

École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy  
Université Henri Poincaré (Nancy1)  
Institut National Polytechnique de Lorraine  
École Nationale Supérieure d'Architecture de Strasbourg  
Institut National des Sciences Appliquées de Strasbourg  
Université de Liège

Mémoire de Master Design Global, spécialité  
« Modélisation et Simulation des Espaces Bâtis »

*Gestion coopérative d'un chantier archéologique :  
Cas de la phase de fouille*

**Grégory ABRAMS**

**Laboratoires d'accueil :**

*LIMA*

*(Laboratoire d'Infographie et de Multimédia pour l'Archéologie et l'Histoire de l'Art)*

*CAGS*

*(Centre Archéologique de la Grotte Scladina)*

**Sous la direction de :**

*Robert LAFFINEUR, Professeur à l'ULg*  
*Jean Claude BIGNON, Professeur à l'ENSAN*

**Septembre 2007**

---

## *Remerciements*

Je tiens tout d'abord à remercier le Professeur Robert Laffineur de m'avoir une fois encore permis d'exercer ma passion pour l'archéologie grecque et de m'avoir soutenu dans mon travail, quelques furent les épreuves à traverser. Je le remercie aussi de m'avoir formé et de m'avoir donné goût à l'hellénisme. Par son humour et sa clairvoyance, il a toujours su trouver les mots justes pour me réorienter et me soutenir.

Je remercie aussi le Professeur Jean-Claude Bignon pour sa patience et la facilité avec laquelle il m'a permis de me joindre au Master alors que je ne suis pas architecte. Grâce à lui et à sa fabuleuse équipe, j'ai pu entrer en contact avec une profession que je ne connaissais que fort peu et ouvrir mon esprit à un monde de conceptions qui, j'en suis sûr, me serviront tout au long de ma carrière.

Je tenais aussi à remercier mes collègues et amis du CAGS qui, au quotidien, me permettent d'exercer cette fabuleuse profession qu'est l'archéologie.

Je voulais aussi remercier Mme Evi Platanitou, secrétaire de l'EFA, qui a toujours pu résoudre mes problèmes administratifs et fonctionnels ainsi que Mme Véronique Chankowski, Directrice des Études de l'EFA, pour son accueil et sa signature en bas d'une lettre qui m'aura permis de fouler les terres arides et hostiles de Délos afin que je puisse prendre part à leur saison de fouilles, et ce bien que les résultats obtenus là-bas ne fassent, hélas, l'objet de ce travail, comme il le fut prévu initialement.

Merci aussi à Carlos et Sinai pour le soutien et l'aide apportée au cours de ces deux dernières années lors de mes nombreuses pérégrinations nancéennes.

Quelle serait ma vie sans elle ? Je profite de ce petit passage pour une fois encore remercier Cécile Jungels sans l'Amour de laquelle je serais bien peu de chose.

À vous tous, Merci !

---

## Sommaire

Chapitre 1 : <b>Introduction</b> .....	<b>6</b>
1.1. Contexte général.....	6
1.2. Présentation des laboratoires d'accueil .....	6
1.2.1. <i>Le LIMA</i> .....	6
1.2.2. <i>Le CAGS</i> .....	7
1.3. Développement du travail .....	8
1.4. Limites du travail.....	8
 Chapitre 2 : <b>Problématique</b> .....	 <b>9</b>
2.1. Définition de l'archéologie.....	10
2.2. La démarche archéologique .....	13
2.2.1. <i>Le souci des origines et les prémices de l'archéologie</i> .....	13
2.2.2. <i>L'archéologie moderne</i> .....	14
2.3. Différents types de fouilles archéologiques .....	15
2.3.1. <i>Fouilles de sauvetage</i> .....	15
2.3.2. <i>Fouilles préventives</i> .....	15
2.3.3. <i>Fouilles de programme</i> .....	15
2.4. Démarche archéologique vs démarche architecturale .....	17
 Chapitre 3 : <b>Etat de l'Art</b> .....	 <b>19</b>
3.1. Qu'est ce qu'un travail collaboratif ? .....	19
3.1.1. <i>Définition</i> .....	19
3.1.2. <i>Travail collaboratif assisté par ordinateur</i> .....	19
3.2. Expériences collaboratives en architecture et dans d'autres domaines .....	20
3.2.1. <i>Les hypergraphes</i> .....	21
3.2.2. <i>Environnement de travail organisé selon les contacts de l'utilisateur</i> 21	
3.3. Contexte de l'activité collaborative.....	22
3.3.1. <i>L'acteur</i> .....	22
3.3.2. <i>L'activité</i> .....	22
3.3.3. <i>L'opération</i> .....	24

---

3.3.4. <i>L'action</i> .....	24
3.3.5. <i>Les documents</i> .....	24
3.3.6. <i>Les outils</i> .....	25
3.4. <i>Expériences collaboratives en archéologie</i> .....	25
3.4.1. <i>Le réseau AICIM</i> .....	26
3.4.2. <i>Le projet MARS</i> .....	27
<b>Chapitre 4 : <i>Gestion coopérative d'un chantier de fouilles</i></b> .....	<b>31</b>
4.1. <i>Contexte du travail</i> .....	31
4.2. <i>Présentation du site archéologique des grottes de Sclayn</i> .....	32
4.2.1. <i>Géographie</i> .....	32
4.2.2. <i>Historique des fouilles</i> .....	33
4.2.3. <i>Organigramme de l'équipe de terrain</i> .....	34
4.3. <i>Objectifs de la création de l'outil de gestion du chantier de fouille</i> .....	36
4.3.1. <i>Le suivi quotidien des fouilles</i> .....	36
4.3.2. <i>Le planning d'exécution</i> .....	38
4.3.3. <i>La gestion des dossiers « sur le feu »</i> .....	39
4.3.4. <i>La gestion du laboratoire</i> .....	39
4.3.5. <i>Le suivi des échantillons</i> .....	40
4.3.6. <i>La gestion des observations du terrain et du laboratoire</i> .....	40
4.3.7. <i>L'intervention des acteurs extérieurs</i> .....	41
4.3.8. <i>Suivi des études, gestion des data et des publications</i> .....	41
4.4. <i>Modélisation du travail coopératif</i> .....	42
4.4.1. <i>Le modèle de Hanser et Halin</i> .....	42
4.4.2. <i>Le modèle de Bouattour</i> .....	44
4.4.3. <i>Le modèle de Kubicki</i> .....	44
4.4.3.1. <i>Les apports de S. Kubicki</i> .....	44
4.4.3.2. <i>La problématique du concept « Artefact »</i> .....	45
4.5. <i>Détermination du schéma de collaboration</i> .....	46
4.5.1. <i>Le schéma hiérarchique</i> .....	46
4.5.2. <i>Le schéma adhocratique</i> .....	47
4.5.3. <i>La configuration transversale</i> .....	48
4.6. <i>Modélisation du travail coopératif en phase de chantier</i> .....	50
4.6.1. <i>Les similitudes entre les deux modèles</i> .....	50

---

4.6.2. <i>Les singularités du modèle archéologique</i> .....	51
4.6.3. <i>Bilan quant à l'utilisation telle quelle d'un logiciel de gestion d'un chantier</i> .....	52
4.7. <i>Cahier des charges pour la création d'Arch@eo'LOG</i> .....	52
Chapitre 5 : <b><i>Conclusions</i></b> .....	57
5.1. <i>Conclusions générales</i> .....	57
5.2. <i>Limites du travail</i> .....	57
5.3. <i>Perspectives</i> .....	58
Chapitre 6 : <b><i>Bibliographie</i></b> .....	59
Chapitre 7 : <b><i>Table des figures</i></b> .....	63
Chapitre 8 : <b><i>Annexes</i></b> .....	64

## Chapitre 1 : *Introduction*

---

### 1.1. Contexte général

L'archéologie de terrain est une discipline qui tend progressivement à se moderniser. Le renouvellement des équipes de fouille et l'intégration de jeunes chercheurs, souvent disposés à recourir aux nouvelles technologies sont autant de possibilités d'intégrer de nouvelles méthodes de gestion de la fouille. Depuis plusieurs années, le CRAI, Centre de Recherche en Architecture et en Ingénierie, UMR n°694 du CNRS, a développé de nombreuses réflexions et outils qui tournent autour de la gestion collaborative. Le LIMA, Laboratoire d'Infographie et de Multimédia pour l'Archéologie et l'Histoire de l'Art et le CAGS, Centre Archéologique de la Grotte Scladina, sont deux laboratoires de fouille de l'Université de Liège. Le premier développe un axe d'intégration des nouvelles technologies au service de l'archéologie, l'autre constitue la seule cellule de fouilles archéologiques permanente de Belgique pour la Préhistoire. La mise en commun des savoir-faire des uns et des autres pourrait permettre de développer un outil de gestion pour le suivi de la fouille archéologique.

### 1.2. Présentation des laboratoires d'accueil

#### *1.2.1. Le Laboratoire d'Infographie et de Multimédia pour l'Archéologie et l'Histoire de l'Art (LIMA)*

Créé au sein de Service d'Histoire de l'Art et d'Archéologie de la Grèce antique, le LIMA vise essentiellement la sensibilisation des étudiants quant à l'intérêt et aux possibilités qu'offre l'informatique dans le domaine de l'Archéologie et de l'Histoire de l'Art. Grâce à l'impulsion du Professeur Robert Laffineur, qui dirige le laboratoire depuis sa création, les étudiants d'Archéologie et d'Histoire de l'Art ont la chance de pouvoir suivre un cours

---

d'informatique appliquée à l'Archéologie et à l'Histoire de l'Art (30h). Au fil du temps, le LIMA n'a cessé de se développer et de permettre aux étudiants l'accès aux technologies de pointe en matière d'outils informatiques.

À la base, il avait pour but d'offrir aux étudiants de l'actuel baccalauréat (premier cycle universitaire belge), l'accès aux illustrations des cours d'Histoire de l'Art et Archéologie de la Grèce et de la Rome antiques. Un questionnaire à choix multiples (QCM) a été élaboré au LIMA afin de tester les connaissances des étudiants dans les deux disciplines précitées. Depuis lors, des enseignements plus poussés ont été mis en place dans le cadre du master et des études spécialisées ; on y retrouve notamment des cours de gestion d'images numériques et de bases de données graphiques ainsi qu'une initiation aux outils de CAD (*Computer Assisted Drawings*). Ces enseignements sont à la fois dispensés par le Pr. Robert Laffineur et par des chercheurs qui collaborent avec son service. Les chercheurs et étudiants, désireux de se spécialiser dans l'utilisation des outils numériques pour leur mémoire de fin d'étude, ont accès aux nombreuses stations de travail du LIMA ainsi qu'à son matériel qui compte notamment un profilographe laser, un pantographe laser et un scanner 3D *Shapecam*. C'est dans ce cadre qu'ont été réalisés des travaux de modélisations tridimensionnelles sur « *l'architecture culturelle du Haut Archaisme en Grèce* » [DUP00], et sur « *l'architecture privée du Quartier du Théâtre de l'île de Délos* » [ABR04]. En outre, le LIMA effectue de nombreuses missions de relevés archéologiques tant en Belgique qu'à l'étranger en association avec d'autres institutions qu'elles soient universitaires, muséales ou qu'il s'agisse de services de fouilles. Grâce à ces collaborations, l'équipe du LIMA a pu travailler sur les sites grecs de Malia et de Palaikastro en Crète, de Thorikos en Attique ou des sites belges fouillés par des équipes de la Région wallonne tel que le champ mégalithique de Wéris et le château-fort de Logne, tous deux situés dans la Province du Luxembourg. Le laboratoire a aussi contribué à la mise en évidence d'activités culturelles liégeoises par la réalisation de plusieurs bornes interactives. Les perspectives et les missions sont à la fois nombreuses et variées et offrent au LIMA un avenir prometteur dans un domaine qui ne cesse de prendre de l'importance.

### 1.2.2. *Le Centre Archéologique de la Grotte Scladina (CAGS)*

Le Centre Archéologique a été reconnu récemment comme chantier de fouille universitaire par l'Université de Liège pour la formation des futurs archéologues. En effet, après une collaboration étroite entre l'Archéologie Andennaise ASBL<sup>1</sup> et le Service de Préhistoire de l'Université de Liège depuis la fin des années 1970 pour la formation des futurs archéologues de terrain, l'ULg a décidé de donner ses lettres de noblesses à l'une des seules fouilles de programme de Wallonie, la seule qui soit permanente pour la Préhistoire en grotte.

La mission principale du CAGS est la fouille du réseau karstique composant les grottes de Sclayn, du nom de la petite localité où les grottes se situent, et la mise en évidence du matériel qui en est exhumé. Sa seconde mission est la formation des futurs archéologues dans tous les domaines liés de près ou de loin à l'archéologie de terrain. Durant plusieurs

---

<sup>1</sup> ASBL : est l'acronyme d'association sans but lucratif, cette appellation belge correspond aux associations de la loi 1901 en France.

---

semaines, nous les initions à la fouille et à ses différentes méthodologies. Ils peuvent aussi passer par le laboratoire et assimiler les réflexes de base qui leur serviront à assurer la pérennité de leur matériel, établir un inventaire cohérent et performant ainsi qu'acquérir les rudiments en détermination anatomique des vestiges osseux et typologique du matériel archéologique mis au jour.

### 1.3. Développement du travail

Dans un premier temps, nous avons décidé de remettre à plat la démarche archéologique, de la resituer dans son évolution. Nous décrirons ensuite les différentes phases de la fouille archéologique et les différents types d'archéologie.

Nous avons dressé ensuite un état des lieux de ce qu'était l'archéologie aujourd'hui (problématiques, domaines de recherche, perspectives,...) ainsi qu'un bilan de la recherche en conception collaborative en architecture, base de notre travail.

Dans le corps du texte, nous avons tenté de transposer la réflexion de la conception collaborative au domaine de l'archéologie. Pour étayer notre propos, nous avons établi des ponts entre un chantier de construction et un chantier de fouilles que nous suivons en interne depuis plus d'un an.

Enfin, nous sommes passés de la théorie à la pratique en proposant un cahier des charges afin de concevoir un outil de gestion coopérative pour la phase de fouille d'un chantier de fouille archéologique. Nous y dresserons un bilan des points positifs et négatifs de notre recherche.

### 1.4. Limites du travail

Bien que le cadre de nos recherches n'ait pas vraiment changé depuis le début de ce travail, il n'est pas de même pour le sujet à proprement parlé. En effet, notre formation aidant, nous nous étions lancé dans une étude jugée un peu trop archéologique : l'étude d'une habitation grecque, la Maison dite de l'Hermès (Délos, Grèce) et sa mise en contexte dans un cadre environnemental grâce aux outils de modélisation. Ce thème semblait en effet trop pratique et pas assez lié à la recherche en modélisation. Après en avoir rediscuté avec les différentes parties concernées par cette recherche, nous nous sommes alors réorienté quelque peu, pour ne pas dire complètement. Grâce au Professeur Jean-Claude Bignon, non avare en conseils et en suggestions, nous avons consacré notre recherche à un cadre plus méthodologique. En effet, dans le projet que nous menons actuellement avec l'EFA (l'École Française d'Athènes), notre but n'est pas de réfléchir à une méthode mais d'appliquer une somme de connaissances afin de rendre aux ruines leur splendeur passée, bien que cette dernière soit hypothétique. Engagé depuis plus d'un an sur un site archéologique où nous travaillons au quotidien, nous avons décidé de parler de notre profession et de réfléchir à différentes méthodes qui nous permettraient de mettre sur pied une meilleure gestion de la fouille et des collaborations. Pour ce faire, nous avons pris un maximum de recul par rapport à nos tracasseries quotidiennes afin de dresser un état des lieux de notre profession et de voir quelles seraient les possibilités de recourir à un programme de gestion collaborative dans le but, *in*

*fine*, de mener à bien notre mission sur le terrain. Le terrain sera d'ailleurs notre principale limite. Certes, nous détaillerons les autres phases de la recherche archéologique mais, dans un premier temps, nous avons restreint notre étude à la phase emblématique du travail de l'archéologue : la fouille.

## Chapitre 2 : *Problématique*

---

La fouille archéologique est une démarche destructrice pour le gisement, qui ne peut être effectuée qu'une seule fois. Le XX<sup>e</sup> s. aura vu une évolution considérable dans le travail de terrain. Outre la professionnalisation de la discipline, qui en fait une véritable science du sous-sol, les archéologues ont ouvert les portes de leurs sites à d'autres scientifiques, faisant d'un simple chantier une véritable symphonie des sciences naturelles. Dès lors, l'archéologue troque sa truelle et son pinceau contre une partition et une baguette de chef d'orchestre afin de synchroniser les actions de chacun des intervenants de manière à rationaliser le travail. Tout comme pour les architectes, le temps est une denrée qui manque cruellement pour effectuer notre travail dans les meilleures conditions.

Contrairement à l'architecture qui part d'idées pour construire des faits (des structures), les archéologues partent des faits pour tenter de revenir aux idées qui ont poussé l'Homme à se comporter de la sorte. Nous agissons comme de véritables machines à remonter le temps au fur et à mesure que nous nous enfonçons dans les profondeurs des sédiments. Grâce aux fouilles, nous essayons de déterminer les modes de mise en place des sites archéologiques et tentons d'effacer les processus taphonomiques afin de restituer un environnement dans lequel les hommes d'autrefois auraient vécu.

Bien qu'archéologues et architectes soient opposés à plusieurs niveaux, nous constatons d'emblée que la gestion du chantier leur incombe et ils sont souvent amenés à devoir prendre du recul et coordonner les actions des différents intervenants. De plus, les archéologues de la nouvelle génération sont plus enclins à utiliser les nouvelles technologies que leurs aînés. Le contexte est donc propice quant à la proposition de nouveaux outils qui permettraient de guider les hommes de terrain dans leur entreprise. Dès lors, pourquoi ne pas essayer de développer un outil pratique qui permettrait aux archéologues de gérer plus facilement le travail de tous selon des questions particulières ou des successions d'actions rythmées par un calendrier précis. De nombreux travaux ayant été développés au sein du CRAI<sup>2</sup>, il serait intéressant de tenter une transposition des outils du

---

<sup>2</sup> CRAI : Centre de Recherches en Architecture et Ingénierie de l'Ecole nationale supérieure d'Architecture de Nancy.

---

monde de la construction de notre futur à celui de la reconstruction de notre passé.

## 2.1. Définition de l'archéologie

De nombreuses définitions existent pour l'archéologie. D'une manière générale, l'archéologie est la science qui a pour mission d'étudier le comportement de l'Homme du passé à partir des vestiges matériels qui nous sont parvenus.

Bien que la fouille archéologique soit, dans la conscience collective, le but des archéologues, il ne s'agit en fait que d'un moyen, parmi tant d'autres, afin d'acquérir le matériel qui sera analysé et interprété lors de l'étude.

Le travail de l'archéologue de terrain se divise en plusieurs phases de travail :

- **La prospection** permet d'identifier le site archéologique. Elle peut s'effectuer de diverses façons, que ce soit via des moyens perfectionnés (aérienne, paléomagnétisme) ou des moyens très simples (prospection pédestre).
- La constitution du **dossier préparatoire** doit être une des tâches les plus fastidieuses de notre travail. Nous devons collecter un maximum d'informations sur l'histoire de l'occupation du site, établir la cartographie du site et un dossier graphique préalable à la fouille. Tous ces documents serviront à l'octroi d'un permis de fouille, obligatoire pour accéder au sous-sol ainsi qu'à d'éventuelles subventions.
- **Le sondage** permet quant à lui d'estimer la potentialité réelle du site. Il suit l'établissement **des repères**. Grâce à lui, l'archéologue aura entre les mains tous les éléments utiles à sa fouille : les couches stratigraphiques qui ont livré le matériel, la densité et le type de matériel, etc. Dès lors, nous pourrions définir le projet adéquat à la fouille et les moyens à mettre en oeuvre.
- Arrive maintenant l'image d'Épinal qui colle à l'archéologue : **la fouille** ou **la phase d'acquisition du matériel**. C'est la phase cruciale de notre travail. Des compétences de l'archéologue et de celles de ses collaborateurs, qu'ils soient ouvriers ou scientifiques, dépendra la qualité de la fouille. Chaque geste doit être pesé et toute action mûrement réfléchi. A de nombreuses reprises, le doute a été installé sur la qualité des fouilles. Qui dit doute, implique immédiatement le rejet du matériel. L'étude du comportement humain ne peut hélas pas souffrir de l'incompétence d'autrui. La fouille est une démarche destructrice ; cette destruction doit être intelligente car nous ne pouvons pas répéter l'opération. Il n'existe pas de fouille totale, l'une ou l'autre information sera toujours sacrifiée. Au fil des recherches que nous menons actuellement à la Grotte Scladina [Andenne, prov. de Namur], nous tentons au maximum de limiter les pertes. Là où d'autres archéologues ont fait le choix cornélien entre la fouille verticale (stratigraphie) et la fouille horizontale (planimétrie), nous avons réussi à créer un système mixte qui permet à la fois d'être sûr de l'appartenance d'un objet à sa couche et de repérer les éventuels relations spatiales qui existent entre les vestiges.

