



## La carte des enveloppes écologiques

### Les paramètres

Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des paramètres utilisés à ce jour pour la réalisation de la carte des enveloppes écologiques.

Les paramètres sont regroupés en 4 catégories selon leur nature topographique, climatique, édaphique et spécifique. Leur présentation est organisée selon la trame ci-dessous pour une plus grande lisibilité :

- Définition et description du paramètre ;
- Source et origine de la donnée ;
- Méthode de production s'il y a lieu ;
- Post-traitements s'il y a lieu par exemple seuillage, reclassement...

Paramètres topographiques	
<b>Modèle Numérique de Terrain (MNT)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le Modèle Numérique de Terrain est une représentation de la topographie créée à partir des données d'altitude (courbes de niveau et points cotés d'altitude). À partir de ces données linéaires et ponctuelles, le MNT est généré par interpolation.</li> <li>- Le MNT utilisé ici est celui fourni par l'IGN à savoir la BD Alti à 25 m. Localement, pour plus de précision, il a parfois été fait appel au RGE (Référentiel Grande Échelle) de l'IGN à 5 m. Dans ce cas, un ré-échantillonnage à 10 m a permis de supprimer certains artefacts (digues, routes...) tout en offrant une précision supérieure à celle de la BD Alti.</li> <li>- Le MNT constitue ainsi une donnée fondamentale à partir de laquelle va être dérivé l'ensemble des paramètres topographiques.</li> </ul>
<b>Pentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La pente topographique correspond à l'inclinaison d'une surface par rapport à l'horizon.</li> <li>- Elle est calculée à partir du MNT à l'aide du logiciel ArcGIS. Le calcul se base sur la valeur d'altitude de chaque pixel et utilise les valeurs des huit pixels voisins pour définir la pente d'un pixel donné (Burrough &amp; McDonell 1998).</li> <li>- Les valeurs de pentes peuvent être appréhendées comme une donnée continue ou discrète. Dans ce dernier cas, la discrétisation est faite en partenariat avec les CBN concernés. Exemple de discrétisation des valeurs de pentes (CBN Massif central) <ul style="list-style-type: none"> <li>● de 0 à 5 degrés ;</li> <li>● de 5 à 10 degrés ;</li> <li>● de 10 à 40 degrés ;</li> <li>● &gt; 40 degrés.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Insolation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'insolation mesure le rayonnement potentiellement reçu par une surface en fonction de l'angle et de la durée d'exposition de la surface aux rayons solaires. Elle prend en compte le relief (pente, orientation, effet d'ombre par les reliefs environnants) la latitude, mais fait abstraction des paramètres météorologiques, notamment la nébulosité.</li> <li>- Elle est calculée à partir du MNT grâce à un module du logiciel SAGA GIS. Des options sont proposées telles que la possibilité de choisir la période de</li> </ul>

