

Exploration et identification des «unités spatio-temporelles significatives » ; méthode d'analyse spatio- morphologique exploratoire.

INTRODUCTION

L'étape précédente nous a montré que la qualité et la quantité d'information sont extrêmement hétérogènes dans l'espace et dans le temps - hétérogénéité elle-même fortement dépendante de la méthode de répartition des données choisie après la périodisation - et parfois brouillées par des artefacts qui biaisent notre perception des changements spatio-temporels dans le peuplement. Un besoin de régionalisation spatio-temporelle des phénomènes s'est ainsi imposé à nous, toujours dans une double optique de représentation plus claire de l'information –et de la comparabilité des zones de peuplement selon leur niveau de qualité et de quantité d'information- mais aussi toujours dans le but de choisir une zone géographique plus restreinte que celle abordée jusqu'ici. Il s'agit en fait de passer d'une régionalisation temporelle (répartition des UNAR par siècle par deux méthodes et points de vue différents) à une régionalisation spatio-temporelle des données.

Nous pourrions cependant choisir, comme c'est nous semble-t-il, le plus souvent le cas, une zone dont les « limites » spatiales sont définies par une mission archéologique particulière : nous sélectionnerions alors dans la base de données les UNAR associées à la mission de la « Syrie du Sud », ou des « Marges Arides », ou encore « Palmyrène ». Les structures et les dynamiques spatio-temporelles recherchées seraient donc extrêmement dépendantes des contingences de la délimitation d'une zone d'investigation de terrain - notamment administratives- ce qui pourrait considérablement biaiser notre perception des modes de peuplement. En effet, on observe sur les cartes élaborées précédemment que si l'aire totale est « découpée » en plusieurs missions, celles-ci couvrent cependant au total une bande assez continue du Nord-Ouest au Sud-Ouest de cette zone. Cette étape consiste à explorer par des méthodes morphologiques les structures spatio-temporelles qui se dégagent de la répartition des données à l'échelle de la totalité de la zone couverte par la base de données (et toujours sur le même intervalle temporel sélectionné suite à l'AMC) afin de tenter d'évaluer si les structures dégagées sont totalement et uniquement dépendantes des zones de prospection à l'échelle considérée, ou si une étude des structures et des

dynamiques spatio-temporelles du peuplement peut s'effectuer sur une zone révélée par une approche d'analyse spatiale et suggérant ainsi déjà la présence d'un phénomène spatio-temporel particulier à étudier plus finement. Nous proposons ainsi de « déconstruire » les niveaux spatio-temporels *a priori* « imposés » par des paramètres indépendants de la « réalité » que l'on cherche à retracer (ici, le zonage des missions archéologiques), en « reconstruisant » des niveaux selon nous plus appropriés pour une observation des phénomènes spatio-temporels et de l'incertitude qu'ils recèlent. La Figure 35 représente l'enchaînement des objectifs des trois premières étapes de l'étude.

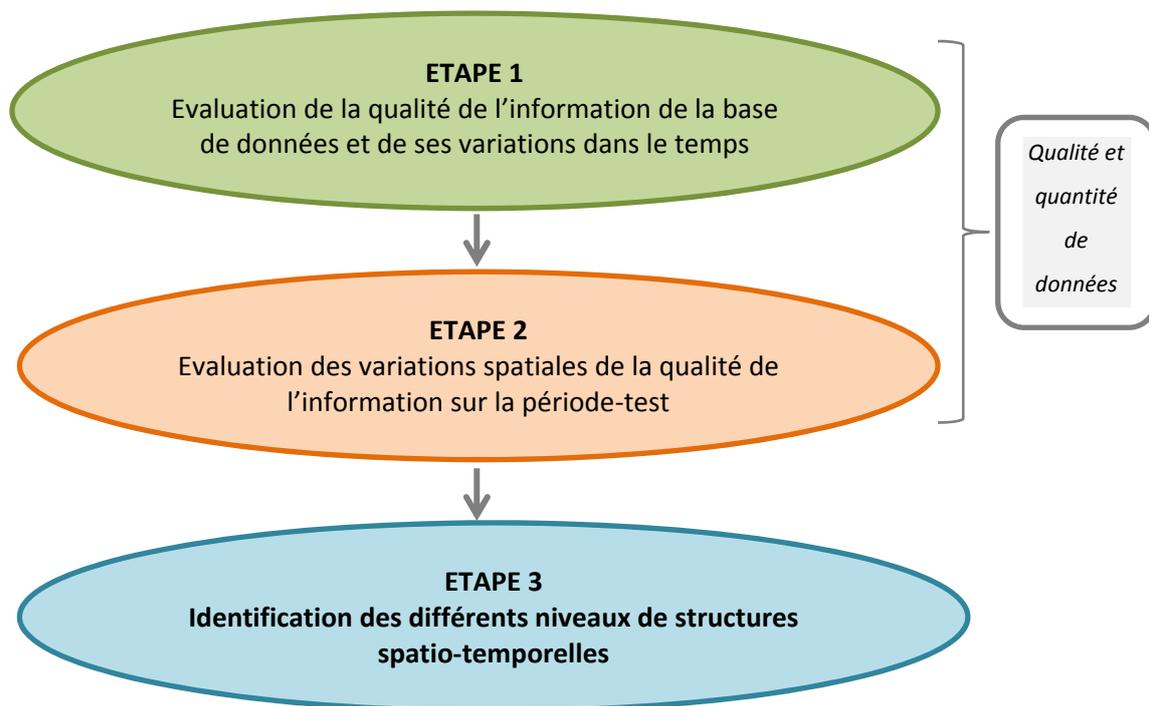


Figure 35 - Chaînage et objectifs des trois premières étapes de l'étude

1. LIMITES ET DISCONTINUITES SPATIO-TEMPORELLES

Nous pouvons mobiliser, à ce stade de l'étude, la remarque de Pierre Gentelle, qui écrivait en 1995 : « L'archéologie peut être conçue comme une discipline qui part d'échantillons (les « sites ») de territoires pour comprendre le fonctionnement passé, syn –ou dia- chronique, des sociétés humaines, mais qui n'a pas encore su maîtriser la question de la constitution d'unités spatiales significatives ». Cette observation est reprise en 2012 par Pierre Ouzoulias dans son retour sur l'expérience Archaeomedes, qui préconise de se défier de vouloir « définir des catégories universelles qui s'appliqueraient à toutes les situations, indépendamment des questions posées ».

Selon lui, la question de la définition des « unités spatiales significatives » ne prend un sens que pour « concevoir des objets adaptés à chaque problématique, et [de] déterminer les « unités spatiales » dans lesquelles ils pourraient être appréhendés avec le meilleur profit ».

Nous souhaitons ajouter quelques éléments à ces remarques, en nous appuyant sur la pensée de Christian Grataloup. Selon l'auteur, « les découpages spatiaux n'ont de pertinence que dans des limites chronologiques particulières - et réciproquement » (Grataloup, 2003). Il ajoute qu'« affronter la complexité, c'est considérer les discontinuités spatiales et les discontinuités temporelles des sociétés comme un seul problème. Pas plus de régions premières dans lesquelles se rangeraient des chronologies parallèles que de périodes générales applicables partout mais selon des rythmes régionaux différents ». Ces observations rejoignent les précédentes, mais y ajoutent la dimension temporelle omise par Pierre Gentelle et Pierre Ouzoulias. En proposant de penser « les régions du temps » (1991), et en prônant que « les périodes sont des régions » (2003) Christian Grataloup suggère de « discrétiser l'espace-temps en périodes spatiales, c'est-à-dire en périodes dont l'ordre de grandeur et les bornes sont fixés par l'évolution de l'organisation de l'espace, et non pas par des événements, par exemple politiques, sans rapport avec la dimension géographique de la société » (Volvey et al., 2005). Cette dernière phrase résume parfaitement la tâche que nous nous donnons dans cette partie de l'étude, consistant à rechercher par des méthodes d'analyse spatiale exploratoire ce que nous appelons en référence à l'expression de Pierre Gentelle des « unités spatio-temporelles significatives », pouvant s'exprimer à diverses échelles « emboîtées ». Le but est d'explorer et visualiser les dynamiques spatio-temporelles que matérialisent l'ensemble des données, afin de « trouver des articulations entre continuités et discontinuités, de façon à ne pas assimiler le changement spatial uniquement à des ruptures, et rompre également avec l'assimilation entre espace et inertie » (Elissalde, 2000). Il s'agit en fait d'une recherche de l'homogénéité spatio-temporelle que Jean-Bernard Racine et al. (1980) évoquent comme une nécessité : « Dans un ensemble composé d'éléments, hétérogènes quand on les prend un à un, le sujet doit découper des sous-ensembles qui maximisent l'homogénéité par rapport à sa problématique. Il faut passer de l'hétérogène à l'homogène soit de l'information à forte probabilité à l'information à faible probabilité. Le nombre de sous-ensembles étant énorme et certains n'ayant aucun intérêt par rapport à la problématique, il y a donc filtrage pour ne retenir que le pertinent ». Tout l'intérêt réside ainsi dans le choix entre ces méthodes de filtrage ... qui selon Paul Claval (2002), doivent être variées : « La fonction d'une méthode de régionalisation, c'est de souligner, à partir des discontinuités territoriales qu'elle fait découvrir, un aspect d'une réalité complexe. C'est l'emploi simultané de plusieurs méthodes qui révèle la personnalité réelle de l'espace étudié, à travers le jeu des subdivisions que l'on peut y distinguer ».

2. MESURE DE LA DISTRIBUTION PAR LE NOMBRE DE CONNEXITES

2.1 Elaboration des courbes de connexités

C'est ici l'analyse d'images par morphologie mathématique (cf. partie I, chapitre 2) qui est mobilisée pour la recherche des structures spatio-temporelles : « la démarche consiste en effet à simplifier progressivement les images, ou plus exactement à les épurer, afin d'en faire naître de nouvelles, plus riches de significations. Au fur et à mesure des modifications, un tri structural s'opère, jusqu'à la mise en évidence d'une forme ou d'une structure caractéristique » (Voiron-Canicio, 1995). Les outils de morphologie mathématique que nous mobiliserons seront présentés au fur et à mesure de leurs utilisations (Figure 36).

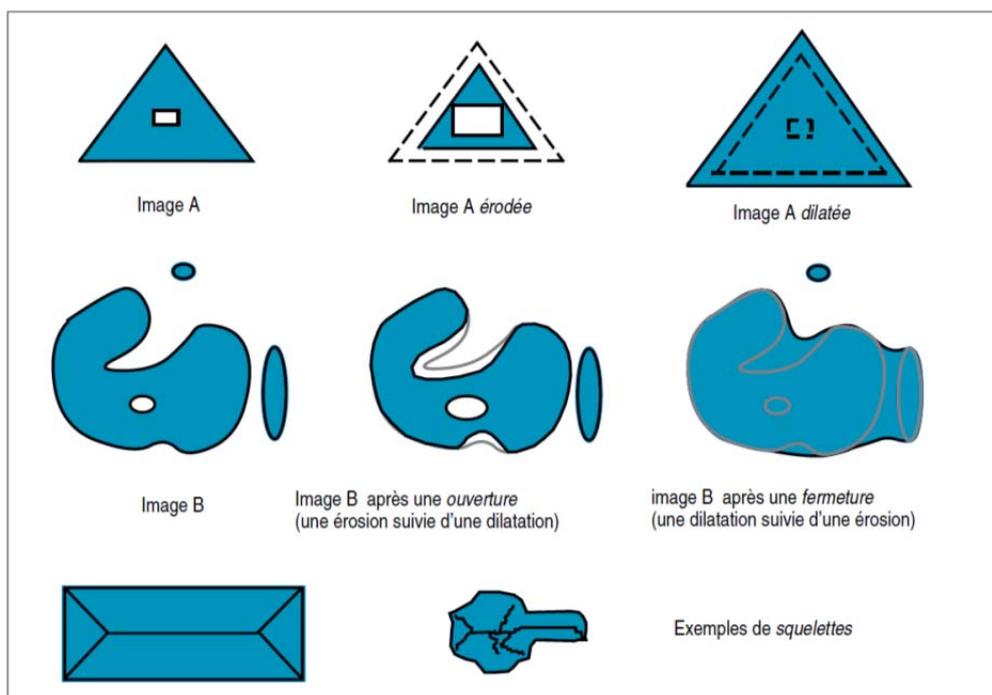


Figure 36 – Illustration des transformations de base de morphologie mathématique (Voiron-Canicio, 1995)

On effectue une série de dilations de taille croissante sur l'ensemble des points (sites) à chaque intervalle de 100 ans (nommés A1 pour le premier intervalle, A2 pour le second, etc... pour la répartition selon la méthode 1, et T1, T2... pour la méthode 2), pour chacune des deux méthodes de répartition temporelle des sites (cf. Partie II, chapitre 5). Les points les plus proches se rejoignent en premier, puis à mesure que le pas de dilatation (donc la distance) augmente, des ensembles plus éloignés vont se connecter jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'une composante (Figure 37). A chaque pas de dilatation, on relève le nombre de connexités que l'on reporte sur une courbe (un exemple sur la Figure 38), qui nous renseigne sur l'espacement des points.

