

## LA REPRESENTATION D'UN RAISONNEMENT EN ARCHEOLOGIE. UN EXEMPLE: ANALYSE LOGICISTE ET SYSTEME EXPERT

### INTRODUCTION

L'objectif de cette étude est de simuler un raisonnement archéologique, à partir d'un texte écrit en "langage naturel", avec l'aide du système expert SNARK. Ce texte est un extrait d'une étude où l'auteur tente d'établir que le mythe grec classique de Déméter et Perséphone a son origine dans la Préhistoire.

L'article qui suit est divisé en deux parties. Dans la première partie nous définissons ce qu'est l'analyse logiciste et montrons que son application en archéologie et dans les sciences humaines en général est une manière commode d'évaluer le contenu d'une "construction interprétative". Nous décrivons cette démarche d'analyse, qui consiste à passer au crible un raisonnement, en partant des propositions de base, relatives à l'observation de vestiges matériels (P0), pour aller jusqu'au sommet de la construction, c'est-à-dire jusqu'aux conclusions (Pn), en passant par des propositions intermédiaires (Pi). Les étapes du raisonnement sont écrites sous la forme d'enchaînements d'inférences selon la démarche de J.-C. Gardin. Nous énonçons ensuite les *qualités* requises dans une construction bien formée, et mettons en évidence les *faiblesses* souvent révélées par l'analyse.

Ayant souligné les analogies de la schématisation logiciste avec l'organisation logique d'un système expert, nous montrons les avantages de la transition de l'une vers l'autre.

La deuxième partie commence par la réécriture du texte choisi (GIMBUTAS 1989). Cette réécriture s'accompagne de commentaires. Nous exposons ensuite comment nous avons exécuté sur ordinateur la simulation du raisonnement du texte en SNARK.

Nous expliquons en conclusion les résultats obtenus par l'application du "mini-expert".

\*

\*

\*

## PREMIERE PARTIE: GENERALITES

### 1. QU'EST-CE-QUE L'ANALYSE LOGICISTE?

Son objet est de permettre une évaluation plus commode du contenu d'une "construction interprétative"<sup>1</sup> de la littérature scientifique et de ses conclusions, par le biais d'un réagencement de cette construction sous forme d'un ou plusieurs ensembles de "propositions interprétatives" enchaînées, dont on étudie le rôle et le poids logiques respectifs.

En archéologie, en effet, comme en sciences humaines en général, il n'est pas souvent possible de valider les conclusions d'un raisonnement par des expériences répétées, ou par la confrontation avec des sources découvertes *a posteriori*, ou encore par une comparaison avec des résultats obtenus par des cheminement différents. L'une des manières de mieux assurer la crédibilité des conclusions d'un travail d'interprétation est d'examiner de façon critique la manière dont s'organise cette interprétation, lorsqu'elle est accessible sous forme de discours écrit. Le discours scientifique écrit (et publié) est en effet un mode de communication encore privilégié dans notre communauté scientifique. Par la lecture de ce discours s'effectue ordinairement le cumul de connaissances nécessaire à l'évolution des recherches. Il nous faut donc bien supposer qu'il offre une rationalisation *a posteriori* du travail scientifique proprement dit. Sans préjuger de la dialectique interprétative complexe, saccadée, intuitive, parfois errante, qui a abouti à cette rationalisation, l'analyse logiciste s'efforce d'évaluer les composantes logiques du raisonnement écrit.

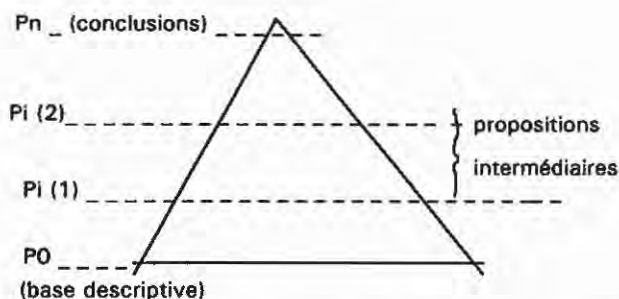
Comment distinguer ces composantes? Que veut dire "évaluer"? On trouvera à la fin de cet article des références bibliographiques sur ces sujets, que nous aborderons brièvement maintenant.

#### 1.1 *Les composantes d'une construction interprétative*

Le raisonnement de l'archéologue s'élabore sur la base d'une observation de vestiges matériels, pour aboutir à des conclusions relatives à la vie des sociétés passées (approche inductive)<sup>2</sup>. C'est par un enchaînement d'"inférences" (ou propositions interprétatives) que l'on peut représenter le passage de l'observa-

<sup>1</sup> Construction interprétative: ce terme désigne conventionnellement à la fois un raisonnement appliqué à des données d'observation, et le discours par lequel l'auteur expose ce raisonnement (GARDIN, LAGRANGE 1975).

<sup>2</sup> Ou bien, sur la base de connaissances acquises, l'archéologue conçoit certaines hypothèses, et recherche sur le terrain des éléments matériels qui valident ces hypothèses (approche dite "hypothético-déductive"). En pratique, les deux approches coexistent et s'entremêlent, ce qui se reflète dans les constructions écrites. Leur représentation logiciste est la même, seul le sens des enchaînements varie.



Tab. 1 — Schéma logiciste d'une construction interprétative en archéologie.

tion aux conclusions, dans des constructions interprétatives écrites.

Le schéma logiciste de J.-C. Gardin présente ces enchaînements sous forme d'un échafaudage (pyramide), où figurent les éléments suivants (voir Tableau 1): — à la base, des *propositions initiales* (P0), c'est-à-dire une description d'entités matérielles. Il s'agit d'énoncés "premiers" (ordinairement sans antécédents logiques explicites), qui sont considérés par l'auteur comme établis, et ne s'accompagnent en général d'aucune argumentation.

Exemple: description (plan, élévation, dimensions, matériau, situation, etc.) d'un édifice E dont la fonction est inconnue;

— au sommet, des *propositions terminales* (Pn), c'est-à-dire les conclusions. Ces propositions constituent le *résultat* de la construction interprétative ainsi restituée par l'analyse logiciste, tout en étant parfois aussi annoncées au départ comme des *hypotheses* que l'on va établir (approche hypothético-déductive). Ces propositions terminales ne sont, en principe, les antécédents logiques d'aucune autre proposition, dans une construction donnée.

Exemple: l'édifice E a une fonction funéraire;

— entre la base et le sommet, des *propositions intermédiaires* (Pi): il s'agit de toutes sortes d'arguments visant à rationaliser ou affermir la progression vers les conclusions. Ce sont les plus délicates à repérer au cours de l'analyse d'un texte: elles sont parfois implicites et doivent alors être restituées au mieux. Elles sont aussi fort hétérogènes, parfois réduites à des documents graphiques qui attestent des ressemblances, filiations, etc. (raisonnement par analogie). Leur rôle logique dans la construction n'est pas toujours facile à reconnaître.