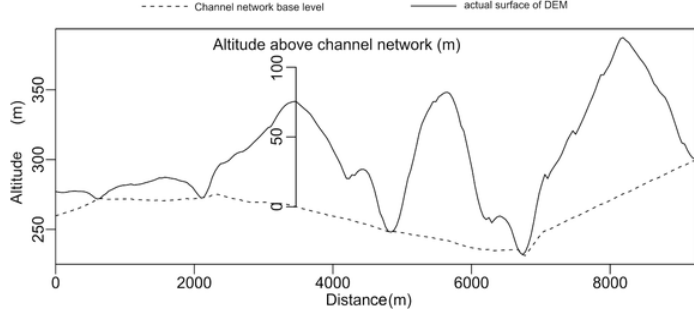


## La carte des enveloppes écologiques

	<p>calcul. Dans notre cas, le calcul a été effectué sur une année complète ainsi que sur la période végétative définie du 21 mars au 21 octobre. L'intérêt du calcul sur l'année complète peut permettre, en milieu montagnard notamment, d'appréhender le potentiel de germination ce qui n'est pas le cas avec un calcul sur la seule période végétative.</p>
<b>Expositions</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les expositions sont obtenues à partir du calcul de l'azimut de la pente sous le logiciel ArcGIS.</li> <li>- Les valeurs sont ensuite reclassées comme suit : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nord : 337.5° - 22.5°</li> <li>• Nord-Est : 22.5° - 67.5°</li> <li>• Est : 67.5° - 112.5°</li> <li>• Sud-Est : 112.5° - 157.5°</li> <li>• Sud : 157.5° - 202.5°</li> <li>• Sud-Ouest : 202.5° - 247.5°</li> <li>• Ouest : 247.5° - 292.5°</li> <li>• Nord-Ouest : 292.5° - 360°</li> </ul> </li> </ul>
<b>Indice d'humidité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'indice d'humidité utilisé ici, le SWI (Boehner <i>et al.</i> 2002), s'inspire largement de l'indice bien connu de Beven-Kirkby qui repose sur le concept des aires contributives variables selon lequel, les différentes zones d'un bassin versant ne contribuent pas de la même manière aux flux d'eau (Beven &amp; Kirkby 1979, Moore <i>et al.</i> 1991, Boehner &amp; Selige 2006). Tout comme l'indice de Beven-Kirkby, le SWI prend en considération la pente ainsi que la surface drainée en amont mais il lui a été préféré car il permet une amélioration des résultats notamment dans le fond des vallées pour les zones légèrement surélevées au-dessus des talwegs en leur attribuant une humidité du sol plus réaliste. La prise en compte du caractère non linéaire de l'humidité de sol permet d'éviter que dans de grandes vallées aux conditions oro-hydrologiques relativement homogènes (Moore <i>et al.</i> 1993) de petites différences d'altitude causent de grandes différences dans le calcul de la surface drainée en amont et conduisent à une forte variabilité artificielle de l'indice.</li> <li>- Cet indice se calcule dans SAGA GIS à partir du MNT, selon la formule suivante : <math>I_{\text{humidité}} = \ln(\alpha_i / \beta_i)</math> où <math>\alpha_i</math> est la surface drainée en amont du point <math>i</math> et <math>\beta_i</math> la pente qui lui est associée.</li> <li>- Les valeurs obtenues sont continues et le potentiel de saturation augmente avec elles.</li> </ul>
<b>Topographic Position Index (T.P.I.)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'Indice de Position Topographique (TPI) évalue la position de chaque pixel par rapport aux pixels voisins. La valeur du TPI est ainsi révélatrice de la position (verticale) de chaque cellule par rapport aux cellules voisines (dans un voisinage prédéfini). Pour exemple, une valeur positive forte d'un pixel signifie que celui-ci présente une situation plus élevée (en moyenne) que ses voisins : il se trouve donc sur un « point haut ».</li> <li>- Cet indice est calculé dans SAGA GIS à partir du MNT. Le voisinage à l'intérieur duquel se fait l'analyse est déterminé par un cercle dont le rayon est paramétré par l'utilisateur.</li> </ul>
<b>Formes de terrain</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les formes de terrain constituent le prolongement de l'indice précédent. Elles cherchent, en effet, à caractériser le relief d'une zone donnée en</li> </ul>



## La carte des enveloppes écologiques

	<p>proposant une autre lecture du relief que celle offerte par les valeurs brutes du TPI. Elles indiquent par exemple les secteurs de plateaux, de sommets de plaines, de vallées...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les formes de terrain sont construites automatiquement à partir du reclassement des valeurs du TPI selon la typologie prédéfinie ci-dessous (Weiss, 2000): <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Canyons, vallées fortement encaissées</li> <li>2 Pentes moyennes, vallées peu profondes</li> <li>3 Sources, plateaux drainés</li> <li>4 Vallées en forme de U</li> <li>5 Plaines</li> <li>6 Pentes ouvertes</li> <li>7 Plateaux, pentes sommitales</li> <li>8 Crêtes locales, buttes dans les vallées</li> <li>9 Crêtes à mi-pente, petites collines en plaine</li> <li>10 Sommets, crêtes</li> </ol> </li> <li>- La possibilité pour l'utilisateur de paramétrer les rayons d'analyse du TPI permet le couplage d'une petite et d'une grande échelle, et la prise en compte de l'emboîtement des formes.</li> </ul>
<b>Hauteur au-dessus du cours d'eau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La hauteur au-dessus du cours d'eau (Vertical Distance) correspond à la différence en mètres entre le MNT et la surface interpolée du réseau hydrographique comme illustré ci-dessous (sourceforge.net).</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elle est calculée à partir des cours d'eau de la BD hydro de l'IGN et du MNT de la BD Alti, à l'aide du module Vertical Distance du logiciel SAGA GIS. Cette distance s'est avérée très utile dans la délimitation des fonds de vallée notamment.</li> </ul>
<b>Paramètres climatiques</b>	
<b>Précipitations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les données pluviométriques utilisées ici sont les normales annuelles et mensuelles sur la période s'étalant de 1971 à 2000.</li> <li>- Elles sont issues de la base AURELHY (Analyse Utilisant le RELief pour l'HYdrométéorologie) de MétéoFrance (Bénichou &amp; Lebreton 1987) et sont fournies à la maille kilométrique.</li> <li>- En raison de la grande sensibilité de ces données aux conditions locales et des fortes variations que peut connaître le relief au pas kilométrique, les précipitations ont été recalées sur la grille altimétrique plus précise que constitue la BD Alti à 25 m.</li> </ul>



