

## Comprendre l'art pariétal (vers la formalisation sémantique de l'art des cavernes)

André Włodarczyk

Université Paris - Sorbonne - Paris 4, (Centre de Linguistique Théorique et Appliquée - CELTA)

[andre.wlodarczyk@paris-sorbonne.fr](mailto:andre.wlodarczyk@paris-sorbonne.fr)

### Résumé

En adoptant un certain nombre de concepts venant de la linguistique et de l'intelligence artificielle, il est possible d'exprimer formellement la plupart des connaissances sur l'art pariétal afin de construire une architecture simulant sa compréhension. Les connaissances accumulées jusqu'à présent ont notamment permis à G. Sauvet et A. Włodarczyk : 1) de formuler l'*hypothèse de la motivation sémiologique* de l'art pariétal paléolithique, 2) d'établir des *classes de représentations animalières*, 3) de décrire la *grammaire* qui sous-tend la composition des ensembles picturaux de cet art. Pour avancer, il est nécessaire d'enrichir les connaissances, réunies par G. Sauvet dans sa base de données des descriptions de l'art pariétal paléolithique, par de nouvelles observations des formes graphiques.

Nous proposons une théorie sémiotique de l'art tout en supposant que ce dernier est un code (système de signes) au même titre que le langage des œuvres littéraires. L'analogie que nous établissons entre le code pictural des œuvres d'art graphique et le code verbal des œuvres littéraires permet de comparer les règles de composition graphique aux règles de grammaire des œuvres littéraires et de les considérer comme une interface entre la *Forme* (constituée d'éléments distinctifs et d'éléments significatifs) et le *Contenu* (comprenant à la fois les éléments sémantiques et l'expressivité). De plus, nous mettons l'accent sur la distinction entre (a) les représentations *sémiologiques* (*translations* des messages verbaux (textuels) en compositions graphiques (panneaux de peintures) et vice-versa) et (b) les représentations *formelles* (les *encodage* des messages verbaux ou graphiques en représentations *formelles*).

Les méthodes d'opérationnalisation proposées doivent faciliter la création d'une nouvelle base de données plus élaborée dans l'espoir que les explorations ultérieures des informations réunies dévoileront de nouvelles régularités formelles « cachés » derrière les objets décrits. En effet, les avancées récentes dans les domaines des statistiques et de l'intelligence artificielle qui ont donné lieu à l'apparition des nouvelles méthodes d'extraction des connaissances des bases de données permettent de découvrir de nouvelles connaissances qu'il est impossible de percevoir à l'oeil nu au cours de la collecte des données.

### Abstract

By adopting a set of concepts stemming from linguistic science and artificial intelligence it is possible to formally represent a great deal of knowledge concerning rock art with the view to building an architecture which could simulate its comprehension. Knowledge acquired so far has enabled G. Sauvet and A. Włodarczyk: 1) to formulate the *hypothesis of semiotic motivation* of Palaeolithic rock art, 2) to *classify the animal representations*, 3) to *reveal the grammar* underlying the composition of series of paintings. In order to make any progress it is necessary to enrich the knowledge collected by G. Sauvet in his database of Palaeolithic rock art by adding new observations of graphic forms.

We propose a semiotic theory of art hypothesising that art is a code (a system of signs) in the same way as the language of literary works. The analogy that we establish between the pictorial code of graphic works of art and the verbal code of literary works allows us to compare the rules of graphic composition with the rules of grammar of literary works and to consider these rules as an interface between Form (made up of distinct and significant ele-

ments) and Content (containing both semantic elements and expressivity markers). Moreover, it is emphasised that a distinction should be made between (a) *semiotic* representations (*translations* of verbal (text) messages into graphic compositions (painting panels) and vice-versa) and (b) *formal* representations (descriptions *encoding* verbal or graphic messages into formal representations).

The proposed methods of operationalisation ought to enable us to create a new database with more elaborate description in the hope that future investigations using accumulated information will reveal new formal regularities "hidden" behind the objects described. Indeed, recent progress in the fields of statistics and artificial intelligence which gave rise to the new methodology known as knowledge discovery in databases (KDD) makes it possible to discover new knowledge imperceptible to the naked eye during the process of data collection.

## 1. Introduction

Les peintures et les gravures pariétales qui nous viennent du Paléolithique Supérieur sont perçues tout d'abord comme des œuvres d'art. De plus, il s'agit des premières manifestations de l'activité artistique de l'Homme. Suite à des hypothèses d'A. Leroi-Gourhan, les travaux de G. Sauvet et A. Włodarczyk (1977, 1992, 1995, 1999, 2001), G. et S. Sauvet (1979) et G. Sauvet (1994) ont permis de comprendre que l'art pariétal était très *utilitaire* puisqu'il a été possible d'y déceler toutes les caractéristiques d'un système sémiologique (système de signes). De tels systèmes servent à représenter sémiologiquement des contenus sémantiques auxquels s'ajoutent souvent des valeurs esthétiques. G. Sauvet et A. Włodarczyk ont démontré de façon statistique et formelle que ce qui est connu aujourd'hui surtout sous le vocable de l'art pariétal préhistorique doit, avant tout, être vu comme un code pictural et, en l'occurrence, comme une première manifestation graphique de l'homme. Bien que les premiers travaux sur ce sujet datent de 1977, il n'est pas rare que certains chercheurs qui ne les connaissent pas du tout ou très partiellement redécouvrent cette problématique de façon très variée et parfois même surprenante.

Par exemple, T. Avital (1999) écrivait: "*Three theories have been examined regarding the origins of art: Breuil's imitation theory (Breuil, 1981), Gombrich's projection theory (Gombrich, 1962) and Davis' mark-thing confusion theory (Davis, 1986).* Parmi les problèmes de l'art préhistorique qui restent non résolus, l'auteur de cette citation a observé que: "... *none of these theories teaches us anything about the structure of the intelligence of the human beings who created pictorial representation...*". C'est notamment pour contribuer à la solution du problème ainsi posé que nous proposons d'utiliser les avancées de la recherche en

sciences du langage (SL), en traitement automatique des langues (TAL) et en intelligence artificielle. Nous croyons en effet que le *paradigme cognitif* en sciences de l'homme (dû essentiellement aux sciences du langage et à l'intelligence artificielle) constitue une nouvelle approche pouvant conduire à une meilleure compréhension de l'art des cavernes. En effet, (1°) la linguistique et les sciences du langage cherchent à **expliquer** la capacité des hommes à communiquer (en utilisant des signes) et (2°) l'intelligence artificielle essaie plus généralement de **simuler** leurs capacités cognitives et intellectuelles de traiter les signes.