- 
- Une fois les vestiges dégagés, ceux-ci sont soigneusement **relevés** et prélevés du site. Les structures sont enregistrées avant une possible destruction afin de ne pas trop retarder l'avancée de la fouille. Tout le matériel doit être lavé, marqué et inventorié afin d'assurer la pérennité de l'information.
  - Ensuite, il s'agit de faire l'**étude du matériel** exhumé. Grâce à ces études, nous pourrons nous rapprocher du quotidien de l'Homme d'autrefois. La mise en relation des artefacts, c'est-à-dire tout objet sur lequel l'Homme a exercé une action, les uns par rapport aux autres et par rapport au contexte, permettra d'émettre des hypothèses quant aux raisons qui expliqueraient la présence humaine. Les bonnes interprétations dépendent fondamentalement de la qualité de la fouille. On peut retrouver différents types de vestiges sur un site dont voici une liste non exhaustive. En **gras**, seront mis en évidence ceux dont l'étude principale incombe aux archéologues :
    - le **matériel lithique** (les pierres taillées par l'Homme),
    - le **matériel osseux** (avec des traces d'intervention humaine),
    - le matériel paléontologique (dépend de la paléontologie),
    - les restes humains (dépendent de l'anthropologie),
    - la **céramique**,
    - la **monnaie**,
    - les **élévations** (en association avec les architectes),
    - les **éléments métalliques** (équipements, armes,...),
    - etc.
  - Lorsque les scientifiques jugent qu'ils ont entre leurs mains suffisamment d'informations pour comprendre le site, ou que les échéances accordées pour effectuer la fouille sont arrivées à expiration, les autorités responsables décident alors de **clôturer la fouille**. Les fouilles sont arrêtées et le chantier est alors sécurisé, soit pour permettre à de futurs archéologues d'accéder au site, soit pour faciliter l'accès au grand public. Auparavant, une fouille était clôturée lorsque le site était arrivé à exhaustion. Cette erreur d'appréciation contraint les archéologues modernes à se contenter des résultats des fouilles obtenus autrefois et qui, malheureusement, s'avèrent être insuffisants par rapport au questionnement actuel. On ne peut pas qualifier ces fouilles de mauvaises, à proprement parler, mais les questions que se posaient les Inventeurs sont loin des questions que nous nous posons aujourd'hui.
  - Pendant et après la fouille, diverses mesures peuvent être prises pour **mettre en évidence le site**. Il ne faut pas oublier que nous ne travaillons pas pour les scientifiques. Les recherches que nous effectuons concernent un passé commun à une population désireuse d'en savoir plus sur ses origines, leur région. Nous nous devons donc de tenir un discours accessible à tous et créer des outils, parfois interactifs, pour communiquer avec eux. Qu'il s'agisse d'expositions, de panneaux didactiques, comme les vues restituées placées à différents endroits de la villa gallo-romaine d'Echternach, de CD-ROMS interactifs, comme la visite du

Tombeau de Tout-Ankh-Amon ou des site Internet, comme celui réalisé en 2006 pour le site archéologique de la grotte Scladina ([www.scladina.be](http://www.scladina.be)), la communication avec le grand public est l'élément clef de notre discipline pour le XXI<sup>e</sup> siècle. Cet élément est d'autant plus important qu'il est la figure de proue des demandes de nos ministres de tutelle.

## 2.2. La démarche archéologique

La connaissance de notre passé découle d'interactions permanentes entre différents éléments (questions, vestiges, méthodes de recherche). L'étude des civilisations implique des questions qui peuvent rester sans réponse. On émet alors une série d'hypothèses qu'il convient, à l'occasion, de vérifier. Ce besoin de nouveaux éléments implique d'effectuer des fouilles. Une réflexion préalable, déterminant les méthodes employées, un protocole, va être dressé de manière théorique. Les méthodes de recherche vont s'adapter aux vestiges découverts et au questionnement. On peut donc schématiser la démarche comme suit :

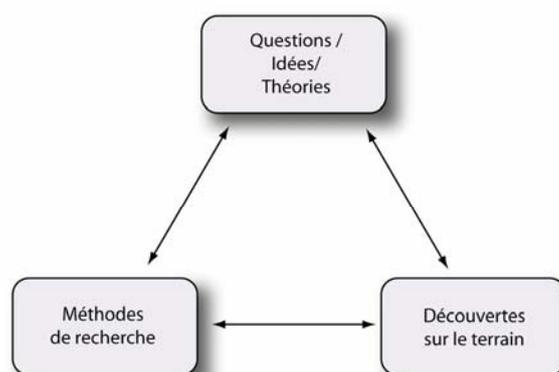


Fig. 1: Modélisation de la réflexion archéologique [REN91, p. 17].

### 2.2.1. Le souci des origines et les prémices de l'archéologie

Depuis que les écrits sont conservés, on a remarqué que, quel que soit l'endroit et l'époque où l'on se trouve, l'Homme a toujours eu un regard tourné vers son Passé. Très tôt, il essaya de replacer les événements dans des périodes chronologiques bien déterminées ; déjà au VIII<sup>e</sup> s. A.C.N., Hésiode divisa, dans son poème « *Les Travaux et les Jours* », l'Histoire de l'Humanité en cinq âges successifs depuis l'Âge d'Or jusqu'à l'Âge du Fer dans lequel il vécut.

Tous les Monarques, arrivés au pouvoir après une période trouble, tentaient de se légitimer et d'affirmer leur autorité par une filiation avec les Dieux, les Héros ou les Rois d'autrefois. C'est ainsi qu'Alexandre le Grand descendrait en droite ligne d'Héraclès par la lignée de son père et d'Achille par la lignée de sa mère. Les meilleures traces de ces idéologies se sont notamment marquées dans les caractéristiques physiologiques reprises des portraits

des Anciens comme les fameuses « mèches folles » arborées par Alexandre le Grand et reprises par de nombreux empereurs romains, notamment Auguste (63 A.C.N. – 14 P.C.N.) et Marc-Aurèle (121 P.C.N. – 180 P.C.N.) [KLE92].

La première démarche archéologique attestée historiquement eut lieu sur l'île de Délos (Cyclades, Grèce). En 426, lors d'une *catharsis*<sup>3</sup>, Thucydide, témoin de la scène, mentionne dans ses observations que les corps exhumés pour être déplacés sur l'île voisine de Rhénée appartiendraient, d'après le matériel les accompagnant et la position de ces derniers, à des pirates cariens qui écumaient les Cyclades au VIII<sup>e</sup> s. A.C.N. Ces quelques observations anodines donnaient véritablement naissance à la démarche archéologique.

Bien que toutes les civilisations se soient intéressées à leur Passé, il faudra attendre le XV<sup>e</sup> s. et la redécouverte des textes anciens, pour que l'intérêt de l'Antiquité gréco-romaine ne surgisse à nouveau. A Rome, sous l'impulsion du Pape Jules II (1443-1513), les nombreux travaux de réaménagement de la ville de Rome, jusqu'alors insalubre, ont permis de mettre au jour de nombreuses œuvres antiques qui serviront de modèles à une nouvelle mode : la Renaissance.

Aux XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> s., avec l'avènement d'un sentiment nationaliste grandissant, de nombreux Etats européens vont effectuer de nombreuses fouilles. Citons notamment les premières fouilles d'Herculanum (1736) et de Pompéi (1748), deux cités napolitaines ensevelies lors de l'éruption du Vésuve le 24 août 79, ainsi que le site de Gergovie, dont la fouille est entreprise par l'Empereur Napoléon III, qui sera considéré comme le premier site mettant à l'honneur le savoir-faire militaire français.

### 2.2.2. L'archéologie moderne

Jusqu'il y a peu, les artefacts récoltés sur les sites archéologiques étaient considérés pour eux-mêmes, ornant les « cabinets de curiosités », les bibliothèques ou servant de monnaies d'échange contre des objets provenant d'autres sites. Hormis de très rares exceptions, le contexte, c'est-à-dire l'environnement immédiat de l'objet, n'était pas pris en compte à sa juste valeur. Pourtant, malgré les processus taphonomiques qui altèrent le matériel, il nous faut quand même l'interpréter. Le contexte s'avère être, dans tous les cas, aussi important que l'objet lui-même, voire plus. Les vestiges livreront donc d'autant plus d'informations que le sédiment et les objets qui se trouvent aux alentours seront étudiés avec soin.

L'archéologie moderne est une science assez jeune qui se professionnalise de plus en plus. Jusqu'à récemment, les amateurs, qu'ils se nomment archéologues éclairés, inventeurs, etc., avaient la possibilité d'effectuer des « fouilles ». Ces dernières s'avéraient souvent ne tenir qu'en une récolte des beaux objets. Les nouvelles législations internationales, établies sous l'impulsion de l'UNESCO, tendent à restreindre les libertés individuelles quant à l'acquisition des biens patrimoniaux. En Belgique, les répercussions ne se sont pas faites attendre puisque désormais, toute personne désireuse d'obtenir un permis de fouille, en Région Wallonne, doit être titulaire d'un diplôme d'archéologue. Ce diplôme est le résultat d'une formation universitaire spécifique de cinq années.

---

<sup>3</sup> *Catharsis* est le nom que les archéologues ont donné aux deux purifications rituelles de Délos (au VI<sup>e</sup> s et en 426 A.C.N.) qui visaient à en retirer les sépultures et à les déplacer sur l'île voisine de Rhénée.

---

### 2.3. Différents types de fouilles archéologiques

En fonction de l'urgence, liée à la destruction des sites archéologiques, nous pouvons déterminer différents types de fouilles. Le timing qui en découle va influencer fortement le calendrier et les rapports établis avec les analystes.

#### 2.3.1 *Fouilles de sauvetage*

Il s'agit de procéder à une fouille archéologique dans l'urgence. Le chantier sera détruit ou rendu inaccessible dans des délais très brefs. La qualité de la fouille, et les interprétations du site, reposent avant tout sur les qualités de l'archéologue responsable et sur son expérience.

#### 2.3.2 *Fouilles préventives*

Dans le cas d'une fouille préventive, nous savons que les échéances sont brèves mais, théoriquement, moins contraignantes. On sait que le site va disparaître mais dans des délais plus raisonnables. Il s'agit d'une fouille de programme à court terme. En France, le principal organisme en charge de l'archéologie préventive est l'INRAP qui eut entre autre la charge des fouilles le long du tracé de la ligne Est du TGV, reliant Paris à Strasbourg.

#### 2.3.3 *Fouilles de programme*

Les fouilles de programme sont de loin les plus rares. Les sites ne sont pas menacés et la fouille peut être dirigée avec un esprit plus clair, une vision à plus long terme. Ces fouilles sont menées moyennant un apport substantiel à la science, des réponses à des questions au-dessus desquelles planaient encore un voile d'incertitude. Le bien-fondé de ce questionnement est laissé à l'appréciation des autorités qui délivrent le permis de fouilles.

Parmi les fouilles de programme, on peut aussi distinguer les fouilles permanentes. Dans ce cas précis, le programme de fouille est établi sur l'année complète. Le site est accessible aux archéologues et aux analystes toutes l'année durant.

De la simple cheville ouvrière au véritable gestionnaire de chantier, les archéologues n'occupent pas toujours les mêmes fonctions sur le terrain. Au niveau de la fouille à proprement parler, il existe différents schémas opératoires qui ont été établis selon que

- les fouilles soient faites uniquement par les archéologues, sans l'intervention d'ouvriers (fig. 2) ;



Fig 2. : Fouille effectuée par un archéologue.

- les fouilles fines soient faites par les archéologues et les travaux lourds par des ouvriers (fig. 3) ;

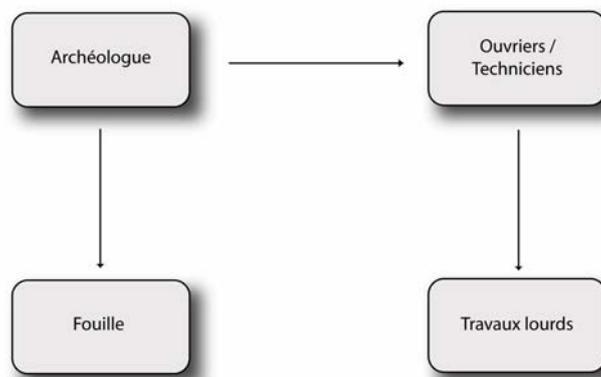


Fig 3. : Fouille menée par un archéologue avec l'aide d'ouvriers.

- les fouilles soient faites par les ouvriers sous la supervision d'archéologues (fig. 4).

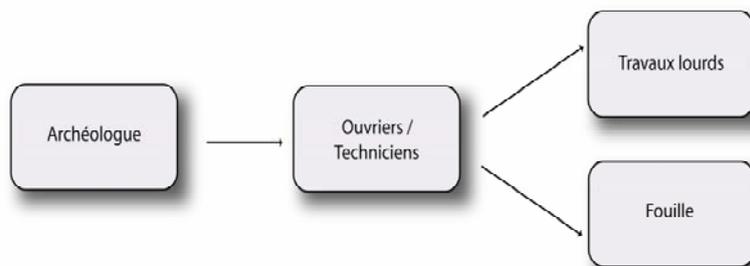


Fig 4. : Fouille supervisée par un archéologue.

Les trois façons de travailler sont intimement liées. Quelle que soit sa proximité avec le terrain, l'archéologue est seul responsable des actions menées sur le site par son équipe. La communication et l'établissement d'une certaine hiérarchie sont donc relativement importants tout en favorisant les contacts humains. Dans la plupart des cas, le technicien sera un des seuls à avoir vu une information, il faut donc qu'archéologues et ouvriers parlent le même langage pour que dans les rapports et les publications transparaissent les événements tels qu'ils ont été perçus sur le terrain.

Au vu des premières données présentées ci-dessus, nous pensons que la problématique du développement d'un protocole et d'outils à destination des archéologues doit d'abord être établie pour les fouilles de programme avant d'envisager de les transformer et de les appliquer aux autres types de fouilles.

#### 2.4. Démarche archéologique vs démarche architecturale

Fondamentalement, les démarches entreprises par les architectes et les archéologues sont opposées. En caricaturant quelque peu le travail de l'architecte, et celui de l'archéologue par la même occasion, on peut dire que l'architecte part d'une idée (ou d'une demande) qui va le mener à la production de documents et au final à leur concrétisation par l'édification de la construction (fig. 5).

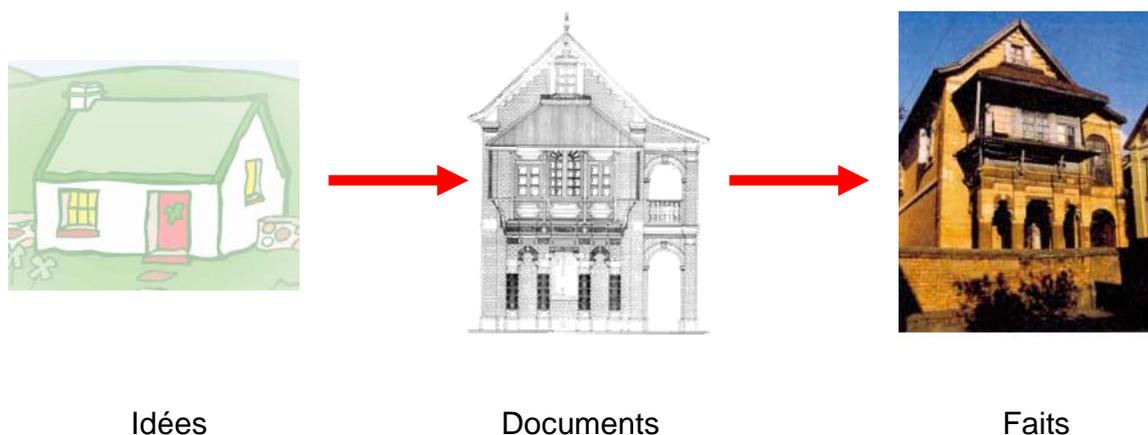


Fig. 5 : De l'idée aux faits, illustration de la démarche architecturale.

L'originalité de l'archéologie réside, une fois de plus, dans la lecture inverse. En effet, les faits observés vont mener à la production de documents qui eux-mêmes permettront de proposer une interprétation.

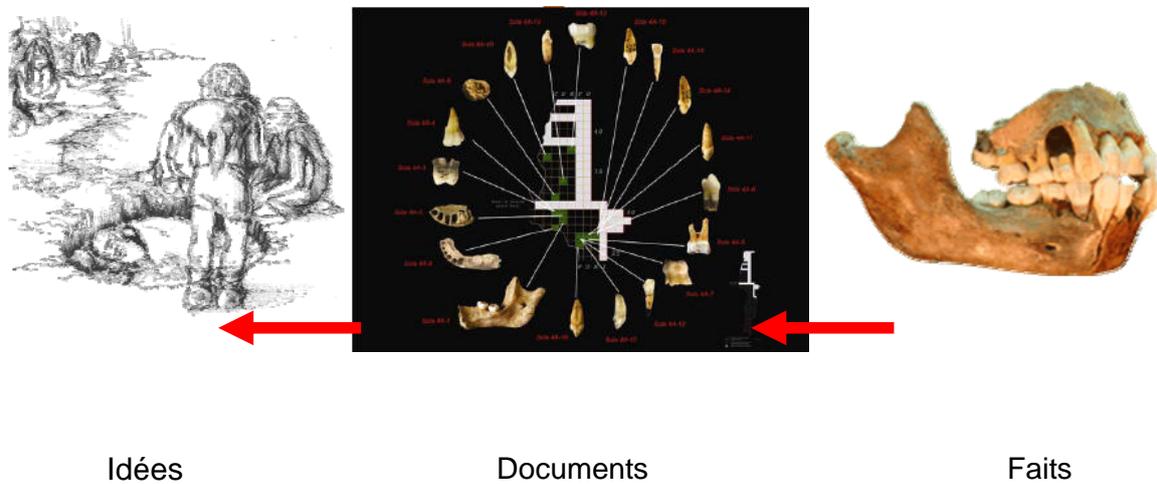


Fig. 6 : Des faits aux idées, illustration de la démarche archéologique.

L'hypothèse qui nous a motivé quant à la confection de ce travail est assez simple. Nous avons constaté, certes de manière un peu naïve, que les démarches archéologiques et architecturales étaient opposées dans leurs fondements. Néanmoins, les impératifs d'un chantier, qu'il vise la construction d'un bâtiment ou la mise en évidence de structures émanant de notre passé, sont similaires : échéances de plus en plus courtes, nécessité de gérer des intervenants extérieurs, la production et la consultation de documents (papiers et virtuels), la gestion en simultané de plusieurs chantiers, etc. Ces contraintes ont poussé les architectes à mettre au point des logiciels de gestion. Le contact avec les industriels et le domaine du management n'est sans doute pas innocent. Il est donc intéressant de se plonger dans la transposition d'un outil de gestion d'un chantier du bâtiment à une fouille archéologique.

## Chapitre 3 : *Etat de l'Art*

---

### 3.1. Qu'est ce qu'un travail collaboratif ?

#### 3.1.1. Définition

Le travail collaboratif est un travail qui met en œuvre les savoirs et savoir-faire d'un groupe d'individus afin d'accomplir un projet commun. La mise en commun de tous ces savoirs spécifiques implique, en amont et tout au long du processus de réalisation, une gestion et une coordination draconiennes de tous les acteurs, des outils et de l'emploi du temps de chacun. En effet, toutes les tâches ne peuvent pas se faire simultanément, le début des unes nécessitant parfois la fin des autres.

La fouille archéologique, comme la construction d'un bâtiment, est régie par des contraintes spatio-temporelles. Pourtant, bien que les technologies de la communication soient de plus en plus utilisées dans notre domaine, il n'a jamais encore été question, à notre connaissance, de gérer un chantier de fouille par le biais d'un assistant informatisé qui offrirait une plus grande transparence de notre travail.

Au cours de nos années de formation, nous avons constaté qu'il existait des nuances au sein même du travail collaboratif. En effet, les intervenants collaborent différemment selon les desseins par lesquels ils sont mus et leur degré d'implication dans le projet.

#### 3.1.2. Travail collaboratif assisté par ordinateur

Afin de faciliter la gestion du travail coopératif, de nombreux logiciels ont été créés. Ces derniers sont rassemblés sous l'acronyme anglo-saxon CSCW (*Computer Supported*

*Cooperative Work*) autrement dit le Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (TCAO). Ces outils spécifiques sont destinés à faciliter la *collaboration*, la *coopération* et la *communication* entre un groupe d'individus, ici réunis dans un projet commun. Selon Lonchamp, on peut parler d'un système coopératif qu'il définit comme étant un « *système informatisé visant à assister un groupe d'utilisateurs qui travaillent ensemble et interagissent dans le but de réaliser une tâche commune.* » [LON03, p. 15], d'après [OTJ04, p. 7].

