

**Document  
d'accompagnement  
du référentiel  
de formation**



**Inspection de l'Enseignement Agricole**

**Diplôme :**  
BTSA Gestion Forestière

**Module : M 4**  
Réalisation d'un diagnostic au sein d'un écosystème forestier

**Préambule**

Les documents d'accompagnement ont pour vocation d'aider les enseignants à mettre en œuvre l'enseignement décrit dans le référentiel de diplôme en leur proposant des exemples de situations d'apprentissage permettant de développer les capacités visées. Ils ne sont pas prescriptifs et ne constituent pas un plan de cours. Ils sont structurés en items recensant les savoirs mobilisés assortis de recommandations pédagogiques.

L'enseignant a toute liberté de construire son enseignement et sa stratégie pédagogique à partir de situations d'apprentissage différentes de celles présentées dans les documents d'accompagnement. Il a aussi la liberté de combiner au sein d'une même situation d'apprentissage la préparation à l'acquisition d'une ou de plusieurs capacités.

Quels que soient les scénarios pédagogiques élaborés, l'objectif est l'acquisition des capacités présentées dans le référentiel de diplôme, qui nécessite de ne jamais perdre de vue l'esprit et les principes de l'évaluation capacitaire.

## Rappel des capacités visées

**Capacité 4 correspondant au bloc de compétences B 4** : Réaliser un diagnostic au sein d'un écosystème forestier

- C4.1. Caractériser le potentiel de l'espace forestier
- C4-2 Mobiliser les outils et méthodes d'aide au diagnostic
- C4-3 Produire un diagnostic de synthèse

## Finalités de l'enseignement

Cet enseignement répond au champ de compétences « Réalisation de diagnostics au sein d'un écosystème forestier » dont la finalité est « Collecter et analyser les éléments utiles à l'élaboration d'un projet forestier ».

La fiche de compétences correspondante peut utilement être consultée.

Cet enseignement vise à donner aux futurs titulaires du BTS GF la capacité de réaliser un diagnostic de synthèse au sein de l'écosystème forestier en s'appuyant sur une analyse de terrain effectuée à différentes échelles. On veille à ce que l'apprenant s'approprie à partir du terrain, les outils, les méthodes, les notions nécessaires à la réalisation des diagnostics nécessaires. Ces derniers comprennent l'analyse du contexte, la détermination des enjeux, l'analyse de stations forestières, de peuplements et de leurs histoires à l'aide d'outils mathématiques et informatiques. La maîtrise de la géomatique constitue un objectif majeur dans cet enseignement.

Les compétences numériques conformes au cadre de référence des compétences numériques CRCN sont mobilisées au service de l'enseignement professionnel.

## Précisions sur les activités supports potentielles

Il peut être utile de mobiliser des environnements virtuels d'apprentissage à l'image de Silvanumerica (apprendre la forêt par simulation) <https://silvanumerica.net/>.

## Références documentaires ou bibliographiques pour ce module

### ÉCOLOGIE GÉNÉRALE

TIRARD, Claire ABBADIE, Luc LOEUILLE, Nicolas. *Introduction à l'écologie*. Dunod, 2021. 224 p. ISBN 978-2-10-081711-5

RAMADE, François, BOURLIERE, François (préf.). *Éléments d'écologie - Ecologie fondamentale*. 4<sup>e</sup> édition. DUNOD, 2020. 712 p. Sciences Sup. ISBN 978-2-10-081572-2

DAJOZ, Roger. *Précis d'écologie*. 8<sup>e</sup> édition. Dunod, 2019. Sciences Sup. 640 p. ISBN 978-2-10-080634-8

GAUTHIER-CLERC, Michel MESLEARD, François BLONDEL, Jacques. *Sciences de la conservation*. De Boeck, 2014. 346 p. ISBN 978-2-8041-8490-2

FAURIE, Claude FERRA, Christiane MEDORI, Paul DEVAUX, Jean HEMPTINNE, Jean-Louis. *Ecologie - Approche scientifique et pratique*. Tec & Doc, 2011. 488 p. ISBN 978-2-7430-1964-8

ANGELIER, Eugène. *Introduction à l'écologie – Des écosystèmes naturels à l'écosystème humain*. Lavoisier, 2002. 230 p. (épuisé)

DA LAGE, Antoine et METAILIE, Georges. Dictionnaire de biogéographie végétale - Nouvelle édition encyclopédique et critique. CNRS, 2015. 962 p. ISBN 978-2-271-08587-0

BLONDEL, Jacques. *Biogéographie – approche écologique et évolutive*. Masson, 1995. 297 p. ISBN 222584870X

HUEZ DE LEMPS, Alain. *Les paysages végétaux du globe*. Elsevier Masson, 1994. 182 p. ISBN 2-225-84404-6

LAMY, Michel. *La biosphère, la biodiversité et l'homme*. Ellipses, 1999. 191 p. ISBN 2-7298-4889-4

OZENDA, Paul. *Végétation du continent européen*. Delachaux et Niestlé, 1994. 269 p. ISBN 2603009540

OZENDA, Paul. *Les végétaux dans la biosphère*. Doin, 1982. 431 p. ISBN 2704003998

SAGAN, Carl. *Biosphères, métamorphoses de la planète Terre*. Dervy, 1990. ISBN 2-85076-552-X

### ÉCOLOGIE FORESTIERE

MATHOT, Léon. *Connaître, comprendre et protéger la forêt-Initiation à l'écologie forestière*. Éditions CNPF-IDF, 2017.  
SELOSSE, Marc-André. *L'origine du monde: Une histoire naturelle du sol à l'intention de ceux qui le piétinent*. Éditions Actes Sud, 2021.

OTTO, Hans-Jürgen. *Ecologie forestière*. IDF, 1998.

ROUGERIE, Gabriel et GEORGE, Pierre. *Les milieux forestiers*. PUF, 1983. Le géographe.

FICHANT, Roger. *La faune des forêts et l'homme*. QUAE, 2011.

BASTIEN, Yves et GAUBERVILLE, Christian (Coord.). *Vocabulaire forestier - Écologie, gestion et conservation des espaces boisés*. IDF, 2011., 608 p.

BISSARDON, Miriam GUIBAL, Lucas RAMEAU, Jean-Claude. *Corine biotopes - Types d'habitats français*. ATEN, 2003. Cahiers techniques. 179 p.

### SOLS FORESTIERS

CHARNET, François. *Les sols forestiers*. IDF, 2018. 160 p. ISBN 978-2-916525-44-0

FORTIN, J. André PLENCHETTE, Christian PICHE, Yves *Les mycorhizes-l'essor de la révolution verte*. Quae éditions, 2016. 164 p. ISBN 978-2-7592-2433-3

AFES, INRA. *Référentiel pédologique – principaux sols d'Europe*. INRA Editions, 1992. 220 p. Techniques et pratiques.

AFES. *Référentiel pédologique 2008*. QUAE Editions, 2009. 423 p. Disponible sur : <https://www.afes.fr/referentiel-pedologique/>

BRETHES, Alain PONGE, Jean-François BRUN, Jean-Jacques JABIOL, Bernard TOUTAIN François. *L'humus sous toutes ses formes*. ENGREF, 2007. 67 p. ISBN 978-2-85710-077-5

CITEAU, Laëticia BISPO, Antonio BARDY, Marion KING, Dominique. *Gestion durable des sols*. QUAE Editions, 2008. 336 p. ISBN 978-2-7592-0190-7

DUCHAUFOUR, Philippe. *Précis de pédologie*. Masson, 1970.

