

**Nicolas ANTUNES (2015)** – *Application d’algorithmes prédictifs à l’identification de niches écologiques des populations du passé : approche ethnoarchéologique*. Thèse de doctorat soutenue le 6 novembre 2015 à l’université de Bordeaux devant le jury composé de Jacques Jaubert (président du jury), Francesco D’Errico (directeur de thèse), William E. Banks (codirecteur de thèse), Michel Crucifix (rapporteur), Andrew Townsend Peterson (rapporteur), Christophe Coupé (examinateur), Pierrick Legrand (examinateur), Wulf Schiefenhövel (examinateur).

Les algorithmes prédictifs de niche écologique sont utilisés depuis une dizaine d’années afin de reconstruire les niches écologiques (ECN) de populations du passé. Ils permettent de comprendre les possibles influences de facteurs environnementaux sur les cultures humaines du présent et du passé. L’objectif de cette thèse était d’améliorer l’utilisation de ces algorithmes afin de rendre leurs prédictions plus robustes et de les appliquer à trois cas d’études.

### Modélisation de niche écoculturelle

Nous passons en revue différents concepts permettant de décrire l’espace écologique occupé par une espèce (ou une population déterminée par un trait spécifique). Cet examen révèle que le concept de niche est idéal pour mesurer les facteurs environnementaux qui peuvent influencer l’établissement d’une culture en un lieu et à une période donnés. Partant de ce constat, nous proposons d’utiliser la modélisation de niches écologiques (ECNM) afin d’identifier si les répartitions géographiques de cultures du présent et du passé sont ou ont été influencées par des contraintes environnementales et, si tel est le cas, de déterminer quels sont les facteurs les plus influents.

Les algorithmes prédictifs élaborent et testent des règles qui consistent à établir des relations entre les occurrences d’une population donnée en combinant des paramètres environnementaux issus de données topographiques et de simulations climatiques. Les relations établies permettent alors aux algorithmes d’estimer la niche écologique de cette population ainsi que son étendue géographique potentielle. Or, ces architectures prédictives possèdent chacune un fonctionnement spécifique (méthodes variées d’apprentissage, d’intelligence artificielle, d’analyse multifactorielle, de régression statistique, de classification hiérarchique, etc.) conférant une variabilité des prédictions. Afin de surmonter cet obstacle, nous proposons de créer des prédictions consensuelles basées sur des statistiques permettant d’estimer la pertinence des prédictions issues de plusieurs algorithmes. Les prédictions obtenues sont plus robustes et l’interprétation des résultats est plus aisée.

Nous intégrons à l’ECNM une méthode de *down-scaling* (ou « descente d’échelle » : technique permettant d’augmenter la résolution spatiale d’une simulation climatique) dont l’application à des simulations climatiques transitoires globales nous fournit des données environnementales régionales d’une grande précision spatiale et temporelle. De telles données rendent possible l’analyse de plusieurs niches contemporaines, ou se succédant dans

plusieurs phases climatiques. Des analyses statistiques de ces niches nous permettent ensuite de caractériser chacune d’elles et de les comparer, afin de discuter de leurs relations écologiques et géographiques ainsi que d’analyser leurs évolutions selon des changements environnementaux (contraction, expansion, maintien ou décalage de niche).

Afin de valider la méthode proposée et d’explorer le potentiel de cette dernière, nous l’avons d’abord appliquée à des populations actuelles et historiques pour lesquelles nous possédons des données robustes (1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cas d’étude), pour ensuite l’appliquer à des périodes plus anciennes (3<sup>e</sup> cas d’étude).

