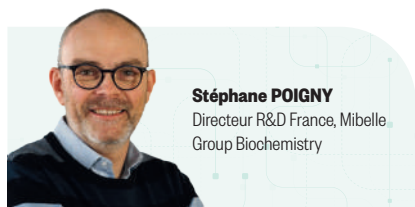


#Ingrédients

Les pommes de pin : une source innovante pour des cheveux hydratés et renforcés

PinoPlex (Mibelle Group Biochemistry) est un extrait durablement obtenu à partir de pommes de pin issues de forêts françaises certifiées. Inspiré par l'hygomorphisme et la structure des écailles des cônes, cet ingrédient bio-inspiré agit pour améliorer l'hydratation, la brillance et la résistance des cheveux, tout en valorisant des ressources naturelles recyclées.

L'EXPERT



La recherche de solutions capillaires alliant efficacité et durabilité est en constante évolution. PinoPlex répond à cette attente grâce à un concept novateur : utiliser des molécules d'intérêt extraites de cônes résiduels pour offrir un soin qui allie hydratation et renforcement capillaire, tout en minimisant l'impact environnemental.

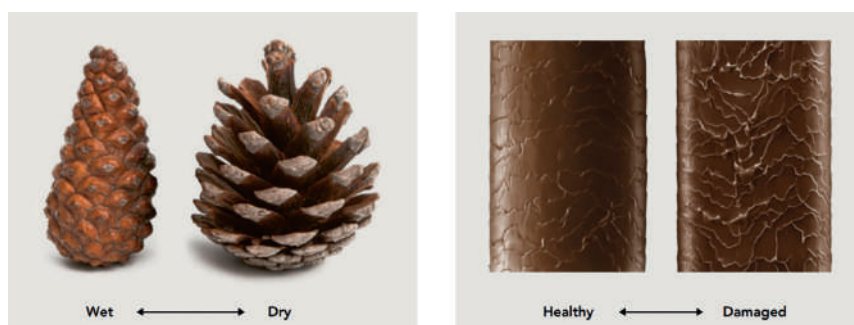
Une inspiration issue de la nature

Les pommes de pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) utilisées proviennent de forêts gérées durablement par l'Office national des forêts (ONF)⁽¹⁾. Ces forêts sont soigneusement entretenues pour préserver la biodiversité et garantir un équilibre entre exploitation et conservation. Après récolte des graines destinées à la reforestation, les cônes, traditionnellement destinés au compost ou à la combustion pour produire de l'énergie, sont transformés par un procédé d'upcycling en un actif précieux destiné aux soins capillaires.

Leur lien avec les cheveux trouve son origine dans un phénomène naturel : les écailles des pommes de pin sèches sont ouvertes et se referment lorsqu'elles sont hydratées. Ce mécanisme



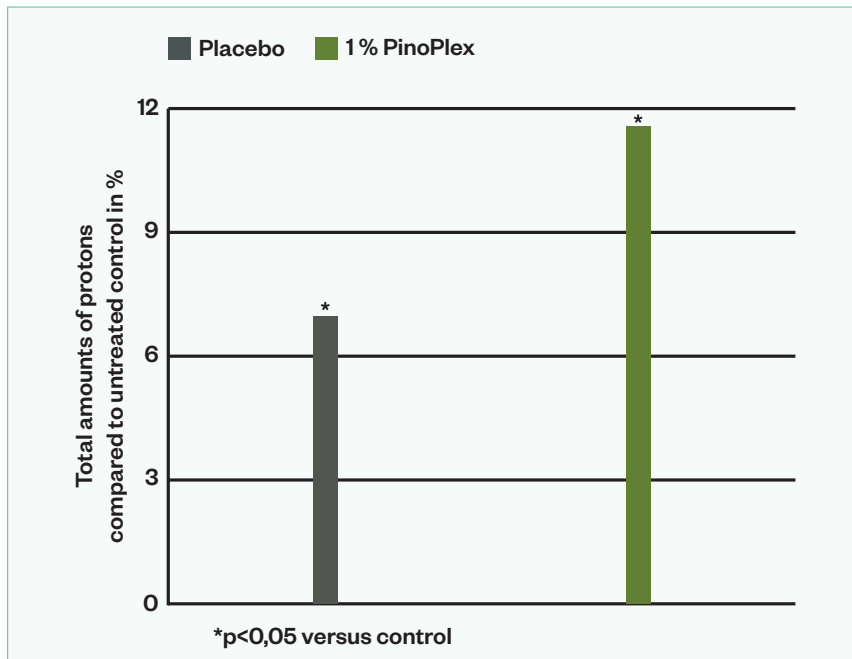
© FRabanedo / AdobeStock



▲ Figure 1 : Comparaison écailles de pomme de pin et cuticule du cheveu.

hygomorphe⁽²⁾, conçu pour protéger les graines, rappelle le comportement des cuticules capillaires. Les cuticules hydratées restent fermées et

lisses, formant un bouclier qui retient l'humidité, tandis que des cuticules desséchées sont ouvertes, ce qui rend les cheveux poreux et ternes, ►►



▲ Figure 2 : Hydratation du cheveu par RMN bas champs.