Exemple: l'édifice E ressemble à une *Memoria*, petit édifice funéraire paléochrétien destiné au culte d'un personnage important (porte, trace d'autel, localisation à proximité d'une nécropole, etc.).

### 1.2 Evaluation d'une construction interprétative

C'est en réarticulant (réécrivant) un article interprétatif sous forme de schéma(s) logiciste(s) que l'on perçoit la qualité (et les faiblesses) de la construction, d'un point de vue **formel** s'entend. L'on comprendra en effet qu'il ne s'agit pas ici de prendre parti sur le fonds, à savoir la fiabilité des connaissances scientifiques mises en jeu. Ainsi, l'on se souviendra que l'indigence formelle d'une construction, si elle fait obstruction à la communication, n'indique pas pour autant d'indigents résultats. Inversement, une construction bien formée peut être jugie stérile.

Du point de vue logiciste, les *qualités* requises sont assez simples à énoncer: objectifs clairs, description raisonnée, compacte et régulière des entités qui sont à la base de la construction, richesse des propositions intermédiaires à tous les niveaux.

En ce qui concerne les *faiblesses*, notons que le schéma "pyramidal" ci-dessus met en évidence, davantage qu'un texte, les défauts suivants:

— les points de "dérive" du raisonnement; il est en effet facile de repérer sur l'échafaudage les points faibles de la construction, et leurs conséquences sur les parties hautes;

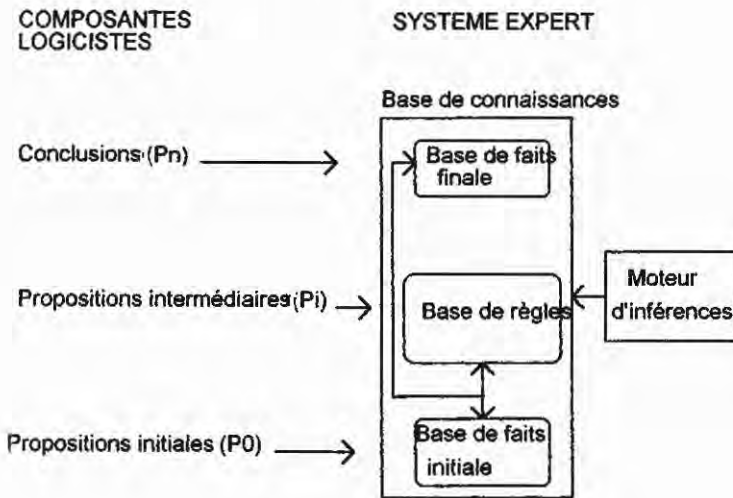
— le défaut de "confortation réciproque": en principe, dans le schéma logiciste, toute proposition a une place d'antécédent **ou bien** une place de conséquent<sup>3</sup>. S'il est difficile, au cours de l'analyse, de "placer" certaines propositions, c'est probablement que le raisonnement est sinon circulaire, du moins redondant.

## 2. TRANSCRIPTION DU RAISONNEMENT SOUS FORME DE SYSTÈME EXPERT

Un raisonnement ainsi réécrit sous une forme analytique se prête bien à une transcription sous forme de système expert.

Il existe en effet une forte analogie entre le schéma logiciste et l'organisation logique d'un système expert (voir ci-après Tableau 2, et également plus loin, en seconde partie, les indications sur le système SNARK). La base empirique du raisonnement (la description des données archéologiques) a sa place "naturelle" dans la base de faits initiale du système expert. Les enchaînements d'inférences (propositions intermédiaires) se traduisent sans difficultés sous

<sup>3</sup> Notons bien toutefois que cette "place" logique est celle que l'on repère en analysant le discours écrit: les propositions ne sont "premières" ou "secondes" que parce que l'auteur les présente comme telles. Ainsi, les propositions de base (P0) ne sont considérées comme "premières" que parce qu'elles sont présentées comme admises (par l'auteur, par la communauté scientifique, etc.). En réalité, dans une construction bien formée, elles résultent elles-mêmes probablement d'un travail de réflexion très complexe (choix du corpus de départ en fonction de l'état des connaissances, en fonction d'hypothèses, sélection des traits descriptifs pertinents, etc.).



Tab. 2 — Schéma logiciste et système expert.

forme de règles SI *< le fait (x) est vrai >* ALORS *< le fait (y) peut être déduit >*. Les conclusions (propositions interprétatives finales) correspondent aux faits produits par l'application des règles à la base de faits initiale, et apparaissent dans la base de faits finale du système expert.

Quelle est l'utilité d'une pareille transcription? Elle varie suivant les applications projetées.

a. La transcription du raisonnement issu d'une construction interprétative particulière sous forme de faits et de règles présente certains avantages non négligeables pour la connaissance du raisonnement scientifique. En premier lieu, elle oblige à une rigueur plus grande: analyticité et précision des notions utilisées, homographie parfaite dans la formulation des règles et des faits, etc. Ces contraintes sont généralement fructueuses. Elles révèlent fréquemment une certaine mollesse dans le discours scientifique écrit, sinon un laxisme de la pensée. Pour l'analyste, cette mollesse devient vite inacceptable. La simulation d'un raisonnement sous forme de système expert procure aussi les avantages liés à l'automatisation: repérage immédiat des règles inapplicables, des faits inutiles, répétabilité et comparabilité des tests possibles, utilisation éventuelle de coefficients de vraisemblance, etc.

b. L'analyse logiciste permet la fabrication d'un système expert, dans le cas où l'on désire "transporter" les règles issues d'un raisonnement particulier (ou du cumul de plusieurs raisonnements particuliers) pour les appliquer à une mul-

titude de cas nouveaux. Cette fabrication ne va pas sans risques, car il n'est pas facile de mesurer le degré de généralité de règles formulées dans des univers de références limités: la validité de ces règles, en dehors de leur univers d'origine, n'est pas assurée.

## SECONDE PARTIE: UN EXEMPLE

### 1. ANALYSE LOGICISTE DU RAISONNEMENT DE GIMBUTAS

Le texte archéologique analysé (2 pages en Annexe1) est un court extrait de GIMBUTAS 1986. Le raisonnement s'articule de la manière suivante:

L'objectif de l'article est de démontrer que Déméter, déesse grecque de la moisson, a un lien étroit avec (a pour origine?) la déesse préhistorique de la Végétation, sur la base de nombreuses analogies entre certaines trouvailles attribuées à la préhistoire, et d'autres trouvailles et informations textuelles de la période grecque classique.

