Étude de la densité et de l'évolution radiale du bois de *Pistacia atlantica* de l'Algérie nord-occidentale

Densité et évolution radiale du bois de Pistacia

Mots-clés

Algérie nord-occidentale, dendrochronologie, densité, évolution radiale, largeur des cernes, *Pistacia atlantica* Desf., variabilité.

Manel Boudouaya (auteur correspondant)
Université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès
Institut des Sciences Agronomiques
Département de Biotechnologie Agricole
Laboratoire d'Éco-Développement des Espaces
Route de Tlemcen, BP 89. 22000, Sidi Bel Abbès (Algérie)
E-mail : boudouayamanel@yahoo.fr

Hachemi Benhassaini
Université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbès
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de l'Environnement
Laboratoire de Biodiversité Végétale : Conservation et Valorisation
Route de Tlemcen, BP 89. 22000, Sidi Bel Abbès (Algérie)
E-mail : ecoreve@yahoo.fr

Fatima Zohra Bendimered-Mouri
Université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbès
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de l'Environnement
Laboratoire de Biodiversité Végétale : Conservation et Valorisation
Route de Tlemcen, BP 89. 22000, Sidi Bel Abbès (Algérie)
E-mail : fzrmouri@yahoo.fr

Frédéric Mothe
INRA-UMR 1092, LERFOB, 54280 Champenoux, (France)
mothe@nancy.inra.fr

Meriem Fournier
AgroParisTech-UMR 1092, LERFOB, 54000 Nancy (France)
E-mail : meriem.fournier@agroparistech.fr

Résumé

Le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) est une essence ligneuse méditerranéenne largement répandue en Afrique du Nord, mais encore peu étudiée du point de vue de ses propriétés physiques. Cette étude vise à caractériser la densité et l'évolution radiale de la largeur des cernes du bois du pistachier de l'Atlas en Algérie nord-occidentale, en lien avec les conditions bioclimatiques locales. Les analyses ont été réalisées sur des arbres provenant de deux régions géographiquement distinctes : Sidi Bel Abbès et Tiaret. Des rondelles de souche et des billons ont été prélevés et soumis à des analyses microdensitométriques et dendrochronologiques afin d'évaluer la variabilité intra-arbre et inter-provenance. Les résultats ont montré que le bois du pistachier présente une densité élevée, variant de 1,087 à 1,236 g/cm^3 pour les billons et de 1,076 à 1.174 g/cm^3 pour les rondelles de souche. Le duramen est systématiquement plus dense que l'aubier, et les arbres de Sidi Bel Abbès sont plus denses que ceux de Tiaret. L'analyse de l'évolution radiale de la largeur des cernes a révélé plusieurs années de sécheresse et une dynamique de croissance contrastée entre les deux régions. À Sidi Bel Abbès, la largeur des cernes suit une tendance croissante, suggérant des conditions de croissance relativement favorables. En revanche, à Tiaret, la largeur des cernes diminue progressivement, indiquant des conditions environnementales plus contraignantes. Ces résultats soulignent l'influence des facteurs bioclimatiques sur la croissance du pistachier de l'Atlas et constituent une contribution précieuse pour la gestion et la valorisation de cette essence forestière dans les régions semi-arides. Cette étude constitue une des premières références sur la densité du bois et l'évolution radiale de *Pistacia atlantica* en Algérie.

Introduction

Le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) est une espèce à large amplitude écologique et d'une remarquable plasticité, particulièrement prisée dans les zones pré-désertiques pour le reboisement, le fourrage et la lutte contre la désertification (Boudy, 1950, 1955). Des essais de greffage de *Pistacia vera* sur *Pistacia atlantica* ont donné de bons résultats (Monjauze 1968, 1980). Cependant, cette espèce, qui a résisté aux contraintes climatiques à travers le temps, est aujourd'hui menacée par plusieurs facteurs, notamment l'urbanisation, l'arrachage et le surpâturage.

La densité du bois est une propriété physique fondamentale qui exprime la quantité de matière ligneuse contenue dans un volume donné (Guitard, 1987). Elle est l'un des principaux paramètres influençant les propriétés mécaniques et technologiques du bois et varie selon l'espèce, l'individu, la provenance et même la position du prélèvement dans l'arbre (Nepveu, 1982). La densité est également affectée par l'humidité du bois, d'où la distinction entre densité à l'état vert et densité à l'état sec à l'air (MCTRA, 1978).

La production des cernes annuels reflète la croissance du bois et est influencée par divers facteurs : intrinsèques (espèce, génétique, âge, état sanitaire), environnementaux (climat, sol, topographie) et sylvicoles (compétition, interventions humaines). La mesure de la largeur des cernes et leur datation, à la base de la dendrochronologie, constitue un indicateur fiable de la vitesse de croissance d'un arbre (Nepveu, 1994).

Jusqu'à présent, aucune étude approfondie n'a été menée sur la densité du bois et l'évolution radiale de *Pistacia atlantica* en Algérie. Ce travail vise ainsi à combler cette lacune en caractérisant ces paramètres sur des arbres issus de deux régions bioclimatiques contrastées du nord-ouest algérien : Sidi Bel Abbès et Tiaret. L'objectif est d'évaluer l'influence des conditions climatiques locales sur la structure et

la croissance du bois, afin de mieux comprendre les mécanismes d'adaptation de cette essence et d'optimiser sa gestion dans un contexte de changements environnementaux croissants.

Les résultats obtenus contribueront à une meilleure valorisation de *Pistacia atlantica*, en fournissant des données utiles pour la foresterie, la menuiserie et les programmes de reboisement dans les zones arides et semi-arides.

Matériel et méthodes

Cette étude vise à mesurer la densité du bois (*à l'état sec à l'air*) et l'évolution radiale de la largeur des cernes du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.). Les essais ont été réalisés au Laboratoire d'Étude des Ressources Forêt-Bois (LERFoB) de l'INRA à Nancy (France). Le protocole expérimental s'est réalisé comme suit :

1. Échantillonnage du matériel végétal

Les échantillons proviennent de six arbres issus de deux régions du nord-ouest de l'Algérie : Sidi Bel Abbès et Tiaret, avec trois arbres par région (figure 1) (Boudouaya et *al.*, 2015). Ces sites présentent des contrastes bioclimatiques, notamment en termes de précipitations annuelles : 453 mm à Tiaret contre 350 mm à Sidi Bel Abbès (Agence nationale des ressources hydrauliques, 2024).

