



**HAL**  
open science

# Saisir le temps. Usages archéologiques de l'analyse de graphes

Clara Filet, Sébastien Plutniak

► **To cite this version:**

Clara Filet, Sébastien Plutniak. Saisir le temps. Usages archéologiques de l'analyse de graphes. Analyse de réseaux et complexité, CNRS, Sep 2018, Cargèse, France. hal-01907793

**HAL Id: hal-01907793**

**<https://hal.science/hal-01907793>**

Submitted on 29 Oct 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# SAISIR LE TEMPS

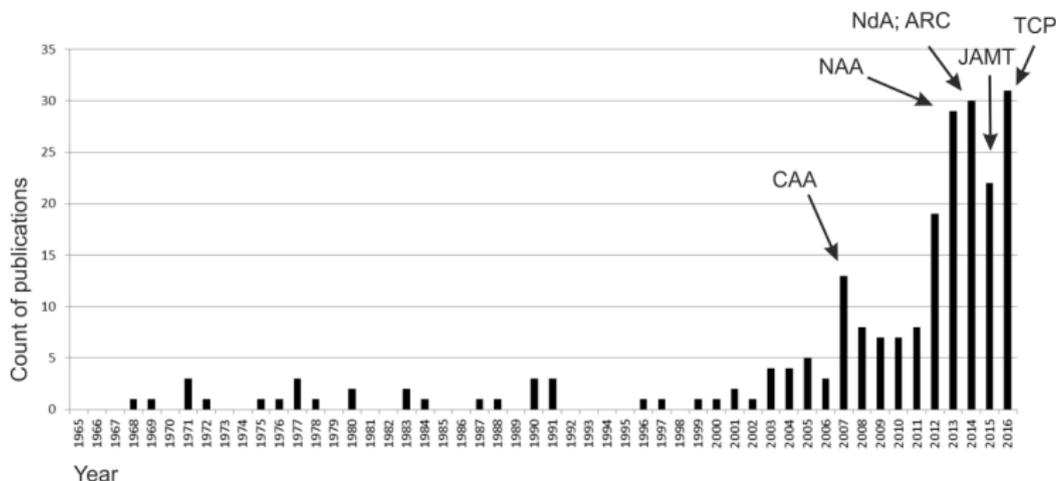
USAGES ARCHÉOLOGIQUES DE L'ANALYSE DE GRAPHES

Clara FILET<sup>1</sup> Sébastien PLUTNIAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UMR AOROC 8546 & ARSCAN 7041 Panthéon Sorbonne

<sup>2</sup>LISST-CERS UMR 5193 & École française de Rome

École thématique « Analyse de réseaux et complexité »,  
27 Septembre 2018 Cargèse



Fréquences des publications de recherches sur les « réseaux archéologiques » par année.

BRUGHMANS ET PEEPLES 2017. « Trends in Archaeological Network Research : a Bibliometric Analysis ».

### OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

- 1 identifier d'éventuelles spécificités des recours à l'analyse de graphe en archéologie ;
- 2 compte tenu du fait que l'archéologie traite de phénomène étendus dans le temps, préciser l'intégration de la dimension temporelle dans ces recours.

On ne se limitera pas aux recours SNA mais on envisagera plus largement les recours aux analyses de graphes.

L'archéologie traite bien de temps... pourtant les archéologues n'observent pas de processus (absence de dimension temporelle donnée).



Çatalhöyük, Turquie, 2012



Abri Paimbumkanja, Papouasie  
Nouvelle-Guinée, 2018

- 1 INTRODUCTION : DES « RÉSEAUX ARCHÉOLOGIQUES ? »
- 2 SÉMANTIQUE DE GRAPHES ARCHÉOLOGIQUES
- 3 LA DIMENSION TEMPORELLE DANS LES ANALYSES
- 4 CONCLUSION

Quelques distinctions simples.

|          |                       | La dimension temporelle est :            |   |
|----------|-----------------------|--|---|
|          |                       | donnée                                   | inférée                                     |
| Distance | abstraite<br>spatiale | similarité par pas de temps<br>transport | cladistique<br>stratigraphie, fragmentation |

- 1 INTRODUCTION : DES « RÉSEAUX ARCHÉOLOGIQUES ? »
- 2 SÉMANTIQUE DE GRAPHS ARCHÉOLOGIQUES
- 3 LA DIMENSION TEMPORELLE DANS LES ANALYSES
- 4 CONCLUSION

### 1 INTRODUCTION : DES « RÉSEAUX ARCHÉOLOGIQUES ? »

### 2 SÉMANTIQUE DE GRAPHES ARCHÉOLOGIQUES

- Des distances abstraites
- Des distances spatiales absolue
- Des positions (spatiales) relatives

### 3 LA DIMENSION TEMPORELLE DANS LES ANALYSES

### 4 CONCLUSION

#### 1 INTRODUCTION : DES « RÉSEAUX ARCHÉOLOGIQUES ? »

#### 2 SÉMANTIQUE DE GRAPHES ARCHÉOLOGIQUES

- Des distances abstraites
- Des distances spatiales absolue
- Des positions (spatiales) relatives

#### 3 LA DIMENSION TEMPORELLE DANS LES ANALYSES

#### 4 CONCLUSION

# UN CAS PRÉCOCE ET AMBIGU : INTERACTIONS ENTRE MARCHANDS ASSYRIENS



GARDIN ET GARELLI 1961. « Étude des établissements assyriens en Cappadoce par ordinateur ».

## UN CAS PRÉCOCE ET AMBIGU : INTERACTIONS ENTRE MARCHANDS ASSYRIENS

- détection de groupements denses de sommets (cliques);
- détection de cycles;
- automatisation des calculs;
- visualisation;
- prise en compte de la dimension temporelle.

