes fortes, l'exposition joue un rôle important dans la répartition des stations. En effet, sur les versants « froids » (**ubacs**), les pertes d'eau du sol et de la végétation sont limitées par rapport à celles des versants « chauds » (**adrets**). La végétation du sous-bois et les essences peuvent donc être fort différentes d'un versant à l'autre.

Dans les zones montagneuses, l'altitude peut également être prise en compte. En effet, la végétation y est étagée en fonction de l'altitude.



Comment obtenir les informations permettant de réaliser un zonage préalable ?

La mise en œuvre du zonage préalable et l'application des règles qui viennent d'être énoncées nécessitent une collecte d'informations. Ce sont les outils présentés sur la fiche B qui apportent les données dont l'opérateur a besoin. En particulier, la lecture du **catalogue des stations**, voire du guide simplifié pour le choix des essences, est fondamentale. En effet :

- il explique comment se traduit la géologie au niveau des sols,
- il structure les facteurs du milieu les plus importants pour la détermination des stations (par exemple, sur une région naturelle donnée, il va préciser si la topographie est plus importante pour la discrimination des stations que l'exposition ou la nature des matériaux de surface),
- il annonce quelles sont les fréquences d'apparition des différents types de stations,
- il traduit parfois directement certains cas particuliers en types de stations (par exemple, un catalogue peut dresser la liste des trois types de stations qui peuvent être rencontrés à proximité des ruisseaux ou bien indiquer qu'il existe un seul type de station en versant nord).

Le tableau ci-dessous présente les principaux documents à consulter et leur intérêt pour la mise en œuvre du zonage préalable.

	Carte topographique	Carte géologique et sa notice	Catalogue des stations	Photo aérienne
Loi des chaînes de sols	Important	Utile	Important	Parfois utile
Loi des compartiments	Important	Important	Important	Parfois utile
Loi des buttes	Important	Important	Parfois utile	
Exposition - altitude	Important		Utile	

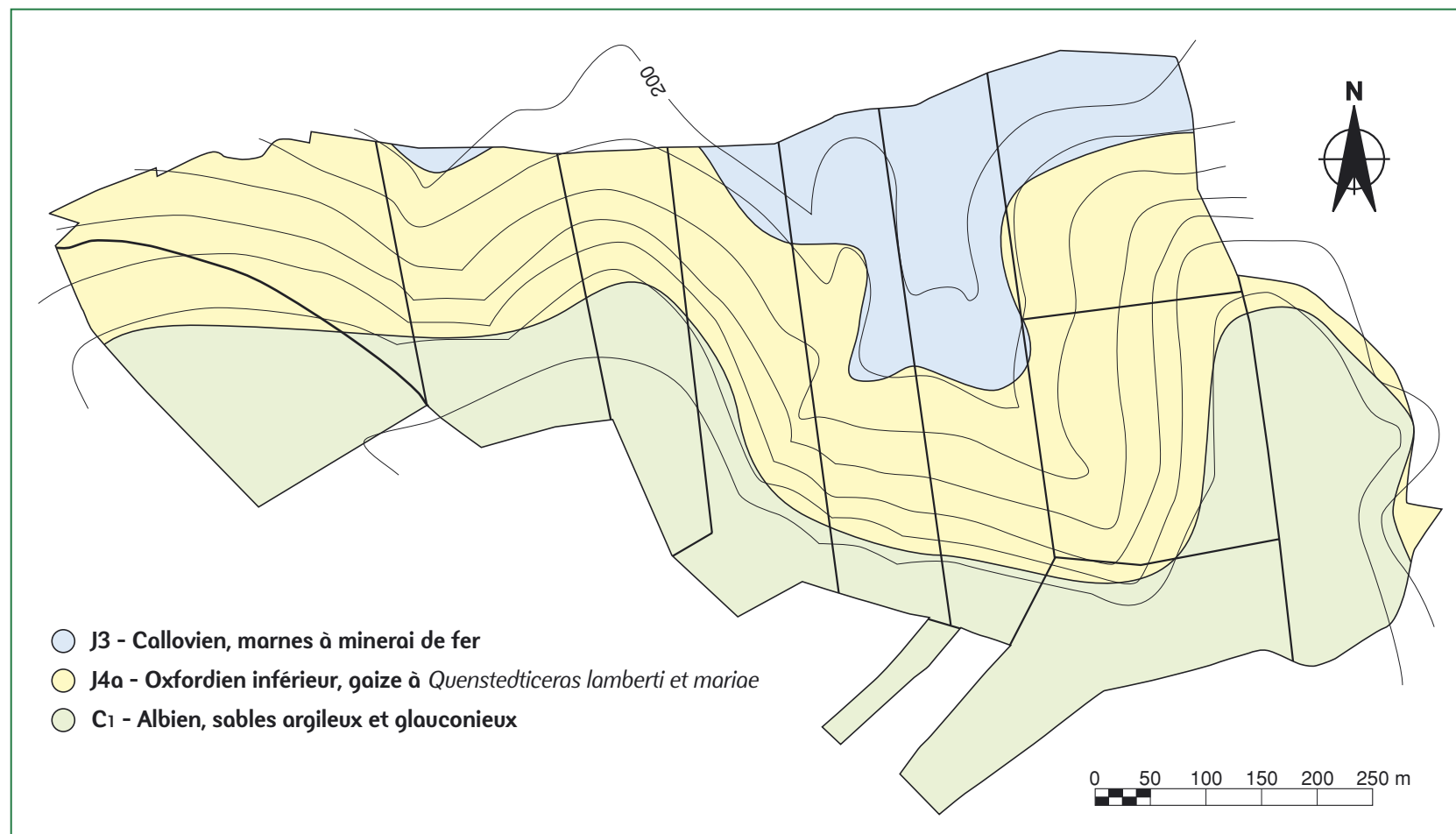


La mise en pratique du zonage préalable

Après l'énoncé des règles permettant de faire un zonage préalable, il est souhaitable de présenter un cas concret. Ainsi la réalisation de ce zonage va être décrite, étape par étape, sur une forêt de taille moyenne (environ 90 ha). Elle se situe dans la région naturelle de la **seconde crête ardennaise** (IFN 08.7). Le catalogue des stations couvrant cette région est assez simple d'utilisation.

La fiche E2 présente la synthèse des **principales caractéristiques** écologiques de la forêt. Elle indique également les informations qui peuvent être déduites du **catalogue des stations**. Ces informations collectées seront ensuite utilisées pour le zonage préalable.

Les informations cartographiques recueillies sur la forêt



La carte ci-dessus synthétise différentes informations cartographiques qui ont été rassemblées avant d'aller sur le terrain. Le **parcel-laire** est issu du plan de la forêt. Les **courbes de niveau** proviennent de la carte au 1:25 000 de l'IGN (l'équidistance entre les courbes est de

10 mètres). Les **limites géologiques** sont issues de la carte au 1:50 000 du BRGM.