2. Travail de terrain

Chaque région comporte trois placettes d'environ 1 ha. Un arbre par placette a été choisi selon des critères de vigueur : jeunes, non fourchus, à cime équilibrée et exempts de défauts apparents. La circonférence des arbres varie de 44 à 70 cm à 1,30 m du sol (figure 2) (Boudouaya et *al.*, 2016).

Sur chaque arbre, deux types d'échantillons ont été prélevés (figure 3) :

- un billon de 50 cm de long à 1,30 m du sol,
- une rondelle de souche de 15 cm d'épaisseur, prélevée à la base de la grume.

Chaque échantillon a été identifié selon sa provenance ("S" pour Sidi Bel Abbès, "T" pour Tiaret) et un numéro d'arbre (exemple : T1 = 1er arbre de Tiaret).

3. Travail de laboratoire

Avant d'être découpés, les billons et rondelles ont été scannés à l'état frais avec un scanner médical 3D "Bright Speed" (photo 1), afin d'évaluer l'état interne du bois et d'analyser sa densité.

Afin de repérer les zones d'intérêts, un plan de découpe a été établi. Un rayon passant par la moelle (le plus grand rayon visible sur la face supérieure) et une génératrice ont été tracés sur chaque billon. La découpe a ensuite permis d'obtenir cinq rondelles, de la base vers le sommet (Gelhaye et Mothe, 2006). Au total 30 rondelles ont été collectées, en plus des six rondelles de souche (figure 4). Chaque lot de cinq rondelles a été destiné à des analyses spécifiques :

- Rondelle n°1 de 3,5 cm d'épaisseur : découpée en barrettes de 2 mm d'épaisseur pour l'analyse microdensitométrique.
- Rondelle n°2 de 5 cm d'épaisseur : destinée au comptage et mesure des cernes.
- Rondelle n°3 de 5 cm d'épaisseur : conservée.
- Rondelle n°4 de 20 cm d'épaisseur : destinée aux essais mécaniques et aux mesures colorimétriques (Boudouaya et *al.*, 2016).
- Rondelle n°5 de 10 cm d'épaisseur : conservée comme référence.

Chaque rondelle a été immatriculée avec les indications de provenance (S ou T), numéro d'arbre (1 à 3), de rondelle (1 à 5 du bas vers le haut) et de rayon (1 à 4) (ex. : S 3.4.1 correspond à l'arbre n° 3 de Sidi Bel Abbès, rondelle n°4, rayon n°1).

Les rondelles de souche ont été marquées sur leur face inférieure pour le comptage des cernes afin d'estimer l'âge de l'arbre (Gelhaye et Mothe, 2006).

L'analyse des cernes a été réalisée selon deux approches :

- Sur les rondelles de souche : deux rayons non opposés ont été tracés sur les faces inférieures et surfacées au scalpel (photo 2a ; 2b). Les cernes ont été comptés manuellement sous une loupe binoculaire (photo 3) puis numériquement avec un Lintab pour validation (photo 4).
- Sur les rondelles n°2 : quatre rayons opposés ont été tracés sur les faces supérieure et inférieure (photo 2c). Le système "Lintab-Profil" a permis de mesurer les cernes de l'écorce vers la moelle (photo 4), en enregistrant notamment :

– L'année de formation.

– Le nombre des cernes.

– La largeur des cernes (LC), bois initial (LBI) et bois final (LBF).

– La texture (Text) = Largeur du bois final / Largeur de cerne.

– La densité moyenne (DMoy), minimale (DMin), maximale (DMax), bois initial (DBI) et final (DBF).

– La position relative de chaque cerne selon la formule :

$$Pos\ Cer\ (\%) = \frac{LT\ R\ -\ Dst}{LT\ R} x100$$

Où :

LT R : Longueur totale du rayon,

Dst : Distance entre l'écorce et le cerne analysé.

Résultats

1. Structure interne et densité du bois du pistachier

1.1. Analyse des images

L'analyse de la structure interne et de la densité du bois a été effectuée à partir des images obtenues en soumettant les billons (photo 5) et les rondelles de souche (photo 6) au scanner. Ces images ont été obtenues avec un contraste uniforme et un grossissement ajusté en fonction de chaque échantillon. L'analyse des résultats a

permis d'identifier des zones sombres correspondant aux faibles densités, des zones claires associées aux fortes densités et des altérations dans le cœur du bois (duramen) pour les arbres S1, S2 et T1.

1.2. Densité et diamètre des billons et des rondelles de souche

Les densités et les diamètres moyens des billons et des rondelles de souche de *Pistacia atlantica* sont présentés dans le tableau I. il ressort que la densité moyenne du bois est globalement élevée, oscillant entre 1,087 et 1,236 g/cm^3 pour les billons, et entre 1,076 à 1,174 g/cm^3 pour les rondelles de souche. À l'échelle de l'arbre, le duramen se distingue par une densité supérieure à celle de l'aubier. Sur le plan inter-provenance, les échantillons issus de la région de Sidi Bel Abbès présentent des densités plus élevées que ceux provenant de Tiaret.

2. Évolution radiale de la largeur de cerne

L'analyse de l'évolution radiale de la largeur des cernes chez *Pistacia atlantica* révèle une variation significative au fil des années, influencée notamment par les conditions climatiques (tableau II, figure 5). Les années de sécheresse sont marquées par un rétrécissement notable des cernes, comme en témoigne le cerne le plus étroit (0,06 mm) observé en 1962 sur un arbre âgé de Tiaret (T1R4), tandis que l'année 2007, relativement favorable, présente le cerne le plus large (6,55 mm) sur un arbre jeune de Sidi Bel Abbès (S1R4). Par ailleurs, une étude des corrélations entre la largeur des cernes (LC) et leur position radiale met en évidence des tendances contrastées selon la provenance (tableaux III et IV). À Sidi Bel Abbès, la largeur des cernes est positivement corrélée à la distance à la moelle et négativement à la distance à l'écorce, à l'exception de l'échantillon S1R1 (r= -0,22) (tableau III). À l'inverse, à Tiaret, la largeur des cernes diminue avec l'éloignement de la moelle et augmente avec la proximité de l'écorce (tableau IV), traduisant une dynamique de croissance différente entre les deux sites.

Discussion

Les altérations observées au scanner peuvent être attribuées aux phénomènes de cavitation induits par les conditions de sécheresse, comme l'a démontré Benhassaini (2000). De plus, Ifticene-Habani et Abdoun (2018) ont rapporté que le bois de cœur du pistachier de l'Atlas subit une détérioration progressive avec l'âge, due à la pourriture affectant le duramen.