| Marchands       | A.T | P.E | SA | AM.S | A.T | A.F | AM.S | E.T | ET | TK |
|-----------------|-----|-----|----|------|-----|-----|------|-----|----|----|
| ASSUR - TAB     |     | 1   | 0  | 0    | 0   | 0   | 0    | 1   | 0  | 1  |
| PUSRU - EIN     | 1   |     | 1  | 1    | 1   | 1   | 0    | 1   | 1  | 0  |
| LACIPUM         | 0   | 1   |    | 1    | 0   | 1   | 0    | 1   | 1  | 0  |
| AUVR - ISHTAR   | 0   | 1   | 1  |      | 1   | 1   | 1    | 1   | 1  | 1  |
| ASSUR - TAKLAKU | 0   | 1   | 0  | 1    |     | 1   | 0    | 0   | 0  | 1  |
| ASSUR - PA'DA   | 0   | 1   | 1  | 1    | 1   |     | 1    | 0   | 0  | 0  |
| ASSUR - INIPTI  | 0   | 0   | 0  | 1    | 0   | 1   |      | 0   | 0  | 0  |
| IM (I) D-ILUM   | 1   | 1   | 1  | 1    | 0   | 0   | 0    |     | 1  | 0  |
| HINA            | 0   | 1   | 1  | 1    | 0   | 0   | 0    | 1   |    | 0  |
| TARIM-KUBIN     | 1   | 0   | 0  | 1    | 1   | 0   | 0    | 0   | 0  |    |

Fig. 7. — Exemple d'un tableau de relations entre dix marchands. Les « cliques » extraites de ce tableau seraient les suivantes : C1 : Amur-Ishtar, Im(i)-ilum, Pusru-Kin, Hinā, Lakipum — C2 : Amur-Ishtar, Amur-Taklaku, Pusru-Kin — C3 : Im(i)-ilum, Pusru-Kin, Amur-Taklaku, Tarim-Kubin n'entre dans aucune clique.

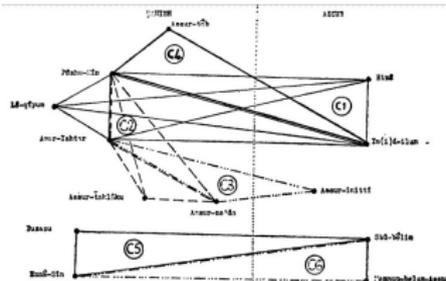
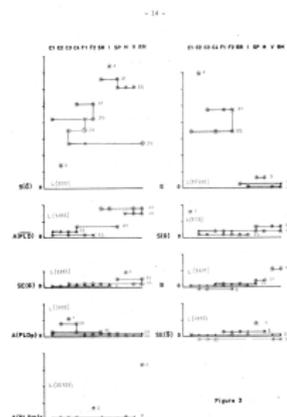


Fig. 10. — Premier essai de représentation graphique du réseau. Pour quatre cliques seulement (C1 à C4); le tableau est déjà peu lisible; ce genre de schéma ne peut être retenu que pour marquer les relations entre un petit nombre d'individus, et non entre les groupes qu'ils constituent. Noter cependant l'« isolé » (C5-C6), par rapport aux quatre cliques précédentes. Les noms ne sont donnés sur cette figure qu'à titre illustratif; dans le schéma réel, chacun est accompagné si possible d'une indication patronymique, obtenue après l'étude des homonymes.

## UNE MESURE DE (DIS)SIMILARITÉ

$\lambda(\overline{PLD})$

|    | I | SR | RM | V | M | SP | C4 | C2 | C3 | F2 | C1 | F1 |
|----|---|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| I  | o | .  | .  | S | H | H  | H  | H  | H  | H  | H  | H  |
| SR | . | o  | .  | : | H | H  | H  | H  | H  | H  | H  | H  |
| RM | . | .  | o  | . | S | H  | H  | H  | H  | H  | H  | H  |
| V  | S | :  | .  | o | . | H  | H  | H  | H  | H  | H  | H  |
| M  | H | H  | S  | . | o | H  | H  | H  | H  | H  | T  | H  |
| SP | H | H  | H  | H | H | o  | .  | T  | S  | S  | H  | H  |
| C4 | H | H  | H  | H | H | .  | o  | .  | .  | .  | T  | T  |
| C2 | H | H  | H  | H | H | T  | .  | o  | .  | .  | S  | S  |
| C3 | H | H  | H  | H | H | S  | .  | .  | o  | .  | .  | T  |
| F2 | H | H  | H  | H | T | S  | .  | .  | .  | o  | .  | .  |
| C1 | H | H  | H  | H | H | T  | S  | .  | .  | .  | o  | .  |
| F1 | H | H  | H  | H | H | T  | S  | :  | .  | .  | .  | o  |



## Réseaux d'homogénéités de G. Laplace.

LAPLACE 1978. « Analyse matricielle de la contingence. Niveaux et réseaux d'homogénéité », p. 7 et 11.

## UNE MESURE DE (DIS)SIMILARITÉ

## Réseaux d'homogénéités de G. Laplace.

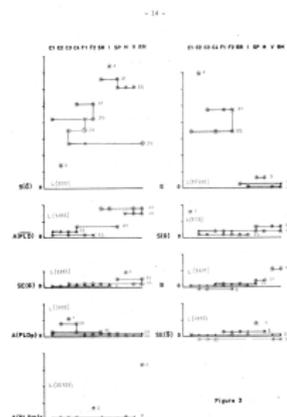
- 12 sites préhistoriques italiens, 13743 objets lithiques taillés, répartis en 9 types ;
- il s'agit « sous l'hypothèse phylétique, de définir une dynamique structurale par la détermination des différences significatives de mouvements évolutifs. » (p. 13) ;
- test khi2, indicateur d'écart khi2 ou  $\chi^2$  : présentation tabulaire et graphique, dénominations « singletons / niveau / réseaux d'homogénéités » ;
- comparaison avec approche classificatoire (ultramétrique inférieure max).

LAPLACE 1978. « Analyse matricielle de la contingence. Niveaux et réseaux d'homogénéité », p. 7 et 11.

