Document public

Zonage des Terroirs viticoles de l'AOC « Vin de Corse » de la Côte Orientale

Application de l'analyse en composantes principales (ACP) à l'identification des zones homogènes du milieu naturel

Rapport final

BRGM/RP-54374-FR
mai 2007

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES & MINIÈRES - BIBLIOTHEQUE CENTRALE

CIVAM de la

ODARC

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Document public

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES & MINIÈRES - BIBLIOTHEQUE CENTRALE

Zonage des Terroirs viticoles de l'AOC « Vin de Corse » de la Côte Orientale

Application de l'analyse en composantes principales (ACP) à l'identification des zones homogènes du milieu naturel

BRGM/RP-54374-FR
Mai 2007

Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM PSP03CSC09

Desprats J.F., Laville P. et
avec la collaboration de L. Le Duc (CIVAM)

Vérificateur :	Approbateur :
Nom :Y. Caballero	Nom : E. PALVADEAU
Date : 19/07/2007	Date : 10/08/2007
Signature :	Signature :

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

CIVAM de la Région Corse

ODARC

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Mots clés : Terroir, zones homogènes, Analyse en Composantes Principales, AOC, Côte Orientale, Corse, Viticulture

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Desprats J.F., Laville P. (2007) - Zonage des Terroirs viticoles de l'AOC « Vin de Corse » de la Côte Orientale. Application de l'analyse en composantes principales (ACP) à l'identification des zones homogènes du milieu naturel. Rapport final RP-54374-FR , 39 p., 20 ill., 2 ann..

© BRGM, 2007, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Avant-Propos

Cette étude est basée sur les développements méthodologiques réalisés en 2002-2003 sur l'AOC « Vin de Corse – Calvi ». Pour que la notion de terroir soit effectivement comprise et utilisée à bon escient, son étude doit intégrer une masse de connaissances qui concerne un grand nombre d'intervenants, des utilisateurs du sol aux connaisseurs des composantes du milieu naturel. Dans le cadre de l'étude menée ici, l'objectif n'est pas d'expliquer le mode de fonctionnement du terroir à ceux qui le mettent en valeur dans le vignoble, mais de leur fournir les éléments les plus objectifs possibles pour en mener à bien le développement, identifier les causes de tel ou tel comportement d'un cépage, de telle ou telle caractéristique d'un raisin, etc.. On le comprend, cette perspective est riche et n'a d'égale que la durée qu'il faudra consacrer à combiner les éléments apportés par ce zonage aux patientes et nombreuses observations des vignerons.

Ce rapport résulte d'un travail en étroite concertation avec le CIVAM de la Région Corse, qui, s'appuyant sur sa connaissance poussée des terroirs corses, a pu réaliser les validations successives nécessaires à la caractérisation finale des unités de terroirs.

Résumé

La cartographie des principales entités de terroir de la Côte Orientale de la Corse a fait l'objet d'une analyse multicritère intégrant :

- le résultat d'une analyse en Composantes Principales basée sur les données climatiques, morphologiques et pédologiques (réserve utile des sols) ;
- la typologie des sols réalisée par l'ODARC .

Des unités de terroir sont proposées à l'issue de cette étude.

Cette caractérisation des terroirs sera perfectionnée par la connaissance du terrain que possède le CIVAM Région Corse, à travers le choix de parcelles de référence qui feront l'objet de vinifications spécifiques.

Les données intégrées dans le Système d'Information Géographique sont comprises entre des échelles allant du 1/25.000 au 1/50.000 ; aussi convient-il de ne pas comparer les limites des unités de terroirs définies dans le cadre de ce travail à celles des parcelles de vignes délimitées à l'aide d'un GPS haute précision. La sélection de parcelles bien intégrées dans une unité de terroir donnée sera ainsi préférable.

Sommaire

1. Introduction 7

1.1. QUELQUES REFLEXIONS SUR LES USAGES DU TERROIR ET LA FAÇON DE L'APPREHENDER 7

1.2. APPLICATIONS A LA COTE ORIENTALE DE LA CORSE 9

2. Les données 13

2.1. LES DONNEES QUANTITATIVES 13

2.2. LES DONNEES QUALITATIVES 19

3. Délimitation des entités morphoclimatiques par analyse en composantes principales 21

3.1. MATRICE DE CORRELATIONS 22

3.1.1. Comparaison des axes 22

3.1.2. Analyse des axes 22

3.2. ZONAGE SUR LA ZONE VITICOLE A PARTIR DES PARAMETRES MORPHOCLIMATIQUES 25

4. Zonage final par intégration des paramètres quantitatifs et qualitatifs 27

5. Conclusion 31

Liste des illustrations

Illustration 1- Localisation de la zone d 'étude 10
Illustration 2 - Altitude en mètres 14
Illustration 3 - Pluie cumulée d'avril à septembre (mm) 14
Illustration 4 - Cumul des températures supérieures à 10 °C d'avril à septembre 15
Illustration 5 - Distance au rivage (km) 15
Illustration 6 - Carte des pentes en % 16
Illustration 7 - Insolation théorique cumulée du 21 mars Watt/heure/m² 17
Illustration 8 - Insolation théorique cumulée du 21 juin Watt/heure/m² 17
Illustration 9 - Composante méridionale de l'orientation des versants 18
Illustration 10 - Composante orientale de l'orientation des versants 18
Illustration 11- Cartographie pédologique (ODARC) 20
Illustration 12- Importance des axes 22
Illustration 13 - Image de l'axe 1 de l'ACP 23
Illustration 14 - Image de l'axe 2 de l'ACP 23
Illustration 15- Image de l'axe 3 de l'ACP 24
Illustration 16- Image de l'axe 4 de l'ACP 24
Illustration 17- Analyse statistique 26
Illustration 18 - Zonage morpho-climatique : regroupement en 7 classes homogènes 26
Illustration 19- Croisement ACP et pédologie (les valeurs sont des codes de classes) 27
Illustration 20- Zonage final des bassins versants viticoles de la Côte Orientale 29

Liste des annexes

annexe 1 Matrice des corrélations 33
annexe 2 Descriptions des axes 1 à 4 37

1. Introduction

1.1. QUELQUES REFLEXIONS SUR LES USAGES DU TERROIR ET LA FAÇON DE L'APPREHENDER.

Notion originellement simple, le terroir est devenu un mot riche de significations. A l'origine en désignant un lieu caractérisé par la spécificité de ses productions, le nom d'un terroir leur conférait une authenticité géographique peu ou pas reproductible en d'autres lieux. Que ces productions soient minérales, végétales ou animales, introduisait une gradation dans cette authenticité, puisque la première ne pouvait être que sur le terroir et la dernière, même sur un unique terroir, pouvait être diluée par des apports alimentaires exotiques ou des migrations incessantes du producteur. Entre les deux, les productions végétales bien qu'enracinées, restaient soumises à des apports ou des mélanges avec d'autres productions issues de terroirs différents.

Notion mise en lumière dès le 16ème siècle par les premiers agronomes (Olivier de Serre 1600 "*Le Théâtre d'agriculture et mesnage des champs*" et "*Du devoir du mesnager ou l'art de bien se cognoistre et choisir les terres* », le terroir correspond à une zone homogène du milieu naturel où les caractéristiques des productions végétales et le comportement des végétaux sont constants et différents des zones voisines. La mise en évidence d'un terroir est due à une pratique suffisamment longue et répétée pour faire émerger d'année en année, la constance de ses effets.

Bien entendu, la constance des pratiques elles mêmes, est dépendante du terroir mais elle n'est que de second ordre, les pratiques ne créent pas le terroir, elles le révèlent. La première altération du sens originel de la notion de terroir revient à cette confusion entre l'effet et la cause. En outre, tout aménagement du milieu, comme le drainage des zones humides ou la rectification de la pente d'un versant par des terrasses, est considéré comme une création de terroir si la pérennité de ses effets est démontrée. Cependant le colmatage des drains ou le mauvais entretien des murs des terrasses nuisent gravement à cette pérennité.

Lorsque les effets du terroir sont identifiés, appréciés et popularisés, la dénomination d'un terroir par un nom de lieu est la façon la plus banale de le faire connaître aux consommateurs. Leur satisfaction permet au producteur d'en tirer profit en accroissant la valeur des productions de ce lieu particulier. Le consommateur dispose alors d'un repère à la fois géographique et sensoriel et le producteur peut utiliser cet argument pour en tirer une plus value acceptable par le consommateur.

A ce stade, les imitations surgissent aussitôt à la marge du territoire ou le terroir a été révélé. D'abord indolore pour les producteurs qui ont révélé le terroir, l'effet économique de cette concurrence se fait sentir et la défense du nom de lieu tente de s'établir. Cependant, au moment de la mise en évidence puis de la délimitation d'un terroir, l'analyse géographique de ses spécificités manque, et il est délicat d'écarter les prétendants du voisinage au droit à l'usage du nom de lieu initial. Dans ce processus d'identification des droits à l'usage d'un nom d'appellation, il n'est pas surprenant que certains des prétendants à l'usage d'un nom de lieu réputé disposent de terres ayant les mêmes caractéristiques ou produisant des effets comparables sur les productions.