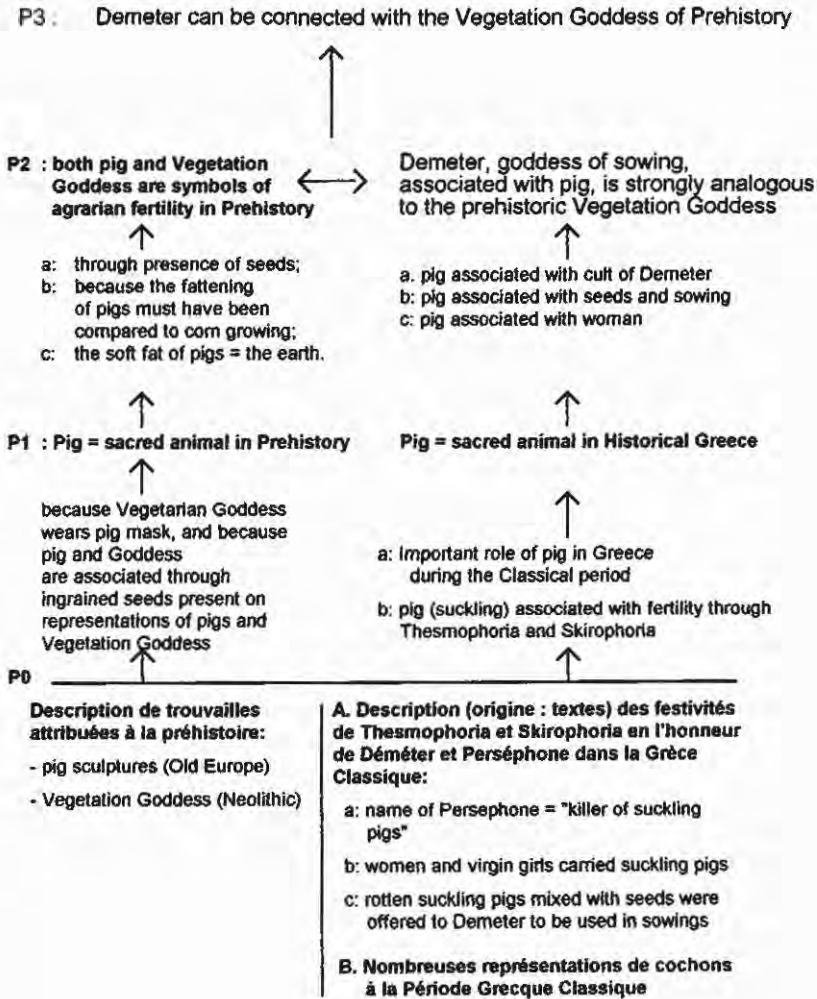
Les trouvailles préhistoriques montrent que le cochon est un animal sacré, à cause de nombreux liens entre les représentations du cochon et celle de la Déesse préhistorique de la Végétation: représentation de la déesse avec masque de cochon, et avec impression de graines sur le corps comme sur de nombreuses figurines représentant le cochon, trouvailles de figurines anthropomorphiques féminines ayant l'aspect de cochons, etc. Le cochon serait donc lié au symbole de la fertilité agraire.

À la période grecque classique, il en est de même, le cochon étant présent aux fêtes de la moisson en l'honneur de Déméter et de sa fille Perséphone: offrandes portées par femmes et jeunes filles (cochons de lait, sculptures représentant des cochons de lait, etc.). De nombreuses représentations du cochon sont également connues à la période grecque classique.

Le Tableau 3 qui suit montre la réarticulation logiciste de ce raisonnement. Nous présentons ici quelques commentaires sur ce Tableau.

Le texte a deux parties distinctes: l'une qui se rapporte à la Préhistoire l'autre à l'Histoire (Grèce Classique).

Selon cette division, les propositions initiales (P0) ont été réparties en deux groupes. À gauche nous avons la description des trouvailles attribuées à la Préhistoire: sculptures de cochons trouvées dans toute la vieille Europe, déesse de la Végétation Néolithique; à droite figurent les indications issues de la documentation écrite, relatives aux festivités des Thesmophoria et Skirophoria en l'honneur de Déméter et Perséphone dans la Grèce Classique.



Tab. 3 — Réarticulation logiciste du texte de Gimbutas.

La proposition (P1) est déduite de l'association établie entre le cochon et la déesse de la Végétation, parceque leurs représentations portent des graines gravées et parceque la Déesse porte un masque de cochon. Dans les festivités agraires de la Grèce Classique, le cochon avait aussi un rôle primordial, en association avec les semilles.

Cette proposition a permis inférer que le cochon était un animal sacré soit à l'époque de la Préhistoire (à gauche), soit pendant la période grecque classique (à droite).

Le passage à la proposition (P2) se produit à partir de plusieurs éléments qui ont une relation avec le cochon et les aspects de son engraissement. On constate que le cochon et la déesse de la Végétation ont été des symboles de la fertilité agraire pendant la Préhistoire.

La proposition (P2) concernant la Grèce Classique établit l'association du cochon avec le culte de Déméter, à travers l'utilisation des graines dans les semailles et la prédominance des femmes dans ce culte. On peut en conclure que Déméter, déesse des semailles, associée au cochon, a beaucoup d'analogies avec la Déesse de la Végétation préhistorique.

La proposition (P3) est déduite de la conjonction/confrontation des propositions établies en (P2) à propos des deux époques. Elle conclut que Déméter a un lien étroit avec la Déesse de la Végétation préhistorique<sup>4</sup>.

## 2. SIMULATION EN SNARK DU RAISONNEMENT DE GIMBUTAS

Les propositions P0, P<sub>i</sub> et P<sub>n</sub> qui figurent sur le Tableau 3 précédent ont été reformulées en SNARK. Nous présentons en Annexe 2 la base de faits initiale (GIMBU.FAI), la base de règles (GIMBU.REG), ainsi que la base de faits finale (GIMBU.OUT). Pour la clarté, ces impressions sont présentées avec des titres ou commentaires qui ne font pas partie des fichiers SNARK proprement dits. Avant de commenter ces documents, nous indiquons brièvement ci-dessous les principales caractéristiques du système SNARK (voir LAURIÈRE 1986a et 1986b; LAGRANGE, RENAUD 1987b).

### 2.1 Le système SNARK

SNARK, par J.-L. Laurière, est un langage déclaratif associé à un moteur d'inférences. Plusieurs versions du moteur initial ont été développées récemment (sur SUN notamment). Le moteur opère les déductions suivant le *modus ponens*. Le mode de fonctionnement est non monotone (modification ou destruction possible de faits au cours d'une application). Pour cette étude (sur PC compatible IBM) nous avons utilisé le chaînage avant, la logique d'ordre zéro, d'ordre 1 et 2.

A part quelques mots-clés réservés du système (SI, ALORS, etc.), et pourvu que les mots utilisés ne soient pas trop longs, le langage d'une base de connaissances SNARK est au choix de l'utilisateur.