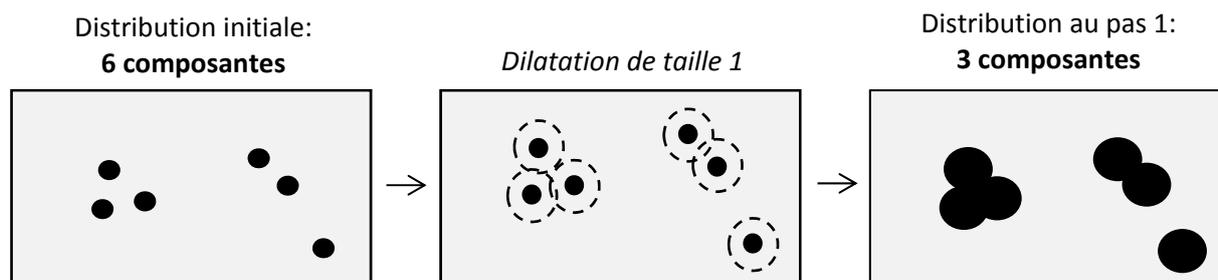


Figure 37 - Comptage du nombre de connexités par dilations successives

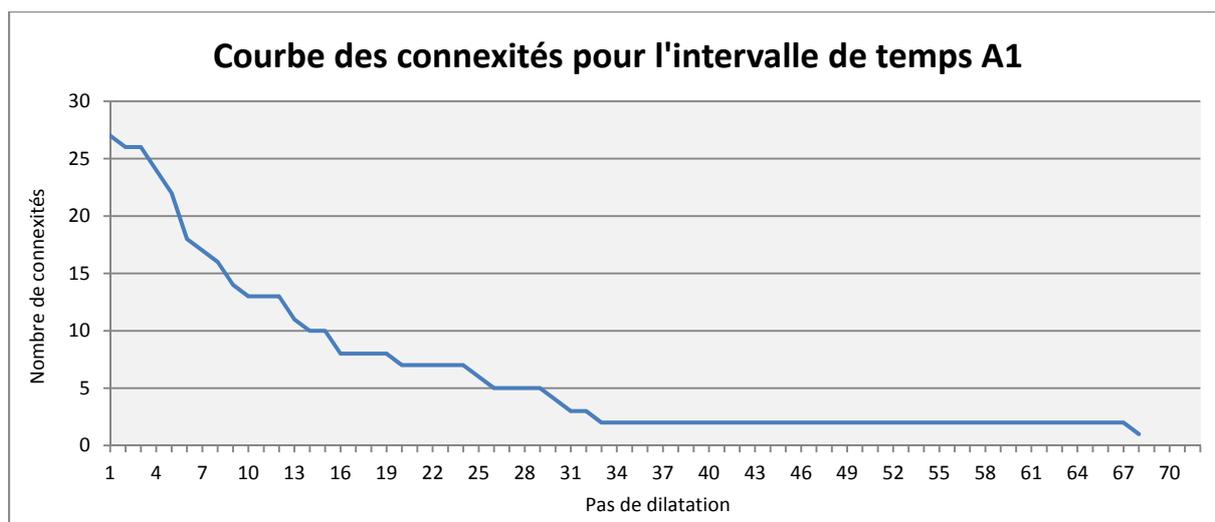


Figure 38 - Courbe du nombre de connexité du semis de sites compris dans l'intervalle temporel 1 (calculée à partir de la méthode 1 de répartition temporelle des sites).

2.2 Mise en évidence des organisations spatio-temporelles récurrentes par les courbes de connexités

Au vu des divers graphiques produits, force est de constater que des configurations spatiales similaires se retrouvent au fil des périodes. Afin de mettre en évidence ces organisations spatiales récurrentes et leurs temporalités, les graphiques sont tous comparés les uns avec les autres. Les courbes similaires voire identiques sont alors replacées sur un même graphique. Un exemple est donné sur la Figure 39.

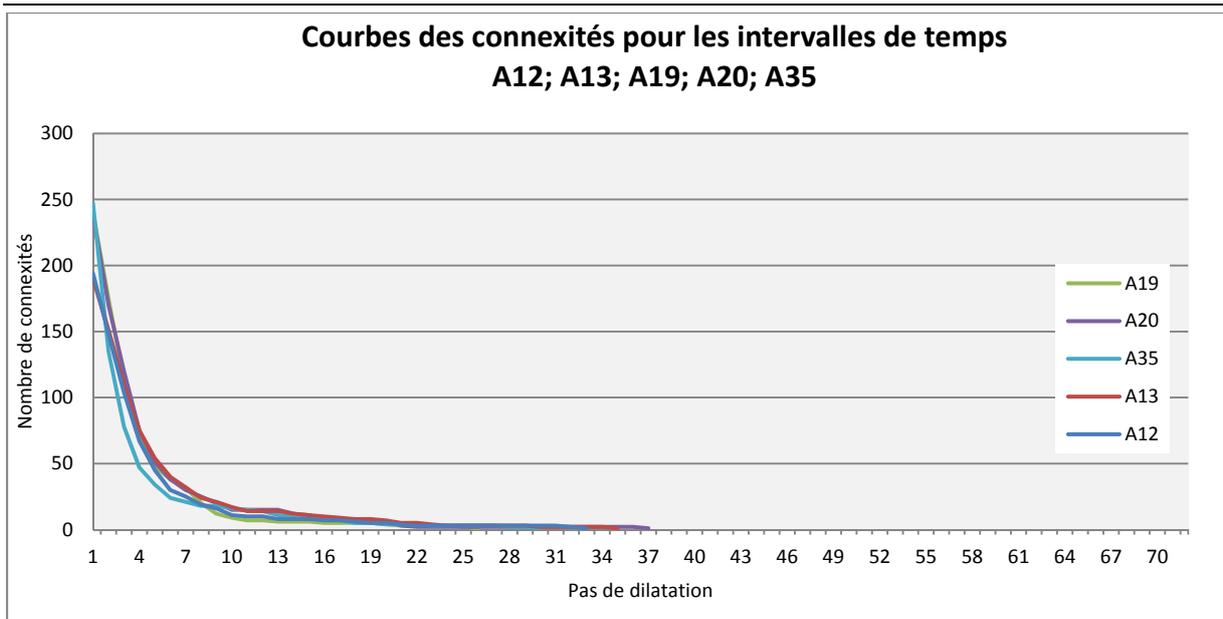


Figure 39 - Courbes du nombre de connexités des semis de sites compris dans les intervalles temporels 12, 13, 19, 20 et 35 (méthode 1 de répartition temporelle des sites)

2.3 Calcul de la courbe des distances moyennes entre les UNAR

Afin de visualiser l'information de manière plus synthétique, nous calculons la distance moyenne entre les points (division du nombre de connexités par le nombre initial de points) pour chaque intervalle de 100 ans, que nous replaçons sur une même courbe, pour chacune des deux méthodes de répartition temporelle des UNAR (Figure 40 pour la méthode 1, Figure 41 pour la méthode 2).

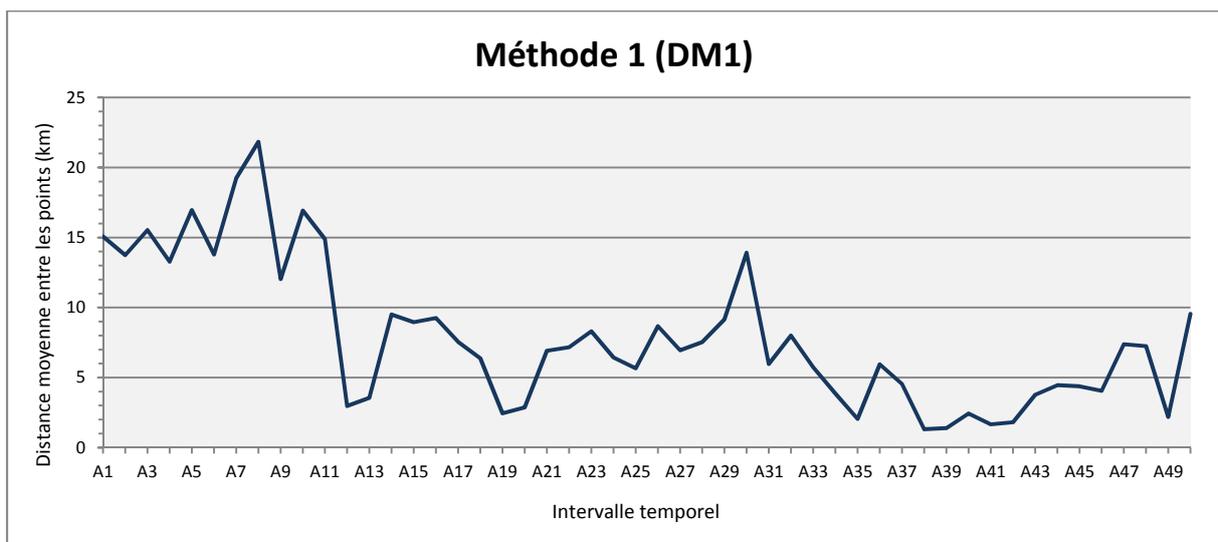


Figure 40 - Courbe représentant la distance moyenne entre les semis de points correspondant à chaque intervalle temporel étudié (méthode 1)

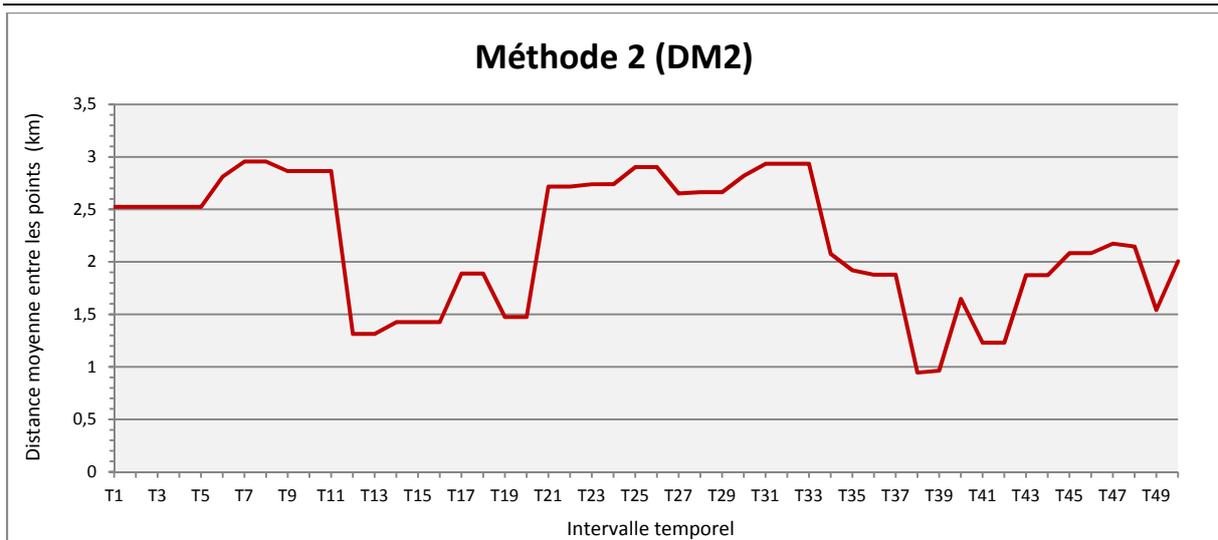


Figure 41 - Courbe représentant la distance moyenne entre les semis de points correspondant à chaque intervalle temporel étudié (méthode 2)

On constate à partir des courbes des distances moyennes que les tendances sont les mêmes quelle que soit la méthode choisie. La courbe 1 est plus accidentée, car les UNAR ont été réparties de manière aléatoire et on n'a donc pas deux périodes identiques comme dans la méthode 2, qui a plus de paliers.

On voit donc que l'espacement entre les sites semble fonctionner de manière extrêmement pulsatile, par grands paliers tout d'abord, à une échelle d'observation large, qui semblent aller au-delà des périodes identifiées : sur la courbe DM2, on a un premier palier de T1 à T11, puis de T12 à T20, de T21 à T33, et de T34 à T50.

- Le premier groupe concerne le Bronze Ancien I, II et III.
- Le 2^e : Le Bronze ancien IV et le Bronze Moyen (I et II).
- Le 3^e : le Bronze récent, et l'Âge du Fer (I, II et III).
- Le 4^e : les périodes Hellénistique, Romaine et Islamique.

3. MISE EN EVIDENCE DES DIFFERENTS NIVEAUX DE CONFIGURATIONS SPATIO-TEMPORELLES

Les résultats obtenus précédemment sont alors synthétisés et replacés sur des schémas permettant de visualiser leur temporalité. Les intervalles temporels présentant des organisations spatiales récurrentes d'après les courbes de connexités sont ensuite figurés par des « boîtes » de couleurs identiques, et replacés sur les courbes des distances moyennes entre les points (Figure 42, Figure 43 et Figure 44).

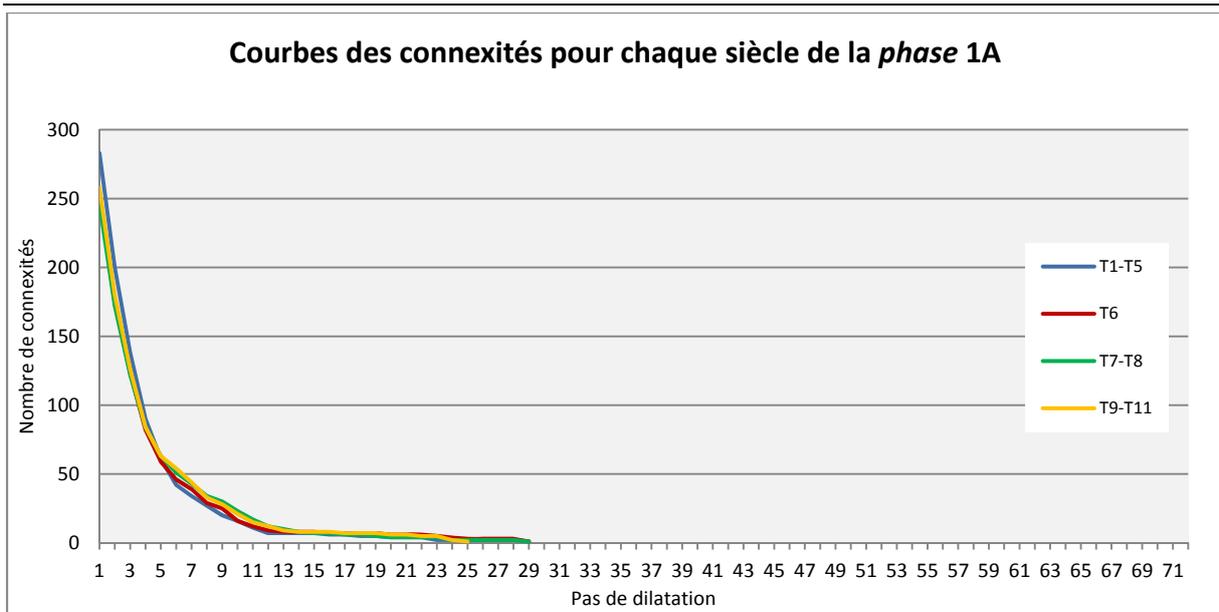


Figure 45 - Courbes des connexités de la première *phase 1A* identifiée sur la courbe des espacements moyens DM2 (Figure 43)

Les courbes des connexités obtenues à partir des données réparties selon la méthode 2 (Annexe 1) nous offrent plusieurs niveaux de structures. Ces niveaux seront comparés à la chronologie initiale par période, l'objectif étant d'évaluer ce qu'amène cette nouvelle conception spatio-temporelle de la répartition des sites archéologiques. Il ne s'agit donc pas de confirmer ou d'infirmer la périodisation initiale à partir de ces résultats –ni l'inverse, d'ailleurs– mais de discuter l'un et l'autre en y apportant un nouvel éclairage. En outre, afin de ne pas tout mélanger et parce qu'à l'instar de Géraldine Djament-Tran et Christian Grataloup (2010) nous nous méfions du mot « période », nous avons préféré opter pour une terminologie différente : afin de distinguer les différents niveaux de structures spatio-temporelles, nous parlons des *phases* (1A, 1B, 1C, 2A...) et des *temps* (1Ba, 1Bb, 1Ca, 1Cb...). Un exemple de courbe des connexités des UNAR attribuées aux siècles correspondant à la *phase 1A* est donné sur la Figure 45. Les courbes de connexités correspondant aux phases suivantes sont données en Annexe 1.