►►► favorisant l'apparition de pointes fourchues. Inspiré par ce processus naturel, cet actif utilise une extraction assistée par micro-ondes. Cette méthode, à la fois économe en énergie et douce, permet d'isoler des osmolytes, des molécules hydratantes qui renforcent la fibre capillaire tout en préservant ses propriétés naturelles.

Efficacité démontrée sur cheveux abîmés

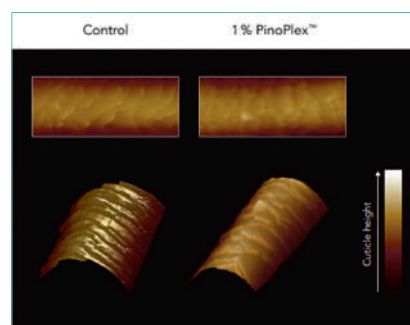
Hydratation augmentée

Les propriétés hydratantes de PinoPlex ont été rigoureusement testées. Une étude menée sur des cheveux abîmés et décolorés a permis d'évaluer sa capacité à retenir l'humidité. Trois mèches de cheveux ont été traitées différemment : une avec une solution contenant 1% de PinoPlex, une autre avec un placebo et une troisième laissée non traitée. Après un séchage à 135 °C pendant 35 minutes, les cheveux ont été pesés pour mesurer l'humidité résiduelle. Résultat : l'application de PinoPlex a permis une augmentation de 7% de la teneur en eau par rapport aux cheveux non traités.

En complément, une analyse par résonance magnétique nucléaire à bas champ (LF-RMN)⁽³⁾ a mesuré le nombre total de molécules d'eau dans les fibres capillaires. Cette technique a confirmé que les cheveux traités avec

PinoPlex, un extrait bio-inspiré de pommes de pin recyclées, combine innovation et durabilité pour offrir des cheveux hydratés, brillants et renforcés. Ce soin capillaire répond aux attentes modernes en valorisant des ressources naturelles autrement inutilisées.

une solution à 1% de PinoPlex présentaient une augmentation significative



▲ Figure 3 : Vue par AFM des cuticules de cheveu plus lisses.

de 12% de leur teneur en eau par rapport au contrôle non traité (Figure 2). Ces résultats démontrent la capacité de l'actif à améliorer durablement l'hydratation capillaire.

Cuticules lissées

La structure des cuticules capillaires joue un rôle clé dans la santé et l'apparence des cheveux. Des fibres capillaires abîmées ont été traitées avec une solution à 1% de PinoPlex avant d'être séchées à l'air libre. La microscopie à force atomique (AFM)⁽⁴⁾, une technologie avancée permettant d'obtenir des images topographiques extrêmement détaillées, a révélé que le traitement avait aplati et refermé les écailles des cuticules. Cette amélioration a été quantifiée par une réduction de 25% de la hauteur des écailles (Figure 3). En refermant les cuticules, PinoPlex protège la fibre capillaire contre la porosité et favorise une texture plus lisse et agréable au toucher.