Cependant la *compréhension* à laquelle nous prétendons ne peut être comparée au décryptage qu'en partie étant donné que ce dernier domaine de recherche concerne les codes qui ont été sciemment cryptés<sup>1</sup>. Or, si on peut traiter l'art des cavernes comme un système de communication utilisé pour transmettre des connaissances culturelles, il n'y a pas de raison de le traiter comme un système issu d'une activité délibérée de cryptage. La difficulté de l'interprétation est due à l'impossibilité pour le chercheur moderne d'accéder à des informateurs pratiquant la culture de l'époque paléolithique. Néanmoins, la mise en évidence d'une *grammaire* sémiologique comprise comme principe organisateur des peintures pariétales laisse supposer qu'il devrait être aujourd'hui possible de trouver un certain nombre de concepts sémantiques sous-jacents de ce *système de communication*. Cependant, les tentatives d'interprétation ne peuvent pas avoir pour but d'attribuer des contenus « indirects » (secondaires : mythologiques, magiques etc.) aux manifestations picturales que les hommes

<sup>1</sup> Le cryptage de l'information nécessite l'invention d'une clef secrète qui doit être utilisée également pendant l'opération de décryptage.

préhistoriques nous ont laissées mais seulement — ce qui n'est pas négligeable malgré tout — de mettre en évidence les vestiges (la *forme* comme support du *sens*) de leur culture.

D'une manière générale, nous fondons notre proposition d'approcher la sémantique de l'art pariétal sur le présupposé suivant : en psychologie (cf. par exemple la théorie du codage dual de A. Paivio 1986), on soutient que, au-delà de la distinction entre le langage et la perception visuelle, il existe un seul et unique système de représentation *neuronique*. Mais la distinction entre le langage et la perception visuelle concerne deux phénomènes différents. Pour palier à ce problème, nous proposons d'utiliser plutôt la distinction entre le *code verbal* (langagier) et le *code visuel* (graphique) où la notion de **code** est définie par généralisation de celle de langage. Il est tout à fait vraisemblable que — comme le prétendent les psychologues — la représentation formelle soit la même aussi bien pour le code verbal que pour le code visuel. Nous devons cependant souligner que les **univers de discours** varient selon ces deux genres de codes (cf. l'hypothèse du multi-codage de l'information de Henryk Greniewski 1968).

Avant même de passer à la présentation de nos propositions, nous tenons à souligner avec force que l'art pariétal du paléolithique supérieur ne présente aucune caractéristique d'un système d'écriture (celui-ci étant défini comme un ensemble de signes graphiques dont les *signifiés* renvoient plus ou moins directement à des unités d'une langue naturelle). Notamment, sauf un cas isolé qui est quelque peu troublant (connu comme « inscription » de la grotte de la Pasiéga), dans la mise en forme (composition), aucune succession linéaire d'éléments graphiques qui correspondrait au caractère séquentiel des signes linguistiques n'a pu être constatée dans aucune des grottes préhistoriques.

## 2. Problèmes méthodologiques

Dans les sciences de la complexité, la seule façon de procéder consiste en la décomposition des problèmes traités. Or, on s'est aperçu que cette décomposition exige l'utilisation de disciplines diverses. Tel était et est le cas des recherches menées par G. Sauvet et A. Wlodarczyk qui ont abordé les données de l'art pariétal selon des approches et

points de vue empruntés (1) à la linguistique structurale (1977), (2) aux analyses structurales et statistiques des données (1988), (3) au traitement automatique des langues (1995), et (4) depuis 2001, aux méthodes d'exploration automatique de bases de données (KDD : *Knowledge Discovery in Databases*).

### 2.1. L'interprétation des signes non figuratifs

Les méthodes de la sémiotique structurale avaient commencé d'être appliquées à l'art paléolithique par André Leroi-Gourhan (1965). A leur tour, Sauvet et Wlodarczyk (1977, 1985, 1988) les ont utilisées pour établir une typologie des dessins non figuratifs (appelés *signes* par les spécialistes de l'art paléolithique). Leurs travaux visent à mettre en évidence des relations régulières entre ces dessins autorisant à les considérer non pas comme des représentations schématiques isolées d'objets usuels mais plutôt comme des parties constitutives d'un système sémiotique.

Partant du constat que, pour ce qui concerne les signes non figuratifs, il était impossible au chercheur moderne d'accéder à leur contenu sémantique<sup>2</sup> et/ou symbolique, seuls des critères géométriques simples ont été retenus pour établir une classification : triangles, cercles, quadrilatères, pentagones, claviformes, ponctuations, etc. En laissant de côté quelques traits géométriques isolés apparaissant comme non pertinents, douze clés ont été définies qui permettent de ne laisser que 3% de résidus inclassables parmi tous les signes non figuratifs connus de l'art paléolithique franco-cantabrique. L'analyse de ces clés elles-mêmes a permis de proposer des traits pertinents mis en évidence par la méthode des permutations utilisée en phonologie. Les procédés formels de création (composition) de dessins complexes à partir des traits pertinents constitutifs dégagés sont *l'intégration*, la *superposition* et la *juxtaposition*. On a pu émettre l'hypothèse que les différents types de compositions peuvent correspondre à des contenus sémantiques différents sans toutefois se permettre de projeter des connaissances sémantiques issues de

<sup>2</sup> On ignore même si ces signes non figuratifs n'avaient pas une origine figurative mais les tentatives de démontrer une telle hypothèse manquent cruellement de rigueur scientifique.

systèmes sémiotiques connus par ailleurs (différents codes graphiques historiquement connus ou encore en usage). Notamment, la recherche tirait parti des connaissances concernant les procédés de composition formelle des signes utilisés dans différentes écritures idéographiques mais en évitant soigneusement de projeter quelque contenu que ce soit issu de tel ou tel système graphique connu si ancien soit-il ; cela d'autant plus que les dessins abstraits du Paléolithique Supérieur ne se présentent jamais de manière linéaire (sauf l'exception célèbre de La Pasiega) comme dans les écritures servant à noter des messages linguistiques. Le travail réalisé sur les signes non figuratifs apportait la preuve que l'homme préhistorique était capable d'une abstraction au second degré consistant à établir des relations entre des schémas abstraits. Pas question, cependant, de proposer des hypothèses gratuites sur la vision du monde ou la mythologie qu'il voulait communiquer de cette façon.