L'analyse des résultats de scanner a montré que le duramen présente une densité plus élevée que celle de l'aubier. Ces observations corroborent les travaux de Klumpers (1994) et de Dhôte et *al*. (1997), qui ont mis en évidence une densité significativement plus faible de l'aubier par rapport au duramen à hauteur égale. L'analyse des valeurs de densité confirme ainsi que le bois de *Pistacia atlantica* est très dense, comparable à certaines essences dures telles que l'azobé (*Lophira alata*), dont la densité atteint 1,25 g/cm^3 (Dedeckel 1994).

La densité du bois constitue une caractéristique fondamentale, directement liée à ses propriétés mécaniques et facilement mesurable de manière non destructive (Dedeckel 1994). Guitard (1987) a établi que la densité des bois industriels varie généralement entre 0,35 et 0,80 g/cm^3, plaçant ainsi le pistachier de l'Atlas parmi les bois très denses. Brémaud (2006) et Keller (1968) considèrent également la densité comme un indicateur fiable des propriétés mécaniques et technologiques du bois, influençant notamment sa rétractibilité et son usinage. La forte densité du pistachier est ainsi attribuable à sa structure anatomique, caractéristique des bois à zone initiale poreuse (Boudouaya et *al*., en cours de soumission).

Par ailleurs, ces résultats confirment que la croissance des cernes est fortement influencée par les conditions climatiques. En effet, Latte et *al*., (2012) ont démontré que les variations climatiques annuelles affectent directement la croissance des arbres et la largeur des cernes. Ifticene-Habani et Messaoudène (2016) ont souligné que les essences réagissent différemment au climat, ce qui explique la

variabilité observée entre les provenances. D'autres études, notamment celles de Nepveu (1991), indiquent que la largeur des cernes diminue généralement de la moelle vers l'écorce, bien que des variations selon la provenance suggèrent une influence à la fois environnementale et génétique sur la croissance du pistachier.

Toutefois, ces observations ne sont pas universelles. Par exemple, Polge (1966, 1967, 1978) n'a trouvé aucune corrélation significative entre la largeur des cernes côté écorce et côté moelle chez le pin pignon (*Pinus pinea* L.). Dans le cas des populations de pistachiers étudiées, une divergence est observée : les arbres de Sidi Bel Abbès présentent une tendance croissante de la largeur des cernes au fil des années, tandis que ceux de Tiaret montrent une tendance inverse. Cette variabilité peut être attribuée à des facteurs multiples tels que l'âge des arbres, la nature du sol, ainsi que leur statut social au sein du peuplement.

En somme, l'analyse de la densité et de la croissance des cernes du pistachier de l'Atlas met en évidence une influence marquée des conditions environnementales sur ses propriétés physiques. Ces résultats soulignent l'importance d'intégrer des facteurs écologiques et génétiques dans la gestion et la valorisation de cette essence.

Conclusion

Cette étude constitue une des premières contributions à la caractérisation des propriétés physiques du bois de *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie nord-occidentale, avec une attention particulière portée à la densité et à l'évolution radiale de la largeur des cernes. Les analyses réalisées sur des arbres issus de deux régions géographiquement distinctes, Sidi Bel Abbès et Tiaret, ont permis de mettre en évidence des différences significatives liées aux conditions bioclimatiques locales.

Les résultats ont montré que le bois de *Pistacia atlantica* se distingue par une densité élevée, comparable à celle des essences les plus dures. Il présente une densité, avec des valeurs comprises entre 1,087 et 1,236 g/cm^3 pour les billons et entre 1,076 et 1,174 g/cm^3 pour les rondelles de souche. À l'échelle intra-arbre, le

duramen s'est révélé plus dense que l'aubier, ce qui est en accord avec les travaux de Klumpers (1994) et Dhôte et *al*. (1997). À l'échelle inter-provenance, les arbres de Sidi Bel Abbès affichent une densité plus élevée que ceux de Tiaret, une observation qui pourrait être attribuée aux conditions climatiques plus arides de cette dernière région.

L'analyse de l'évolution radiale de la largeur de cerne a révélé des variations significatives dans la croissance des arbres. Plusieurs années de sécheresse ont été mises en évidence, influençant directement la formation des cernes. La croissance radiale a suivi des tendances opposées selon la provenance : À Sidi Bel Abbès, une évolution croissante de la largeur des cernes a été observée, suggérant des conditions de croissance relativement plus favorables. Cependant, à Tiaret, une diminution progressive de la largeur des cernes a été relevée, indiquant des conditions plus contraignantes.

L'étude des corrélations entre la largeur de cerne et sa distance à la moelle et à l'écorce a également révélé des tendances contrastées entre les deux provenances : À Sidi Bel Abbès, les corrélations sont positives entre la largeur de cerne et sa distance à la moelle, et négatives avec sa distance à l'écorce, ce qui indique une croissance plus vigoureuse dans les premières années. En revanche, à Tiaret, ces corrélations sont inversées, avec une diminution progressive de la largeur des cernes au fil du temps, probablement en raison de conditions environnementales plus contraignantes.

Une forte hétérogénéité de la largeur des cernes entre les rayons du même arbre a été mise en évidence, confirmant la variabilité intra-arbre de la croissance radiale. Par ailleurs, les cernes du pistachier de l'Atlas se sont révélés peu visibles, contrairement aux résineux comme le pin d'Alep, rendant leur comptage plus délicat. Ces résultats mettent en lumière l'influence déterminante du climat sur la croissance radiale du pistachier de l'Atlas et soulignent son adaptation aux conditions semi-arides. L'étude de la relation entre la largeur des cernes et leur position radiale confirme une

variabilité intra-arbre significative, reflétant les interactions complexes entre les facteurs environnementaux et biologiques.

Ces travaux apportent des données précieuses pour la gestion et la valorisation de *Pistacia atlantica*, notamment dans le cadre de la conservation des forêts naturelles et du développement d'une filière bois locale. Ils ouvrent également des perspectives pour des recherches complémentaires sur l'impact des changements climatiques sur cette essence, ainsi que sur son potentiel en foresterie et en reboisement des zones arides et semi-arides.

Remerciements

Nous remercions particulièrement M^{me} Meriem FOURNIER, Frédéric MOTHE, M^{elle} Charline FREYBURGER, M. Pierre GELHAYE et M. Alain MERCANTI pour leur encadrement et leur disponibilité, ainsi que l'ensemble de l'équipe pour son accueil et son appui technique.