JABIOL, Bernard LEVY, Gérard BONNEAU, Maurice BRETHES, Alain. *Comprendre les sols pour mieux gérer les forêts – Contraintes et fragilités, choix des essences, précautions sylvicoles, améliorations*. ENGREF, 2009. 624 p. ISBN 978-2-85710-081-2

MATHIEU, Clément LOZET, Jean. *Dictionnaire encyclopédique de science du sol*. Tec & Doc, 2011. 733 p. ISBN 978-2-7430-1927-3

MATHIEU, Clément PEDRO, Georges (Préf.) *Les principaux sols du monde. Voyage à travers l'épiderme vivant de la planète Terre*. Tec&Doc, 2009. 252 p. ISBN 978-2-7430-1830-6

MATHIEU, Clément PIELTAIN, Françoise. *Analyse physique des sols*. Lavoisier Tec&Doc, 1998. 275 p. ISBN 2743002832

MATHIEU, Clément PIELTAIN, Françoise. *Analyse chimique des sols*. Tec&Doc, 2003. 386 p. ISBN 2-7430-1686-8

[https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/IF\\_igd\\_web.pdf](https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/IF_igd_web.pdf): indicateurs de gestion durable des forêts françaises métropolitaines, Edition 2010

### BIOLOGIE VEGETALE ET GENETIQUE

RAMEAU, Jean-Claude DRAPIER, Nicolas GAUBERVILLE, Christian. *Gestion forestière et diversité biologique. Domaine continental*. Éditions CNFP-IDF, 2002. ISBN 978290474070

BOTINEAU, Michel PELT, Jean-Marie (Préf.). *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. Tec&Doc, 2010. 1336 p. ISBN 978-2-7430-1900-6

DRENOU, Christophe. *Les Racines - Face cachée des arbres*. IDF, 2006. 335 p. ISBN 2-904740-92-9

PRAT, Daniel FAIVRE RAMPANT, Patricia PRADO, Emilce. *Analyse du génome et gestion des ressources génétiques forestières*. Quae éditions, 2006. 484 p. Savoirs faire. ISBN 2-7592-0146-5

NANSON, Alphonse. *Génétique et amélioration des arbres forestiers*. Lavoisier, 2004.

PHILIPPE, Gwenaël BALDET, Patrick HEOIS, Bernard GINISTY, Christian. *Reproduction sexuée des conifères et production de semences en vergers à graines*. Cemagref, 2006. 570 p. Synthèses.

STRULLU, Désiré Georges FORTIN, J. André (Préf.). *Les mycorhizes des arbres et plantes cultivées*. Tec & Doc (éditions), 1991. 250 p. ISBN 2-85206-721-8

## **BOTANIQUE FORESTIERE / DENDROLOGIE**

- DEBAZAC, EF. *Manuel des conifères*. ENGREF, 1991. 170 p. ISBN 2857100299
- JACAMON, Marcel GIRARDET, Pierre (Ill.). *Guide de dendrologie - Arbres, arbustes et arbrisseaux des forêts françaises*. 4e édition. ENGREF, 2011. 250 p. ISBN 978-2-85710-086-7
- MASSON, Gérard. *Autoécologie des essences forestières : Comment installer chaque essence à sa place* (2 tomes inséparables). Tec & Doc (Editions), 2005. 756 p. ISBN 2-7430-0737-0
- DUME, Gérard GAUBERVILLE, Christian MANSION, Dominique RAMEAU, Jean-Claude. *Flore forestière française - Guide écologique illustré Tome 1, Plaines et collines*. 2e édition. CNPF, 2018. 2464 p. ISBN 978-2-916525-47-1
- MANSION, Dominique RAMEAU, Jean-Claude DUME, Gérard. *Flore forestière française - Guide écologique illustré Tome 2, Montagnes*. IDF, 1999. 2421 p. ISBN 2-904740-41-4
- RAMEAU, Jean-Claude MANSION, Dominique DUME, Gérard GAUBERVILLE, Christian. *Flore forestière française - Guide écologique illustré Tome 3, Région méditerranéenne*. IDF, 2008. 2426 p. ISBN 978-2-904740-93-0
- RIOU-NIVERT, Philippe. *Les résineux - Tome 1, Connaissance et reconnaissance*. 3e édition revue et augmentée. CNPF, 2021. 280 p. ISBN 978-2-916525-67-9
- RIOU-NIVERT, Philippe BADRE, Michel (Préf.). *Les résineux - Tome 2, Ecologie et pathologie*. IDF, 2005. 448 p. ISBN 2-904740-91-0

## **STATIONS FORESTIERES**

- FORET, Marie DUME, Gérard. *Les outils d'aide à la reconnaissance des stations forestières et au choix des essences. Méthodes et recommandations pratiques ou Guide-âne*. Inventaire Forestier National, 2006. 244 p. ISBN 2-11-096455-3

## **NATURALITE- BIODIVERSITE**

- BOUZILLE, Jan-Bernard. *Ecologie de la biodiversité - Approches politiques et scientifiques de la connaissance et de la préservation des habitats naturels*. Tec & Doc (Editions), 2021. 160 p.
- PICHARD, Gilles AMECOURT, Antoine d' (Préf.). *Insectes et forêt, des relations complexes et essentielles*. IDF, 2017. 80 p. Les guides naturalistes. ISBN 978-2-916525-43-3
- EMBERGER, Céline LARRIEU, Laurent GONIN, Pierre. *Diversité des espèces en forêt : pourquoi et comment l'intégrer dans la gestion ? Se familiariser avec l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP)*. CNFP-IDF, 2014.
- BOUZILLE, Jan-Bernard. *Gestion des habitats naturels et biodiversité – Concepts, méthodes et démarches*. Tec & Doc (Editions), 2007. 331 p. ISBN 978-2-7430-0987-8
- DODELIN, Benoît. *Bois et forêts à arbres vieux ou morts*. CREN, 2010. Les cahiers techniques.
- DAJOZ, Roger. *Les insectes et la forêt - Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier*. 2e édition. Tec & Doc (Editions), 2007. 648 p. ISBN 978-2-7430-0982-3
- FAVENNEC, Jean BARRERE, Pierre. *Biodiversité et protection dunaire. Actes du colloque, Bordeaux, 17-19 avril 1996*. Tec & Doc (Editions), 1997. 310 p. ISBN 2-7430-0196-8
- GILG, Olivier. *Les forêts à caractère naturel, caractéristiques, conservation et suivi*. RNF et partenaires, 2004.
- GOSELIN, Marion LAROUSSINIE, Olivier. *Biodiversité et gestion forestière. Connaître pour préserver. Synthèse bibliographique*. Cemagref, GIP Ecofor, 2004.
- GOSELIN, Marion PAILLET, Yoan CHABRILLAT Rémi (Préf.) BADRE Michel (Préf.). *Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière*. Quae éditions, 2017. 160 p. Guide pratique. ISBN 978-2-7592-2670-2
- SCHNITZLER-LENOBLE, Annik. *Écologie des forêts naturelles d'Europe Biodiversité, sylvigénèse, valeur patrimoniale des forêts primaires*. Tec & Doc, 2002.
- SCHNITZLER-LENOBLE, Annik CARBIENER, Roland. *Forêts alluviales d'Europe écologie, biogéographie, valeur intrinsèque*. Tec & Doc, 2007. 386 p.
- VALLAURI Daniel, WWF France. *Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France forêts métropolitaines*. Tec & Doc, 2003. 260 p.
- EYNARD-MACHET, Richard VALLAURI, Daniel ANDRÉ, Jean, GÉNOT, Jean-Claude DE PALMA, Jean-Pierre. *Biodiversité, naturalité, humanité Pour inspirer la gestion des forêts*. Tec & Doc, 2010. 474 p.
- VALLAURI, Daniel. *Bois mort et à cavités : une clé pour des forêts vivantes*. Tec & Doc, 2005. 404 p. ISBN 2-7430-0797-4
- VALLAURI Daniel PONCET, La protection des forêts en France : indicateurs 2002. WWF, 2002.

## **ANALYSE PAYSAGERE**

- LINOT, Michel. *La forêt au rendez-vous du paysage ? Inventer ensemble un projet partagé sur les territoires forestiers. Forêt-entreprise*, 2011, n°196, p. 55-59.