Cette forêt est globalement exposée au nord (l'altitude varie de 200 à 260 m). Elle se situe au niveau d'une cuesta qui forme la limite entre deux régions naturelles. Elle présente à la fois

un plateau, des versants et un fond de vallon. La géologie suit globalement la topographie.

Il s'agit donc *a priori* d'une forêt assez variée avec une topographie marquée et différentes couches géologiques.

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Peuplement	Frênaie Aulnaie	Frênaie Hêtraie Charmaie	Hêtraie Frênaie Erablaie	Hêtraie Chênaie Frênaie	Hêtraie Chênaie Frênaie	Hêtraie Chênaie Frênaie	Hêtraie Chênaie	Hêtraie Chênaie	Hêtraie Chênaie	Hêtraie Chênaie	Hêtraie Chênaie
Groupes écologiques principaux	Hygrophiles Hygro-nitro- clines Neuro- nitroclines Neutrophiles	Hygro-nitro- clines Neuro- nitroclines Neutrophiles	Neuro- nitroclines Neutrophiles	Hygro-ni- troclines Calcicoles Neuro- nitroclines Neutrophiles	Hygro-ni- troclines Calcicoles Neuro- nitroclines Neutrophiles	Neuro- nitroclines Neutrophiles	Neutrophiles Acidoclines	Neutrophiles Acidoclines	Neutrophiles Acidoclines	Neutrophiles Acidoclines	Neutrophiles Acidoclines Acidiphiles
Type de sol	Gley	Sol colluvial	Sol colluvial	Sol colluvial brunifié	Sol brun lessivé mar- morisé	Sol brun lessivé marmorisé	Sol peu évolué de plateau	Sol brun lessivé marmorisé	Sol brun lessivé à sol lessivé	Sol colluvial	Sol colluvial
Forme d'humus	Hydromull	Mull eutrophe à mésotrophe					Mull acide			Mull acide Mull-moder	
Substrat	Alluvions	Colluvions plus ou moins épaisses	Colluvions (éboulis)	Colluvions de gaize et argile	Limon, argile, marnes	Limon, argile, calcaire	Gaize	Limon, argile	Limon épais	Colluvions limons et gaize	Colluvions limons et gaize
Topographie	Fond de vallon	Bas de pente	Versant		Plateau					Versant	
Exposition	-	-	Nord (voire Sud-Est ou Ouest)	Nord, Est ou Ouest	-	-	-	-	-	Nord, Est ou Ouest	Sud
Caractéristique écologique dominante	Hygrophile	Méso-hygro- phile	Méso-neutrophile				Acidocline				Acidiphile

Tableau synoptique des types de stations de la Crête oxfordienne (d'après Girault, 1985)

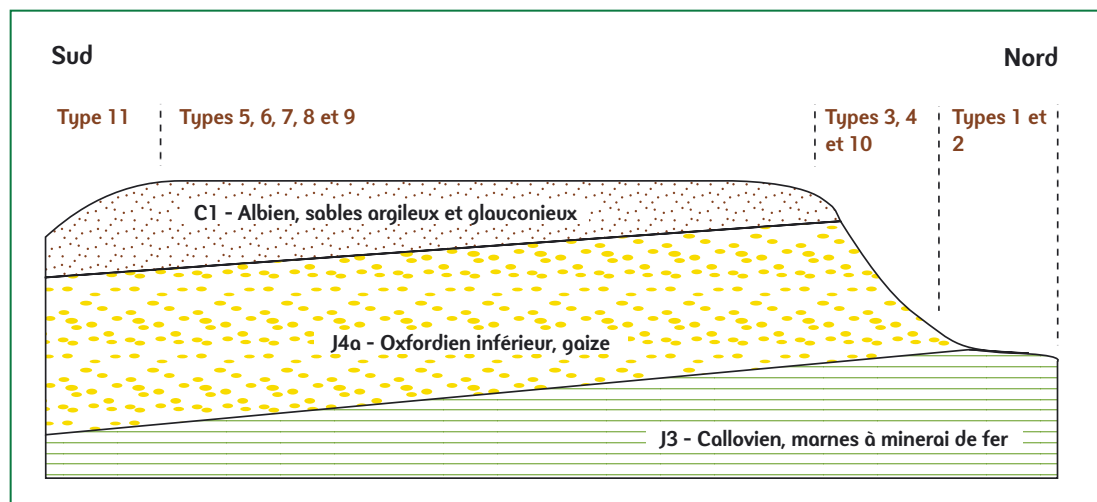
Les caractéristiques des onze types de stations qui peuvent être rencontrés sur la Crête oxfordienne sont synthétisées ci-contre. Les trois lignes correspondant au **substrat**, à la **topographie** et à l'**exposition** sont particulièrement intéressantes dans une démarche de cartographie par zonage préalable. En effet, ces informations peuvent être collectées avant la phase de terrain et il est donc possible d'anticiper en partie la présence des types (ou des groupes de types) de stations qui seront rencontrés par la suite.

Les autres facteurs discriminant les stations (niveau trophique, type de sol, niveau d'engorgement...) ne peuvent pas être déduits sans parcourir la forêt. Ainsi, la présence de certains types peut être prévue à l'avance. Pour d'autres, les relevés de terrain sont obligatoires.

De manière générale, la manière dont sont structurés ou classés les types de stations dans le catalogue est une information intéressante. Elle aide à comprendre la logique de répartition des stations et à optimiser l'emplacement des relevés de terrain.

Coupe géologique et position des stations sur la Crête oxfordienne

Il existe parfois dans les catalogues des profils schématiques ou des blocs diagrammes qui précisent la présence des stations en fonction du relief et de la géologie. Même si ces informations sont à relativiser, elles permettent de prévoir en partie les séquences stationnelles qui pourront être rencontrées. Le profil concernant la Crête oxfordienne est présenté ci-contre.