Sources de financement

Ce travail a bénéficié du soutien financier du *Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique* de l'Algérie. Il a été réalisé au sein du *Laboratoire d'Étude des Ressources Forêt-Bois* (*LERFoB*), *INRA-ENGREF* de Nancy (France), en collaboration avec l'équipe "*Croissance, Production et Qualité des Bois*" (*UMR INRA-AgroParisTech, Centre INRA de Nancy*).

Bibliographie

Agence nationale des ressources hydrauliques, 2024. Données climatiques sur la wilaya de Sidi Bel Abbès et de Tiaret.

Benhassaini H., 2000. Contribution à l'étude de l'autoécologie de *Pistacia atlantica* subsp *atlantica* et valorisation. Thèse de doctorat d'état en écologie appliquée. Université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès, 83 p.

Boudouaya M., Benhassaini H., Bendimered-Mouri F. Z., Mothe F., Fournier M., 2015. Évaluation de la durabilité naturelle du bois de *Pistacia atlantica* Desf. du Nord de l'Algérie. Bois et Forêts des Tropiques, 325 (3) : 49-58. http://bft.cirad.fr/cd/BFT_325_49-58.pdf

Boudouaya M., Benhassaini H., Bendimered-Mouri F. Z., Mothe F., Fournier M., 2016. Évaluation de la variabilité de la couleur du bois de *Pistacia atlantica* Desf. du Nord de l'Algérie. Bois et Forêts des Tropiques, 330 (4) : 23-35. http://bft.cirad.fr/cd/BFT_330_23-35.pdf

Brémaud I., 2006. Diversité des bois utilisés ou utilisables en facture d'instruments de musique : Étude expérimentale des propriétés vibratoires en direction axiale de types de bois contrastés en majorité tropicaux. Relations à des déterminants de microstructure et de composition chimique secondaire. Thèse de docteur de l'Université Montpellier II. 294 p. https://theses.hal.science/tel-00548934

Dedeckel A., 1994. La densité du bois de Douglas (Pseudotsuga menziesii (MIRB.) Franco) : La variabilité des composantes microdensitométriques et l'effet génétique. DEA Sciences du Bois. INRA Equipe de Recherches sur la Qualité des Bois- ENGREF, Nancy, 49 p. https://hal.inrae.fr/hal-02845791v1

Dhôte J.-F., Hatsch E., Rittié D. 1997. Profil de la tige et géométrie de l'aubier chez le chêne sessile (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). ONF, Bulletin technique, n° 33 : 59-81. https://hal.inrae.fr/hal-02687260

Gelhaye P., Mothe F., 2006. Densitométrie : Notices d'utilisation. Nancy, France, Inra, Laboratoire d'étude des ressources forêt-bois de l'équipe Croissance, Production et Qualité des Bois (CPQB), 21p.

Guitard D., 1987. Mécanique du matériau bois et composites. Collection Nabla. CEPADUES Éditions, Toulouse, 220 p.

https://www.cepadues.com/livres/sciences/mecanique-physique/122-mecanique-du-materiau-bois-composites-2854281527.html

Keller R., 1968. Des caractéristiques nouvelles pour l'étude des propriétés mécaniques des bois : les composantes de la densité. Annales des sciences forestières, 25 (4) : 237-249. https://doi.org/10.1051/forest/19680402

Klumpers J., 1994. Le déterminisme de la couleur du bois de chêne. Étude sur les relations entre la couleur et des propriétés physiques, chimiques et anatomiques ainsi que des caractéristiques de croissance. Thèse de doctorat de en sciences forestières du bois, l'ENGREF, Nancy, 195 p. https://hal.inrae.fr/tel-02850063

Latte N., Debruxelles J., Sohier C., Degré A., Claessens H., 2012. La dendroécologie : un outil pour affiner nos connaissances sur l'autécologie des essences forestières. Forêt Wallonne n°116, 3-17. https://hal.science/hal-03536166v1

Monjauze A., 1968. Répartition et écologie de *Pistacia Atlantica* Desf. en Algérie. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, 56 : 1-128. https://infodoc.agroparistech.fr/index.php?lvl=notice_display&id=119277

Monjauze A., 1980. Connaissance du Betoum. (*Pistacia atlantica* Desf.). Revue forestière française, 32 (4) : 356-363. https://hal.science/hal-03397321/document

MCTRA 1978. Mémento de forestier, 2ème édition, 559 p.

Nepveu G., 1982. La variabilité de la qualité du bois : variabilité dans l'arbre, variabilité entre arbre ; ses incidences pour les utilisateurs et les chercheurs. Colloque « Sciences et industries du bois », Grenoble, 20 - 22/ 09, Groupe de travail n° 1 : La matière première, 55-70.

Nepveu G., 1991. La variabilité du bois. Extrait de la seconde Édition du livre « Le matériau bois. Association pour la recherche sur le bois en Lorraine (ARBOLOR), 8 p.

Nepveu G., 1994. Chapitre IV : Variabilité. Le bois matériau d'ingénierie. Nancy, A.R.BO.LOR : 127-177 p.

Ifticene-Habani N., Messaoudène M., 2016. Croissance radiale et sensibilité au climat du pistachier de l'Atlas, *Pistacia atlantica* Desf., en Algérie. Bois et Forêts des Tropiques, 329 (3) : 3-15. http://bft.cirad.fr/cd/BFT_329_3-15.pdf

Ifticene-Habani N., Abdoun F., 2018. Croissance radiale et réponse au climat du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans le Parc national de Theniet El Had (Algérie). Bois et forêts des tropiques, 335 (1) : 3-13 p.

Polge H., 1966. Établissement des courbes de variation de la densité du bois par exploration densitométrique de radiographies d'échantillons prélevés à la tarière sur des arbres vivants : Applications dans les domaines technologique et physiologique. Annales des sciences forestières. https://hal.science/hal-00881961

Polge H., 1967. Propositions pour une meilleure utilisation des courbes de variations de la densité du bois. Communication présentée au Congrès de l'IUFRO, section 41, Münich, Septembre, 286-299 p.

Polge H., 1978. Étude de la qualité du bois de Pin pignon. Document à distribution limitée, Station de recherches sur la qualité des bois, CNRF- INRA, Champenoux. N° 2 : 10 p.