Cependant, faute de savoir sur quels critères naturels refuser l'appartenance à tel ou tel terroir en ayant démontré les causes des effets spécifiques associés, ce sont les "preuves" historiques de la "constance" des pratiques de production dans une zone initiale de production qui les ont remplacées. Cette adaptation pragmatique à la méconnaissance du milieu a eu pour conséquence malencontreuse de faire croire qu'une pratique donnée engendre nécessairement le terroir correspondant sans se préoccuper des caractéristiques physiques de ce dernier. En changeant de méthode de production ou pire, en faisant preuve d'une soit disant pratique similaire dans leurs parcelles, certains opportunistes tentent d'obtenir le droit d'usage d'un nom de terroir réputé alors que leurs productions n'ont rien de commun avec celles du terroir dont ils revendiquent l'image.

La dépréciation d'un terroir péniblement révélé sans que les causes de ses effets soient connues apparaît quand les juristes consignent dans des lois ces divagations de raisonnement et ce ne sont pas les dégustations à l'aveugle menées de manière inconsidérées par des jurys peu ou pas compétents qui amoindriront la dépréciation du terroir.

Ce défaut d'appréciation a plongé le système des appellations d'origine dans une série d'incohérences et d'ambiguïtés que les experts du marketing et du négoce exploitent à leur profit en privant ceux qui bénéficient d'un véritable effet terroir, d'une valeur inestimable et justifiée.

En outre, les consommateurs peu entraînés à détecter les caractéristiques des produits justifiant des écarts de prix entre différents terroirs se tournent vers les productions les moins onéreuses et sanctionnent indifféremment ceux qui respectent l'effet terroir comme ceux qui en diluent l'effet.

Fort heureusement aujourd'hui, on peut remédier à ces dérives et ce, de plusieurs manières :

- soit par une recherche scientifique de plusieurs années qui démontre les effets des facteurs physiques d'un lieu donné sur les mécanismes physiologiques des producteurs végétaux et animaux conduisant à une production typée,
- soit par la recherche de groupements stables de valeurs particulières des facteurs physiques du milieu (relief, climat, sol et sous-sol) dans les parcelles où cette production est connue comme typée.

La première méthode demande la mise en œuvre de moyens de recherche sur plusieurs dizaines d'années en quelques lieux, la seconde sur quelques mois et sur l'ensemble d'un territoire limité par son bassin versant. Ces différences de durée et d'emprise en faveur de la seconde méthode, néanmoins complémentaire de la première, repose sur le postulat suivant : **dans un espace donné, la spécificité de production dépend de la conjonction particulière (corrélation), d'un certain nombre de facteurs physiques sans qu'il soit nécessaire de comprendre comment cette conjonction engendre les spécificités organoleptiques constatées par les consommateurs.**

Comme la seconde méthode n'interdit en rien la pratique de la première, elle abrège considérablement la recherche de zones possédant les caractéristiques déterminées comme typiques et aussi en abaisse le coût et les délais de manière significative. Les seuls facteurs contraignants pour cette méthode rapide de zonage, sont :

- la disponibilité sur l'emprise géographique explorée, des critères physiques élémentaires de manière continue et dense. Les critères élémentaires utilisés sont ceux qui permettent l'analyse du relief, du climat,
- l'accès aux caractéristiques des productions appréciées comme originales pour des producteurs localisés aussi précisément que possible. Cette identification des effets terroirs localisés est la condition sine qua none pour les deux méthodes.

Dans l'étude pratiquée en Corse sur les différentes zones de vignoble, ces deux conditions ont été réunies. Elles permettront en quelques années de disposer d'un référentiel accessible à chaque vigneron pour adapter au mieux ses pratiques (viticoles et vinicoles) au potentiel diversifié de ses parcelles. Le cas échéant, la validation de noms de lieu permettra de mieux communiquer avec les consommateurs peu férus d'agronomie mais capables d'apprécier les qualités de produits provenant de lieux différents.

1.2. APPLICATIONS A LA COTE ORIENTALE DE LA CORSE

La méthodologie développée dans différents vignobles français et adaptée en région de Balagne est basée sur la prise en compte de données quantitatives et numériques, descriptives du milieu naturel permettant l'identification rapide de sa variabilité spatiale et celle de ses zones homogènes (même variabilité) en fonction de ses critères élémentaires : relief, climat, sol et sous-sol. Pour l'AOC de la Côte Orientale, qui s'étend de Bastia jusqu'au sud de Ghisonaccia (partie orientale de la Corse) (Illustration 1), ce sont les étapes de cette dernière identification qui sont exposées dans le présent rapport. Engagée par les vignerons corses, cette démarche répond à leur souci d'adapter leurs pratiques viti-vinicoles à la structure naturelle des terres qu'ils occupent ou qu'ils pourraient occuper. En confrontant le comportement de la vigne et/ou les caractéristiques des productions à la structure du milieu naturel, ils espèrent en quelques années identifier et localiser les effets du "terroir". Cette gestion prévisionnelle du vignoble est engagée par le CIVAM Région Corse en partenariat avec l'ODARC et le Service Géologique Régional de Corse du BRGM.

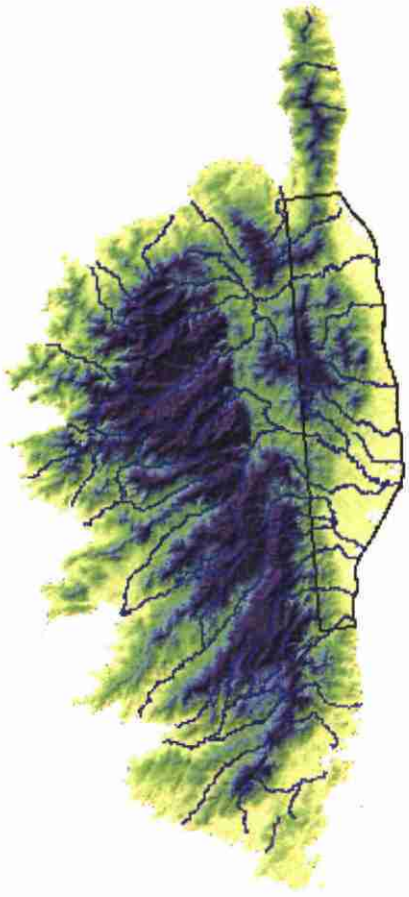


Illustration 1- Localisation de la zone d 'étude

Cette nouvelle appréhension cartographique du potentiel de production viticole doit donc intégrer tout le voisinage du vignoble actuel pour mieux en faire ressortir les différences ou les similitudes.

L'étude sur la Balagne a montré une bonne intégration de l'ensemble des données exception faite du Modèle Numérique de Terrain de l'IGN au pas de 50 m, dont la précision insuffisante ne permettait pas de générer des produits secondaires adéquats, en particulier la carte des pentes.

Aussi a-t-il été décidé sur la Côte Orientale de la Corse d'acheter auprès de Spot Image le Modèle Numérique d'Elévation réalisé à partir d'un couple d'images stéréoscopiques acquises par l'instrument HRS du satellite SPOT 5.

Tout comme en Balagne, la méthodologie suivie pour la réalisation du zonage du terroir viticole de la Côte Orientale est basée sur :

- la prise en compte dans une Analyse en Composantes Principales (ACP) des données quantitatives caractérisant le climat et la morphologie du terrain ;
- l'intégration aux résultats de l'ACP des données qualitatives caractérisant le sol (cartographie pédologique réalisée par l'ODARC).

Les outils nécessaires à l'étude ont été conçus au BRGM dès 1980 avec SynerGIS pour station VAX ou UNIX, puis ils ont été réimplantés et enrichis dans le logiciel GridRoom (© P. MAURIZOT 1998-99) pour Windows. Par leur capacité à exporter et importer les formats de données des autres Systèmes d'Information Géographique (SIG du type MapInfo et ArcView), ils sont aisément utilisables en partenariat avec le BRGM.

Géoréférencées dans la projection Lambert 4 Carto métrique, les données sont fournies aux formats raster et vecteur des logiciels ArcView et Mapinfo.

En raison de la commodité de leurs interfaces, certaines manipulations de données sont effectuées avec les logiciels SpatialAnalyst de Arcview ou VerticalMapper de MapInfo.

2. Les données

Pour que l'analyse statistique par ACP soit possible, chacun des critères doit être numérisé en mode « raster » ou image, c'est à dire décomposé en mailles élémentaires (pixels carrés), régulièrement réparties dans l'espace selon une même projection orthonormée (Lambert, Mercator, etc.). Plus la taille de la maille est réduite (haute résolution), plus l'identification et la localisation des zones homogènes seront précises. Aujourd'hui, la plupart des données sont disponibles à la résolution de 25 m. Cette résolution correspond à celle du MNE HRS (seconde d'arc, soit 30 mètres). Les limites des zones seront donc positionnées à plus ou moins 12.5 mètres près.

Dans toute étude du milieu naturel, deux catégories de critères sont disponibles :

- les données quantitatives presque exclusivement associées au relief et au climat, ainsi que la donnée pédologique caractérisant la réserve utile des sols ;
- les données qualitatives associées aux sols (nature pédologique).