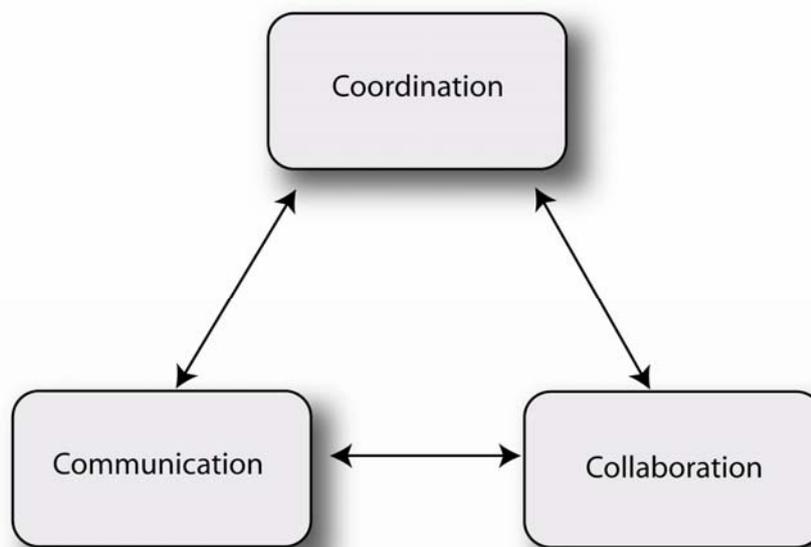


Fig. 7: Modèle des 3C d'Ellis, d'après [OTJ04, p. 7].

### 3.2. Expériences collaboratives en architecture et dans d'autres domaines

Nous n'avons nullement l'intention de faire un inventaire exhaustif des modèles de représentations existants. Les principaux modèles créés au CRAI seront par ailleurs développés dans un chapitre ultérieur. Par ailleurs, de nombreux travaux les reprenant et qui en rappellent les tenants et les aboutissants font légions. En effet, la recherche en coopération est un des fers de lance du CRAI, que ce soit au niveau de la conception architecturale (voir les travaux de Damien Hanser [HAN03], de Gilles Halin [HAL04], de Jean-Claude Bignon [BIG02] ainsi que de nombreux autres travaux réalisés par des étudiants de DEA/Master) ou au niveau de la gestion en phase de chantier à laquelle S. Kubicki vient de consacrer une thèse [KUB06]. Nous nous contenterons donc d'en reprendre quelques uns qui influenceront la modélisation de la phase de chantier et la mise au pont d'un logiciel spécifique.

Toutes ces expériences collaboratives menées au sein du CRAI ont débouché sur la réalisation de logiciels et d'interfaces graphiques pour la gestion des projets, que ces derniers soient toujours en cours de conception [HAN03] ou en phase de chantier [KUB06]

### 3.2.1. Les hypergraphes

La technique de l'hypergraphe est celle qui a été retenue par D. Hanser [HAN03]. Elle repose sur la constatation qu' « un projet de conception est une activité professionnelle et sociale à l'intérieur d'un groupe d'acteurs qui appartiennent à une même organisation ou à des organisations différentes. » Le but de ce travail est de permettre la visualisation d'un projet sous la forme d'un graphe dynamique. Ce graphe repose sur le principe d'un modèle relationnel dont la visualisation est conditionnée par le type de données qu'il doit mettre en évidence. « Cette représentation nous permet de visualiser le contexte d'un projet sous la forme d'un hyperdocument et ainsi de mettre en évidence les interconnexions qui existent entre les acteurs, les documents et les activités. » La motivation de D. Hanser, identique à la nôtre, réside dans la volonté de concevoir un outil interactif permettant de gérer un projet collaboratif. B. Otjacques a mis en évidence plusieurs lacunes liées à ce type de représentation : la représentation risque, au vu de la complexité d'un dossier et d'un nombre d'intervenants extérieurs important, d'arriver rapidement à saturation. Une autre lacune consiste en la stabilité du graphe. L'ajout de données peut en modifier considérablement l'aspect et en altérer sa lisibilité. Enfin, la représentation par graphe ne permet pas une appréhension aisée de la temporalité des relations.

### 3.2.2. Environnement de travail organisé selon les contacts de l'utilisateur

L'approche est ici centrée sur les individus ou les intervenants, dans le cadre d'un projet collaboratif. Les recherches entreprises entre autre par l'équipe de Nardi [NAR02] ont contribué à la création d'outils basés sur l'individu. « Après avoir identifié les limites des métaphores actuelles de fichier et de dossier pour l'organisation des documents, les auteurs ont conçu un nouveau type d'interface graphique qui organise l'environnement de travail de l'utilisateur sur base de ses contacts avec d'autres personnes. » [OTJ04]. Un peu comme le sont les logiciels messagerie (*Outlook*<sup>®</sup>) et de conversation (*Windows Messenger*<sup>®</sup>) où la volonté d'humaniser le logiciel est particulièrement sensible (identification des interlocuteurs par une photographie ou un logo).

Cette approche repose sur la constatation que les réseaux de relations personnelles jouent un rôle fondamental dans l'accomplissement des tâches professionnelles. Compte tenu de la capacité de l'esprit humain à traiter la reconnaissance de visages de manière très performante, il s'agit sans conteste d'une idée digne d'intérêt.

## 3.3. Contexte de l'activité collaborative

Avant d'aller plus en avant dans le raisonnement, il est de bon ton de rappeler le contexte de l'activité collective et ses différents composants.

### 3.3.1. L'acteur

Les acteurs occupent la place centrale dans le raisonnement, ce sont eux qui vont être les moteurs des activités, les penseurs et les opérateurs. Les relations qu'ils vont entretenir les uns avec les autres au sein du groupe permettront d'atteindre l'*objectif commun*, qui est l'essence de l'activité de coopération.

L'établissement des règles qui définiront les tenants et aboutissants de la collaboration est une phase cruciale au sein du travail coopératif. « *La mise en place de mécanismes de coordination et particulièrement la définition des relations entre les acteurs se traduisent par l'attribution de rôles aux acteurs qui limitent leur capacité ou leur potentiel d'action.* » [KUB06, p. 133]. Il va de soit que, en fonction du schéma organisationnel (cf. § 4.5.) qui va définir le type de relation qu'entreprendront les différents intervenants, les acteurs et leur niveau d'implication ne seront pas toujours les mêmes (fig. 25). Le comportement de l'acteur et son positionnement par rapport au processus collaboratif en lui-même en seront donc influencés. S. Kubicki a très bien synthétisé le positionnement de l'intervenant en fonction de son degré d'implication dans le processus [KUB06, p.133] :

- S'il fait partie d'un seul contexte, il favorisera une vision d'ensemble ou de détail de l'activité,
- S'il fait partie de plusieurs contextes, il aura besoin d'une synthèse entre ses différentes activités pour guider son action,
- S'il est extérieur à un (ou plusieurs) contexte(s), il n'aura besoin que d'informations très ponctuelles sur le déroulement de l'activité pour agir.

### 3.3.2. L'activité

L'activité est l'ensemble des actions effectuées par un individu ou un ensemble d'individus afin d'atteindre un but. Cette notion assez abstraite implique qu'elle puisse revêtir différent aspect en fonction du recul pris par rapport au projet. D'après la définition que nous donnions précédemment au projet, on peut constater qu'il s'agit d'une activité en soi. Celle-ci revêtira donc différentes formes en fonction de l'acteur et de sa place au sein du travail collaboratif. D. Hanser, cité dans [KUB06, p.133], propose de distinguer essentiellement trois activités : les tâches de *production*, de *coordination* et de *synthèse*. Au niveau de l'archéologie, la phase de production sera plutôt amalgamée à la phase de fouille. « *Les activités ne sont ni rigides, ni statiques, elles demeurent en perpétuelle redéfinition et développement, une activité prend forme au fur et à mesure qu'elle est réalisée.* » [HAN03, p.18]. Leontiev a identifié trois concepts étroitement liés : l'*activité*, l'*action* et l'*opération* ([LEO78] cité dans [HAN03, p.18]).

*« L'activité est réalisée par des actions ou des chaînes d'actions qui comportent des opérations. L'activité est donc réalisée au cours d'actions individuelles ou coopératives, organisées en séquence ou en réseau et guidées par la même motivation. La définition donnée par Leontiev montre que l'action est la traduction dans le domaine physique d'une représentation mentale*

*consciente du résultat devant être obtenu ; l'opération, quant à elle, est d'un niveau inconscient (marcher ou passer une vitesse ont le statut d'opération). » [HAN03, p.18].*

Activité	<i>Motivation, objet</i>
Action	<i>But</i>
Opération	<i>Conditions d'exécutions</i>

Fig. 8 : Les niveaux hiérarchiques de *l'activité* selon Leontiev, cité dans [KUB06, p.139].

Les sujets sont directement influencés par le contexte qui influence les décisions prises. « *L'activité est le niveau de définition des objectifs (l'objet de l'activité) et du cadre général de déroulement des actions et des opérations.* » [KUB06, p.139].

D'une phase à l'autre, les tâches peuvent se répéter. la pertinence du projet, et son bon déroulement, tiendront autant des acteurs et de leurs relations que du bon déroulement des tâches et de leurs interactions comme nous le montre la figure suivante. Au sein d'une même phase, les tâches peuvent être simultanées ou différées dans le temps. Il en va de même pour les phases au sein du projet.

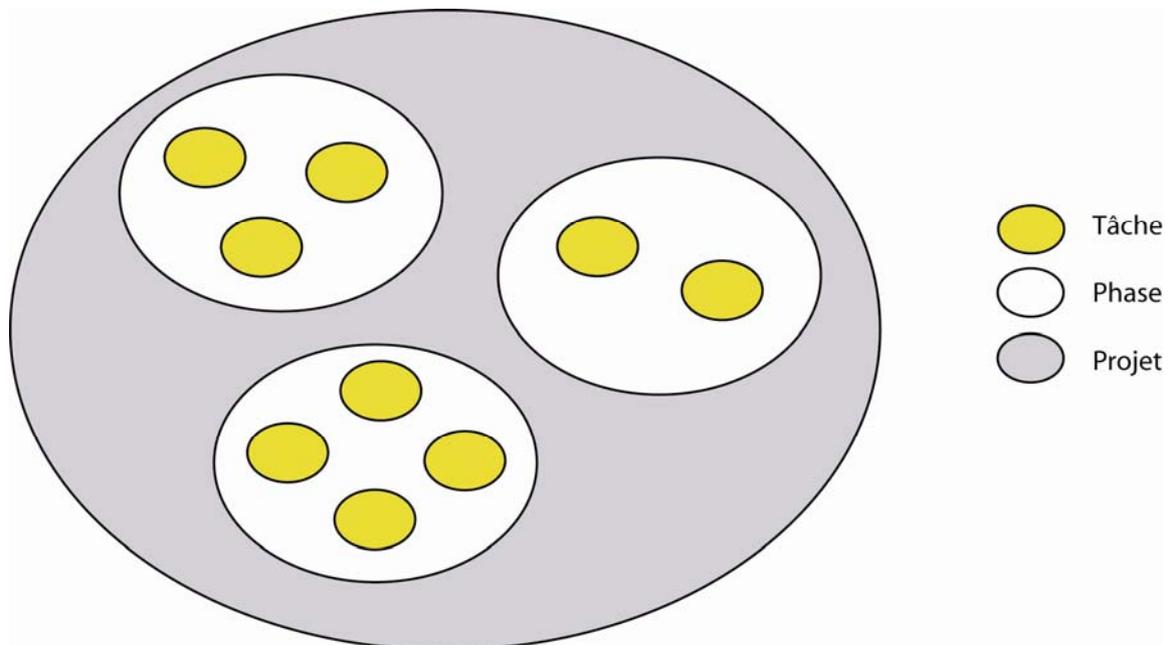


Fig. 9 : Relation entre *tâches, phases* et *projet*.

---

Quelques tâches effectuées en archéologie : - décapages de surface,  
- nettoyage de coupes stratigraphiques,  
- tamisage des sédiments,...

Quelques phases possibles en archéologie : - sécurisation d'une zone fouillée,  
- atteindre un niveau sédimentaire spécifique,  
- dégager une pièce d'habitation,...

Projets archéologiques : - fouille d'une zone d'habitation,  
- fouille d'une grotte préhistorique,...

### 3.3.3. *L'opération*

Elle constitue le niveau le plus bas de la théorie de Leontiev. L'acteur exécute l'opération sans en avoir conscience. « *L'opération est une sorte d'action dont la phase d'orientation est déjà établie sur la base de l'expérience apparue au contact des conditions matérielles concrètes de l'opération* » ([BAR97] cité dans [KUB06, p.139]).

### 3.3.4. *L'action*

L'action est motivée par un but à atteindre. « *Dans l'objectif d'atteindre ce but, le sujet met en œuvre une phase d'orientation dans laquelle il prend connaissance du contexte dans lequel l'action doit être exécutée.* » [KUB06, p.139].

### 3.3.5. *Les documents*

Que ce soit pour l'architecture ou l'archéologie, toute réunion donne lieu à l'édition de documents (comptes-rendus ou documents de coordination définissant les lignes directrices). Ils peuvent consister en un rapport de réunion de concertation des scientifiques ou tout autre document produit par le fouilleur sur le terrain. La plupart du temps, les archéologues inscrivent leurs observations, leurs impressions, dans des carnets de fouille. Ces informations ne sont pas toujours fort utiles bien que, parfois, elles fassent sourire. Annuellement pour certains, en fin de mission pour d'autres, nous devons aussi rédiger un rapport de fouille. Dans ce rapport sont mentionnés l'état d'avancement du chantier, les questions auxquelles nous avons essayé de répondre et quantité d'autres informations. Lorsqu'il est question de prêt de matériel ou d'étude, nous établissons une convention entre les différentes parties. Ces documents pourraient très bien figurer sur une plateforme collaborative ou, selon le niveau d'accréditation, les intervenants pourraient les consulter ou les modifier. Afin de tracer le suivi des modifications, un historique des modifications devra être présent.

---

### 3.3.6. Les outils

Les outils sont mis à la disposition des acteurs. « *Ils permettent de réaliser des actions. Ils donnent aussi une vision sur le contexte de l'activité collective, du point de vue de l'utilisateur.* » [KUB06, p. 135]. Afin d'assurer la plus grande efficacité, ils doivent s'avérer flexible et s'adapter au souhait de l'acteur quelque soit le degré de complétion de l'activité.

## 3.4. Expériences collaboratives en archéologie

« *La relative jeunesse des sciences informatiques face à la tradition séculaire rencontrée dans le domaine du bâtiment, invite à démontrer les apports des technologies d'assistance au travail coopératif dans le quotidien des partenaires d'une opération de construction.* » [HAN03, p. 8]. Cette remarque de D. Hanser est applicable aussi à l'archéologie. Certains « dinosaures » de notre profession sont particulièrement sceptiques quant au recours systématique à l'informatique. A tort ou à raison, ces derniers préfèrent leurs carnets de notes et leur bon vieux matériel. Les convaincre de l'intérêt de l'informatique a été assez laborieux. Au sein de notre faculté, plusieurs travaux ont été menés et continuent à être menés ([DUP00] et [ABR04]) afin de démontrer sans cesse que l'informatique appliquée à l'archéologie peut avoir une valeur aussi scientifique et que, lorsque les outils sont maîtrisés et utilisés à bon escient, ils peuvent s'avérer être un gain de temps, dont nous manquons souvent dans notre discipline.

Les archéologues de la nouvelle génération font de plus en plus régulièrement appel aux technologies les plus modernes liées notamment au secteur de l'acquisition multidimensionnelle des vestiges archéologiques. Désormais, ils ne se contentent plus de n'être que demandeurs, ils sont aussi à l'initiative du développement de nouveaux outils. Un très bel exemple illustre ce propos. Le service d'Égyptologie de l'Université de Liège a pour concession l'une des enceintes sacrées du célèbre site de Karnak. Sa mission : étudier les bas-reliefs et, si possible, remonter les murs. Afin d'y parvenir, D. Laboury, égyptologue de l'ULg, a décidé de faire appel aux nouvelles technologies de manière à en faire une anastylose virtuelle. Peu satisfaite des solutions proposées à ce jour, l'équipe a décidé de collaborer avec des physiciens et des informaticiens afin de mettre au point leur propre outil de numérisation. De ces recherches est né le projet OSIRIS (*Optical Systems for Interferometric Relief Investigation and Scanning*) qui a donné naissance à une *spin-off* de l'Université de Liège : la société DEIOS, chargée de promouvoir le projet et de le commercialiser. Les archéologues n'ont donc plus la seule faculté de détourner les outils de leur mission première, qu'elle soit aéronautique ou médicale, mais ils sont aussi capables de développer eux-mêmes des outils spécifiques à une discipline où la préservation du patrimoine et sa mise en évidence font partie des enjeux clefs des années futures.

Les méthodes d'acquisition des données archéologiques foisonnent. De la photographie numérique aux micro-scans médicaux (cas de la mandibule de l'Enfant de Sclayn), l'archéologue n'a que l'embarras du choix, conditionné cependant par la destination des éléments numérisés. Les opportunités qui s'offrent à nous n'ont jamais été aussi nombreuses. Prenons, par exemple le cas des micro-scans. Grâce aux technologies hyper

sophistiquées, le scanner parvient à isoler les éléments de densités différentes. L'équipe d'anthropologues de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (IRScNB) a ainsi pu séparer, sur des crânes provenant de la collection de Spy dont les vides ont été plâtrés et l'ensemble surpeint, les parties osseuses des plâtres. Ce premier constat étant fait, les chercheurs ont ainsi pu combler certains trous par des pièces originales nouvellement découvertes lors du tri des collections anciennes. De la même manière, une dent de l'Enfant de Sclayn, dont la couronne est toujours emprisonnée dans l'os, a pu être extraite virtuellement, imprimée par sétréolithographie et étudiée au même titre que les autres dents de ce même individu et d'autres du même âge [TOU06]. Cependant, il faut raison garder et ne pas sombrer dans les méandres obscurs de « l'informatisme » ou la numérisation à tout prix.

A notre connaissance, il n'existe pas, à proprement parler, de projets collaboratifs quant à la gestion de la fouille. Néanmoins, plusieurs projets ont été mis sur pied afin de mettre en commun les connaissances acquises sur le matériel. Il s'agit donc de données post-fouille. Parmi les nombreux projets qui existent, mentionnons deux d'entre eux :

#### 3.4.1. *Le réseau AICIM (Accès Informatisé aux Collections des Institutions Muséales)*<sup>4</sup>

La Communauté française de Wallonie et de Bruxelles (CFWB) qui possède dans ses nombreuses attributions la charge des institutions muséales (décret de la CFWB du 17 juillet 2002) a imposé aux dites institutions (archéologiques et autres), l'obligation de partager l'inventaire de leurs collections sur un serveur commun. Progressivement, toutes les institutions muséales subventionnées par la CFWB devront y placer des fiches minimales normalisées (fig. 10) qui reprennent les données quantitatives et qualitatives de base relatives à tout le matériel exposé. Un des buts avoués de la démarche est de faciliter le choix d'objets intéressants pour les institutions susceptibles d'emprunter le matériel à des fins d'étude ou d'exposition. Grâce à l'intégration de différents niveaux de lecture, autant les non-initiés que les professionnels y trouvent une première information.

---

<sup>4</sup> Les données présentées ici sont tirées du site Internet AICIM (<http://www.aicim.be>).

**Dent**  
Musée du Malgré-Tout

Couronne d'une deuxième molaire déciduale inférieure droite humaine. La face occlusale de la dent, conservée sur un petit support bréchique, est subrectangulaire et présente 5 cuspidés principales. L'enfant devait avoir un âge minimal de 6-7 ans. L'attribution taxinomique est difficile : anatomiquement, il est très malaisé de distinguer une première molaire déciduale incomplète de Néandertalien de celle d'un homme moderne. La datation plaiderait en faveur du Néandertalien.

N° inventaire : CTAG6/83  
 Domaine : Archéologie  
 Sous-domaine : Anthropologie  
 Dénomination contrôlée : Dent  
 Auteur : P.Cattelain [Directeur de la fouille]  
 Matières : Dent  
 Pierre  
 Argile  
 Dimensions : H: 1,35 cm  
 l: 3,28 cm  
 P: 2,09 cm  
 Datation : -50110 - -43530  
 Période, style : Paléolithique moyen final Date C14 : LV.1559  
 Provenance géographique : Belgique / Province de Namur / Couvin / Cavernes de l'Abîme  
 Références : Toussaint M. - 1996. D'Engis à Sclayn, les Néandertaliens mosans. Dans Bonjean D. (éd.), Neandertal. Andenne, Archéologie Andennaise, p. 58-89.