Tableau I. Densité et diamètre moyen des billons et des rondelles de souche de *Pistacia atlantica*

Arbre	Âge (an)	Billon		Rondelle de souche	
		Densité (g/cm^3)	Diamètre (cm)	Densité (g/cm^3)	Diamètre (cm)
S1	24	1,231	16,9	**1,174**	16,5
S2	**51**	**1,236**	17,1	1,149	17,1
S3	48	1,224	16,9	1,147	18,6
T1	**50**	**1,087**	14,9	**1,076**	16,0
T2	37	1,163	11,6	1,129	14,3
T3	47	1,183	23,6	1,131	25,2

Tableau II. Valeurs maximales et minimales de largeur de cerne sur les quatre rayons des six arbres étudiés

Arbres	Âge (an)	LC (mm) + Années				
		Valeurs de LC	R1	R2	R3	R4
S1	24	Valeur Max	5,53 (1996)	5,25 (2004)	6,08 (1997)	**6,55** (**2007**)
		Valeur Min	1,35 (2000)	0,84 (1994)	0,31 (1991)	1,91 (1992)
S2	51	Valeur Max	4,06 (2000)	4,70 (1999)	3,40 (2001)	5,22 (2001)
		Valeur Min	0,19 (1971)	0,34 (1971)	0,35 (1961)	0,13 (1971)
S3	48	Valeur Max	3,10 (1986)	3,17 (1985)	-	3,51 (1988)
		Valeur Min	0,21 (1971)	0,57 (1976)		0,32 (1970)
T1	50	Valeur Max	3,83 (1995)	-	-	3,52 (1996)
		Valeur Min	0,36 (2005)			**0,06** (**1962**)
T2	37	Valeur Max	4,46 (1988)	3,75 (1988)	3,39 (1989)	4,80 (1989)
		Valeur Min	0,28 (2007)	0,40 (2011)	0,29 (2007)	0,25 (2009)
T3	47	Valeur Max	5,13 (1978)	4,66 (1972)	4,84 (1989)	5,57 (1981)
		Valeur Min	0,49 (1968)	0,35 (1982)	0,42 (1984)	0,65 (1968)

Nota : Les cases vides correspondent à l'absence des rayons

Tableau III. Corrélation entre la largeur de cerne et sa distance à la moelle et à l'écorce pour la provenance de Sidi Bel Abbès (seuil de 5 %)

		LC (mm)											
		S1				S2				S3			
		R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
Distance (Moe-Cer)	R1	**-0,22**				**0,77**				**0,57**			
	R2		**0,62**				**0,45**				**0,26**		
	R3			**0,42**				**0,74**					
	R4				**0,31**				**0,61**				**0,46**
Distance (Eco-Cer)	R1	**0,22**				**-0,77**				**-0,57**			
	R2		**-0,62**				**-0,45**				**-0,26**		
	R3			**-0,42**				**-0,74**					
	R4				**-0,31**				**-0,61**				**-0,46**

Nota : Les cases vides indiquent l'absence de données pour certains rayons.

Tableau IV. Corrélation entre la largeur de cerne et sa distance à la moelle et à l'écorce pour la provenance de Tiaret (seuil de 5 %)

		LC (mm)											
		T1				T2				T3			
		R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
Distance (Moe-Cer)	R1	**-0,17**				**-0,50**				**-0,27**			
	R2						**-0,50**				**-0,18**		
	R3							**-0,39**				**-0,14**	
	R4				**-0,04**				**-0,41**				**-0,29**
Distance (Eco-Cer)	R1	**0,17**				**0,50**				**0,27**			
	R2						**0,50**				**0,18**		
	R3							**0,39**				**0,14**	
	R4				**0,04**				**0,41**				**0,29**

Nota : Les cases vides indiquent l'absence de données pour certains rayons

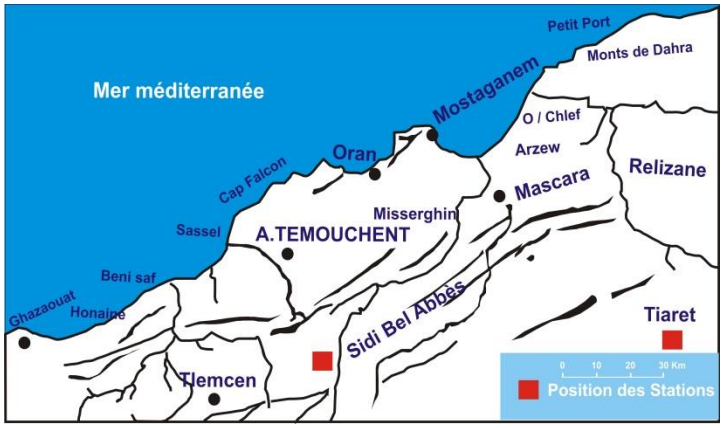


Figure 1. Localisation des sites d'échantillonnage de *Pistacia atlantica* Desf. dans le nord-ouest de l'Algérie : Sidi Bel-Abbès (climat semi-aride méditerranéen) et Tiaret (zone de transition à influence saharienne aride)