Les premières sont utilisables par les outils d'analyse comme l'ACP. Les secondes sont associées aux résultats de l'ACP par intersection de polygones.

2.1. LES DONNEES QUANTITATIVES

Les données climatiques sont disponibles avec une résolution kilométrique et pour être analysées avec celles du relief ou du sol, elles doivent donc être redistribuées à la maille de 25 mètres. La précision actuelle des données météorologiques (pixel kilométrique) constitue une limite. Le reéchantillonnage réalisé vise donc seulement à superposer ces données aux autres paramètres.

Les critères quantitatifs de base disponibles sont :

- l'altitude ou modèle numérique d'élévation (SPOT 5 HRS produit par la société Spot Image) (Illustration 2). Ce MNE a une précision au sol équivalente à la seconde d'arc (environ 30 mètres), sa précision altimétrique absolue étant d'environ 5 mètres. Son acquisition vise à pallier les carences du MNT IGN au pas de 50 mètres, réalisé à partir de données photogrammétriques au 1/60.000, et dont la précision d'avère insuffisante en Corse. Comme précisé précédemment ce produit spatial est une modèle d'élévation, qui fournit l'altitude au niveau de la canopée. Ceci amène à réaliser certains lissages, afin d'atténuer par exemple l'effet de haies d'arbres ;

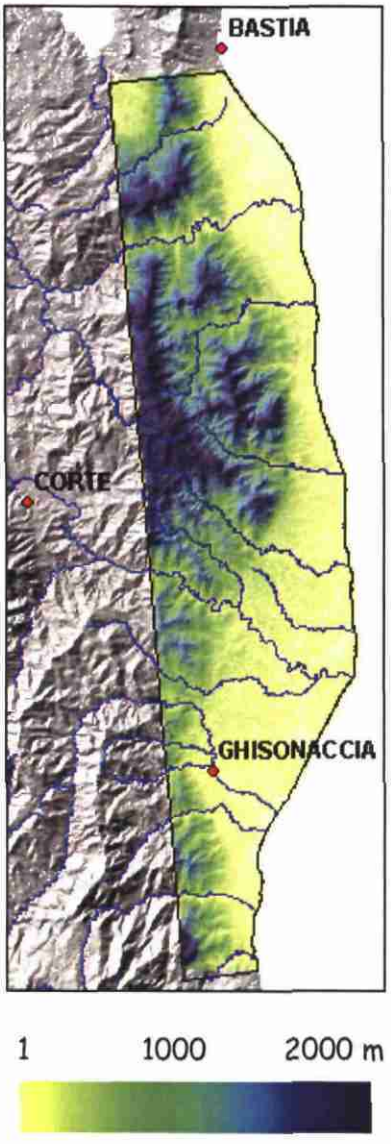


Illustration 2 - Altitude en mètres

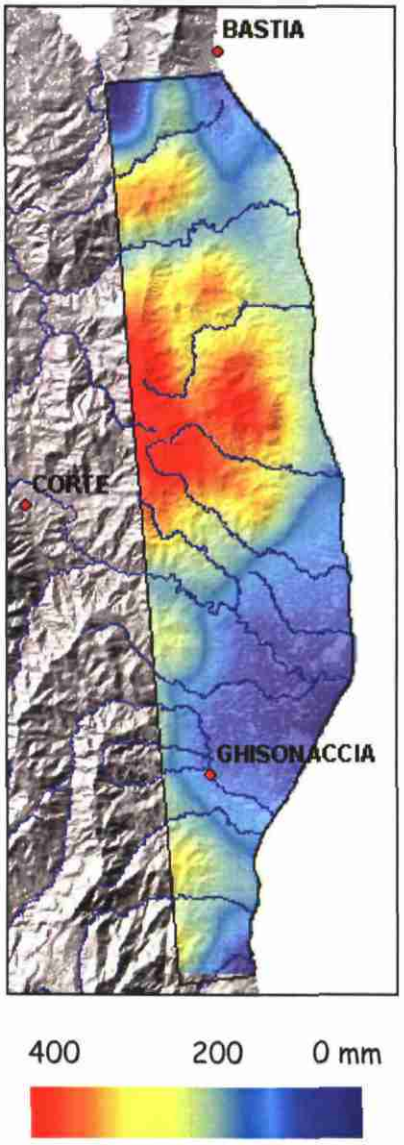


Illustration 3 - Pluie cumulée d'avril à septembre (mm)

- la pluie cumulée d'avril à septembre en mm (Modèle AURHELY ® Météo-France) (Illustration 3). La transposition de la maille kilométrique à la maille 25 mètres a été effectuée sous VerticalMapper ;
- le cumul des températures supérieures à 10°C entre avril et septembre (Illustration 4) a été réalisé par Météo-France (Modèle AURHELY ® Météo-France 2002) ; cette donnée a été transposée de la maille kilométrique à la maille 20 mètres. ;

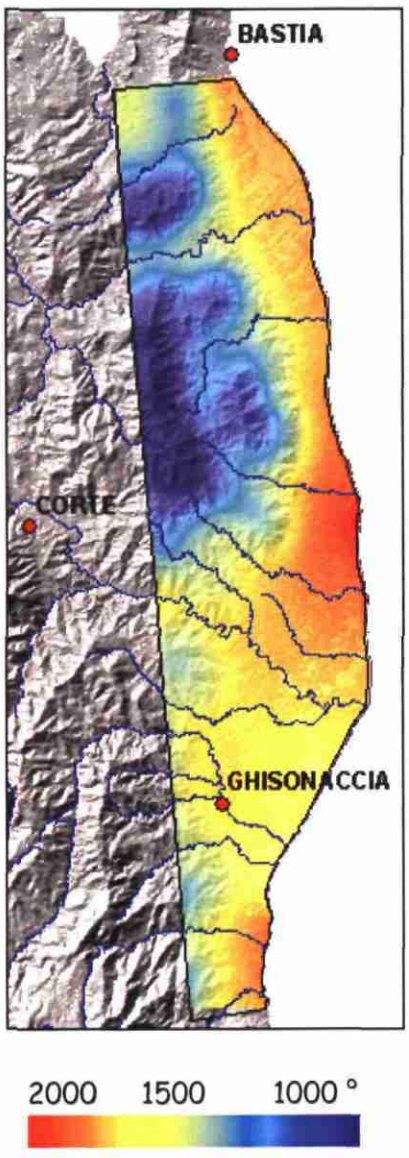


Illustration 4 - Cumul des températures supérieures à 10 °C d'avril à septembre

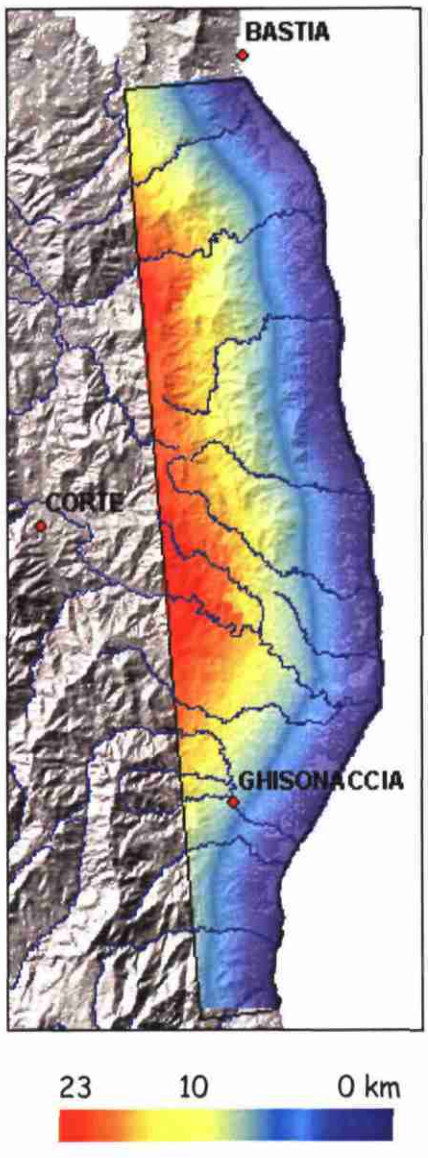


Illustration 5 - Distance au rivage (km)

- la distance au rivage en kilomètres (Illustration 5) calculée avec VerticalMapper d'après le rivage de la BD Carto (® IGN 1997).