## La carte des enveloppes écologiques

<b>Températures</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comme pour les précipitations, ce sont les normales thermiques annuelles et mensuelles de 1971-2000 qui ont été choisies. La maille kilométrique étant, là encore, beaucoup trop grossière pour apprécier les températures notamment en milieu montagnard, il a été proposé une méthode de rectification des températures AURELHY.</li> <li>- Celle-ci s'appuie sur la corrélation négative qu'il existe entre l'altitude et la température. À partir de la droite de régression obtenue de type <math>y = ax + b</math> où <math>a</math> est le gradient thermique et <math>b</math>, la température moyenne ramenée au niveau de la mer, il est possible de rectifier les températures par l'altitude en utilisant un MNT plus précis, la BD Alti à 25 m.</li> </ul>
<p><b>La combinaison des paramètres pluviométriques et thermiques calculés précédemment a permis l'obtention d'indices synthétiques appelés aussi indices bioclimatiques. Ces derniers permettent de mettre en évidence des situations climatiques particulières et notamment les périodes de sécheresse et d'aridité ce qui pour les végétations, est une donnée fondamentale.</b></p>	
<b>Indices bioclimatiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>L'indice de Gaussen</b> : Couramment utilisé et plus particulièrement en milieu méditerranéen, cet indice permet d'apprécier la sécheresse estivale en durée et en intensité (Gaussen &amp; Bagnouls 1953). Un mois est considéré sec lorsque le rapport suivant est vérifié : <math>p &lt; 2t</math> (où <math>p</math> = précipitations mensuelles en mm et <math>t</math> = températures mensuelles en °C)</li> <li>- Cet indice est calculé d'après la formule décrite plus haut à partir de la calculatrice raster d'ArcGIS.</li> <li>- Au sens de cet indice un mois sec est un mois où les pertes en eau (causées par une température forte) sont supérieures aux apports (précipitations).</li> <li>- <b>L'indice d'aridité de De Martonne</b> : De Martonne (1942) a défini l'aridité du climat à l'échelle annuelle par le quotient : <math>I = P/T + 10</math> (où <math>P</math> = précipitations annuelles en mm et <math>T</math> = températures annuelles en °C).</li> <li>- Le calcul de cet indice est réalisé de la même façon que le précédent.</li> <li>- L'aridité étant d'autant plus forte que la valeur de l'indice diminue. La cartographie de cet indice à l'échelle de la France continentale met bien en évidence les zones les plus « arides » (Lebourgeois &amp; Piedallu 2005). Il existe une version mensuelle de cet indice mais sans grands résultats dans notre cas, elle a été écartée.</li> <li>- <b>Le quotient pluviothermique d'Emberger</b> : Cet indice (Emberger 1955) combine les précipitations annuelles (<math>P</math>) et l'amplitude thermique, facteur important de répartition des végétaux selon la formule suivante <math>Q = (100 \cdot P) / (M^2 - m^2)</math> (où <math>M</math> = moyenne des maxima du mois le plus chaud et <math>m</math> = moyenne des minima du mois le plus froid),</li> <li>- Le calcul de cet indice est réalisé de la même façon que le précédent.</li> <li>- À température moyenne égale, l'évaporation est d'autant plus forte que l'amplitude thermique est élevée. Aussi, de faibles valeurs de cet indice indiquent un climat sec.</li> <li>- <b>L'indice ombrothermique annuel de Rivas-Martínez (1983)</b> : Ce dernier se base sur les mois où la température moyenne est supérieure à 0°C. Il se calcule à partir de la formule ci-après : <math>Io = (Pp/Tp) \cdot 10</math> où <math>Pp</math> = somme des précipitations mensuelles des mois où la température mensuelle est supérieure à 0°C et <math>Tp</math> = somme des températures mensuelles des mois où la température mensuelle est supérieure à 0°C.</li> <li>- Le calcul de cet indice est réalisé selon les mêmes modalités que le</li> </ul>