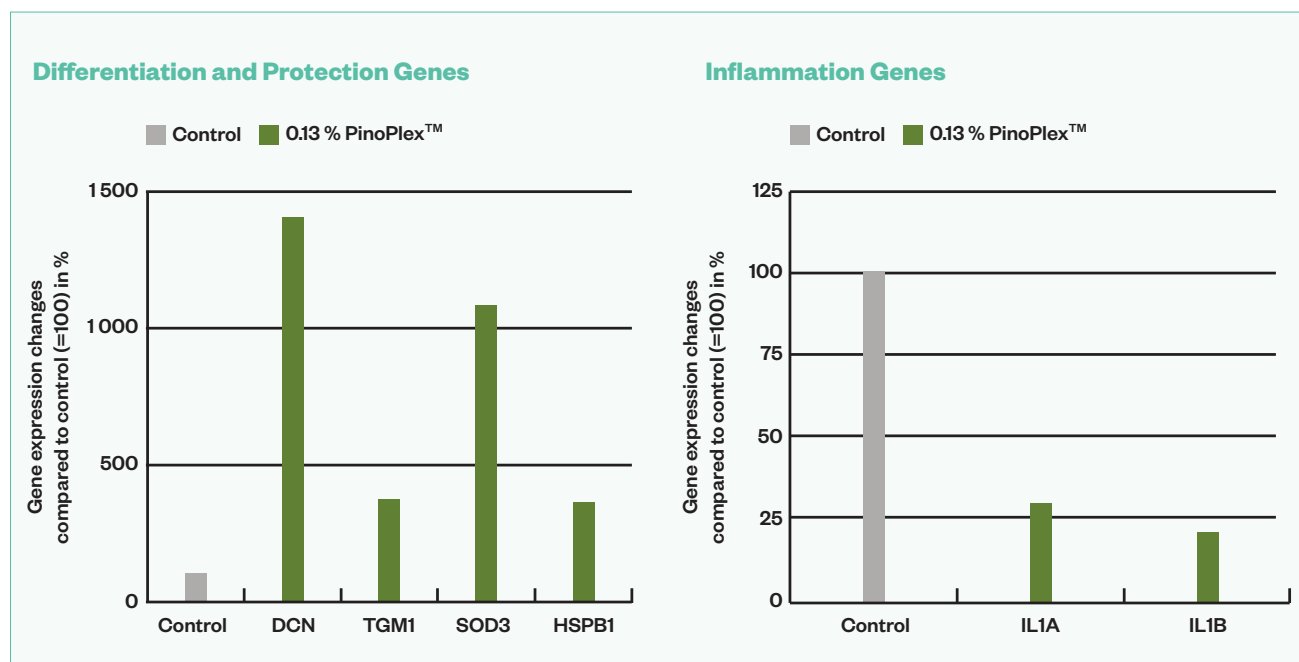
Brillance accrue

La brillance est un marqueur visuel essentiel de cheveux en bonne santé.

Une étude a simulé un cycle de lavage et de séchage répété, avec application d'un sérum capillaire enrichi en PinoPlex ou d'un placebo correspondant. Après dix applications, les cheveux traités avec cet actif ont montré une augmentation significative de 22% de leur brillance, évaluée visuellement par des experts.

Résistance renforcée

Les agressions quotidiennes, telles que le brossage, le lavage ou le coiffage, fragilisent les cheveux, augmentant leur



▲ Figure 4 : Expression génique sur kératinocytes du bulbe.

susceptibilité à la casse. Une fibre capillaire traitée avec une solution aqueuse contenant 1 % de PinoPlex a été testée pour mesurer son module d'élasticité, un indicateur clé de la résistance mécanique. Grâce à la microscopie à force atomique (AFM), il a été démontré que l'application de l'actif augmentait ce module de 243 %. Cette amélioration permet aux cheveux de mieux résister aux stress mécaniques et environnementaux.

Prévention des pointes fourchues

Les pointes fourchues, résultat d'agressions chimiques (coloration, décoloration) ou mécaniques (brossage, coiffage thermique), représentent un défi majeur pour la santé capillaire. Une étude a soumis des mèches de cheveux à un protocole de décoloration suivi d'un coiffage thermique intensif. Les cheveux traités avec un sérum contenant 1 % de PinoPlex présentaient 25 % de pointes fourchues en moins que les cheveux ayant reçu un placebo. Ces résultats confirment que PinoPlex agit comme un bouclier protecteur, renforçant les fibres capillaires face aux agressions.

Un effet bénéfique dès la racine

L'efficacité de PinoPlex ne se limite pas à la fibre capillaire: l'actif agit également au niveau des racines. Des tests *in vitro* réalisés sur des kératinocytes du follicule pileux ont révélé une modulation significative de plusieurs gènes impliqués dans la différenciation cellulaire (DCN: +1272 %; TGM1: +273 %) et la protection contre le stress oxydatif (SOD3: +967 %; HSPB1: +246 %). Par ailleurs, l'expression des marqueurs inflammatoires (IL1A et IL1B) a diminué respectivement de 70 % et 79 %, indiquant un potentiel bénéfique pour la croissance et la santé globale des cheveux (Figure 4).

Conclusion

PinoPlex s'impose comme une solution capillaire durable et innovante. Alliant science et bio-inspiration, cet actif renforce la fibre capillaire, améliore son hydratation et protège les cheveux des agressions quotidiennes. En valorisant des ressources naturelles autrement inutilisées, il s'inscrit dans une démarche respectueuse de l'environnement et répond aux attentes des consommateurs en quête de produits efficaces et responsables. ●

Références

1. <https://www.onf.fr/onf/forets-et-espaces-naturels/+20:les-forets-de-nos-territoires.html>
2. C. J. Eger et al. The Structural and Mechanical Basis for Passive-Hydraulic Pine Cone Actuation. *Advanced Science*, 2022.
3. C. Eccles. Low Field NMR Methods and Applications. *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry (Third Edition)*, 2017, p. 611-626.
4. H. You and L. Yu. Atomic force microscopy as a tool for study of human hair. *Scanning*, 1997.