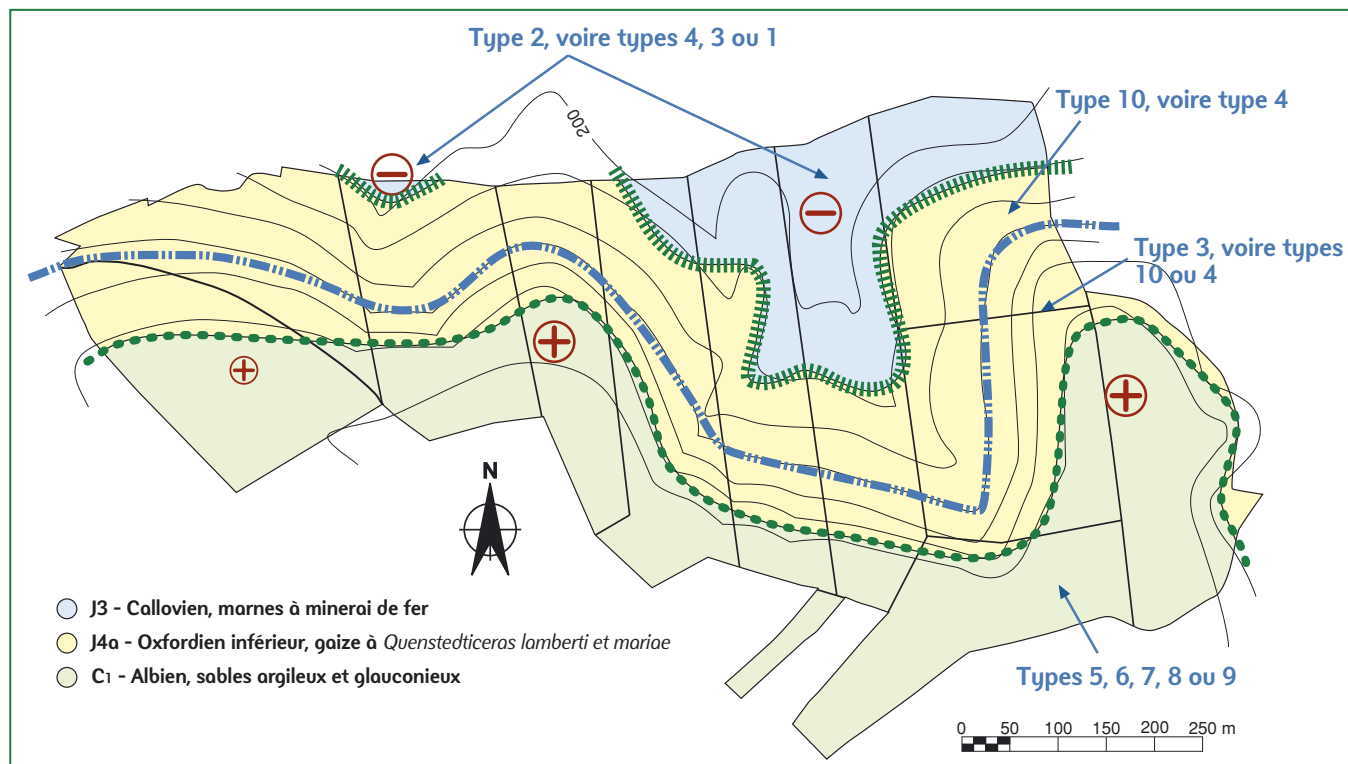
1- La loi des compartiments

La carte géologique annonce des marnes du Callovien en bas de versant. La position topographique basse et la texture lourde des sols vont induire des **systèmes étanches** à nappe temporaire ou permanente.

L'Oxfordien inférieur forme le versant de la cuesta. La gaize domine, même si des matériaux fins peuvent être ponctuellement présents. En raison de la perméabilité de la roche et de la pente, le système reposant sur l'Oxfordien est **drainant**.

Les dépôts de l'Albien sont faits de sables argileux et glauconieux. Ils sont en position topographique de plateau. Il peut en résulter soit un **système étanche ouvert** (avec une nappe perchée), soit un **système drainant poreux** (sans nappe perchée).

Les limites entre les différents compartiments sont figurées en pointillés verts sur la carte ci-contre. Elles suivent les changements géologiques tels qu'ils sont indiqués sur la carte au 1:50 000.



4- L'apport du catalogue des stations

Un certain nombre de remarques peuvent être faites à la suite de la lecture de la carte et du tableau présentant les types de stations (fiche E2):

- le type de station 11 n'est rencontré que sur les versants sud. Il ne pourra donc pas être présent sur cette forêt.
- les types de stations sont classés en fonction de la topographie (plateau, versant, dépression). Les types stationnels potentiels seront donc

limités en fonction de la position topographique. Les types possibles pour une zone donnée sont reportés en bleu sur la carte ci-dessus.

- La lecture du catalogue montre que les versants ne sont pas nécessairement homogènes. Les zones les plus abruptes correspondent sûrement à des zones sur éboulis de gaize à système poreux hyperdrainant (type 3). Les zones à pente moins forte (bas ou haut de pente) correspondent à des stations sur système poreux drainant (type 4 ou 10). Une limite

potentielle supplémentaire a donc été tracée sur la carte en fonction des courbes de niveau (trait bleu). Au sud de cette ligne, la pente est plus raide qu'au nord.

2- La loi des buttes

La loi des buttes indique que les points hauts peuvent très souvent avoir des sols présentant des différences. Les buttes ont donc été repérées par un symbole (+) sur la carte ci-jointe, les creux par un symbole (-). Les relevés de terrain devront échantillonner chaque butte. Les limites de stations entre les buttes devront être recherchées.

3- La loi des chaînes de sols

Il existe des colluvionnements entre les points hauts (+) et les points bas (-). Les transects effectués en allant de l'un à l'autre permettront de recenser des sols de profondeur variable.

Le choix de l'emplacement des relevés de terrain

Avant d'aller sur le terrain, il est judicieux d'imaginer un parcours qui permettra :

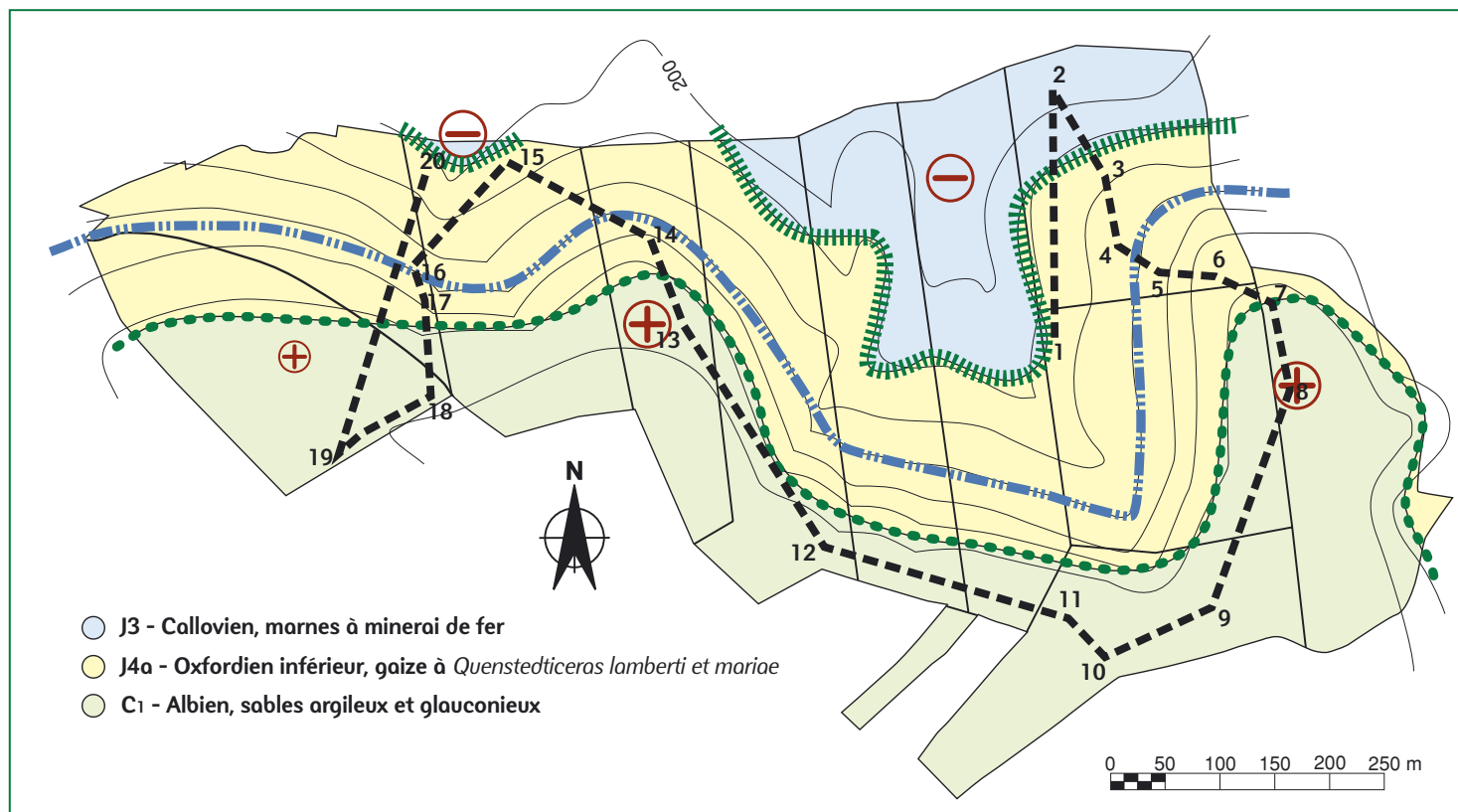
- de saisir le plus de **variabilité** possible,
- de **vérifier** ou de **corriger** les hypothèses de la cartographie préalable,
- de **parcourir** une bonne partie de la forêt sans laisser de grandes zones non visitées.