La première *phase* (1A) (Figure 43) fonctionne par pulsations relativement longues, de 400 ans en moyenne (bien que la première dure 1100 années). La structure matérialisée par cette première pulsation est représentée par 250 à 300 sites archéologiques (Figure 45), dont environ 83% sont concentrés entre 1 et 5 km, avec un second palier entre 5 et 10 km (13% des sites), les 3% restants s'étalant sur 20 km. Cette première étape est matérialisée par une période de relative stabilité sur la courbe des distances moyennes (Figure 43), aux valeurs élevées, indiquant un espacement moyen des sites de 2,5 à 3 km, valeurs les plus élevées sur la totalité des siècles

étudiés. Cette première *phase* correspond à l'Âge du Bronze ancien I, II et III sur la chronologie initiale.

Une seconde *phase* (1B) de 900 ans est matérialisée sur la courbe DM2 (Figure 43) par une valeur basse, pouvant être interprétée comme une concentration du peuplement. Si l'on se réfère aux courbes des connexités, cette nouvelle configuration s'exprime en deux *temps* (ces *temps* correspondant à un nouveau niveau de structures identifiable sur le schéma): le premier *temps* (1Ba, avec une durée de 500 ans) est créé par un pic dans le nombre d'UNAR, qui double par rapport à la *phase* précédente (environ 600), et où le peuplement se concentre considérablement : 92% des sites distants de 1 à 5 km (Annexe 1). Les 8% restants sont répartis sur 24 km. La distinction d'un second *temps* (1Bb) d'une durée de 400 ans s'explique par une chute du nombre de sites (on descend à 380 sites pendant les 2 premiers siècles, puis on remonte à 480 au cours des deux suivants) mais toutefois le maintien de la configuration spatiale observée au *temps* 1Ba. La *phase* 1B regroupe le Bronze Ancien IV et le Bronze Ancien IV final (*temps* 1Ba), le *temps* 1Bb correspondant quant à lui à la totalité de l'Âge du Bronze Moyen (Bronze Moyen I et II).

La troisième *phase* de la période 1 (1C) est matérialisée sur la DM2 (Figure 43) par un long palier (1300 ans) de relative stabilité aux valeurs moyennes assez similaires à celles de la *phase* 1A. Cette similarité se retrouve également au niveau d'observation inférieur, matérialisé sur les courbes des connexités par un retour à la configuration spatiale observée à la *phase* 1A au cours des *temps* 1Ca et 1Cc, mais sur des durées plus courtes (400 ans chacune). Entre ces deux *temps* s'intercale un nouveau type de configuration spatiale occupant deux *temps* (1Cb et 1Cd) de 200 et 300 années respectivement, où le nombre de sites atteint son minimum (160 au total) et où le peuplement s'espace en s'étalant sur 35 km (contre 27 km aux *temps* 1Ca et 1Cc) (Annexe 1). Bien que cet allongement du palier final de la courbe des connexités suggère l'apparition d'un nombre infime de sites (environ 3) plus éloignés des autres au cours de ces *temps*, et malgré un nombre de sites plus faible (260 aux *temps* 1Ca et 1Cc, contre 180 aux *temps* 1Cb et 1Cd) aux *temps* 1Cb et 1Cd, l'homogénéité de la *phase* 1C est assurée somme toute par une répartition spatiale des sites assez similaire (cf. courbes des connexités). La *phase* C regroupe l'âge du Bronze Récent et l'Âge du Fer, avec le Bronze récent I et II pour le *temps* 1Ca, et le Fer II A, B et C pour le *temps* 1Cc (ces deux *temps* étant analogues), et les Âges du Fer I et III pour les *temps* analogues 1Cb et 1Cd.

Dès la fin de la *phase* 1C, la courbe DM2 (Figure 43) change d'allure : celle-ci semble reprendre la structure pulsatile en trois *temps* identifiée précédemment par la succession des *phases* A, B et C, mais sur des durées beaucoup plus courtes, et avec des configurations spatiales plus diversifiées (7 au total sur 1700 ans, contre 4 sur 3300 ans pour la *phase* 1).

La *phase 2A* se manifeste par une configuration spatiale impliquant environ 250 sites, espacés de 2 km en moyenne (Annexe 1). 94 % des sites sont répartis entre 1 et 5 km. La différenciation entre les *temps 2Aa* et *2Ab*, de 200 ans chacun, est introduite par le sort des 6% restants, qui dans le premier cas, se répartissent sur 6 à 30 km, et dans le second, entre 5 et 52 km. La courbe des espacements moyens demeurant cependant relativement stable (Figure 43), il se pourrait que l'apparition de très peu de sites mais très distants des autres soit à l'origine de cette différence.

Le passage à une nouvelle *phase 2B* est introduit par un resserrement du peuplement et une augmentation brutale du nombre de sites (phénomène que l'on avait déjà observé à la *phase 1B*), qui atteint son maximum au *temps 2Ba* (760 UNAR) (Annexe 1). Cette *phase* de 500 ans aurait pu n'être constituée que d'un seul *temps*, les 200 premières années (*2Ba*) et les 200 dernières (*2Bc*) présentant des configurations spatiales presque identiques sur les courbes des connexités : un nombre d'UNAR oscillant entre 760 (*2Ba*) et 660 (*2Bc*), dont 93% sont distantes de 1 à 4 km, les 7% restants s'étalant sur 27 km (Annexe 1). Cependant, le troisième siècle de la *phase* introduit une différenciation considérable et une rupture dans la continuité évoquée, par une chute brutale du nombre de sites qui passe à 380. Cette dynamique a été marquée par l'introduction d'un *temps 2Bb* (Figure 43). Malgré cette chute dans le nombre d'UNAR, les courbes des connexités montrent cependant le maintien d'une répartition spatiale des sites identique entre les *temps 2Ba*, *2Bb* et *2Bc* (Annexe 1).

La *phase 2C* de 800 ans, plus longue que les deux précédentes voit se succéder cinq *temps*, les trois premiers de 200 ans chacun, puis deux derniers de 100 ans chacun (Figure 43). Malgré une répartition spatiale presque identique des sites entre 1 et 30 km pour chacun de ces cinq *temps*, des différences ayant motivé ce découpage sont notables (Annexe 1): Au cours du *temps 2Ca*, le nombre de sites (pourtant au total de 680 au *temps 2Bc*, à la *phase* précédente) baisse à 430. 88% d'entre eux sont distants d'1 à 5 km, les 12% restants se répartissant sur 6 à 42 km. Au *temps 2Cb*, le nombre d'UNAR baisse sensiblement (380), mais si 86% se répartissent, comme au *temps 2Ca*, sur 5 km, la distance maximale des 14% restants atteint 71 km. On suppose, là encore, l'apparition de très peu de sites à des distances considérables des concentrations plus récurrentes. Le passage au *temps 2Cc* marque le retour à une configuration spatiale identifiée plus tôt, lors de la *phase 2Aa*, avec un total de 300 sites en moyenne, 94% d'entre eux étant distants d'1 à 5 km, et les 6% restants de 6 à 30 km. Ce *temps* de 200 ans se matérialise également dans le dernier siècle étudié, le *temps 2Ce*. La discontinuité entre les *temps 2Cc* et *2Ce* est introduite par un *temps* intermédiaire (*2Cd*) d'un siècle matérialisé par une forte augmentation du nombre d'UNAR (520 au total) mais dont la répartition est similaire à celle des *temps* précédents.

Plusieurs niveaux de structures et d'observation des phénomènes ont ainsi été identifiés, du plus large au plus fin :

Un niveau séparant en deux grandes zones les 33 premiers siècles étudiés (zone 1 sur le schéma) des 17 derniers (zone 2), c'est-à-dire si l'on se reporte à la périodisation initiale, les Âges du Bronze et du Fer (-3600 à -300), et les périodes historiques (-300 à 1400). En effet, nous avons vu que la courbe DM2 (Figure 43) change d'allure en passant de la zone 1 à la zone 2 : celle-ci reprend le rythme en trois *temps* identifiée précédemment par la succession des *phases* 1A, 1B et 1C, mais sur des durées beaucoup plus courtes, et avec des configurations spatiales plus diversifiées. En outre, il est intéressant de noter que les configurations spatiales identifiées par les courbes de connexités sont bien différentes de la zone 1 à la zone 2, dans la mesure où aucun des *temps* identifiés dans une zone ne se retrouve dans l'autre.

Les *temps* analogues (1A, 1Ca et 1Cb ; 1Cb et 1Cd ; 2Aa, 2Cc et 2Ce, 2Ba et 2Bc) introduisent un niveau d'observation discontinu dans le temps, ces intervalles temporels ne se succédant pas. Ce niveau d'observation est inférieur à celui des zones, car comme nous l'avons évoqué précédemment, les *temps* analogues ne le sont qu'au sein de la zone à laquelle ils appartiennent.

Les *phases* (A, B, C) ;

Les *temps* (Aa, Ab, Ac...) qui se succèdent pour constituer les *phases* ;

En outre on constate, dans un esprit très synthétique, que la majorité (90% en moyenne) des UNAR sont espacées d'une distance d'environ 5 km, tandis que les 10% restants sont étalés dans l'espace entre 10 et 70 km (Annexe 1). Leur répartition s'effectue ainsi très certainement sous forme de concentrations, avec une présence souvent temporaire d'un faible nombre UNAR très éloignées de ces concentrations.

Si l'on compare les répartitions spatio-temporelles commentées à partir de la méthode 2 de répartition des UNAR avec celles de la méthode 1, on constate que la méthode 1 donne une courbe des distances moyennes (Figure 42) bien plus hétérogène : contrairement à la méthode 2 (Figure 43), chaque tranche de 100 ans est unique, une UNAR ayant été attribuée aléatoirement à une tranche de 100 ans ne pouvant se retrouver dans un autre intervalle. On observe donc moins de paliers que sur la courbe DM2. Le nombre d'UNAR total pour chaque tranche de 100 ans est donc également moins élevé que dans la méthode de répartition 1. Il est toutefois intéressant de noter que si l'espacement entre les sites est de façon générale beaucoup plus fort, phénomène certainement dû au nombre d'UNAR moins élevé pour chaque siècle, on observe sur les courbes

des connexités que la majorité des sites est espacée, comme pour la méthode 2 de répartition, dans les 7 premiers kilomètres. Le fait que ces concentrations se détectent également par la méthode de répartition aléatoire peut nous faire supposer un ancrage spatio-temporel fort de grandes structures, et la présence d'autres structures « satellites », plus fluctuantes gravitant entre 10 et 70 km autour des premières structures.

En outre, si la courbe DM1 (Figure 42) est bien plus hétérogène que la DM2 (Figure 43), il est intéressant (et rassurant !) de constater que sa tendance est similaire : les grandes *phases* identifiées précédemment se retrouvent, certes de manière moins flagrante, mais tout de même présente. On peut en outre constater que la zone 2 identifiée à partir des courbes de la méthode 2 est en tout point identique à celle identifiée à partir de la méthode 1. Ce phénomène peut être attribué au fait que la durée des périodes de la chronologie initiale raccourcissant -ou la précision augmentant- pour les périodes historiques, la répartition aléatoire des UNAR s'est effectuée sur des intervalles temporels bien plus courts, de 100 à 200 ans, ayant conservé dans une certaine mesure la proportion initiale.

Ce cheminement nous a ainsi permis d'obtenir une première vision des divers niveaux de structures spatio-temporelles identifiables à partir de la totalité des données et sur 50 siècles, à partir de deux méthodes de répartition temporelle des unités archéologiques. Plusieurs constats et questionnements ressortent de ces observations.

En effet, une complémentarité entre les deux méthodes de répartition semble ici s'amorcer : la méthode 1 permet de s'éloigner quelque peu du conditionnement introduit par la périodisation de la chronologie initiale, contrairement à la méthode 2, plus « fidèle » à la répartition des archéologues et plus homogène. La comparaison des courbes réalisées selon ces deux méthodes de répartition nous a montré que les concentrations d'UNAR semblaient avoir un « ancrage » spatio-temporel différent, avec des « noyaux » resserrés, et des « satellites » plus fluctuants.

La Figure 46 propose une synthèse du raisonnement et des traitements réalisés au cours de cette étape.

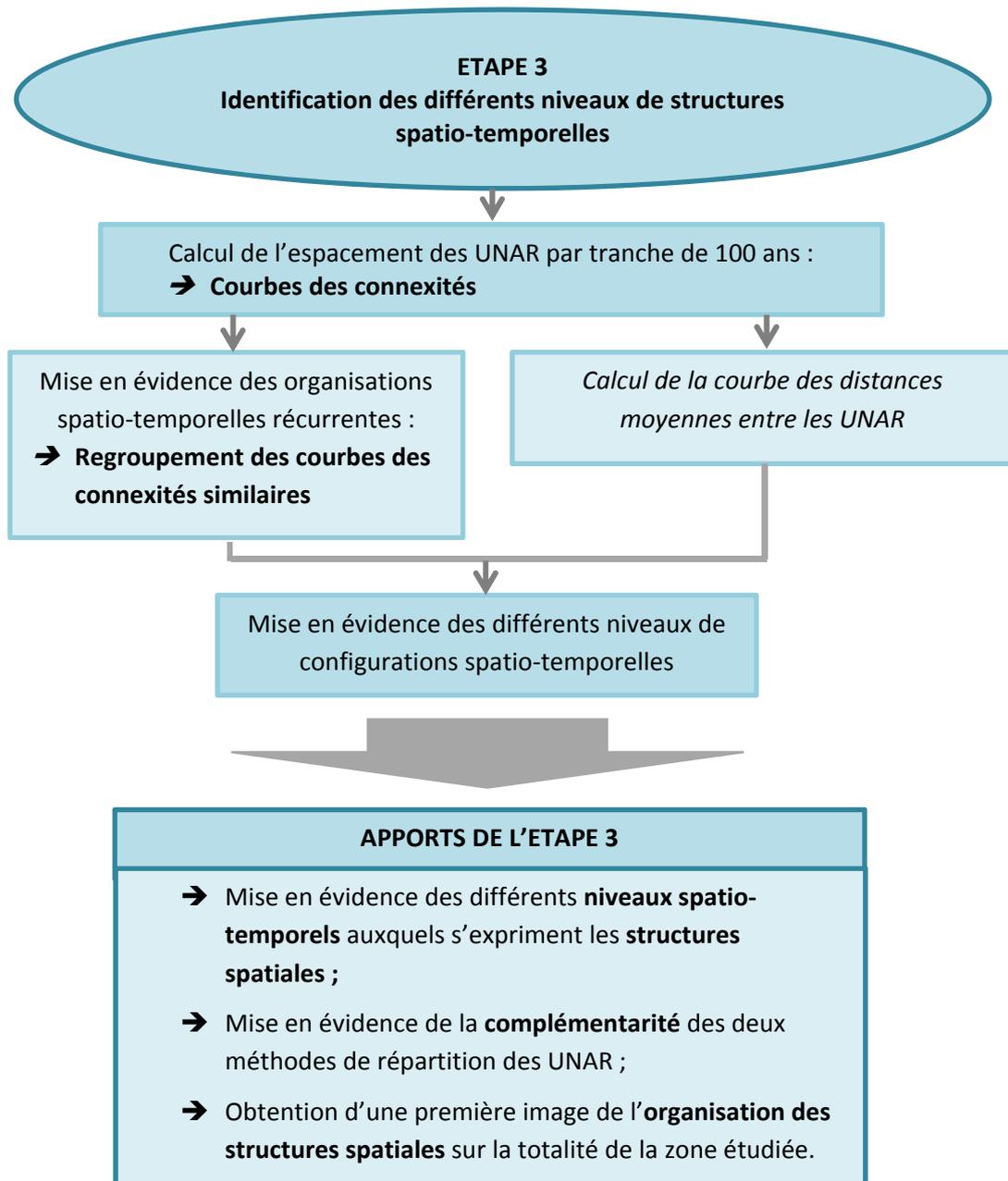


Figure 46 - Synthèse des opérations et des apports de la troisième étape des traitements

Les questions qui se posent à cette étape des traitements sont ainsi :

- d'observer si ces phénomènes existent bel et bien, et sont véritablement identifiables morphologiquement,
- si cette structure en « noyaux » et en « satellites » se maintient dans le temps avec la même localisation. En d'autres termes, si les outils utilisés nous ont permis de supposer l'existence récurrente d'une telle structure spatio-temporelle, rien ne nous affirme que celle-ci ne se déplace pas dans l'espace tout en maintenant sa forme.