## 2.2. L'interprétation des signes figuratifs

La recherche a ensuite été appliquée au corpus des dessins figuratifs qui, étant beaucoup plus nombreux, permettaient un traitement non seulement structural mais aussi statistique. L'analyse structurale et statistique des dessins figuratifs a porté sur 3300 occurrences issues de 84 sites, réunies par G. Sauvet en une base de données informatisée<sup>3</sup>. Le but était d'établir si des règles reproductibles étaient à l'origine de l'organisation de ces représentations figuratives en ensembles (correspondant à ce qui a été décrit comme des panneaux dans l'art pariétal). La variété des dessins figuratifs a été ramenée à 14 thèmes dont l'un regroupe sous le nom *divers* les représentations des espèces animales peu fréquentes. La liste des panneaux comportant de deux à six thèmes est convertie automatiquement en une table de cooccurrences des 14 motifs et cette dernière est soumise à l'analyse factorielle (Benzécri 1984). Cette méthode a permis de dégager automatiquement 5 classes :

- 1 cheval, bison, bouquetin
- 2 anthropomorphes, poissons, divers
- 3 renne, mammoth, ours
- 4 rhinocéros, félins
- 5 cerf, biche, aurochs

La classe 1 se trouve au centre des nuages de points obtenus par l'analyse factorielle, confirmant l'importance déjà aperçue dans les analyses précédentes (notamment Leroi-Gourhan) des thèmes du cheval et du bison. Il convient de souligner que le nombre des combinaisons qui ont été effectivement produites (présentes dans le corpus) est extrêmement réduit par rapport au nombre de combinaisons qu'il était théoriquement possible de réaliser : 199 sur 6461.

L'étape suivante du traitement consistait à tester comment les classes obtenues par l'analyse statistique influent sur les règles de composition. Ont été ainsi mises en évidence quelques règles simples qui confirment l'importance de la classe 1 et dont l'application a pour effet de supprimer un grand nombre de cas possibles (dans l'hypothèse d'une combinatoire totale) sans pour autant supprimer beaucoup de cas attestés, notamment :

- Règle 1 : toute tétrade doit comporter au moins un élément de la classe 1.
- Règle 2 : toute pentade ou hexade doit comporter au moins deux éléments de la classe 1.
- Règle 3 : Si un panneau renferme trois éléments ou plus n'appartenant pas à la classe 1, ceux-ci ne peuvent appartenir à trois classes différentes.

L'expression des règles ci-dessus en utilisant le langage de programmation Prolog a permis de confirmer que les règles dégagées constituent une grammaire formelle générant un nombre limité de combinaisons thématiques (Sauvet et Włodarczyk 1995) : le modèle produit 1616 panneaux au lieu de 6461 possibles a priori (taux de réduction 75%), tout en préservant une excellente adéquation à la réalité puisque 192 des 199 types de panneaux existants sont produits (adéquation 96,5%). Si la grammaire automatique ainsi obtenue ne peut rien révéler directement du contenu sémantique des panneaux figuratifs, elle permet cependant de confirmer l'hypothèse que les assemblages thématiques obéissent à quelques règles stables et récurrentes. Ce résultat interdit de

<sup>3</sup> Cette base de données a été publiée sous forme compactée en annexe de [Sauvet et Włodarczyk 1995].

considérer que les panneaux sont dus au hasard ou à l'inspiration individuelle des artistes. Au contraire, on est en droit de supposer que les règles réduisant la combinaison des thèmes reflètent des contraintes sémantiques, même si ces dernières demeurent inaccessibles.

Depuis 2001, la recherche poursuivie par G. Sauvet et A. Włodarczyk vise à affiner les connaissances des panneaux en soumettant les thèmes dégagés à une description faisant appel à des traits caractéristiques non pris en compte dans les précédentes études. G. Sauvet a ainsi ajouté à son corpus des dessins figuratifs des précisions concernant quelle *partie du corps* est représentée (animal entier, protomé, animal sans tête, sans pattes, ligne dorsale, avant-train ou arrière train), quelles sont la taille, l'orientation, l'animation du corps de l'animal ainsi que la technique artistique utilisée (gravure, peinture etc.). Ces extensions du corpus ont permis de constituer un fichier appelé dorénavant *base de données de 2<sup>ème</sup> génération*. Cette base est actuellement utilisée en appliquant, entre autres, des algorithmes issues de la théorie des ensembles approximatifs (Pawlak 1982, 1991) car cette théorie permet d'établir automatiquement, à l'intérieur d'un ensemble d'objets inconnus, lequel de leurs traits caractéristiques présente la plus grande force de discernabilité. L'application de cette méthode a notamment permis d'établir la hiérarchie suivante entre les cinq traits pris en compte : *partie du corps* > *orientation* > *taille* > *technique* > *animation*. Fait remarquable, cette hiérarchie reste la même pour les trois thèmes constituant la classe 1 auparavant dégagée, celle formée des thèmes du Cheval, du Bison et du Bouquetin. Cette mise en ordre hiérarchique a inspiré à G. Sauvet l'idée de comparer l'orientation du Cheval et du Bison (Sauvet 2005/2006).

Pour découvrir d'autres informations de ce genre, il faut créer de nouvelles bases de données. En commençant à compter à partir de

la création du premier fichier manuel par G. Sauvet et de sa première base de données (appelé dorénavant de 2<sup>ème</sup> génération), la collecte de connaissances consiste à enrichir les bases de données successives (d'où la métaphore des générations) développées pour la recherche.

### 2.3. Translation entre le verbal et le pictural

Nous considérons l'art pariétal du paléolithique supérieur comme un genre d'illustration *naturelle* d'un système de croyances (vision du monde). Par illustration naturelle, nous comprenons l'illustration conçue pour pouvoir « signifier » de façon autonome par rapport à la tradition orale (c'est-à-dire sans se substituer au code verbal ou langue) mais sans doute en l'accompagnant. Il est en effet vraisemblable qu'une tradition orale accompagne l'activité picturale car il est toujours possible d'effectuer ce que nous appelons une *translation* entre les codes verbal et pictural. Le tableau 1 montre les deux orientations possibles de la *translation* entre les expressions verbales et picturales. La distinction entre l'*informativité* et l'*expressivité* sera expliquée en détail dans la suite.

Nous distinguerons donc d'une part entre (a) la *translation* (représentation sémiotique) des expressions verbales en expressions picturales ou *vice-versa*, effectuée dans un but *artistique*, *technique* ou *scientifique* et, de l'autre, (b) la *description* (représentation formelle) des expressions verbales ou picturales en un langage qui utilise une notation logique dans un but strictement *scientifique*.

Il est clair que la représentation formelle (description scientifique) ne pourra pas comporter tous les détails (nuances) des œuvres d'art (expressions artistiques). Rappelons que ce problème correspond notamment à ce que certains critiques de la

	<b>Translation</b>	
<b>FORMES D'EXPRESSION VERBALE</b>	→ VISUALISATION → (d'un texte par un dessin)	<b>FORMES D'EXPRESSION PICTURALE</b>
	← VERBALISATION ← (d'un dessin par des mots)	

Tableau 1. Translation entre les codes verbal et visuel

démarche scientifique considèrent à tort comme inacceptable car réducteur par rapport à l'objet étudié. Précisons donc tout de suite qu'afin de pouvoir étudier un domaine d'objets (même dans le domaine de l'art) de façon scientifique, **seules les réductions (simplifications volontaires) permettent de ramener la diversité des objets individuels à des types ou schémas.**

Nous présentons ci-dessous les résultats d'une tentative de description formelle de deux types de constructions graphiques. Cette expérience a été effectuée par Gilles Tosello et André Wlodarczyk en 2001 dans le cadre des travaux de l'équipe OHLL dirigée par Georges Sauvet. Elle consistait en la description scientifique exprimée d'abord en langue naturelle (par Gilles Tosello), transcrite ensuite en un langage quasi-formel (par André Wlodarczyk) utilisant la notation des prédicats logiques. Notre tentative avait pour objectif de constater s'il serait possible de décrire formellement l'hypothèse de Gilles Tosello concernant l'existence d'au moins deux styles de peintures représentant les bisons : périgourdin et pyrénéen.