Ce parcours pourra être modifié sur le terrain au fur et à mesure des observations réalisées. En particulier, la découverte d'une variabilité qui n'aurait pas été pronostiquée doit conduire l'opérateur à réviser son parcours.

La réalisation des relevés

La phase de terrain doit être très efficace. Elle doit permettre de retour au bureau, de réaliser le tracé de la carte des stations sans trop d'ambiguïtés. Généralement le nombre de relevés reste assez faible (de l'ordre d'une vingtaine, voire d'une trentaine). Le choix de leur emplacement doit être le plus judicieux possible. En l'absence d'un système GPS, il existe dans certaines forêts des incertitudes concernant le report sur carte de l'emplacement des relevés (en particulier quand les repères visibles sur le terrain, comme le parcellaire, sont peu marqués ou absents). Cela contribue dans certains cas à des imprécisions dans la cartographie.

Contrairement à ce qui est préconisé pour les autres méthodes, le cartographe peut s'éloigner du trajet initialement prévu. Cela permet d'éviter les zones problématiques (couvert trop fermé, station touchée par la tempête puis exploitée, etc.).



Présentation du parcours tel qu'il a été réalisé sur la forêt

Vingt relevés ont été effectués sur cette forêt. Le parcours et l'emplacement des relevés ont été figurés en noir sur la carte ci-dessus.

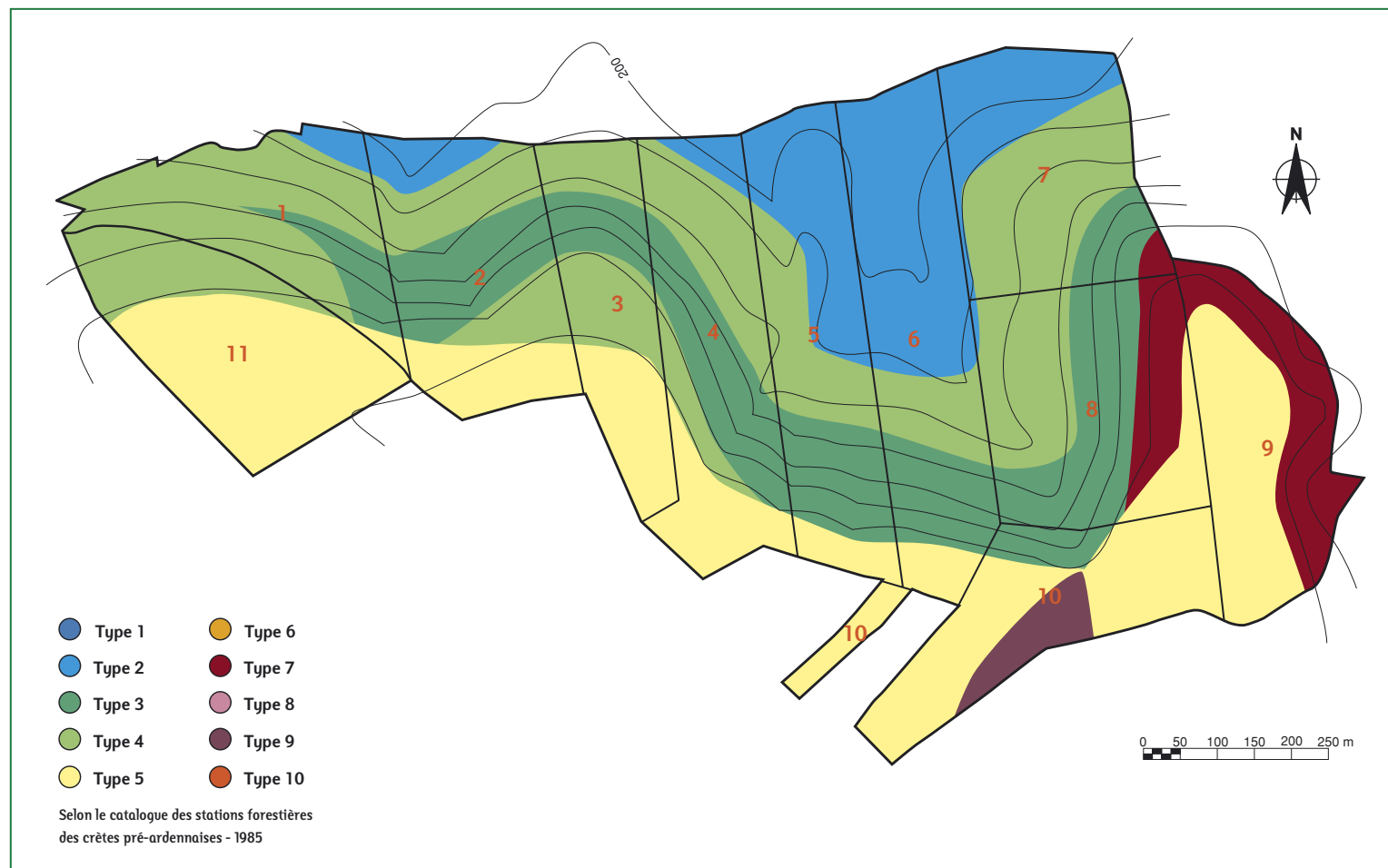
- Les zones basses correspondant au Callovien ont volontairement été sous-échantillonnées. En effet, la loi des chaînes de sols indique qu'il y a assez peu de variabilité dans ces zones. De plus, elles sont homogènes d'un point de vue géologique.
- Le parcours a été réalisé de manière à aller sur les trois buttes qui sont des zones potentiellement différentes d'un point de vue stationnel. Les points 9, 10, 11 et 12 avaient pour finalité de repérer d'éventuels changements de stations sur le plateau.
- La géologie et la loi des chaînes de sols indiquant qu'une part importante de la variabilité est liée à la topographie, il était important de réaliser des transects perpendiculaires aux courbes de niveau (points 2 à 7 ou points 15 à 18) pour bien saisir toute la variabilité.