LINOT, Michel NICOT, Pascal. *Manuel paysager pour la forêt comtoise : Guide pour une gestion forestière respectueuse des paysages*. Besançon : Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF) ; Office National des Forêts (ONF), 2009. ISBN 978-2-84207-332-9

FISCHESSER B. Les nouveaux défis d'une gestion durable et paysagère de la forêt de montagne. *Ingénierie EAT*, 1998, n°13, p. 41-55.

GILPIN, William CORNUAULT, Joël (Trad.). *Le paysage de la forêt*. Premières pierres, 2010. 104 p.

### **SANTE DES FORETS**

<https://www.reseau-aforce.fr/n/publications-du-reseau/n:400>

BRUNIER L., DELPORT F., GAUQUELIN X. & al, 2020. *Guide de gestion des crises sanitaires en forêt*. CNPF-IDF & RMT, 2020. Aforce. 184 p.

BERTIN S., PERRIER C. & al. *Le bilan hydrique des peuplements forestiers, état des connaissances scientifiques et techniques, implications pour la gestion*. RMT Aforce, 2016. 189 p.

BEAUDESSON, Pierre. *Impacts du grand gibier-Comment les identifier, les quantifier, les limiter*. Éditions CNPF-IDF, 2019. 24 p. ISBN 978-2-916525-57-0

NAGELEISEN, Louis-Michel SAINTONGE, François-Xavier PIOU, Dominique RIOU-NIVERT, Philippe BARTHOD, Christian (Préf.). *La santé des forêts - Maladies, insectes, accidents climatiques... Diagnostic et prévention*. CNPF, 2010.

DURAND, Raymond. *Champignons des arbres et du bois – Les principaux pathogènes – Guide de diagnostic et traitements*. Editions de l'Ecluse, 2008. 134 p. ISBN 978-2-916564-15-9

BIROT, Yves LANDMANN, Guy BONHEME, Ingrid. *La forêt face aux tempêtes*. Quae éditions, 2009. 433 P ; ISBN 978-2-7592-0330-7

LANIER, Louis Joly, Patrick Bondoux, Pierre Bellemère, André. *Mycologie et pathologie forestière Vol. Tome II Pathologie forestière*. Masson, 1976.

*Tree doctor (CD-Rom): diagnostic des maladies sur arbres forestiers ou d'ornement* (Français, Anglais, Italien, Allemand), IDF 2001.

### **DOCUMENTS TELECHARGEABLES**

BRUNIER, Louise DELPORT, Frédéric GAUQUELIN, Xavier. *Guide de gestion des crises sanitaires en forêt*. 2<sup>e</sup> édition. RMT AFORCE, 2020. 184 p. Disponible sur : [https://www.reseau-aforce.fr/data/total\\_guide\\_sanitaire\\_pap\\_184p\\_int\\_4p\\_couv\\_bd\\_compressed.pdf](https://www.reseau-aforce.fr/data/total_guide_sanitaire_pap_184p_int_4p_couv_bd_compressed.pdf)

ROMAN-AMAT, Bernard. *Préparer les forêts françaises au changement climatique*. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables l'Alimentation, 2007. 184 p. Disponible sur : <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/084000154.pdf>

### **GUIDES REGIONAUX**

CRPF D'AQUITAINE. *Guides des milieux forestiers en Aquitaine*. CRPF d'Aquitaine, 2004. 108 p. ISBN 2906964131

### **DENDROMETRIE**

DAGNELIE, Pierre PALM, Rudy RONDEUX, Jacques. *Cubage des arbres et des peuplements forestiers : tables et équations*. Presses Agronomiques Gembloux, 2013. 176 p. ISBN 978-2-87016-125-8

THILL, André DAGNELIE, Pierre PALM, Rudy RONDEUX, Jacques. *Tables de production relatives à l'épicéa commun*. Presses Agronomiques de Gembloux, 1988. 122 p. ISBN 2-87016-031-3

PARDE, Jean BOUCHON, Jean. *Dendrométrie*. 2<sup>e</sup> édition. ENGREF, 2009. 328 p. ISBN 978-2-85710-080-5

RONDEUX, Jacques. *La mesure des arbres et des peuplements forestiers*. Presses Agronomiques de Gembloux, 2000. 522 p. ISBN 2-87016-060-7

RONDEUX, Jacques THIBAUT, André. *Tables de production relatives au douglas*. Presses Agronomiques de Gembloux, 1999. ISBN 287016047X

### **SYLVICULTURE GENERALE**

BARY-LENGER, Anne EVRARD, René GATHY, Pierre. *La forêt - Ecologie, gestion, économie, conservation*. 4<sup>e</sup> édition. Perron (Editions du), 1999. 623 p. Travail du bois. ISBN 2-87114-157-6

BOUDRU, Marc. *Forêt et sylviculture*. Presses agronomiques de Gembloux, 1994

Tome 1 : *Sylviculture appliquée* ISBN 2-87016-030-5

Tome 2 : *Traitement des forêts* ISBN 2-87016-032-1

Tome 3 : *Boisements et reboisements artificiels* ISBN 2-87016-037-2

LANIER, Louis. *Précis de sylviculture*. 2<sup>e</sup> édition. ENGREF, 1994. 477 p. ISBN 2-85710-038-8

SCHÜTZ, Jean-Philippe. *Sylviculture. Volume 1, Principes d'éducation des forêts*. Presses polytechniques et universitaires romandes, 1990. 243 p. Gérer l'environnement. ISBN 2-88074-186-6

## **CARTOGRAPHIE**

LAMY, Bernard, LABOULAYE, Paul de (Dir.). *Géodésie, topographie, cartographie - Origines, développements, utilisations*. Ellipses, 2020. 192 p. Formations & Techniques. ISBN 978-2-340-04250-6

MONMONIER, Mark. *Comment faire mentir les cartes édition revue et augmentée*. Autrement (Éditions), 2019. 306 p. ISBN 978-2-7467-5112-5

BERTIN, Jacques. *La graphique et le traitement graphique de l'information*. Zones Sensibles, 2017. 270 p. ISBN 978-2-930601-29-8

LAMBERT, Nicolas ZANIN, Christine. *Manuel de cartographie - principes, méthodes, applications*. Armand Colin, 2016. 221 p. Cursus. ISBN 978-2-200-61285-6

LAMORY, Jean-Marc. *S'orienter - Des techniques traditionnelles aux nouvelles technologies*. Glénat, 2015. 144 p. ISBN 978-2-344-00686-3

SILBERMAN, Eric. *S'orienter en pleine nature - Carte topographique, boussole et GPS*. Gerfaut (Éditions du), 2012. 203 p. ISBN 978-2-35191-075-7

LORD, Jean-Marc & PELLETIER, André. *Cartes, boussoles & GPS*. 5<sup>ème</sup> édition. Broquet, 2013. 496 p. ISBN 9782896543144

VALCKE, Bruno. *Lire une carte et s'orienter en randonnée : Savoir utiliser carte et boussole*. Rando Éditions, 2005. 62 p. ISBN 978-2841822614

DENEGRE, Jean. *Sémiologie et conception cartographique*. Hermes Science Publications, 2005. ENSG-IGN. 274 p. 2-7462-1062-2

## **PHOTOS AERIENNES**

BOUREAU, Jean-Guy. *Manuel d'interprétation des photographies aériennes infrarouges. Application aux milieux forestiers*. La Documentation Française IFN, 2008. ISBN 978-2110981561

VIDAL, Claude. *Paysages de forêts Aux portes du visible*. Monza, 2003. ISBN 978-2908071962

## **SIG**

ASCHAN-LEYGONIE, Christina, CUNTY, Claire, DAVOINE, Paule-Annick. *Les systèmes d'information géographique - Principes, concepts et méthodes*. Armand Colin, 2019. 224 p. Cursus. ISBN 978-2-200-61718-9