## La carte des enveloppes écologiques

	<p>précédent.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les valeurs obtenues peuvent être reclassées et permettre la définition d'ombrotypes (Rivas-Martínez 2005) :</li> <li>- Ombrotypes Valeur de <math>Io</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hyper-aride -&gt; 0.2 à 0.4</li> <li>Aride -&gt; 0.4 à 1</li> <li>Semi-aride -&gt; 1 à 2</li> <li>Sec -&gt; 2 à 3.6</li> <li>Subhumide -&gt; 3.6 à 6</li> <li>Humide -&gt; 6 à 12</li> <li>Hyperhumide -&gt; 12 à 24</li> </ul> </li> </ul>
<b>Paramètres édaphiques</b>	
<b>Géologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les données géologiques sont celles relatives à la lithosphère et aux roches mères.</li> <li>- Elles sont issues des données du BRGM. Les deux échelles sollicitées sont le 1/250 000 et le 1/50 000 lorsqu'il est disponible.</li> <li>- La donnée géologique initiale a été simplifiée en regroupant les substrats ramenant ainsi le nombre d'items à une vingtaine selon les secteurs. Cette simplification s'est faite au prisme de 4 caractères déterminants pour les végétations que sont la perméabilité des roches, la teneur en calcaire pour distinguer l'acide de l'alcalin, la richesse en silice et en ferro-magnésien pour les roches plutoniques et enfin leur caractère meuble ou solide. À titre d'exemple, les alluvions Fy, Fz et Fy-z ont été regroupées et codées de la même façon.</li> </ul>
<b>Pédologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La donnée pédologique renvoie aux différents types de sols.</li> <li>- Elle provient du Référentiel Régional Pédologique (RRP) à l'échelle du 1/250 000. Celui-ci est basé sur une division de l'espace en unités cartographiques des sols (UCS) plateaux, plaines, fonds de vallées..., elles-mêmes divisées en unités typologiques de sols (UTS) selon leur nature.</li> <li>- Comme pour la géologie, une simplification s'est avérée nécessaire. Les 47 items que comporte la base initiale ont alors été regroupés en 21 classes selon les critères suivants : l'hydromorphie, la salinité (thalassosols), la richesse (+/- lessivé) et la nature (alluviale, dune...).</li> <li>- Il faut toutefois souligner que les RRP ne sont ni harmonisés ni disponibles sur l'ensemble du territoire ce qui en contraint grandement l'utilisation. À ce jour, nous avons utilisé cette donnée seulement pour les départements du Nord, du Pas-de-Calais (Poncet 2014) et de la Loire.</li> </ul>
<b>Paramètres spécifiques</b>	
<b>Étages de végétation*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La typologie des étages retenue ici, s'appuie sur le concept de climax tel que développé par Gaussen (1938) et Ozenda (1975). Si le concept climacique est critiquable (Rameau 1993), l'expérience acquise lors de travaux antérieurs sur le Massif central a montré qu'il était possible d'appréhender la question de l'étagement grâce à une approche biogéographique pour peu que l'on dispose des cartes CNRS de la végétation au 1/200 000 (IPAMAC 2011). C'est cette piste qui a été à nouveau suivie en adaptant la méthodologie initiale afin d'obtenir une généralisation sur l'ensemble de la France.</li> </ul>




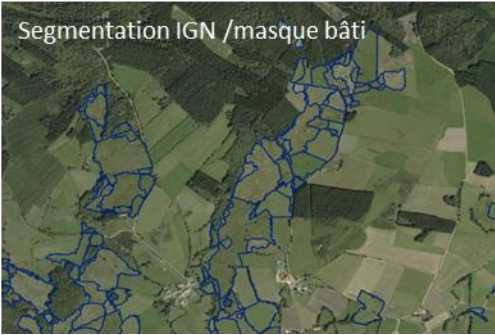
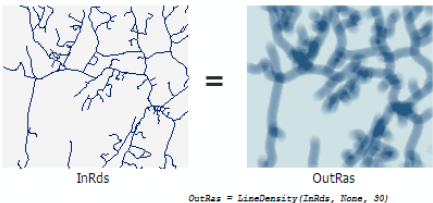
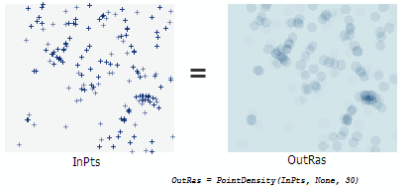
## La carte des enveloppes écologiques

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les étages modélisés sont ceux classiquement décrits sur les cartes de la végétation (Mazagol <i>et al.</i> 2013). La méthode consiste à modéliser le plan théorique des limites de chaque étage. Ce plan est ensuite “corrigé” en introduisant de part et d’autre, une zone de transition selon le caractère plus ou moins favorable des conditions locales à la « descente » de l’étage supérieur ou à la « montée » de l’étage inférieur. Parmi les facteurs susceptibles d’influencer cette zone de transition, nous en avons retenu 4 : l’altitude, l’insolation, l’effet du vent et l’indice d’humidité tel que présenté précédemment.</li> </ul>
<b>Zones potentiellement inondables (ZPI)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les zones potentiellement inondables sont celles à l’intérieur desquelles la nappe connaît, au cours de l’année, des battements c’est-à-dire des fluctuations pouvant affecter les végétations de surface.</li> <li>- Ce paramètre résulte du croisement de 3 données distinctes : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. les données du BRGM relatives aux remontées de nappe et téléchargeables sur le site <a href="http://www.inondationsnappes.fr">www.inondationsnappes.fr</a>.</li> <li>2. L’indice d’humidité tel que présenté précédemment</li> <li>3. La hauteur au-dessus du cours d’eau calculée par l’intermédiaire du module vertical distance de SAGA GIS.</li> </ol> </li> </ul> <p>L’utilisation du module multicritère MCE du logiciel Idrisi permet de faire ressortir les zones les plus favorables aux fluctuations de la nappe. Ainsi une zone sensible aux remontées avec un indice d’humidité élevé et une faible hauteur au-dessus du cours d’eau sera considérée comme une Zone Potentiellement Inondable (ZPI).</p>
<b>Zones potentiellement humides (ZPH)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les Zones Potentiellement Humides (ZPH) correspondent à des enveloppes à l’intérieur desquelles la probabilité de trouver des zones humides est forte.</li> <li>- La construction de cette cartographie potentielle repose sur le principe que la présence de zones humides résulte d’une combinaison de facteurs. La démarche est présentée dans le schéma ci-dessous et s’appuie sur une méthode multicritère (module MCE d’Idrisi) :</li> </ul> <pre> graph TD     A[ZH= combinaison de facteurs] --&gt; B[Pentes]     A --&gt; C[Indice d'humidité]     A --&gt; D[Hauteur au dessus du cours d'eau]     A --&gt; E[Indice topographique]     B --&gt; F[Croisement de ces critères]     C --&gt; F     D --&gt; F     E --&gt; F     F --&gt; G[Cartographie de la potentialité humide]     G --&gt; H[Les 2 classes les plus humides sont conservées]     H --&gt; I[Croisement avec la segmentation IGN sans le bâti]     I --&gt; J[CARTOGRAPHIE DES ZONES HUMIDES POTENTIELLES]   </pre>