Tracer la carte

Le tracé de la carte est parfois plus difficile pour les méthodes par zonage préalable que pour les autres méthodes. En effet, le nombre de relevés étant réduit, il est nécessaire de bien raisonner les extrapolations et les choix pour aboutir à une carte la plus proche possible de la réalité. Quelques conseils peuvent être énoncés :

- Il est important de **rapporter du terrain** le maximum d'informations. Celles-ci pourront être fondamentales par la suite. Si cela est nécessaire, il faut parfois dévier du parcours initial pour parcourir des zones présentant une diversité qui n'avait pas été anticipée.
- Plus encore que pour les autres méthodes, il est nécessaire de s'appuyer sur tous les **éléments du milieu** qui ont été cartographiés (courbes de niveau, réseau hydrographique, limites géologiques...). De même les différentes **lois de répartition des sols** (cf. fiche E1) doivent être valorisées au mieux.
À ce sujet, il est important d'essayer de lever toutes les incohérences éventuelles qui pourraient exister entre les lois de répartition des sols et les constatations de terrain. Cela aide à mieux interpréter les résultats et à tracer la carte.
- En dernier recours, l'opérateur est parfois conduit à faire des **choix** et à tracer des limites sans qu'il ait suffisamment d'informations. Dans ce cas, seuls des **relevés supplémentaires** pourraient lever les ambiguïtés.



Sur cette forêt, les limites géologiques et topographiques ont été utilisées pour séparer plusieurs types de stations. Les bas de versant sur Callovien correspondent au type 2. Les versants pentus sur gaize correspondent au type 3, ceux moins pentus sur gaize et colluvions au type 4. La limite entre les stations de type 3 et de type 4 a été placée selon les relevés et l'écartement

des courbes de niveau. Dans certains cas, les éléments pour conclure manquaient.

En fonction des relevés, la majeure partie du plateau a été classée en type 5.

Quels sont les rendements obtenus en cartographie par zonage préalable ?

Plus encore que pour les autres méthodes, les rendements peuvent varier très fortement lors des cartographies par zonage préalable. Il est encore trop tôt pour appréhender avec suffisamment de certitude ces rendements. Seuls quelques ordres de grandeur obtenus à la suite de travaux d'expérimentation effectués ces dernières années en Champagne-Ardenne seront cités. Ils ne sont pas nécessairement représentatifs dans la mesure où les opérateurs ne maîtrisaient pas d'emblée la méthode et ne connaissaient pas à l'avance les régions naturelles et les catalogues des stations.

Comme pour les autres méthodes, le niveau de précision recherché est moins important sur les grandes forêts que sur les petites. Ainsi, le nombre total de relevés ne variera pas proportionnellement à la surface des forêts cartographiées. Par exemple, sur une cinquantaine d'hectares, 15 à 20 relevés pourront être réalisés. Sur plusieurs centaines d'hectares, 30 à 50 seront effectués.

Taille de la forêt	Terrain	Bureau	Total
30 ha	0,75	0,5	1,25
90 ha	1	0,75	1,75
200 ha	2	0,75	2,75
500 ha	3	1,75	4,75

Ordre de grandeur des temps passés en journées.

La phase de terrain correspond au temps passé pour les relevés. La phase de bureau regroupe le travail préparatoire (zonage préalable) et le travail de synthèse et de restitution nécessaire pour obtenir la carte.

+ Avantages	- Inconvénients
La cartographie par zonage préalable est une méthode rapide. Elle est par conséquent peu coûteuse .	Les méthodes par zonage préalable s'adressent plutôt à des opérateurs connaissant bien les régions naturelles et les catalogues sur lesquels ils travaillent. Elles nécessitent donc, pour être efficaces, un bon niveau de technicité et de pratique .
Les méthodes par zonage préalable s'adaptent au cas particulier de chaque forêt et optimisent le temps passé sur la forêt. Elles limitent donc les relevés inutiles et redondants.	La précision du zonage préalable est fortement dépendante des données initiales qui peuvent être recueillies. La finesse des limites géologiques, la qualité du fond de carte, la bonne transcription du relief par les courbes de niveau conditionnent la qualité des cartes qui seront produites.
Ces méthodes fonctionnent bien dans les forêts sur fortes pentes (dans ce cas, les méthodes systématiques sont souvent laborieuses).	Le tracé des contours stationnels à partir des relevés de terrain est parfois difficile.
	Comme les relevés sont peu nombreux, des changements stationnels sont parfois oubliés . Cependant, quand la méthode est pertinente par rapport à la forêt retenue, les stations rares ont de bonnes chances d'être échantillonnées.
	L'étude préalable et la synthèse des données initiales sont parfois longues (cela permet cependant de gagner ensuite du temps sur le terrain).
	Le zonage préalable est plus ou moins facile à mettre en œuvre selon les régions naturelles, les forêts et les catalogues des stations concernés. Ainsi, les méthodes par zonage préalable ne sont pas universelles et leur choix doit être raisonné en fonction des conditions de milieu.



Quelle méthode de cartographie des stations choisir ?

F

Les éléments à prendre en compte

Pour choisir une méthode de cartographie des stations, il est nécessaire de comparer la précision des résultats obtenus pour chaque méthode et le coût de la cartographie (c'est-à-dire les rendements). Cela permet ensuite de retenir celle qui présentera un optimum en fonction des attentes de l'opérateur. Les principaux paramètres qui entreront en considération dans sa décision sont énumérés ci-dessous.

La compétence de l'opérateur

Les opérateurs peuvent avoir des niveaux variables en ce qui concerne la cartographie des stations. Une personne qui a déjà réalisé des cartes des stations, qui utilise couramment un ou plusieurs catalogues sera qualifiée d'expérimentée. La réalisation de cartes selon une méthode par transects ou par zonage préalable sera nettement plus facile pour un opérateur expérimenté. Les méthodes systématiques sont abordables par tous, du néophyte au spécialiste.