Fig. 10 : Fiche AICIM de la Dent néandertalienne de Couvin (Prov. de Namur).

Créé en 2001, le Réseau AICIM est un projet mené conjointement par l'asbl Musées et Société en Wallonie (MSW), et le Ministère de la Communauté française de Wallonie et de Bruxelles. Il a pour but de créer une base de données informatisée des collections conservées au sein des musées participants. Il vient s'intégrer dans la mise en œuvre au sein des institutions muséales des critères prévus par le décret du 17 juillet 2002 relatif à la reconnaissance et au subventionnement des musées et autres institutions muséales.

Le Réseau AICIM est un réseau virtuel et humain, ayant pour objectifs principaux d'informatiser et de numériser le patrimoine des institutions muséales et de le diffuser via une base de données en ligne accessible *via* l'Internet. Le réseau sensibilise les institutions muséales à l'utilisation des technologies informatiques. Il veille également à favoriser l'emploi des nouvelles pratiques de communication comme démarche intellectuelle et culturelle. Les principales actions du Réseau AICIM sont de :

- Créer un outil scientifique normalisé de description du patrimoine mobilier, favorisant l'échange d'informations entre musées et l'accessibilité par les chercheurs extérieurs ;
- Stimuler la collaboration, la coordination et le partage d'information entre les membres ;
- Alimenter une base de données avec des fiches d'inventaire illustrant la richesse du patrimoine conservé dans les musées en Communauté française ;
- Promouvoir le développement des institutions muséales de Wallonie et de Bruxelles en matière d'inventorisation et d'informatisation des collections ;
- Collaborer avec d'autres associations et organismes ayant des objectifs analogues.

---

Bien que cet outil ne soit pas destiné uniquement à l'usage des archéologues, la plupart des institutions possédant du matériel archéologique est soumise au décret de la CFWB et l'intégration virtuelle des vestiges dans cette banque de données est une condition *sine qua non* pour l'obtention de subventions allouées par la Communauté française.

Au bilan, on peut dire que le Réseau AICIM permet de dresser un inventaire des collections qu'abritent nos musées en Communauté française. La clarté des fiches et leur complétude permettent aisément l'accès rendent leur accessibilité à une information de premier ordre. L'avis des différents spécialistes est pris en compte mais uniquement pour la consultation. Aucune interaction directe n'est possible avec l'objet. Le chemin pour apporter des précisions quant aux informations délivrées par les fiches est assez laborieux si nous n'en sommes pas l'auteur.

### 3.4.2. Le projet MARS

Le projet MARS (*Multimedia Archaeological Research System*) est un projet de la Politique Scientifique Fédérale Belge. Il réunit dans sa première phase trois institutions fédérales Belges (l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique à Bruxelles, les Musées royaux d'Art et d'Histoire de Bruxelles et le Musée royal d'Afrique centrale à Tervuren) et une société de service informatique spécialisée en technologie Open Source (Aragne).

L'objectif du projet MARS est la numérisation des collections archéologiques et anthropologiques et la réalisation d'un outil de travail collaboratif souple et efficace qui peut servir de base à la recherche scientifique tout en gérant les objets de collections au niveau de leur conservation, de leur étude ou de leur exploitation muséologique.

Un comité de suivi veille au développement du projet, qui n'en est actuellement qu'à sa phase d'élaboration. L'application pilote sera ensuite mise à disposition de différents partenaires qui utiliseront le programme pour leurs propres collections.

La numérisation des collections archéologiques est essentielle. Ce patrimoine, unique et irremplaçable, doit être sauvegardé. La copie virtuelle des objets archéologiques, et de toutes les données qui leur sont associées, permet d'en garder à jamais la trace et de gérer de façon plus efficace les collections ; elle doit illustrer mais aussi, dans la mesure du possible, préserver les pièces originales en se substituant à elles, évitant ainsi de trop nombreuses manipulations.

En outre, les collections archéologiques sont très souvent dispersées dans différentes institutions fédérales, communautaires, régionales, communales, voire privées. La numérisation des collections permet alors de les rassembler virtuellement et de regrouper ainsi l'ensemble des informations liées à un site.

De multiples données, enregistrées pendant et après la fouille, doivent également être numérisées, tels que les relevés de terrain, les prélèvements sédimentaires, les analyses physico-chimiques,... Pour ce faire, un grand nombre de médias sont nécessaires : documents, images, vidéos, sons, modèles virtuels en 3D et animations.

Afin d'encourager l'utilisation de ce système et de favoriser les collaborations internationales, l'application sera multilingue, tant pour l'encodage des données que pour leur consultation.

Enfin, le choix d'une utilisation de technologies Open Source préserve l'autonomie intellectuelle et financière par rapport aux grands standards commerciaux. Les statuts (public, accessible aux membres ou privé) des objets sont gérés afin de préserver certaines informations inédites. Les utilisateurs sont libres de choisir les membres avec lesquels ils désirent partager leurs données.

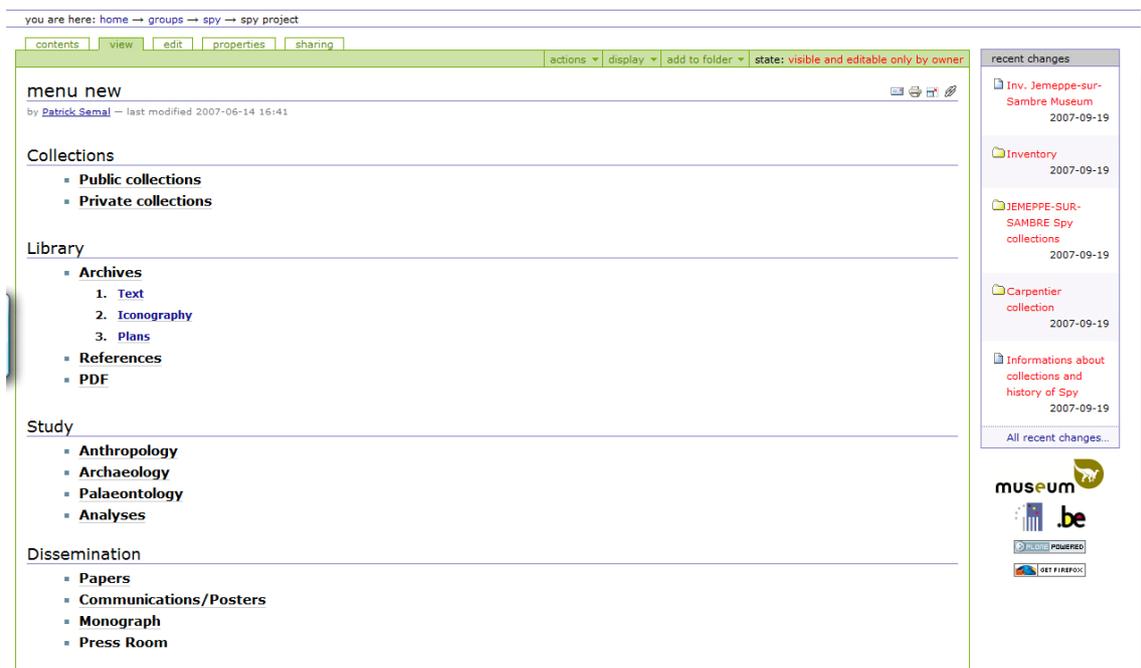


Fig. 11 : Interface du projet collaboratif MARS.

Au bilan, MARS est un projet ambitieux qui est soutenu par de nombreux archéologues. Ces derniers, et leurs collaborateurs, sont en effet les seuls concernés par ce produit. La mise sur le réseau en fait une plateforme collaborative facilement accessible où les documents voient leurs modifications prises en compte en temps réel. L'interdisciplinarité de ce projet est complète. Malheureusement, les utilisateurs n'ont accès à cette plateforme que lorsque ceux-ci sont connectés à la toile.

La coopération dans le domaine de la recherche archéologique est donc, comme nous venons de le voir à plusieurs reprises, un enjeu clef des années futures dans notre domaine. L'ouverture d'esprit des jeunes, plus enclins à recourir aux nouvelles technologies, facilitera sans doute le recours aux programmes de gestion collaborative.

Tous les archéologues s'accordent à dire que la collaboration est l'avenir des études de terrain. Conscients de la complexité de l'étude d'un site, la pertinence des interprétations tiendra autant de la qualité de la fouille que des différents intervenants. En Belgique, il existe de nombreuses tentatives visant à uniformiser la fouille archéologique. Depuis les

---

réformes institutionnelles des années 1990, c'est à la Région wallonne que les compétences liées à la gestion des sous-sols ont échoué. Plusieurs réunions de concertation ont par ailleurs été organisées afin de demander l'avis des archéologues quant à l'adoption d'un système d'enregistrement uniforme basé sur un programme de description et de gestion des Unités Stratigraphiques (U.S.). Dès les premières tentatives, ce système s'est avéré inefficace dans certains chantiers où les relations entre les unités étaient complexes. Dans le cas des fouilles de la Grotte Scladina, nous avons volontairement choisi de ne pas nous y conformer. La rigidité des cases dans lesquelles devaient entrer les données de terrain ne nous autorisait pas à rendre la réalité observée sur le terrain.

Nulle part dans la législation, il n'est fait mention d'imposer au personnel de la Région wallonne, ainsi qu'à tous les organismes subventionnés par elle, d'avoir recours à un outil de gestion collaborative et encore moins à un outil identique. La gestion quotidienne de la fouille est donc laissée à l'appréciation personnelle des chefs de chantier. Bien que cela paraisse *a priori* logique - un chantier n'est pas l'autre - le manque de transparence pose d'innombrables problèmes lorsque le chantier de fouille passe des mains d'un archéologue à celles d'un autre. Ce système, basé sur les relations humaines, est un système peu performant quant à la transparence du travail et à la transmission des données.

La réalisation d'un logiciel propre à la gestion d'une fouille archéologique, l'établissement d'un cahier des charges et la « soumission » à un calendrier précis s'avèreraient donc fort utiles dans le cas de la gestion d'un site, qu'il s'agisse des missions confiées aux techniciens, aux collaborations ou à d'autres scientifiques.

Riche de nombreuses expériences collaboratives et de réalisation de programmes de gestion de chantier de construction, le CRAI s'avère être un partenaire privilégié quant à la fabrication d'outils de gestion collaborative. Il nous restait à savoir dans quelle mesure les programmes, développés au sein de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy (ENSAN), pouvaient s'appliquer à un tout autre domaine : la fouille archéologique.

Volontairement, nous n'intégrerons pas les phases antérieures et postérieures à la fouille. La complexité de la démarche archéologique est telle (depuis l'identification des structures jusqu'à leur mise en valeur) que le temps nous aurait incontestablement manqué pour mener à terme ces recherches. Nous avons donc limité notre champ d'investigation à la phase de terrain dans le cadre précis d'une fouille archéologique de programme.

## Chapitre 4 :

# ***Gestion coopérative d'un chantier de fouille***

---

Comme nous venons de le voir, les travaux relatifs à la conception collaborative et les différentes expériences dans ce domaine, ne manquent pas. Nous pouvons résumer le travail collaboratif comme étant la mise en commun des savoirs et des savoir-faire afin d'accomplir une tâche, d'atteindre un objectif. Les éléments qui interviennent sont humains, appelés intervenants ou acteurs, matériels, des documents, des outils, qui entrent les uns et les autres en interaction lors d'une activité.

Ne nous reste plus qu'à décomposer le travail archéologique lié à la phase de terrain en mettant en exergue les interactions qui existent entre les hommes et les outils dont la mission est de mettre en évidence les faits archéologiques et de les interpréter les traces dans les meilleures conditions et tenter de reconstituer le comportement des hommes d'autrefois.

Dans ce chapitre, nous replacerons l'étude dans son contexte de travail avant d'aller plus en avant et de véritablement parler des résultats de nos recherches.

### **4.1. Contexte du travail**

Au début de ce travail, nous avons envisagé de faire part de deux projets auxquels nous participons, l'un en tant que co-gestionnaire, l'autre en tant que « simple » acteur, spectateur de la gestion. Par manque de temps, nous nous sommes rabattus sur le premier projet. En effet, la structure qui sera décrite dans la suite de ce travail est une structure que nous connaissons relativement bien puisque nous y travaillons à temps plein depuis plus d'un an. L'autre, une collaboration effective entre l'Ecole française d'Athènes et l'Université de Liège qui consiste en l'étude de l'habitation délienne à la période hellénistique et la modélisation tridimensionnelle de certains états des habitations, ne sera pas exploitée mais fera l'objet d'un article en soi dans les prochains mois.

Le travail a été effectué en partenariat avec deux laboratoires d'archéologie de l'Université de Liège (ULg). Le premier, le LIMA, est plutôt orienté vers l'antiquité égéenne et basé à l'ULg proprement dite. Le second, le CAGS, concerne la Préhistoire et constitue une des antennes extérieures de l'ULg.

En plus de ces deux laboratoires, et bien que nous ne fassions pas état de l'avancée de nos recherches dans ce domaine dans le présent rapport, nous ne manquerons pas de citer l'École Française d'Athènes qui nous a accueilli en son siège et nous a permis de séjourner sur le site de Délos afin que nous y prélevions les informations nécessaires à nos recherches actuelles et futures concernant la problématique de l'habitation grecque à l'époque hellénistique.

## **4.2. Présentation du site archéologique des grottes de Sclayn**

### *4.2.1. Géographie*

La partie sud de la Belgique, occupée *grosso modo* par la Wallonie, est divisée en deux par les vallées jointives de deux cours d'eau : la Meuse et la Sambre, un de ses affluents. Cette région particulière est couramment appelée le Sillon Sambre et Meuse. Ces deux cours d'eau ont progressivement érodé les versants de leur vallée constituée de calcaire. C'est dans cet environnement particulier que vont se creuser les grottes. Réceptacles naturels, ces dernières vont conserver, à l'abri des ravages du temps et des hommes, des vestiges venus du fond des âges, qu'archéologues et spécialistes tentent quotidiennement de faire parler afin de mettre en évidence les comportements des hommes, des animaux et la nature d'autrefois. Située sur le territoire de la ville d'Andenne (prov. de Namur), entre Namur et Liège, Scladina fait partie intégrante d'un réseau karstique dont elle constitue, à l'heure actuelle, la cavité principale. Voisine d'autres grottes, c'est la seule qui ait livré un matériel aussi intéressant. La grotte s'ouvre sur la vallée du Ri de Pontainne, petit affluent de la Meuse dont elle est distante de 300 mètres.

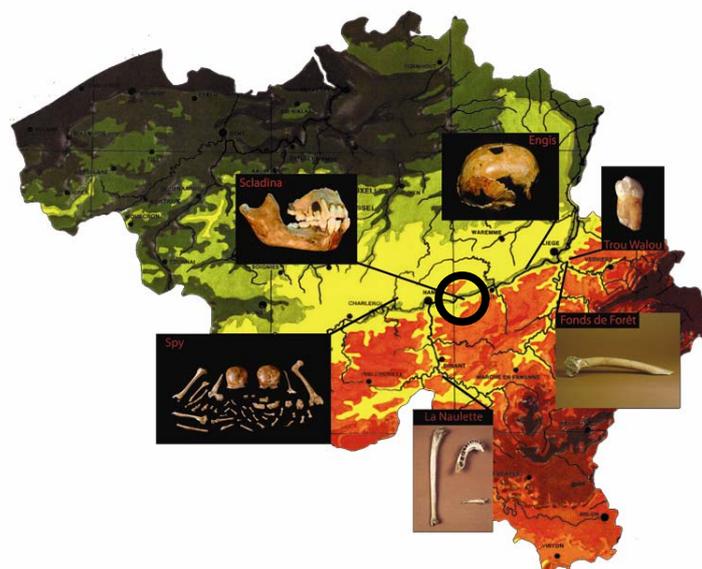


Fig. 12 : Scladina parmi les sites ayant livrés des fossiles néandertaliens en Belgique.

#### 4.2.2. Historique des fouilles (Annexe 1)

La grotte a été découverte fortuitement en 1971 par des spéléologues amateurs. Elle fut baptisée Scladina par ceux-ci (Annexe 2). Lorsque ces derniers mirent au jour des vestiges préhistoriques, notamment des silex taillés, ils firent appel à un archéologue qui travaillait sur l'autre rive de la Meuse, à Marche-les-Dames. C'était en 1976. Après avoir authentifié ce matériel et son appartenance à une époque très ancienne, Marcel Otte, actuel professeur de Préhistoire à l'Université de Liège, décida de consacrer une partie de son temps, et de ses étudiants, à la fouille de la grotte Scladina. Il lança sa première campagne de fouille en 1978. Néanmoins, il fallut attendre cinq ans pour que l'ASBL<sup>5</sup> Archéologie Andennaise soit créée et 1985 pour qu'elle engage sa première équipe de fouille permanente.

La rigueur appliquée sur le terrain et la récolte exhaustive de tous les vestiges, archéologiques et paléontologiques, ont conduit à une découverte majeure pour la Préhistoire belge. La mise en évidence de deux sols d'occupations préhistoriques en place dans la grotte était déjà exceptionnelle mais lorsqu'en 1993, on mit au jour les restes osseux d'un enfant néandertalien, la fouille allait prendre une autre direction ; c'était le départ d'une véritable aventure humaine qui nous transporte de la disparition de cet enfant à son exhumation et à la volonté des archéologues et de leurs collaborateurs d'essayer de comprendre ce qu'il a pu se passer dans cette grotte il y a environ 100.000 ans.

<sup>5</sup> ASBL = association sans but lucratif. Cette appellation, en Belgique, correspond aux associations françaises dites « de la loi 1901 » française.

---

#### 4.2.3. Organigramme de l'équipe de terrain

La société archéologique, Archéologie Andennaise, est structurée sous forme d'ASBL (association sans but lucratif). Les grandes décisions relatives au bien être de l'association sont prises par le conseil d'administration. La gestion quotidienne relève de l'autorité d'un président, en l'occurrence M. Jean Maes, épaulé par l'archéologue chef de service, Dominique Bonjean.

L'organigramme de l'association se présente de la sorte :

- **Archéologue-chef de service** (Dominique Bonjean) : il est l'équivalent de directeur de chantier. Il constitue l'intermédiaire privilégié entre les acteurs de terrain, les différents intervenants et les autorités responsables. Par son expérience, c'est à lui que reviennent les décisions finales quant aux orientations que doit prendre la fouille. Il est aussi l'agent administratif de l'association.
- **Archéologues en second** (G. Abrams et K. Di Modica) : pour le second dans son travail, le chef de service est entouré par deux autres collaborateurs scientifiques. Chacun d'entre eux possède ses spécificités. Outre le travail commun lié au domaine administratif, l'un est plutôt analyste et doit encadrer les hommes sur le terrain, le second occupe un poste plutôt lié à la médiation (interlocuteur avec les médias, les écoles,...) et gère le laboratoire.
- **Secrétaire-comptable** (M. Bouffioux) : elle occupe un poste administratif qui n'a que très peu interaction avec le terrain.
- **Ouvriers fouilleurs** (G. Bouchat, M. Chardon, W. Dené, Ph. Frison, D. Samedi) : ce sont les chevilles ouvrières de l'asbl. Riches de plusieurs années de fouille, ils sont un maillon essentiel de notre quotidien. Leur polyvalence et leurs capacités d'adaptation en ont fait une équipe indispensable. Parmi eux, on dénombre quatre acteurs de terrain et un dernier qui s'occupe, au laboratoire, de la gestion du matériel exhumé (lavage, marquage, inventarisation).