#### BISON DE TYPE « PERIGORD » (fig. 1)

« **Proportions générales :** La tête a tendance à être petite. La bosse est très marquée, arrondie, l'avant-train massif (surtout pour les mâles). »

```
région(Périgord)
animal(bison, mâle)
tête(taille(petite, 0.8))
bosse(taille(grande,1), forme-b(arrondie))
avant-train(taille(massif, 0.8))
```

« On a évoqué l'allusion graphique au mammoth ("bison-mammoth"); cette idée est renforcée par la co-existence des deux espèces sur les mêmes panneaux dans les grottes concernées (Rouffignac, Font-de-Gaume, Combarelles, Bernifal). »

```
région(Périgord)
animal(bison, mâle, silhouette-comparable-a(mammoth,0.4))
tête(taille(petite, 0.8))
bosse(taille(grande,1), forme-b(arrondie))
avant-train(taille(massif, 0.8))
thème-associé(mammoth)
```

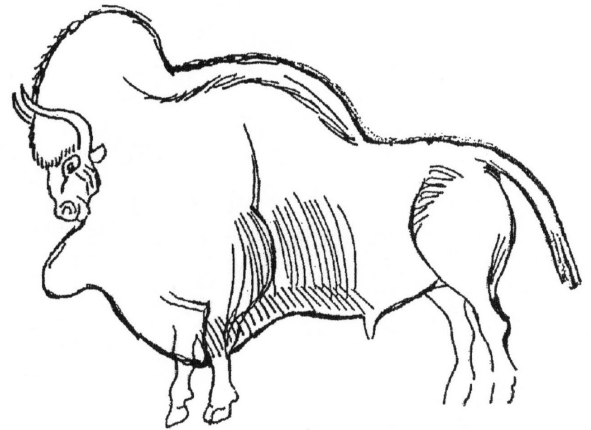


Figure 1. Bison de type périgourdin (Font-de-Gaume, Dordogne). Relevé H. Breuil.

#### BISON DE TYPE « PYRENEES » (fig. 2)

« **Proportions générales :** les proportions sont plus proches du vivant européen. La bosse est moins marquée que le type Périgord ; on note parfois un replat au sommet de la bosse et en arrière la présence d'une "deuxième" bosse (sorte de masse de poils arrondie). Le bison pyrénéen fait parfois penser à un "sanglier" (bosse peu marquée, aspect très poilu, crinière hérissée). »

```
région(Pyrénées)
animal(bison,SEX?,silhouette-comparable-a({(bison-vivant,0.3),(sanglier, 0.3)}))
bosse(taille(normale),forme-b(non-arrondie(replat-au-sommet(oui, 0.3))
2-ème-bosse-en-arrière(oui, 0.3))
silhouette-de(sanglier, bosse peu marquée, aspect très poilu, crinière hérissée)
```

L'expérience de *description* formelle ci-dessus concernait, nous l'avons dit, l'hypothèse (idée généralisée, donc constituant déjà une synthèse des observations) de Gilles Tosello sur l'existence de deux styles (types) de bisons. Il ne s'agissait donc pas d'une *description* (représentation formelle) des dessins individuels de bisons. Mais il n'est pas difficile de se persuader que les connaissances quasi-formelles qui en ont résulté sont opérationnelles (c'est-à-dire : au format utilisable par les moyens informatiques). Cela permet de conclure que ce genre de connaissances, au risque d'apparaître à certains comme insuffisantes car réduites, peuvent (en fait doivent si l'on veut vérifier l'hypothèse de Gilles Tosello) être réunies sous forme de bases de données pour être ultérieurement traitées.

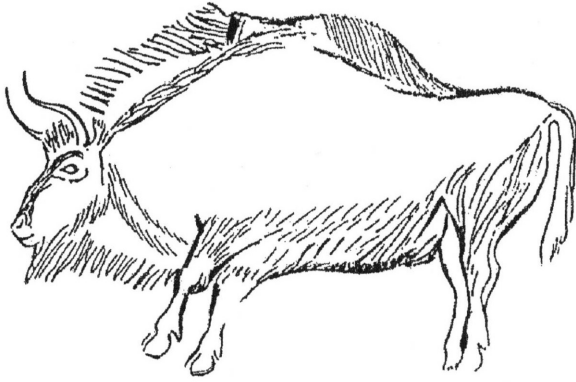


Figure 2. Bison de type pyrénéen (Niaux, Ariège). Relevé H. Breuil.

### 3. Systèmes de signes et modèles de la communication

#### 3.1. Les Signes et leurs référents

Il existe deux théories de la sémiologie selon que : (1) les signes sont définis comme des relations binaires entre la Forme (*signifiant*) et le Contenu (*signifié*) - Ferdinand de Saussure [1857-1913] et (2) les signes sont des relations ternaires entre le *representamen* (Forme), *interprétant* (Concept ou Être Humain) et *réfèrent* ou *base* (Monde) - Charles Sanders Peirce [1839-1914] et ses successeurs. Le *signifiant* et le *signifié* étant inséparables l'un de l'autre, il a fallu ajouter une notion de *véhicule* des signes pour désigner le support ou médium physique (ondes sonores, écritures, enregistrements magnétiques etc.). Le terme *interprétant* recouvre deux significations car - selon la version - la théorie sémiologique de Peirce y décèle tantôt le concept tantôt l'être humain<sup>4</sup>. Les successeurs de Peirce ont proposé plusieurs mutations de ce triplet de notions. Parmi ces propositions, c'est le *triangle sémiotique* d'Ivor Armstrong Richards [1893-1979] et de Charles Kay Ogden [1889-1957] qui est le plus connu. Dans ce triangle, le signe (appelé *symbole*) est en rapport « causal » avec le concept et en rapport dit « d'imputation » (car indirect) avec le réfèrent.

<sup>4</sup> Plus récemment, on a utilisé le terme « organisme vivant ayant un système nerveux central capable de traiter l'information » (Henryk Greniewski [1903-1972] - 1968).