Les outils d'aide à la détermination des stations disponibles

Les outils d'aide à la détermination (cf. fiche B) varient d'une région naturelle à l'autre. L'existence d'un catalogue des stations est déterminante. Quand il existe, il aide parfois à anticiper la répartition spatiale des stations, mais tous les catalogues n'apportent pas les mêmes informations selon leur structure et leur contenu.

La méthode par zonage préalable, et dans une moindre mesure la méthode par transects, ont besoin d'outils fiables pour anticiper la présence des stations. Certains catalogues sont très performants dans ce domaine, d'autres le sont moins. La précision des informations collectées à partir des cartes géologiques et topographiques intervient de la même façon.

Les caractéristiques de la région naturelle

Certaines régions naturelles ont une topographie marquée et une géologie tranchée (qui se traduit facilement en types de

stations). Dans ce cas, les méthodes par transects et surtout par zonage préalable sont plus faciles à appliquer. En revanche, les méthodes systématiques peuvent être appliquées partout.

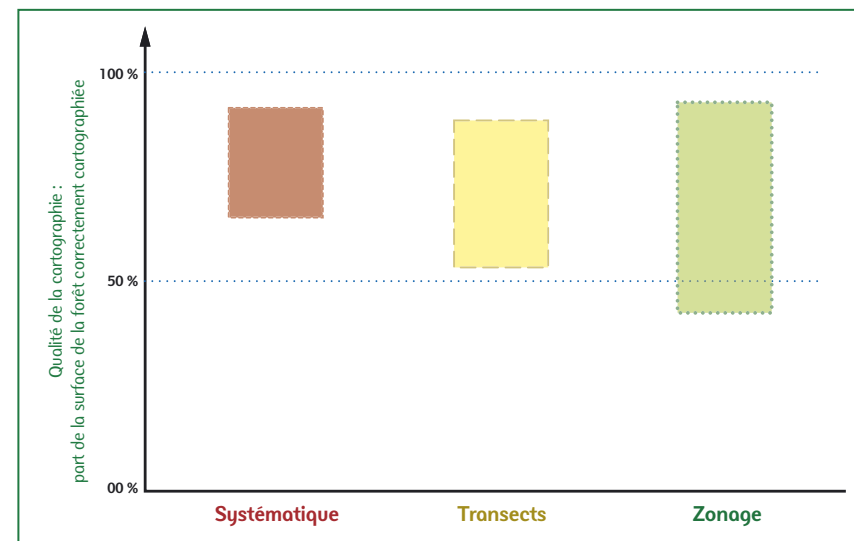
Les caractéristiques de la forêt

Les caractéristiques de la forêt à cartographier doivent être analysées avant de choisir la méthode. La topographie, l'exposition et la géologie sont des éléments potentiellement structurants. Une forêt diversifiée sera a priori possible à cartographier selon une méthode rapide ou par transects. En revanche, si elle présente peu d'éléments structurants, il sera préférable d'utiliser une méthode systématique ou par transects faiblement espacés.

La taille de la forêt à cartographier intervient également. La méthode systématique est difficile à mettre en œuvre sur de grandes forêts (coût élevé ou perte importante de précision). Les méthodes par transects ou zonage préalable sont applicables sur des forêts de toutes tailles.

Quelle précision escompter ?

Quelques études conduites par le CRPF ont permis de comparer la précision des différentes méthodes de cartographie (même si les résultats restent partiels). Le schéma synthétique ci-dessous résume les résultats obtenus actuellement.



Aucune méthode ne peut prétendre à une cartographie parfaite des stations. En effet, il existe par exemple des microstations qui sont difficilement localisables. De plus, les variations continues qui peuvent exister ne sont pas toujours faciles à rendre et le tracé de limites résulte souvent de compromis.

La méthode systématique est a priori la plus fiable. Elle peut parfois pêcher dans la délimitation de stations rares. C'est surtout la diminution de la densité des relevés sur des forêts de grande superficie qui va induire des imprécisions.

La méthode par transects a des résultats plus variables. Des transects trop espacés ou mal positionnés peuvent induire des erreurs de cartographie. Les choix de l'opérateur sont également fondamentaux

pour cette méthode. Des erreurs humaines (mauvaise interprétation des données, choix contestables) diminuent la précision des cartes obtenues.

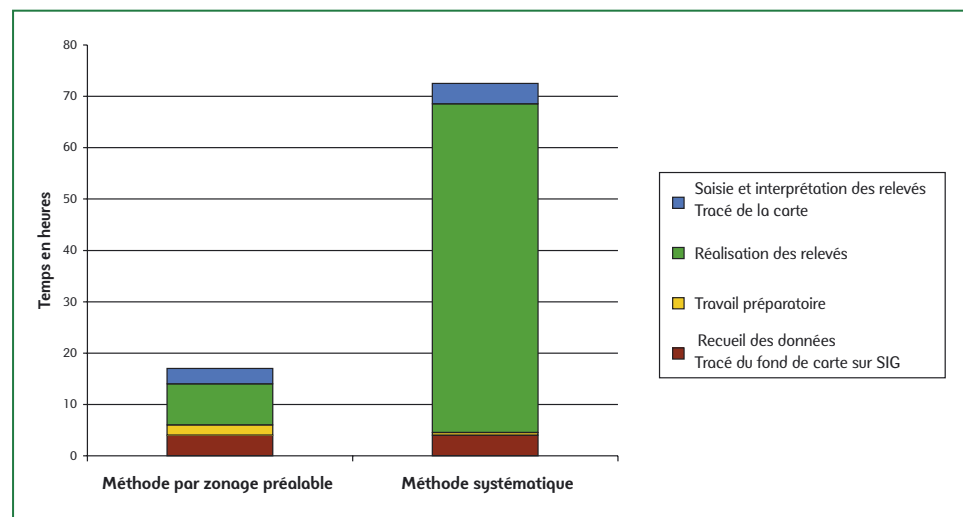
Tout comme pour la méthode par transects, la précision des cartes obtenues par zonage préalable dépend du travail de l'opérateur. La méthode montre également des faiblesses lorsqu'elle n'est pas employée sur des forêts qui y sont bien adaptées. Par exemple, des travaux effectués sur des forêts à la topographie peu marquée, à la géologie homogène et avec un catalogue peu adapté ont donné des résultats très moyens. Lorsque le zonage préalable est utilisé à bon escient, il donne de très bons résultats (parfois meilleurs que ceux obtenus avec une méthode systématique).

Quels coûts pour les différentes méthodes ?

Pour chacune des méthodes, des rendements ont été présentés sur les fiches correspondantes (C, D et E4). Il s'agit soit de cas ponctuels résultant de travaux conduits par le CRPF, soit d'ordres de grandeur établis à partir des données récoltées et extrapolées. Ces informations doivent donc être prises avec précaution. En effet, d'une forêt à l'autre le temps passé peut fortement varier, pour une même méthode, en fonction des conditions locales. Il faudrait multiplier les expériences pour obtenir des données statistiquement fiables.