En outre, nous avons identifié dans la zone 2 un raccourcissement de la durée des temps et des phases identifiés, au même titre que la reproduction de la structure pulsatile identifiée en zone 1, mais sur une durée beaucoup plus courte. S'agit-il ici d'une « accélération » des rythmes temporels à mesure que l'Histoire avance, ou bien d'une augmentation de la précision et de la fiabilité dans la datation des objets archéologiques plus récents ?

Il pourrait également être intéressant de visualiser la possibilité que les niveaux de structures identifiés (en zones, en *phases* et en *temps*) ainsi que leurs rythmes se retrouvent dans la morphologie des structures spatiales.

Tenter de répondre à ces questionnements et progresser dans notre exploration de la base de données, et des rythmes spatio-temporels qu'elle recèle nécessite ainsi de passer à une analyse spatiale morphologique, afin de visualiser les distributions non plus sur des graphiques mais dans l'espace (Figure 47).

4. VISUALISATION DES DISTRIBUTIONS ET DE LEURS STRUCTURES SPATIO-TEMPORELLES

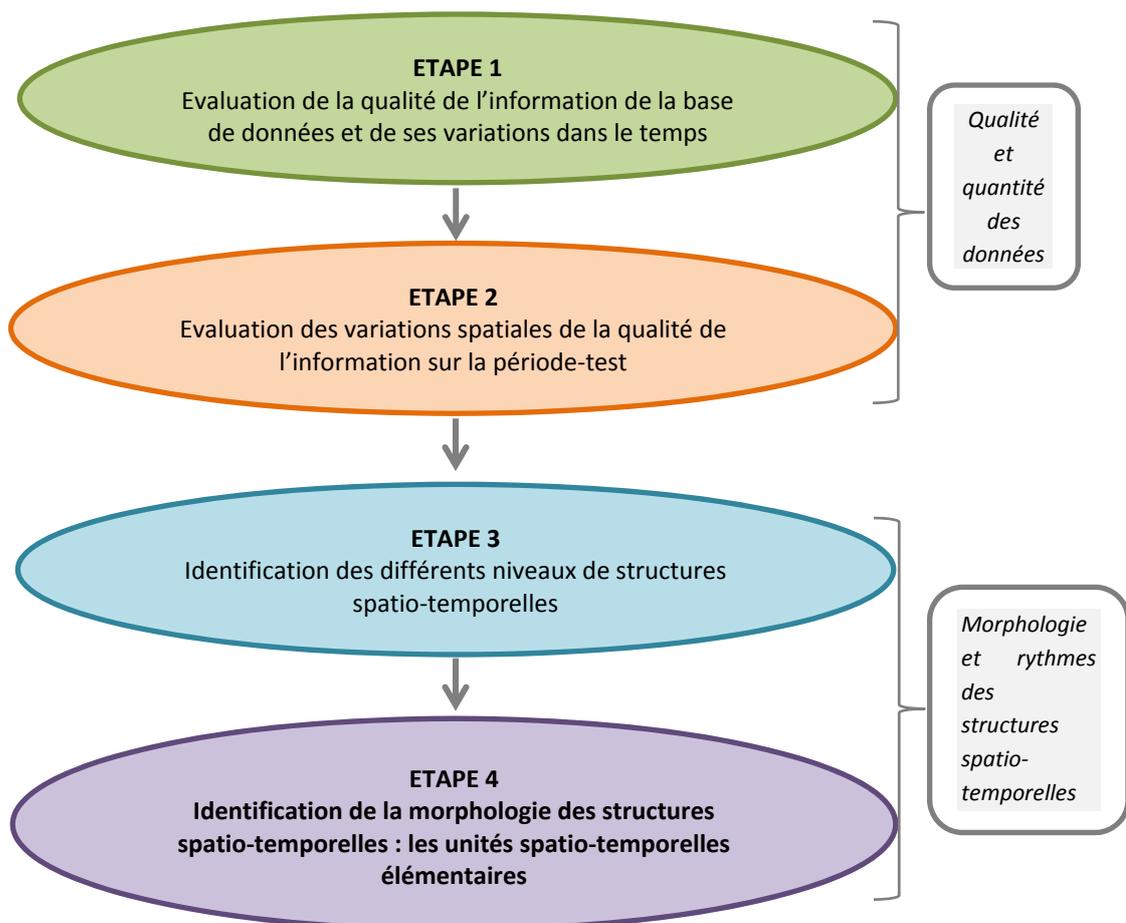


Figure 47 - Chaînage et objectifs des quatre premières étapes des traitements

La méthode élaborée pour cette nouvelle exploration spatio-temporelle implique tout d'abord l'utilisation de l'algorithme du graphe perceptuel (Figure 48). Celui-ci nous permet de détecter les alignements et les orientations de structures, en reliant chaque point à ses voisins distants d'un pas choisi par l'analyste (Voiron-Canicio, 1995). Ainsi, « le graphe perceptuel, construit à partir des lieux et des chemins qui les relie, dessine un réseau. Si la transformation est réitérée, les sous-ensembles initiaux se regroupent ; les différentes transformations indiquent alors la distance ou le temps mis pour se raccorder ainsi que le chemin emprunté. [...] Les structures, on le sait, ne sont pas immuables. L'analyse d'images simule cette évolution » (Voiron-Canicio, 1995).

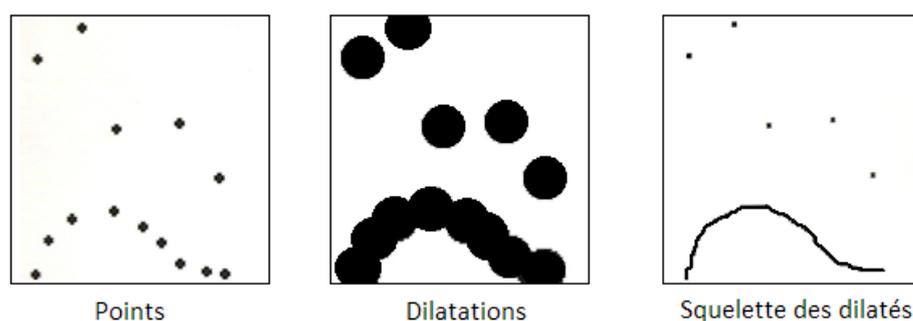


Figure 48 - Le graphe perceptuel (Voiron-Canicio, 1995)

La question est ici de savoir quel pas de dilatation choisir pour détecter les structures spatio-temporelles évoquées. En effet, choisir un pas trop petit ne relierait que des points très proches les uns des autres, et ne ferait apparaître aucune structure significative (notre observation portant toujours sur l'ensemble des données, c'est-à-dire sur une vaste zone d'étude). A l'inverse, un pas trop élevé relierait l'ensemble des points et n'introduirait que peu de différenciation entre les structures.

En outre, choisir un pas de dilatation commun pour chaque « morceau » de rythme détecté précédemment (*phases, temps...*) serait, nous semble-t-il, un contresens : cela reviendrait à postuler que les phénomènes détectés s'expriment tous aux mêmes échelles. Au vu des résultats décrits précédemment, nous pensons que choisir des pas « représentatifs » différents en fonction de la phase étudiée aurait une portée bien plus grande en termes de détection et d'interprétation de structures.

Nous avons ainsi choisi de considérer comme « représentative » la distance moyenne entre les points représentée sur les courbes DM1 et DM2, pour chacune des deux méthodes de répartition temporelle des UNAR. Deux tailles de pas sont alors calculées à partir de ces données (Figure 49) :

- Un pas moyen par *temps* (1Aa, 1Ab, 1Ac...)

- Un pas moyen par phase (1A, 1B, 1C...)

METHODE 1		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33
Distance moyenne		15	14	16	13	17	14	19	22	12	17	15	3	4	10	9	9	8	6	2	3	7	7	8	6	6	9	7	8	9	14	6	8	6
Niveau 1		16	14	13	16	17	19	13	19	16	3			9	9	9	6	3	7	8	6	7			8	14	6	8	6					
Niveau 2		16											7																					

...Suite...

A34	A35	A36	A37	A38	A39	A40	A41	A42	A43	A44	A45	A46	A47	A48	A49	A50
4	2	6	5	1	1	2	2	2	4	4	4	4	7	7	2	10
4	3	5	2	2	2	2	4	4	8	2	8					
4																

METHODE 2		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33
Distance moyenne		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Niveau 1		3					1					2					3					3			3									
Niveau 2		3											2						3															

...Suite...

T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	T49	T50
2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	
2				1				2								

Figure 49 - Pas moyen de squelettisation pour chaque « région » identifiée, pour les méthodes 1 et 2.

Un squelette a ensuite été réalisé, pour chaque image représentant la répartition spatiale des UNAR sur 100 ans, et pour chacun des deux pas de calcul. Ceux-ci ont par la suite été comparés au sein de chaque phase et de chaque temps, afin d'évaluer l'homogénéité morphologique de ces niveaux spatio-temporels identifiés.

Une vidéo a à nouveau été réalisée, et mise en ligne sur le site MédiHal au lien suivant :

<https://medihal.archives-ouvertes.fr/medihal-01259661>

Celle-ci présente les animations réalisées pour visualiser les résultats –par ailleurs bien plus considérés comme des étapes du raisonnement et de l'exploration que comme des « résultats » à part entière - des deux moments « clé » des étapes 4 (présentés ci-dessous, et dont les Figure 50 et Figure 52 constituent les extraits visuels) et 5 (Figure 58), et organisés en quatre séquences.

Les séquences qui nous concernent à ce stade sont les deux premières :

- **Séquence 1** : Exploration de la morphologie des structures spatio-temporelles: procédure d'analyse spatio-morphologique à partir de la **méthode 1** de répartition des unités archéologiques ;
- **Séquence 2** : Exploration de la morphologie des structures spatio-temporelles: procédure d'analyse spatio-morphologique à partir de la **méthode 2** de répartition des unités archéologiques.

Chacune des diapositives comporte la *phase* et le *temps* concernés, les courbes des connexités associées et les résultats de l'algorithme du graphe perceptuel, pour chacune des deux méthodes de répartition temporelle des UNAR.

En ce qui concerne la méthode 1 de répartition, étant donné le nombre considérable de courbes de connexités (chaque UNAR ne pouvant se retrouver que dans un seul siècle à la fois, chaque siècle présente une répartition des UNAR différente des autres, et donc une courbe des connexités différente des autres ; ainsi, notre intervalle temporel étant composé de 50 siècles successifs, 50 courbes des connexités ont été réalisées) nous avons calculé, pour les groupes de courbes des connexités estimées « similaires », une courbe moyenne uniquement destinée à faciliter la visualisation des structures.

Afin de faciliter la lecture et la compréhension, le commentaire détaillé qui suit ne s'attache, comme précédemment, qu'aux résultats relatifs à la méthode 2 de répartition des UNAR.