A partir de l'altitude, différentes couches d'information supplémentaires ont été élaborées :

- l'intensité de la pente en % (Illustration 6), est calculée à partir de l'altitude, donc du MNE HRS. Comme précisé précédemment, le MNE indique l'altitude au niveau de la canopée. Aussi la calcul simple d'une carte des pentes (la valeur attribuée à un pixel donné résulte de la plus forte par rapport aux 8 pixels qui l'entourent) peut être générateur de problèmes, liés par exemple à la présence de haies, ou bien d'arbres isolés dans une vigne, ... Aussi a-t-il été décidé, après concertation avec le CIVAM, d'appliquer sur le MNE un filtre passe-bas de 150 mètres de coté, comme préalable au calcul des pentes. Le résultat apparaît plus conforme à la réalité du terrain. La carte des pentes issue du MNE SPOT apparaît plus fidèle que celle dérivée du MNT IGN, en particulier sur les zones faiblement contrastées d'un point de vue morphologique. En effet, on n'observe pas ici les marches d'escalier liées à l'interpolation des points situés sur des courbes de niveaux, forcement très espacées en plaine ;

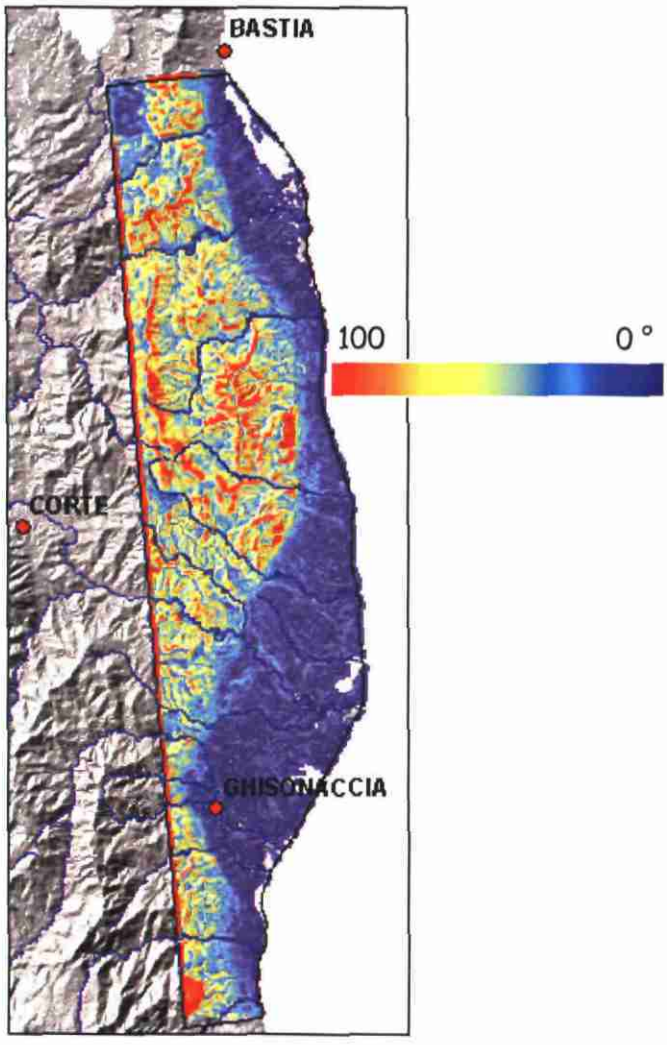


Illustration 6 - Carte des pentes en %

- les insolations théoriques (Watt/h/m²) du 21 mars (les plus basses pour la vigne) (Illustration 7) et du 21 juin (les plus hautes) (Illustration 8) ont été cumulées sur une journée. Elles sont produites par l'IGN (© BD Alti 2002) pour 7 positions journalières du soleil. Pour apprécier la fiabilité de cette donnée, il convient de rappeler que cette variable calculée est utilisée pour estimer la dérive des pyranomètres ;

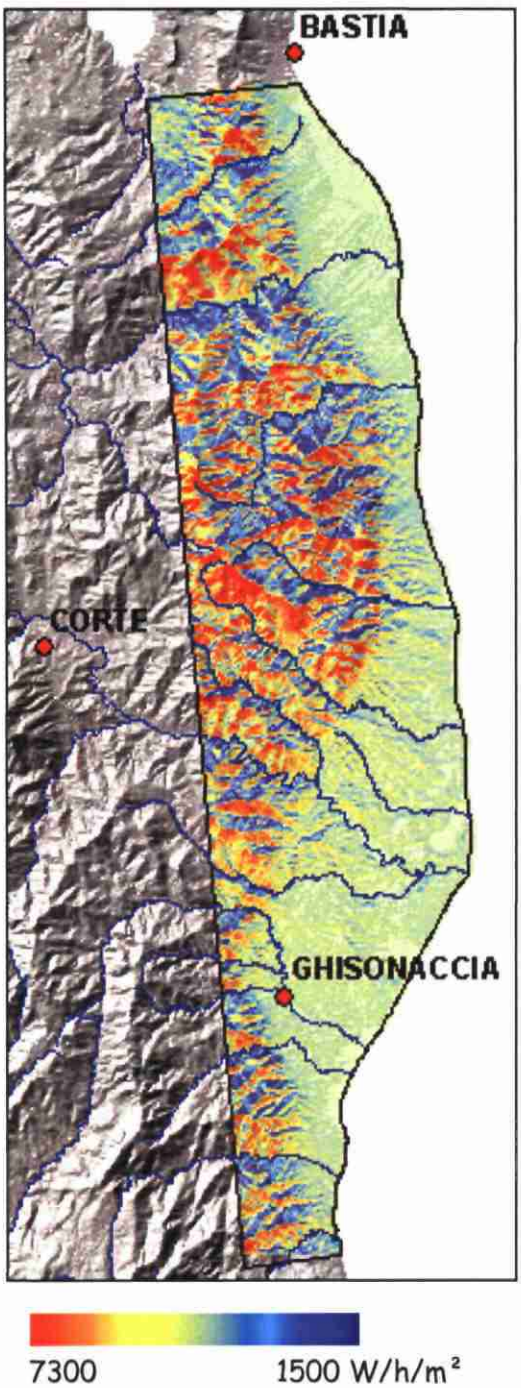


Illustration 7 - Insolation théorique cumulée du 21 mars Watt/heure/m²

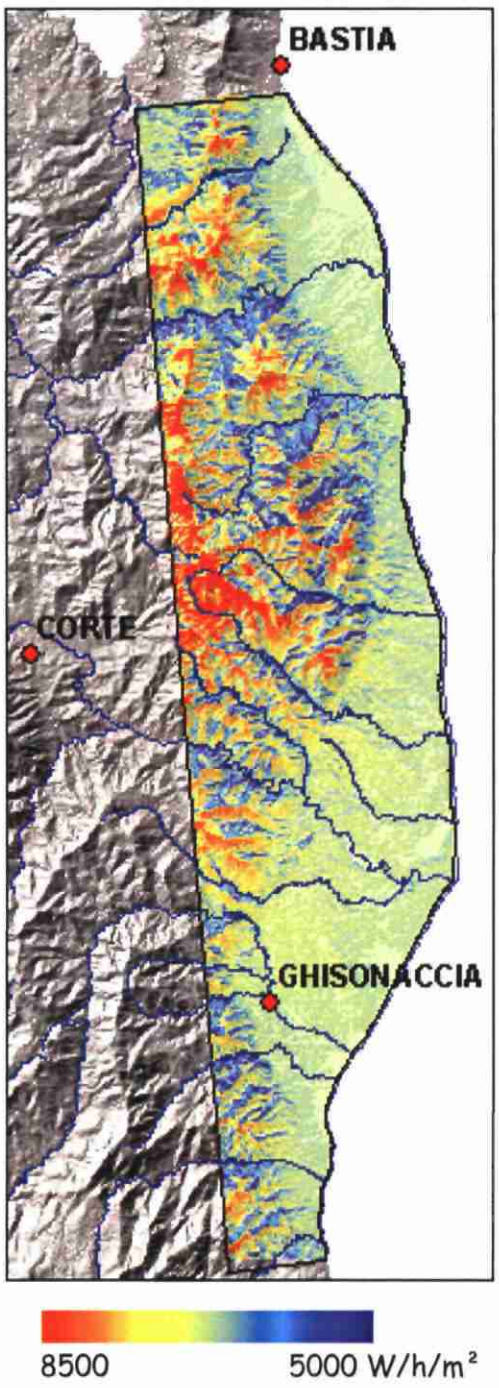


Illustration 8 - Insolation théorique cumulée du 21 juin Watt/heure/m²

- la composante méridionale (%Sud) (Illustration 9) et celle orientale (%Est) (Illustration 10) de l'orientation des versants. L'orientation par rapport au Nord (degrés), est prise en compte pour compléter l'information de chaque maille. En effet, compte tenu de la progression cyclique de ses valeurs (0° = 360°), il est impossible de l'utiliser dans l'ACP et de produire des critères statistiques cohérents. L'utilisation des composantes méridionales et orientales de l'exposition est due à cette progression particulière de la valeur de ce critère pourtant élémentaire. La création de ces données est effectuée avec GridRoom. Lorsque les pentes sont inférieures à 5%, l'exposition des terrain est considérée comme nulle (après discussions avec le CIVAM).