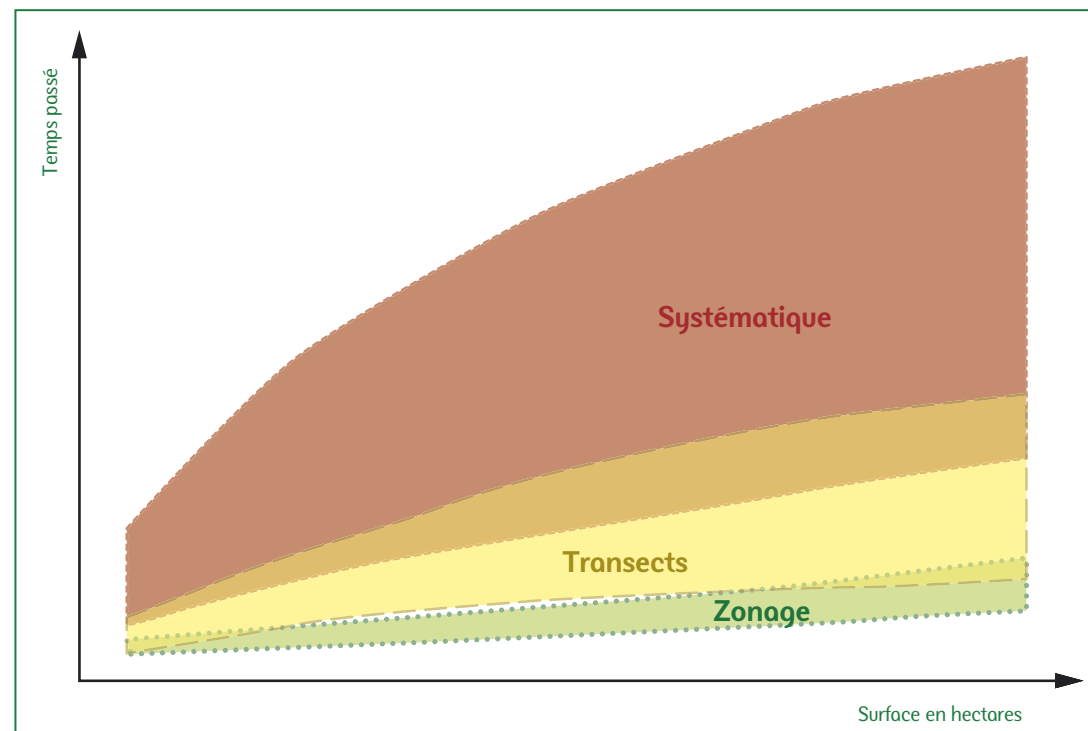
Afin de comparer sur une même forêt la méthode par zonage préalable et la méthode systématique, le graphique ci-dessous a été établi. Il concerne une forêt de 100 ha et s'appuie sur des données réelles récoltées par le CRPF.

Ci-contre est présenté un graphique général qui compare les coûts pour les trois méthodes en fonction de la surface cartographiée. Il est construit selon des hypothèses hautes et basses et d'après les informations actuellement à disposition du CRPF. Il pourra évoluer avec le recueil de nouvelles données.



Le temps passé pour chaque méthode a été classé en catégories. Le recueil des données (géologie, informations du catalogue, etc.) est commun aux deux méthodes. Le travail préparatoire pour la méthode systématique revient au choix de la grille (2 points/ha) et à sa matérialisation sur la carte. Pour l'autre méthode, il correspond à la mise en place du zonage préalable. Les relevés de terrain sont ensuite réalisés. La dernière étape consiste en la synthèse des informations récoltées sur le terrain et au tracé de la carte définitive.

Globalement, sur ce cas concret, la méthode par zonage préalable prend quatre fois moins de temps que la méthode systématique.



Les différents fuseaux ci-dessus ont été tracés en prenant en compte certains paramètres. Par exemple, pour les méthodes systématiques, la densité de relevés évolue en fonction de la taille de la forêt. Pour les petites forêts (moins de 50 ha), les relevés se font au quart d'hectare. Pour les moyennes à deux points par hectare et pour les grandes à un point par hectare.

La méthode par transects a été assez peu expérimentée. Il se peut que le faisceau qui la représente évolue en fonction de nouvelles données. De manière générale, l'ordre entre les méthodes semble respecté (la méthode par zonage préalable prend le moins de temps et la méthode systématique est la plus longue).

Si les outils tels que les récepteurs GPS et les systèmes d'information géographique venaient à se généraliser, ils permettraient un gain de temps et l'amélioration des rendements.



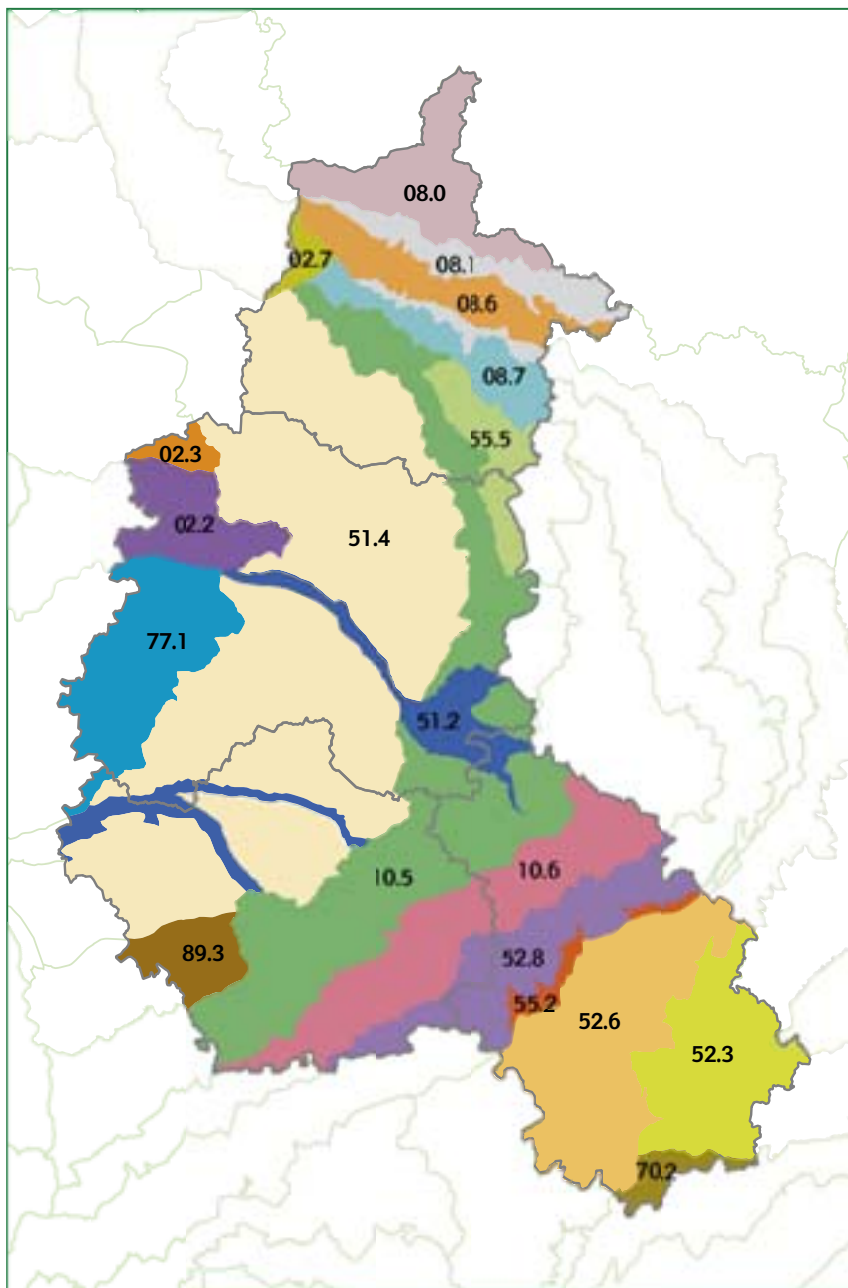
Quelles méthodes employer en Champagne-Ardenne ?