<sup>4</sup> On pourra s'étonner que nous ne décrivions pas ici par le menu l'algorithme de passage du texte en langue naturelle vers sa représentation logiciste. Il s'agit, on l'aura compris, d'une démarche aussi empirique, aussi *ad hoc*, que celle du résumé par exemple, démarche qui s'avère jusqu'à aujourd'hui réfractaire à toute automatisation convaincante. Par ailleurs, on observera que l'analyse logiciste n'a rien à voir avec l'analyse linguistique proprement dite.



L'unité minimale d'information (**le fait**) est un triplet <objet> <objet> <objet>, où le premier objet est une entité, le deuxième objet une relation, le troisième objet une valeur. Ce qui peut s'écrire **a R b**.

Exemple:

<b>a</b>	<b>R</b>	<b>b</b>
FIGURIN1	NATURE	SCULPTURE

Ce qui signifie « L'entité FIGURIN1 a pour nature d'être une sculpture ». L'ordre d'écriture des faits dans la base de faits n'a pas d'importance.

Les **règles** s'écrivent de la manière suivante:

REGLE:	(nom de la règle)
SI	(antécédent)
	(antécédent)
	.....
ALORS	(conséquent)
	(conséquent)
	.....
FR	

Les mots REGLE, SI, ALORS, FR, sont des mots-clés prédéfinis du langage SNARK.

Les **antécédents** des règles sont de la forme:

SI NON R (x) <code opération> (y)

Exemples d'antécédents:

SI NATURE (X) = SCULPTURE  
 (si (X) est une sculpture, i.e. s'il existe dans la base de faits une entité quelconque associée à une relation NATURE, avec une valeur SCULPTURE)

SI NON NATURE (X) = SCULPTURE  
 (si (X) n'est pas une sculpture, i.e. s'il n'existe pas dans la base de faits d'entité quelconque associée à une relation NATURE, avec une valeur SCULPTURE)

Les **conséquents** des règles sont de la forme:

R (X) <opérateur d'affectation> (Y)

Exemples:

ALORS ANALOGIE (X) <== (Y) (alors (X) est analogue à (Y))  
 ASSOCIATION PIG <== DIVINITE (alors le cochon est associé à la divinité)

Ces conséquents produiront éventuellement (par exemple) les faits nouveaux suivants:

FIGURIN1 ANALOGIE FIGURIN2  
 PIG ASSOCIATION DIVINITE

Ces faits viendront s'ajouter aux faits initiaux, et aux faits déjà produits par les règles précédentes, et permettront à leur tour de satisfaire les antécédents de nouvelles règles, et ainsi de suite.

### L'unification des règles et des faits:

Essentiellement, pour qu'une règle s'applique<sup>5</sup>, c'est-à-dire pour qu'elle produise un (ou plusieurs) **fait(s) nouveau(x)** énoncés dans son ou ses conséquents, il faut que la base de faits courante contienne les faits qui satisfont les antécédents de la règle. En premier lieu, les **mots** contenus dans les antécédents (qu'il s'agisse d'entités, de relations ou de valeurs) doivent trouver leurs correspondants exacts dans les faits initiaux ou ceux qui ont déjà été produits. Ensuite, le moteur doit pouvoir instancier les **variables** (si elles existent dans les antécédents), c'est-à-dire trouver dans les faits des entités, relations ou valeurs qui puissent leur être substituées.

Exemple:

L'antécédent

SI ASSOCIATION (X) = DIVINITE

sera satisfait par l'un ou l'autre des faits suivants:

PIG ASSOCIATION DIVINITE

FIGURINE1 ASSOCIATION DIVINITE, etc.

### 2.2 La base de faits initiale GIMBU.FAI

Elle énumère et décrit succinctement les entités (matérielles ou non) qui sont évoquées dans le texte de Gimbutas.

Exemple:

Les représentations du cochon à la période préhistorique sont décrites ainsi:

FIGURIN1 NATURE SCULPTURE

FIGURIN1 REPRESENT PIG

FIGURIN1 PROVENANCE OLD-EUROPE

FIGURIN1 EPOCH PREHISTORIC

FIGURIN1 DECOR SEEDS

Ce qui signifie:

« FIGURIN1 est (un ensemble de) sculptures qui représentent le cochon, proviennent de la Vieille Europe, sont attribuées à la période préhistorique, et portent un décor de graines ».

Elle contient aussi certaines indications qui sont implicites dans le texte, mais nécessaires pour que les règles s'enchaînent correctement (du moins dans la représentation des connaissances choisie ici).

Exemple:

<sup>5</sup> Faute de place, il ne sera pas fait état ici de la stratégie d'application des règles (par exemple, lorsqu'il y a plusieurs règles candidates), qui est le fait du moteur d'inférences, ni des différentes procédures qui sont à la disposition de l'utilisateur pour modifier cette stratégie.

PIG	IS-A	ANIMAL
SUCKLING-PIG	IS-A	PIG

### 2.3 La base de règles GIMBU.REG

Elle se compose de 12 règles: les 6 premières simulent les enchaînements de propositions de la partie gauche du Tableau 3 (indications concernant la préhistoire), les 5 suivantes simulent les enchaînements de propositions de la partie droite du Tableau 3 (indications concernant la période grecque). La dernière règle simule la conclusion.

#### CONCLUSION

Nous nous contenterons, en guise de conclusion, de quelques commentaires sur le "mini-expert" obtenu. En effet, bien que la représentation du raisonnement archéologique que nous avons proposée — d'abord sous forme de réarticulation logiciste, ensuite sous forme "snarkienne" — n'ait rien d'algorithmique, il s'agit bien d'une manière de formalisation du raisonnement, dont l'intérêt doit être jugée sur ses résultats.

Observons, en premier lieu, que cet exercice en SNARK n'avait pas pour objet de fabriquer un système expert s'appliquant d'une manière générale aux études de filiation de mythes, mais de **simuler** un raisonnement particulier, celui de Gimbutas dans l'étude des origines du mythe de Déméter.

Que peut-on conclure d'un pareil exercice?

En ce qui concerne la base de faits initiale, on a vu plus haut que des indications implicites dans le texte de Gimbutas avaient dû être rajoutées. En particulier, il fallait informer SNARK que le cochon de lait est un cochon, pour faire le lien entre le petit animal offert à l'automne à Déméter, et le cochon, fréquemment représenté à la fois à la période néolithique et dans la Grèce Classique. Fidèle au texte, la base de faits ne distingue d'ailleurs pas le cochon néolithique du cochon grec. Cette assimilation est-elle fondée? Ne fallait-il écrire des règles justifiant ce "glissement" d'une notion à l'autre? Mais quelles sortes de règles? L'écriture d'une base de faits a l'avantage (ou l'inconvénient?) d'obliger à trancher, puisque toutes les informations qui figurent dans la base de faits initiale ne figureront pas dans les règles, et vice-versa.