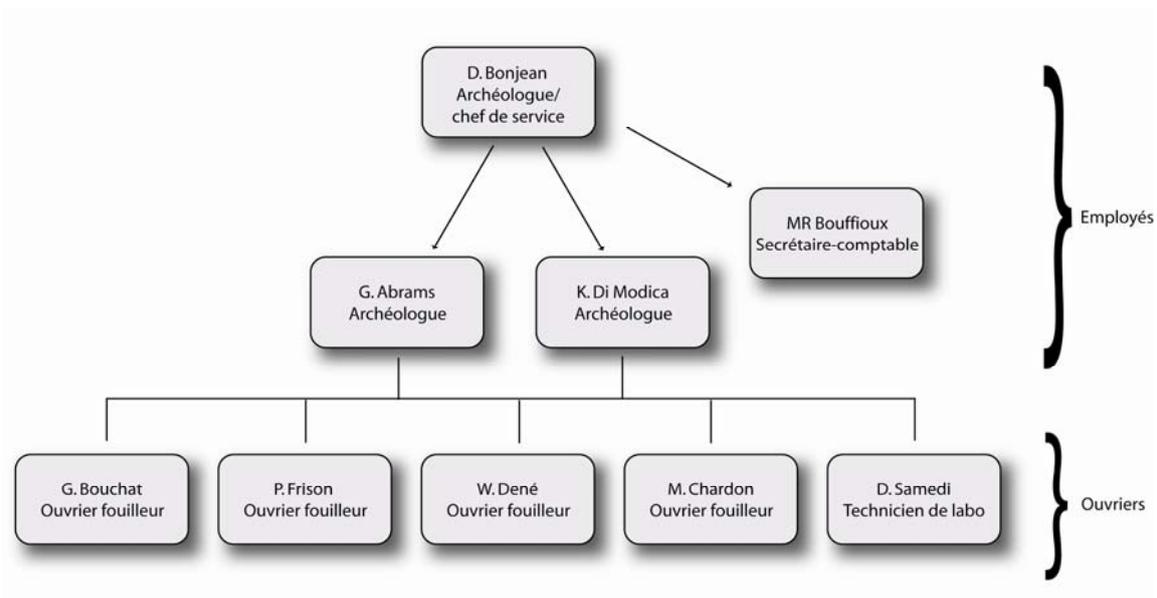


Fig. 13 : Organigramme de l'Archéologie Andennaise asbl.

De nombreuses contraintes vont émerger d'une telle organisation. Ces dernières vont conditionner l'élaboration du programme de gestion :

- la gestion de la fouille,
- la gestion du travail de laboratoire,
- la gestion administrative,
- la gestion des échantillons,
- les échéances.

Les contraintes, citées ci-dessus, relèvent avant tout du domaine spatio-temporel. La « matrice de Johansen » (d'après [OTT04, p.7]) exprime très bien les différentes possibilités de travail conditionnées par le lieu et le moment où les phases doivent et vont se réaliser. Cette matrice est aussi valable pour le travail mené de concert avec les intervenants extérieurs.

	ESPACE	
TEMPS	Identique	Différent
Différent	<i>Support for shift work...</i>	<i>E-mail...</i>
Identique	<i>Meeting support...</i>	<i>Video conferencing...</i>

Fig. 14 : Matrice de Johansen, d'après [OTT04, p.7].

---

### 4.3. Objectifs de la création de l'outil de gestion du chantier de fouille

Maintenant que la problématique est établie et que la synthèse succincte des travaux antérieurs a été faite, il ne nous reste plus qu'à nous pencher sur les besoins réels des archéologues en phase de fouille et sur les réponses que les programmes élaborés notamment au sein du CRAI peuvent y apporter.

Les utilités d'un pareil logiciel de gestion seraient très nombreuses. *Arch@eo'LOG* permettrait de gérer en toute transparence l'avancée du travail sur le terrain.

#### 4.3.1. Le suivi quotidien des fouilles

La plupart des fouilles, actuellement, sont suivies par plusieurs archéologues, dans le cas qui nous occupe, ils sont trois. L'expérience montre que plus le nombre d'interlocuteurs est élevé, moins bien passe le message. De plus, nous ne suivons pas tous la fouille tout le temps, des contraintes extérieures nous forcent parfois à devoir nous absenter. Il faut donc que le message soit le même, quelque soit l'interlocuteur, et que les consignes données par les uns puissent être relayées par les autres. Le programme de travail doit donc être établi clairement et de manière transparente afin qu'en l'absence d'un individu, l'équipe puisse continuer à tourner normalement.

On devrait pouvoir visionner, sur le logiciel, un plan du site archéologique avec, mises en évidence, les zones qui sont en cours de fouille. Dans le cas d'une grotte, les activités ne sont pas fort étendues mais ce programme serait envisagé pour des sites qui pourraient couvrir des surfaces allant de plusieurs ares à plusieurs hectares, nous pensons notamment aux fouilles de prévention et de sauvetage qui ont eu lieu, tant en France qu'en Belgique, sur les tracés des lignes des trains à grande vitesse. Pour ces chantiers, il ne s'agit pas de communiquer seulement entre quelques fouilleurs, mais parfois plusieurs dizaines qu'il faut gérer en même temps sur de grandes distances.

Afin de pouvoir prévoir les étapes ultérieures du travail, ou ouvrir une autre zone de fouille, il serait bien qu'à chaque zone mentionnée sur le plan corresponde un état d'avancement qui se présenterait sous la forme d'indicateurs. Les possibilités graphiques pour rendre cet état de fait ne manquent pas, elles ont été reprises dans le travail d'Ali Belmiziti [BEL06, p. 24]. Parmi ceux présentés dans ce travail, nous en avons retenus trois :

- Les indicateurs de type **multi-seuils** (fig. 15)

L'indicateur multi-seuils se présente sous la forme de deux registres horizontaux. L'un présente des informations qualitatives, l'autre l'état d'avancement sous la forme d'un pourcentage.

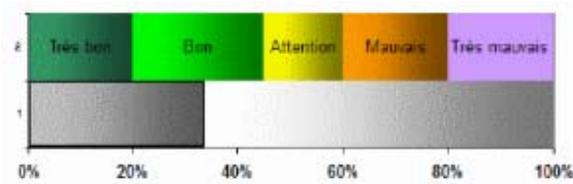


Fig. 15 : Indicateur « multi-seuils ».

- Les indicateurs de type **thermomètre** (fig. 16)

L'indicateur se présente sous la forme d'un axe vertical dont les graduations servent de référence. Dans notre cas, le 100% serait assimilé à l'achèvement de l'activité. La mesure, quant à elle, serait l'état d'avancement de l'activité.

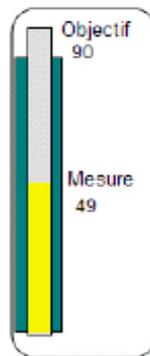


Fig. 16 : Indicateur « thermomètre ».

- Les indicateurs de type **tachymètre** (fig. 17)

Il se présente sous la forme d'une jauge à aiguille qui indique le degré de complétion par rapport à des références purement quantitatives.

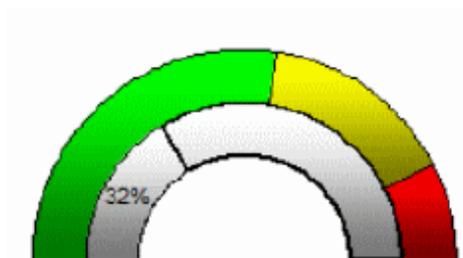


Fig. 17 : Indicateur « tachymètre ».

Tous les travaux entrepris ne nécessitent pas toujours d'y affecter tout le personnel. Par ailleurs, chacun des membres de l'équipe a ses spécificités propres. L'un tantôt plus fonceur, l'autre tantôt plus minutieux. Il serait donc utile que chacun des membres de l'équipe figure dans le planning avec les tâches qui lui sont assignées. Afin de rendre l'interface plus conviviale, pourquoi ne pas avoir recours à des petites photos accompagnant l'identité de la personne, cela rendrait le programme plus humain et éviterait toute ambiguïté quant à l'identification de chacun. Le recours à la photographie dans une interface de travail n'est pas neuf et avait déjà été proposé. Il s'agissait notamment d'un « environnement de travail organisé selon les contacts de l'utilisateur » qui a fait l'objet des recherches menées par Nardi et son équipe [NAR02] citées et reprises par B. Ottjacques [OTT04, p.71]. Dans ce cas spécifique, l'environnement de travail est organisé selon les contacts de l'utilisateur, un peu comme le sont les comptes de messagerie et le programme de discussion en ligne du type *Microsoft Messenger*®.

Comme nous l'avons dit dans notre introduction, les archéologues ont de plus en plus recours aux technologies numériques. D'autant plus que ce matériel devient de plus en plus résistant aux conditions extrêmes (voir les notices accompagnant les appareils). La technologie la plus répandue et la plus usitée est, sans conteste, la photographie numérique. Elle a été une véritable révolution dans notre discipline, grâce à elle, on peut suivre en temps réel, l'évolution la fouille. Avant, l'utilisation de la photographie argentique impliquait un temps de développement qui pouvait s'avérer long, sans jamais garantir le résultat, dans le cas contraire, l'avancée de la fouille aura vraisemblablement déjà fait disparaître ce que l'on voulait enregistrer. Ensuite, les photos devaient être classées dans un endroit ni trop lumineux, ni trop humide pour ne pas altérer les couleurs. La plupart des photographies anciennes sont désormais, dans la plupart des cas, rendues inutilisables à cause du temps. A Scladina, la photographie numérique est notre élément de base précédant toute fouille. Chaque zone est préalablement photographiée, visualisée et retravaillée sur ordinateur avant d'être imprimée et annotée. Il s'agit, *grosso-modo*, de la feuille de route de notre fouilleur. Grâce à elle, il se situe plus ou moins les niveaux sédimentaires, c'est-à-dire les couches de terre qu'il est susceptible de rencontrer. Il serait bienvenu que ces photos figurent aussi sur la plateforme. D'autant plus que les chercheurs qui collaborent avec nous, qu'ils soient paléontologues, anthropologues ou géologues parlent le même langage, tout échantillon prélevé doit appartenir à un niveau sédimentaire et figurer sur la photographie qui serait rendue disponible sur la plateforme collaborative.

#### 4.3.2. Le planning d'exécution

Le planning d'exécution est un plan semestriel qui détermine les grandes lignes opératrices du chantier. Elles sont, bien entendu, théoriques et remodifiées presque hebdomadairement en fonction des découvertes effectuées sur le chantier. En effet, les découvertes d'artefacts taillés ou de vestiges anthropologiques peuvent considérablement modifier la gestion du chantier à court terme, voire à très long terme.

---

#### 4.3.3. La gestion des dossiers « sur le feu »

Au sein de l'association citée précédemment, on a remarqué que tous les acteurs principaux ne se trouvaient pas toujours au même endroit en même temps. En effet, il arrive fréquemment aux archéologues de nous absenter. Le programme de gestion commun permettrait de suivre la fouille et l'avancée des dossiers, administratifs ou autre, en évitant des laïus durant lesquels on risquerait, quand même, de ne pas donner toutes les informations essentielles.

#### 4.3.4. La gestion du laboratoire

Le laboratoire est l'outil indispensable pour le suivi de la fouille. Au quotidien, ce sont plusieurs dizaines, voire centaines de vestiges qui passent dans les mains de notre laborantin. Les travaux menés au laboratoire sont cruciaux car, outre la conservation et le remploi des informations fournies par le terrain, nous devons nous assurer de leur exactitude, voire les préciser.

L'activité du laboratoire se décline en une série de tâches qui, souvent, doivent être gérées simultanément :

- lecture et correction des fiches de terrain ;
- dépouillement des sachets contenant les vestiges, l'isolement et le traitement des échantillons ;
- lavage spécifique des vestiges (un os et une dent ne se lavent pas de la même manière) ;
- séchage qui est spécifique aussi ;
- identification des segments anatomiques et des taxons (dans le cas de vestiges fauniques) ;
- le marquage du matériel ;
- la photographie de chaque prélèvement<sup>6</sup> ;
- emballage du matériel pièce par pièce dans des sachets individuels contenant un duplicata des informations de terrain sous la forme d'une petite fiche ;
- rangement du matériel dans des contenants qui seront ensuite remisés dans des locaux spécifiques où température et hygrométrie seront constamment surveillées,...

Autant le dire tout de suite, si on n'a pas l'esprit clair et un maximum d'organisation, avec la quantité d'informations qui sont à gérer, le laborantin peut vite se retrouver perdu ou

---

<sup>6</sup> Chaque travail effectué à la grotte « redescend » dans le laboratoire sous la forme d'un sachet contenant des vestiges et une fiche. Chacune des fiches doit être unique. Par exemple, il n'y aura qu'une seule et unique pièce, dans toute la collection provenant de Scladina, qui portera l'identification 2007 (année) - 501 (n° de fiche) - 6 (n° de la découverte). Tous ces ensembles, les prélèvements, sont photographiés après le marquage.

pire, commettre des erreurs. Ces dernières peuvent alors jeter le discrédit sur le travail de ses collègues et, si les erreurs se répètent, sur la fouille toute entière. Avec la quantité de tâches que notre laborantin doit abattre chaque jour, il lui est impossible d'aller sur le terrain afin de vérifier toutes les informations. Y avoir accès en permanence sur une plateforme lui serait, nous pensons, d'une grande aide, et pour lui mais aussi pour l'intégrité des collections.

Grâce à ce logiciel, on pourrait suivre pas-à-pas l'avancée du travail du laborantin et suivre le cheminement des vestiges. Afin de rendre ce suivi plus pertinent encore, il faudrait que chaque plateau de traitement soit numéroté, de même que les espaces de rangement. De cette manière, en l'absence du laborantin, chaque intervenant serait susceptible de retrouver rapidement les objets qu'il désire observer.

#### 4.3.5. *Le suivi des échantillons*

Tous les scientifiques n'attendent qu'une chose de nous : des échantillons bien calés chronostratigraphiquement, en d'autre terme, que nous soyons certains de la couche à laquelle appartenait l'échantillon. De la découverte au résultat de l'analyse, en passant par toutes les étapes intermédiaires, les échantillons doivent pouvoir être tracés. Trop souvent dans notre discipline, des échantillons ont tendance à se perdre dans les méandres des couloirs de grands laboratoires. Parfois, certains échantillons peuvent servir à plusieurs analyses, il faut donc que chacun des collaborateurs puisse savoir où se trouve le matériel dont il a besoin. Par exemple, un charbon de bois étudié par F. Damblon, anthracologue à l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique peut tout à fait être transmis dans un laboratoire spécialisé dans les datations  $^{14}\text{C}$  à Groeningen, au Pays-Bas. Les résultats obtenus intéressent tous les autres scientifiques qui pourront dater une occupation humaine, un événement climatique, et ainsi replacer les vestiges dans leur environnement.

#### 4.3.6. *La gestion des observations du terrain et du laboratoire*

L'archéologie est avant tout une science où l'acuité visuelle et les capacités à observer les faits doivent être omniprésentes. N'oublions pas que notre démarche est destructrice ; nous n'avons donc l'opportunité de ne fouiller qu'une seule fois. Si nous avons effectué une observation dans une zone donnée, il est capital de la mentionner. Un terrier de blaireau, par exemple, engendre un déclassement immédiat du matériel qui a été mis au jour à l'intérieur. La capacité qu'ont ces mustélidés à creuser dans tous les sens et ce à toutes les époques, fait qu'un objet que deux objets qui paraissent être dans un même niveau sédimentaire, car découverts à la même altitude, ont parfois plusieurs millénaires d'écart. Par exemple, dans le niveau 5 de la grotte Scladina, un tesson de céramique médiévale y a été découvert. Certes cela semblerait banal si le niveau 5 ne correspondait pas au niveau moustérien daté d'environ 130 KY... Toutes les observations doivent donc figurer, autant celles effectuées par l'équipe de fouille que celles effectuées par l'archéologue. Outre les observations liées au terrain, doivent aussi y figurer d'éventuelles consignes spécifiques ou remarques.

---

Les observations effectuées par le laborantin sont tout aussi importantes que celles faites par le fouilleur. Celles faites sur le terrain peuvent guider le laboratoire et celles faites dans ce dernier peuvent tout aussi bien recadrer le fouilleur pour qu'il s'adapte à des situations particulières (charbons de bois, os avec des *cut marks*<sup>7</sup>,...).

#### 4.3.7. *L'intervention des acteurs extérieurs (Annexe 3)*

D'autre part, les archéologues ne sont pas les seuls à travailler sur le terrain. Comprendre le comportement humain implique que nous devions nous entourer d'une pléiade de spécialistes pour nous épauler dans nos recherches. L'Homme est avant tout une présence dans un environnement qui lui est plus ou moins favorable. Ce contexte environnemental peut être appréhendé par des sciences de la terre telles l'anthracologie (étude des charbons de bois), la palynologie (étude des pollens), la sédimentologie (étude des sédiments), paléontologie (étude des fossiles fauniques et végétaux),...

#### 4.3.8. *Suivi des études, gestion des data et des publications*

Nous avons décidé d'intégrer, à la phase de fouille, les publications préliminaires. En effet, les résultats obtenus par l'analyse des échantillons conditionnent autant la direction de la fouille que d'autres impératifs tels que les aménagements liés à la sécurité. Une plateforme de ce type permettrait aux co-auteurs d'un article de rédiger ensemble et de partager facilement les données (versions des articles, data,...). Le coordinateur du site pourrait dès lors mieux surveiller le respect des échéances quant à la rédaction des articles

Afin que tous n'aient pas accès en permanence aux données des autres, un système d'authentification pourrait être intégré. Ce système, déjà en vigueur sur la plateforme collaborative de MARS, a déjà fait ses preuves.

Les autorités subsidiaires pourraient garder un œil en permanence sur l'avancée du chantier. Cependant, il faut éviter toute ingérence de leur part dans la gestion quotidienne de la fouille.

Grâce à ce logiciel, la tenue du chantier de fouille, co-géré par plusieurs archéologues, serait améliorée par une plus grande transparence. On sait ce qui doit être fait, où, quand et par qui. En outre, la plateforme collaborative serait l'interface privilégiée de communication entre les différents intervenants reliés par un même chantier : que ceux-ci soient internes (dans ce cas, les neuf de base) ou externes à la structure de base (collaborateurs scientifiques). La plateforme serait, enfin, le lieu de rencontre et d'échanges de données relatives au site dans le cadre des analyses et de la rédaction des articles scientifiques.

---

<sup>7</sup> Les *cut marks* est un terme fréquemment utilisé en archéologie pour désigner une action anthropique sur un os relevant de la boucherie (dépeçage, décarnisation,...).

Au bilan, si tous les chantiers dirigés par la RW fonctionnaient avec un système de communication aussi développé, les archéologues pourraient voyager plus facilement d'une direction à l'autre sans aucune difficulté ; ils ne seraient plus les archéologues d'un seul site. De plus, d'un site à l'autre, les échanges d'information s'en verraient grandement faciliter.

L'intégration d'un pareil système à celui déjà en vigueur pour la phase post-fouille (MARS) permettrait d'avoir un suivi complet d'une fouille jusqu'à sa conservation.

#### 4.4. Modélisation du travail coopératif

Afin de modéliser le travail coopératif, différentes théories se sont appuyées sur des concepts élémentaires, les *acteurs*, les *activités* et les *documents*, qui se déclineront légèrement d'une théorie à l'autre. Ces concepts constituent la base de nombreux outils de collaboration actuels [KUB06, p. 259]. Depuis plusieurs années, la modélisation du travail coopératif est un des fers de lance du CRAI au sein duquel ont émergé de nombreux modèles. Ces derniers ont principalement été focalisés sur la conception architecturale et se centrent sur les relations étroites qui existent entre les trois concepts. Il est donc intéressant de les avoir testés sur différents pôles de la réalisation d'un bâtiment, depuis sa conception ([HAN03] et [HAL04]) jusqu'aux travaux effectués sur le chantier [KUB06]. Nous avons décidé de tenter de transposer le modèle conçu pour le chantier du bâtiment au domaine de l'archéologie et de voir quels seraient les points communs et les divergences qui existent entre les deux démarches.

##### 4.4.1. Le modèle de D. Hanser et G. Halin

Le modèle réalisé par Hanser [HAN03] et Halin [HAL04] repose sur les trois concepts majeurs : les *acteurs*, les *activités* et les *documents*. Les deux premiers concepts se retrouveront inchangés dans les différents modèles proposés. Les *documents*, quant à eux, se déclineront d'un modèle à l'autre. Il s'agit d'ailleurs de la nuance majeure qui permettra de différencier les propositions émises par les scientifiques qui ont travaillé sur le sujet.

Les **activités** : il s'agit du concept central autour duquel le modèle va se développer. Les *activités* mobilisent les *acteurs* et vont être à la base de la production de *documents*. Les *activités* peuvent être appréhendées selon une granularité variable (projet > phase > tâche > opération). De plus, elles peuvent être régies par des objectifs différents (production, coordination ou synthèse).

Les **acteurs** : ils peuvent agir seuls ou en groupe. « *L'acteur se caractérise par ses compétences, son métier ou ses habitudes de travail ainsi que par la place qu'il occupe au sein de l'organisation à laquelle il appartient (l'entreprise).* » [KUB06, p. 260]. Les relations entre acteurs sont régies par le type d'organisation (*hiérarchique, adhocratique, configuration transversale*) (cf. § 4.5). Cette organisation est elle-même soumise à ses propres règles.

Les **documents** : il s'agit du concept le plus problématique, c'est lui qui variera d'un modèle à l'autre. Pour Kubicki, il s'agit d'un artefact lié à l'activité, dont la production est généralement décrite dans des contrats [KUB06, p. 260]. Nous verrons que l'appellation artefact peut, en archéologie, prêter à une certaine confusion (*cf.* § 4.4.3.2.). Plusieurs documents peuvent générer un groupe de documents dont la difficulté principale réside en la gestion d'un nombre croissant au fur et à mesure de l'avancée du chantier et du nombre de versions différentes qui peut exister pour un même document. En archéologie, science qui se base essentiellement sur l'exhumation de documents-traces de notre passé (les faits), la gestion s'avère un peu plus complexe encore.