## UNE MESURE DE (DIS)SIMILARITÉ

$\lambda(\overline{PLD})$

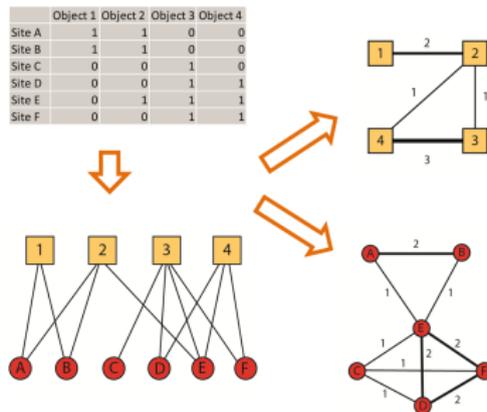
|    | I | SR | RM | V | M | SP | C4 | C2 | C3 | F2 | C1 | F1 |
|----|---|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| I  | o | .  | .  | S | H | H  | H  | H  | H  | H  | H  | H  |
| SR | . | o  | .  | : | H | H  | H  | H  | H  | H  | H  | H  |
| RM | . | .  | o  | . | S | H  | H  | H  | H  | H  | H  | H  |
| V  | S | :  | .  | o | . | H  | H  | H  | H  | H  | H  | H  |
| M  | H | H  | S  | . | o | H  | H  | H  | H  | H  | T  | H  |
| SP | H | H  | H  | H | H | o  | .  | T  | S  | S  | H  | H  |
| C4 | H | H  | H  | H | H | .  | o  | .  | .  | .  | T  | T  |
| C2 | H | H  | H  | H | H | T  | .  | o  | .  | .  | S  | S  |
| C3 | H | H  | H  | H | H | S  | .  | .  | o  | .  | .  | T  |
| F2 | H | H  | H  | H | T | S  | .  | .  | .  | o  | .  | .  |
| C1 | H | H  | H  | H | H | T  | S  | .  | .  | .  | o  | .  |
| F1 | H | H  | H  | H | H | T  | S  | :  | .  | .  | .  | o  |



## Réseaux d'homogénéités de G. Laplace.

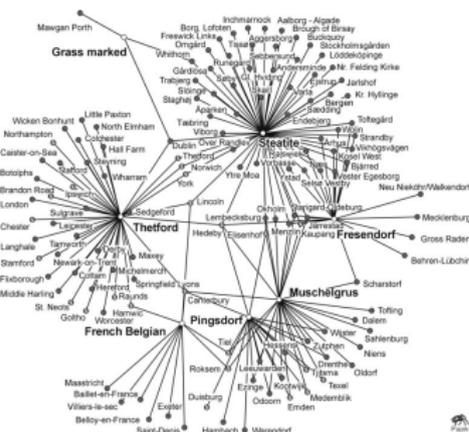
LAPLACE 1978. « Analyse matricielle de la contingence. Niveaux et réseaux d'homogénéité », p. 7 et 11.

## CO-PRÉSENCE



De la base de données archéologique à sa formalisation par un réseau

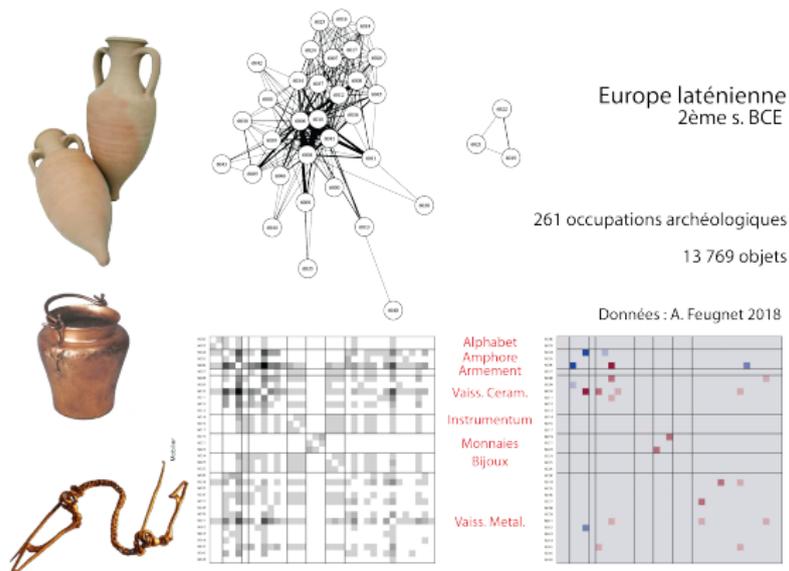
FEUGNET ET AL. 2017. « Co-presence Analysis and Economic Patterns : Mediterranean Imports in the Celtic World »,



- Graphe de coprésences entre 7 types de céramique découverts sur 152 habitats (x<sup>e</sup> ap. J.C., Mer du Nord et régions voisines).
- Deux sites liés si ils partagent  $\geq 2$  types d'artefacts.

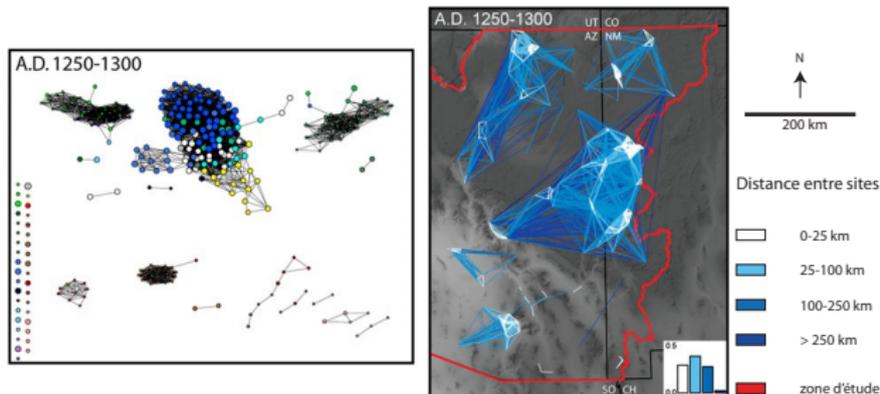
SINDBÆK 2013. « Broken Links and Black Boxes : Material Affiliations and Contextual Network Synthesis in the Viking World », p. 85-86.

## CO-PRÉSENCE



FEUGNET ET AL. 2017. « Co-presence Analysis and Economic Patterns : Mediterranean Imports in the Celtic World ».

## UNE MESURE DE (DIS)SIMILARITÉ



La similarité est employée comme proxy pour l'intensité des interactions entre sites.

MILLS ET AL. 2013. « Transformation of Social Networks in the Late pre-Hispanic US Southwest ».

En somme, deux idées sur les graphes fondés sur des distances abstraites :

DES MÉTHODES GÉNÉRIQUES À DES DONNÉES ARCHÉO/HISTORIQUES.

CES APPLICATIONS NE SONT DONC PAS UNE SPÉCIFICITÉ ARCHÉOLOGIQUE

DES MÉTHODES GÉNÉRIQUES À DES DONNÉES ARCHÉO/HISTORIQUES.

*We emphasize that cladistics is not a biological method that depends on genetic continuity as a basis for reconstructing phylogeny. It depends on transmission, regardless of the kind of transmission.*

O'BRIEN ET AL. 2001. « Cladistics is Useful for Reconstructing Archaeological Phylogenies : Paleoinidian Points from the Southeastern United States », p. 1134.