En ce qui concerne les règles de GIMBU.REG, on observe qu'elles s'enchaînent correctement (les faits produits par chaque règle sont repris dans les antécédents d'une autre règle, sauf dans les cas où la même conclusion est produite par deux règles différentes, voir règles 1/2 et 9/10). Une exception toutefois, la règle 11:

« Si, au cours de célébrations, des femmes portent des cochons de lait, et de jeu-

nes vierges portent des sculptures représentant des cochons de lait, et si le cochon de lait est un cochon, alors le cochon est associé aux femmes ».

Cette règle s'applique correctement. Toutefois, bien que l'association cochon/femme figure comme un argument à l'appui de la proposition finale, dans notre pyramide logiciste (voir plus haut Tableau 3), nous n'avons pas réussi à "placer" cette règle dans la "pyramide" SNARK. Plus précisément, à la lumière de la réécriture, nous ne savons plus à quoi sert l'information produite par cette règle!

Par ailleurs, comme on l'a dit, la connaissance "experte" que simule GIMBU.REG ne prétend s'appliquer qu'à la base de faits GIMBU.FAI, au moins jusqu'à preuve du contraire.

Cependant, les règles 1 à 3 et 6 ont été écrites comme des règles générale. Exemple (règle 3):

« Si un animal est associé à une divinité, alors c'est un animal sacré ».

Cette formulation n'est pas nécessaire au fonctionnement de SNARK (on aurait pu écrire: « Si le cochon est associé à La Déesse de la Végétation, alors le cochon est sacré »). Cependant, une règle n'est satisfaisante — sur le plan théorique et du point de vue de l'économie informatique — que si elle s'applique (potentiellement au moins) à **plusieurs cas**.

En outre, l'écriture de règles totalement *ad hoc*, qui répéteraient les phrases d'un texte, n'aideraient en rien l'analyste du point de vue de l'évaluation critique du raisonnement. Une des façons d'évaluer le raisonnement est d'examiner si les propositions interprétatives donnent lieu à des formulations un peu générales qui sont *a priori* acceptables. Dans cet exemple, nous laisserons au lecteur le soin de juger si la règle 3 tient la route ou non, et si oui, dans quel(s) univers de référence archéologique...

La même question se pose pour **toutes** les règles de notre mini-expert. Même en faisant la part des simplifications (aux effets parfois un peu ridicules) liées à toute entreprise d'automatisation, le lecteur se demandera peut-être comme nous, en les examinant, si elles garantissent en quoi que ce soit la validité de la construction qu'elles représentent.

MARIE-SALOMÉ LAGRANGE

UPR 315 - CNRS Paris

MARIA DA CONCEIÇÃO RODRIGUES

Universidade Nova de Lisboa

Departamento de Historia

BIBLIOGRAPHIE

A. Le texte analysé

GIMBUTAS M. 1989, *The Goddess and Gods of Old Europe, Myths and Culture Images*, London, Thames and Hudson Ltd.

B. Analyse logiciste, systèmes experts

FRANCFORT H.-P., LAGRANGE M.-S., RENAUD M. 1989, *PALAMEDE. Application des systèmes experts à l'archéologie des civilisations urbaines protohistoriques*, (2 Vol.), Document de travail, N° 9, Paris, LISH/UPR 315, CNRS, Paris.

GALLAY A. 1986, *L'Archéologie demain*, Paris, Belfond/Sciences.

GARDIN J.-C. 1980, *Archaeological Constructs*, Paris, Maison des Sciences de l'Homme, et Cambridge, Cambridge University Press. Traduction française sous le titre: *Une archéologie théorique*, 1979, Paris, Hachette.

GARDIN J.-C. 1991, *Le calcul et la raison*, Paris, Editions de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales.

GARDIN J.-C., LAGRANGE M.-S. 1975, *Essais d'analyse du discours archéologique*, Notes et monographies techniques du Centre de Recherches Archéologiques, N° 7, Sophia Antipolis, Editions du CNRS.

GARDIN J.-C., LAGRANGE M.-S., MARTIN J.-M., MOLINO J., NATALI J. 1981, *La Logique du Plausible. Essais d'épistémologie pratique*, Seconde édition: 1987, Paris, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme.

GARDIN J.-C., GUILLAUME O., HERMAN P.Q., HESNARD A., LAGRANGE M.-S. RENAUD M., ZADORA-RIO E. 1987, *Systèmes experts et sciences humaines: le cas de l'archéologie*, Paris, Eyrolles.

LAGRANGE M.-S., BONNET C. 1978, *Les chemins de la "Memoria". Nouvel essai d'analyse du discours archéologique*, Notes et monographies techniques du Centre de Recherches Archéologiques, N° 10, Sophia Antipolis, Editions du CNRS.

LAGRANGE M.-S., RENAUD M. 1987a, *SUPERIKON, essai de cumul de six expertises en iconographie*, dans GARDIN *et al.* 1987, 191-229.

C. Articles récents sur le raisonnement en archéologie (exemples):

GIFFORD-GONZALES D. 1991, *Bones are not enough: analogues, knowledge, and interpretive strategies in zooarchaeology*, « Journal of Anthropological Archaeology », 10, 215-254.

STOCZKOWSKI W. (ed.) 1991, *Les Nouvelles de L'Archéologie*, Numéro spécial consacré à: L'archéologie: démarches savantes et conceptions naïves, vol. 44, Été.

STOCZKOWSKI W. 1992, *Origines de l'homme: quand la science répète le mythe*, « La Recherche », 244, Juin, 746-750.

TRIGGER B.C. 1991, *Distinguished lecture in archaeology: Constraint and freedom*, « American Anthropologist », 93, 3, Septembre, 551-569.

D. Le système SNARK

LAURIÈRE J.-L. 1986a, *Intelligence Artificielle. Résolution de problèmes par l'homme et la machine*, Paris, Editions Eyrolles.

LAURIÈRE J.-L. 1986b, *Un langage déclaratif: SNARK*, « Technique et science informatiques », 3, 141-172.

LAGRANGE M.-S., RENAUD M. 1987b, *Le système SNARK*, dans GARDIN *et al.* 1987, 42-55.

## ANNEXE 1: EXTRAIT DU TEXTE DE GIMBUTAS

### THE PIG, THE SACRED ANIMAL OF THE GODDESS OF VEGETATION

The curious connection between the Vegetation Goddess and pigs as known from Classical Greek times goes back to the Neolithic era.

Sculptures of pigs are known from all parts of Old Europe and date from every period. In number they equal the representations of dogs, bulls and he-goats. The fast-growing body of a pig will have impressed early agriculturists; its fattening must have been compared to corn growing and ripening, so that its soft fats apparently came to symbolize the earth itself, causing the pig to become a sacred animal probably no later than 6000 B C.