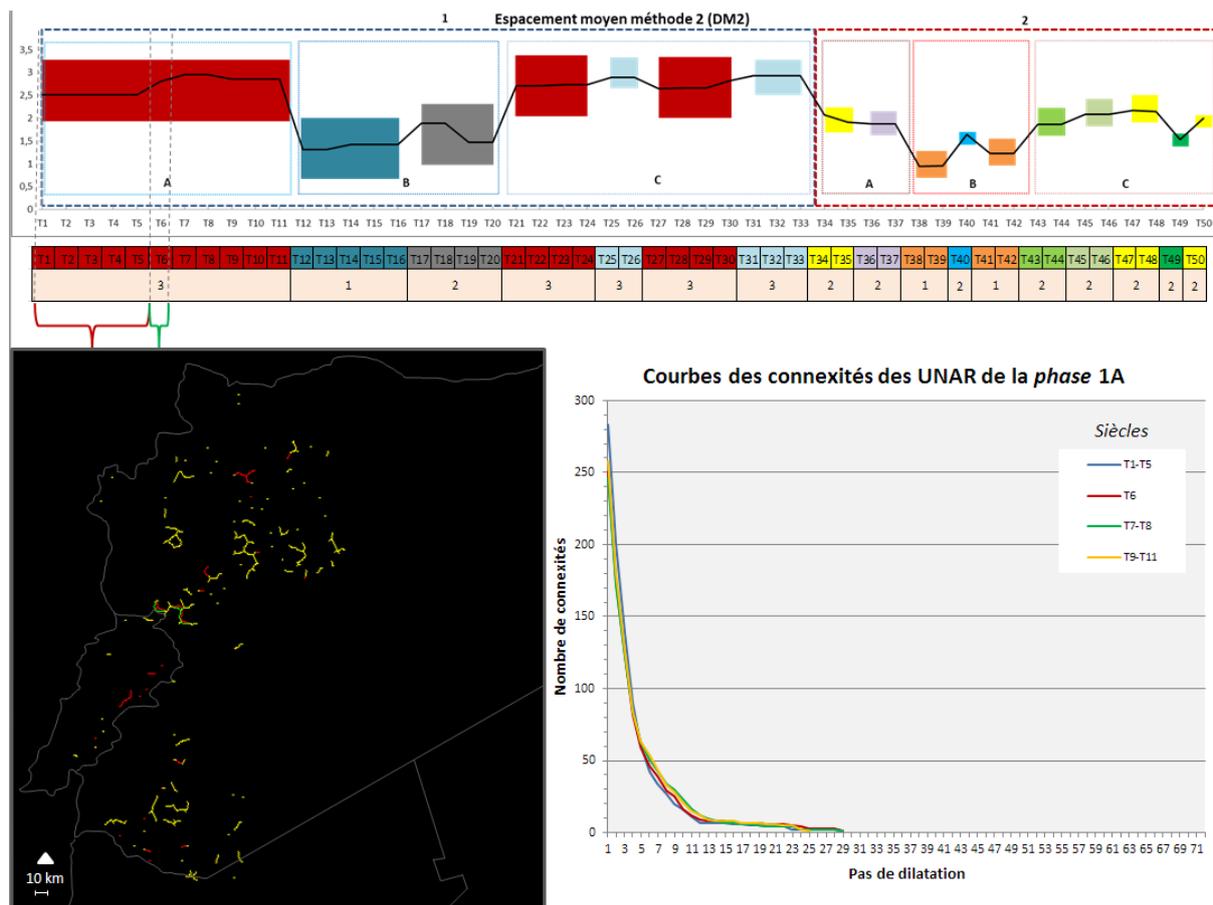


Figure 50 - Résultats des algorithmes perceptuels: comparaison des intervalles temporels 1 à 6 de la méthode 2

Les squelettes réalisés pour la *phase 1A* montrent bien l'homogénéité de la *phase* en termes de structures spatiales : un nombre faible mais constant de sites sur les 11 siècles de la période, peu

distants les uns des autres, et structurés pour la plupart en alignements Nord-Sud. Les trois paliers dans la distribution des sites détectés au cours de l'analyse des courbes de connexités de cette *phase* se retrouvent ici très bien : la majorité (83%) des sites espacés de 1 à 5 km forment les grands alignements Nord-Sud, les 13% espacés de 6 à 10 km gravitent sous forme de points autour de ces grandes structures (le pas de squelettisation ici utilisé étant de 3 km, ces structures n'ont pas été reliées les unes avec les autres), et les 3% restants se situant bien plus en marge de ces structures.

Le passage à la *phase 1B* est matérialisé par une augmentation considérable du nombre de sites, notamment au *temps 1Ba* : le resserrement du peuplement pressenti sur les courbes se manifeste ici par une densification des sites autour des structures déjà détectées à la *phase* précédente, et par l'apparition d'une nouvelle zone de forte densité de sites au long de la frontière libano-syrienne. Le *temps 1Ba* démontre une grande homogénéité, les squelettes des cinq tranches de 100 ans composant ce *temps* se superposant parfaitement. La densité de ces structures baisse au cours du *temps 1Bb* mais les formes se maintiennent, sauf l'alignement détecté à la frontière libano-syrienne qui disparaît totalement lors des deux premiers siècles du *temps 1Bb*, pour réapparaître aux deux suivants.

Le *temps 1Ca* marque le retour à un peuplement moins dense, aux espacements similaires à ceux de la *phase 1A* à laquelle il a été associé sur les graphes de connexités. Mais si les distances entre les points sont similaires entre les deux configurations, les structures spatiales diffèrent, et on détecte à présent un alignement de structures depuis le Sud-Est du Liban jusqu'au Nord-Est de la Syrie, où il se décompose peu à peu en un nuage de petites structures plus éloignées les unes des autres. On note cependant la persistance depuis la *phase 1A* d'une structure circulaire au Sud de la Syrie, au Sud de laquelle gravitent des sites relativement isolés les uns des autres. Le *temps 1Cc* peut, quant à lui, être plus facilement rapproché du *temps 1Ca* auquel il est associé, en termes de structures spatiales, qui semblent se maintenir.

Mais ces deux *temps* similaires sont coupés par le *temps 1Cb* qui matérialise quant à lui une chute considérable dans le nombre de données : seules les structures majeures, au sud et au Centre-Ouest de la Syrie, demeurent. On note en outre, que cette image des structures spatiales au cours de la *phase 1Cb* est très similaire au *temps* qui lui est associé, *1Cd*. Ces structures expliquent l'allongement des distances sur les courbes de connexités, le pavage de sites étant moins régulier, et seules les structures majeures au Centre, au Sud de la Syrie et, dans une moins grande mesure, l'alignement libanais demeurant, les distances entre les sites voisins s'allongent. En outre, la structure circulaire présente au Sud de la Syrie semble commencer à s'affaiblir à partir du *temps 1Cc*, ce qui continue au *temps 1Cd*, pour pratiquement disparaître au passage au *temps 2Aa*.

Le *temps* **2Aa** présente également une grande homogénéité sur les deux siècles qui le constituent : les squelettes de ces deux tranches de 100 ans se superposent parfaitement.

Le *temps* **2Ab** introduit une grande différenciation : alors que les sites libanais disparaissent, ceux du sud de la Syrie réapparaissent (ce qui peut expliquer un total de sites constant au sein de la *phase*). La structure plus vaste au Centre-Ouest de la Syrie se scinde en deux parties, dont seule la plus au Sud demeure. On note en revanche l'apparition de sites isolés au Centre-Est de la Syrie, très éloignés des structures principales : ce phénomène peut expliquer l'allongement du palier final de la courbe des connexités du *temps* 2Ab.

Le resserrement du peuplement et l'augmentation brutale du nombre de sites évoqués plus haut et caractérisant le *temps* **2Ba** se manifestent bien dans les structures spatiales de ce *temps*. Les structures majeures identifiées au Centre-Ouest de la Syrie et au Liban sont ici bien représentées, affichant de surcroît une continuité sans précédent. La concentration au sud de la Syrie s'est également à nouveau renforcée. Cette structure se maintient presque à l'identique au *temps* **2Bc**, associé à celui-ci.

La chute du nombre de sites au *temps* **2Bb** qui entrecoupe les *temps* homogènes 2Ba et 2Bc semble quant à elle due à la disparition totale des sites libanais, et à un affaiblissement considérable de la partie septentrionale de la structure Centrale, qui s'était scindée en deux parts à la *phase* 2A. Il est également surprenant de constater à quel point l'analogie réalisée précédemment entre les *temps* 1Ba et 2Ba et 2Bc se vérifie également dans les structures spatiales, très similaires entre ces moments.

Les *temps* **2Ca** et **2Cb** sont quant à eux marqués par une baisse dans le nombre et la densité de structures, qui s'avèrent en outre pratiquement identiques entre ces deux *temps* : la différence réside dans un affaiblissement de la partie Nord de la structure centrale, qui n'est presque plus visible au *temps* 2Cb. Cette évolution se poursuit jusqu'à ce que cette structure disparaisse totalement au *temps* **2Cc** -les autres structures identifiées sur 2Ca et 2Cb se maintiennent sur ce troisième *temps*. La structure du *temps* 2Cc se retrouve à l'identique sur le dernier *temps* **2Ce** qui lui est associé. Ces deux *temps* sont entrecoupés du *temps* **2Cd** durant un siècle, marquant la réapparition –éclair- de la structure centrale disparue. L'analogie de ces deux *temps* avec le *temps* 2Aa initiant la zone 2, ne se vérifie ici que par la présence forte de l'alignement de sites libanais, et de la partie Sud de la concentration centrale, et d'un nombre de sites équivalent.

Cette étape a permis de questionner morphologiquement la consistance spatio-temporelle des niveaux préalablement construits, et des structures spatiales qu'ils expriment. On constate en effet que les structures identifiées s'organisent majoritairement autour de trois pôles,

correspondant aux zones prospectées par les missions archéologiques : les Marges Arides pour la partie centrale, Le Liban, ainsi que la Syrie du Sud. Cependant, cette configuration « de base » fluctue considérablement au cours du *temps* : ces trois « régions » semblent se construire et se déconstruire au fil du *temps*, et à des rythmes différents. En outre, il semblerait qu'au sein même de ces grandes configurations, l'ancrage spatio-temporel des diverses structures spatiales ne soit pas homogène. L'étape suivante consiste donc à mettre en évidence les divers types de structures et leur ancrage spatio-temporel.

5. IDENTIFICATION DE LA MORPHOLOGIE DES STRUCTURES SPATIO-TEMPORELLES : LES UNITES SPATIO-TEMPORELLES ELEMENTAIRES

5.1 Typologie des profils de structures spatiales détectées : ancrage spatio-temporel des structures

Dès lors, un problème se pose : comment distinguer l'ancrage spatio-temporel des structures au sein d'une même *phase*, d'un même *temps* ? De quelle façon « délimiter » ces structures, si ce n'est par leur taille ? Bien que ce paramètre entre en compte dans cette évaluation, il ne peut constituer l'unique paramètre à prendre en compte : cela reviendrait à postuler que seules les grandes structures sont ancrées dans le temps et dans l'espace, ce qui n'est pas forcément vrai, comme nous l'avons vu dans le cas des sites libanais : ces alignements pourtant considérables peuvent s'avérer extrêmement fluctuants. Or, des structures de plus petite taille peuvent perdurer bien plus que des grandes structures.

En outre, comparer l'« image » des structures spatiales représentatives de chaque *temps* ou *phase* n'est pas non plus la démarche que nous proposons : il ne s'agit pas ici de déconstruire la périodisation initiale pour finir par se rigidifier et se fixer dans une autre approche, même spatiale. Les divers niveaux proposés et élaborés à partir des traitements spatio-morphologiques ne sont que des niveaux d'observation, à partir desquels on interroge et on explore l'espace et le temps. Ils n'ont pour vocation que de voir sous un angle nouveau la chronologie initiale de la base de données et de l'espace étudié, certainement pas à remplacer celle-ci. Toute méthode de construction d'une chronologie, qu'elle soit basée sur des typologies céramiques, sur des structures spatiales ou autre, doit ainsi selon nous être envisagée dans une optique de complémentarité, de valeur ajoutée, d'un éclairage supplémentaire sur un passé incertain. Les niveaux d'observation peuvent donc –doivent– être remis en question, enrichis au fur et à mesure que les questionnements, les réponses –partielles–, et les orientations de la recherche évoluent. Les structures et les dynamiques spatio-temporelles ne doivent ainsi pas ici être considérées simplement dans les modalités de leur passage d'une *phase* à une autre, mais également au sein

d'une même *phase*, d'un même *temps*, afin de ne pas abolir l'idée de durée « à l'intérieur » de ces catégories d'observation.

Cependant, nous ne pouvons nous fier uniquement à la répartition des données par la méthode 2, bien qu'elle soit plus fidèle à la chronologie initiale: par le lissage qu'elle crée, il est impossible de différencier l'ancrage spatio-temporel des structures au sein d'un *temps* ou d'une *phase*, ou de l'un à l'autre de ces niveaux d'observation. Par exemple, il est impossible en regardant les résultats de l'algorithme du graphe perceptuel des cinq premiers siècles de différencier les structures fortes et ancrées dans l'espace, des signaux plus faibles. La démarche proposée est donc de s'appuyer sur la complémentarité entre nos deux méthodes de répartition des UNAR, l'une aléatoire, l'autre cumulée, afin de mettre en évidence le « poids » spatio-temporel des structures spatiales identifiées. La méthode 1 proposant une répartition des UNAR par siècle, ce sont les résultats des squelettisations réalisées à partir de ces données qui nous permettront d'identifier et de pondérer les structures détectées par les squelettisations réalisées avec la méthode 2. La méthode 1 peut donc agir comme un filtre au travers duquel on distingue les organisations spatiales qui sont fortement ancrées -qui se retrouvent à chaque siècle au sein d'un *temps*, d'une *phase*- et celles qui apparaissent et disparaissent de façon plus sporadique. Ainsi, en considérant simultanément les résultats des algorithmes des graphes perceptuels des deux méthodes pour un même intervalle temporel, nous avons pu identifier plusieurs profils de structures, comme le montre la Figure 51 :

- Les « grandes » structures fortement ancrées dans l'espace et le temps: celles qui sont représentées par les deux méthodes de répartition ;
- Les structures « moyennement » ancrées dans l'espace et le temps ;
- Les signaux faibles : structures exprimées par une seule méthode de répartition. Petites structures, assez variables dans l'espace et dans le temps, recelant peut-être de la connaissance nouvelle.

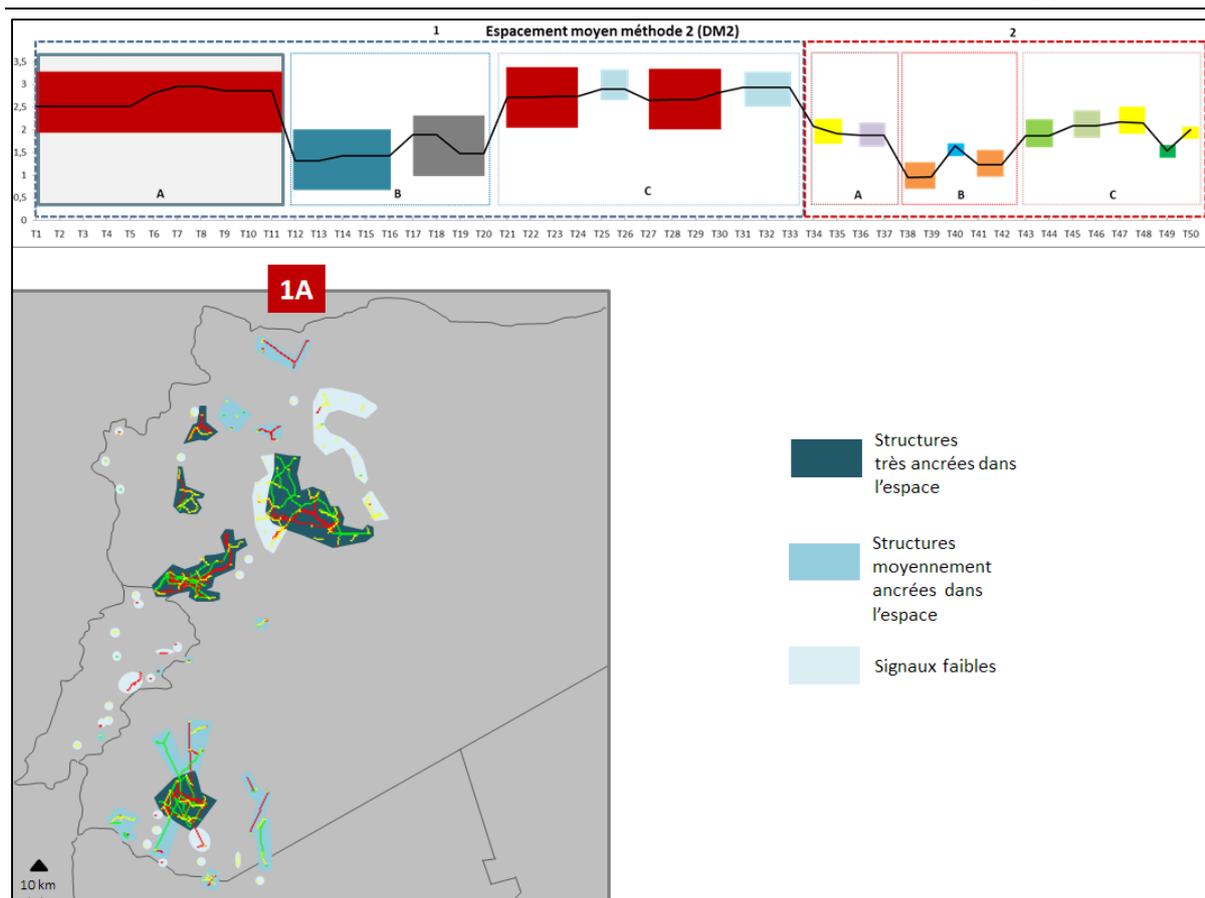


Figure 51 - Typologie des profils de structures pour le niveau 1A

Afin de mieux percevoir le changement spatio-temporel, nous avons superposé les zones d'un *temps* avec les limites des *temps* de la période antérieure (en pointillés sur la Figure 52).