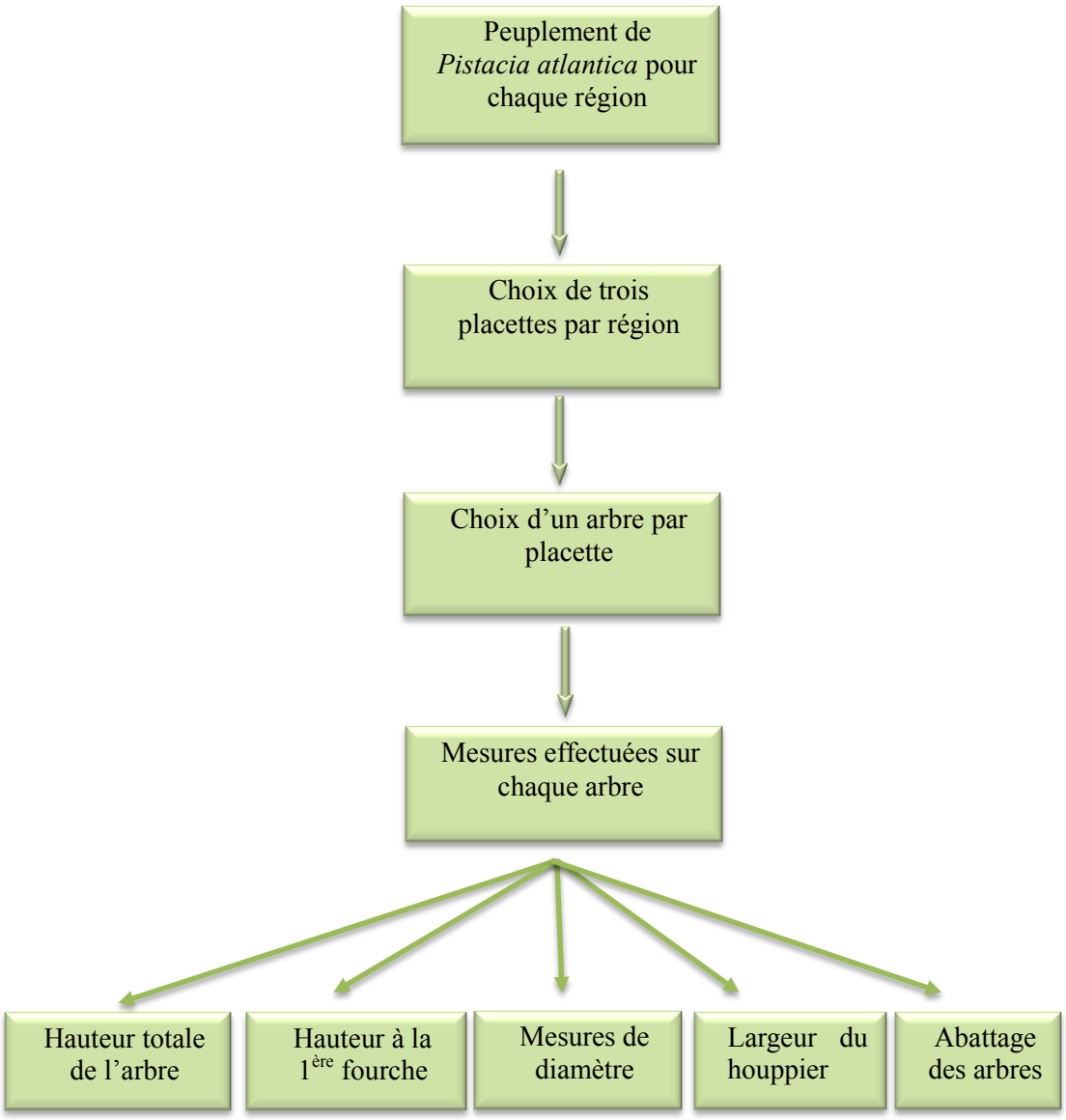


Figure 2. Schéma des étapes de l'échantillonnage sur le terrain

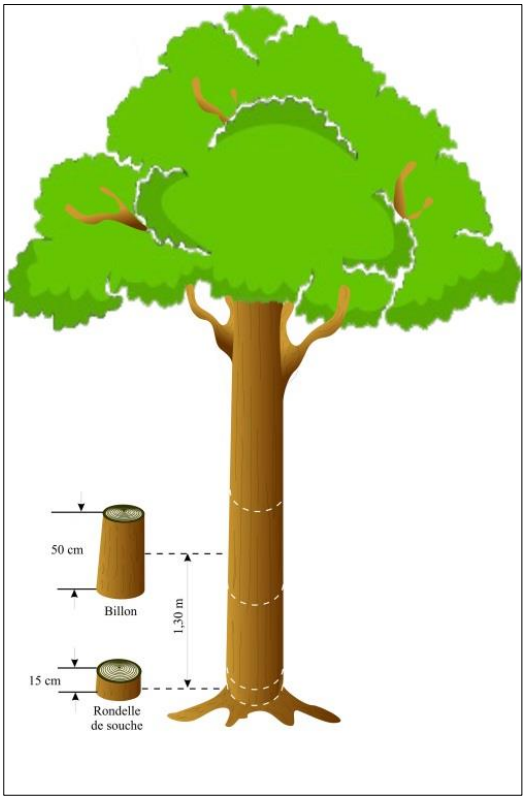


Figure 3. Billon et rondelle de souche prélevés sur *Pistacia atlantica*

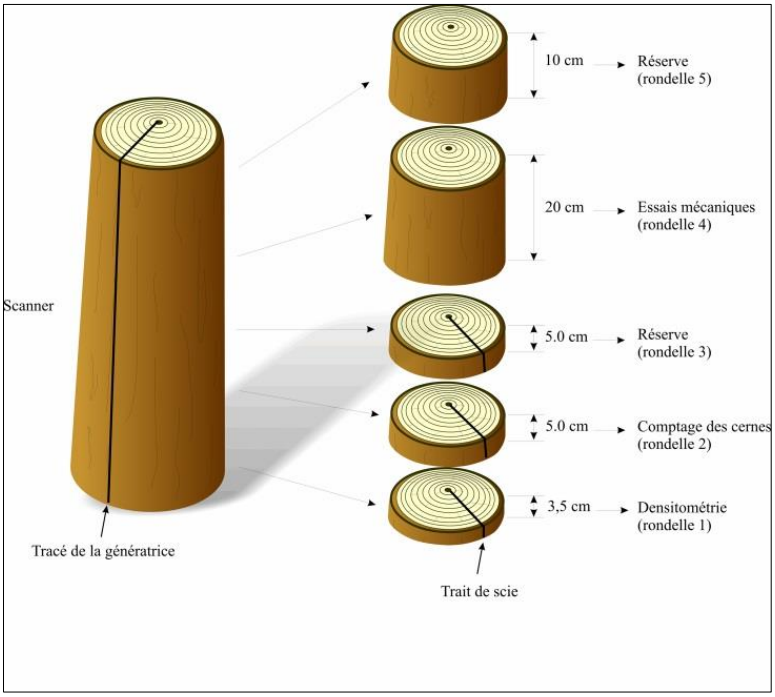


Figure 4. Découpe du billon en cinq rondelles

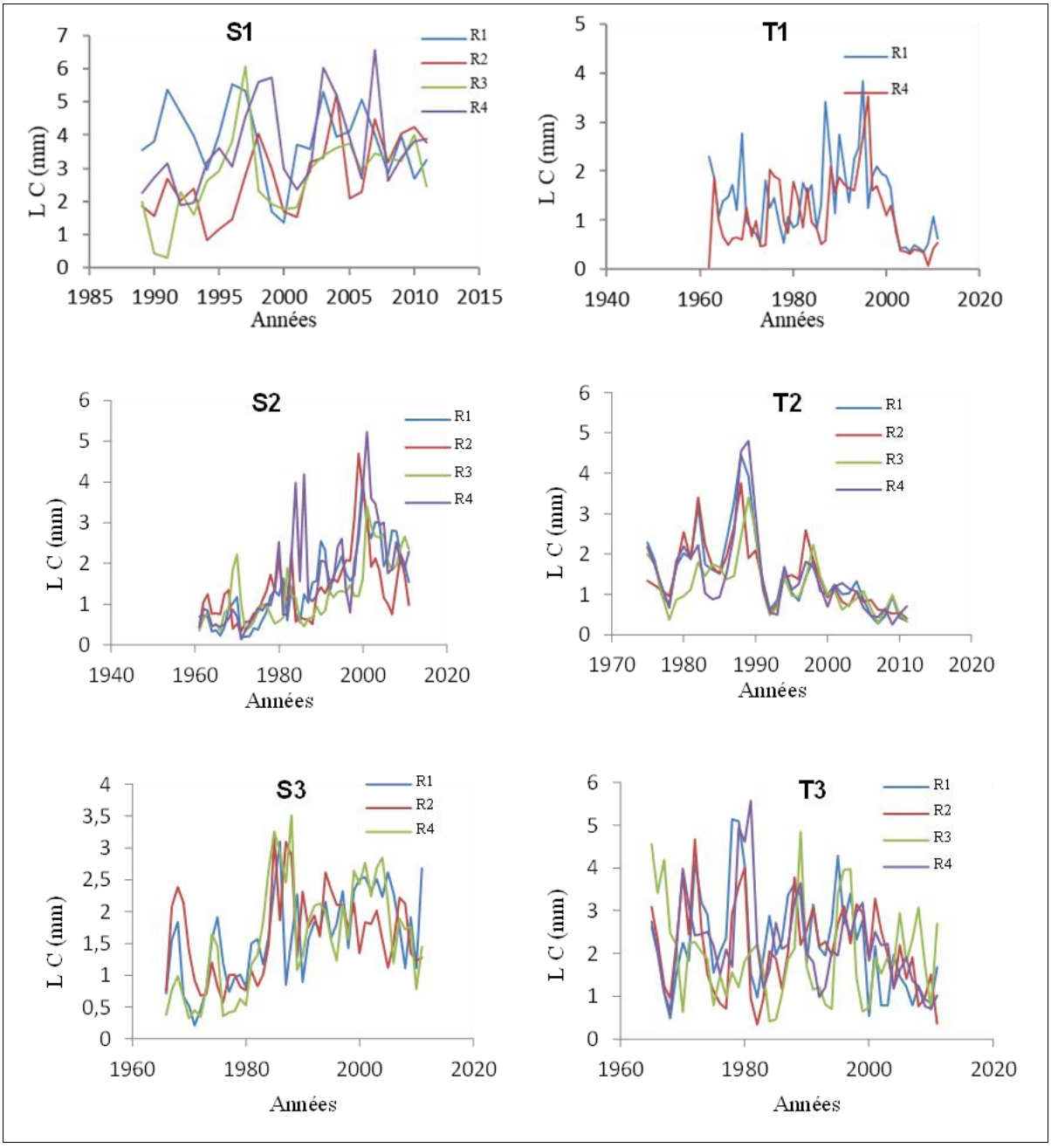


Figure 5. Variation de la largeur de cerne (LC) avec les années sur les