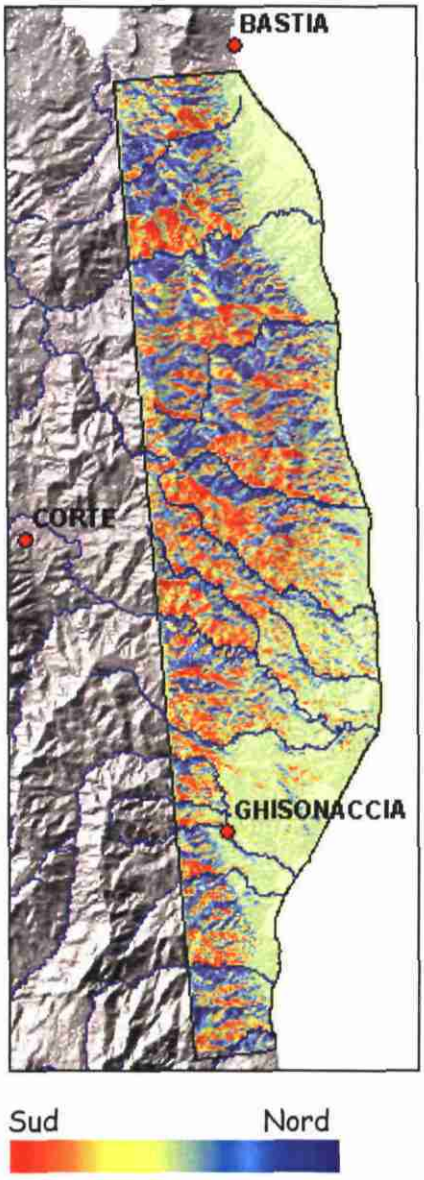


Illustration 9 - Composante méridionale de l'orientation des versants

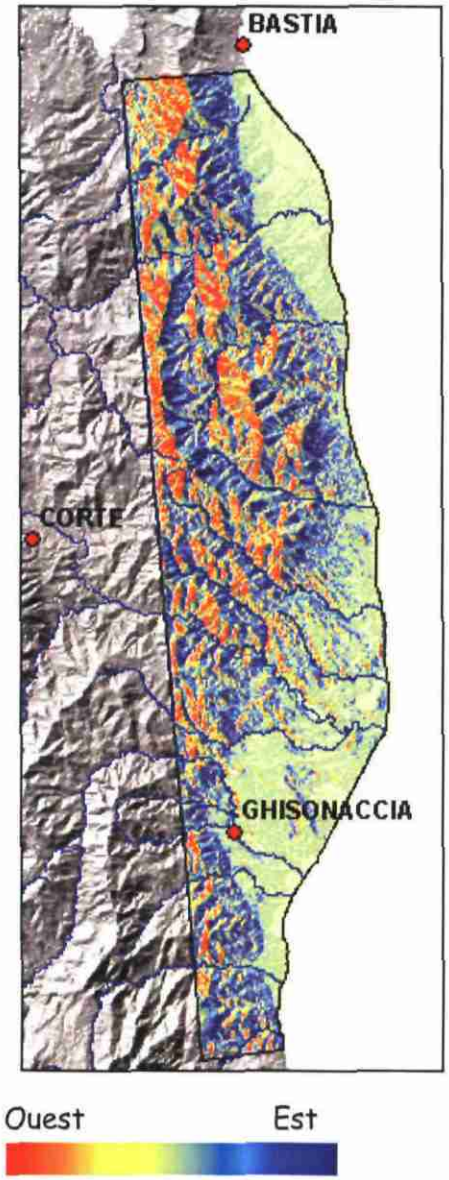


Illustration 10 - Composante orientale de l'orientation des versants

Le seul critère pédologique pouvant être intégré dans l'ACP est la réserve utile des sols, du fait de son aspect quantitatif. Ce critère est présenté dans le paragraphe 3.2.1. (Données pédologiques)

2.2. LES DONNEES QUALITATIVES

La cartographie pédologique réalisée par l'ODARC permet de caractériser les formations superficielles. Ces zones cartographiées prennent en compte la totalité des surfaces cultivées de la Côte Orientale, et par conséquent, le vignoble. Aussi la zone couverte se retrouve proche du littoral, sur la partie Est de la carte. (Illustration 11)

Les informations fournies pour chaque entité de sol sont relatives à :

- La réserve utile théorique
- Le type de sol

63 formations différentes ont été cartographiées par les pédologues de l'ODARC sur la Côte Orientale. Pour chaque formation, une réserve utile est proposée ; elle tient compte d'observations et de prélèvement in situ, ainsi que de différents paramètres dont la granulométrie.

Les polygones non renseignés (code pédologique égal à 0, 78 et 79) sont exclus de l'analyse, tout comme la classe des ruptures de pentes (47), et la classe des tourbes (16) pour laquelle il n'y a pas d'attribution d'une réserve utile.

Par exemple, la formation pédologique (Luvisol, code 56), lorsqu'elle présente une surcharge en cailloux nulle (Surcharge Cx 0) et un code lithologique 8, se voit attribuer une réserve utile de 171 mm.

Les 63 formations pédologiques ont fait l'objet d'un regroupement :

- classe 1 : alluvions anciennes D : sols rouges argileux à très argileux structurés, lessivés à très lessivés (classes ODARC 17, 18, 24, 25, 31, 32) ;
- Classe 2 : alluvions anciennes C : sols bruns, ocres, argileux à très argileux, moyennement structurés, lessivés à très lessivés (classes ODARC 19, 20, 26, 27, 33, 34) ;
- classe 3 : alluvions anciennes C : sols rouges, ocres, bruns, peu à moyennement argileux, moyennement lessivés (classes ODARC 21, 22, 28, 29, 35, 36) ;
- classe 4 : alluvions anciennes A et colluvions proches : sols bruns, peu argileux, peu ou pas lessivés (classes ODARC 23, 30, 37, 38, 39 / 40, 41, 42, 43, 78, 79) ;
- classe 5 : miocène plus ou moins calcaire (classes ODARC 61,62, 63) ;
- classe 6 : miocène argileux acide (classes ODARC 53, 54, 55,56) ;
- classe 7 : miocène peu argileux (classes ODARC 57, 58, 59,60) ;
- classe 8 : schistes (classes ODARC : 65, 66, 67, 68, 69) ,
- classe 9 : alluvions récentes (classes ODARC 6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16) ;

On trouve ensuite :

- classe 10 : non agricole (classes ODARC : 1, 2, 3, 4, 5, 49) ;
- classe 12 : ruptures de pentes (classe ODARC 47) ;
- classe 13 : pas de données.

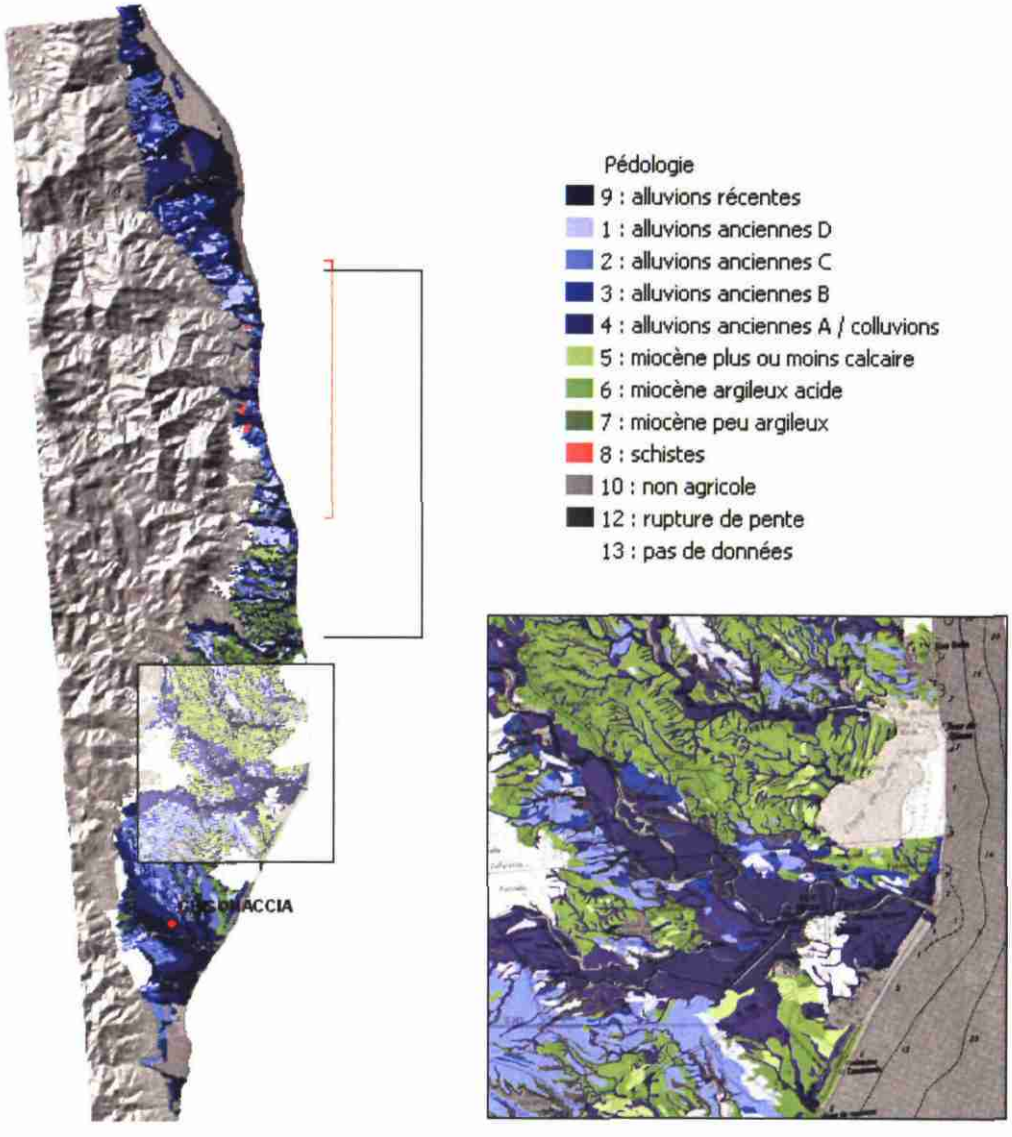


Illustration 11- Cartographie pédologique (ODARC)

Après étude des cartes de la réserve utile, le CIVAM a décidé de ne pas les prendre en compte dans l'ACP. En effet elles ont été calculées pour des profondeurs de sol théoriques de 1 cm, ce qui provoque des erreurs importantes lorsqu'on les compare aux observations de terrain.