ROELANDT, Nicolas. *SIG - Introduction à la géomatique et mise en place d'un système d'information géographique libre*. D-Booker Éditions, 2019. 246 p. ISBN 978-2-8227-0788-6

BAGHDADI, Nicolas MALLET, Clément ZRIBI, Mehrez. *Utilisation de QGIS en télédétection - Volume 2, QGIS et applications en agriculture et forêt*. ISTE Éditions, 2018. 373 p. ISBN 978-1-78405-336-9

AUDA, Yves. *Systèmes d'information géographique - Avec les logiciels libres GRASS et QGIS*. Dunod, 2018. 197 p. Sciences sup. ISBN 978-2-10-077584-2

PORNON, Henri. *SIG La dimension géographique du système d'information*. Dunod, 2015. 303 p. Collection InfoPro. Management. ISBN 978-2-10-072144-3

BORDIN, Patricia. *SIG : concepts outils et données*. Hermes Science Publications, 2006. 260 p. ISBN 2-7462-0554-8

DENEGRE, Jean SALGE, François. *Les Systèmes d'information géographique*. PUF, 2004. 127 p. ISBN 9782130539230

## **G P S**

DUQUENNE, Françoise BOTTON, Serge WILLIS, Pascal. *GPS - Localisation et navigation par satellites. 2e édition revue et augmentée*. Hermes Science Publications, 2005. ISBN 2-7462-1090-8

## **DRONE**

MANCINI, Bastien. *Drones et Data Management - Quelques applications illustrées : topographie – lignes et voies – carrières – agriculture*. Cépaduès, 2020. 72 p. ISBN 978-2-36493-760-4

LE MAITRE, Régis MANCINI, Bastien. *Manuel du télépilote de drone - Formation initiale et maintien de compétences 4e édition*. Cépaduès, 2021. Pilote drone. 224 p. ISBN 978-2-36493-879-3

## **REVUES**

**XYZ**. Revue de l'Association Française de Topographie Géomatique Expert. <https://www.aftopo.org/categorie-produit/revues/>

## **Webographie**

<a href="http://www.ifn.fr">http://www.ifn.fr</a>	Site de l'Inventaire Forestier National
<a href="http://seig.ensg.ign.fr">http://seig.ensg.ign.fr</a>	Site sur l'information géographique réalisé par l'IGN et l'Éducation Nationale.
<a href="http://education.ign.fr">http://education.ign.fr</a>	
<a href="http://www.ign.fr/">http://www.ign.fr/</a>	Site officiel de l'IGN
<a href="https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/prises-de-vue-aeriennes-dematerialisees-de-ign/">https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/prises-de-vue-aeriennes-dematerialisees-de-ign/</a>	Prises de vue aériennes dématérialisées de l'IGN
<a href="https://www.ign.fr/institut/ressources-pedagogiques/embarquez-dans-notre-machine-remonter-le-temps">https://www.ign.fr/institut/ressources-pedagogiques/embarquez-dans-notre-machine-remonter-le-temps</a>	Embarquez dans notre machine à remonter le temps
<a href="http://georezo.net/">http://georezo.net/</a>	Le portail francophone de la géomatique
<a href="http://sigea.educagri.fr/">http://sigea.educagri.fr/</a>	Portail SIGEA : SIG pour l'enseignement agricole
<a href="http://www.aftopo.org/">http://www.aftopo.org/</a>	Site de l'Association Française de Topographie
<a href="http://geomag.fr/index-page-accueil.html">http://geomag.fr/index-page-accueil.html</a>	Site de la revue Géomatique Expert
<a href="http://www.sig-la-lettre.com/">http://www.sig-la-lettre.com/</a>	Site du mensuel SIG La Lettre
<a href="http://www.forumsig.org/">http://www.forumsig.org/</a>	Forums dédiés à l'Information Géographique
<a href="http://www.gpspassion.com/fr/">http://www.gpspassion.com/fr/</a>	Forums dédiés aux GPS de randonnée
<a href="http://www.sig-gps.net/">http://www.sig-gps.net/</a>	Site très documenté sur les GPS et surtout les SIG.
<a href="http://fr.groups.yahoo.com/group/gpsgnss/">http://fr.groups.yahoo.com/group/gpsgnss/</a>	Forums dédiés aux GPS de randonnée

Capacité évaluée	Critères d'évaluation	Savoirs mobilisés	Disciplines
C4.1. Caractériser le potentiel de l'espace forestier	<p><b>Prise en compte des éléments de contexte et des enjeux</b></p> <p><b>Étude de la station</b></p> <p><b>Analyse du peuplement</b></p>	<p>Éléments d'écologie forestière et d'écologie du paysage</p> <p>Botanique</p> <p>Notions de climatologie, pédologie, géologie, topographie</p> <p>Fonctionnement de l'écosystème forestier et de l'arbre</p> <p>Mesures de l'arbre et du peuplement- Dendrométrie</p> <p>Analyse qualitative du peuplement</p>	<p>Biologie-Ecologie</p> <p>Mathématiques</p> <p>STAE</p>

### Conditions d'atteinte de la capacité

Cette capacité est atteinte si l'apprenant est en mesure de caractériser le potentiel d'une unité de station et de peuplement en s'appuyant sur des savoirs et savoir-faire techniques et scientifiques. Pour cela, il est capable, en situation, de :

- dégager les principaux enjeux à partir du contexte,
- décrire la station forestière et ses principales composantes,
- dégager ses atouts et contraintes,
- réaliser une analyse qualitative et quantitative d'un peuplement.

### Précisions sur les attendus de la formation

#### Processus de croissance et de développement de l'arbre

##### Les mécanismes de croissance et conséquences sur l'architecture de l'arbre et du peuplement

Cet enseignement permet de mettre en relation les structures et les fonctions des organes et de les relier aux mécanismes de croissance et de développement de l'arbre isolé ou en peuplement. La présentation des tissus et en particulier des méristèmes primaires et secondaires est réalisée en termes de localisation et de fonctionnement :

- méristème primaire, croissance en longueur, ramification et architecture ;
- méristèmes secondaires, croissance en diamètre, lien entre tissus et fonctions.

Les mécanismes de croissance sont abordés pour comprendre l'architecture de l'arbre et son évolution morphologique (fourchaison, descente de cime...) et la qualité des bois. Ceci est traité en lien avec la reconnaissance macroscopique des bois (bois homoxylé, bois hétéroxylé, différenciation duramen-aubier, relation croissance en diamètre et sylviculture). Il est souhaitable de faire également un lien avec l'anatomie à l'échelle microscopique (xylème, liber, cambium, etc.). Les tropismes sont abordés en relation avec la compétition pour la lumière.

Il est nécessaire d'aborder sur le terrain l'analyse de cernes et sa mise en relation avec l'histoire de l'arbre au sein du peuplement.

##### Les mécanismes de reproduction

En lien avec la détermination des essences et à l'aide d'un vocabulaire adapté, cet enseignement vise à faire appréhender aux apprenants les principaux mécanismes et cycles de la reproduction.

On montre également que les différents modes de reproduction sexuée et asexuée permettent d'expliquer les mécanismes de colonisation et de dissémination des espèces forestières. On insiste sur les implications dans la gestion



forestière (semences et dormances, stocks de graines, germination, bouture, drageons, gourmands, rejets, etc.).

## Les mécanismes de nutrition

En considérant l'arbre comme un système ouvert, il s'agit d'étudier les différents processus physiologiques en œuvre et de mettre en relation les phénomènes de nutrition de la plante avec la croissance de l'arbre et l'augmentation de biomasse.

Les approches morphologiques et anatomiques ne sont mobilisées que pour relier les structures et les fonctions.