Tous ces concepts sont mis en relation les uns avec les autres. Les relations entre les activités consistent à organiser le déroulement d'un processus [KUB06, p. 261]. Elles appartiennent de ce fait à la planification.

L'implication des acteurs au sein d'une activité (le rôle) est déterminée par les relations que ceux-ci entretiennent avec les activités. Elle est aussi régie par les règles d'espace et de temps (travail synchrone et asynchrone) (*cf.* § 4.2.3.)

En fonction de leur origine, les relations qui existent entre les documents et les activités sont du domaine de la création ou de l'utilisation.

Les relations qui existent entre les acteurs et les documents sont similaires aux tâches liées au domaine de l'édition [KUB06, p. 262] : supervision, production, commenter, consultation, correction et diffusion.

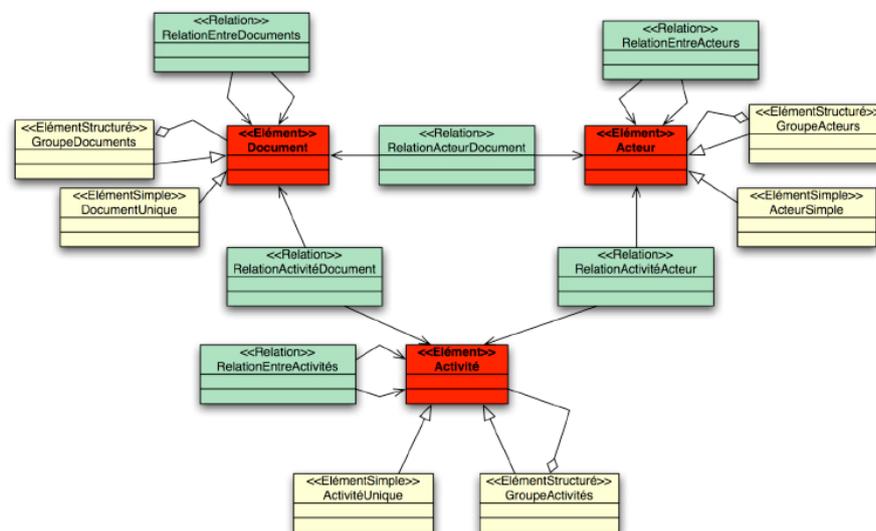


Fig. 18 : Modèle du travail collaboratif proposé par Hanser [HAN03] et Halin [HAL04].

#### 4.4.2. Le modèle de M. Bouattour

M. Bouattour reprend presque intégralement le modèle établi par Hanser et Halin. À ce modèle il ajoute une notion supplémentaire en subdivisant le concept *document* en deux entités indépendantes : les *documents* et les *objets*. Cette distinction sera remise en cause par Kubicki qui refondra les deux concepts en un seul dénommé *artefact*. Pour Bouattour, l'*objet* est considéré comme une entité matérielle ou virtuelle que l'activité contribue à modifier.

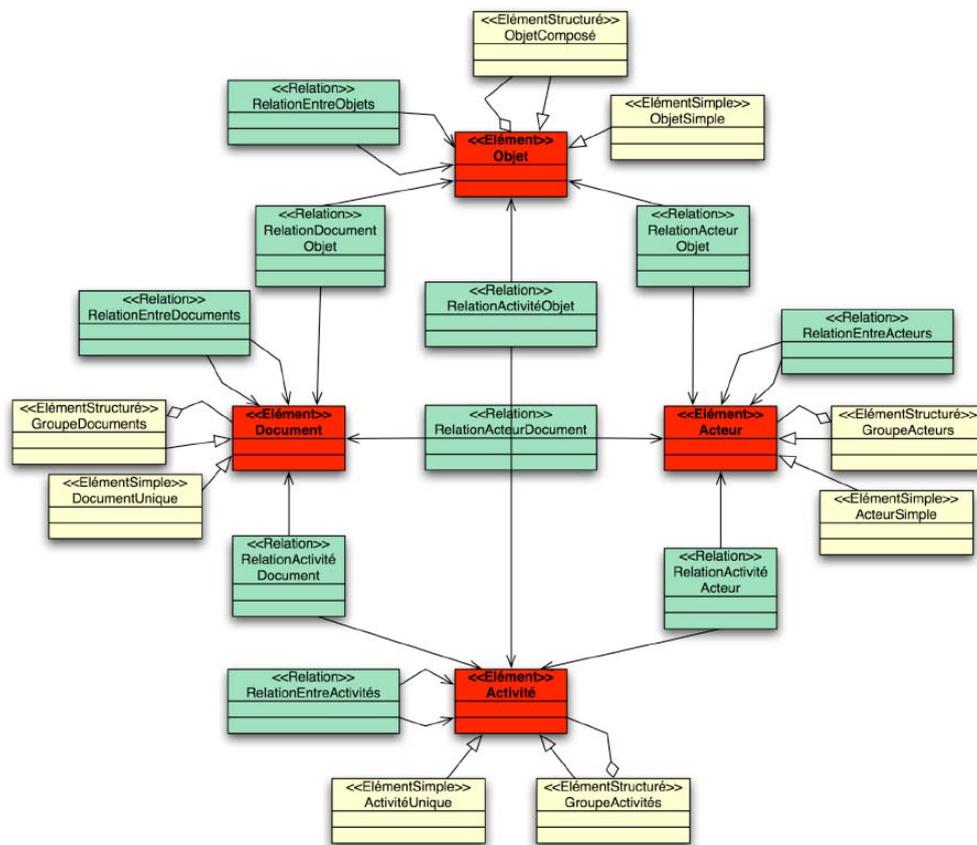


Fig. 19 : Modèle de travail collaboratif proposé par M. Bouattour [BOU05].

#### 4.4.3. Le modèle de S. Kubicki

##### 4.4.3.1. Les apports de S. Kubicki

Le dernier modèle mis sur pied a été réalisé par S. Kubicki. Comme pour les précédents, il s'appuie sur les deux concepts forts, et non ambigus, que sont les *activités* et les *acteurs*.

Les apports de S. Kubicki résident principalement dans la réflexion menée autour du concept *artefact*, qui regroupe les anciens concepts *document* et *objet* ainsi que dans l'utilisation d'un nouveau concept intitulé *outil(-logiciel)*. Ce dernier vise essentiellement les outils informatiques, véritables supports du travail coopératif. Ces outils doivent pouvoir s'adapter. Ici, la notion de flexibilité prend tout son sens. En effet, dans le cadre d'un travail coopératif, nombreux sont les intervenants susceptibles de devoir manipuler les outils. Tous ne peuvent se targuer d'être des informaticiens avertis et n'ont peut-être pas le temps ni l'envie de se former. Les outils doivent, par une interface conviviale, réagir de manière intuitive aux besoins et requêtes formulés par les utilisateurs.

#### 4.4.3.2. La problématique du concept « *Artefact* »

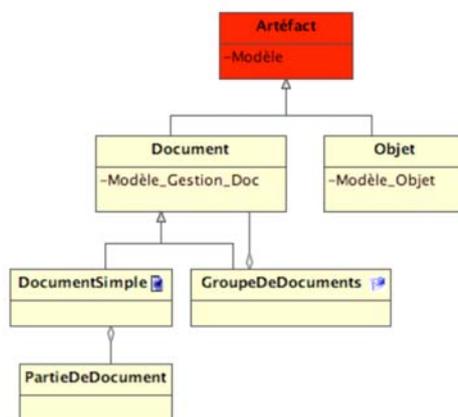


Fig. 20 : Le concept *artefact* et ses relations internes.

La notion d'*artefact* est quant à elle plus difficile à appréhender. Tous les modèles proposés jusqu'à présent ne s'entendent pas sur la signification des termes *objet* et *document*, de même que sur la hiérarchie à établir entre eux. Tantôt ils sont considérés comme ambivalents, tantôt ils sont regroupés. Bien que le modèle proposé par S. Kubicki soit intéressant (fig. 20), il ne répond pas entièrement aux besoins émis par les archéologues. Premièrement, l'appellation *artefact* relève d'une autre acception dans notre discipline où ce terme désigne les outils, le plus souvent lithiques, fabriqués par l'Homme. De plus, la catégorie visée par le terme *objet* paraît toujours aussi vague. Manque alors les *faits*, c'est à dire toute structure matérielle observable. Bien que la nouvelle appellation que nous proposons pour remplacer le terme *artefact* puisse ne pas faire l'unanimité, les *actes* semblent être l'appellation la plus généraliste qui soit. En effet, que ceux-ci soient matériels ou virtuels, ils rassemblent autour d'eux les objets, les documents et les faits. Nous proposons donc le métamodèle suivant qui tiendra lieu et place du métamodèle *artefact* dans la structure contextuelle du travail coopératif (fig. 21).

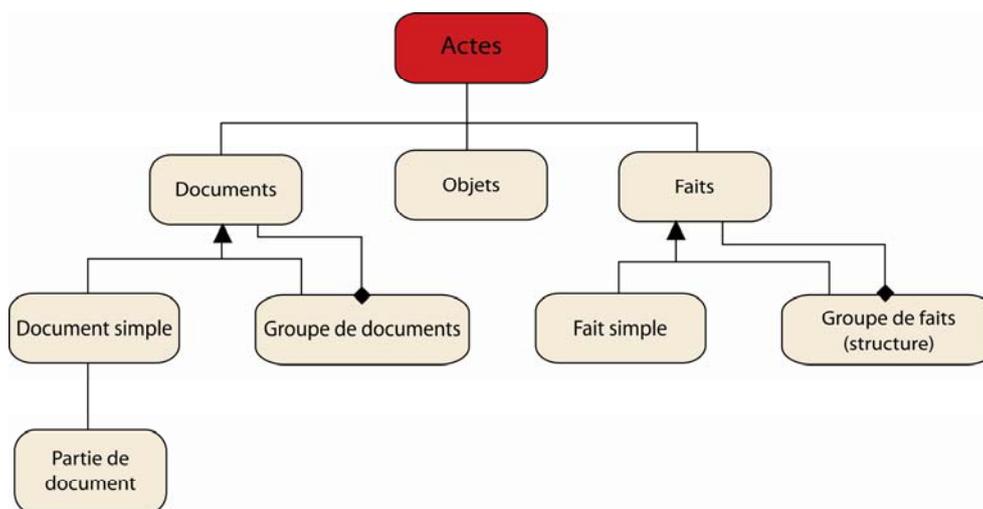


Fig. 21 : Le concept « *actes* » en lieu et place du concept « *artefact* ».

Notre proposition de modèle ne se différencie guère de la précédente que par de légères modifications apportées au concept *artefact* et à ses composantes (fig. 21). Nous maintenons donc le schéma relationnel que S. Kubicki a mis au point pour les autres concepts.

#### 4.5. Détermination du schéma de collaboration (Annexe 4)

Toute collaboration est régie par un schéma relationnel. En fonction des acteurs en présence, les processus régissant les échanges seront différents. Tantôt les intervenants seront placés sur le même pied d'égalité, tantôt une relation hiérarchique sera établie. Ces types de relations ont été mis en évidence dans le travail de S. Kubicki. De ses réflexions ont émergé trois schémas organisationnels de collaboration [KUB06, p. 121 et stes]. Tirée du domaine du management et appliquée au domaine de la construction, cette typologie est applicable sans problème au domaine qui nous occupe. Les configurations qui vont être présentées se retrouvent toutes simultanément sur un chantier. Bien que différentes, elles se complètent et régissent les relations entre les différents intervenants.

##### 4.5.1. La configuration hiérarchique

Cette configuration est « *basée sur le pouvoir décisionnel des acteurs* » [KUB06, p.121]. On la retrouve au quotidien dans la gestion du chantier de fouille car elle régit les relations entre les archéologues et les ouvriers fouilleurs. Ce type de relation devrait générer des comptes-rendus de chantier puisqu'on la retrouve lors des briefings hebdomadaires. Le but de cette structure est de pouvoir planifier les tâches de chacun et de pouvoir en suivre régulièrement le degré de complétion. La hiérarchie permet aux dirigeants de superviser et de bien coordonner les actions de chacun des intervenants. Les informations liées à la

coordination sont diffusées via le planning d'exécution des tâches et le compte-rendu de réunion de chantier. « *La coordination est essentiellement basée sur la modélisation et l'explicitation du déroulement du processus.* » [KUB06, p.121].

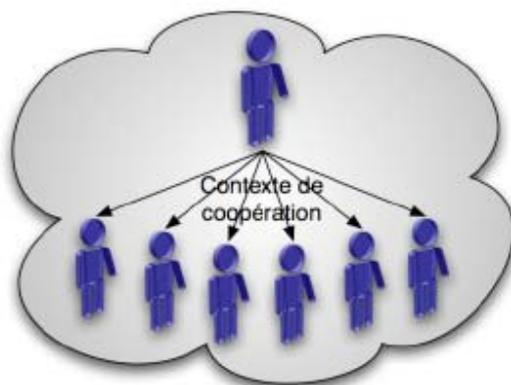


Fig. 22 : Configuration hiérarchique [KUB06, p. 121].

#### 4.5.2. La configuration adhocratique

La *configuration adhocratique* est présente lorsque des personnes de même « statut » se retrouvent ponctuellement sur le chantier. Des discussions informelles découlent des décisions « compromis ». Chacun des intervenants aura donné son opinion et c'est à force de négociation que les problèmes seront résolus. C'est ce que S. Kubicki a qualifié « *d'ajustement mutuel* ». Ce type d'organisation régit notamment les rapports, parfois conflictuels, qui existent entre les archéologues responsables du chantier et les autres scientifiques de terrain, notamment les anthropologues et les géologues. Ne sont conviés à ce type de réunion que les scientifiques qui prennent part régulièrement à nos recherches et qui ont une excellente connaissance du contexte de travail. C'est au cours de ces réunions qu'est proposée la tournure générale que devra suivre la fouille. Lorsque tel est le cas, les informations sont enregistrées et transmises, sous forme de procès-verbal de réunion, aux différents protagonistes. Bien que l'archéologue s'entoure de quelques scientifiques proches, c'est à lui seul que revient la décision finale quant aux lignes générales que l'avancée de la fouille devra suivre. Par ailleurs, ce type de réunion informelle peut être convoqué à n'importe quel moment, non programmé, en fonction des découvertes qui seront faites sur le terrain. Chaque question est réglée au cas par cas par la présence ou non de vestiges. La remise en question et la flexibilité de la sont des éléments déterminants dans notre travail. Autant pour l'archéologie que pour le domaine de la construction, la *configuration adhocratique* s'avère être fondamentale et indispensable pour une bonne coordination de nos chantiers.

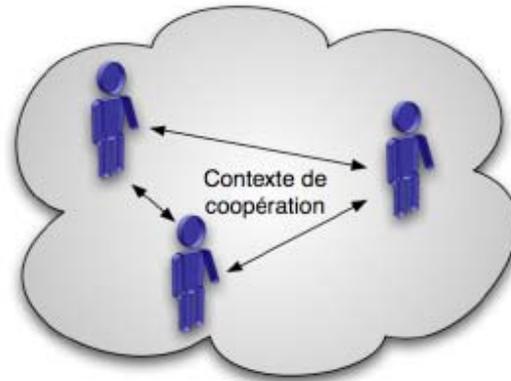


Fig. 23 : Configuration adhocratique [KUB06, p. 122].

#### 4.5.3. La configuration transversale

Entre les deux pôles cités précédemment, il existe une troisième organisation qui se veut être l'intermédiaire entre eux : la *configuration transversale*. Les intervenants extérieurs ne collaborent pas uniquement avec un seul chantier. Ils peuvent donc eux-mêmes incarner des intermédiaires entre les différents chantiers. Ces expériences multi-chantiers permettent donc d'enrichir les propos lors des réunions et de bénéficier des solutions déjà appliquées ailleurs à des problèmes similaires. S. Kubicki insiste aussi sur les apports qu'une bonne formation peut apporter au chantier et à l'ensemble de l'équipe. L'ouvrier formé a tendance à tirer le reste de l'équipe, telle une locomotive, à améliorer la rentabilité au travail et sa qualité. L'ouvrier présent sur le chantier devient alors un collaborateur de premier ordre dont l'opinion aura plus de poids lors des réunions. Ses compétences et son habitude du terrain au point de vue technique contribueront aussi à orienter le chantier.

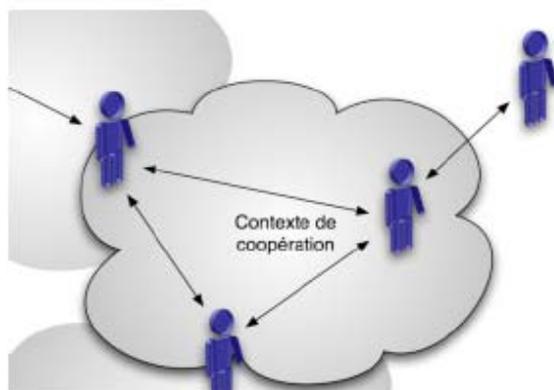


Fig. 24 : Configuration transversale [KUB06, p. 123].

Outre les schémas de collaborations, on peut aussi scinder les activités du chantier de fouille peuvent être divisées en deux grandes tendances, selon qu'elles soient synchrones ou asynchrones.

Les activités synchrones sont notamment celles où « le comité de gestion de la fouille », c'est-à-dire la réunion des cinq scientifiques principaux (les trois archéologues, l'anthropologue et le géologue), discute du bon déroulement de la fouille et des grandes lignes que cette dernière doit suivre. Les objectifs que les uns et les autres veulent atteindre ne sont pas les mêmes. Certes, de manière générale, tous sont soucieux de la même problématique, mais ce sont dans les détails qu'ils diffèrent. La gestion finale du chantier s'avère donc être un compromis entre les avis de chacun. Néanmoins, en cas de non compromis, la décision finale revient toujours dans les mains des archéologues qui ont en charge la fouille.

Les phases asynchrones, quant à elles, sont, en ce qui concerne les scientifiques, les plus fréquentes. Chacun d'entre eux travaille la plupart du temps dans son laboratoire sur les données prélevées lors de la fouille.

Un autre critère non négligeable pour une bonne gestion d'un travail coopératif, et d'une fouille en particulier, est la conscience qu'ont les acteurs d'appartenir à une équipe guidée par des objectifs précis et une gestion rigoureuse (fig. 25).

Acronyme	Conscience de la collaboration
MGS ( <i>Main Goal Sharing</i> )	Les participants sont conscients de la collaboration et travaillent consciemment ensemble vers un but commun.

DCS <i>(Distributed Contributing Goals)</i>	Des participants accomplissent ensemble des tâches dont ils ignorent qu'elles s'inscrivent dans une démarche ayant un but commun et dont ils ignorent comment elles participent à cet objectif plus large.
IGS <i>(Independent Contributing Goals)</i>	Des participants réalisent individuellement et de leur propre initiative des tâches qui ne sont pas des activités de collaboration en tant que telles mais qui contribuent à atteindre un but commun dans le cadre d'une collaboration.

Fig. 25 : Classification des collaborations selon la conscience qu'en ont les acteurs [OTJ04, p. 8].

#### 4.6. Modélisation du travail coopératif en phase de chantier (Annexes 5-7)

La modélisation du travail coopératif appliqué à la phase de chantier n'est qu'une transposition à la réalité de terrain des quatre concepts clefs que S. Kubicki avait exprimés dans sa thèse<sup>8</sup>. Ces derniers sont concrétisés par les actions véritables menées par les acteurs. Après avoir conceptualisé la démarche, nous avons tenté de l'appliquer à la fouille menée aux grottes de Sclayn par notre équipe. L'annexe n°4 reprend le modèle établi par S. Kubicki concernant les chantiers de construction [KUB06, p. 273].

L'annexe n°6 présente les différentes valeurs que nous avons pu définir pour chacun des concepts. Ces valeurs ont été mises en relation dans le modèle de l'annexe n°7.

Le modèle de travail coopératif en phase de terrain pour la fouille archéologique est présenté en annexe (n°7). Afin d'en faciliter la lecture, nous avons décidé de garder la même disposition et des codes de couleur similaires à ceux utilisés par S. Kubicki. Du modèle de S. Kubicki ont été repris en intégralité les outils informatiques (situés au centre). Nous avons constaté que les différences majeures étaient marquées au niveau des *actes* (*artefact* chez Kubicki). En effet, les archéologues accordent beaucoup plus d'importance aux vestiges, véritables guides de la fouille.