3. Délimitation des entités morphoclimatiques par analyse en composantes principales

Couplée à des logiciels de traitement d'images, l'organisation maillée de la donnée numérique, permet l'identification de zones caractérisées par une série de critères élémentaires quantitatifs, qui varient peu ou beaucoup relativement les uns aux autres. C'est la fonction ACP de ces logiciels qui permet non seulement de délimiter des zones homogènes en fonction du taux de ces variations mais dans chacune de ces zones, de dénombrer les critères qui varient peu, de peser leur influence dans cette stabilité et d'apprécier s'ils interviennent avec leur forte ou faible valeur.

Conformément aux précisions méthodologiques apportées par l'étude sur la Balagne, l'ACP est réalisée à partir des critères suivants :

1. la distance au rivage,
2. le cumul des températures supérieures à 10 °C d'avril à septembre,
3. la pluviométrie,
4. l'altitude,
5. la composante méridionale de l'exposition,
6. la composante orientale de l'exposition,
7. les pentes.

Les critères « Insolation du 21 mars » et « Insolation du 21 juin », pris en compte dans une première ACP ont finalement été éliminés par le CIVAM, après analyse des différentes classes obtenues. En effet, l'ACP donnait une importance forte à ces deux critères, avec un poids par axe supérieur aux autres critères, ce qui avait pour conséquence la création d'unités morphoclimatiques essentiellement basées sur ces deux facteurs. Or, ce sont des critères secondaires pour le fonctionnement de la vigne (*communication CIVAM Région Corse*). C'est donc sur les 7 critères listés plus haut que l'ACP est calculée (annexes 1 et 2).

Après chargement sous GridRoom des 7 grilles correspondant aux 7 critères, la fonction ACP permet de générer les statistiques suivantes (Illustration 12) qui permettront de discuter les différentes informations issues de l'analyse :

- une matrice de corrélation des variables,
- un polynôme (vecteurs de Eigen) de la contribution des 9 axes de corrélation à la variance totale de la zone exprimée,
- un tableau récapitulatif des axes et exprimant leurs polynômes individuels où figure le coefficient de contribution de chacun des critères et son mode d'intervention (positif → Valeur forte; négatif → Valeur faible),
- une série de grilles cartographiant la force d'attraction de chaque maille pour chaque axe de corrélation.

Grâce à GridRoom, à chaque axe expliquant une corrélation entre certains des 7 critères morphoclimatiques, correspond une carte exprimant la force et le sens de cette corrélation dans chacune de ses mailles. C'est en délimitant dans cette carte les deux groupes de mailles aux valeurs absolues les plus élevées, donc les mieux corrélées entre elles, que l'on met en évidence les deux zones les plus homogènes. Pour respecter la hiérarchie des axes, cette sélection est effectuée sur la fréquence des valeurs absolues les plus élevées d'un axe en fonction de la moitié du pourcentage de variance portée par cet axe.

Cette délimitation en fonction de la distribution de la corrélation des critères est commentée ci-dessous pour chaque groupe de bassins et axe par axe.

3.1. MATRICE DE CORRELATIONS

3.1.1. Comparaison des axes

	Valeurs propres (valeurs de Eigen)	Pourcentage de variance totale expliquée	Pourcentage de variance cumulée
Axe 1	2,159	30,85%	30,85%
Axe 2	1,575	22,50%	53,35%
Axe 3	1,118	15,97%	69,32%
Axe 4	0,769	10,99%	80,31%
Axe 5	0,683	9,76%	90,07%
Axe 6	0,499	7,13%	97,20%
Axe 7	0,196	2,80%	100,00%
TOTAL	7	100,00%	

Illustration 12- Importance des axes

Les quatre premiers axes représentent à eux seuls 80.31 % de la variance totale exprimée par l'ACP. Ils sont donc pris en compte individuellement tandis que la variance des autres axes est prise en compte globalement et correspond à une zone unique où tous les critères varient sans corrélation avec les autres.

3.1.2. Analyse des axes

Axe 1

L'axe 1 est porteur de 30.85% de l'information issue de l'ACP (illustration 12 et annexe 2a). Il permet de délimiter deux zones significatives par leur homogénéité :

- directement, les secteurs assez secs, non élevés, plats, prés de la côte (3000) (rouge sur l'Illustration 13),
- inversement, les secteurs secs, peu élevés, plats à légèrement pentus, loin de la côte (1000) (bleu sur l'Illustration 13).

Axe 2

L'axe 2 est porteur de 22.50% de l'information issue de l'ACP (illustration 12 et annexe 2b). Il permet de délimiter deux zones significatives par leur homogénéité :

- directement, les secteurs assez chauds, secs, plats à légèrement pentus (300) (rouge sur l'Illustration 14),
- inversement, les secteurs chauds, assez secs, légèrement pentus à pentus, exposés Est/Nord-est (100) (bleu sur l'Illustration 14).

Illustration 13 - Image de l'axe 1 de l'ACP

Illustration 14 - Image de l'axe 2 de l'ACP

Axe 3

L'axe 3 est porteur de 15.97 % de l'information issue de l'ACP (illustration 12 et annexe 2c). Il permet de délimiter deux zones significatives par leur homogénéité :

- directement, les secteurs assez chauds, secs, exposés Nord/Nord-est (rouge sur l'Illustration 15),
- inversement, les secteurs chauds, assez secs, exposés Sud/Sud-ouest (bleu sur l'Illustration 15).

Axe 4

L'axe 4 est porteur de 10.99 % de l'information issue de l'ACP (illustration 12 et annexe 2d). Il permet de délimiter deux zones significatives par leur homogénéité :

- directement, les secteurs secs, non élevés, pentus, exposés Sud/Sud-est, près de la côte (rouge sur l'Illustration 16),
- inversement, les secteurs assez secs, très peu élevés, plats, moyennement loin de la côte (bleu sur l'Illustration 16).

Illustration 15- Image de l'axe 3 de l'ACP	*Illustration 16- Image de l'axe 4 de l'ACP*

3.2. ZONAGE SUR LA ZONE VITICOLE A PARTIR DES PARAMETRES MORPHOCLIMATIQUES

Les quatre couples de zones homogènes identifiés sur les axes 1 à 4 sont alors combinés. Le résultat constitue la dernière étape du zonage morphoclimatique de la Côte Orientale.

Une analyse des ces différentes possibilités statistiques montre que 7 unités homogènes sont identifiées sur la zone. Les regroupements ont été opérés par le CIVAM en se basant sur leur connaissance pratique de la viticulture sur la Côte Orientale.

Ces regroupements ont été effectués par rapport à la réalité du terrain, la représentativité de la zone et son importance aboutissant à l'obtention de 7 zones morpho-climatiques, (Illustration 18) :

- classe 1 : assez chaud, sec, essentiellement plat,
- classe 2 : plutôt assez chaud et sec, légèrement pentu à pentu, orientation : Sud / Sud-Ouest ; Sud ; Sud-Ouest ; Sud-Est,
- classe 3 : assez chaud à chaud, assez sec à sec, légèrement pentu à pentu et orienté: Nord ; Nord-Ouest ; Nord-Est ; Nord / Nord-Ouest ; Nord / Nord-Est ; Ouest ; Est,
- classe 4 : assez chaud à chaud, assez sec à sec, légèrement pentu à pentu et orienté: Sud ; Sud-Ouest ; Sud-Est ; Sud/Sud-Ouest ; Sud / Sud-Est,
- classe 5 : chaud, assez sec, plat,
- classe 6 : chaud, sec, plat,
- classe 7 : assez chaud, assez sec, plat.

L'Illustration 17 montre pour chaque type de zone homogène, la pertinence des différents critères. Pour une classe donnée, un critère est pertinent lorsque les moyennes sont suffisamment distinctes des écarts types. Si la valeur de l'écart type excède celle de la moyenne et que dans les axes ce critère est jugé explicatif, la délimitation de la zone est imparfaite.