Il s'agit aussi :

- d'expliquer le fonctionnement hydraulique d'un arbre : continuum sol-arbre-atmosphère, transpiration et régulation stomatique, réactions à la sécheresse et conséquences sur les échanges gazeux. La notion de potentiel hydrique est intégrée pour expliquer le fonctionnement hydrique de l'arbre et les problèmes d'alimentation en eau ;
- de mettre en relation la nutrition minérale avec la circulation d'eau ;
- d'expliquer la photosynthèse (les deux phases biochimiques et photochimiques peuvent être abordées) et la production de biomasse, stockage de carbone et mobilisation de réserves, circulation des sèves, stratégie d'allocation du carbone.

On insiste sur les relations symbiotiques (nodosités, mycorhizes) appliquées à la gestion (reboisement, trufficulture, croissance des arbres).

Le cycle de l'eau est présenté à l'échelle d'un peuplement. On peut aussi préciser le rôle des forêts sur la préservation ou la dégradation de la qualité de l'eau à l'échelle d'un bassin versant.

On précise également les émissions et la fixation du carbone dans le peuplement et le sol : bilan annuel et sur une révolution à l'échelle d'un massif forestier (et éventuellement selon les grands types de biomes forestiers).

On explique la part de l'influence des déforestations et boisements des terres agricoles sur le bilan en carbone (en précisant les échelles de temps et d'espaces considérées).

On insiste sur le lien entre cycle des éléments minéraux nutritifs et cycle du carbone : la minéralisation de la matière organique se traduit aussi par la minéralisation du carbone.

## Contexte d'une unité stationnelle et de peuplement

### Approche du contexte environnemental et réglementaire

Il s'agit d'identifier, à partir d'un cas concret, les zonages existants et d'effectuer une approche environnementale :

- zonages environnementaux : ZNIEFF, Natura 2000, Réserve naturelle, etc.
- approche paysagère, continuité écologique.
- approche patrimoniale : sites inscrits, sites classés.

Ces éléments peuvent être abordés au travers de l'utilisation de Geoportail.

<https://www.culture.gouv.fr/Regions/Drac-Centre-Val-de-Loire/Nos-secteurs-d-activite/Espaces-protoges/Les-sites-inscrits-et-classes>

### Contexte historique forestier

Cet enseignement permet à l'apprenant d'étudier à travers les notions de « forêts anciennes » la valeur historique et patrimoniale d'une forêt. Il peut s'appuyer sur l'étude de cartes anciennes (exemple carte de Cassini, etc.) et sur des relevés de végétation.

## Identification des usages

L'apprenant doit savoir repérer sur le terrain et dans des documents administratifs les différents usages de la forêt : tourisme, chasse, cueillette de champignons, etc. Il évalue l'importance relative de ces usages, en fonction des problématiques locales. Il aborde ces usages au regard des fonctions : économique, environnementale, sociale et de la protection contre les risques naturels.

## Réalisation d'un diagnostic de station

### Caractérisation des éléments du climat et analyse des interactions avec le peuplement forestier

L'apprenant doit être capable de lire et d'interpréter un relevé météorologique et des documents de synthèse climatique. L'interprétation doit être mise en relation avec les données altitudinales, topographiques, géomorphologiques et pédologiques. Certains éléments sont à souligner particulièrement compte tenu de leur incidence potentielle sur les peuplements forestiers en termes d'accidents climatiques (nombre de jours de gel, périodes de gel, action du vent, périodes de sécheresse, etc.).

La lecture et l'interprétation d'un diagramme ombrothermique ou d'un climatogramme peuvent être utilisées pour caractériser une zone climatique. Cet objectif permet de fournir à l'apprenant les caractéristiques pluviométriques et de températures (moyenne, maximale, amplitude, etc.) des climats de la zone tempérée, et des éléments d'appréciation concernant les changements climatiques. Il s'agit également d'expliquer la répartition de la végétation en fonction des différents facteurs : latitude, longitude, altitude, etc. Il faut prendre en compte les différentes échelles, dont l'échelle microclimatique (exposition, position topographique, nature du peuplement, etc.), et les effets possibles liés aux changements climatiques.

On présente l'influence des paramètres climatiques sur l'écosystème forestier :

- bilan hydrique : l'apprenant doit savoir identifier les différents paramètres intervenant dans un calcul de bilan hydrique (synthèse entrée et sortie, stock) et les méthodes de mesure. La maîtrise des calculs et leur interprétation n'est pas obligatoire.

- répartition de la lumière en forêt : il s'agit d'aborder les différentes composantes du rayonnement lumineux et leurs interactions avec le peuplement forestier (modification de la quantité et qualité sous couvert, variabilité spatio-temporelle sous le couvert, etc.).

- température : amplitude, fréquence des événements extrêmes, etc.

Ces facteurs doivent être mis en relation avec la croissance des végétaux (croissance en hauteur, en diamètre, morphologie, gourmands, etc.) et la régénération des peuplements.

### Caractérisation des éléments topographiques et analyse de leurs conséquences

L'apprenant doit savoir se repérer sur une carte et sur le terrain. Il doit être capable de définir les différentes échelles d'observation du milieu et de qualifier le relief (pente, forme, altitude, exposition). Des connaissances générales de cartographie sont fournies (systèmes de projection, géodésie, coordonnées géographiques, nords, etc.) pour aborder la lecture pratique de la carte. Elles sont réinvesties en particulier lors de l'utilisation des outils de SIG. La lecture de la carte permet d'aborder des notions diverses (altimétrie, lecture des coordonnées, etc.).

L'apprenant doit être capable d'établir ici les principales relations :

- topographie / climat (Adret/Ubac, sensibilité au vent, confinement, etc.),

- topographie / sol (zones de départ et d'apport, distribution des sols selon la pente, etc.),

- topographie / risques naturels,

- topographie / peuplement (distribution des houppiers, forme des arbres, etc.).

Les outils mathématiques de mesures topographiques (pente, trigonométrie, etc.) sont étudiés en contexte afin de préparer le travail sur le terrain.

## Identification de la végétation indicatrice et concurrente

L'apprenant doit pouvoir déterminer la végétation accompagnatrice à l'aide d'outils (clés, flore, etc.) en s'appuyant sur la maîtrise du vocabulaire technique et scientifique. Il s'agit d'être en capacité de reconnaître les principales espèces végétales des groupes d'espèces indicatrices en fonction du contexte régional.

NB : Les végétaux abordés peuvent être situés dans les grands groupes usuels, mousses, fougères, gymnospermes, angiospermes, en posant les limites de cette classification au regard de l'approche phylogénétique (la classification phylogénétique n'a pas à être abordée en tant que telle de façon exhaustive).

L'apprenant doit être capable de déterminer les niveaux trophiques et hydriques (écogramme de la station), d'éclaircissement, à partir des groupes indicateurs.

### Identification des potentialités et des contraintes des sols

Il s'agit dans un premier temps de mettre en relation l'origine et les caractéristiques des sols, avec la nature des roches ou du substrat et leurs propriétés. Il est nécessaire que l'apprenant puisse extraire des informations pertinentes de la lecture d'une carte géologique et qu'il puisse les confronter à la réalité d'observations de terrain.

On développe une méthode de description et d'analyse à partir de fosses pédologiques resituées dans leur contexte topographique et géomorphologique, pour décrire les paramètres permettant de caractériser le sol (type d'humus, texture, pierrosité / éléments grossiers, structure, porosité, enracinement, traces d'hydromorphie, couleur, pH, présence de calcaire actif, activité biologique, etc.).

On en dégage les atouts et les contraintes du sol vis-à-vis du peuplement et de sa gestion : possibilité d'enracinement, alimentation en eau, nutrition minérale, fragilités (tassement, érosion, risques face aux exportations massives) et risques de toxicité pour les essences forestières présentes et potentielles.

### Éléments de biodiversité locale

Il s'agit d'identifier et de caractériser la diversité biologique du milieu forestier étudié dans l'unité stationnelle et de peuplement.