Par rapport à leur utilisation (usage), les signes sont définis comme les unités signifiantes de systèmes de communication appelés langages. Les unités minimales des langages sont les constituants élémentaires (« atomiques ») renvoyant à différents niveaux<sup>5</sup> de représentation. En général, les linguistes, en suivant les logiciens, utilisent la notion d'*interprétation* pour expliquer comment on peut passer des signes (ou symboles logiques dans le cas des langages formels) au monde encodé (aux valeurs de vérité). L'interprétation concerne en effet la *référence*, c'est-à-dire le rapport entre les signes et le monde, dont selon le point de vue philosophique adopté, plusieurs conceptions ont été proposées jusqu'à présent :

Référence *réaliste*: les signes renvoient simplement aux objets

Référence *idéaliste*: les signes renvoient aux concepts

Référence *cognitivist*: les signes renvoient aux objets à travers les concepts

Nous proposons d'adopter la conception cognitivist de la référence. Dans ce type de référence *composite*, les signes renvoient aux objets à travers les concepts qui, à notre sens, doivent être à leur tour analysés en (a) *infons* (représentations *cognitives* passagères situées dans la mémoire temporaire) et (b) *noèmes* (représentations *épistémiques* ou, simplement, connaissances emmagasinées dans la mémoire stable). Schématiquement, nous pouvons résumer notre modèle de référence sémiologique tout en mettant l'accent sur son double aspect : *composite* (synchrone ou parallèle) et *incrémental* (affinement de plus en plus *profond*<sup>6</sup> allant des *infons* aux *noèmes* et vice-versa).

#### 3.2. Représentations internes dans la cognition humaine

Les activités cognitives de l'Homme consistent à traiter simultanément des

<sup>5</sup> Certains de ces niveaux, notamment les plus élevés, peuvent même structurer les relations sémantiques communiquées elles-mêmes et donc avoir un statut méta-informatif.

<sup>6</sup> Ceci peut être rapproché de l'herméneutique dont l'objectif est d'approfondir la lecture des textes (bibliques) qui suggère que les connaissances doivent être « approfondies » de façon *incrémentale* (progressive).

informations de nature verbale et non verbale. Aussi bien la psychologie que l'intelligence artificielle ont pour objet d'expliquer les capacités de communiquer, la seconde visant plus particulièrement à *expliquer* ces capacités en les simulant. Le problème que se pose la recherche en psychologie et en intelligence artificielle est celui des représentations construites à partir de ces deux types de données : sont-elles encodées dans deux types de codes différents ? Comme nous l'avons dit plus haut, les travaux récents en psychologie suggèrent que, malgré la multiplicité des codes utilisés par les hommes dans la phase de l'acquisition des connaissances, ces dernières une fois assimilées font l'objet de représentations neuroniques uniques. Ainsi, dans la deuxième phase de sa recherche, A. Paivio (1986) a convenu que la communication visuelle et la communication verbale se servent d'un code neuronal commun.

### **3.3. Représentations sémiologiques naturelles et langages artificiels**

La représentation sémiologique est l'encodage (ou le décodage) du sens dans un code interhumain donné (système sémiologique, par exemple une langue). Cela implique que ce code est naturel, c'est-à-dire qu'il s'est constitué progressivement dans une société humaine pour les besoins de la communication entre ses membres. Ce type de code naturel s'oppose aux codes artificiels (langages formels) inventés par un seul individu ou un groupe restreint de spécialistes le plus souvent pour les besoins d'une science. Les codes naturels sont soumis à l'évolution à l'intérieur d'une société humaine, leurs éléments sont toujours polysémiques car leur contenu s'enrichissent des différents usages qui en est fait par les hommes dans différents contextes. Les signes des codes artificiels, en revanche, sont univoques<sup>7</sup> : un signe est construit pour représenter un seul sens et cette relation est *fixée* (de façon axiomatique) et n'est pas sujette à évoluer au cours du temps.

<sup>7</sup> Les langues artificielles qui font exception à cette règle sont celles qui ont été créées à l'instar des langues naturelles et qui sont utilisées de la même façon que ces dernières (exemple : esperanto).

### **3.4. L'Informativité et l'expressivité des signes des codes naturels**

Un mode particulier de signifier au moyen des codes naturels consiste à utiliser des signes dans le but de créer des contenus qui, pour les récepteurs, sont ressentis comme impressionnants mais plutôt vagues. Du point de vue du producteur/créateur de ce genre de contenus, ce phénomène est appelé *expressivité* (communication orientée vers l'expression). Ainsi, nous distinguons entre l'expressivité et ce que nous proposons d'appeler l'*informativité*. De plus, dans les codes sémiologiques, ni l'informativité ni l'expressivité ne sont des activités communicatives autonomes. Les signes qui ont une valeur expressive sont finement stylisés et jouent des rôles variés. En général, ces rôles sont de nature rhétorique.

Pour interpréter correctement les codes sémiologiques qu'ils soient de nature verbale ou picturale, il faut donc distinguer entre leur informativité et leur expressivité. Alors que l'informativité se fonde sur les contenus avant tout objectifs des signes, l'expressivité constitue leurs contenus avant tout subjectifs.

Il convient également de préciser que les codes artificiels (formalismes logiques, langages de programmation, etc.) sont censés rendre possible la communication des contenus objectifs. La puissance de ces codes ne permet de mesurer que leur informativité, il apparaît donc impropre de parler de l'expressivité des codes formels en théorie des langages formels. Du point de vue linguistique, en ce qui concerne les langues humaines, notons cependant que la distinction informativité/expressivité est plus large que celle que beaucoup de linguistes font entre la sémantique et la pragmatique. En art, où les contenus subjectifs sont très marqués, l'expressivité concerne — nous l'avons dit — avant toute chose les domaines tels que le style, la rhétorique et le goût qui sont caractéristiques des individus et des groupes d'individus.

### **3.5. Unités de communication et techniques de représentation**

Les codes sémiologiques permettent de communiquer en vertu du fait que leurs éléments (signes) obéissent à des règles bien déterminées de construction (composition). Nous nous bornerons ici à présenter les codes qui correspondent aux deux types de



communication suivants : verbal et pictural. Rappelons qu'une distinction semblable à celles de *l'informativité* et de *l'expressivité* a été proposée en théorie de la littérature par Roland Barthes (1956) pour expliquer les différents *degrés de signification* qui caractérisent les œuvres littéraires (signification du degré 1) par rapport aux textes non-littéraires (signification du degré 0). Cependant, cette proposition qui consiste à se positionner délibérément du côté des œuvres d'art écarte a priori tout texte qui n'est pas artistique car considéré comme « plat » et sans valeur esthétique. Étant donné que nous visons à définir les fonctionnalités des codes sémiologiques généraux, nous devons rendre compte de ces deux facettes de la

signification en même temps. Nous observons en effet que tout code sémiologique contient aussi bien (a) des signes ayant des contenus informatifs qui renvoient aux « états de choses » que (b) des signes ayant des contenus expressifs (émotions, traits individuels, sentiments etc.) qui permettent de transmettre certains « états d'âmes » des sujets parlants (utilisateurs du code : locuteurs, spectateurs). Les constructions ou signes des niveaux supérieurs (messages) contiennent toujours les deux types de contenu. Il est important de noter que le pouvoir informatif est inversement proportionnel à la force d'expression : plus d'*expressivité*, moins d'*informativité* et vice-versa (figure 3).