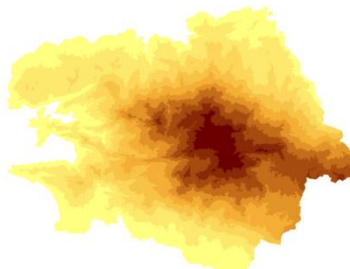
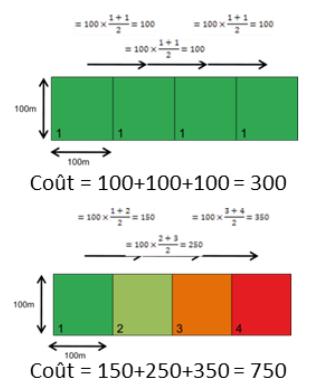
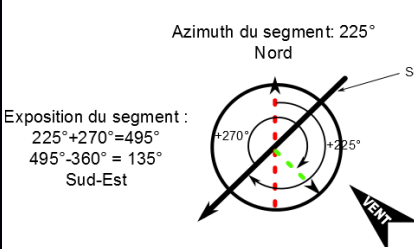
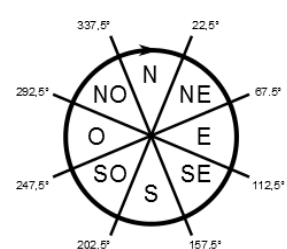



## La carte des enveloppes écologiques

	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Secteur à l'est de Saint-Priest-la-Prugne (42) Lieu dit: Les sagnes/Les Fayans</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Segmentation IGN /masque bâti</p> </div> </div> <p>Les retours terrains de cette couche sont très satisfaisants notamment sur les départements qui présente du relief (Loire (42), Puy-de-Dôme (63)). Des pistes d'amélioration ont été envisagées pour les secteurs au relief peu marqué tel que le Nord (59).</p>
<p><b>Densité de lignes et de points</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afin de compléter l'identification des zones humides potentielles et notamment de celles présentes dans des secteurs où le relief est peu marqué (marais de plaine par exemple), il a été calculé un indice de densité d'éléments hydrologiques (canaux, mares, étangs...).</li> <li>- Le calcul de densité est réalisé dans le logiciel ArcGIS grâce aux fonctions éponymes « Densité de lignes » pour les canaux et « Densité de Points » pour les éléments ponctuels (mares, étangs...). Dans le premier cas, la densité est calculée à partir du réseau hydrographique de la BD topo de l'IGN. Dans le second cas, la densité est calculée à partir des centroïdes des polygones de surface en eau.</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> <p>Densité de lignes</p>  <p><small>InRds = OutRas</small> <small>OutRas = LineDensity(InRds, None, 50)</small></p> <p>High : 18.2927 Low : 0</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Densité de points</p>  <p><small>InPts = OutRas</small> <small>OutRas = PointDensity(InPts, None, 50)</small></p> <p>High : 433.054 Low : 0</p> </div> </div>
<p><b>Fonds de vallées</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comme son nom l'indique, ce paramètre cherche à représenter l'ensemble des talwegs qu'il s'agisse de vallées alluviales ou de petits vallons en tête de bassin-versants.</li> <li>- Pour réaliser cette couche, il est fait appel au module Vertical distance dans le logiciel SAGA GIS (Conrad 2002). Les valeurs brutes sont seuillées à 2 m pour obtenir la couche finale.</li> </ul>
<p><b>Distance à la mer</b> paramètre expérimental</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avec la distance à la mer, on tente d'appréhender l'influence de la proximité du littoral sur les végétations (apport d'embruns salés, vent, régulation thermique de l'océan...). De façon indirecte, c'est le rôle du vent que l'on essaie d'approcher à défaut de disposer de données sur le vent.</li> <li>- Le calcul de la distance à la mer (trait de côte) n'est pas appréhendé sous la forme d'une distance euclidienne (en m ou km) mais sous la forme d'une distance coût c'est-à-dire que l'on intègre une contrainte dans le calcul de la distance. L'influence maritime ne sera en effet pas la même selon le relief</li> </ul>