quatre rayons des six arbres étudiés (870 observations) à raison de 3 arbres (1, 2, 3) par site (S : Site de Sidi Bel Abbès ; T : site de Tiare)

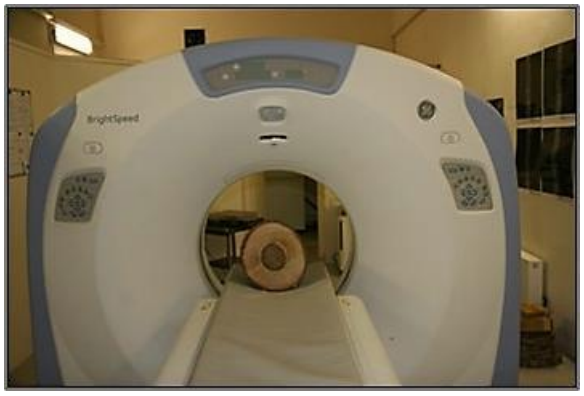


Photo 1. Billon de *Pistacia atlantica* numérisé avec un scanner médical 3D

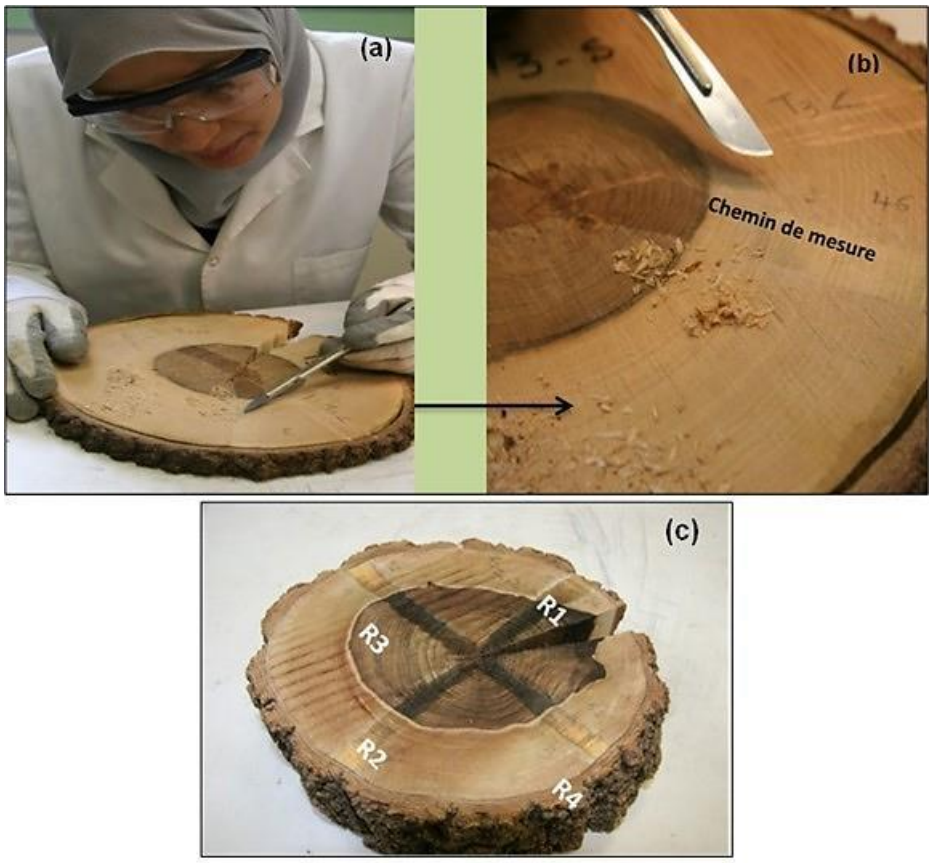


Photo 2. Surfaçage d'une rondelle de souche au scalpel ((a) et (b)) ; rondelle n°2 surfacée avec tracés radicaux (c)