Les pentes et les températures apparaissent comme les critères les plus distinctifs. La pluviométrie semble très homogène entre les différentes classes

CLASSES		1	2	3	4	5	6	7
Altitude	moyenne	39,3	51,9	51,6	63,2	18,4	30,6	16,2
	écart-type	31,1	31,3	31,7	37,8	19,4	22,3	17,2
Pente	moyenne	1,12	3,82	3,77	3,94	1,01	1,25	0,79
	écart-type	0,86	1,85	1,47	1,90	0,63	0,67	0,56
Distance	moyenne	5793	7104	5110	4922	2694	4583	2970
	écart-type	3143	2794	3044	2955	1828	2324	2076
Orientation Est	moyenne	0,47	-0,16	0,65	0,06	0,70	0,40	0,76
	écart-type	0,65	0,70	0,38	0,53	0,45	0,63	0,41
Orientation Sud	moyenne	0,14	0,63	-0,54	0,81	-0,09	0,23	-0,03
	écart-type	0,58	0,29	0,38	0,24	0,54	0,62	0,50
Températures	moyenne	1709	1740	1780	1820	1807	1778	1677
	écart-type	29,6	36,7	68,8	60,5	66,0	26,0	13,4
Pluvio	moyenne	204	208	221	222	233	205	222
	écart-type	6,6	8,9	16,9	14,1	14,0	5,1	6,6

Illustration 17- Analyse statistique

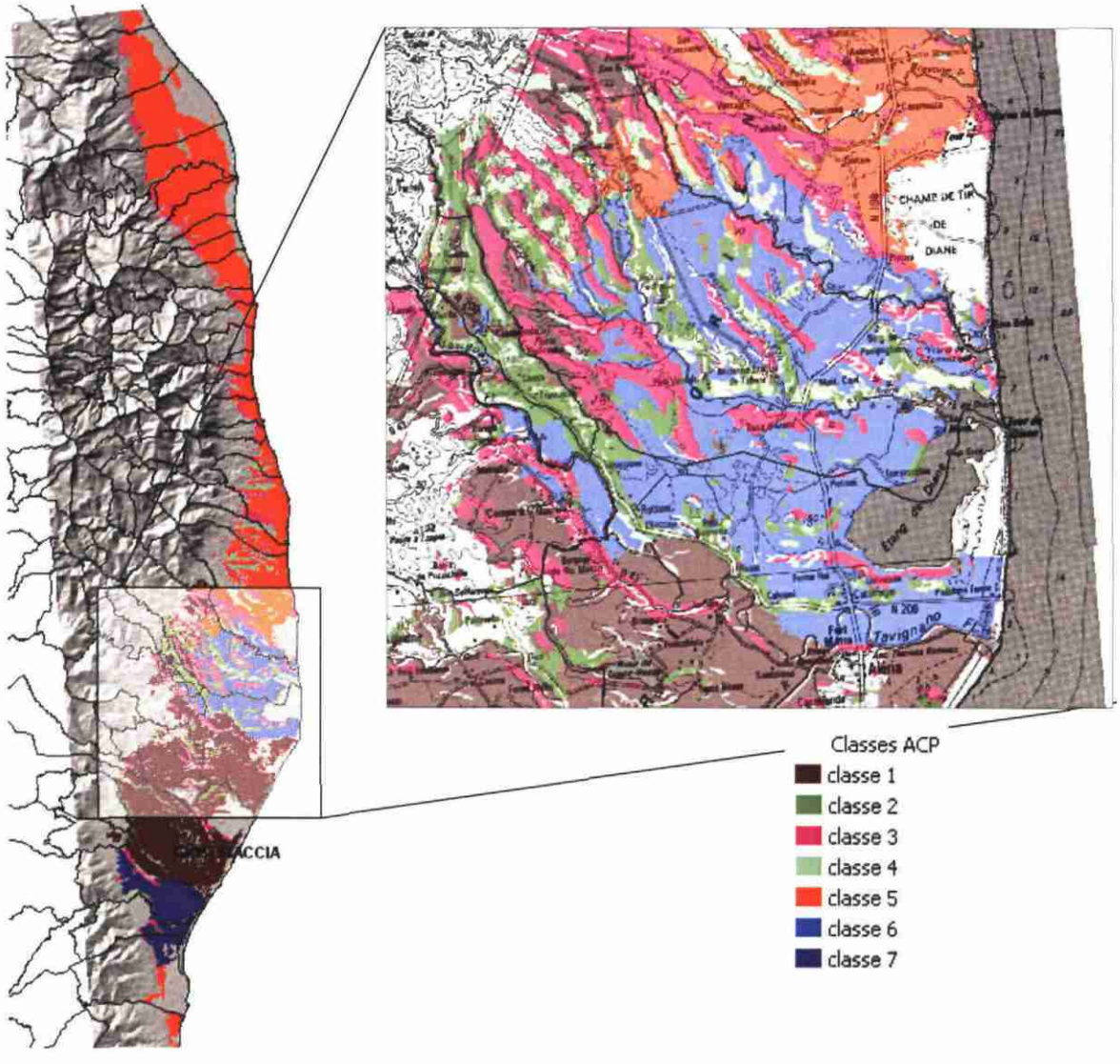


Illustration 18 - Zonage morpho-climatique : regroupement en 7 classes homogènes

4. Zonage final par intégration des paramètres quantitatifs et qualitatifs

La cartographie finale est basée sur un simple croisement (illustration 19??) entre :

- les 7 classes issues du zonage morphoclimatique,
- les 8 classes issues de la carte pédologique, (alluvions anciennes A, B, C et D, miocène plus ou moins calcaire, miocène argileux acide, miocène peu argileux, schistes). Les alluvions récentes font l'objet d'un regroupement avec les zones pédologiquement non étudiées. Ces formations n'étant pas concernées par la viticulture.

		ACP						
	Pédologie Odarc (regroupement CIVAM)	**classe 1**	**classe 2**	**classe 3**	**classe 4**	**classe 5**	**classe 6**	**classe 7**
1	Alluvions anciennes D : sols rouges argileux à très argileux structurés, lessivés à très lessivés	11	12	13	14	15	16	17
2	argileux, moyennement structurés, lessivés à très lessivés	21	22	23	24	25	26	27
3	Alluvions anciennes C : sols rouges, ocres, bruns, peu à moyennement argileux, moyennement lessivés	31	32	33	34	35	36	37
4	Alluvions anciennes A, colluvions proches : sols bruns, peu argileux, peu ou pas lessivés	41	42	43	44	45	46	47
5	Miocène plus ou moins calcaire	51	52	53	54	55	56	57
6	Miocène argileux acide	61	62	63	64	65	66	67
7	Miocène peu argileux	71	72	73	74	75	76	77
8	Schistes	81	82	83	84	85	86	87
9	Alluvions récentes	9	9	9	9	9	9	9
10	non agricole	10	10	10	10	10	10	10
12	Ruptures de pentes	99	99	99	99	99	99	99
13	Pas de données	98	98	98	98	98	98	98

Illustration 19- Croisement ACP et pédologie (les valeurs sont des codes de classes)

En fait sur les 56 possibilités, seulement 48 sont réellement présentes (Illustration 20).

Le fichier final a été soumis au CIVAM. Aucun regroupement de classe n'est réalisé sur ces 48 classes, un certain nombre ne va pas présenter d'intérêt réel pour la viticulture. Mais un regroupement ayant été préalablement opéré au niveau des classes de sols, il n'apparaissait pas opportun de recommencer à ce niveau, et ainsi prendre le risque d'assembler des classes présentant des différences morpho-pédo-climatiques potentiellement intéressantes.