## La carte des enveloppes écologiques

	<p>de la côte. On peut supposer qu'un relief raide voire abrupt limitera l'influence alors qu'une pente douce et/ou régulière favorisera les entrées maritimes.</p> <p>Distance à la mer (calculée à partir des pentes)</p>  <p>Légende</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>dist_mer_pent</th> <th>&lt;VALEUR&gt;</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 - 4 832 919485</td> <td>25 238 57954 - 32 219 46324</td> </tr> <tr> <td>4 832 919486 - 11 008 31661</td> <td>32 219 46325 - 38 931 85141</td> </tr> <tr> <td>11 008 31662 - 17 989 20031</td> <td>38 931 85142 - 45 107 24853</td> </tr> <tr> <td>17 989 20032 - 25 238 57953</td> <td>45 107 24854 - 51 014 15012</td> </tr> <tr> <td></td> <td>51 014 15013 - 57 458 04277</td> </tr> <tr> <td></td> <td>57 458 04278 - 68 486 35938</td> </tr> </tbody> </table> <p>Calcul d'une distance coût</p>  <p>Coût = 100+100+100 = 300</p> <p>Coût = 150+250+350 = 750</p>	dist_mer_pent	<VALEUR>	0 - 4 832 919485	25 238 57954 - 32 219 46324	4 832 919486 - 11 008 31661	32 219 46325 - 38 931 85141	11 008 31662 - 17 989 20031	38 931 85142 - 45 107 24853	17 989 20032 - 25 238 57953	45 107 24854 - 51 014 15012		51 014 15013 - 57 458 04277		57 458 04278 - 68 486 35938
dist_mer_pent	<VALEUR>														
0 - 4 832 919485	25 238 57954 - 32 219 46324														
4 832 919486 - 11 008 31661	32 219 46325 - 38 931 85141														
11 008 31662 - 17 989 20031	38 931 85142 - 45 107 24853														
17 989 20032 - 25 238 57953	45 107 24854 - 51 014 15012														
	51 014 15013 - 57 458 04277														
	57 458 04278 - 68 486 35938														
<p><b>Orientation du trait de côte</b> paramètre expérimental</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Il s'agit de déterminer l'exposition des côtes aux vents.</li> <li>- Celle-ci est déduite du calcul de l'azimut réalisé à partir du trait de côte grâce à la fonction v.to.db du logiciel GRASS. Les valeurs obtenues sont ensuite reclassées de sorte qu'elles soient traduites en termes d'exposition.</li> </ul>  <p>Azimuth du segment: 225°</p> <p>Exposition du segment : 225°+270°=495° 495°-360° = 135° Sud-Est</p>  														

\*On distingue deux grandes régions florales présentes en France à savoir la région holarctique et la région méditerranéenne (Gaussen 1938). On identifie :

- **Un étage planitiaire** qui correspond à l'étage des forêts caducifoliées mélangées. Il occupe les basses altitudes jusqu'à 300 m environ de la région holarctique.
- Un **étage collinéen** occupé par la chênaie caducifoliée et notamment la chênaie sessile et ou pubescente. Sa limite altitudinale supérieure est variable, elle oscille entre 800 et 1000 m.
- Un **étage montagnard** avec une déclinaison oroméditerranéenne pour la zone méditerranéenne. Il s'agit d'un étage forestier composé de hêtraies et de formations mixtes de type hêtraie-sapinière. En son sein, les facteurs de contrôle sont les conditions d'humidité atmosphérique et la température qui conditionnent la distribution des espèces. Là encore, la limite supérieure est variable selon les massifs, elle varie de 1100 à 1200 m pour les massifs vosgien, jurassien et central et peut aller jusqu'à 1600 m environ dans les Alpes méridionales et les Pyrénées orientales.
- **Un étage subalpin.** Il correspond à la limite supérieure de la hêtraie (Ozenda, 1985). Il se compose dans la partie inférieure de forêts de conifères (Epicea, Mélèze, Pins à crochet ou pins Cembro) passant progressivement à l'approche de la limite supérieure de l'arbre à des forêts claires, des landes boisées et des landines. Celle-ci a été fixée selon les secteurs à 2200 m - 2400 m.
- Un **étage alpin** caractérisé donc par l'absence d'arbres mais la présence de pelouses continues dans sa partie inférieure puis discontinue dans sa limite supérieure fixée vers 2800-3000 m.
- Enfin, un **étage nival** essentiellement minéral et rocheux.