On peut donc :

- identifier les différents niveaux de la biodiversité forestière (diversité génétique, spécifique, écosystémique et paysagère) ;
- repérer son organisation spatio-temporelle (stratification, mosaïque, successions, etc.) ;
- étudier la biodiversité du sol ;
- décrire la diversité faunistique ;
- mettre en évidence la présence de gibiers et de leurs dégâts éventuels ;
- montrer l'importance des micro-habitats (bois morts, arbres à cavités, etc.) ;
- étudier la notion d'habitat.

La notion d'évolution de la biodiversité peut être abordée à différentes échelles temporelles. Les échelles de temps longs permettent de situer la dimension évolutive de la biodiversité actuelle et les échelles de temps courts, d'aborder l'impact des modes de gestion.

L'évolution de la répartition des êtres vivants peut être abordée pour présenter la migration des espèces végétales lors des changements climatiques passés et ainsi expliquer les conséquences sur la répartition spatiale actuelle des populations (chorologie). Cela permet de faire un lien avec les conséquences sur la biodiversité génétique (relation avec les écotypes) et la biodiversité spécifique de la flore forestière.

### Identification des essences forestières et maîtrise de leur autécologie

Il s'agit de reconnaître, déterminer, identifier les principales essences de la forêt française, leurs besoins et leurs atouts. Cela inclut :

- la maîtrise de la dendrologie avec la reconnaissance de la plupart des essences forestières (noms français et latins), en se limitant à la forêt française (ne pas se restreindre aux essences de production, même si leur part reste prépondérante) ;
- la capacité à utiliser flores et clés pour l'identification des essences ;
- l'approche de la synécologie ;
- la maîtrise de l'autécologie, de la chorologie, des caractéristiques biologiques (fructification, croissance juvénile, longévité, etc.) des principales essences. Le choix des essences se fait en fonction de leur importance économique ou d'utilisation et du contexte régional. On peut se servir d'écogrammes comme outils de synthèse.

## Analyse qualitative du peuplement

Cet aspect est travaillé principalement sur le terrain, mais peut également être abordé en complément à l'aide d'environnements virtuels (Silva Numerica). <https://silvanumerica.net/>

### Aspect sylvicole du peuplement

Il s'agit de présenter les principes de fonctionnement des différents traitements (sans oublier les espaces boisés hors forêt), en mettant l'accent sur les objectifs.

Les éléments de sylviculture (composition, régime, traitement, origine, stades de développement) sont uniquement décrits.

### Relation lumière/arbre et lumière/peuplement

L'apprenant doit être en mesure de comprendre à travers l'observation de terrain comment la lumière influence la forme des arbres et leur répartition dans le peuplement (notions de port, de statut social, de concurrence, de couvert, de régénération, etc.).

### Etat du peuplement

Il s'agit d'apprécier les capacités de survie et de développement de l'arbre et du peuplement. Sans établir un diagnostic pathologique exhaustif, l'apprenant doit être capable d'identifier sur le terrain les principaux symptômes, dégâts (de gibier, climatiques, de pathogènes, etc.) et niveau de dépérissement de l'arbre et du peuplement afin d'évaluer l'état sanitaire du peuplement.

Il juge également de la vigueur des arbres, de leur capacité à réagir à une mise en lumière éventuelle, en faisant le lien avec leur croissance en hauteur et en diamètre.

Il évalue la stabilité du peuplement.

### Aspect qualitatif de la bille de pied

L'apprenant doit pouvoir identifier les principaux éléments qualitatifs de la bille de pied (forme, dimensions, singularités). Cette description doit permettre également de juger de la valeur d'avenir de l'arbre.

## Analyse quantitative du peuplement

L'analyse quantitative du peuplement est réalisée sur le terrain en utilisant les instruments de mesure du forestier (compas, jauge d'angle, dendromètres). Ces mesures débouchent sur des notions calculées de surface terrière et de volume. Les corrections de pente sont abordées.

Cet aspect est travaillé principalement sur le terrain, mais peut également être approché à l'aide d'environnements virtuels de type Silva Numerica. <https://silvanumerica.net/>

Un réinvestissement des notions en lien avec la manipulation de ces grandeurs (surface et volume, unités et conversion, etc.) permet de consolider leur acquisition. L'entraînement à la manipulation de formules permet de calculer une grandeur cherchée en fonction des autres connues, de déterminer des indices, etc.

### Mesure de l'arbre

L'apprenant doit maîtriser les différentes mesures de l'arbre :

- diamètres : à 1,3m, découpe, médian, classes de diamètre ;
- hauteurs totales, découpes ;
- surface terrière de l'arbre ;
- volumes : total, commercial.

### Mesure du peuplement

L'apprenant doit choisir les critères pertinents à appliquer en fonction du peuplement.

Il doit savoir réaliser les mesures nécessaires pour un peuplement :

- diamètres (Dg, Dm, Do) ;
- hauteurs (moyenne, dominante) ;
- surface terrière ;
- densité, répartition ;
- volumes (total, de l'arbre moyen) ;
- perches/PB/BM/GB, répartition spatiale

L'utilisation des barèmes et tarifs est traitée en M7.

### Indices de synthèse

L'apprenant est amené à déterminer et interpréter des indices de synthèse, lui permettant de compléter son analyse. Sont traités les indices de forme (Dmm, f, K), facteurs de stabilité (H/D), facteur d'espacement, indices de vigueur, etc.

### Gestion actuelle et passée du peuplement

#### Traitements, opérations passées visibles ou supposées

L'observation des indices et traces sur le terrain peut permettre d'identifier les opérations passées sur le peuplement ou l'absence de gestion.

L'apprenant doit pouvoir construire des hypothèses sur les modes de gestion passés du peuplement. Il s'appuie sur les observations réalisées sur le terrain (architecture des arbres, lecture de souches, traces d'exploitation, structure des peuplements, éléments anthropiques, cortège floristique, etc.), la connaissance des modes de gestion, la connaissance des modes de croissance et développement des arbres en peuplements.

#### Place du peuplement actuel dans une norme éventuelle de gestion

L'apprenant doit connaître les types de norme des différentes sylvicultures pratiquées en France (sylviculture intensive résineuse, sylviculture traditionnelle feuillus, etc.). On aborde pour les peuplements irréguliers d'autres notions comme le capital d'équilibre, etc.

A partir de l'analyse qualitative et quantitative réalisée sur le terrain, l'apprenant est donc en capacité de comparer le peuplement à ces références techniques.

Cela permet d'identifier des éventuels retards, absences ou accidents de gestion.

Capacité évaluée	Critères d'évaluation	Savoirs mobilisés	Disciplines
C4.2. Mobiliser les outils et méthodes d'aide au diagnostic	<p><b>Choix des outils et adaptation des méthodes d'inventaires aux enjeux et aux finalités</b></p> <p><b>Maitrise d'outils mathématiques d'aide au diagnostic</b></p> <p><b>Maitrise des solutions informatiques dédiées au diagnostic</b></p>	<p>Méthodes d'inventaires</p> <p>Principes de typologie</p> <p>Méthodes d'échantillonnages</p> <p>Mise en œuvre d'inventaires sur le terrain</p> <p>Traitements de données</p> <p>Interprétation des résultats</p>	<p>STAE</p> <p>Biologie-Ecologie</p> <p>Mathématiques</p> <p>TIM</p>

### Conditions d'atteinte de la capacité

Cette capacité est atteinte si l'apprenant est en mesure de mobiliser des outils et des méthodes d'aide au diagnostic en s'appuyant sur des savoirs et savoir-faire techniques et scientifiques. Pour cela, l'apprenant est en capacité de :

- choisir et mettre en œuvre une méthodologie pertinente au regard du contexte et des objectifs,
- utiliser des outils numériques de diagnostics,
- traiter les données en s'appuyant sur des outils mathématiques et informatiques adaptés.