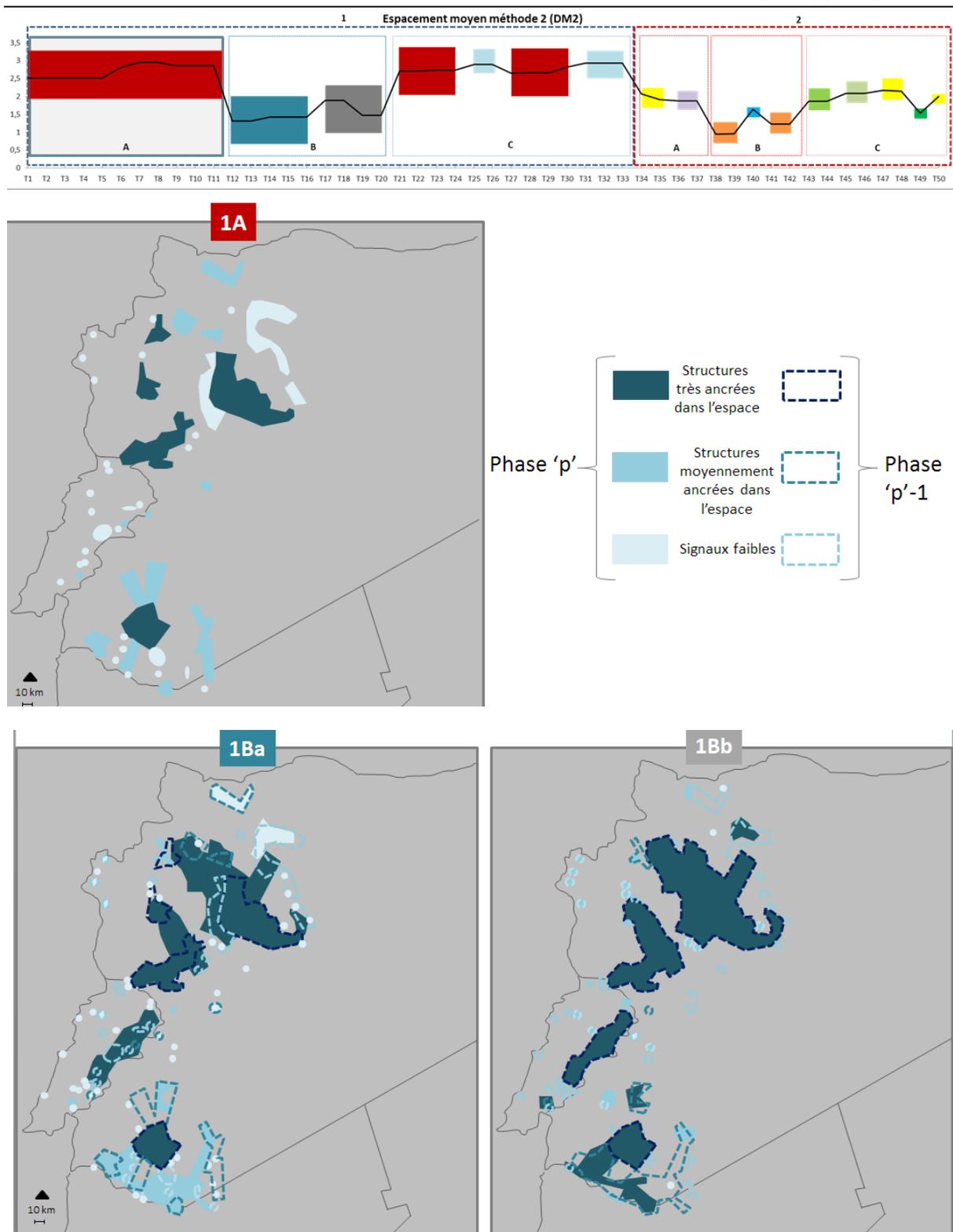


Figure 52 - Changements dans les profils de structures spatio-temporelles de la phase 1A à la phase 1B

La Figure 52 constitue un extrait de l'animation destinée à visualiser les changements dans les profils de structures spatio-temporelles entre chaque temps et chaque phase, et proposée dans la

Séquence 3 de la vidéo évoquée plus haut et disponible au lien suivant : <https://medihal.archives-ouvertes.fr/medihal-01259661>

Le commentaire qui suit décrit ces structures, ou plus précisément, les « aberrations » que l'on y trouve et qui pourraient souligner des artefacts dans les données -montrant ainsi leur impact dans les structures spatiales observées.

- **1A** : le vide dans la zone du Liban et en périphérie nord provient certainement de la difficulté de préciser les chronologies du Bronze ancien I, II et III. Les quelques points qui apparaissent en signal, se précisent cependant par la suite (1Ba) pour le Liban et pour le sud de la Syrie.
- Pour les Marges Arides au Nord-Est, on constate assez nettement un phénomène d'extension correspondant au Bronze Ancien IV (**1Ba**) et globalement une continuité au Bronze Moyen 1 (**1Bb**) qui paraît un peu artificielle et pourrait possiblement venir du grand nombre de sites datés du Bronze Moyen « indéterminé ».
- **1Ca, 1Cb** : la faiblesse en structures s'explique par une difficulté de datation due à l'attribution de la date « Bronze Moyen » et « Bronze Récent » sans plus de précision ; on observe le même phénomène pour l'âge du Fer (**1Cc**).
- **1Cd, 2Aa** : datation difficile séparant mal le Fer III du début de la période hellénistique.
- **2Ab** : le vide dans le Nord-Est sans doute dû là encore à une mauvaise connaissance de la céramique du 1^{er}s av. J.-C. (alors qu'au sud on a beaucoup plus de repères). Il semblerait que l'on puisse passer pour le Nord directement de 2Aa à 2Ba l'effet de vide de 2Ab n'ayant pas de grande signification.
- **2Bb** : le vide du Liban est dû à une mauvaise borne de datation qui exclut le troisième siècle. Il ne faut donc reprendre pour le Liban que les données de la plaine de la Bekaa pour les *phases* 2B et 2C (pour les autres régions du Liban, les dates Byzantin et Islamique n'ont pas été enregistrées).

5.2 Interprétation et synthèse des résultats obtenus

Cette typologie des structures spatiales détectées à l'aide de l'algorithme du graphe perceptuel, avec l'aide des deux méthodes de répartition des UNAR, nous a permis de mettre en évidence :

- Les grands changements / les périodes de continuité sur l'ensemble de la zone et des périodes, afin d'en avoir une vue d'ensemble.

- Des zones pouvant constituer des cas d'étude, des échelles particulières : à la fois des grandes structures, mais aussi de façon moins évidente, des « signaux faibles », moins souvent étudiés, plus souvent considérés comme du bruit que des structures à part entière.
- Les cas « aberrants » : des lieux et des moments où l'on subodore un « trou » dans les données. Cela permet de mettre en évidence et donc de contourner ce qui pourrait être source d'erreurs et de fausses interprétations.

Cette démarche a en fait permis de réintroduire l'idée de mouvement et de nuancer l'apparente « stabilité » interne des périodes de la chronologie, par la notion d' « ancrage spatio-temporel » des structures. Cela nous montre également l'impact des choix réalisés dans la constitution des bases de données, et l'impact des artefacts sur les structures spatiales. La Figure 53 synthétise le raisonnement et les traitements effectués au cours de cette étape.

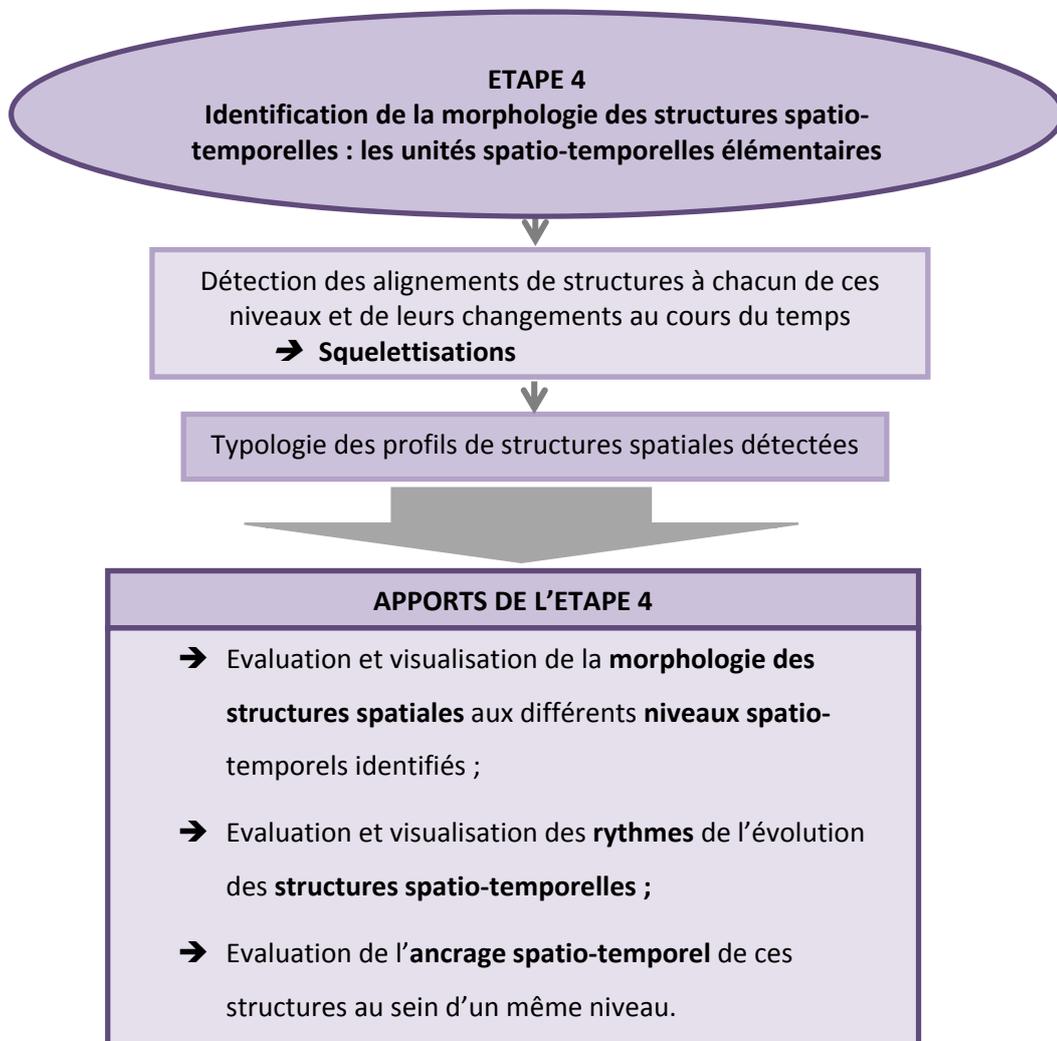


Figure 53 - Synthèse des opérations et des apports de la quatrième étape des traitements

D'un point de vue pratique, ce système permet une observation des structures et des dynamiques spatio-temporelles dans la longue durée, en réduisant le nombre de cartes à manipuler.

Nous observons également qu'en « sacrifiant » une précision temporelle maximale, écartée à ce stade de l'étude, on peut faire l'hypothèse d'une plus grande fiabilité de l'appartenance des UNAR aux *temps* identifiés, qui regroupent plusieurs sous-périodes. Le jeu entre précision et fiabilité (Figure 54) peut donc être testé en toute conscience par l'analyste, qui peut choisir, en fonction des aspects qu'il souhaite mettre en lumière et de ses échelles d'étude, de favoriser la fiabilité de ses observations, ce qui s'accompagne d'une baisse de la précision (démarche adoptée dans la partie 2 de cette étude), ou de chercher une précision maximale –ce qui doit s'accompagner d'une démarche de quantification et de visualisation de l'incertitude créée par la baisse de la fiabilité engendrée (démarche qui sera adoptée dans la partie 3 de cette étude).