## La carte des enveloppes écologiques

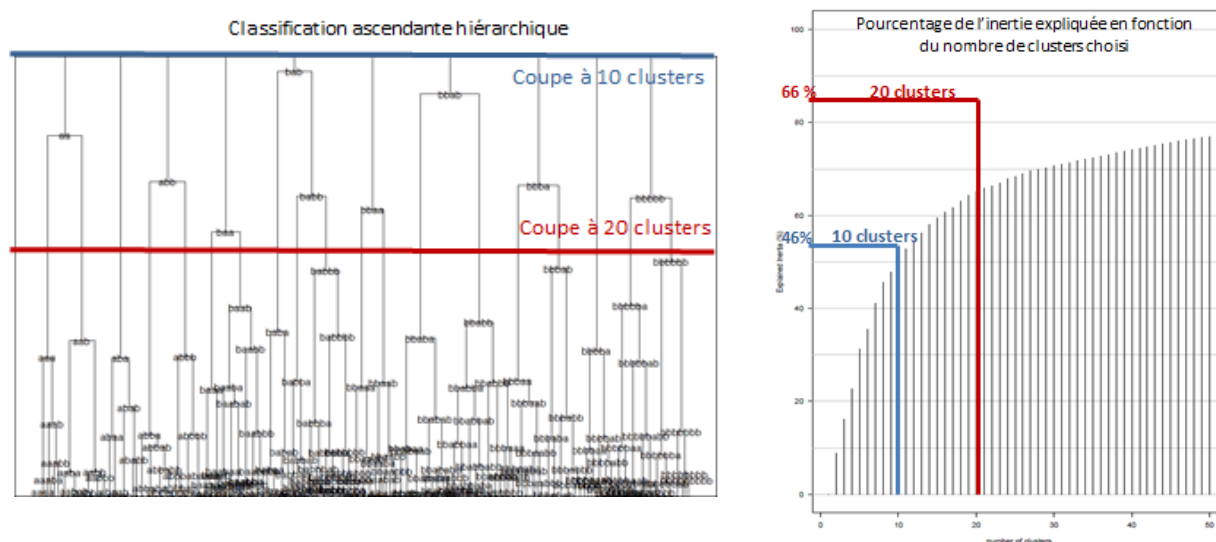
En ce qui concerne la région méditerranéenne caractérisée par une sécheresse estivale marquée d'une durée au moins égale à 2 mois, trois étages ont été distingués :

- Premièrement, l'étage **thermoméditerranéen** qui n'est représenté en France que par une bande étroite et discontinue le long de la côte méditerranéenne plus prononcée dans la région de Nice et à la périphérie corse. Il s'agit du domaine du Caroubier dont la limite supérieure a été fixée à 200 m environ.
- Ensuite, vient l'étage **mésoméditerranéen**, c'est le pays du Chêne vert, *Quercus ilex* L. et du Chêne kermès, *Quercus coccifera* L., par excellence, et plus généralement le pays des garrigues. Il part du niveau de la mer jusque vers 600 – 700 m selon les conditions d'exposition ou de topographie (600 m dans la partie orientale des Pyrénées d'après Dupias et Rey 1985). Ce dernier représente l'essentiel de la région méditerranéenne.
- Enfin, l'étage **supraméditerranéen** qui correspond à un étage de transition situé entre le climat méditerranéen et les climats montagnard ou atlantique. Il est dominé par des chênes caducifoliés (Chêne blanc, *Quercus pubescens* Willd., Chêne sessile, *Q. petraea* (Matt.) Liebl.) mais aussi par le châtaignier, *Castanea sativa* Mill., espèce abondamment plantée par l'Homme à la place des forêts originelles de chênes caducifoliés



## La méthode de clusterisation

Rappelons au préalable que l'objectif du fond environnemental est de délimiter des clusters à l'intérieur desquelles les conditions abiotiques sont relativement homogènes et différentes des clusters adjacents. Pour ce faire, il a été fait appel à une méthode de partitionnement des données. Développée sous R, la méthode repose sur le calcul des distances entre individus après quoi elle regroupe les pixels selon leur ressemblance à partir d'une classification ascendante hiérarchique (CAH). La définition du nombre de clusters se fait *a posteriori* en s'appuyant sur le pourcentage d'inertie expliquée (fig. 1). Logiquement, plus on augmente le nombre de clusters et plus le pourcentage d'inertie expliquée est élevé mais il faut aussi veiller à ce que le découpage des clusters fasse sens sur le terrain. Ainsi les tests réalisés montrent qu'un grand nombre de clusters n'apportent pas forcément plus de précisions transposables en termes de séries de végétation et qu'il y a plutôt une tendance à la diffusion de l'information. À l'inverse, un faible nombre de clusters n'est pas synonyme d'une vision synthétique du territoire. À ce jour, le choix de 10 clusters s'est avéré le plus pertinent, sur les différents départements traités sachant qu'il est évidemment possible de regrouper des clusters après la confrontation au terrain.