##### 4.6.1. Les similitudes entre les deux modèles

Les deux démarches possèdent, après analyse globale des modèles présentés en annexes 6 et 7, des points communs. Il existe de nombreux intervenants extérieurs dont les relations sont conditionnées par les trois configurations proposées (*cf.* § 4.5.). Ces intervenants composent des équipes interdisciplinaires qu'il faut savoir gérer sur le terrain. Ces équipes

<sup>8</sup> En prenant en considération nos légères modifications concernant le concept *artefact* remplacé par les *actes*.

s'avèrent d'autant plus nombreuses et hétérogènes que le chantier est long et étendu. Néanmoins, toutes ces équipes sont dirigées par un projet commun, que ce soit l'érection d'une construction ou la tentative d'appréhender le comportement humain.

L'une et l'autre discipline sont aussi soumises à un nombre croissant de documents qu'il faut savoir gérer. Tantôt administratifs, tantôt matériels, tous doivent être enregistrés et accessibles à tout moment par n'importe quel collaborateur. Autant pour les documents que pour les intervenants, plus le chantier est long et plus il va être à la base d'une quantité de documents croissante.

Qu'il soit de construction ou de fouille, le chantier, et les acteurs qui y interviennent, doit être suivi au pas-à-pas. Les réalisations doivent être contrôlées par le responsable qui avalisera ou non le travail effectué.

Nous n'avons rencontré aucune difficulté à transposer à l'archéologie le modèle que S. Kubicki avait mis au point en ce qui concerne la modélisation du travail coopératif. Il a donc réussi à prendre assez de recul par rapport à sa propre discipline pour s'élever suffisamment et harmoniser différents domaines rassemblés sous un même étendard théorique.

#### *4.6.2. Les singularités du modèle archéologique*

Malheureusement, tout n'est pas rose au Pays de la gestion coopérative en phase de chantier, sinon ce travail se serait résumé à quelques lignes égarées sur un morceau de papier. Des singularités existent et cautionnent le travail effectué.

Malgré les apparences, de nombreuses différences existent et justifient la création de modèles différents. La première différence notable se situe au niveau de la gestion des documents. En archéologie, ces derniers sont beaucoup plus nombreux. C'est la mise au jour de matériel ancien qui va nous permettre d'appréhender un comportement humain dont les traces nous viennent du fond des âges.

Le site archéologique se divise en deux pôles distincts qui se doivent d'être gérés simultanément : le laboratoire et le chantier de fouille proprement dit. Ces deux axes sont complémentaires et une vérification réciproque permet d'améliorer la gestion de l'un et de l'autre. Afin d'être le plus performant possible, ces deux pôles doivent être actifs simultanément et dans des endroits situés à proximité.

L'archéologie, contrairement à l'architecture, n'est pas liée par des impératifs financiers aussi importants. Cette différence explique en partie les rapports de force qui existent entre les archéologues et les architectes susceptibles de travailler sur un même chantier.

Bien que les rapports entre les acteurs soient régis par les mêmes configurations, les acteurs eux-mêmes sont différents, en archéologie, le chef de chantier est directement confronté aux ouvriers, sans intermédiaire.

---

#### 4.6.3. Bilan quant à l'utilisation telle quelle d'un logiciel de gestion d'un chantier

Certes il y a de nombreux points communs entre l'archéologie et l'architecture. Malheureusement, et contrairement à ce que nous pensions en entamant ce travail, les démarches liées à l'architecture et à l'archéologie sont, en phase de chantier (la seule concernée par le présent travail), spécifiques à chacun des domaines. Dès lors, il ne nous est pas possible de transposer à loisir l'interface du prototype mis au point au CRAI (*Bat'iViews*) sans y apporter un nombre considérable de modifications. Nous devons donc nous pencher sur la création d'un logiciel spécifique à l'archéologie qui aura comme contrainte majeure d'être aussi flexible que les chantiers de fouille eux-mêmes. Au bilan, nous avons remarqué que les différences entre les modèles présentés en annexes 5 et 6 se distinguent par de nombreux éléments. L'un des seuls véritables points communs, à une nuance près, consiste en les outils utilisés pour la gestion du site.

Le dernier point de ce travail tiendra donc en une proposition, sous la forme d'un cahier des charges, de conception d'un logiciel propre à l'archéologie. Tout comme celui proposé par S.Kubicki pour le travail sur chantier de construction, le logiciel devra être particulièrement flexible. En effet, les rapports qui existent entre les différents intervenants et le rythme de travail différentiel vont conditionner la création du dit logiciel.

#### 4.7. Cahier des charges pour la création d'*Arch@eo'LOG*

Nous avons décidé de nous inspirer de la structure du cahier des charges proposé par l'AFNOR<sup>9</sup>. Grâce à la réalisation d'un cahier des charges, la complexité d'un projet et ses tenants et aboutissants sont aisément appréhendables. Il permet d'apporter aux problèmes de réalisation des solutions grâce à une approche analytique.

##### 1. Présentation générale

###### 1.1. Projet

Ce cahier va nous permettre d'exprimer les besoins et les contraintes qui permettront, au final, l'élaboration d'un programme d'aide à la gestion coopérative d'un site archéologique dès la phase de chantier : *Arch@eo'LOG*.

Cet outil devra permettre aux archéologues, ainsi qu'à tous les intervenants qui collaborent au projet, de pouvoir gérer un chantier de fouille. Sous l'appellation chantier sont repris les concepts fondamentaux du travail coopératif que sont les *activités*, les *acteurs*, les *outils* et les *actes* ainsi que les relations qui existent entre chacun de ces pôles.

---

<sup>9</sup> AFNOR (Association Française de **NOR**malisation) est un organisme qui détermine les normes applicables aux techniques, aux sciences et aux commerces.

---

## 1.2. Contexte

### 1.2.1. Situation du projet

Des outils spécifiques à la gestion coopérative d'un chantier de construction ont été mis au point au sein du CRAI. Les architectes ont fréquemment l'occasion de collaborer avec les archéologues. Les technologies issues du monde de la construction intéressent les archéologues enclins à utiliser les nouvelles technologies afin de mieux coordonner les actions menées sur le chantier de fouille.

### 1.2.2. Etudes déjà effectuées

Ce logiciel s'appuierait sur d'autres expériences menées tant en architecture pour les programmes de gestion des chantiers de construction (*Bat'iViews*), que sur des logiciels créés spécifiquement à l'initiative de et pour les archéologues (MARS). Le travail collaboratif intéresse de plus en plus les archéologues. Des plateformes de travail ont déjà été mises sur pied mais aucune ne correspond à la phase de chantier proprement dite. Les programmes actuels ne concernent que la gestion des données acquises lors de la fouille à des fins d'inventaires et d'études.

### 1.2.3. Etudes menées sur des sujets voisins

Les architectes ont, quant à eux, une longueur d'avance. Outre la création de logiciels de conception coopérative, l'équipe du CRAI a mis aussi au point un prototype de gestion coopérative en phase de chantier (*Bat'iViews*).

### 1.2.4. Suites prévues

Une fois le cahier des charges établi, il sera soumis à un collège d'archéologues en charge de chantiers de fouille. Ces derniers apporteront leurs remarques et modifications. Le projet sera ensuite transmis à l'IRScNB afin d'estimer la faisabilité de l'intégration de ces modifications dans le projet MARS. La complémentarité des deux points de vue et des différentes utilisations qui en découlent en feraient un logiciel globalisant, depuis les étapes préliminaires à la fouille jusqu'à la conservation des vestiges et à leurs études.

Ensuite, le prototype pourra être mis au point et testé dans des cas réels afin de valider les processus et de les améliorer le cas échéant. Un conseil des sages, composé d'archéologues expérimentés, se réunira alors et envisagera la suite à donner au projet.

### 1.2.6. Caractère confidentiel, s'il y a lieu

On ne peut pas vraiment parler de confidentialité en ce qui concerne l'élaboration du projet. Comme il s'agit d'un logiciel à destination des archéologues, il serait intéressant que chacun d'eux puisse donner son avis et faire part de son expérience. Chaque chantier est différent et il n'est pas possible, dans l'état actuel de nos connaissances, de faire part de tous les cas de figure rencontrés par nos homologues sur leur propre chantier.

## 1.3. Enoncé du besoin

---

L'outil devra répondre aux besoins spécifiques énoncés par les archéologues quant à l'amélioration de la transmission des données, de la gestion de la fouille et du contrôle des travaux effectués par les collaborateurs extérieurs. Le tout devrait mener, à terme, à une gestion plus transparente de la fouille archéologique.

#### 1.4. Environnement du produit recherché

Le logiciel, qui pourrait être multiplateformes, serait mis à disposition par la direction des fouilles de la Région wallonne. Un des inconvénients rencontrés avec le logiciel MARS est sa non accessibilité en cas de non connexion au réseau. *Arch@eo'LOG* devrait pouvoir être utilisé sur un chantier qui ne possède pas de connexion Internet. La mise à jour de la plateforme pourrait se faire épisodiquement et un message pourrait être envoyé à chacun des utilisateurs le cas échéant.

### 2. Expression fonctionnelle du besoin

#### 2.1. Fonctions de service et de contrainte

##### 2.1.1. Fonctions de service principales

Permettre aux archéologues de gérer en temps réel la fouille archéologique (partie de chantier en cours de fouille, état d'avancement,...) ainsi que l'échange des données entre les différents protagonistes liés à la fouille. Ces accès seraient régis par des systèmes d'autorisation gérant la confidentialité des données.

##### 2.1.2. Fonctions de service complémentaires

Outre ces fonctions de base, les utilisateurs pourraient communiquer entre eux via une sorte de forum. La plateforme servirait également de serveur où seraient emmagasinées les données résultant de la fouille et des analyses effectuées en laboratoire.

Afin de permettre aux archéologues munis de « Tablet PC » de dresser des esquisses numériques, le logiciel devra intégrer un outil de dessin vectoriel.

#### 2.2. Contraintes

##### 2.2.1. Contraintes d'environnement

L'outil devra être développé sur une plateforme collaborative du type PhPCollab ou MARS. Afin de satisfaire un maximum d'utilisateurs, il serait judicieux que le logiciel soit multiplateforme.

Les chantiers de fouille étant pour la plupart dépourvus de connexion au réseau, le logiciel devra être accessible sans nécessiter un accès à la toile. Cet inconvénient a été mis en évidence sur la plateforme MARS. Cependant, des systèmes d'importation de données à partir d'autres sources (*OpenOffice*<sup>®</sup>) sont mis au point pour pallier à cet inconvénient.

### 2.2.2. Contraintes de développement

Tous les chantiers de fouille que nous avons rencontrés sont différents. Il faut donc que ce logiciel soit soumis à un collège d'experts en archéologie de terrain afin de prendre en compte un maximum de cas. Un suivi devra être assuré au niveau du logiciel de manière à prendre en compte de nouvelles situations mises en évidence par les dictats de la fouille.

### 2.2.3. Contraintes d'interface logicielle

Le programme devra être très flexible au niveau de la gestion et utilisable par un néophyte ou un archéologue chevronné.

### 2.2.4. Contraintes de qualité

Le logiciel devra garantir l'intégrité des données qui seront placées sur la plateforme ainsi que le respect de la confidentialité de certains documents pour lesquels l'accès en serait limité.

L'ergonomie devra être conforme aux dernières interfaces logicielles empreintes de convivialité.

## 3. Cadre de réponse

### 3.1. Pour chaque fonction

Toutes les manipulations de documents devront être archivées et hiérarchisées dans un système d'historique consultable par tous les utilisateurs.

Les échecs de chargement, d'enregistrement et de manipulations, de même que les bugs, devront eux aussi être listés. Ces listings permettront ponctuellement de faire un état des lieux de la fiabilité de la plateforme.

### 3.2. Pour l'ensemble du produit

#### 3.2.1. Prix de la réalisation de la version de base

Il ne nous est pas possible d'estimer les coûts de production de ce logiciel. S'appuyant sur des bases solides, nous supposons que quelques modifications devraient rendre le prototype rapidement utilisable à moindre coût.

#### 3.2.2. Outils d'installation, de maintenance ... à prévoir

Au début de sa mise en service, un informaticien, collaborant régulièrement avec les archéologues, sera engagé pour régler les problèmes liés aux bugs éventuels et à la maintenance. Nous ne prévoyons pas la nécessité d'installer un logiciel (hormis des plug-ins). En effet, le logiciel devrait être placé sur une plateforme collaborative. Le tour de force consistera à la rendre accessible hors-ligne de manière à pouvoir utiliser le logiciel sur le terrain.

*3.2.3. Perspectives d'évolution technologique*

L'évolution sera régie par l'inertie des nouvelles technologies. Néanmoins, il faudra que nous ne perdions pas de vue que les standards informatiques évoluent constamment. Il ne faudrait pas que les outils et les données qu'ils auront générées tombent trop rapidement en désuétude. Remplacer le papier par des formats numériques temporaires (les formats évoluent aussi rapidement que les logiciels) pourrait mettre en péril les données acquises au prix d'un dur labeur. D'autant plus que le site fouillé est détruit par l'avancée du chantier. Nous nous devons donc, au point de vue éthique, d'assurer la pérennité des données issues de notre travail. Il faut donc prévoir un autre système de sauvegarde.

L'accès à la plateforme (gratuit ? licence à payer ?) devra être débattu ultérieurement lorsque le logiciel sera mis sur pied.

## Chapitre 5 : *Conclusion*

---

### 5.1. Conclusions générales

Bien que les archéologues aient de plus en plus souvent recours aux nouvelles technologies, on constate qu'aucun outil spécifique destiné à la gestion d'un chantier de fouille n'a été développé. Le présent travail ne constitue qu'un ensemble de réflexions préliminaires (état des lieux et protocole) qui devraient mener à la réalisation de cet outil spécifique à l'archéologie.

Pour la réalisation du dit logiciel, les archéologues et informaticiens peuvent s'appuyer sur de nombreuses expériences menées dans les domaines du management, de l'ingénierie et de l'architecture avec laquelle l'archéologie partage de nombreux lieux communs. Malheureusement, les singularités de chacun des domaines empêchent une transposition pure et simple des outils de gestion coopérative d'une science à l'autre. De plus, des projets mis au point récemment dans le domaine de l'archéologie (AICIM et MARS) ont isolé des problèmes liés à la fouille et, implicitement, poussent les archéologues à regarder plus loin en amont, vers l'acquisition des données qui est l'étape déterminante quant à la qualité des données réutilisées lors des études effectuées sur le matériel.

### 5.2. Limites du travail

Les recherches que nous avons effectuées se limitent volontairement à la phase mythique du travail de l'archéologue : la fouille.

L'élaboration du logiciel *Arch@eo'LOG* tourne autour d'une fouille permanente (chantier archéologique de la grotte Scladina). Ce type de chantier est le moins fréquent, mais la durée en fait une catégorie particulièrement intéressante car le nombre d'intervenants est très élevé. Si le programme fonctionne pour la fouille de programme, il pourra très bien s'adapter à tous les autres types de chantier.

### **5.3. Perspectives**

La suite logique de ce travail est la mise au point du prototype « *Arch@eo'LOG* ». L'interface, similaire à celle du prototype *Bat'iViews*, permettra de naviguer dans toute la fouille aisément. Grâce au concours de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, initiateur du projet MARS, nous pourrions mettre au point une amélioration de ce dit logiciel de façon à prendre en considération toutes les phases liées à la fouille archéologique, et créer une sorte d'outil globalisant de l'exhumation des vestiges à leur inventarisation et à leur conservation.

---

## Chapitre 6 : *Bibliographie*

---

- [ABR04] ABRAMS G. – Architecture des maisons du Quartier du Théâtre de Délos – Liège : Mémoire de licence en Archéologie et Histoire de l'Art et musicologie, sous la direction de R. Laffineur, 2004. – 185 p. (vol. texte).
- [ABR06] ABRAMS G., BONJEAN D., DI MODICA K. – « L'Enfant de Sclayn. » – Archéologia, n°435, juillet-août 2006. – p. 6.
- [ABR07] ABRAMS G., BONJEAN D., DI MODICA K. – De la recherche aux publics, une histoire de transparence. – Namur : Actes du colloque « Un musée pour quoi faire ? », Beez, du 26 au 27 octobre 2006, 2007. – pp. 40-47.
- [ABR071] ABRAMS G., BONJEAN D., DI MODICA K. (éditeurs) – L'Enfant de Sclayn. – Andenne : Catalogue de l'exposition (CD-Rom), 2007.
- [ABR072] ABRAMS G., BONJEAN D., DI MODICA K. – « L'Enfant de Sclayn, un petit bout d'Homme venu du fond des âges, vous raconte sa Préhistoire. » – Journal des Musées en Province de Namur n°2, Namur, 2007. – p. 2.
- [BAR97] BARDRAM J. E. – Plans as situated action: An activity theory approach to workflow systems. – ECSCW 97 Conference. 7-11 septembre, 1997. Lancaster, UK.
- [BEL06] Belmeziti A. – Un tableau de bord dédié à l'activité de chantier – Nancy : Mémoire de Master de l'ENSAN, 2006. – 77 p.
- [BIG02] BIGNON J.-C. – Modélisation, simulation et assistance à la conception-construction en architecture – Nancy : Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, 2002. – 178 p.

- 
- [BON06] BONJEAN D., DI MODICA K., ABRAMS G. – « Scladina 2006, ADN, anthropologie, industries lithiques, faunes. Etat des recherches. » – Notae Praehistoricae, n°26. Liège : 2006. – pp.19-24.
- [BOU05] BOUATTOUR M. – Assistance à la conception coopérative fondée sur la sémantique des ouvrages. Application au domaine du bois. – Nancy : thèse de doctorat sous la direction de P. Triboulot, Institut National Polytechnique de Lorraine, 2005. – 250 p.
- [DEL06] DELOTTE O. – CoCSys : une approche basée sur la construction d'un modèle comportemental pour la conception de systèmes collaboratifs mobiles. – Lyon : thèse publiée à l'EDIIS, sous la direction de B. David, 2006 – 222 p.
- [DIM07] DI MODICA K., BONJEAN D., ABRAMS G. – « La grotte Scladina (Andenne). Un patrimoine archéologique majeur en contexte karstique. » – EcoKarst, n° 68, juin 2007. – pp.1-3.
- [DUP00] DUPAGNE J. – Analyse de l'architecture culturelle du Haut Archaisme en Grèce – Liège : Mémoire de licence en Archéologie et Histoire de l'Art et musicologie, sous la direction de R. Laffineur, 2004. – 105 p. (vol. texte).
- [GOD01] GODART C., HALIN G., BIGNON J.-C., BOUTHIER C., MALCURAT O., MOLLI P., « Implicit or explicit coordination of virtual teams in building design », CAADRIA 2001, University of Sydney, Key Centre of Design Computing and Cognition, Australia, April 19-21, 2001.
- [HAL04] HALIN G. – Modèles et outils pour l'assistance à la conception : application à la conception architecturale. – Nancy : Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches en Informatique, 2004. – 162 p.
- [HAN03] HANSER D. – Proposition d'un modèle d'auto coordination en situation de conception, application au domaine du bâtiment. – Nancy : Thèse de doctorat sous la direction de J.-C. Bignon, Institut National Polytechnique de Lorraine, 2003. – 215 p.
- [JOH01] JOHNSON P., JOHNSON H. – Interaction, Collaboration and Communication: A Human-Computer Interaction Perspective : Accolade, Architecture, Collaboration, design. – M. Stellingwerff & J. Verbeke Eds, Delft University Press, Delft, 2001. – pp. 43-57.
- [KLE92] KLEINER D. E. E. – Roman Sculpture. – Yale : Yale University Press, 1992. – 484 p.
- [KUB05] KUBICKI S., BIGNON J.-C., HALIN G. – Digital assistant for the cooperative construction process in AEC, *CIB W78 Conference*, Dresden, Germany, July 19-21 2005.