An early Vinca Pregnant Vegetation Goddess wears a pig's mask, while the sacredness of the pig's body is indicated by the Cucuteni pig sculptures which have traces of grain impression on them. Grain was impressed on the body of the pig just as it was impressed on the body of the Vegetation Goddess. These figurines and the pig masks imply that the pig was a double of the Pregnant Vegetation Goddess animal.

Beautiful sculptures of entire pigs were found in the mound of Nea Makri in central Greece. The Vinca civilization has left us a masterpiece in the form of a pig's head from Leskovica near Stip in Macedonia. A well modelled early example comes from the Starcevo settlement of Donja Branjevina at Deroj in north-western Yugoslavia (Karmanski 1968). Vessels or their handles were often shaped in the likeness of a pig's head or body and must have symbolized the goddess herself in the same way as other vessels did the Bird Goddess or the Great Goddess. The site of Vinca, in which the sculptures appeared in many strata, yielded one exceptionally well sculpted 218 head as well as a rhyton made of a thin red clay decorated with bands painted in black, in the shape of a pig's head. In the Vinca layer of the stratified site of Anza a life-size pig made of unbaked clay was discovered during the author's excavation in 1970. The Vinca layer was in a plough zone and the pig had been partly destroyed; much of the rest disintegrated as soon as it was touched, but its snout and one leg were preserved. There can be no doubt that the pig played an important cult role in East Balkan civilization. In addition to smaller and larger figurines of pigs, a pig's head from central Bulgaria had perforated ears for ear-rings! Stout vases, half anthropomorphic and half zoomorphic to resemble the hind parts of a pig, and small containers with pig's heads or incised stylized motifs of a pig's hindquarters, were probably used for sacrifices or for votive offerings. Pigs, it is worth noting, were still being portrayed in Minoan Crete (Zervos 1956: Figs. 580-582), and during the Classical and Hellenistic age in Greece and southern Italy. A true masterpiece of the fifth-fourth century B C is a lamp in the shape of a pig which was found in the cemetery of Camarino in Sicily. A lozenge and a floral design appear in the middle of the body (Sep. 833: Syracuse Archaeological Museum).

### ALLUSIONS TO DEMETER, KORE AND PERSEPHONE IN GREEK MYTHOLOGY

Through her association with the pig, the beautifully draped Demeter with bare breasts, the queen of corn, the bread-giver and the queen of the dead (manifested as her daughter Persephone) can be connected with her predecessor, the prehistoric Vegetation Goddess. Persephone was even called Pherrephata, 'killer of suckling pigs', by the Athenians (V. Georgiev 1937: 22f.). Suckling pigs played a very prominent part in the cult of Demeter and Persephone. The festival of *Thesmophoria*, which occurred at the autumn sowing of the new crops in October in honour of Demeter, was one of the most important festivals in Greece. It was performed solely by women and lasted for three days. Women now brought suckling pigs, which three months before the festival had been thrown into subterranean caves to rot, and placed them on altars of *Thesmophoroi* - the name by which Demeter and her double or daughter Kore were called during the festival - with other gifts; they were then mixed with the seeds to be used for sowing (Nilsson 1957: 312; Simon 1969: 92). Herodotus describes a similar rite among the Egyptians: the inhabitants of the Nile delta let pigs trample on the seeds and press them into the earth (Herodotus 2, 14). The same is known from Egyptian paintings of Dynasty XVIII (Newberry 1928: Plate 19). The importance of the pig in Neolithic and Chalcolithic Old Europe, particularly the association of pig and grain, suggests that the *Thesmophoria* and other similar festivals had their origin in early antiquity. This does not necessarily mean, however, that the Egyptians brought this custom to Greece, as Herodotus believed. At threshing time another festival, called *Skirophoria*, took place in Ancient Greece. Young virgins were clad in white robes and at night given sacred objects called *skira*. These objects were figurines of suckling pigs and cakes made in the shape of serpents. After the festival they were deposited in the sanctuary of Demeter. In the goddess' sanctuary at Lykosura, offerings made to Demeter were listed in inscriptions: oil, honeycomb, barley, figurines, poppy seeds, lamps, incense. Among the terracotta figurines portrayed in the marble reliefs found in the sanctuary were female examples with animal heads or animal legs including those of a pig (Nilsson 1957: 312ff.). The pig as an animal essential in purification rites played a major role in the Eleusinian Mysteries. So important was it, that when Eleusis was permitted to issue her autonomous coinage in 350-327 BC, the pig was chosen as the sign and symbol of her Mysteries (Harrison 1961: 153).

## ANNEXE 2: SIMULATION EN SNARK

### Base de faits initiale (GIMBU.FAI)

FIGURIN1 NATURE SCULPTURE  
FIGURIN1 REPRESENT PIG  
FIGURIN1 PROVENANCE OLD-EUROPE  
FIGURIN1 EPOCH PREHISTORIC  
FIGURIN1 DECOR SEEDS

OLD-EUROPE INCLUDE GREECE

FIGURIN2 NATURE SCULPTURE  
FIGURIN2 REPRESENT VEGET-GODDESS  
FIGURIN2 PROVENANCE OLD-EUROPE  
FIGURIN2 EPOCH PREHISTORIC  
FIGURIN2 ATTRIBUTE MASK  
FIGURIN2 DECOR SEEDS

VEGET-GODDESS NATURE DIVINITY  
VEGET-GODDESS SYMBOL VEGETATION

MASK REPRESENT PIG

PIG IS-A ANIMAL  
PIG ASSOCIATION FATTENING  
PIG CHARACT SOFT-FLESH

SUCKLING-PIG IS-A PIG

FIGURINS3 NATURE REPRESENTATION  
FIGURINS3 REPRESENT PIG  
FIGURINS3 QUANTITY NUMEROUS  
FIGURINS3 PROVENANCE GREECE  
FIGURINS3 EPOCH CLASS-GREECE

DEMETER NATURE MYTH-PERSONAGE  
DEMETER PROVENANCE GREECE  
DEMETER EPOCH CLASS-GREECE  
DEMETER ASSOCIATION THESMOPH  
DEMETER ASSOCIATION SKIOPH  
DEMETER FUNCTION SOWING  
DEMETER RECEIVES OFFERINGS1  
DEMETER RECEIVES OFFERINGS2  
DEMETER DAUGHTER PERSEPHONE

PERSEPHONE NATURE MYTH-PERSONAGE  
PERSEPHONE PROVENANCE GREECE  
PERSEPHONE EPOCH CLASS-GREECE  
PERSEPHONE ASSOCIATION THESMOPH  
PERSEPHONE ASSOCIATION SKIOPH  
PERSEPHONE FUNCTION SOWING  
PERSEPHONE MOTHER DEMETER  
PERSEPHONE ETYMOL-NAME KILLER-SUCKLING-PIG