CES APPLICATIONS NE SONT DONC PAS UNE SPÉCIFICITÉ ARCHÉOLOGIQUE

DES MÉTHODES GÉNÉRIQUES À DES DONNÉES ARCHÉO/HISTORIQUES.

CES APPLICATIONS NE SONT DONC PAS UNE SPÉCIFICITÉ ARCHÉOLOGIQUE

*In most archeological networks, nodes are sites linked through common attributes, that is, any kind of archeological evidence. Similarities in specific traits of the material culture are understood as proxy of interactions, such as economic exchanges, cultural affinity, or social proximity. There exists a shared underlying general hypothesis : the more the contexts resemble each other, the stronger was their past interaction. Hence, it makes sense and it is useful to label such networks as Archeological Similarity Networks (ASN).*

PRIGNANO ET AL. 2017. « Wiring the Past : A Network Science Perspective on the Challenge of Archeological Similarity Networks ».

N.B. : Il s'agit encore de graphe de similarités.

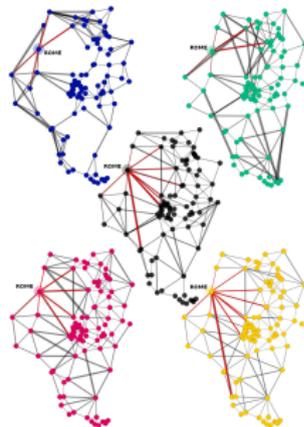
#### 1 INTRODUCTION : DES « RÉSEAUX ARCHÉOLOGIQUES ? »

#### 2 SÉMANTIQUE DE GRAPHES ARCHÉOLOGIQUES

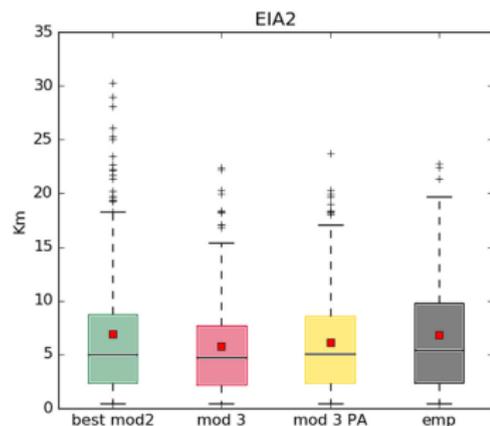
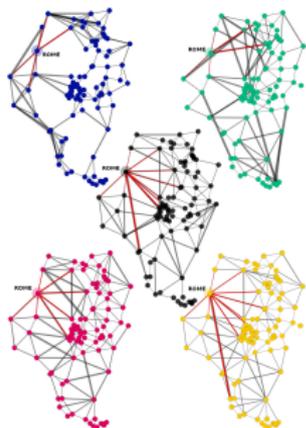
- Des distances abstraites
- Des distances spatiales absolue
- Des positions (spatiales) relatives

#### 3 LA DIMENSION TEMPORELLE DANS LES ANALYSES

#### 4 CONCLUSION



FULMINANTE ET AL. 2017. « Coordinated Decisions and Unbalanced Power. How Latin Cities Shaped Their Terrestrial Transportation Network ».



Edge length distribution of the artificial and empirical networks.

FULMINANTE ET AL. 2017. « Coordinated Decisions and Unbalanced Power. How Latin Cities Shaped Their Terrestrial Transportation Network ».

#### 1 INTRODUCTION : DES « RÉSEAUX ARCHÉOLOGIQUES ? »

#### 2 SÉMANTIQUE DE GRAPHES ARCHÉOLOGIQUES

- Des distances abstraites
- Des distances spatiales absolue
- Des positions (spatiales) relatives

#### 3 LA DIMENSION TEMPORELLE DANS LES ANALYSES

#### 4 CONCLUSION

## DES RELATIONS STRATIGRAPHIQUES

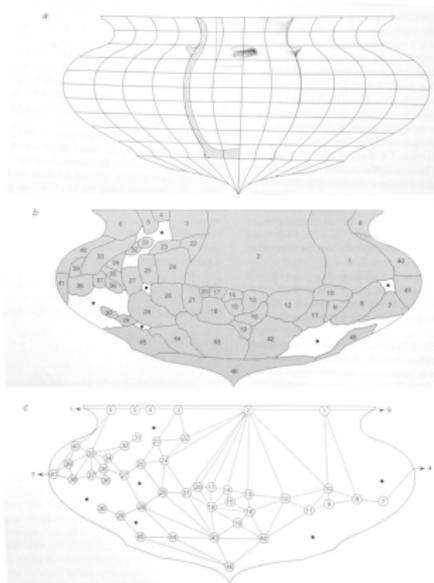
### LOIS DE L'ARCHÉOLOGIE D'HARRIS

- **Loi de superposition :**  
les couches les plus hautes sont les plus récentes
- **Loi d'horizontalité originale :**  
une couche archéologique tend à se disposer horizontalement
- **Loi de continuité originale :**  
continuité horizontale de la couche.
- **Loi de succession stratigraphique :**  
suppression des relations stratigraphiques redondantes.

HARRIS 1979. *Principles of Archaeological Stratigraphy.*

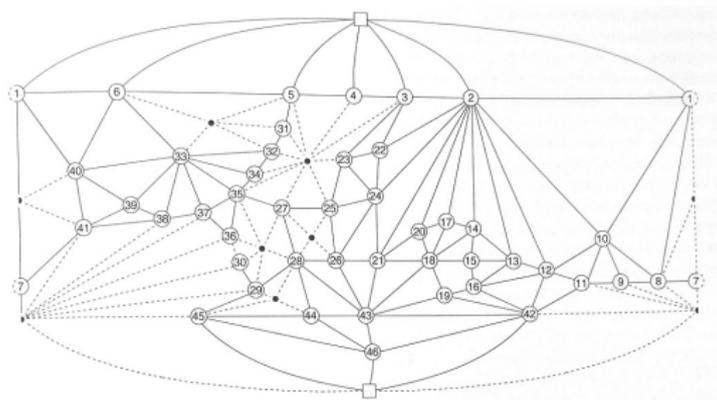


## LA TOPOLOGIE DES FRAGMENTS D'UN OBJET



MICHEL 2002. *Saint-Blaise/Bains des Dames, 3. Typologie et chronologie de la céramique néolithique.*