### Précisions sur les attendus de la formation

#### Principes d'inventaires

Cet enseignement permet de fournir un aperçu des différentes possibilités en matière d'inventaire. L'apprenant choisit de manière éclairée la méthode la plus adaptée au regard des contraintes. Il s'agit aussi de comprendre les méthodes mathématiques utiles à ces inventaires.

#### Inventaires en plein

On souligne les atouts et les contraintes, par statistiques descriptives, de l'inventaire en plein pied à pied (inventaire de la population-mère).

#### Inventaires par échantillonnage

Il convient de distinguer les grandes méthodes d'échantillonnage, leurs avantages et inconvénients :

- aléatoire et simple (rectification facile du taux d'échantillonnage).
- systématique (attention au choix d'orientation du système).
  - Maillage (carré/rectangulaire).
  - Ligne (de plantation).
- orienté : on souhaite obtenir une information à un endroit précis, prédéterminé (par exemple, pour l'inventaire de la faune, pose de caméras automatiques à des endroits stratégiques).

On présente les différentes formes et le choix de la taille de placette d'échantillonnage.

- Ponctuelle (classement typologique : structure de type 1/2/3/4..., US1/US2... qualitatif : plant mort/vivant)
- Ronde (minimisation du rapport périmètre/surface)

- Carrée (rapport périmètre/surface plus élevé permettant de mieux observer l'intérieur sans avoir à pénétrer la zone)
- Bandes discontinues (idem que carré en mieux encore ou forêt équatoriale impénétrable)
- Bandes continues

Une placette d'échantillonnage performante donne un aperçu stable de la situation locale (observation de la variabilité locale).

Les placettes peuvent être temporaires ou permanentes.

Pour influencer sur la précision, on joue sur le nombre de placettes et le taux d'échantillonnage.

On présente l'intérêt d'une stratification pour adapter la technique d'inventaire. La stratification peut être horizontale (réalisée à partir d'une photographie aérienne ou d'une carte préexistante) ou verticale (différentes strates de végétation).

Grâce à la stratification verticale, il est possible d'étudier les liens entre les strates (étude de corrélations, inférence statistique). On peut par exemple étudier la relation entre la surface terrière et le taux de couverture de la strate herbacée, etc.

Ainsi, dans un massif, on peut inventorier de différentes manières selon les zones. Par exemple, faire du pied à pied dans les peuplements réguliers à très gros bois en vue de la vente et de l'échantillonnage ailleurs. On peut faire des petites placettes rondes dans une zone en régénération et des plus grandes dans une zone à bois plus gros, etc. Souvent, la stratification horizontale se fait au bureau sur la base d'une vue aérienne du massif (éventuellement en IR).

Au sein d'un même peuplement, on peut stratifier verticalement. On inventorie la régénération avec de petites placettes, les bois du taillis avec des placettes rondes de taille moyenne, les gros bois avec des placettes rondes de grande taille, etc. Dans ce cas, on montre l'intérêt de pouvoir corréler les informations d'une strate à l'autre, et ainsi faire de l'inférence statistique.

### Inventaires typologiques

Un inventaire typologique consiste à localiser les différents types de peuplements sur un massif sans recourir à un échantillonnage très précis, mais simplement en cheminant une boussole et un GPS à la main.

Ces inventaires se font par cheminement. On parcourt le massif de manière régulière (lignes équidistantes de 50 à 100 mètres) et l'on prend note des transitions entre différents types de peuplements, de formations végétales. Cela permet ainsi de cartographier les peuplements rapidement et de donner des indications quant à leurs contenus (dominante qualitative).

On s'appuie sur les outils typologiques disponibles dans la région d'étude pour en illustrer les principes de base, les limites, les intérêts. On met en pratique sur le terrain des outils de typologie stationnelle et de peuplement.

### Mise en œuvre d'inventaires

Il convient pour la mise en œuvre de maîtriser les outils de repérage géographique (boussole, topofil, GPS). On discute du coût de mise en œuvre, de la durée nécessaire à la réalisation.

### Typologie de station

Transects, maillage orienté ou non.

Il est d'usage de se référer à des typologies existantes établies par le CNPF (guides des stations forestières, calés sur les régions forestières de l'IFN-IGN) ou dans les DRA/SRA (niveau régional).

## Relevés de végétation

Il convient de présenter les différentes techniques utilisées pour inventorier la végétation dont le carré/rectangle (gabarit cordé ou en bois).

On présente aussi l'indice de couverture de Braun-Blanquet et la manière dont on estime visuellement ce taux (éventuellement selon différentes strates de végétation). On indique l'intérêt de cette technique pour évaluer la concurrence, notamment au stade de la régénération.

L'orientation du plan d'échantillonnage dans une direction privilégiée pour contrôler un gradient (humidité, chaleur, etc.) est souvent opportun pour faire ressortir un maximum la variabilité présente et donc la contrôler (réalisation de transects).

## Inventaire de biodiversité

Divers outils sont utilisables : IBP, protocole dendrométrique de suivi des réserves naturelles, évaluation de la conservation des habitats, etc.

## Inventaire de peuplement

Il convient de présenter les différentes méthodologies d'inventaire de peuplement :

- placette relascopique (choix du FST, dg, rayon de placette relascopique, détermination de la densité au point de relevé ; réalisation de tours successifs pour discriminer par essences, catégories de grosseurs réserves naturelles ; gestion d'une lisière ou d'un peuplement voisin)
- placette ronde
- placette à bandes discontinues (pertinente entre cloisonnement d'exploitation à un stade futaie, voire vieille futaie)

(10 bois en régulier ; 15-20 en irrégulier ; ajuster la taille de la placette en fonction de la densité, de la taille des bois ; gérer la présence d'une lisière, la transition entre deux types de peuplements)

Il est aussi possible, notamment dans les plantations, de faire un inventaire systématique en lignes où chaque arbre est un point d'échantillonnage.

## Qualification des équilibres sylvo-cynégétiques

On présente notamment les indices kilométriques et l'indice de consommation. On souligne l'importance pour les indices kilométriques de réaliser les mêmes parcours, dans les mêmes conditions (bandes d'échantillonnage permanentes).

Les indices de consommation, abroustissement par exemple sont relevés grâce à un système d'inventaire par échantillonnage systématique. Il faut faire attention aux biais que peut produire un élément de l'aménagement comme un cloisonnement. Le calcul de ces indices se fait évidemment dans les zones en régénération où les dégâts peuvent être conséquents.

Les indices kilométriques sont des inventaires par échantillonnage réalisés en bandes continues. Les bandes d'échantillonnage sont permanentes de manière à pouvoir évaluer l'évolution dans le temps des indices.

## Outils numériques de diagnostic

L'apprenant est formé à l'utilisation de différents outils d'aide au diagnostic. Il est important qu'il soit familiarisé à leurs usages sur un éventail large de situations et de thématiques. Il assure une veille vis-à-vis des nouveaux outils.

## Suivi sanitaire

L'utilisation de ces outils de suivi sanitaire permet de compléter l'étude de l'état sanitaire du peuplement. Exemple : Archi, Deperis.



## Outils stationnels

Différents outils permettent non seulement d'aider et de compléter le diagnostic stationnel mais aussi de s'approprier les effets du changement climatique.

Biljou : outil de recherche mis à disposition de la communauté des gestionnaires forestiers, des enseignants et des apprenants, des chercheurs. Ce modèle contient un outil de simulation en ligne des bilans hydriques. Il est en évolution constante, liées aux avancées de la connaissance des mécanismes d'interactions entre les écosystèmes forestiers et leur environnement climatique et édaphique.

Drias : visualisation simple, accessible à tous, et actualisée de l'état des connaissances sur le changement climatique, socle indispensable pour permettre à la société d'en anticiper les conséquences.