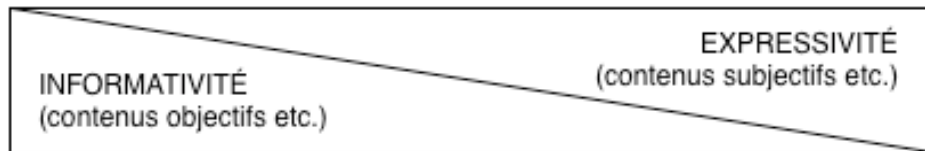


Figure 3. Deux types de contenu présents dans la communication naturelle

Dans la suite de cet exposé, nous nous limiterons aux seuls deux types de communication *verbale* et *picturale* car nous tenterons de jeter une certaine lumière sur la question de la signification des activités de communication des hommes préhistoriques (Tableau 2). En effet, leurs constructions de communication (messages) nous sont parvenues sous la forme de ce qui est surtout connu comme l'art pariétal. Selon nous, la communication picturale est secondaire par rapport à la communication verbale (langagière). Cela veut dire que nous admettons l'hypothèse selon laquelle les capacités de communiquer verbalement préexistaient, dans l'évolution de l'Homme, à toute activité picturale. C'est bien ce présupposé qui nous autorise à emprunter aux sciences du langage la plupart de concepts permettant de généraliser la notion de code sémiologique. Notons enfin que nous tenons à comparer deux codes (verbal et pictural) et non un code sémiologique et une représentation interne qu'est le *visuel*<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Le psychologue Paivio A. (1971, 1986) a notamment comparé le code verbal (représentation sémiologique) directement avec le « visuel » (qui n'est pas un code sémiologique mais la représentation conceptuelle interne aux individus

Les dessins figuratifs peuvent jouer le rôle tantôt de support de concepts tantôt de signes picturaux à part entière. C'est en vertu de l'analogie qui caractérise le lien entre le dessin et le monde réel que le **concept** évoqué par le dessin normalement **correspond** à un concept représentant le monde réel. Un dessin figuratif devient signe lorsque son sens dépend d'autres dessins qui forment de cette façon un système.

Souvent, dans ce cas, le sens d'un signe graphique (même s'il garde sa forme de simulacre de la réalité) s'écarte du concept qu'il était censé représenter à sa création (origine). En effet, nous observons que les relations apportent des sens complémentaires aux termes concernés (parfois même contredisant le type ontologique de ces derniers) leur procurant ainsi, par exemple, le statut de *participants* des situations sémantiques variées.

Si nous ne considérons que les codes sémiologiques verbal et pictural (donc deux

humains). Dès lors, il n'est pas difficile d'imaginer les problèmes que ces chercheurs ont dû surmonter car la catégorisation imposée par la langue qui est un code (représentation) sémiologique est sans doute plus contraignante (sémantique) que la conceptualisation du monde dans la représentation interne qui est plus « profonde » (ontologique).

types de communication le plus fréquemment utilisés par l'Homme), en comparant les structures de leurs constructions (messages) et les techniques (règles de composition), on observe que les deux codes permettent de transmettre des contenus *aussi bien* informatifs qu'expressifs. Notons que les oeuvres d'art se caractérisent par le fait qu'elles contiennent beaucoup d'éléments expressifs<sup>9</sup>.

#### 4. L'Art pariétal comme un code pictural

Nous avons distingué entre le visuel (activité consistant à conceptualiser le monde tel qu'il est perçu par la vue sans utilisation des signes) et le code visuel (système de signes inventé pour être vus). Cela nous permet notamment de préserver le caractère arbitraire du rapport entre les signes (éléments des codes) et les objets perçus dans le monde. Notons en passant que les dessins figuratifs peuvent être (a) parfois considérés comme des *signes* appartenant à des codes visuels et (b) parfois comme de simples *simulacres* de la réalité telle qu'elle a été perçue par les dessinateurs. Nous proposons de considérer que les dessins figuratifs font partie des codes visuels uniquement quand il est possible de déceler des relations (similarités, oppositions, hyponymies, méronymies etc.) qu'ils entretiennent entre eux soit dans la même unité graphique soit en appartenant à des unités graphiques différentes. Cela implique que, afin qu'un dessin figuratif puisse « signifier » en tant qu'élément d'un code sémiologique (et non simplement comme une représentation graphique de la réalité), il faut soit (a) qu'il contienne au moins deux éléments (qui sont en rapport « arbitraire » entre eux) soit (b) qu'il y ait un autre dessin avec lequel il entre en rapport « arbitraire ».

Étant donné que le rôle des signes consiste en la transmission des messages, tout code doit posséder une forme et un contenu. Sans contenu, il serait impossible de passer à l'interprétation du sens et sans forme, le code

n'aurait aucune utilité pratique. Dans le cas des codes sémiologiques, la forme des signes est connue sous le vocable *signifiant* et leur contenu *signifié*. Prenons pour exemple un motif de bison isolé. Deux choix sont vraisemblables : (a) son dessin n'appartient pas à un code visuel (est simulacre de la réalité perçue) ou (b) sa forme correspond à un signifiant d'un signe du code visuel (s'opposant à au moins un signe du même code).

##### 4.1. Code verbal et code pictural

Afin de décrire l'art paléolithique, nous nous fondons sur l'analogie entre le code verbal et le code pictural en tant que codes sémiologiques dont le propre consiste à associer des contenus à des formes au moyen de règles. Ces règles, qui sont de nature grammaticale, correspondent à celles de syntaxe et de parataxe dans les codes verbaux, et aux lois de composition graphique dans les codes picturaux (Tableau 3). Par exemple, aux centres d'intérêt du code verbal correspond, dans un code graphique, la notion de centre de gravité ou de point focal. Dans la scène du puits de Lascaux, l'homme à tête d'oiseau, entre le rhinocéros qui s'éloigne et le bison qui lui fait face, est le centre de gravité du panneau, l'axe de symétrie étant matérialisé par le bâtonnet vertical surmonté d'un oiseau schématique (fig. 4).



Fig. 4. La « scène du puits » de la grotte de Lascaux (d'après G. Bataille).