THESMOPH NATURE FESTIVAL  
THESMOPH PLACE GREECE  
THESMOPH EPOCH CLASS-GREECE  
THESMOPH CELEBRATION SOWING  
THESMOPH PARTICIPANT WOMEN  
THESMOPH PARTICIPANT VIRGIN-GIRLS

SKIROPH NATURE FESTIVAL  
SKIROPH PLACE GREECE  
SKIROPH EPOCH CLASS-GREECE  
SKIROPH CELEBRATION SOWING  
SKIROPH PARTICIPANT WOMEN  
SKIROPH PARTICIPANT VIRGIN-GIRLS

VIRGIN-GIRLS CARRY OFFERINGS1  
WOMEN CARRY OFFERINGS2

OFFERINGS1 NATURE SCULPTURE  
OFFERINGS1 REPRESENT SUCKLING-PIG

OFFERINGS2 NATURE SUCKLING-PIG  
OFFERINGS2 TREATMENT ROTTEN  
OFFERINGS2 MIXED-WITH SEEDS  
OFFERINGS2 USE SOWING

Base de règles GIMBU.REG

OPTION2

**A. Interprétation des données préhistoriques**  
(partie gauche du schéma logiciste )

"Si une sculpture, représentant une divinité, possède un attribut qui recréente un animal, alors cet animal est associé à la divinité" (voir aussi règle 3).

REGLE : 1-ASSOCIATION-MASK

SI

NATURE (S) = SCULPTURE  
REPRESENT (S) = (V)  
ATTRIBUTE (S) = (P)  
REPRESENT (P) = (A)

ALORS

ASSOCIATION (A) <== (V)

FR

"Si deux sculptures figuratives ont le même décor, alors les personnages représentés sont associés".

REGLE : 2-ASSOCIATION-SEEDS

SI

NATURE (S) = SCULPTURE  
REPRESENT (S) = (V)  
NATURE (P) = SCULPTURE  
REPRESENT (P) = (A)  
DECOR (S) = DECOR (P)

ALORS

ASSOCIATION (A) <== (V)

FR

"Si un animal est associé à une divinité, alors c'est un animal sacré".

REGLE : 3-SACRED-ANIMAL

SI

IS-A (P) = ANIMAL  
NATURE (V) = DIVINITY  
ASSOCIATION (P) = (V)

ALORS

QUAL (P) <== SACRED-ANIMAL

FR



"Si un animal est sacré, et s'il est associé à la notion d'engraissement, alors il est associé à la fertilité agraire".

REGLE : 4-PIG-AGRAR-FERTILITY

SI

QUAL (P) = SACRED-ANIMAL

ASSOCIATION (P) = FATTENING

ALORS

ASSOCIATION (P) <== AGRARIAN-FERTILITY

FR

"Si un animal est sacré, et s'il a une chair tendre, alors il est associé à la Terre".

REGLE : 5-PIG-EARTH

SI

QUAL (P) = SACRED-ANIMAL

CHARACT (P) = SOFT-FLESH

ALORS

ASSOCIATION (P) <== THE-EARTH

FR

### B. Interprétation des données relatives à la Grèce classique (partie droite du schéma logiciste)

"S'il existe de nombreuses représentations d'un animal, alors c'est que cet animal a un rôle socio-culturel important".

REGLE : 6-CLASS-GREECE-PIG-REPRESENTATIONS

SI

NATURE (P) = REPRESENTATION

REPRESENT (P) = (A)

IS-A (A) = ANIMAL

QUANTITY (P) = NUMEROUS

ALORS

ROLE (A) <== SOCIO-CULTURAL-ROLE

FR

"Si un personnage mythique a pour fonction les semailles (préside aux semailles?), s'il est associé à la célébration des semailles, et s'il reçoit des offrandes de cochons de lait, et si le cochon de lait est un cochon, alors le cochon est associé à la fertilité agraire, et il est associé au personnage mythique en question".

REGLE : 7-CLASS-GREECE-ASSOC-PIG-FERTILITY

SI

NATURE (D) = MYTH-PERSONAGE

FUNCTION (D) = SOWING

ASSOCIATION (D) = (F)

NATURE (F) = FESTIVAL

CELEBRATION (F) = SOWING

RECEIVES (D) = (O)

(R) (O) = SUCKLING-PIG

IS-A SUCKLING-PIG = PIG

ALORS

ASSOCIATION PIG <== AGRARIAN-FERTILITY

ASSOCIATION PIG <== IDENT (D)

FR

"Si un personnage mythique a pour fonction les semailles (préside aux semailles?), s'il est associé à la célébration des semailles, et s'il reçoit des offrandes de cochons de lait pourris mélangés à des graines, et si le cochon de lait est un cochon, alors le cochon est associé à la Terre".

REGLE : 8-CLASS-GREECE-ASSOCIATION-PIG-EARTH

SI  
NATURE (D) = MYTH-PERSONAGE  
FUNCTION (D) = SOWING  
ASSOCIATION (D) = (F)  
NATURE (F) = FESTIVAL  
CELEBRATION (F) = SOWING  
RECEIVES (D) = (O)  
NATURE (O) = SUCKLING-PIG  
TREATMENT (O) = ROTTEN  
MIXED-WITH (O) = SEEDS  
USE (O) = SOWING  
IS-A SUCKLING-PIG = PIG  
ALORS  
ASSOCIATION PIG <== THE-EARTH  
FR

"Si un personnage mythique a un nom qui signifie étymologiquement "tueuse de cochon de lait", et si le cochon de lait est un cochon, alors le cochon est associé au personnage mythique en question".

REGLE : 9-ASSOC-PIG-PERSEPHONE1

SI  
NATURE (P) = MYTH-PERSONAGE  
ETYMOL-NAME (P) = KILLER-SUCKLING-PIG  
IS-A SUCKLING-PIG = PIG  
ALORS  
ASSOCIATION PIG <== (P)  
FR

"Si un personnage mythique a une fille, et s'il existe une association entre un élément et ce personnage mythique, alors la même association existe entre cet élément et la fille en question".

REGLE : 10-ASSOC-PIG-PERSEPHONE2

SI  
NATURE (D) = MYTH-PERSONAGE  
DAUGHTER (D) = (P)  
ASSOCIATION (S) = (D)  
ALORS  
ASSOCIATION (S) <== (P)  
FR

"Si, au cours de célébrations, des femmes portent des cochons de lait, et de jeunes vierges portent des sculptures représentant des cochons de lait, et si le cochon de lait est un cochon, alors le cochon est associé aux femmes".