## LA TOPOLOGIE DES FRAGMENTS D'UN OBJET



- tesson (T)
- trou (tesson virtuel TV)
- liaison entre tessons (L)
- liaison virtuelle entre tessons ou entre un tesson et un tesson virtuel (LV)
- pôle
- ⤿ liaison polaire entre tesson de bord ou de fond et un pôle (LP)
- ⋯ liaison polaire virtuelle (LPV)

MICHEL 2002. *Saint-Blaise/Bains des Dames, 3. Typologie et chronologie de la céramique néolithique.*

# ↳ SÉMANTIQUE DE GRAPHES ARCHÉOLOGIQUES

## ↳ DES POSITIONS (SPATIALES) RELATIVES

### RELATIONS ENTRE ÉLÉMENTS DU PAYSAGE

1 - Monsieur Jean Canitrot procureur en la souveraine cour et chambre de l'Edit Jean a Castres, tient une maison dans la present ville Saint anthoine, scituée a la rue de la porte de Rodanese gache de foyt, confronte du levani avec le fossé, *midy maison des heretiers d'albert pomies, couchant avec ladite rue*, contient vingt quatre canes et demy, reduict a bon seize canes ung pan, allivé une livre un denier (AC Saint-Antonin, CC7, F°114)

2 - Monsieur Thomas Pomies bourgeois fils de feu Albert Pomies, tient une maison dans la present ville Saint anthonin, scituée a la rue de la porte de Rodanese gache de foyt, confronte du levant avec le fossé de la ville, *midy maison du sieur anthoine de barthelemy, couchant avec la rue de la porte de Rodanese, septentrion maison de Jean Canitrot procureur* contient tante canes, reduict a bon vingi deux canes, allivé deux livres (AC Saint-Antonin, CC7, F°120)

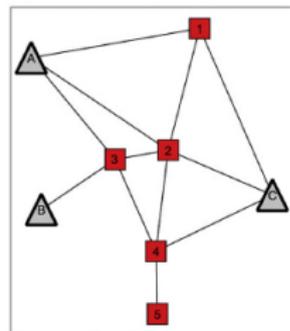
3 - Sieur Anthoine de Barthelemy procureur des gabelles habitant de la present ville Saint anthonin, tient maison dans ladite ville, scituée a la rue de porte de Rodanese, gache susditte de foyt, confronte du levant maison de Monsieur Dupin conseiller, *midy ruelle de service de la maison du dit sieur Dupin, couchant rue de la porte de Rodanese, septentrion maison des heretiers d'albert pomies*, contient quarante deux canes, reduict a bon trante deux canes, allivé deux livres (AC Saint-Antonin, CC7, F°123)

4 - Monsieur George Thimoleon Dupin conseiller du Roy en la souveraine cour des aydes et finances de montauban, tien maison, dans la present ville Saint anthonin, scituée, a la rue des fargues, gache susditte de foyt, confronte, du levant avec le fossé de la ville, *midy maison et jardin de Jean Sycard bourgeois, couchant maison du sieur anthoine de barthelemy, septentrion maison de Thomas pomies, qui esé de feu albert pomies son pere, et du sieur anthoine de barthelemy, contient huitante huit canes, reduict a bon, quarante quatre canes, allivé deux livres quinze sols* (AC Saint-Antonin, CC7, F°126)

| parcelle | confront |
|----------|----------|
| 1        | 2        |
| 1        | A        |
| 1        | C        |
| 2        | 1        |
| 2        | 3        |
| 2        | 4        |
| 2        | A        |
| 2        | C        |
| 3        | 2        |
| 3        | 4        |
| 3        | A        |
| 3        | B        |
| 4        | 3        |
| 4        | 2        |
| 4        | 5        |
| 4        | C        |

- 1 maison de Jean Canitrot
- 2 maison de Thomas Pomies
- 3 maison d'Anthoine Barthelemy
- 4 maison de Georges Dupin
- 5 maison et jardin de Jean Sycard

- A rue de la Porte Rodanèse  
B ruelle  
C fossé



## Construction d'un graphe à partir de registres fiscaux.

ROSSI ET RIVALS 2016. « Modélisation des dynamiques spatiales : des registres et plans fiscaux aux graphes. Les exemples de Blandy-les-Tours (77) et de Saint-Antonin-Noble-Val (82) ».

### EN SOMME

- compte tenu de ces différentes représentations de données archéologiques par des graphes ;
- on s'intéresse maintenant à la manière dont la dimension temporelle est intégrée dans les analyses.

- 1 INTRODUCTION : DES « RÉSEAUX ARCHÉOLOGIQUES ? »
- 2 SÉMANTIQUE DE GRAPHES ARCHÉOLOGIQUES
- 3 LA DIMENSION TEMPORELLE DANS LES ANALYSES
- 4 CONCLUSION

|          |           | La dimension temporelle est : |                              |
|----------|-----------|-------------------------------|------------------------------|
|          |           | donnée                        | inférée                      |
| Distance | abstraite | similarité par pas de temps   | cladistique                  |
|          | spatiale  | transport                     | stratigraphie, fragmentation |

1 INTRODUCTION : DES « RÉSEAUX ARCHÉOLOGIQUES ? »

2 SÉMANTIQUE DE GRAPHES ARCHÉOLOGIQUES

3 LA DIMENSION TEMPORELLE DANS LES ANALYSES

- Analyser la dynamique d'un graphe daté
- Inférer la dimension temporelle

4 CONCLUSION

1 INTRODUCTION : DES « RÉSEAUX ARCHÉOLOGIQUES ? »

2 SÉMANTIQUE DE GRAPHES ARCHÉOLOGIQUES

3 LA DIMENSION TEMPORELLE DANS LES ANALYSES

- Analyser la dynamique d'un graphe daté
- Inférer la dimension temporelle

4 CONCLUSION

- Les informations temporelles sont **données** à propos de plusieurs moments successifs.
- On cherche à mieux connaître les transformations dont témoigne la série de données.