G

Parmi les critères de choix d'une méthode de cartographie des stations, certains peuvent être connus à l'avance dans une région donnée. Il s'agit de ceux qui dépendent de la **région naturelle** et du **catalogue de stations**. Le recensement de ces informations a été fait en Champagne-Ardenne. Il est présenté sur cette fiche.

Le tableau au verso indique par région naturelle les principaux critères qui peuvent intervenir. Certaines informations sont issues des tests de cartographie des stations qui ont été effectués en Champagne-Ardenne par le CRPF. Ce tableau est parfois incomplet ou imprécis. Il pourra évoluer en fonction du recueil de nouvelles données.

Bien entendu, les critères présentés ne sont pas les seuls à prendre en compte. Le niveau de pratique de l'opérateur et les particularités de la forêt interviennent également.



Présentation des rubriques

Le tableau imprimé au verso de cette fiche présente les résultats par région naturelle. La carte des régions naturelles est reproduite ci-contre afin de les situer (le numéro IFN sert de référence).

Pour chaque région naturelle (voire par groupe de régions), il a été indiqué :

- La **topographie** générale au sein de la région. Certaines régions naturelles ont un relief marqué. D'autres sont très plates. Cette donnée est intéressante pour le positionnement de transects ou pour un zonage préalable. Bien entendu, il s'agit de données générales qui seront modulées sur une forêt donnée.
- Les possibilités d'interprétation des données **géologiques**. Dans certains cas, la géologie est typée et a une forte influence sur les stations. Dans d'autres cas, son influence est masquée.
- L'utilisation du **catalogue** à des fins cartographiques. Certains catalogues sont structurés de telle manière qu'ils permettent facilement de comprendre la logique de répartition des stations et donc de positionner des transects ou de définir un zonage préalable. Pour d'autres, cela est nettement moins facile.

La synthèse sur la pertinence des méthodes

Pour chaque méthode, quatre symboles ont été utilisés :

- La méthode est **déconseillée** ou n'est **pas applicable**.
- + La méthode est **difficile** à appliquer et peut fournir des résultats décevants.
- ++ La méthode est **possible**, mais d'autres peuvent être plus intéressantes.
- +++ La méthode est **conseillée** et doit fournir de bons résultats, si elle est correctement utilisée.

Ces informations doivent être modulées en fonction des autres paramètres liés à la forêt ou à l'opérateur.

Région naturelle	Code IFN	Catalogue des stations	Guide pour le choix des essences	Topographie	Interprétation de la géologie pour la cartographie	Utilisation du catalogue ou du guide à des fins cartographiques	Méthode systématique	Méthode par transects	Méthode par zonage préalable
Ardenne primaire	08.0	Drapier, 1989	Bruyère et Drapier, 1992	Variée (plateaux, versants, fonds de vallon).	Moyenne. Cela dépend des zones.	Bonne. Seules les stations de plateau sont difficiles à anticiper.	++	++	+++
Crêtes ardennaises	08.6 08.7	Girault, 1985	-	Variée (plateaux, versants, fonds de vallon).	Assez facile. La géologie est très typée.	Bonne. Quelques difficultés pour les stations de plateau.	++	++	+++
Champagne humide	10.5	Rameau, 1987 Pinel, 1990	Milard, 2002	Peu marquée.	Très difficile. Les formations géologiques sont souvent masquées par des limons.	Difficile. Les types de stations sont nombreux. Le guide n'a pas été testé pour la cartographie.	++	+++	+
Argonne	55.5	Muller, Horemans, Madesclaire, 1993	-	Variée (plateaux, versants, fonds de vallon).	Assez facile.	Plutôt bonne. Il existe cependant quelques incohérences dans le catalogue.	++	+++	+++
Champagne crayeuse	51.4	Thévenin, 1996	-	Peu marquée	Moyenne.	A tester.	A tester	A tester	A tester.
Montagne de Reims Tardenois, Soissonnais	02.2 02.3	Thévenin, 1992	Bruyère et al., 1997	Assez variée, sauf sur les plateaux de la Montagne de Reims	Moyenne. Les versants sont plus faciles à interpréter que les plateaux.	Plutôt bonne. Les zones de plateau sont plus difficiles.	++	+++	++ + (plateaux)
Brie champenoise	77.1	Bailly, 1992	Bailly et al., 1995	Assez variée, sauf sur les plateaux.	Moyenne. Les versants sont plus faciles à interpréter que les plateaux.	Plutôt bonne. Les zones de plateau sont plus difficiles.	++	+++	++ + (plateaux)
Vallées et Perthois	51.2	Lévy, 1990	Lévy et al., 1991	Très plate.	Très difficile.	Très difficile	+++	++	-
Pays d'Othe Champagne sénonaïse*	89.3 51.4	Girault, 1990 Gilbert et al., 1997	En cours	Variée (plateaux, versants, fonds de vallon).	Assez facile.	Bonne. Seules les stations de plateau sont difficiles à anticiper.	++	+++	+++ ++ (plateaux)
Plateaux calcaires	10.6 52.6 52.8 70.2	Rameau et Didier, 1985	Milard, 2004	Variée (plateaux, versants, fonds de vallon).	En général assez facile.	Bonne. Le catalogue permet une première structuration. La cartographie des plateaux est assez délicate.	++	+++	+++ ++ (plateaux)
Bassigny, Amance-Apance	52.3	Rameau, 1986	-	Variée (plateaux, versants, fonds de vallon).	En général assez facile.	La structure du catalogue est utile, mais le nombre de types de stations ne facilite pas le travail cartographique.	++	+++	++

* La Champagne sénonaïse est une zone de transition entre la Champagne crayeuse et le Pays d'Othe. Elle est assise sur le sud de la région naturelle 51.4.