REGLE : 11-PIG-WOMEN

SI  
NATURE (F) = FESTIVAL  
PARTICIPANT (F) = WOMEN  
PARTICIPANT (F) = VIRGIN-GIRLS  
CARRY VIRGIN-GIRLS = (O1)  
CARRY WOMEN = (O2)  
REPRESENT (O1) = SUCKLING-PIG  
NATURE (O2) = SUCKLING-PIG  
IS-A SUCKLING-PIG = PIG  
ALORS  
ASSOCIATION PIG <== PARTICIPANT (F)  
FR FIN ETAPE

### C. CONCLUSION

"S'il existe une sculpture préhistorique provenant de la vieille Europe, qui représente une divinité symbolisant la Végétation (Vegetation Goddess), et si cette divinité est associée au cochon, et si le cochon est un symbole (préhistorique) de la fertilité agraire et de la Terre, et s'il existe un personnage mythique de la Grèce classique (ici Déméter), qui a pour fonction les semailles, et si la vieille Europe inclut la Grèce, et si ce personnage mythique a une fille (ici Perséphone), et si le cochon est associé à la mère et à la fille, alors il existe une analogie entre ce personnage mythique et cette divinité préhistorique, et le personnage mythique de la Grèce classique a pour origine la divinité préhistorique".

REGLE : 12-ANALOGIE

SI  
NATURE (S) = SCULPTURE  
EPOCH (S) = PREHISTORIC  
REPRESENT (S) = (V)  
NATURE (V) = DIVINITY  
SYMBOL (V) = VEGETATION  
ASSOCIATION (V) = PIG  
ASSOCIATION PIG = AGRARIAN-FERTILITY  
ASSOCIATION PIG = THE-EARTH  
NATURE (D) = MYTH-PERSONAGE  
FUNCTION (D) = SOWING  
EPOCH (D) = CLASS-GREECE  
PROVENANCE (S) = (E)  
PROVENANCE (D) = GREECE  
INCLUDE (E) = GREECE  
ASSOCIATION PIG = (D)  
ASSOCIATION PIG = (P)  
DAUGHTER (D) = (P)  
ALORS  
ANALOGIE (D) <== (V)  
ORIGIN (D) <== (V)  
FR

Base de faits finale (GIMBU.OUT)

[Les faits nouveaux produits par l'application des règles sont suivis du signe +]

FIGURIN1 NATURE SCULPTURE  
FIGURIN1 REPRESENT PIG  
FIGURIN1 PROVENANCE OLD-EUROPE  
FIGURIN1 EPOCH PREHISTORIC  
FIGURIN1 DECOR SEEDS  
  
OLD-EUROPE INCLUDE GREECE  
  
FIGURIN2 NATURE SCULPTURE  
FIGURIN2 REPRESENT VEGET-GODDESS  
FIGURIN2 PROVENANCE OLD-EUROPE  
FIGURIN2 EPOCH PREHISTORIC  
FIGURIN2 ATTRIBUTE MASK  
FIGURIN2 DECOR SEEDS

VEGET-GODDESS NATURE DIVINITY  
 VEGET-GODDESS SYMBOL VEGETATION  
 VEGET-GODDESS ASSOCIATION PIG +

MASK REPRESENT PIG

PIG IS-A ANIMAL  
 PIG ASSOCIATION FATTENING  
 PIG CHARACT SOFT-FLESH  
 PIG ASSOCIATION VEGET-GODDESS +  
 PIG QUAL SACRED-ANIMAL +  
 PIG ASSOCIATION AGRARIAN-FERTILITY +  
 PIG ASSOCIATION THE-EARTH +  
 PIG ROLE SOCIO-CULTUAL-ROLE +  
 PIG ASSOCIATION AGRARIAN-FERTILITY +  
 PIG ASSOCIATION DEMETER +  
 PIG ASSOCIATION THE-EARTH +  
 PIG ASSOCIATION PERSEPHONE +  
 PIG ASSOCIATION VIRGIN-GIRLS +  
 PIG ASSOCIATION WOMEN +

SUCKLING-PIG IS-A PIG

FIGURINS3 NATURE REPRESENTATION  
 FIGURINS3 REPRESENT PIG  
 FIGURINS3 QUANTITY NUMEROUS  
 FIGURINS3 PROVENANCE GREECE  
 FIGURINS3 EPOCH CLASS-GREECE

DEMETER NATURE MYTH-PERSONAGE  
 DEMETER PROVENANCE GREECE  
 DEMETER EPOCH CLASS-GREECE  
 DEMETER ASSOCIATION THESMOPH  
 DEMETER ASSOCIATION SKIROPH  
 DEMETER FUNCTION SOWING  
 DEMETER RECEIVES OFFERINGS1  
 DEMETER RECEIVES OFFERINGS2  
 DEMETER DAUGHTER PERSEPHONE  
 DEMETER ANALOGIE VEGET-GODDESS +  
 DEMETER ORIGIN VEGET-GODDESS +

PERSEPHONE NATURE MYTH-PERSONAGE  
 PERSEPHONE PROVENANCE GRECE  
 PERSEPHONE EPOCH CLASS-GREECE  
 PERSEPHONE ASSOCIATION THESMOPH  
 PERSEPHONE ASSOCIATION SKIPOPH  
 PERSEPHONE FUNCTION SOWING  
 PERSEPHONE MOTHER DEMETER  
 PERSEPHONE ETYMOL-NAME KILLER-SUCKLING-PIG

THESMOPH NATURE FESTIVAL  
 THESMOPH PLACE GREECE  
 THESMOPH EPOCH CLASS-GREECE  
 THESMOPH CELEBRATION SOWING

THESMOPH PARTICIPANT WOMEN  
THESMOPH PARTICIPANT VIRGIN-GIRLS

SKIROPH NATURE FESTIVAL  
SKIROPH PLACE GREECE  
SKIROPH EPOCH CLASS-GREECE  
SKIROPH CELEBRATION SOWING  
SKIROPH PARTICIPANT WOMEN  
SKIROPH PARTICIPANT VIRGIN-GIRLS

VIRGIN-GIRLS CARRY OFFERINGS1

WOMEN CARRY OFFERINGS2

OFFERINGS1 NATURE SCULPTURE  
OFFERINGS1 REPRESENT SUCKLING-PIG

OFFERINGS2 NATURE SUCKLING-PIG  
OFFERINGS2 TREATMENT ROTTEN  
OFFERINGS2 MIXED-WITH SEEDS  
OFFERINGS2 USE SOWING

#### ABSTRACT

The authors here show, through an example, how the reasoning procedures in an archaeological construct can be analysed, represented, critically evaluated, and possibly transcribed so as to be used again as part of an expert system. The monograph which has been analysed is an extract from a study on the prehistorical origin of the myth of Classical Greece Demeter. The reasoning steps of the author are first extracted and rewritten in the shape of chainings of inferences, according to J.-C. Gardin's logicist approach. These components are then transcribed in terms of a fact base and a rule base according to the SNARK system. The SNARK knowledge base, as well as the results of the computing, are presented as tools for a better understanding of reasoning in the humanities.