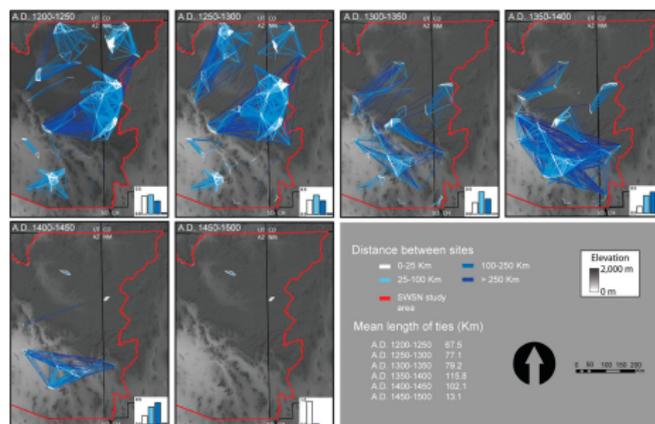
Problème relatif à la mesure du temps en archéologie : la relation n'est pas datée mais inscrite dans un intervalle temporel.

## COMPARAISON ENTRE PAS DE TEMPS

*Imagine someone trying to take a picture of something that is moving. The photographer surely will choose a fast shutter speed. But the temporal resolution of archeological data is limited. It is like being in a dark place, unable to see subject clearly. The challenge is how to find the best trade-off between a blurred and a dark image, that is, to select the appropriate time window when trying to reconstruct an evolving network.*

PRIGNANO ET AL. 2017. « Wiring the Past : A Network Science Perspective on the Challenge of Archeological Similarity Networks ».

## COMPARAISON ENTRE PAS DE TEMPS



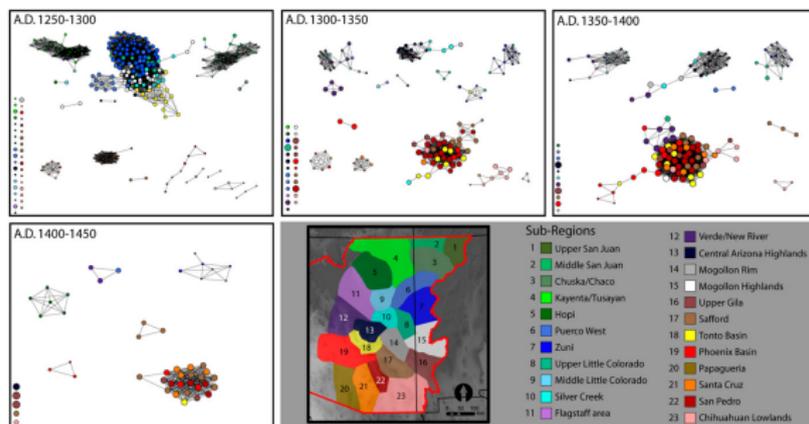
Évolution des réseaux de similarités entre céramiques dans le sud-ouest des États-Unis à la fin de la période pré-hispanique.

MILLS ET AL. 2013. « Transformation of Social Networks in the Late pre-Hispanic US Southwest ».

└ LA DIMENSION TEMPORELLE DANS LES ANALYSES

└ ANALYSER LA DYNAMIQUE D'UN GRAPHE DATÉ

## COMPARAISON ENTRE PAS DE TEMPS



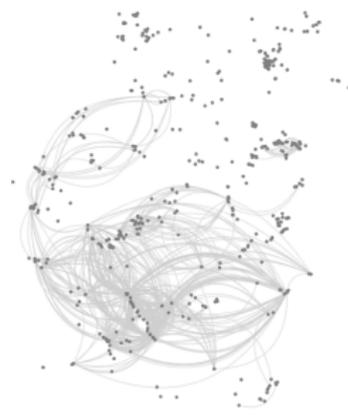
Évolution des réseaux de similarités entre céramiques dans le sud-ouest des États-Unis à la fin de la période pré-hispanique.

MILLS ET AL. 2013. « Transformation of Social Networks in the Late pre-Hispanic US Southwest ».

## COMPARAISON ENTRE PAS DE TEMPS



(a) Match - Mismatch (792 links)



(b) Brainerd-Robinson (793 links)

Évolution des réseaux de similarités entre céramiques dans le sud-ouest des États-Unis à la fin de la période pré-hispanique.

HABIBA ET AL. 2018. « Social Networks and Similarity of Site Assemblages ».

1 INTRODUCTION : DES « RÉSEAUX ARCHÉOLOGIQUES ? »

2 SÉMANTIQUE DE GRAPHES ARCHÉOLOGIQUES

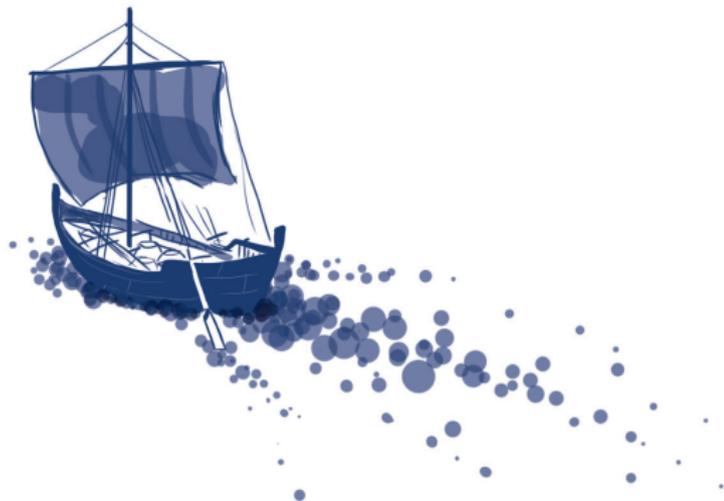
3 LA DIMENSION TEMPORELLE DANS LES ANALYSES

- Analyser la dynamique d'un graphe daté
- Inférer la dimension temporelle

4 CONCLUSION

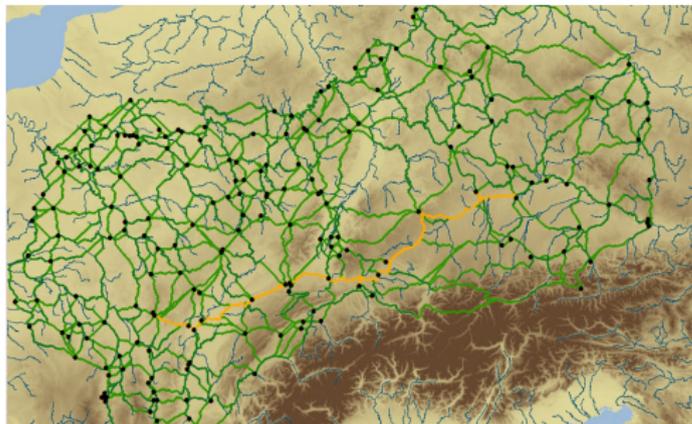
- La dimension temporelle est ce qu'on cherche à connaître à partir d'une **information initiale non-temporelle**.
- Le recours à l'analyse de graphes contribue à restituer une dynamique.