- 
- [KUB06] KUBICKI S. – Assister la coordination flexible de l'activité de construction des bâtiments : une approche par les modèles pour la proposition d'outils de visualisation du contexte de coopération. – Nancy : thèse de doctorat sous la direction de J.-C. Bignon, Institut National Polytechnique de Lorraine, 2006. – 384 p.
- [KUB061] KUBICKI S., GUERRIERO A., HALIN G., HANSER D., BIGNON J.-C. – Trust integration in a coordination assistance tool. Application to building construction activity. *AIM 2006, 11ème Colloque de l'Association Information et Management*, Abbaye de Neumünster, Luxembourg, 7-9 juin 2006.
- [KUB062] KUBICKI S., BIGNON J.-C., HALIN G., HUMBERT P. – « Assistance to building construction coordination. Towards a multi-view cooperative platform » – ITCon – Electronic Journal of Information Technology in CONstruction , vol 11.
- [KUB07] KUBICKI S., BIGNON J.-C., HALIN G., HUMBERT P. – « Qualité et processus de mise en oeuvre du bâtiment » – RAMAU, « Qualités et maîtrise des processus dans les projets d'édifices », n°5, 2007.
- [LEO78] LEONTIEV A. N. – Activity, Consciousness and Personality. Prentice Hall. – 1978.
- [LON03] LONCHAMP J. – Le travail coopératif et ses technologies. – Paris : Hermes Science, Lavoisier, 2003.
- [LOR89] LORENT P. – Du projet au chantier:conditions de travail, qualité, performances économiques. – Liège : Mardaga, 1989. –
- [NAR02] NARDI B. A., WHITTAKER S., ISAACS E., CREECH M., JOHNSON J. ET HAINSWORTH J. – Integrating Communication and Information through ContactMap. – Communications of the ACM, Vol. 45 N° 4, 2002. – pp 89 - 95.
- [OTJ04] OTJACQUES B. – Représentation graphique des interactions se produisant au cours d'un projet collaboratif dans le domaine de l'architecture. – Nancy : Mémoire de DEA de l'ENSAN, 2004. – 118 p.
- [OTT92] Recherches aux grottes de Sclayn : vol. 1, le contexte / sous la direction de Marcel OTTE. – Liège : Derouaux-Ordina éditions, Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège (ERAUL), n°27, 1992. – 186 p.
- [OTT98] Recherches aux grottes de Sclayn : vol. 2, l'archéologie / sous la direction de Marcel OTTE, Marylène PATOU-MATHIS et Dominique BONJEAN. – Liège : Derouaux-Ordina éditions, Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège (ERAUL), n°79, 1998. – 442 p.

- 
- [OTT99] OTTE M., VIALOU D., PLUMET P. – La Préhistoire – Bruxelles : De Boeck Université, 1999. – 369p.
- [OTT02] OTTE M., DAVID-ELBIALI M., ELUÈRE C., MOHEN J.-P. – La Protohistoire – Bruxelles : De Boeck Université, 2002. – 396p.
- [OTT03] OTTE M. – Lire le Passé, Méthodes de fouilles archéologiques. – Liège : Editions de l'Université de Liège, 2003. – 152p.
- [PIR05] PIRSON S., BONJEAN D., DI MODICA K., TOUSSAINT M. – « Révision des couches 4 de la grotte Scladina (comm. d'Andenne, prov. de Namur) et implications pour les restes néandertaliens : premier bilan » – Notae Praehistoricae, n°25, Gand : 2005. – pp. 61-69.
- [REN91] RENFREW C., BAHN P. – Archaeology : Theories, Methods and Practice – Londres : Thames and Hudson, 1991. – 546 p.
- [SEM04] SEMAL P., CORNELISSEN E., CAUWE N. – « MARS: multimedia archaeological research system. » – Notae Praehistoricae, n° 24, 2004. – pp.203-208.
- [SEM041] SEMAL P., KIRCHNER S., MACCHIARELLI R., MAYER P., WENIGER, G. C. – « TNT: The Neanderthal Tools ». in The 5th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST (2004) – Short Presentations – CAIN, K., CHRYSANTHOU, Y., NICCOLUCCI, F. ET SILBERMAN, N. (eds), 2004. – pp. 29-30.
- [SEM05] SEMAL P., TOUSSAINT M., MAUREILLE B., ROUGIER H., CREVECOEUR I., BALZEAU A., BOUCHNEB L., LOURYAN S., DE CLERCK N., RAUSIN L. – « Numérisation des restes humains néandertaliens belges. Préservation patrimoniale et exploitation scientifique ». – Notae Praehistoricae, n°25, 2005. – pp. 25-38.
- [SEM051] SEMAL P., CONVENT D., WANNIJN L., CAUWE N. – « Digitalisation des collections de Spy à l'aide de la plateforme MARS (Multimedia Archaeological Research System). » – Preprint. Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris, n°17, 2005. – p.21.
- [TOU06] TOUSSAINT M. – « Sur l'âge dental de l'Enfant de Sclayn » – Notae Praehistoricae. Liège : le 19 décembre 2006.
- [TOU061] TOUSSAINT M. BONJEAN D., OTTE M. – « Le plus vieil ADN humain vient d'être extrait de la grotte Scladina à Sclayn ». – La Lettre du Patrimoine, n°3, Amay : Institut du Patrimoine wallon, 2006. – p.19.

---

## Chapitre 7 :

# *Table des figures*

---

- Fig. 1 : Modélisation de la réflexion archéologique [REN91, p. 17].
- Fig. 2 : Fouille effectuée par un archéologue.
- Fig. 3 : Fouille menée par un archéologue avec l'aide d'ouvriers.
- Fig. 4 : Fouille supervisée par un archéologue.
- Fig. 5 : De l'idée aux faits, illustration de la démarche architecturale.
- Fig. 6 : Des faits aux idées, illustration de la démarche archéologique.
- Fig. 7 : Modèle des 3C d'Ellis, d'après [OTJ04, p. 7].
- Fig. 8 : Les niveaux hiérarchiques de l'activité selon Leontiev, cité dans [KUB06, p.139].
- Fig. 9 : Relation entre tâches, phases et projet.
- Fig. 10 : Fiche AICIM de la Dent néandertalienne de Couvin (Prov. de Namur).
- Fig. 11 : Interface du projet collaboratif MARS.
- Fig. 12 : Scladina parmi les sites ayant livrés des fossiles néandertaliens en Belgique.
- Fig. 13 : Organigramme de l'Archéologie Andennaise asbl.
- Fig. 14 : Matrice de Johansen, d'après [OTT04, p.7].
- Fig. 15 : Indicateur « multi-seuils ».
- Fig. 16 : Indicateur « thermomètre ».
- Fig. 17 : Indicateur « tachymètre ».
- Fig. 18 : Modèle du travail collaboratif proposé par Hanser [HAN03] et Halin [HAL04].
- Fig. 19 : Modèle de travail collaboratif proposé par M. Bouattour [BOU05].
- Fig. 20 : Le concept *artefact* et ses relations internes.
- Fig. 21 : Le concept « *actes* » en lieu et place du concept « *artefact* ».
- Fig. 22 : Configuration hiérarchique [KUB06, p. 121].
- Fig. 23 : Configuration adhocratique [KUB06, p. 122].
- Fig. 24 : Configuration transversale [KUB06, p. 123].
- Fig. 25 : Classification des collaborations selon la conscience qu'en ont les acteurs [OTJ04, p. 8].

## Chapitre 8 : *Annexes*

---

- Annexe 1 : Historique des fouilles de la grotte Scladina.
- Annexe 2 : Plan de la grotte Scladina et vues d'ambiance du gisement
- Annexe 3 : Liste non exhaustive des collaborateurs de l'ASBL Archéologie Andennaise, leur institution et leur provenance.
- Annexe 4 : Bilan des configurations organisationnelles pouvant être rencontrées sur chantier [KUN06, p. 213-214].
- Annexe 5 : Modélisation d'un travail coopératif en phase de chantier dans le domaine du bâtiment.
- Annexe 6 : Développement des concepts qui ont permis la réalisation du modèle coopératif du travail archéologique en phase de fouille.
- Annexe 7 : Proposition d'un modèle de travail coopératif en phase de chantier dans le domaine de la fouille archéologique.

---

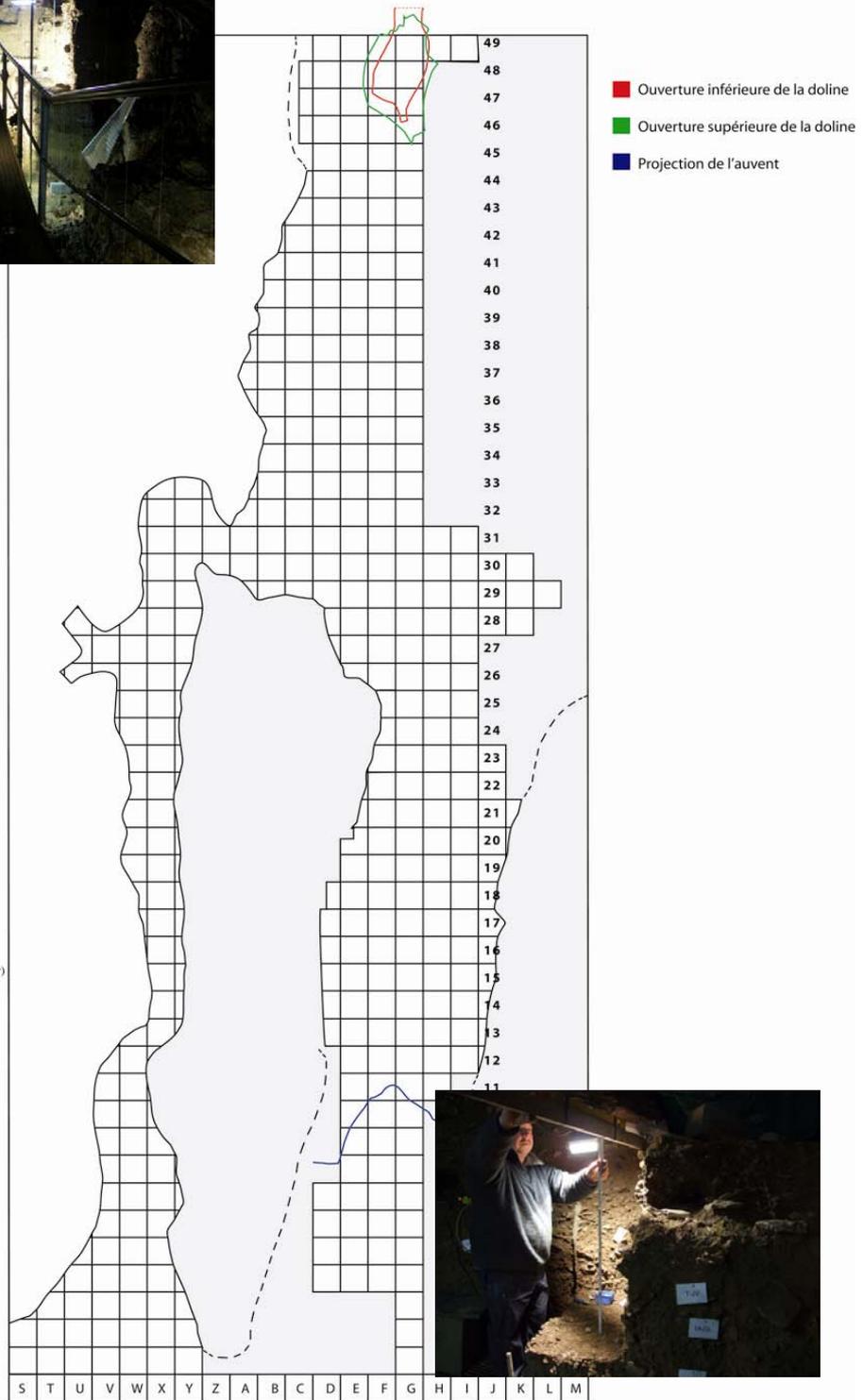
Annexe 1

## HISTORIQUE DES RECHERCHES,

- 1971.** Découverte au printemps, la grotte sera baptisée « Scladina » par les fondateurs du Cercle Archéologique Sclaynois (C.A.S.), les premiers qui comprirent l'importance du gisement et y effectuèrent des fouilles systématiques. Première protection du gisement par le Bourgmestre local au profit du C.A.S.
- De 1971 à 1977.** Le cercle fouille le porche et l'intérieur de la cavité. Les premiers artefacts sont découverts. Les fouilleurs, persuadés de l'importance de leur gisement, font alors appel aux spécialistes de l'Université de Liège.
- 1978.** Le Service de Préhistoire de l'Université de Liège, sous la direction du Professeur Marcel Otte, entame sa première campagne de fouilles à la grotte, en collaboration avec le cercle local (C.A.S.). Le sondage en terrasse qui traverse tous les niveaux sédimentaires prend quatre ans de travail. Le personnel scientifique de l'Université de Liège ainsi que les nombreux étudiants s'investissent totalement dans l'entreprise.
- 1983.** La fouille systématique de la cavité commence en planimétrie rigoureuse pour les niveaux d'habitat.
- 1983.** Fondation de l'Asbl Archéologie Andennaise
- 1985** Engagement des premiers travailleurs, grâce à l'intervention financière de la Ville d'Andenne. D'abord sous la forme d'un TCT, puis d'un Projet PRIME accordés par la Région Wallonne, l'Asbl occupe 12 personnes à temps plein.
- 1988.** Construction du Pavillon Pierre Mathot par la Ville d'Andenne, local destiné aux fouilleurs, chercheurs et visiteurs du gisement préhistorique.
- 1992.** Concession (du 02.07.1992 au 01.07.2015) par la Ville d'Andenne à l'Asbl Archéologie Andennaise des parcelles cadastrales couvertes par la grotte Scladina et les grottes voisines avec autorisation de gestion du sous-sol à des fins scientifiques, archéologiques et touristiques.
- 1992.** Parution du premier volume de la monographie « Recherches aux grottes de Sclayn », « LE CONTEXTE », (E.R.A.U.L., n° 27, Liège) : géologie, sédimentologie, pollens, faunes et datations.
- 1993.** Découvertes des premiers ossements humains néandertaliens, **les premiers du siècle en Belgique !!!**

- 
- 1996.** Réalisation de l'exposition « NEANDERTAL » : un bilan des connaissances de l'Homme de Néandertal à l'échelle européenne (Hôtel de Ville d'Andenne, en avril et mai), grâce au soutien de la Ville d'Andenne et d'une subvention accordée par la Direction des Fouilles du Ministère de la Région wallonne (DGATLP).
- 1996.** La grotte est **classée** puis reconnue comme **site archéologique de caractère exceptionnel**, par arrêté du Gouvernement Wallon déterminant la liste du patrimoine immobilier exceptionnel de la Région wallonne.
- 1998.** L'Asbl Archéologie Andennaise est reconnue « Association touristique » par le Commissariat général au Tourisme (CGT).
- 1998.** Octroi d'une subvention du Commissariat général au Tourisme pour la construction de nouveaux bâtiments sur le site des grottes paléolithiques de Sclayn, d'une terrasse couverte protégeant l'entrée des grottes et d'une seconde passerelle à Scladina, bâtiments destinés à l'accueil des visiteurs.
- 1998.** Parution du second volume de la monographie « Recherches aux grottes de Sclayn », « L'ARCHEOLOGIE », (E.R.A.U.L., n° 79, Liège) : comportements humains, technologie lithique, faunes chassées, régime alimentaire.
- 1999. en avril :** implantation de la passerelle métallique dans la grotte Saint-Paul permettant aux touristes de visiter les grottes en circuit. Financée par la Ville d'Andenne et le CGT.
- 2000. le 26 mai :** inauguration officielle du Pavillon touristique. Financé par la Ville d'Andenne et le CGT.
- 2001. le 26 mai :** inauguration officielle de la terrasse couverte devant la grotte Scladina, baptisée l'« Observatoire des méthodes de fouille ». Financée par la Ville d'Andenne et le CGT.
- 2006.** le 21 avril : ouverture de l'exposition l'Enfant de Sclayn.
- 2006. le 06 juin :** publication de l'ADN humain le plus vieux du monde : celui de l'Enfant de Sclayn. Avec ses 100 millénaires, il est deux fois plus vieux que ses congénères étudiés jusqu'à présent.
- 2006. le 12 juillet :** découverte d'une nouvelle dent de l'Enfant de Sclayn.

Annexe 2



Grotte Scladina (Selayn, Ardenne, Prov. de Namur)  
Projection de la doline sur un plan de la grotte  
établi à hauteur de la couche 5  
© Archéologie Andennaise a.s.b.l.



Annexe 3

<b>Discipline</b>	<b>Institution</b>	<b>Pays</b>
Archéologie	Université de Liège	Belgique
Anthropologie	Ministère de la Région Wallonne	Belgique
	Malaspina University College	Canada
Géologie	Institut royal des Sciences naturelles de Belgique	Belgique
	Université de Liège	
Paléogénétique	Ecole normale supérieure	France
	Institut Max Planck	Allemagne
Bio-chimie isotopique	Université de Tübingen	Allemagne
Datations	Facultés universitaires catholiques de Mons	Belgique
	Université d'Oxford	Grande-Bretagne
	Laboratoire de Groeningen	Pays-Bas
Susceptibilité magnétique	Laboratoire de Louisianes	USA

Annexe 4

		<b>Configuration hiérarchique</b> 	<b>Configuration transversale</b> 	<b>Configuration adhocratique</b> 
Espace de coordination	<b>Définition de l'activité</b>	Précis (dans la globalité du chantier : tâche/sous-tâche).	Précis (sur des tâches ponctuelles).	Précis « au besoin ».
	<b>Exemple d'outil</b>	Planning, compte-rendu, 4D, tableau de bord.	Formulaire, compte-rendu, tableau de bord et outils « métiers » (ex. vérification).	Photos, Liste de tâches, Bat'Map, Interface multi-vues.
	<b>Interface de visualisation</b> <b>Fonctionnalités innovantes</b>	Diagramme de gantt, plans de synthèse, maquette 3D. Information <u>adaptée à l'acteur cible</u> , synthèse (tableau de bord), possibilités d'effectuer des <u>recherches dans l'information</u> .	Interfaces spécifiques « métiers ».	Liste de tâches. <u>Visualisation</u> du contexte de coopération. <u>Mettre en relation</u> différentes informations. <u>Synchroniser</u> des vues.
Espace de conversation	<b>Localisation des acteurs</b>	Souvent dans des lieux différents.		Souvent même lieu (sur le chantier).
	<b>Exemple d'outil</b>	Téléphone (notamment portable). Visiophone. Smartphone.		Croquis informel sur un mur. Smartphone (données GPS, informations contextuelles).
	<b>Interface pour la conversation</b> <b>Fonctionnalités innovantes</b>	Oralité. Image (dans le cas de la visioconférence par exemple).  Plus d'interactivité dans les réunions virtuelles avec des acteurs non présents sur le chantier (ex. fournisseurs, bureau de contrôle).		Oralité. Dessin, texte.  Appuyer la conversation par de l'information contextuelle, support à l'échange (plan, remarque du compte-rendu, planning, ouvrage en 3D etc.).
Espace de communication	<b>Type de communication</b>	Synchrone et asynchrone.	Souvent asynchrone.	Plutôt synchrone.
	<b>Localisation des acteurs</b>	Même lieu (sur le chantier) ou lieux différents.	Lieux différents (ex. chantier – bureau).	Même lieu (chantier).
	<b>Exemple d'outil</b>	Compte-rendu de chantier (instrumentaliser). Plateforme d'échange, forums de discussion, discussions liées à des tâches, des documents dans la plateforme. Mat'Graph (visualisation des échanges de courriers électroniques entre intervenants).		
	<b>Interface pour la communication</b>	Interfaces de collecticiels (texte, tableaux).		
	<b>Fonctionnalités innovantes</b>	Contextualisation des échanges pour la communication. Mise en relation d'informations dans divers supports de communication (ex : mail + point d'un compte-rendu + plan). Traçabilité des échanges (ex. fils de discussions basés sur le courrier électronique).		



---

## Annexe 6

1. Les Intervenants
---------------------

### **1.1. Les intervenants internes au chantier**

- Les archéologues
- Les ouvriers/techniciens
- Le personnel administratif (secrétariat)

### **1.2. Les intervenants externes au chantier**

#### *1.2.1. Les scientifiques*

##### 1.2.1.1. Les scientifiques de terrain

- Les géologues
- Les anthropologues
- Les paléontologues
- Les archéologues

##### 1.2.1.2. Les scientifiques de laboratoire

- Idem que les scientifiques de terrain
- Les physiciens
- Les paléogénétiens
- Les biochimistes
- Les anthracologues
- Les sédimentologues
- Les palynologues
- Etc.

#### *1.2.2. Les non-scientifiques*

- Les membres du conseil d'administration
- Les autorités subsidiantes

2. Les Activités
------------------

### **2.1. La phase de fouille**

- La fouille verticale
- La fouille horizontale
- Le nettoyage des surfaces
- Le nettoyage des coupes
- Le dégagement des vestiges

- 
- Relevés des faits

## **2.2. La phase de laboratoire**

- Nettoyage
- Séchage
- Marquage
- Photographie
- Inventorisation

## 3. Les Actes

### **3.1. Les faits**

- Les artefacts
- Les vestiges fauniques
- Les échantillons
- Les vestiges anthropologiques
- Les vestiges lithiques
- Etc.

### **3.2. Les documents**

- Les études
- L'état d'avancement
- Le planning
- Le plan du site
- Les fiches et autres documents administratifs
- Etc.

### **3.3. Les objets**

- Le site archéologique
- Le laboratoire
- Le chantier de fouille
- Etc.

## 4. Les Outils

- Le tableau de bord
- L'outil compte-rendu de chantier
- L'outil de visualisation du chantier
- L'outil de planification
- Les interfaces multi-vues