**Figure 1** : Sélection du nombre de clusters du fond environnemental

Rédaction : Céline Sacca, Aurélien Fournier, Bernard Etlicher (EVS Isthme – Université de Saint-Etienne))



### Bibliographie

Benichou P. & Le Breton O., 1987 - Prise en compte de la topographie pour la cartographie de champs pluviométriques statistiques : la méthode AURELHY. *La Météorologie*, **19** : 23-34.

Beven K. & Kirkby M.J., 1979 - A physically-based variable contributing area model of basin hydrology, *Hydrol. Science Bull.*, **24** : 43-69.

Boehner J., Koethe R. Conrad O., Gross J., Ringeler A. & Selige T., 2002 - *Soil Regionalisation by Means of Terrain Analysis and Process Parameterisation*. In Micheli E., Nachtergaele F., Montanarella L. (Eds) *Soil Classification 2001*, European Soil Bureau, Research Report No. 7, EUR 20398 EN, Luxembourg, 213-222.

Boehner J. & Selige T., 2006 - *Spatial Prediction of Soil Attributes Using Terrain Analysis and Climate Regionalisation*. In Boehner J., McCloy K.R., Strobl J. (eds) *SAGA – Analysis and Modelling Applications*, Goettinger Geographische Abhandlungen, 115, 13-27.

Burrough P.A. & McDonell R.A., 1998 - *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press, New York. 190 p.

Conrad O., 2002 - *ChannelNetwork\_Altitude.cpp*. <http://sourceforge.net/saga-gis>: 24.05.2008.

De Martonne E., 1942 - Nouvelle carte mondiale de l'indice d'aridité. *Annales geogr.* **288** : 241-250

Dupias G. & Rey P., 1985 - *Document pour un zonage des régions phyto-écologiques*. Centre d'Ecologie des Ressources Renouvelables, Toulouse, 39 p.

Emberger L., 1955 - Une classification géobotanique des climats. *Rec. Trav. Labo. bot. geol. zool. fac. Sci. Montpellier*, série bot, **7**.

Bagnoulds F. & Gaussen H., 1953 - Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **88** : 193-240

Gaussen H., 1938 - *Étages et zones de végétation de la France (commentaire des cartes 26, 2-3-4 de l'atlas de France)*. Ann. Géogr. (Paris), 47e année, 463 p.

IPAMAC (Association des parcs naturels du Massif central), 2011 - *Trame écologique du Massif central. Identification d'une trame écologique du Massif central avec extension vers les Pyrénées*. Rapport de synthèse, 55 p.

Lebourgeois F. & Piedallu C., 2005 - Appréhender le niveau de sécheresse dans le cadre des études stationnelles et de la gestion forestière. Notions d'indices bioclimatiques. *Revue Forestière Française*, **57** (3) : 331-356.

Mazagol P.-O., Sacca C., Fayeaux F. & Etlicher B. (Dir.), 2013 - *Recherches concernant la cartographie nationale des Habitats naturels et semi-naturels. La construction du fond écologique*. Rapport d'étape



## La carte des enveloppes écologiques

du Projet CarHAB, Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, 76 p.

Moore I.D., Grayson R.B. & Ladson A.R., 1991 - Digital terrain modelling : a review of hydrological, geomorphological, and biological applications. *Hydrological Processes*, **5** (1) : 3-30.

Moore I.D., Gessler P.E., Nielsen G.A. & Peterson G.A., 1993 - Soil Attribute Prediction Using Terrain Analysis. *Soil sci. Soc. Am. J.*, **57** : 443-452.

Ozenda P. & Wagner H., 1975 - Les séries de végétation de la chaîne alpine et leurs équivalences dans les autres systèmes phytogéographiques. *Documents de Cartographie Écologique*, **16** : 49-74.

Poncet R., 2014 - *Approche méthodologique de la constitution du fond blanc physiologique et environnemental du Nord-Pas-de-Calais*. Mémoire de Master 2 Écologie-Éthologie, Université de Saint-Etienne, 65 p.

Rivas-Martínez S., 1983 - Pisos bioclimáticos de España. *Lazaroa*, **5** : 33-43

Rivas-Martínez S., 2005 - Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetacion de España. Memoria del mapa de vegetacion potencial de España, Parte 1. *Itinera geobotanica*, **17** : 5-436.

Wasson J.G., Chandesris A., Pella H. & Blanc L., 2002 - *Les hydro-écorégions de France métropolitaine. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés*. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Cemagref BEA/LHQ. 190 p.

Weiss, A.D., 2000 - *Topographic Position and Landforms Analysis*. Poster URL : [http://www.jennessent.com/downloads/tpi-poster-tnc\\_18x22.pdf](http://www.jennessent.com/downloads/tpi-poster-tnc_18x22.pdf)