## À PARTIR DE DISTANCES ABSTRAITES : EX. DES TEMPS DE TRANSPORT



Source : Faupel & Filet (à paraître), *Paths through Europe*.

## À PARTIR DE DISTANCES ABSTRAITES : EX. DES TEMPS DE TRANSPORT



Réseau de plus courts chemins entre agglomérations laténiennes. 64 jours au minimum entre Bibracte à Manching pour un marchand par bateau et charriot à bœufs.

Source : Faupel & Filet (à paraître), *Paths through Europe*.



## Taxonomie numérique

O'BRIEN ET AL. 2001. « Cladistics is Useful for Reconstructing Archaeological Phylogenies : Paleoindian Points from the Southeastern United States ».

- n=621 pointes de projectiles / 8 caractères étudiés ;
- classification puis sélection de 17 classes pertinentes (n= 83 pointes) ;
- sériation cladistique (algo : minimisation du nombre de transformations d'une classe à l'autre). Admet bifurcations (graphe « arbre ») et/ou polytomies (graphe acyclique).
- comparaison cladogramme (algo : type séparation et évaluation) et phénogramme (algo : unweighted pair-group)

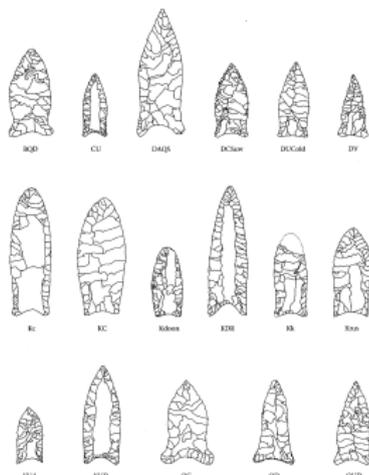


Figure 9. Illustrations of specimens in each of 17 classes used in the analysis; class abbreviations appear under each example (see Table 2 for class definitions).

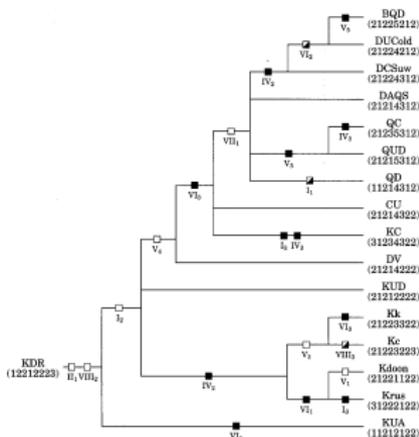


Figure 11. Phylogenetic tree (cladogram) of 17 projectile-point classes. The tree has a length of 22 and a consistency index of 0.59. For simplicity, KDR is shown as an ancestor as opposed to a terminal taxon. Changes in character state are denoted by boxes; Roman numerals denote characters, and subscript numbers denote character states. For example, the boxes at the far left indicate that Class KDR underwent changes in characters II (to state 1) and VIII (to state 2) to produce the ancestor of the other 16 classes.

## Taxonomie numérique

O'BRIEN ET AL. 2001. « Cladistics is Useful for Reconstructing Archaeological Phylogenies : Paleindian Points from the Southeastern United States ».

## À PARTIR DE DISTANCES SPATIALES : VERS LE FUTUR (VISÉE PRÉDICTIVE)

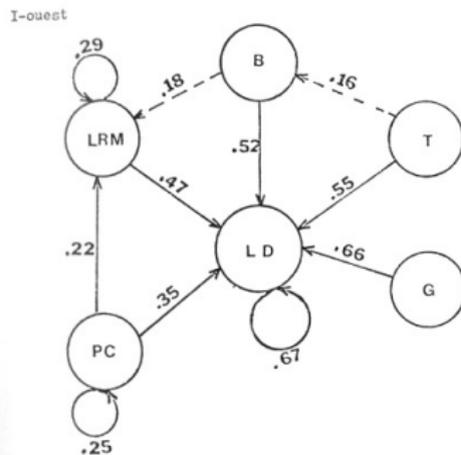


FIG. 4. — Représentation graphique des relations spatiales entre outils (directed graphs); LRM, lames à retouches marginales; T, tronçatures; B, burins; G, Grattoirs; LD armatures à dos; PC, pointes à cran.

MONTET-WHITE 1979. « Ensemble d'outils et structures latentes dans un site gravettien de Yougoslavie ».

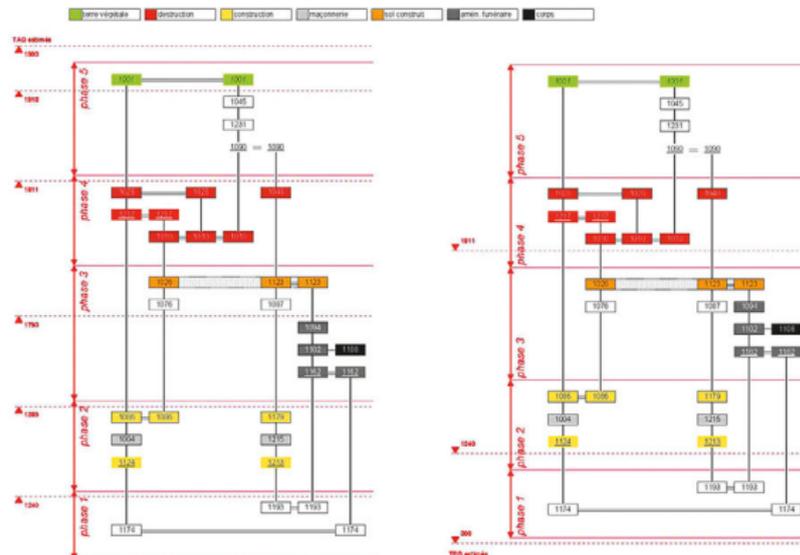
## À PARTIR DE DISTANCES SPATIALES : VERS LE FUTUR (VISÉE PRÉDICTIVE)

- site préhistorique en ex-Yougoslavie ;
- 488 objets lithiques dont on connaît la localisation (xyz) répartis en 13 classes ;
- calcul des distances entre objets (distance euclidienne) ;
- seuillage et associations entre classes ;
- calcul des probabilités d'associations ;
- représentation par un graphe dirigé pondéré des probabilités de « trouver un outil de type A au voisinage d'un outil de type B » (référence à la cybernétique).