Bioclimsol : outil numérique du Centre national de la propriété forestière, en cours de développement. Il vise à aider le forestier dans la gestion des peuplements sur pied ou pour le choix des essences lors d'un renouvellement dans un contexte de changement du climat. Il permet de cartographier des « zones de vigilance climatique » spécifiques à chaque essence.

## Outils d'aide à l'identification de la faune et de la flore

Il s'agit de montrer aux apprenants l'usage de ces outils et applications numériques

Forêt virtuelle

<http://foretvirtuelle.com/>

pl@ntnet

<https://plantnet.org/>

BirdNET : Application de reconnaissance des oiseaux

## Outils de sciences participatives et suivi de la biodiversité

Les sciences participatives constituent des supports pertinents pour sensibiliser concrètement les apprenants à la prise en compte et au suivi de la biodiversité.

<https://noe.org/observatoire-biodiversite-forets>

<https://www.mnhn.fr/fr/participez/contribuez-sciences-participatives/observatoires-vigie-nature>

<https://www.spipoll.org/>

<https://noe.org/observatoire-biodiversite-forets>

Par exemple, des placettes vigie-flore peuvent être installées pour étudier la colonisation de la végétation.

L'application Naturalist permet quant à elle d'avoir accès à des bases de données naturalistes.

## Traitement des données

Le recours à des logiciels adaptés au traitement des données (tableur grapheur, R, Statbox, XLStat, etc.) est indispensable.

## Utilisation de logiciels de traitement des données

L'apprenant doit pouvoir mettre en œuvre les fonctions avancées du tableur (voire des logiciels de gestion de bases de données) pour traiter des données complexes :

- réalisation de calculs à l'aide de fonctions complexes,
- utilisation des tris et de filtres automatiques,
- analyse des données avec les tableaux croisés dynamiques.

Il s'agit aussi d'utiliser des fonctions déjà implémentées et réaliser des simulations.

L'échantillonnage est abordé dans un premier temps par une approche heuristique et se limite au cas d'échantillonnages aléatoires simples avec ou sans remise. Les types d'échantillonnage dépendent de la nature de la variable. On illustre la réalisation d'un échantillon suivant la nature de la variable en s'appuyant sur des solutions informatiques (tableur, R, Python, etc.) pour illustrer cela par des simulations. C'est l'occasion de donner une approche intuitive de l'intervalle de confiance.

A partir des expérimentations réalisées, la loi binomiale est formalisée. On utilise l'approximation de la loi normale dans le cas de grands échantillons afin de déterminer un intervalle de confiance d'une grandeur. La loi de Student est abordée dans les situations pour lesquelles les échantillons sont « petits ».

Là encore, les calculs sont réalisés à l'aide d'une solution informatique (calculatrice, tableur, R, etc.).

Capacité évaluée	Critères d'évaluation	Savoirs mobilisés	Disciplines
C4.3. Produire un diagnostic de synthèse	<p><b>Acquisition de données brutes dans une approche multidimensionnelle</b></p> <p><b>Réalisation d'une cartographie de synthèse en mobilisant la géomatique</b></p> <p><b>Formalisation des potentialités et des contraintes à des fins d'élaboration d'un projet forestier</b></p>	<p>Géomatique</p> <p>Outils de SIG</p> <p>Outils de cartographie</p> <p>Interprétation de données et des résultats</p>	<p>STAE</p> <p>TIM</p> <p>Biologie-Ecologie</p>

### Conditions d'atteinte de la capacité

Cette capacité est atteinte si l'apprenant est en mesure de produire un diagnostic de synthèse à partir de relevés de terrain. Pour cela, l'apprenant est en capacité de :

- collecter et traiter des données,
- réaliser une carte en mobilisant des outils de SIG,
- interpréter les données,
- extraire les potentialités et les contraintes de l'espace forestier.

### Précisions sur les attendus de la formation

#### Acquisition de données

Utilisation du GPS et autres dispositifs de relevé de données géoréférencées

L'apprenant met en œuvre les outils de positionnement (boussole, GPS, drones et autres dispositifs de relevé de données géoréférencées) sur le terrain. Il prépare également ces outils avant leur utilisation *in situ*.

Analyse puis saisie ou import de données géoréférencées dans un outil SIG

L'apprenant est en capacité de mettre en œuvre une démarche d'analyse (données disponibles, traitement à réaliser, résultats à obtenir, choix de l'outil informatique adapté), de saisir ou de collecter les données relevées à l'aide d'outils informatiques de terrain.

Il peut créer la structure pertinente d'une couche sur un SIG et saisir / modifier des entités de nature variée dans le respect des règles de topologie.

Il peut importer des données géoréférencées issues de sources diverses (GPS, IGN, etc.) dans un projet SIG. Cela inclut le prétraitement des données.

#### Valorisation des données

Réalisation de cartes à l'aide des outils de SIG

Il s'agit d'organiser les données en couches thématiques pertinentes (peuplement, station, infrastructures, etc.).

En fonction des résultats à communiquer, l'apprenant est capable de concevoir des cartes thématiques lisibles mettant en valeur les informations importantes.

Il maîtrise l'édition des cartes sous forme d'impression papier comme d'exports numériques.

### Communication professionnelle à l'aide de documents numériques

Cet enseignement vise une utilisation avancée du traitement de texte (notamment en mode collaboratif) indispensable à la structuration des documents professionnels (styles, index, sections...) et de solutions informatiques de présentation multimédia type PREAO (respect des chartes graphiques, masques de diapositives, animations pertinentes...). L'apprenant doit être capable de présenter des diagnostics complexes sous forme claire et illustrée avec des cartes, des schémas de synthèse, etc.

Il s'agit également de présenter à l'apprenant comment créer et diffuser efficacement (référencement, accessibilité numérique, etc.) des contenus numériques en ligne à destination de publics variés (pages web, blogs, newsletters ciblées, communication professionnelle via les réseaux sociaux numériques, vidéos, réunions à distance, webinaires, visioconférences, etc.) dans le respect de la réglementation (RGPD, etc.).

Les fonctions avancées du tableur-grapheur en fonction des problèmes à résoudre doivent être maîtrisées par les apprenants de la mise en forme des données, aux traitements des données jusqu'à la création de graphiques. Elles peuvent par exemple donner lieu à la réalisation de graphiques complexes adaptés aux objectifs de communication (diagramme ombrothermique, radar, etc.).

Les caractéristiques de la gestion électronique des documents de manière individuelle et collective dans le cadre d'un système d'information d'entreprise sont mobilisées (sauvegarde, sécurité, etc.) en lien avec le module 3.1.

Pour organiser efficacement le suivi d'un projet de communication professionnelle, les outils de planification des tâches peuvent être utilement mobilisés par les apprenants.

Le niveau de maîtrise des compétences numériques des apprenants dans le domaine de la communication professionnelle est valorisée en prenant appui sur le cadre de référence des compétences numériques CRCN.

Exemples : Power Pivot, Power Map

### Synthèse des potentialités et contraintes

Cette approche doit être faite non seulement à l'échelle d'une unité stationnelle et de peuplement, mais également plus largement à l'échelle du massif.

### Conclusion sur l'existant

L'apprenant doit faire le lien entre les potentialités stationnelles et l'existant sur la parcelle. Il doit être capable de qualifier le potentiel de survie, de résilience des essences présentes, le niveau de production forestière attendu.

### Prise en compte des évolutions climatiques, des enjeux de biodiversité et sociaux dans le diagnostic

L'apprenant évalue la sensibilité des peuplements face aux évolutions climatiques. Il met en avant les enjeux de biodiversité relevés (habitats, espèces protégées, etc.). Il appréhende les conséquences des attentes sociales à l'échelle du massif.

### Hiérarchisation des potentialités et contraintes

Les informations relevées doivent être hiérarchisées en fonction des objectifs poursuivis et des contraintes.