Photo 3. Comptage manuel des cernes sous la loupe binoculaire



Photo 4. Comptage et mesure des cernes avec Lintab

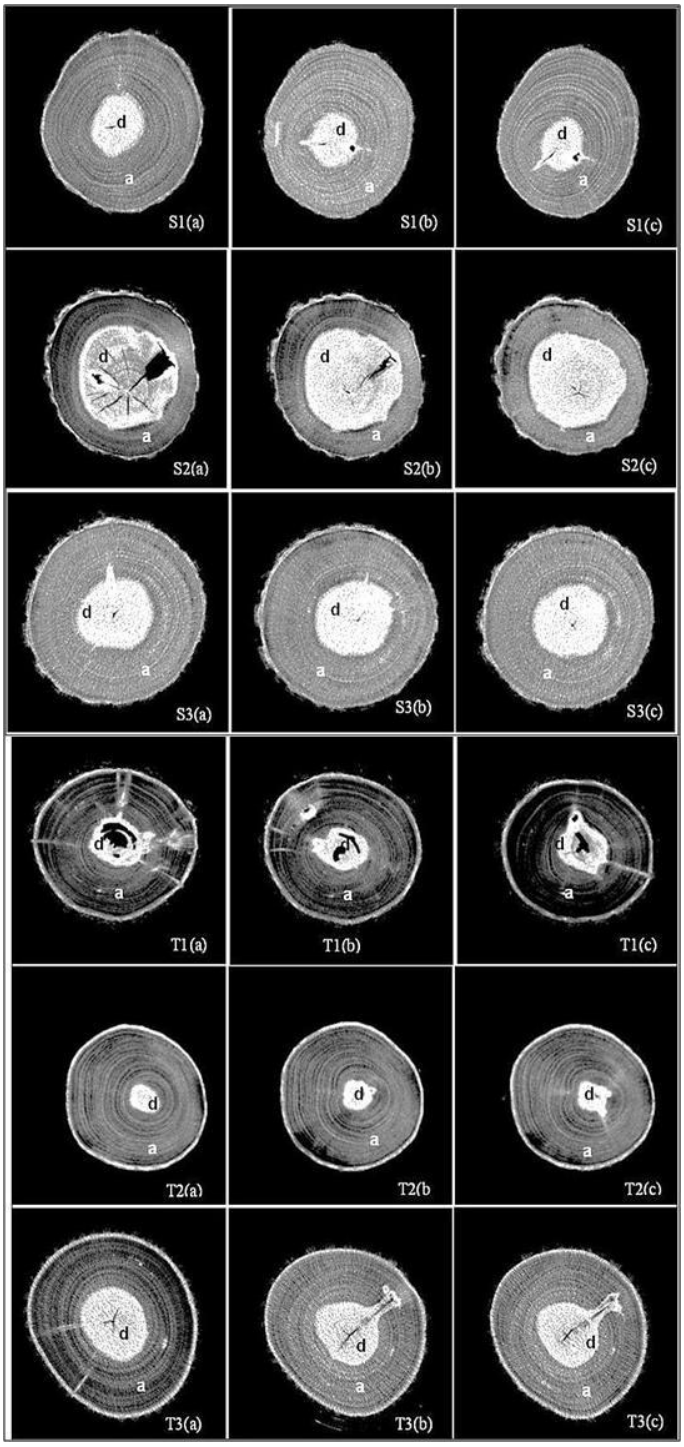


Photo 5. Billons scannés des trois arbres (numérotés de 1 à 3) des deux provenances (S : Sidi Bel Abbès et T : Tiaret)

(a), (b) et (c) représentent les niveaux de scan choisis au hasard ; a : aubier, d : duramen

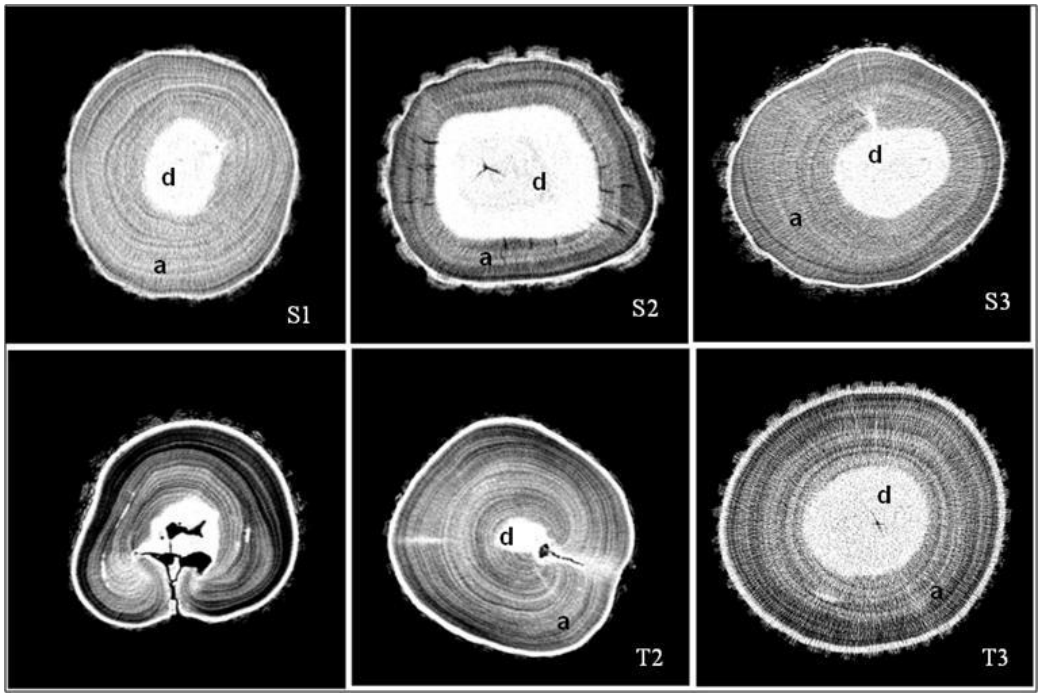


Photo 6. Rondelles de souche scannées des six arbres de *Pistacia atlantica* des deux provenances : (S : Sidi Bel Abbès et T : Tiaret) (a : aubier, d : duramen)