MONTET-WHITE 1979. « Ensemble d'outils et structures latentes dans un site gravettien de Yougoslavie ».



## À PARTIR DE POSITIONS RELATIVES : DIAGRAMMES STRATIGRAPHIQUES



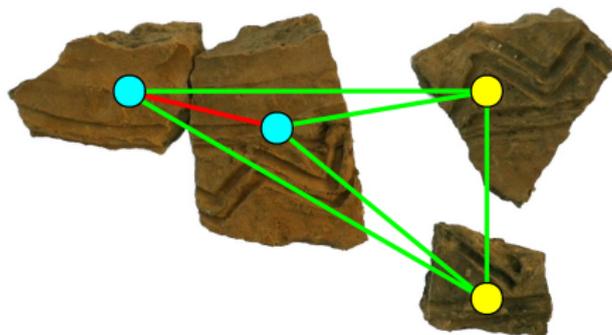
Contrôle de cohérence (logique) des graphes stratigraphiques et inférences  
 DESACHY 2005. « Du temps ordonné au temps quantifié : application d'outils mathématiques  
 au modèle d'analyse stratigraphique d'Edward Harris ».

## À PARTIR DE POSITIONS RELATIVES : FRAGMENTATION

### PACKAGE R *ARCHAEOFrag*

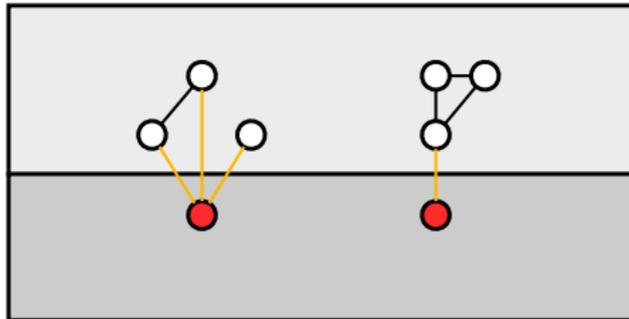
- mesurer des mélanges entre couches (contrôle et validation des connaissances temporelles établies par d'autres méthodes (sédimentologie, analyse des artefacts, chronométrie, etc.);
- caractériser numériquement un processus fragmentation dans un niveau stratigraphique donné.

## À PARTIR DE POSITIONS RELATIVES : FRAGMENTATION

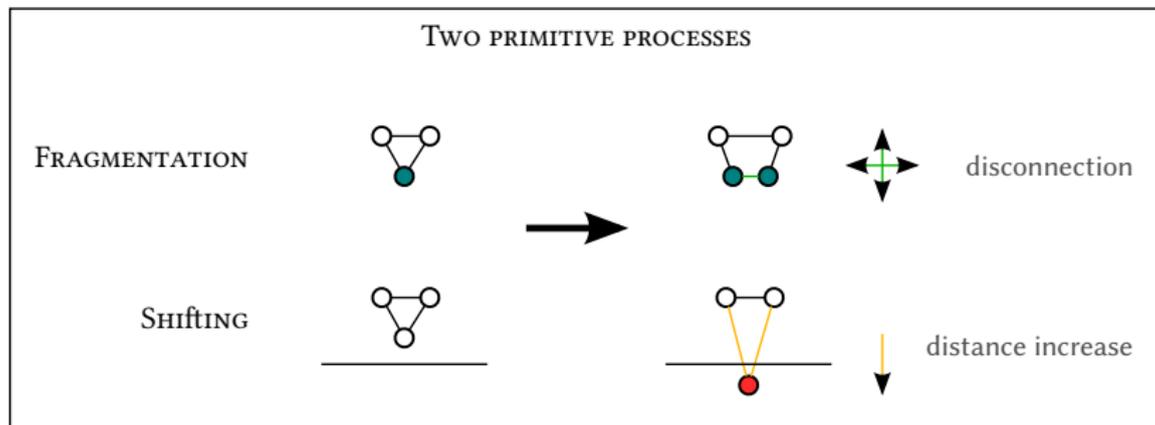


## À PARTIR DE POSITIONS RELATIVES : FRAGMENTATION

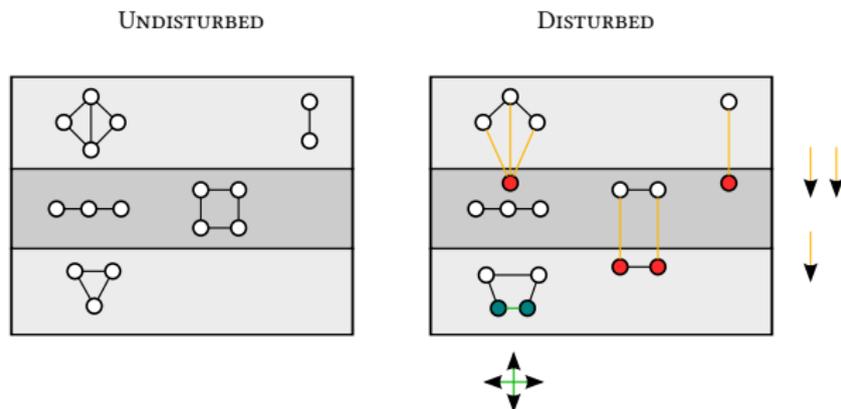
SAME NUMBER OF SHERDS AND RELATIONS



## À PARTIR DE POSITIONS RELATIVES : FRAGMENTATION



## À PARTIR DE POSITIONS RELATIVES : FRAGMENTATION



- 1 INTRODUCTION : DES « RÉSEAUX ARCHÉOLOGIQUES ? »
- 2 SÉMANTIQUE DE GRAPHES ARCHÉOLOGIQUES
- 3 LA DIMENSION TEMPORELLE DANS LES ANALYSES
- 4 CONCLUSION

### 3 IDÉES GÉNÉRALES POUR TERMINER

- Recours ponctuels à l'analyse de graphe en archéologie depuis les années 1960 ;
- la caractérisation des usages archéologiques de l'analyse de graphe est encore à préciser, fondée sur une analyse des spécificités des faits archéologiques ;
- en tous cas, les archéologues traitent en premier lieu de relations spatiales (plutôt que des relations sociales ou temporelles) ; ceci constitue une prémisse à cette caractérisation.

Merci pour votre attention !

`clara.filet@gmail.com & sebastien.plutniak@ehess.fr`