### 1<sup>er</sup> cas d’étude : influence de l’environnement sur la diversité linguistique de Nouvelle-Guinée

Basée sur la reconstitution de trente-cinq niches écolinguistiques (ELN), cette étude confirme l’hypothèse proposée par Nettle (1998), à savoir que la diversité linguistique augmenterait lorsque les conditions environnementales sont peu rigoureuses et qu’elle diminuerait lorsque le risque écologique augmente. La modélisation de niches permet alors d’identifier les régions où le risque écologique a un impact sur la diversité linguistique et dans ces cas permet de déterminer quels sont les facteurs environnementaux qui influent le plus sur la distribution géographique de ces groupes humains. Nos résultats ont permis d’observer que les groupes de langues appartenant aux familles papoue et austronésienne sont répartis dans des lieux aux conditions environnementales particulières. Les ELN des groupes de langues appartenant à la famille austronésienne présentent une homogénéité plus importante que celles de la famille papoue. Les groupes austronésiens sont caractérisés par des températures moyennes et extrêmes de même amplitude, des altitudes basses et un relief faible. L’hétérogénéité observée au sein des ELN de la famille papoue reflète un potentiel à exploiter un plus grand nombre de milieux. Cette différence peut être expliquée par l’acquisition par les Papous de systèmes adaptatifs spécifiques à certains milieux, qui auraient pu se développer avec l’accès et la prise de possession de ces terres antérieurement à l’arrivée des Austronésiens. La confrontation des étendues géographiques des ELN de chaque famille avec la répartition des groupes linguistiques permet ainsi de discuter du peuplement de la région et notamment d’émettre l’hypothèse d’un peuplement des Austronésiens par opportunisme ; ces derniers se seraient installés de préférence dans les terres les moins convoitées par les Papous.

## 2<sup>e</sup> cas d'étude : disparition des colonies vikings du Groenland

Dès la fin du x<sup>e</sup> siècle, les Vikings ont fondé différentes colonies au Groenland (colonie de l'Est et colonie de l'Ouest). Malgré la contemporanéité observée entre la disparition des Vikings de ces régions et le début du Petit Âge Glaciaire (PAG), l'impact de ce changement climatique sur l'effondrement de ces sociétés n'avait pas pu être testé jusqu'à présent. Des faits historiques attestent d'une disparition progressive de ces colonies et d'un effondrement de la colonie de l'Ouest antérieur à celui de la colonie de l'Est.

À l'aide des algorithmes prédictifs, nous avons reconstitué les ECN successives des populations groenlandaises pour deux périodes, la fin de l'Optimum Médiéval Climatique et le début du PAG. Les étendues géographiques des ECN reconstituées correspondent à la répartition géographique connue de ces Vikings : les prédictions de niche pour la première période incluent toutes les colonies alors que les prédictions de niche de la seconde période excluent la colonie de l'Ouest. Ainsi, nos résultats concordent avec les faits historiques ; ils indiquent un fort impact du PAG sur la disparition de la colonie de l'Ouest et suggèrent un rôle conséquent de la péjoration climatique dans le dépeuplement d'une partie de cette région.

## 3<sup>e</sup> cas d'étude : modélisation de niches écoculturelles du Néolithique ancien

Ce cas d'étude porte sur les relations entre culture et environnement au Néolithique ancien. Dans un premier travail en collaboration (Banks *et al.*, 2013), sur les cultures de l'Impressa, du Cardial et du LBK, nous avons montré que le

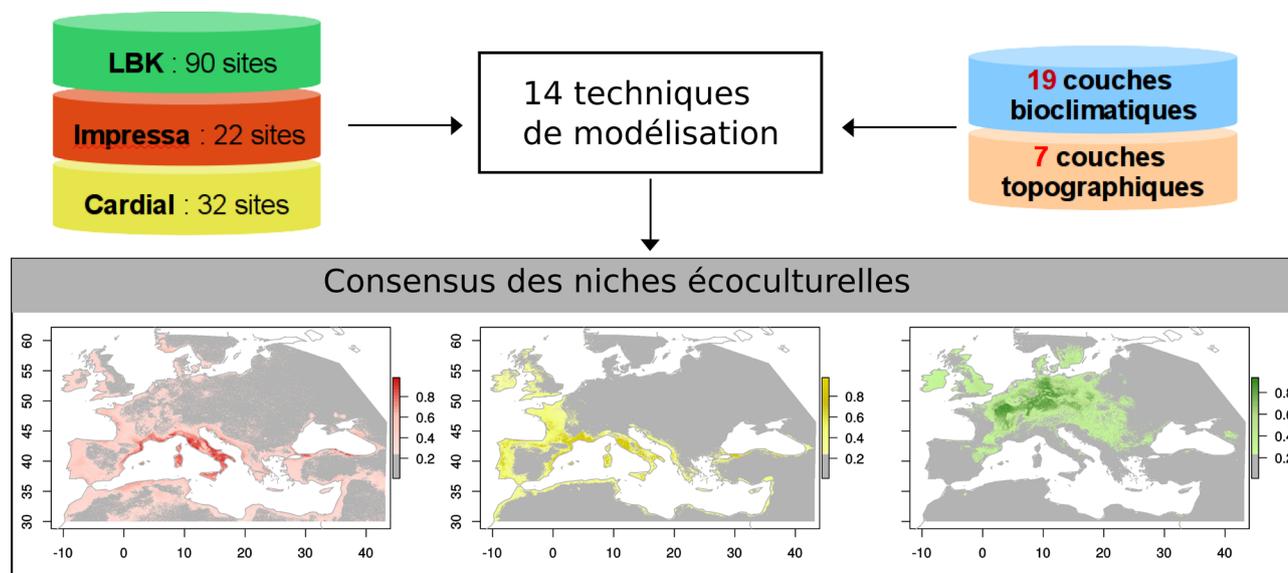
Cardial et l'Impressa ont des ECN similaires. Le fait que ces dernières soient significativement différentes de l'ECN du LBK suggère que les grandes voies de néolithisation méditerranéenne et danubienne correspondent à deux systèmes adaptatifs distincts qui se sont déployés dans deux milieux aux conditions environnementales différentes.