<sup>9</sup> On considère même que certains traits de l'expressivité ont été découverts par les artistes comme éléments de nos facultés communicatives innées. *“In other words human artists through trial and error, through intuition, through genius have discovered the figural primitives of our perceptual grammar.”* (Ramachandran 2004)

Le tableau 3 montre qu'un ensemble de procédés grammaticaux (règles de structuration) est nécessaire comme interface entre une forme et un contenu. La double articulation en éléments significatifs et éléments distinctifs a trouvé son application dans la première description des dessins paléolithiques non

figuratifs proposée par Sauvet et Wlodarczyk (1977). En effet, cette double articulation des codes sémiologiques est le propre de tout système de communication efficace inventé par l'Homme. L'importance des règles de composition est déjà apparue dans les travaux de Sauvet et Wlodarczyk sur la composition des panneaux polythématiques. Elle est bien connue des spécialistes de la communication graphique

et trouve une application importante dans la publicité des sociétés modernes. L'idée que le sens est structuré en contenus *informatifs* (sémantiques) et *expressifs* (pragmatiques) permet d'appréhender la volonté (souvent reconnaissable intuitivement même dans les premières créations graphiques de l'homme) de mettre en valeur tel ou tel élément d'un tableau, de produire un effet sur le destinataire, etc.

Niveaux		TYPES de COMMUNICATION	
		COMMUNICATION VERBALE	COMMUNICATION PICTURALE
INFORMATIVITÉ	Produits	TEXTES (Histoire/Intrigue)	DESSINS* <sup>1</sup> (Esquisse/Croquis)
	Techniques	<b>Grammaire</b>	<b>Composition graphique</b>
EXPRESSIVITÉ	Produits	OEUVRES LITTÉRAIRES	OEUVRES GRAPHIQUES
	Techniques	<b>Stylistique littéraire</b>	<b>Stylistique des art graphiques</b>

\*<sup>1</sup>) C'est notamment parce que l'informativité n'est jamais séparable de l'expressivité que les dessins figuratifs conçus pour n'évoquer que des contenus informatifs sont traités comme des « portraits-robot ».

Tableau 2. Types et niveaux de communication.

		Code verbal	Code pictural
CONTENU (signifié)	<b>Contenus expressifs</b> (pragmatique)	<i>Centres d'intérêt</i> : {sujet, objet, topique, focus} <i>Personnes</i> : {locuteur, allocuté, délocutif}	<i>Centre de gravité d'un tableau</i> : {symétrie, anti-symétrie} <i>Mise en valeur</i> : {contraste, nuance}
	<b>Contenus informatifs</b> (sémantique)	<i>Relations entre les participants des situations sémantiques</i> : {agents, figures}	<i>Espace</i> : {2D, 3D} <i>Rôles</i> : {agent, figure, arrière-plan} <i>Position</i> : {debout, couché, assis} <i>Action</i> : mouvement : {marche, galop, saut}
GRAMMAIRE (interface)	<b>Niveau intermédiaire</b>	<i>Syntaxe</i> {relations de constituance} <i>Parataxe</i> {relations virtuelles}	<i>Composition topographique</i> <i>Direction</i> : {à droite, à gauche, de profil, en arrière} <i>Orientation</i> : {horizontale, verticale, diagonale} <i>Disposition</i> : {perpendiculaire, parallèle, oblique}
FORME (signifiant)	<b>Formes élémentaires</b> (significatives)	<i>Morphologie</i> : {morphèmes lexicaux et grammaticaux}	<i>Formes significatives</i> Parties, composants, entités, objets
	<b>Formes élémentaires</b> (distinctives)	<i>Phonologie</i> : {phonèmes} <i>Prosodie</i> : {intonèmes etc.}	<i>Éléments graphiques</i> : {traits, factures et couleurs} <i>Formes</i> : point: {petit, grand, énorme} ligne: {droite, courbe}

Tableau 3. Structuration hiérarchique du code verbal et du code pictural

Les catégories ontologiques très générales que les linguistes cognitivistes reconnaissent aujourd'hui comme pouvant être mises en correspondance avec les catégories sémantiques propres aux différentes langues peuvent suggérer un horizon d'interprétation de l'art paléolithique. Elles ne sont, bien sûr, pas suffisantes pour nous permettre de reconstituer avec précision ce qui fait la particularité de la vision du monde propre à la culture paléolithique franco-cantabrique. Seule la forme originale et inimitable de cette culture nous est transmise par les parois peintes des cavernes qui, en dehors de toute approche scientifique, ne cesseront de nourrir l'imagination de l'homme moderne.

## 5. Perspectives théoriques pour la création d'une nouvelle base de données

La Grammaire sémiologique de l'art pariétal paléolithique (GSAPP) mise en évidence jusqu'à présent par Sauvet et Włodarczyk (1992, 1995, 1999, 2001) représente le fruit des recherches menées sur les bases de données constituées par G. Sauvet, lui-même, et que nous avons citées plus haut comme (a) premier fichier manuel et (b) base de données de 2<sup>ème</sup> génération. Pour créer une nouvelle base de données de l'art pariétal paléolithique, il paraît nécessaire d'ajouter des informations dont la nature a été schématiquement présentée dans le tableau 3. Ce genre de données devraient fournir des connaissances sur les régularités de composition des panneaux (peints et gravés) en tenant compte de leur spatialité dans les grottes. Cette fois, ce qui devrait être recherché en particulier ce sont autant les traits généraux traversant le temps et l'espace que les caractères spécifiques propres aux différentes régions de l'aire franco-cantabrique. Une fois les voies les plus prometteuses déblayées de façon mi-manuelle mi-automatique, vu que la GSAPP qui concernait les motifs seuls s'est révélée faisable, on peut espérer trouver un (ou plusieurs) algorithme(s) qui permettraient d'inférer une (ou plusieurs) nouvelle(s) grammaire(s), étendue(s) cette fois aux phénomènes discursifs, dans une perspective qui sépare bien les caractéristiques régionales et chronologiques des propriétés universelles et atemporelles de cet art.

Pour mener à bien cette tâche, il sera nécessaire de prendre en considération le

maximum de critères distinctifs. Un projet de ce genre pourrait contenir les trois volets suivants :

1. représenter par région tous les panneaux d'une grotte sous forme d'un graphe,
2. trouver les liens dans les graphes obtenus en cherchant des sous-ensembles qui s'y répètent,
3. montrer quelles formes peuvent prendre les structures sémantiques ("informatives") tout en les distinguant des interprétations discursives ("expressives").

Les informations de la nouvelle base de données ressembleraient à ce qu'on appelle récemment ontologie de base. En effet, on obtiendrait deux ontologies (a) une sémantique (décrivant la sémantique « littérale » des relations entre les animaux représentés) et (b) une pragmatique (représentant l'expressivité des moyens picturaux, les variations régionales et individuelles (comme, par exemple, les différences de style mentionnées ci-dessus entre bisons du Périgord et des Pyrénées). Dans l'état actuel de nos connaissances, en général, nous constatons par exemple l'absence apparente de fonds contextuels scéniques (donc relationnels). Or, certains indices laissent entrevoir l'existence de scènes. De plus, il deviendrait peut-être possible d'établir des oppositions (différences) relatives à l'informativité tout en tenant compte des éléments expressifs de l'art pariétal paléolithique de la région franco-cantabrique. Ceci constituerait les vestiges de la culture et que nous proposons de traiter comme *forme* servant de support d'un certain *sens*.