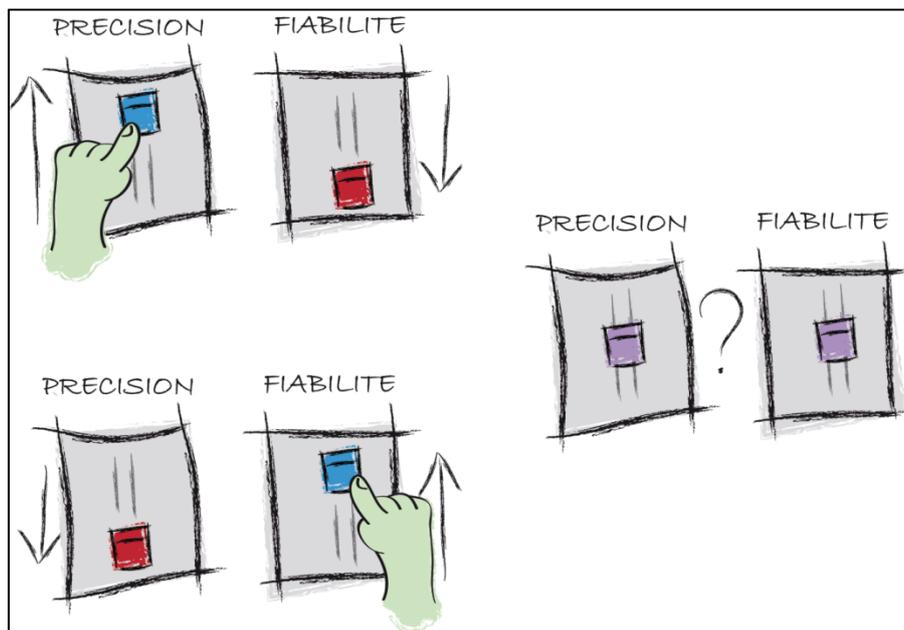


Figure 54 - Le jeu entre précision et fiabilité (Fusco, J. 2015)

Parallèlement, l'identité des « unités spatiales élémentaires » sur lesquelles se basent généralement les raisonnements en archéologie est le plus souvent définie à partir de zones bioclimatiques (les « Marges Arides ») ou de la position géographique de ces espaces (la « Syrie du Sud »), au sein de zones de prospection constituant elles-mêmes déjà des cadres d'étude à part entière. S'il est très difficile de s'affranchir des régions constituées par les zones de prospection –tout comme il est très difficile de s'affranchir des périodisations déjà établies- constituant des cadres d'étude *a priori*, le but était ici de remettre ces régionalisations en question en ne se basant pas sur des critères environnementaux mais sur les structures spatiales formées par la position des sites archéologiques. Il s'agit donc simplement de changer de point de vue sur la constitution des objets d'étude, en les envisageant de manière dynamique : les objets d'étude portent ainsi en eux-mêmes, intrinsèquement, une dimension évolutive, spatio-temporelle. Il ne s'agit donc plus d'observer le changement s'opérant dans les limites d'un objet statique d'une période à l'autre

(l'évolution de la « Syrie du Sud » au cours du temps par exemple) mais de considérer que chaque période-région est porteuse, en soi, de son propre objet d'étude.

Il convient cependant de rappeler que les données nous ayant permis d'élaborer ces périodes-régions sont empreintes de diverses formes d'incertitude. L'expérimentation qui suit a donc pour objectif de proposer une démarche d'intégration de l'incertitude dans les régionalisations réalisées, et ainsi d'observer les différences introduites par la prise en compte de cette dimension.

6. APPORT D'UNE PRISE EN COMPTE DE L'INCERTITUDE DANS LA DETECTION DES STRUCTURES SPATIO-TEMPORELLES : PROCEDURE D'ANALYSE SPATIO-MORPHOLOGIQUE EN CONTEXTE INCERTAIN

Les données sur lesquelles se basent ces divers traitements sont, comme nous l'avons montré sous différents aspects dans les chapitres 3, 4 et 5 de cette étude, empreintes de diverses formes d'incertitude. L'objectif est ici de passer de la visualisation de l'incertitude proposée précédemment à une intégration de cette dimension dans les traitements d'analyse spatiale, afin de questionner la morphologie, voire l'existence des structures spatio-temporelles détectées précédemment (Figure 55).

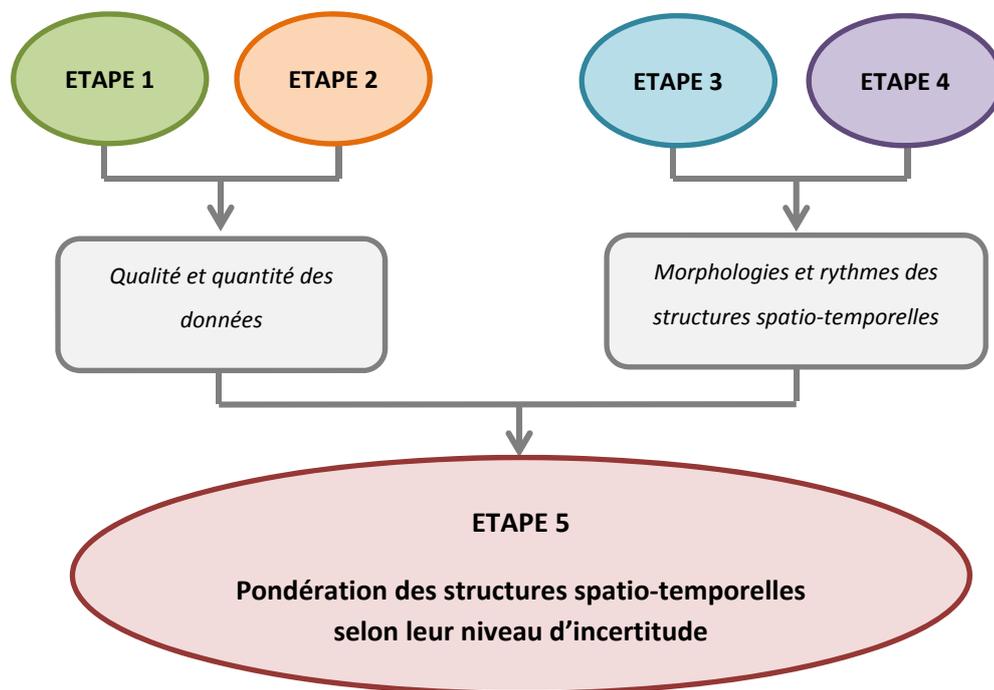


Figure 55 - Chaînage et objectifs des cinq premières étapes de l'étude

La dimension d'incertitude choisie pour cette nouvelle représentation concerne ici l'intensité de la prospection archéologique de la zone étudiée : cet espace n'ayant pas été prospecté de façon homogène, par des outils et une minutie similaires, la qualité spatiale des données est empreinte

de cette hétérogénéité. Ces dernières ne doivent donc pas contribuer à l'élaboration des structures spatiales avec le même poids.

Nous disposons, afin de renseigner cette dimension d'incertitude, de la carte élaborée par les archéologues du programme PaléoSyr attestant des divers niveaux de qualité de la prospection archéologique de la zone étudiée (Figure 15). Cette information étant disponible sous forme de couche SIG, chaque UNAR s'est ainsi vue attribuer un niveau d'incertitude inhérent à la prospection de la zone dans laquelle elle est située.

Il convient de préciser que la fiabilité de la datation, niveau d'incertitude temporelle également disponible pour chaque UNAR, n'a pas été mobilisée à cette étape de l'étude, ou plutôt, à cette échelle spatio-temporelle : le regroupement des UNAR en différents « temps » effectué précédemment, en diminuant la précision de la datation au profit d'une dimension typologique et morphologique, diminue de fait l'incertitude attachée à la fiabilité de cette datation. Ce niveau d'incertitude sera ainsi mobilisé à une échelle spatio-temporelle plus fine, où l'augmentation de la précision temporelle s'accompagne inévitablement d'une baisse de la fiabilité de ce paramètre, et donc de la nécessité de prendre cette donnée en compte dans les analyses.

Six niveaux d'incertitude spatiale, décrits sur la Figure 15 (partie I, chapitre 3), du plus fort (non prospecté) au plus faible (prospection systématique détaillée) sont donc mobilisés dans cette analyse. La technique employée afin de visualiser l'impact de ces niveaux d'incertitude dans les structures spatiales détectées consiste à séparer en six images différentes les UNAR en fonction de leur appartenance à l'un des six niveaux de prospection (Figure 56).

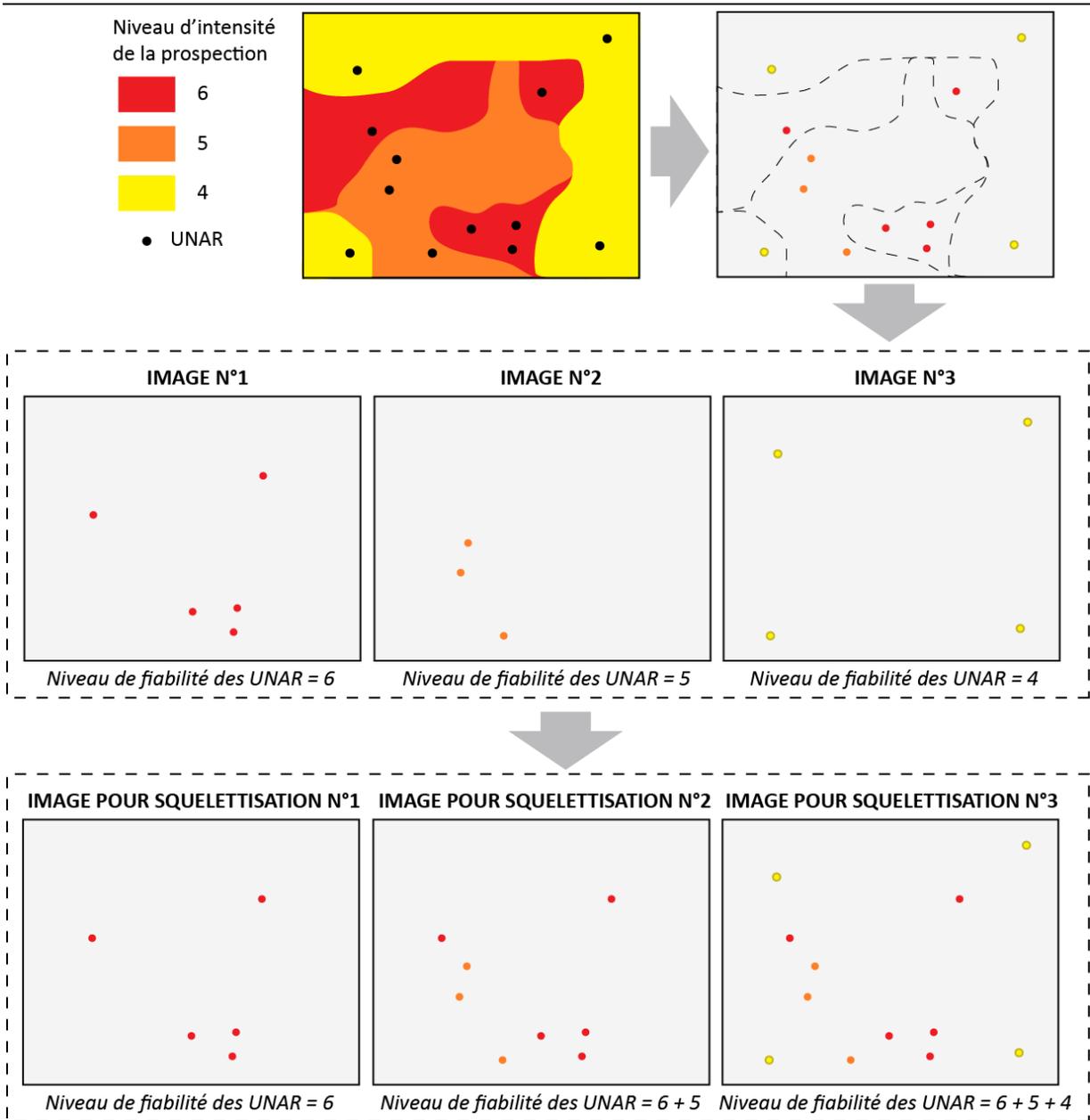
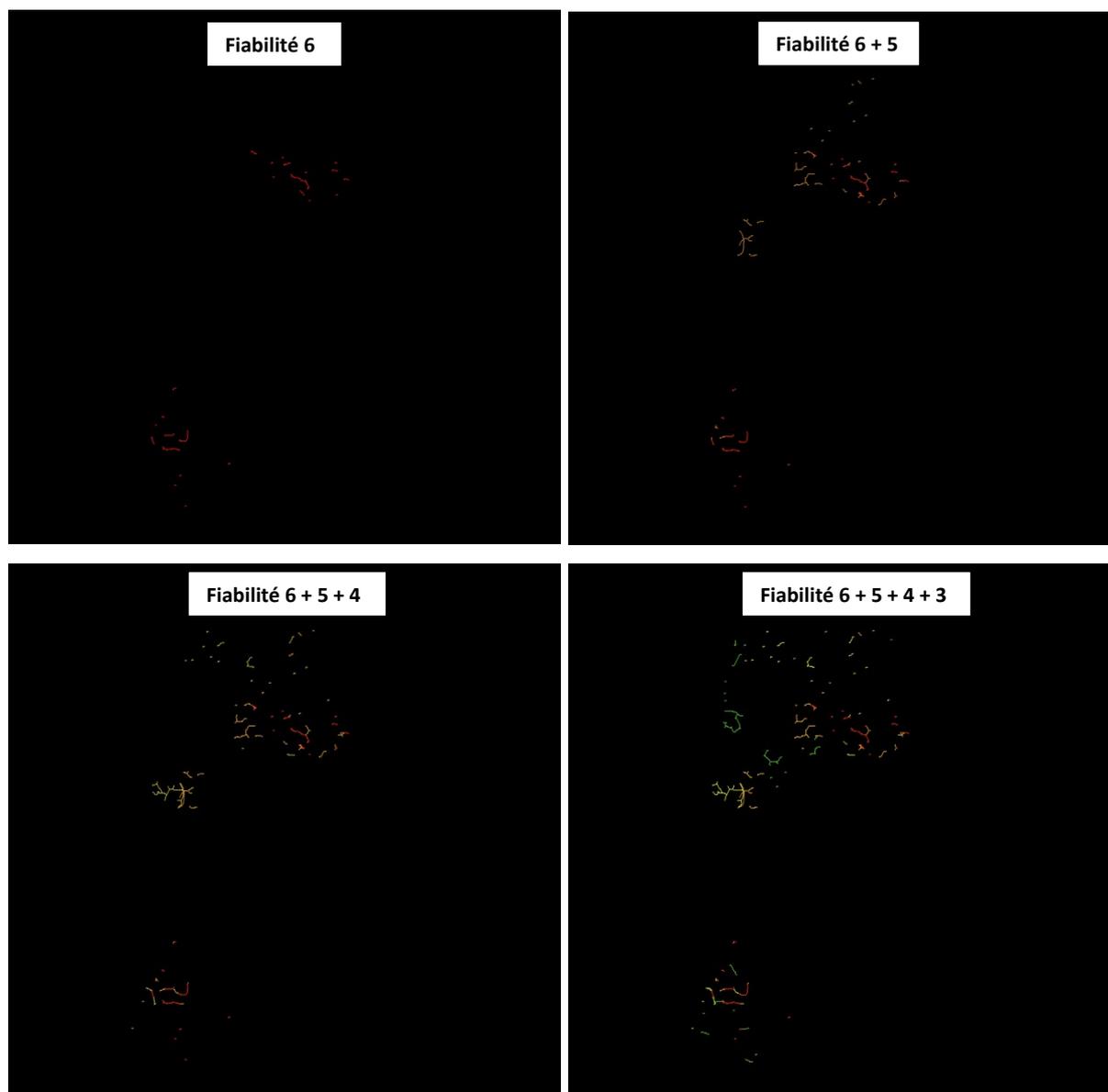


Figure 56 - Préparation des images nécessaires à la squelettisation intégrant les niveaux de fiabilité de la prospection

Les squelettisations réalisées représenteront donc successivement les alignements de structures créées par les UNAR les plus fiables, puis celles créées par les UNAR les plus fiables et celles l'étant un peu moins, et ainsi de suite jusqu'à épuisement des six niveaux de fiabilité de la prospection (Figure 57).