Dans le cadre de la thèse, nous avons affiné ces résultats (fig. 1) en modélisant les ECN de ces trois cultures à l'aide de quatorze algorithmes prédictifs (au lieu de deux dans la précédente étude) et en utilisant des données environnementales plus nombreuses (dix-neuf variables bioclimatiques intégrant la variabilité saisonnière et sept variables topographiques). Ces variables, qui possèdent une résolution plus fine (1 km), confèrent une plus grande précision à la prédiction.

Les résultats obtenus sont comparables à ceux de l'étude publiée en 2013. Cependant, la précision de la nouvelle étude nous permet d'observer de légères nuances entre les niches écoculturelles de l'Impressa et du Cardial, précédemment décrites comme identiques. Ainsi, nous relevons une spécialisation plus prononcée du Cardial accompagnée d'un léger décalage entre les deux niches méditerranéennes. Enfin, grâce à l'intégration de données environnementales à très haute résolution, nous avons pu identifier des régions où les conditions environnementales étaient favorables aux deux courants culturels, résultat qui apporte un nouvel élément de discussion quant aux zones où d'éventuels contacts entre ces courants culturels ont été ou pourraient être identifiés.

## Conclusion

Nous proposons une méthode optimisée de l'ECNM permettant d'obtenir des résultats robustes grâce à l'élabo-



**Fig. 1** – Modélisation de niches écoculturelles. Dans le panel du bas sont représentées les étendues géographiques des consensus de niches écoculturelles (rouge : Impressa ; jaune : Cardial ; vert : LBK) ; l'intensité des couleurs varie en fonction de la probabilité de présence prédictive (clair : faible probabilité ; sombre : haute probabilité). Les prédictions de niches ont été obtenues à partir des coordonnées géographiques de 144 sites archéologiques, de 26 variables environnementales et de 14 algorithmes prédictifs. Afin d'obtenir des résultats robustes et de faciliter l'interprétation, les prédictions obtenues à partir des différents algorithmes ont été synthétisées par une méthode de consensus.

ration de consensus et intégrant des données environnementales issues d'un *downscaling* pour une analyse fine des trajectoires évolutives. Les études que nous avons menées ont montré que l'ECNM est une méthode performante capable de mettre en exergue les éventuelles relations entre diversité culturelle et variabilité environnementale et, lorsqu'ils existent, les impacts des changements climatiques sur le développement ou l'effondrement des sociétés. Nous soulignons, dans cette étude, la capacité de l'ECNM à apporter des éléments de discussion quant à la part du culturel et de l'environnemental dans la composition de la géographie culturelle.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BANKS W. E., ANTUNES N., RIGAUD S., D'ERRICO F. (2013) – Ecological Constraints on the First Prehistoric Farmers in Europe, *Journal of Archaeological Science*, 40, 6, p. 2746-2753.
- NETTLE D. (1998) – Explaining Global Patterns of Language Diversity, *Journal of Anthropological Archaeology*, 17, 4, p. 354–374.