Mais le problème principal que pose la compréhension de l'art pariétal préhistorique à l'analyse par les moyens de l'intelligence artificielle consiste en l'impossibilité de recourir aux utilisateurs de cet art. Seuls les experts contemporains peuvent servir d'informateurs à l'informaticien qui entreprendrait la tâche de bâtir un modèle simulant ce genre d'art. Un autre problème vient de l'avancement en technologie informatique elle-même car les ordinateurs d'aujourd'hui ne sont pas encore assez performants dans le domaine du traitement des peintures (et a fortiori des gravures) qu'il faut relever des surfaces rocheuses. Pour des raisons aussi bien matérielles que techniques, il n'est pas concevable à l'heure actuelle d'utiliser les méthodes de la *reconnaissance des formes* pour mettre en place une saisie automatique des données dans le domaine de la préhistoire

de l'art rupestre. Ici, pour le moment, les hommes *voient* encore beaucoup mieux que les ordinateurs.

Le problème d'acquisition automatisée des données picturales mis à part, il n'est pas impossible d'atteindre une grande objectivité dans la description de l'art paléolithique en tirant le meilleur parti des techniques de l'intelligence artificielle car celles-ci permettent notamment de mettre en lumière de nouvelles informations à partir des connaissances qui ont certes été réunies au préalable dans des bases de

données mais dont les structures et relations resteraient non accessibles à l'homme sans outils informatiques. Parmi ces techniques, c'est surtout celles fondées sur la théorie des ensembles approximatifs qui devraient permettre de révéler de nouvelles connaissances. D'autres techniques et algorithmes viendront s'ajouter à celles-ci et nous permettront sans doute de découvrir de nouvelles informations au moyen des ordinateurs.

## Bibliographie

- AVITAL T. (1999). "Footprints Literacy: The Origins of Art and Prelude to Science", *Review Visual Mathematics, Art and Science*. Electronic Journal of ISIS-Symmetry, Volume 1, No. 2., [www.mi.sanu.ac.yu](http://www.mi.sanu.ac.yu).
- BARTHES R. (1953). *Le Degré zéro de l'écriture*, Coll. « Pierres vives », Seuil, Paris.
- BENZÉCRI J.-P. (1984). *L'analyse des données*. Vol. 1: La taxinomie; vol. 2: L'analyse des correspondances (4ème ed.). Ed. Dunod, Paris.
- GRENIIEWSKI H. (1968). "Język nauki" (The Language of Science), in *Zagadnienia Naukoznawstwa*, (Problems of the Science of Sciences), quarterly, vol. IV, tome 1 (13), Polish Academy of Sciences, Warsaw.
- OGDEN, C. K. & RICHARDS, I. A. (1949, 1st ed. in 1923). *The Meaning of Meaning: A Study of the Influence of Language upon Thought and of the Science of Symbolism*, 10th ed. With supplementary essays by Bronislaw Malinowski and F. G. Crookshank. Routledge & Kegan Paul.
- PAIVIO A. (1971). *Imagery and Verbal processes*, Holt, Rinehart & Winston, New York.
- PAIVIO A. (1986). *Mental representations*, Oxford University Press, New York.
- PAWLAK Z. (1982). Rough sets. *International Journal of Information and Computer Science*, 11, 341-356.
- PAWLAK Z. (1991). *Rough sets - Theoretical aspects of reasoning about data*, Kluwer Academic.
- PEIRCE Ch. S. (1934) *Collected Papers*, edited by Hartshorne Ch. and Weiss P., *Volume 5, Pragmatism and Pragmaticism*, Cambridge, MA. : Harvard University Press.
- RAMACHANDRAN V. (2004). "An artful brain", interview by Tom STAFFORD (University of Sheffield), *The Psychologist* Vol 17 No 11, p 637, [psy.ucsd.edu/chip/ramabio.html](http://psy.ucsd.edu/chip/ramabio.html).
- SAUSSURE (de) F. (1972) *Cours de linguistique générale*, publié par Charles Bally et Albert Séchehaye, avec la collaboration de Albert Riedlinger, édition critique préparée par Tullio de Mauro suivie d'une postface de Louis-Jean Calvet, Paris, Payot, Bibliothèque scientifique.
- SAUVET G. (1988). « La communication graphique paléolithique (de l'analyse quantitative d'un corpus de données à son interprétation sémiologique) ». *L'Anthropologie*, vol. 92, p. 3-16.
- SAUVET G. (1994). « Rhétorique des l'image préhistorique », in A. Fine, R. Perron et F. Sacco (eds.) *"Psychoanalyse et Préhistoire"*, p. 83-115, PUF, Paris.
- SAUVET G. (2006). « La latéralisation des figures animales dans les arts rupestres: un exemple de toposensitivité. *Munibe* (Antropologia-Arkeologia), t. 57/3 (Homenaje a Jesús Altuna), p. 79-93, San Sebastian.
- SAUVET G., SAUVET S. & WLODARCZYK A. (1977). « Essai de sémiologie préhistorique - pour une théorie des premiers signes graphiques de l'Homme », *Bulletin de la Société Préhistorique de France*, Tome 74, 1977, Études et Travaux, fasc. 2, p. 545-558. Paris [cet article est paru

d'abord en japonais dans une traduction de Hayashi Midori: Senshi-jidai no kigogaku-shikiron - jinrui saishô no byôki-fugô no riron no tame ni, Revue mensuelle "Epistémé", vol. 8, 1977].

- SAUVET G. & SAUVET S. (1979). « Fonction sémiologique de l'art pariétal animalier franco-cantabrique », *Bulletin de la Société Préhistorique de France*, Tome 76, 1979, Études et Travaux, fasc. 10-12, p. 340-354. Paris.
- SAUVET G. & WLODARCZYK A. (1992). "Structural Interpretation of Statistical Data from European Palaeolithic Cave Art". In S. Goldsmith, S. Garvie, D. Selin, J. Smith (Eds.) *Ancient Images, Ancient Thought: the Archaeology of Ideology*, Proceedings of the 23rd Chacmool Conference, Calgary, Canada (Nov. 1990), p. 223-234, The University of Calgary (Canada), 541 p.
- SAUVET G. & WLODARCZYK A. (1995). "Éléments d'une grammaire formelle de l'Art pariétal paléolithique", *L'Anthropologie*, Tome 99, N° 2/3, p. 193-211, Paris.
- SAUVET G. & WLODARCZYK A. (1999). "Towards a Formal Grammar of the European Palaeolithic Cave Art", Proceedings of the 4th World Symposium on Palaeolithic Cave Art (CD-ROM), Pinerolo, Italie 1999.
- SAUVET G. & WLODARCZYK A. (2000-2001). « L'art pariétal, miroir des sociétés paléolithiques », *Zephyrus*, vol. LIII-LIV, p. 217-240. Ediciones Universidad Salamanca, Espagne.