Cette procédure a été réalisée pour chaque *temps* (1A, 1Ba, 1Bb...) identifié précédemment, afin de comparer les résultats obtenus aux « régions » identifiées précédemment, ou plutôt, d'éclairer les régions constituées à la lumière de ces nouvelles informations.

Les « régions » détectées précédemment ont donc pu être enrichies de ce nouveau niveau de connaissance sur la fiabilité des données ayant permis de les constituer. Les structures non colorées sur la Figure 57 correspondent aux zones qui ne sont pas renseignées sur les cartes des niveaux d'intensité de la prospection, et pour lesquelles nous ne disposons donc pas de l'information relative à leur incertitude.



(Suite de la figure page suivante)

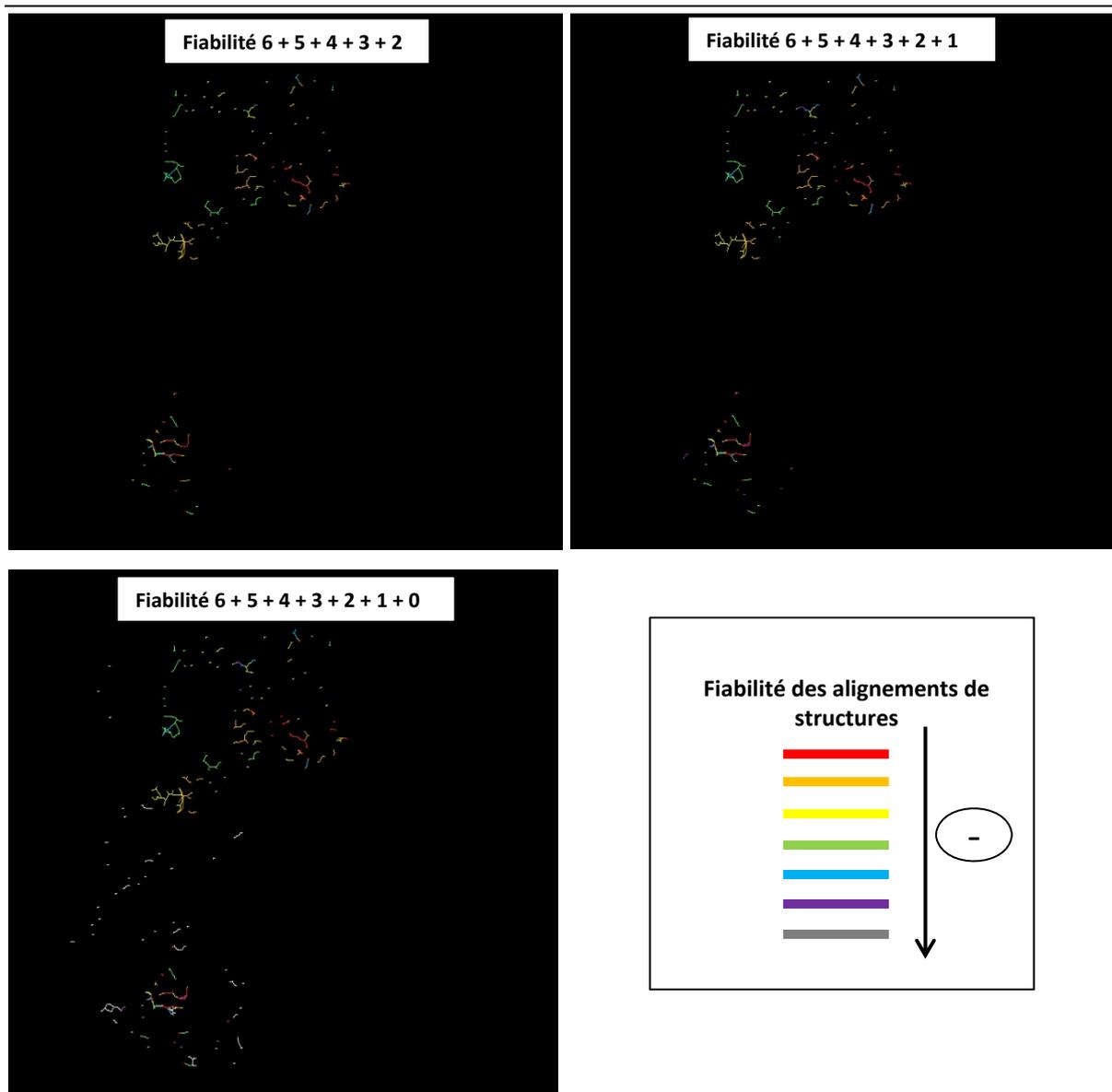


Figure 57 - Enchaînement des squelettisations en fonction du niveau de fiabilité de la prospection pour le *temps 1A*

La Figure 58 montre le passage des unités spatio-temporelles détectées précédemment (**Séquences 1, 2 et 3** de la vidéo) aux unités spatio-temporelles *floues*, et a été élaborée à partir d'un extrait de la dernière animation proposée, constituant la **Séquence 4** de la vidéo (disponible au lien suivant : <https://medihal.archives-ouvertes.fr/medihal-01259661>), destinée à visualiser l'évolution spatio-temporelle des profils de structures *floues* détectées.

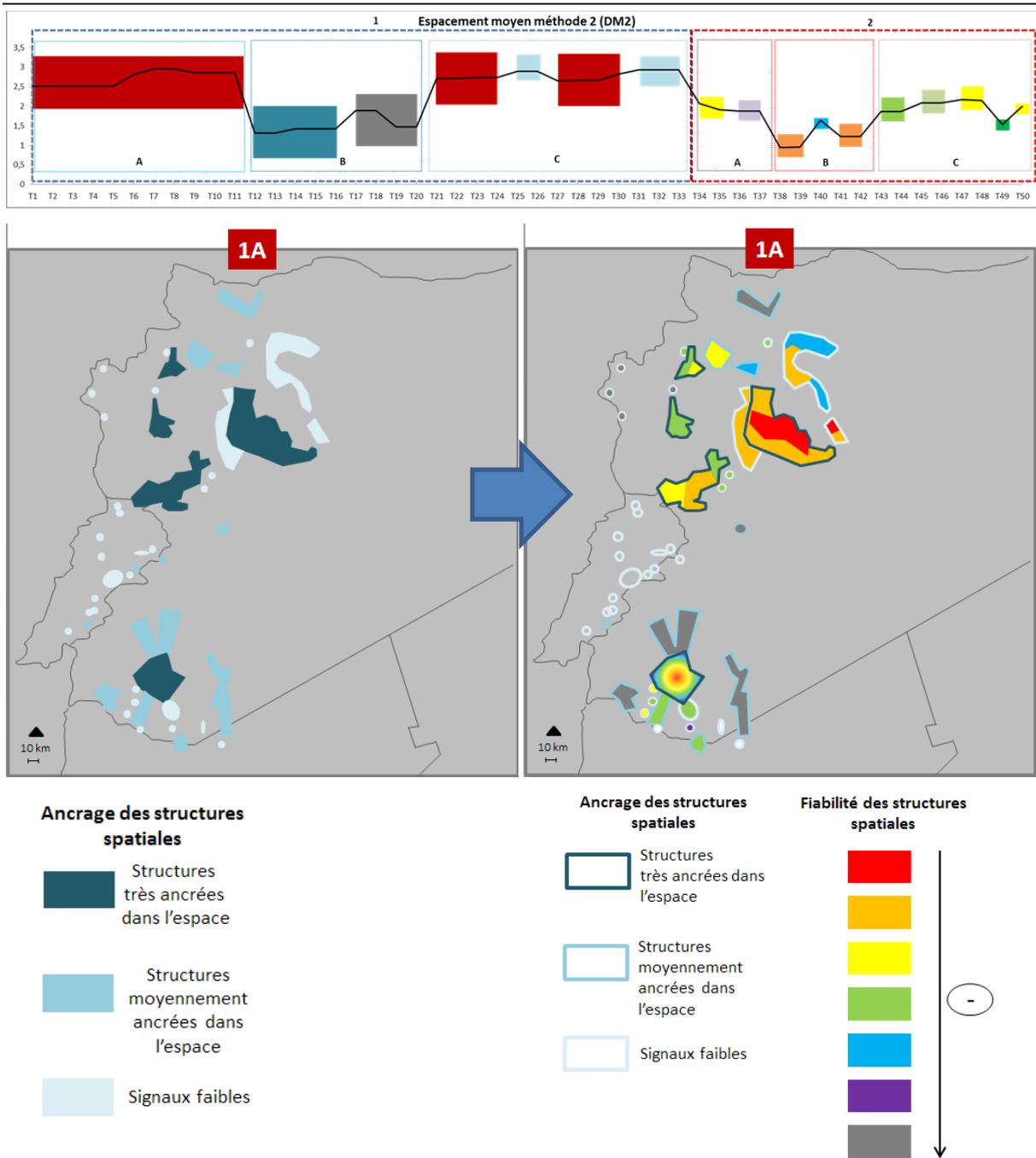


Figure 58 - Ajout de la dimension d'incertitude aux unités spatio-temporelles : les unités spatio-temporelles *floues*

Cette démarche permet de visualiser directement dans les structures spatiales détectées, l'incertitude des données ayant contribué à les élaborer. Ainsi, si les zones d'intensité de la prospection ne varient pas dans le temps et ne peuvent être visualisées que de manière statique, les données et donc, les structures spatiales auxquelles elles contribuent, elles, présentent une grande variabilité spatio-temporelle. La démarche élaborée permet donc de visualiser l'information contenue dans les cartes des niveaux de prospection dans leur influence sur les

structures et les dynamiques spatio-temporelles du peuplement à l'échelle de la zone couverte par la base de données.

L'approche de régionalisation qui est ici menée s'inscrit dans le cadre et la philosophie de l'« espace géographique flou » tel qu'il est défini par Christiane Rolland-May (1984, 1987, 1996) à partir de la théorie des sous-ensembles flous introduite par Zadeh (1965, 1968). Dans le cadre de cette théorie, Christiane Rolland-May différencie le « cœur » de l'espace géographique flou, c'est-à-dire « le sous-espace qui lui appartient entièrement et sans ambiguïté » (Rolland-May, 1987) et les « franges », « représentées par le sous-ensemble dont les composantes appartiennent plus ou moins à cet espace » (Rolland-May, 1987), c'est-à-dire les *limites floues* de l'espace géographique (Figure 59).

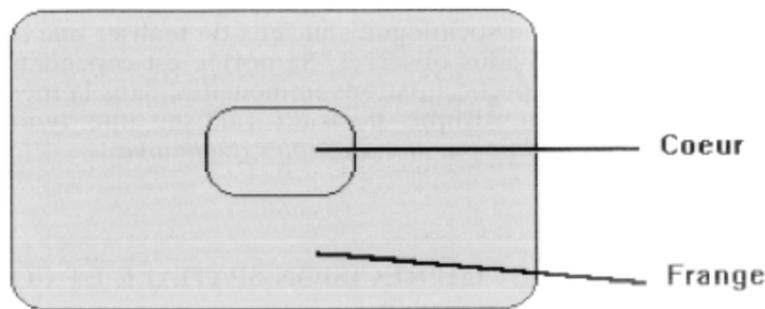


Figure 59 - Configuration d'un espace géographique flou (Rolland-May, 1996)

Ici, le « cœur » et les « franges » ne peuvent toutefois pas être définis de manière aussi catégorique. En effet, si le niveau maximum de fiabilité peut être considéré comme le « cœur » de l'espace géographique, et le niveau minimum comme les « franges », entre les deux se déclinent diverses structures spatiales « plus ou moins fiables » dont l'appartenance à l'une ou l'autre catégorie n'est pas si évidente que cela. La configuration de l'espace géographique flou se présente ainsi, dans notre cas, plus sous une forme de gradient que dans une distinction binaire.

CONCLUSION

Le cheminement adopté dans cette étape de la recherche consistait à la fois à proposer une image claire, globale et synthétique d'une base de données archéologique très hétérogène dans ses niveaux de qualité des données, et concernant une vaste zone géographique et étendue de temps, et à en proposer un angle de vue original, tentant de s'extraire des carcans de la périodisation et de la régionalisation sous forme de « missions », en abordant cette problématique sous l'angle des structures spatio-temporelles *floues*.

Il serait inapproprié d'affirmer que cet objectif d'« affranchissement » des carcans spatiaux et temporels qui conditionnent les études d'archéologie est ici atteint : il nous semble en fait, au terme de cette étape, que tant que les typologies établies dans la datation des UNAR et des sites qui y sont associés seront aussi rigides, toute perception des dynamiques spatio-temporelles des systèmes de peuplement passés ne pourra véritablement s'effectuer que sous forme de « bonds » dans le temps, en passant d'une période à l'autre de façon extrêmement artificielle, empêchant la perception subtile des processus sous-jacents. L'incertitude ne devrait peut-être pas être considérée uniquement *a posteriori* comme c'est presque toujours le cas aujourd'hui en archéologie (et en géographie), mais devrait être intégrée dès la collecte des données non seulement comme un attribut de l'artefact, de l'UNAR ou du site en question (au même titre que sa taille ou ses matériaux de construction par exemple) mais comme le point de vue, voire la philosophie à partir desquels on considère les données. Farinetti et al. (2004) énoncent dans cette logique que « we therefore should deal with the degree of uncertainty since the beginning of the processing of our collected datasets, and therefore at the sherd database level, as we saw, in order to get less biased results at the end of the process ».

Le travail effectué ici soulève certes sans doute plus de questions qu'il n'apporte de réponses ; il constitue en outre une approche possible d'évaluation du cadre interprétatif nécessaire à leur formulation tout en ayant conscience de ce qu'elles impliquent en termes d'incertitude spatiale, temporelle et thématique.

Notre démarche allant toujours « du général au particulier », et dans le but d'évaluer la portée locale des informations produites, nous allons à présent explorer une zone particulière de l'espace étudié jusqu'ici –qui sera choisie à partir des régionalisations spatio-temporelles *floues* élaborées au cours de la partie II. Le changement d'échelle impliquant forcément des questionnements plus précis et de nature thématique, il s'agira alors de développer une chaîne de raisonnement *dans* l'incertitude, depuis la description des structures spatiales du peuplement et de ses dynamiques jusqu'à la modélisation des « passés possibles », dont les variations dépendent autant des critères en entrée que des niveaux spatio-temporels et d'incertitude mobilisés pour leur élaboration.