Nicolas ANTUNES

**Sylvain GRISELIN (2015)** – *Fabrication et fonction des outils de type montmorencien. Nouveau regard à partir des découvertes récentes sur les habitats mésolithiques*. Thèse de doctorat soutenue le 1<sup>er</sup> décembre 2015 à l'université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne devant le jury composé de Pierre Bodu (examinateur, chargé de recherche au CNRS), Annelou Van Gijn (examinatrice, professeure à l'université de Leiden, Pays-Bas), Caroline Hamon (examinatrice, chargée de recherche au CNRS), Grégor Marchand (rapporteur, directeur de recherches au CNRS), Jacques Pelegrin (rapporteur, directeur de recherches au CNRS), Frédéric Séara (examinateur, conservateur régional de l'Archéologie), Boris Valentin (directeur, professeur à l'université Paris 1).

Les industries macrolithiques en grès ont, depuis les premières découvertes à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, interpellé les chercheurs, en particulier sur la question de leur attribution chronoculturelle. Il faut attendre la fin des années 1970 pour qu'une importante synthèse sur ces industries soit réalisée par Jacques Tarrête (1977), les rapportant à un faciès singulier au sein des industries post-glaciaires : le Montmorencien. Cette synthèse met en évidence l'importance des productions de pièces macrolithiques allongées en grès-quartzite dans l'espace francilien, le long des affleurements de grès stampien, sans pour autant permettre de préciser leur place chronologique, même si une attribution au Mésolithique est évoquée.

Il faut ensuite attendre les années 1990 pour que les problématiques liées à la présence d'outils en grès-quartzite au sein d'assemblages mésolithiques ressurgissent grâce à de nouvelles découvertes sur des habitats, notamment fouillés dans le cadre de l'archéologie préventive. On trouve sur ces habitats des outils macrolithiques allongés en grès-quartzite qui induisent un rapport particulier entre le Mésolithique et le Montmorencien.

C'est donc pour définir la place de ces outils au sein de la culture matérielle du Mésolithique et leur rapport avec le Montmorencien que nous avons repris l'étude d'outils trouvés en contexte d'habitat, et en particulier sur des sites fouillés ces dix dernières années par l'INRAP comme Paris, 62 rue Henry Farman. Nous nous sommes interrogés sur les savoir-faire techniques investis pour la production des pièces : pour quel objectif, pour quelle utilisation ?

Notre analyse montre que les outils en grès utilisés sur les habitats mésolithiques correspondent à des macrolithes allongés, bien typés au sein des corpus, que nous avons appelés « outils de type montmorencien » (fig. 1).

Ces outils forment une catégorie relativement standardisée par leurs dimensions et par l'attention portée au cours du façonnage puis lors de leur entretien. Il s'agit d'objets qui mesurent une dizaine de centimètres de longueur pour une largeur et épaisseur de deux à trois centimètres. Ils présentent une section prismatique liée à l'existence de trois à cinq faces dont l'une au moins est plane, dépourvue de retouche. Le façonnage vise à la mise en place de deux ou trois arêtes latérales plutôt régulières sur toute la longueur des pièces. Les réfections observées ont pour but l'entretien de ces arêtes alors que les extrémités ne jouent qu'un rôle fonctionnel secondaire. De plus, l'importance des réfections observées le long des arêtes indique que les outils sont conçus pour être utilisés pendant une durée relativement longue.

L'analyse tracéologique réalisée par Caroline Hamon (CNRS, UMR 8215) montre que les arêtes sont employées sur une matière minérale dure et des tests expérimentaux nous orientent vers une utilisation comme retouchoirs pour la fracturation des lamelles par la technique du microburin. On peut présenter cette hypothèse comme la plus crédible, même si des précisions quant aux gestes employés devront être apportées en poursuivant les expérimentations.

Sur les habitats mésolithiques, on trouve souvent ces outils au sein d'assemblages microlithiques dominés par les pointes à base retouchée et les segments du Beuronien nord-occidental, datés entre 8700 et 7500 cal. BC. Ils sont principalement présents sur les sites franciliens et, plus rarement, jusqu'aux marges du Bassin parisien. Ainsi, ces outils caractérisent un « phénomène technique » d'ampleur régionale, voire suprarégionale au cours du premier Mésolithique.