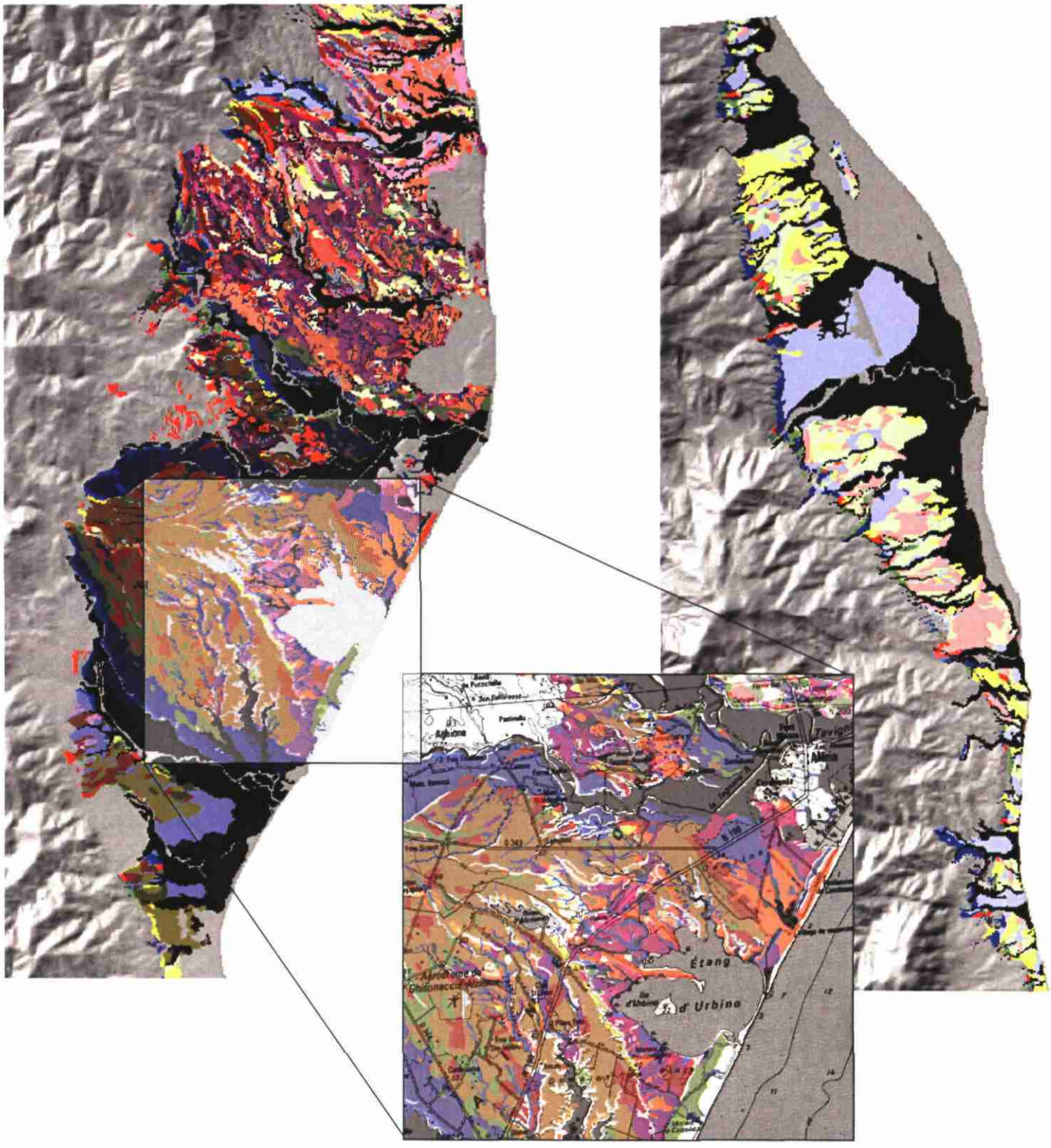

Étang
d'Urbino

Illustration 20- Zonage final des bassins versants viticoles de la Côte Orientale

Les alluvions récentes qui ne présentent pas d'intérêt par la viticulture sont regroupées dans la classe 9.

Les « ruptures de pentes » de la carte pédologique ont été regroupées dans la classe 99, alors que les polygones « pas de données » sont regroupés dans la classe 98. Ces deux classes ne sont pas représentées dans l'Illustration 20.

5. Conclusion

La classification des zones viticoles de la Côte Orientale en unités homogènes résulte de la prise en compte de différents facteurs caractérisant un terroir.

Les facteurs climatiques et morphologiques ont fait l'objet d'une analyse en composantes principales (ACP) permettant d'isoler différentes classes majeures morphoclimatiques au sein de la zone viticole de la Côte Orientale.

Combinées à la classification des sols réalisée par l'ODARC, elles ont permis d'individualiser des classes de terroir.

Cette approche permettra au CIVAM Région Corse de situer ses différentes parcelles de référence dans leur contexte agroclimatique, géologique et paysager. Par ailleurs, elle constitue un outil de décision et de sélection permettant d'identifier sur l'ensemble de la Côte Orientale des zones non plantées en vigne, mais présentant des caractéristiques pédologiques, morphologiques et climatiques similaires à celles des vignobles, et pouvant par conséquent, générer des produits potentiellement comparables dès lors que les conditions d'encépagement, les techniques culturales, puis de vinification seront similaires.

La plupart des éléments de la base de données étant compris entre des échelles allant du 1/25.000 au 1/50.000, il convient de ne pas comparer les limites de ces unités de terroir définies dans le cadre de ce travail, à celles des parcelles de vignes délimitées à l'aide d'un GPS haute précision. La sélection de parcelles bien intégrées dans une unité de terroir donnée sera ainsi préférable.

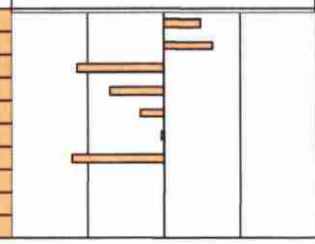
annexe 1

Matrice des corrélations

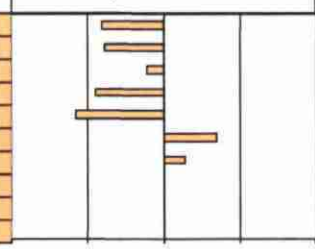
Cumul des températures	1,00						
Pluie cumulée Avril-Septembre	0,31	1,00					
Altitude	-0,05	-0,15	1,00				
Pente	0,09	-0,02	0,39	1,00			
Exposition Est	0,05	0,09	0,14	0,37	1,00		
Exposition Sud	-0,01	-0,06	0,04	-0,01	-0,29	1,00	
Distance au rivage	-0,32	-0,36	0,74	0,24	0,02	0,05	1,00
	Cumul des températures	**Pluie cumulée Avril-Septembre**	**Altitude**	**Pente**	**Exposition Est**	**Exposition Sud**	**Distance au rivage**

annexe 2

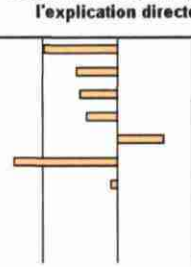
Descriptions des axes 1 à 4

Axe de l'ACP (Poids)	Critères	Poids par axe Valeur de Eigen	Répartition des poids pour l'explication directe	Explications significatives tirées des valeurs de Eigen observées (codification)
Axe 1 (30,85 %)	Cumul des températures	0,24		***Directe*** : Secteurs assez sec, non élevés, plats, prés de la côte (3000) ***Indirecte*** : Secteurs secs, peu élevés, plats à légèrement pentus, loin de la côte (1000)
	Pluie cumulée Avril-Septembre	**0,32**		
	Altitude	**-0,57**		
	Pente	**-0,35**		
	Exposition Est	-0,15		
	Exposition Sud	-0,02		
	Distance à la côte	**-0,61**		

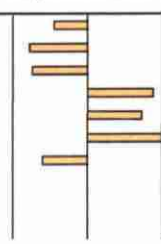
Ann. 2a - Description de l'axe 1

Axe de l'ACP (Poids)	Critères	Poids par axe Valeur de Eigen	Répartition des poids pour l'explication directe	Explications significatives tirées des valeurs de Eigen observées (codification)
Axe 2 (22,5 %)	Cumul des températures	**-0,40**		***Directe*** : Secteurs assez chauds, secs, plats à légèrement pentus (300) ***Indirecte*** : Secteurs chauds, assez secs, légèrement pentus à pentus, exposés Est/Nord-Est (100)
	Pluie cumulée Avril-Septembre	**-0,38**		
	Altitude	-0,11		
	Pente	**-0,45**		
	Exposition Est	**-0,58**		
	Exposition Sud	**0,34**		
	Distance à la côte	0,14		

Ann. 2b - Description de l'axe 2

Axe de l'ACP (Poids)	Critères	Poids par axe Valeur de Eigen	Répartition des poids pour l'explication directe	Explications significatives tirées des valeurs de Eigen observées (codification)
Axe 3 (15,97 %)	Cumul des températures	**-0,49**		***Directe*** : Secteurs assez chauds, secs, exposés Nord/Nord-Est (30) ***Indirecte*** : Secteurs chauds, assez secs, exsposés Sud/Sud-Ouest (10)
	Pluie cumulée Avril-Septembre	**-0,27**		
	Altitude	-0,25		
	Pente	-0,21		
	Exposition Est	**0,31**		
	Exposition Sud	**-0,69**		
	Distance à la côte	-0,04		

Ann. 2c - Description de l'axe 3

Axe de l'ACP (Poids)	Critères	Poids par axe Valeur de Eigen	Répartition des poids pour l'explication directe	Explications significatives tirées des valeurs de Eigen observées (codification)
Axe 4 (10,99%)	Cumul des températures	-0,22		***Directe*** : Secteurs secs, non élevés, pentus, exposés Sud/Sud-Est, près de la côte (3) ***Indirecte*** : Secteurs assez secs, trés peu élevés, plats, moyennement loin de la côte (1)
	Pluie cumulée Avril-Septembre	**-0,39**		
	Altitude	**-0,37**		
	Pente	**0,44**		
	Exposition Est	**0,36**		
	Exposition Sud	**0,50**		
	Distance à la côte	**-0,30**		

Ann. 2d - Description de l'axe 4

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude Guillemin
BP 6009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France
Tél. 02 38 64 34 34 – Fax 02 38 64 35 18

Service géologique régional Corse
Immeuble Agostini, ZI de Furiani
20600 Bastia - France
Tél. 04 95 58 04 33 – Fax 04 95 30 62 10